

**DER NACHHALTIGKEITSBEIRAT DER LANDESREGIERUNG
BADEN-WÜRTTEMBERG (NBBW)**

***Wege zu einer
nachhaltigen Energieversorgung
in Baden-Württemberg***

Stuttgart, April 2007

Herausgeber: Der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg
Geschäftsstelle c/o Universität Stuttgart
Breitscheidstraße 2
70174 Stuttgart
Tel. 0711 685-83261/-83351
Fax 0711 685-82175
E-Mail: info@nachhaltigkeitsbeirat-bw.de
Internet: <http://www.nachhaltigkeitsbeirat-bw.de>

Geschäftsführer: Christian D. León

Der Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg (NBBW)

Der Nachhaltigkeitsbeirat ist ein wissenschaftliches Beratungsgremium der Landesregierung Baden-Württemberg. Er wurde erstmals im April 2002 eingerichtet und wurde am 4. Oktober 2005 durch Beschluss des Ministerrates für weitere drei Jahre berufen. Der Nachhaltigkeitsbeirat hat den Auftrag, durch periodische Begutachtung die Umweltsituation in Baden-Württemberg und deren Entwicklungstendenzen zu bewerten, umweltpolitische Fehlentwicklungen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung oder Beseitigung aufzuzeigen und die Umsetzung und Fortschreibung des Umweltplans Baden-Württemberg kritisch zu begleiten (Controlling). Der Nachhaltigkeitsbeirat legt der Landesregierung alle drei Jahre, erstmals 2005, ein Gutachten zur Umsetzung des Umweltplans vor. In regelmäßigen Abständen erstellt der Beirat Empfehlungen und Stellungnahmen zu Schwerpunkten bei der Umsetzung des Umweltplans.

Bisher sind folgende Gutachten erschienen:

- *Statusbericht 2005 zum Umweltplan Baden-Württemberg* (Juni 2005)
- *Der Beitrag der Abfallwirtschaft zu einer nachhaltigen Entwicklung in Baden-Württemberg* (März 2005)
- *Neue Wege zu einem nachhaltigen Flächenmanagement in Baden-Württemberg* (Februar 2004)
- *Nachhaltiger Klimaschutz durch Initiativen und Innovationen aus Baden-Württemberg* (Januar 2003)

Die Mitglieder des Nachhaltigkeitsbeirats (Periode 2005-2008):

- Dr. **Peter Fritz**, Forschungszentrum Karlsruhe
- Dr. **Ulrich Höpfner**, IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
- Prof. Dr. **Giselher Kaule**, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart
- Prof. Dr. **Claudia Kemfert**, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin
- Prof. Dr. **Lenelis Kruse-Graumann**, FernUniversität Hagen und Universität Heidelberg (stellv. Vorsitzende)
- Prof. Dr. **Erika von Mutius**, Klinikum der Universität München, Dr. von Haunersches Kinderspital
- Prof. Dr. Dr. **Franz Josef Radermacher**, Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung/n (FAW/n), Ulm
- Prof. Dr. **Ortwin Renn**, Institut für Sozialwissenschaften, Abteilung für Technik- und Umweltsoziologie, Universität Stuttgart (Vorsitzender)
- Prof. Dr. **Lutz Wicke**, Institut für UmweltManagement (IfUM), Europäische Wirtschaftshochschule Berlin

Gliederung

Zusammenfassung	1
Vorbemerkung	4
1 Ausgangslage	6
1.1 <i>Dringlicher Handlungsbedarf</i>	6
1.2 <i>Verantwortungsvolle Energie- und Klimapolitik</i>	8
2 Weiterentwicklung der Klimadoppelstrategie zur nachhaltigen Energiepolitik für Baden-Württemberg	9
2.1 <i>Wege zu einer nachhaltigen Energiepolitik</i>	9
2.2 <i>Forcierte Umsetzung und Intensivierung des Klimaschutzprogramms des Landes</i>	11
2.2.1 <i>Umsetzung des bestehenden Klimaschutzprogramms</i>	11
2.2.2 <i>Weiterer Ausbau der erneuerbaren Energieträger</i>	11
2.2.2.1 <i>Übersicht</i>	11
2.2.2.2 <i>Windenergie</i>	12
2.2.2.3 <i>Biomasse</i>	12
2.2.2.4 <i>Solarthermie</i>	13
2.2.2.5 <i>Photovoltaik</i>	14
2.2.2.6 <i>Geothermie und andere erneuerbare Energien</i>	14
2.2.3 <i>Steigerung der Energieeffizienz</i>	15
2.2.4 <i>Förderung von Technologien zur Kohlendioxidabscheidung</i>	16
2.2.5 <i>Verhaltensänderungen</i>	17
2.2.6 <i>Vorbildfunktion des Landes: „Klimaschutz und sichere Energieversorgung – wir gehen voran“</i>	18
2.3 <i>Verbesserung des EU-Emissionshandelssystems</i>	18
2.4 <i>Notwendigkeit einer forcierten Weiterentwicklung des Kyoto-Protokolls zu einem wirksamen Kyoto-PLUS-Vertrag</i>	21
2.5 <i>Ausstrahlung eines globalen Cap-and-trade-Systems (Kyoto PLUS) auf eine weltweite nachhaltige Energieversorgung und -verwendung</i>	24
2.5.1 <i>Erneuerbare Energien als zentrales Standbein</i>	24
2.5.2 <i>CO₂-arme fossile Verbrennungsanlagen</i>	24
2.5.3 <i>Indirekte Auswirkungen auf die Effizienz im Verkehrs-, Bau- und Haushaltssektor</i>	26
2.5.4 <i>Impulse zur Entwicklung klimafreundlicher Verfahren und Systeme</i>	27
2.5.5 <i>Impulse für eine umfassend nachhaltige Energiepolitik</i>	28

3	Die Rolle der Kernkraft und die Frage der Laufzeitverlängerung	30
3.1	<i>Kernenergie – ein Beitrag zur Lösung des globalen Klimaproblems?</i>	30
3.2	<i>Laufzeitverlängerung deutscher Kernkraftwerke unter festgelegten Bedingungen</i>	32
3.3	<i>Runder Tisch „Energie“ mit dem Ziel der Gründung einer „Deutschen Stiftung Nachhaltige Energieversorgung“</i>	36
	Literaturverzeichnis	38

Zusammenfassung

In den kommenden Jahren steht das Land Baden-Württemberg vor entscheidenden Weichenstellungen, um die Energieversorgung den Erfordernissen einer nachhaltigen Entwicklung anzupassen. Nachhaltig ist die Energieversorgung nur dann, wenn gleichzeitig die Ziele des Umwelt- und Klimaschutzes, der Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit sowie der Sozialverträglichkeit angestrebt werden. Konkret erfordert eine nachhaltige Energieversorgung und -nutzung für Baden-Württemberg von der Landesregierung, mit dazu beizutragen,

- dass die vom Menschen verursachte Temperaturerhöhung maximal 2°C beträgt (dies ist die von der EU als maximal tolerierbar angesehene Erwärmung),
- dass die Abhängigkeit von den in wenigen Jahrzehnten erschöpften Erdöl- und Erdgas-Weltvorräten mittelfristig deutlich gemindert wird, um dauerhaft die Energieversorgung des Landes und der Welt sicherzustellen und
- dass eine Stärkung des Wettbewerbs auf den Energiemärkten stattfindet, damit es zu einer dauerhaft preisgünstigen und wirtschaftlichen Energieversorgung kommen kann.

Diese Aufgaben stellen besondere Anforderungen an das Land, da der beschlossene Ausstieg aus der Kernenergie Baden-Württemberg mit einem besonders hohen Anteil der Kernenergie an der Stromversorgung (über 50 Prozent) empfindlich trifft, und damit nicht nur seinen CO₂-Ausstoß sondern auch seine Abhängigkeit von fossilen Energieträgern erhöhen wird. Darüber hinaus trägt das Land nur mit 0,3 Prozent zu der weltweiten Emission von Kohlendioxid bei. Sollte sich Baden-Württemberg allein auf sein eng umrissenes eigenständiges Handlungsfeld beschränken, bestünde praktisch keine Möglichkeit, die gegenwärtige und aller Voraussicht nach anhaltende nicht-nachhaltige Energieversorgung und -nutzung des Landes substantiell zu verbessern. Insofern setzt der Nachhaltigkeitsbeirat auf eine Doppelstrategie: Auf der einen Seite sind konkrete Maßnahmen im Land selbst notwendig, auch um international glaubwürdig zu sein. Auf der anderen Seite muss das Land seinen politischen Einfluss geltend machen, um national und international auf eine neue Klimaschutzstrategie hinzuwirken. Dabei geht der Nachhaltigkeitsbeirat von der Prämisse aus, dass es zu internationalen Klimaschutzvereinbarungen nach dem Auslaufen des Verpflichtungszeitraums 2012 für das jetzt geltende Kyoto-Protokoll kommen wird. In diesen Kontext ist das Thema der Klimagerechtigkeit einzuordnen, das in der vom Nachhaltigkeitsbeirat vorgeschlagenen Klimadoppelstrategie eine große Rolle spielt. Dies gilt auch für die wichtige Frage der Bepreisung von CO₂-Emissionen und Emissionen anderer Klimagase. Sollte es zu keiner Anschlussvereinbarung kommen, was angesichts der bisherigen Politik der USA einerseits und den Erwartungen der sich entwickelnden Länder andererseits nicht auszuschließen ist, können viele der über das Land Baden-Württemberg hinausgreifenden Empfehlungen des Nachhaltigkeitsbeirats nicht umgesetzt werden. Umso wichtiger ist es aber deshalb, dass die Landesregierung alle ihr zur Verfügung stehenden Mittel nutzt, um gemeinsam mit anderen Partnern innerhalb und außerhalb des Landes auf eine neue internationale Klimaschutzvereinbarung zu dringen. Ohne eine solche global wirksame Verpflichtung zum Klimaschutz bleiben alle vom Land selbst initiierten Maßnahmen, so wichtig sie auch für die Umweltqualität im Lande und die eigene Glaubwürdigkeit nach außen hin sein mögen, im internationalen Maßstab bedeutungslos. Man wird dann völlig neu nachdenken müssen.

Konkret empfiehlt der Nachhaltigkeitsbeirat dem Land Baden-Württemberg eine Doppelstrategie bestehend aus folgenden Maßnahmen:

1. Die erforderlichen Haushaltsmittel zur Umsetzung der im „Klimaschutzkonzept 2010“ beschlossenen Maßnahmen bereit zu stellen, um die im Klimaschutzkonzept 2010 vorgesehenen Maßnahmen auch vollständig umzusetzen;
2. eine politische Initiative des Landes ins Leben zu rufen, um ein global wirksames Klimazertifikatssystem unter dem Begriff Kyoto PLUS auf den Weg zu bringen. Dies könnte durch eine strukturelle Weiterentwicklung des Kyoto-Protokolls für die Zeit nach 2012 in Gestalt eines geeignet ausgebildeten globalen „Cap-and-trade“-Systems geschehen, das der Idee der Klimagerechtigkeit folgt. Zentrale Forderungen für das vom Nachhaltigkeitsbeirat geforderte Kyoto-PLUS-System sind:
 - a. Klare politische Festlegungen auf das Klimaziel der Europäischen Union von maximal plus 2°C und daraus abgeleitete weltweite Höchstmengen an zu emittierenden Klimagasen,
 - b. weltweite Anreize zum Klimaschutz durch eine Preissetzung für CO₂-Emissionen vorzugsweise durch ein globales Cap-and-trade-System und
 - c. ein langfristig (bis 2030 oder 2050) gestaltetes System, das dauerhafte Investitions- und Verhaltensanreize für klimaschonende Produktion und klimaschonenden Konsum bietet,
 - d. wirkungsvolle Anreize zur nachhaltigen Entwicklung und zum nachhaltigen Wachstum sowie zur Armutsbekämpfung in den Schwellen- und Entwicklungsländern und damit auch zur aktiven Integration dieser Länder in ein weltweit wirksames Klimaschutzsystem, aufbauend auf der Idee der Klimagerechtigkeit.

Des Weiteren empfiehlt der Nachhaltigkeitsbeirat,

3. auf den Bund einzuwirken, um die Wirksamkeit des europäischen CO₂-Zertifikatehandels deutlich zu verbessern und einen fairen und wirksamen Wettbewerb auf dem Energiemarkt zu fördern;
4. sich weltweit für eine Koppelung von effizienter Energienutzung, dem Einsatz erneuerbarer Energieträger, Maßnahmen zur Förderung energiesparenden Verhaltens sowie der CO₂-Abscheide- und sicheren Speichertechnologie einzusetzen;
5. Maßnahmen und Programme zu entwickeln und umzusetzen, die im Sinne der Doppelstrategie den Klimaschutz und die nachhaltige Energieversorgung auch im eigenen Land tatkräftig unterstützen. Darunter fallen:
 - a. Der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien, auch durch Erforschung innovativer Energietechnologien (z. B. Aufwindkraftwerke, Supergeothermie),
 - b. die Erhöhung der Mittel von Förderprogrammen insbesondere für Effizienzsteigerungen in Bestandsgebäuden,
 - c. neue Förderprogramme zur Erforschung der CO₂-Abscheidetechnologie und der dafür erforderlichen sozialen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der effizienten Nutzung fossiler Brennstoffe,
 - d. innovative Informations- und Kommunikationsprogramme zur Förderung eines nachhaltigen Lebensstils unter dem Motto „weniger konsumieren – besser leben“,
 - e. die Förderung des öffentlichen Nahverkehrs als ein Mittel zur Reduktion des Treibstoffverbrauchs, sowie

- f. die Übernahme einer verstärkten Vorbildfunktion des Landes im Bereich der rationellen Energieverwendung und des Energiesparens sowie der erneuerbaren Energiesysteme in öffentlichen Liegenschaften und im Fuhrpark (Motto: „Wir gehen mit gutem Beispiel voran.“).
6. Zum Thema der Kernenergie empfiehlt der Nachhaltigkeitsbeirat, einen weltweiten Ausbau der Kernenergie als Mittel zum Klimaschutz *nicht* als eine realistische Option einzustufen, solange bestimmte Bedingungen zur Sicherheitskultur, zur Verhinderung der Proliferation, zur Endlagerung und zum Schutz gegen Terrorismus nicht erfüllt sind;
7. einer zeitlich befristeten Laufzeitverlängerung von deutschen Kernkraftwerken unter restriktiven Bedingungen zuzustimmen¹. Die Bedingungen sind:
- Verlängerung der Laufzeit um maximal 20 Jahre aller derjenigen Kernkraftwerke, die
 - nach objektiven Kriterien und nach einer intensiven Inspektion eine Betriebsverlängerung ohne sicherheitstechnische Bedenken oder Beeinträchtigungen garantieren, wobei
 - eine rechtlich bindende Zusicherung bzw. vertragliche Vereinbarung gegeben sein muss, dass mindestens die Hälfte an den Kostenersparnissen der Energieversorgungsunternehmen durch die Laufzeitverlängerung an eine unabhängige öffentlich-rechtliche „Deutsche Stiftung Nachhaltige Energieversorgung“ fließen muss, die primär für die Forschung und Entwicklung sowie Erprobung (Demonstration und Markteinführung) innovativer Verfahren zur nachhaltigen Energieversorgung und -nutzung zuständig sein soll, sowie
 - die ins Programm einbezogenen Kernkraftwerke nach Beendigung der Laufzeit durch CO₂-arme Stromerzeugungssysteme (einschließlich fossiler Kraftwerke mit CCS) ersetzt werden.
 - Ist der Bau fossiler Nachfolge-Kraftwerke aus Gründen der Energieversorgungssicherheit unumgänglich, *bevor* die CCS-Technik großtechnisch verfügbar ist und das CO₂ sicher und dauerhaft gespeichert werden kann, muss bau- und verfahrenstechnisch sichergestellt sein, dass eine spätere Nachrüstung mit einer geeigneten CCS-Technologie des Neukraftwerks möglich ist.
8. Außerdem hält der Nachhaltigkeitsbeirat die Einrichtung eines Runden Tisches für einen bundesweiten Energiekonsens für erforderlich mit dem Ziel, die zukünftige Strategie im Energiesektor festzulegen und eine unabhängige „Deutsche Stiftung Nachhaltige Energieversorgung“ zu gründen.

Der Nachhaltigkeitsbeirat ermutigt die Landesregierung in Baden-Württemberg, alles daran zu setzen, durch eigene Vorbildfunktion, landesweite Klimaschutzinitiativen, klare Positionierung nach außen, politische Mobilisierung, Kommunikation und Bündnisbildung einen eigenständigen Beitrag zu leisten, um die dringend gebotenen Schritte zu einer effektiven, gerechten und effizienten Klimapolitik vor Ort und weltweit in die Wege zu leiten.

¹ Diese Empfehlung wird von Beiratsmitglied Ulrich Höpfner nicht mitgetragen.

Vorbemerkung

Die Frage nach einem nachhaltigen Energiekonzept für Baden-Württemberg stellt sich in schwierigen Zeiten. Die Gesellschaft steht vor großen Herausforderungen, da die gleichzeitige Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele im Energiebereich, also Versorgungssicherheit, Wettbewerbsfähigkeit, Umwelt- und Klimaschutz sowie Sozialverträglichkeit, einen umfassenden Blick auf die komplexe globale und regionale Ausgangslage sowie Weitsicht und Klugheit bei den notwendigen Abwägungsprozessen erfordert. Die weltweite Energienachfrage wird zu über 80 Prozent durch fossile Energie wie Öl, Gas und Kohle gedeckt, wodurch die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre weiter ansteigen wird. Schon heute schreitet die globale Erwärmung massiv voran, die Auswirkungen sind inzwischen hautnah zu spüren, z. B. bei der Gletscherschmelze in den Alpen und bei der Zunahme extremer Wetterereignisse. Der Trend zur Nutzung fossiler Energieträger und der damit verbundenen Folgen bleibt ungebrochen: Aufgrund stark wachsender Volkswirtschaften mit großem Energiehunger, wie China und Indien, ist mit einer weiteren Steigerung zu rechnen. Die erhöhte Nachfrage nach fossilen Ressourcen treibt wiederum die Energiepreise an, was einerseits die Nachfrage, den Verbrauch und somit die Klimabelastung tendenziell reduziert, andererseits aber zu erhöhten volkswirtschaftlichen² und sozialen Kosten führt. Damit fehlen auch die Ressourcen, um effektiv den Klimaschutz voranzubringen. Hinzu kommt, dass die Rahmenbedingungen der Weltökonomie nach wie vor ein nicht-nachhaltiges Wirtschaften belohnen, im Besonderen in der Klimapolitik: Die Atmosphäre wird weiterhin und vor allem pro Kopf der Bevölkerung in unterschiedlichem Maße als kostenlose „Klimamülldeponie“ genutzt.

Rund um den Globus findet zudem ein Ringen um den Zugriff auf knappe Ressourcen statt, (vor allem beim Öl), wodurch lokale Konflikte, etwa im Nahen Osten, verschärft werden. Gleichzeitig ist die Nutzung dieser Ressourcen mit schwerwiegenden Folgen für Klima und Umwelt verbunden. Mit dem beschlossenen Ausstieg aus der Atomenergie in Deutschland ist eine mögliche Option zur Reduktion von klimaschädlichen Gasen ausgeschlossen worden, was zusätzliche CO₂-Emissionen zur Folge haben wird. Als Möglichkeiten, fossile Brennstoffe einzusparen bzw. zu ersetzen, verbleiben nach heutigem Wissensstand die Verbesserung der Effizienz bei der Gewinnung, Umwandlung und Nutzung von Energie und der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energien. Es ist aber zu beachten, dass der Einsatz der meisten heute üblichen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie mit höheren Kosten verbunden ist als die Nutzung von Öl, Gas und Kohle.

Baden-Württemberg als leistungsstarkes Industrieland mit gleichzeitig hoher Forschungsintensität und hohem Kernenergieanteil in der eigenen Energieversorgung ist vor diesem Hintergrund in einer schwierigen Lage. Der Nachhaltigkeitsbeirat versucht angesichts dieser Ausgangssituation und der aktuellen Entwicklungen auf dem Energiesektor eine Standortbestimmung vorzunehmen und Empfehlungen im Hinblick auf eine nachhaltige Energieversorgung des Landes zu geben, die „den seit langem einvernehmlich formulierten Rahmenzielen Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit gerecht wird.“ (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2004, S. 4)

Die nachfolgende Empfehlung ist grob in drei Teile gegliedert: In Teil 1 wird die globale Situation analysiert und daraus eine Gesamtorientierung abgeleitet. In Teil 2 wird die Idee einer Klimadoppelstrategie, wie sie Baden-Württemberg schon verfolgt, vertieft und aktualisiert

² Volkswirtschaftliche Kosten, d. h. ökonomische Kosten für unterschiedliche Sektoren innerhalb der Volkswirtschaft, wie z. B. energieintensive Sektoren, Verbraucher oder Handel. Bei starken Energiepreiserhöhungen kann es zu wirtschaftlichen Wachstumseinbußen kommen.

und auf eine Doppelstrategie für eine nachhaltige Energieversorgung insgesamt ausgedehnt. In Teil 3 folgt eine Diskussion über die Frage der Laufzeitverlängerung der deutschen Kernkraftwerke als eine Komponente der klimaverträglichen und nachhaltigen Energiepolitik in Baden-Württemberg.

1 Ausgangslage

1.1 Dringlicher Handlungsbedarf

Dem Nachhaltigkeitsbeirat ist es ein großes Anliegen, in der Klima- und Energiefrage deutlich zu machen, dass wir uns ein „Business-as-usual“-Vorgehen nicht mehr leisten können. Es geht nicht darum, in Form des üblichen Ausräufelns und Balancierens politisch-gesellschaftlicher Prozesse ein Problem mittlerer Reichweite zu managen. Ganz im Gegenteil, „es brennt“ auf diesem Globus und wir stehen unter extremer Bedrohung mit Blick auf die nächsten 30 Jahre, wenn in der Politik die Weichen nicht richtig gestellt werden. Dabei ist es ein Teil des Dramas, dass ein Land wie Baden-Württemberg oder selbst ein Staat wie Deutschland für sich alleine nicht sicherstellen kann, dass das Richtige getan wird, da wir uns in einer weltweiten Vernetzung befinden. Trotz des diplomatisch großen Erfolges bei der Inkraftsetzung des Kyoto-Protokolls ist es leider nicht gelungen, ein wirklich Erfolg versprechendes Weltklimaschutzsystem zu errichten und darin auch die Industriestaaten USA und Australien mit zu integrieren. Über das Kyoto-Protokoll hinaus steht auch noch die komplexe und weiterhin von Kontroversen begleitete Aufgabe an, Schwellen- und Entwicklungsländer, vor allem China, Indien und Brasilien, in ein kohärentes Gesamtsystem einer CO₂-Begrenzungs politik mit einzubeziehen.

Eine faire globale Lösung der Klimafrage ist aus Sicht des Nachhaltigkeitsbeirats eine Schlüsselfrage. Nur wenn sich alle Staaten und relevanten Akteure aus Wirtschaft und Zivilgesellschaft gemeinsam für den Klimaschutz einsetzen und niemand eine „Free-rider-Position“ einnehmen kann, ist ein substantieller Fortschritt in Richtung Klimaschutz möglich. Vor allem muss es darauf ankommen, die USA wieder zu motivieren, in ein neues Programm zur Klimagerechtigkeit (z. B. Kyoto PLUS), wie es in diesem Text noch später konkret empfohlen wird, einzusteigen und die bisherige Weigerungshaltung aufzugeben. Möglicherweise könnte man auch durch eine entsprechende Handels politik Druck ausüben. Einige Autoren empfehlen, WTO-konforme Grenzausgleichs abgaben im Handel mit Industrieländern einzuführen, um auszuschließen, dass Staaten, die sich einem internationalen Klimaschutz-Regime verweigern, ihrer Wirtschaft auch noch Wettbewerbsvorteile durch ein Free-rider-Verhalten zu Lasten der globalen ökologischen Stabilität verschaffen (Biermann/Brohm 2003; Buck/Verheyen 2001; Radermacher 2005; Yu 2002). Noch aber ist eine solche weltweite Übereinkunft nicht in Sicht.

Trotz dieser schwierigen Ausgangssituation sollte die Landesregierung in Baden-Württemberg alles daran setzen, durch eigene Positionierung, politische Mobilisierung, Kommunikation und Bündnisbildung geeignete Partner dafür zu finden, um endlich die global erforderlichen Schritte effektiv und effizient in die Wege zu leiten.

Warum ist hier Eile geboten? Die Klimaveränderungen schreiten schneller voran, als selbst Pessimisten befürchtet hatten. Darauf weist der jüngste Bericht des Weltklimarates der Vereinten Nationen (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change) in besonderer Deutlichkeit hin (IPCC 2007). Dort wird von einem Anstieg der Temperaturen in den kommenden 30 Jahren um rund 0,7 Grad Celsius gesprochen. Bis 2100 könnte die Temperatur gar um bis zu 5,8 Grad steigen – abhängig von der Menge der freigesetzten Treibhausgase. Der Meeresspiegel wird sich in diesem Zeitraum um mindestens 80 cm erhöhen. Satellitendaten zeigen von 1993 bis 2006 bereits einen Anstieg um 3,3 Millimeter im Jahr. Die stärksten Temperaturerhöhungen erwartet der IPCC in den hohen nördlichen Breitengraden. We-

niger betroffen sind die südlichen Ozeane. Insofern wird Baden-Württemberg erheblich vom Klimawandel betroffen sein³.

Die Indikatoren, die der IPCC zur Beobachtung des Klimawandels vorgeschlagen hat, weisen demnach auf einen dramatischen Klimawandel hin, der wesentlich schneller verläuft, als noch vor fünf Jahren prognostiziert wurde. Nicht nur, dass die Versteppung in semi-ariden Gebieten exponentiell ansteigt, auch die Zahl der extremen Wetterereignisse mit entsprechenden Konsequenzen ist nach den Daten der großen Rückversicherer in den letzten beiden Jahrzehnten exponentiell angestiegen (WBGU 2007). Daneben führt das beobachtete Abschmelzen der Gletscher zu Problemen mit der Trinkwasserversorgung und weiteren Instabilitäten in den Felsformationen, in deren Folge es zu Felsstürzen und Erdbeben kommen kann.

Die weltweite Energieversorgung ist nicht nachhaltig, da über 80 Prozent der Energiebereitstellung aus fossilen Energien besteht⁴. In Deutschland beruht die Stromerzeugung gegenwärtig zum großen Teil auf Kernenergie sowie Stein- und Braunkohle⁵. Aufgrund des nach wie vor hohen Stein- und Braunkohleanteils an der Stromerzeugung ist Deutschland im Vergleich zu anderen Europäischen Ländern eines der Länder mit dem höchsten Pro-Kopf-Ausstoß an CO₂. Insofern ist es auch gerecht, wenn andere Länder gerade von Deutschland eine höhere Reduktionsleistung fordern, als sie selbst prozentual leisten wollen oder können. In Baden-Württemberg ist mit 50,5 Prozent (2005) der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung (bzw. 27 Prozent am Primärenergieverbrauch) besonders hoch, da sich allein fünf der 17 in Deutschland noch betriebenen Anlagen in Baden-Württemberg befinden.

Zu den ökologischen Problemen treten ökonomische Engpässe. Es gibt zu wenige Investitionen in langfristig tragfähige Alternativen zu Kohle, Öl, Gas und Kernenergie. Das „CO₂-arme Kraftwerk“ mittels Kohlenstoff-Abscheidung (CCS – Carbon(dioxide) Capture and Storage), d. h. die Abscheidung des Kohlendioxids bei der Entstehung, ist energie- und kostenintensiv und zurzeit noch nicht großtechnisch einsatzfähig. Insgesamt müssen die Ausgaben in Forschung und Entwicklung im Energiebereich, gerade für erneuerbare Energien, aber auch für die Erforschung weiterer, umweltfreundlicher Technologien wie die CCS-Technologie, erhöht werden (siehe Kapitel 2.3.4 und 2.6.1).

In einer Welt ausufernder Verschuldung der öffentlichen Seite und überzogener Renditeerwartungen für Eigenkapital steht den Volkswirtschaften zu wenig Kapital zur Verfügung, um langfristig wirksame Strategien der Energieversorgung Schritt für Schritt zu entwickeln und eine entsprechende Infrastruktur aufzubauen. Aus diesem Grunde wird weltweit zu wenig in die Erforschung regenerativer Energiequellen und in die Entwicklung effizienterer Energienutzung investiert. Es ist ein Irrweg zu glauben, die Energieversorgung der Menschheit könnte auf dem heutigen Niveau der Industrieländer mit den bestehenden Technologien zur Nutzung der erneuerbaren Energien sichergestellt werden. Das Potenzial wirtschaftlich tragfähiger Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen ist bei weitem nicht ausge-

³ Im Verbundprojekt „Klimawandel - Auswirkungen, Risiken, Anpassung (KLARA)“, initiiert vom Umweltministerium Baden-Württemberg, wurde ein Temperaturanstieg im Land von bis zu 1,7 Grad bis 2050 prognostiziert.

⁴ Der Primärenergieverbrauch setzte sich in Deutschland im Jahr 2005 wie folgt zusammen: 36 Prozent Öl, 11,2 Prozent Braunkohle, 12,9 Prozent Steinkohle, 12,5 Prozent Kernenergie, 22,7 Prozent Erdgas, und 4,6 Prozent Erneuerbare Energien.

⁵ In Deutschland wird Strom aus unterschiedlichen Energiequellen gewonnen: 45,3 aus Kohle, 26,3 Prozent aus Kernenergie, 11,6 Prozent aus Gas und 11,9 Prozent aus erneuerbaren Energien, Sontige 4,9 Prozent.

schöpft. Hier ist nicht nur eine beherzte Umsetzung der bereits vorliegenden Kenntnisse, sondern vor allem auch mehr Forschungs- und Entwicklungsarbeit gefragt.

1.2 Verantwortungsvolle Energie- und Klimapolitik

Unabhängig davon, ob man die Energiesituation aus einer globalen Perspektive oder aus der Perspektive eines Bundeslandes wie Baden-Württemberg betrachtet, werden einige Schlüsselaspekte deutlich, die bei energiepolitischen Entscheidungen gemeinsam beachtet und gegeneinander abgewogen werden müssen. Darunter fallen vor allem:

- Die absehbare Knappheit der heute dominierenden Energieträger, im Besonderen Öl und Gas,
- das Akzeptanzproblem und die Lösung der Endlagerfrage bei der Kernenergie,
- die CO₂-Emissionen und damit der Klimaschutz,
- die Versorgungssicherheit auf mittlere und lange Sicht,
- die Bereitstellung von Energie zu vernünftigen finanziellen Konditionen als Basis für den Erhalt von Wohlstand in Ländern wie Deutschland und zum Aufbau von lebenswerten Bedingungen in den sich entwickelnden Ländern.

Unter den momentanen Bedingungen ist es schwierig, diese Aspekte gleichzeitig adäquat zu berücksichtigen, weil sehr viele Kräfte in unterschiedliche Richtungen weisen. So ließe sich die Klimaproblematik durch den Einsatz der Kernenergie entschärfen, diese ist aber noch mit Schwierigkeiten bei der Entsorgung verbunden und stößt auf Akzeptanzprobleme. Die langfristige Versorgungssicherheit ist mit höheren Investitionen verbunden, die dem Postulat einer möglichst hohen kurzfristigen Rendite widersprechen. Der massive ökonomische Aufholprozess in Ländern wie China und Indien induziert einen zusätzlichen Verbrauch an fossilen Energieträgern, begleitet durch die weitere Zunahme der CO₂-Emissionen in den USA, dem Land mit seinen ohnehin schon extrem hohen Pro-Kopf-Emissionen. Eine weltweit anerkannte Zielsetzung für die Drosselung der CO₂-Emissionen ist ebenfalls nicht in Sicht⁶.

Ohne weitere global wirksame Emissionsminderungen wird der Klimawandel weiter voranschreiten. Auch wenn bis heute nicht restlos geklärt ist, welche klimatischen Auswirkungen in den einzelnen Regionen der Welt mit dem empirisch gemessenen Anstieg an Konzentration und der ohne Zweifel erhöhten globalen Temperatur verbunden sind, besteht jedoch kein Zweifel daran, dass die Menschheit ein Großexperiment mit der gesamten Erde durchführt. Damit sind dramatische volkswirtschaftliche und für die menschliche Gemeinschaft irreparable Verluste verbunden (Kempf 2005a). Dies wird auch eindrücklich durch die Analyse im Stern-Bericht der britischen Regierung unterstrichen (Stern 2006).

⁶ Die EU fordert, dass die globale Oberflächentemperatur im Jahresmittel auf einen Wert von höchstens 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau steigen darf, wenn das oberste Ziel der UN-Klimarahmenkonvention erreicht werden soll (Ergebnisse der Tagung des Rats der Europäischen Union am 22./23.03.2005, Dokument Nr. 7619/05).

2 Weiterentwicklung der Klimadoppelstrategie zur nachhaltigen Energiepolitik für Baden-Württemberg

2.1 Wege zu einer nachhaltigen Energiepolitik

Eine nachhaltige Energieversorgung sollte die Rahmenziele Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit erfüllen (vgl. Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2004, S. 4). Die Umweltverträglichkeit ist aktuell und in der weiteren Zukunft gravierend beeinträchtigt, die Versorgungssicherheit und die Wirtschaftlichkeit sind zumindest deutlich gefährdet. Im aktuellen World Energy Outlook charakterisiert die Internationale Energie-Agentur, die bislang eine eher zurückhaltende und neoliberale Energiepolitik vertreten hat, die voraussichtliche Entwicklung wie folgt: Wenn die aktuellen Trends anhalten, liegt vor uns eine schmutzige, unsichere und teure Energiezukunft (IEA 2006a). Auch die baden-württembergische Politik trägt Mitverantwortung dafür, diesen Trend zu brechen und eine nachhaltige Energieversorgung und -nutzung anzustreben.

Konkret erfordert eine nachhaltige Energieversorgung und -nutzung von der Landesregierung, mit dazu beizutragen,

- dass die vom Menschen verursachte Temperaturerhöhung maximal 2°C beträgt⁷ (die von der EU maximal tolerierte Erwärmung der Atmosphäre gegenüber dem vorindustriellen Niveau),
- dass die Abhängigkeit von den in wenigen Jahrzehnten erschöpften Erdöl- und Erdgas-Weltvorräten mittelfristig deutlich gemindert wird⁸, um dauerhaft die Energieversorgung des Landes und darüber hinaus sicherzustellen und
- dass ein verstärkter Wettbewerb auf den Energiemärkten stattfindet, damit es zu einer dauerhaft preisgünstigen und wirtschaftlichen Energieversorgung kommen kann.

Um diese Ziele zu erreichen, muss die baden-württembergische Landesregierung darauf dringen, dass die eigene aber auch die Weltenergieversorgung und -nutzung drastisch umgestellt wird. Wesentliche Komponenten einer Umstellung aus Sicht des Nachhaltigkeitsbeirats sind:

- Starke Energieeffizienzsteigerungen bei der Verkehrs-, Industrie-, Gebäude- und Haushaltogerätetechnik,
- Umstellung auf eine CO₂-arme Energiebereitstellung,
- Ausbau von erneuerbaren Energien,

⁷ Der gegenwärtige Trend läuft auf eine Temperaturerhöhung von 3 bis 5°C bis 2100 hinaus, da bis 2050 mit einer Verdreifachung der CO₂-Emissionen gegenüber 1990 zu rechnen ist (IEA 2006c, S. 44) statt der allseits angestrebten Senkung von 60 Prozent bis 2050. (Vgl. dazu auch die Aussagen des Deutschen Bundestages (2006) in der Entschließung 16/3293 vom 09.11.06 auf Antrag der Koalitionsfraktionen CDU/CSU und SPD). Dieser enorme Anstieg der CO₂-Emissionen bedeutet tendenziell eine anthropogen verursachte Verdreifachung der Konzentration auf über 800 ppm CO₂ in der Atmosphäre.

⁸ Essentiell ist dies für die Versorgungssicherheit des Landes. Insgesamt muss mit einer stark steigenden Nachfrage vor allem aus den Schwellenländern Asiens und Südamerikas gerechnet werden und einer Versorgungsbasis, die auch aus politischen Gründen (vor allem Naher Osten und Russland) keineswegs als stabil zu bezeichnen ist. Dies gilt auch angesichts des vorzeitigen deutschen Ausstiegs aus der Kernenergie.

- finanziell und organisatorisch wirksame Anreize und ordnungsrechtliche Regelungen zum verstärkten Energiesparen und zur Änderung der Lebensstile vor allem in den Industrieländern.

Welche prinzipiellen Ansatzpunkte hat das Land Baden-Württemberg, um die nicht-nachhaltige Energieversorgung stärker in Richtung Nachhaltigkeit zu verändern? Zunächst ist zu bedenken, dass die unmittelbare und eigenständige Handlungskompetenz des Landes stark eingeschränkt ist, wie das auch im Energiebericht 2004 der Landesregierung betont wird:

„Die Eingriffsmöglichkeiten des Staates sind nach der Grundsatzentscheidung, Energie genauso zu behandeln wie jedes andere Wirtschaftsgut auch, durch die rechtlichen und ökonomischen Grundsätze der Wirtschaftsverfassung begrenzt. ... Der energiepolitische Rahmen wird heute de facto von der EU auf der Grundlage von Regelungen des Binnenmarktes und der Umweltpolitik vorgegeben. In Deutschland liegt die Gesetzgebungsbefugnis für ordnungs- und prozesspolitische Maßnahmen im Bereich der Energiepolitik im Rahmen der konkurrierenden Gesetzgebung primär beim Bund, der diese Materie auch nahezu abschließend geregelt hat. Das Land hat im Rahmen der Behandlung der Gesetze im Bundesrat die Möglichkeit, seine energiepolitischen Vorstellungen einzubringen. ... Vorrangiges und eigenständiges Handlungsfeld der Energiepolitik des Landes ist die Förderpolitik, insbesondere im Bereich der Forschungsförderung, für Demonstrationsprojekte und Markteinführungsprogramme sowie bei der Förderung von (Energie-)Beratungen und Informationen, vor allem zur rationellen Energieverwendung.“ (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2004, S. 4)

Aus dieser nüchternen Beschreibung ergibt sich: Sollte sich Baden-Württemberg allein auf sein oben beschriebenes, eng umrissenes, eigenständiges Handlungsfeld beschränken, bestünde praktisch keine Möglichkeit, die gegenwärtige und aller Voraussicht nach anhaltende nicht-nachhaltige Energieversorgung und -verwendung des Landes substantiell zu verbessern. Auf der einen Seite sind konkrete Maßnahmen im Land selbst notwendig, auch um international glaubwürdig zu sein, auf der anderen Seite muss das Land seinen politischen Einfluss geltend machen, um national und international auf eine neue Klimaschutzstrategie hinzuwirken. Daher hat der Nachhaltigkeitsbeirat bereits in seinem ersten Sondergutachten „Nachhaltiger Klimaschutz durch Initiativen und Innovationen aus Baden-Württemberg“ (NBBW 2003) der Landesregierung empfohlen, mit einer Klimadoppelstrategie zum einen die eigenen Klimaschutzanstrengungen im Lande fortzuführen und zum anderen wichtige Impulse zur weltweiten Durchsetzung eines wirksamen Klimaschutzes zu geben. Die Verknüpfung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen im Land und der politischen Unterstützung weiterer internationaler Vereinbarungen und Projekte sieht die Landesregierung ebenfalls als vorrangig an:

„... Baden-Württemberg [nimmt] seine Verantwortung als hoch industrialisierte Region in Europa durch eine aktive Klimaschutzpolitik wahr, obwohl der Anteil des Landes an den weltweiten CO₂-Emissionen nur 0,3 % beträgt. Es ist jedoch unabdingbar, auf Grundlage des Kyoto-Protokolls zu weiteren wirksamen internationalen Vereinbarungen zu gelangen, die zu einer langfristigen Senkung der Treibhausgasemissionen sowohl in den Industrieländern als auch in den Schwellen- und Entwicklungsländern führen. ... Nur dann können die Anstrengungen eines einzelnen Staates oder eines einzelnen Bundeslandes erfolgreich sein.“ (Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 42)

Ohne Zweifel ist eine nachhaltige Energieversorgung und -verwendung für die Zukunft des Landes Baden-Württemberg, seine Bewohner und vor allem deren Nachkommen von elementarer Bedeutung. Um dieser zentralen Aufgabe umfassend gerecht zu werden, empfiehlt

der Nachhaltigkeitsbeirat, die bereits eingeleitete Klimadoppelstrategie über den Umwelt- und Klimaaspekt hinaus auch auf die beiden anderen Nachhaltigkeitskriterien der Energieversorgung, nämlich die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit auf der einen und die Sozialverträglichkeit auf der anderen Seite auszudehnen.

Dazu sind folgende Schritte notwendig:

1. Konkrete, im eigenen Zuständigkeitsbereich liegende Maßnahmen im Land für eine nachhaltigere Energieversorgung und -verwendung vor Ort (Kapitel 2.2),
2. Zielgerichtetes Einwirken des Landes auf den Bund zur Verbesserung der Wirksamkeit des europäischen CO₂-Zertifikatehandels und zur Förderung eines fairen Wettbewerbs auf dem Energiemarkt (Kapitel 2.3), sowie
3. Verbesserung und strukturelle Weiterentwicklung des internationalen Klimaschutzsystems zur Erreichung einer weltweiten nachhaltigen Energieversorgung und -verwendung (Kapitel 2.4 und 2.5).

Auf diese drei Punkte wird im Folgenden ausführlich eingegangen.

2.2 Forcierte Umsetzung und Intensivierung des Klimaschutzprogramms des Landes

2.2.1 Umsetzung des bestehenden Klimaschutzprogramms

Entscheidend für den Erfolg der landesbezogenen Klimapolitik wird es sein, ob es gelingt, die im Klimaschutzkonzept 2010 identifizierten Minderungsmaßnahmen (Maßnahmen in insgesamt neun Sektoren und sechs Querschnittsbereichen) mit einem Volumen von 2 Mio. bis 4 Mio. Tonnen CO₂ im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 als Unterstützung zur Erreichung der deutschen Kyoto-Ziele (deutlich über dem entsprechenden Landesanteil an den Gesamtemissionen in Deutschland hinaus) tatsächlich zu realisieren (Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 41).

Der Nachhaltigkeitsbeirat empfiehlt der Landesregierung ausdrücklich, die für die Realisierung dieses Minderungspotenzials notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen und die dafür erforderlichen Haushaltsmittel in vollem Umfang zur Verfügung zu stellen. Sofern diese Haushaltsmittel nicht in vollem Umfang vom Landshaushalt bereitgestellt werden können, sollten sie aus den Mitteln der vom Nachhaltigkeitsbeirat vorgeschlagenen „Deutschen Stiftung Nachhaltige Energieversorgung“ (siehe Kapitel 3.3) entnommen werden.

2.2.2 Weiterer Ausbau der erneuerbaren Energieträger

2.2.2.1 Übersicht

Erneuerbare Energieträger bieten eine dringend benötigte Alternative zu Kohle, Erdöl, Gas und Kernenergie. Im Jahr 2006 hatten in Deutschland die erneuerbaren Energien insgesamt einen Anteil an der Stromerzeugung von ca. 12 Prozent, 5,3 Prozent in der Wärmeenergieerzeugung und 3,6 Prozent als alternative Kraftstoffe im Straßenverkehr. In Baden-Württemberg lag im Jahr 2005 der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung bei 10 Prozent und der Anteil am Gesamtkraftstoffverbrauch bei 3,5 Prozent. Die Zahl der Photovoltaikanlagen hat sich in den vergangenen Jahren fast verzehnfacht, dennoch beträgt der Anteil der Photovoltaik nur 0,3 Prozent der Gesamtstromerzeugung in Deutschland (2006). Die installierte Fläche von Solarkollektoren zur Wärmeenergieerzeugung hat sich fast verdoppelt. Im Jahr 2005 stieg die Nachfrage aufgrund des hohen Ölpreises nochmals stark an. Der Anteil der Erdwärme an der Energiebereitstellung wächst stark an, im Jahr 2005 wurden viele neue

Projekte gestartet. Mit den USA und Spanien hat sich im Bereich der solarthermischen Kraftwerke eine internationale Kooperation entwickelt.

Bis zum Jahr 2010 soll in Deutschland der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch auf 12,5 Prozent, bis zum Jahr 2020 auf 20 Prozent steigen. Der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch soll bis zum Jahr 2020 auf 10 Prozent und bis zum Jahr 2050 auf 50 Prozent erhöht werden. Baden-Württemberg hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2010 den Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch auf 11,5 Prozent zu erhöhen. Der Anteil von nachwachsenden Rohstoffen als alternative Kraftstoffe im Verkehrssektor soll gemäß den EU-Richtlinien bis zum Jahr 2010 auf 5,75 Prozent gesteigert werden.

In Deutschland werden erneuerbare Energien durch das sogenannte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert. Das EEG hat nicht nur zum Ziel, den Klimaschutz durch verminderte Emissionen zu fördern, sondern ist vor allem auch als eine Form der Industriepolitik gedacht, um innovative Technologien aus Deutschland weltweit voranzubringen. Das EEG gibt als Anschubfinanzierung Vergütungssätze vor, die sich im Zeitablauf aufgrund von Produktivitätsverbesserungen und Lernkurveneffekten vermindern.

Die Ankündigung des Landes, über die Landesbauordnung private Bauherren zur Nutzung erneuerbarer Energien zu verpflichten, ist aus Sicht des Nachhaltigkeitsbeirats eine sinnvolle und notwendige Ergänzung der Maßnahmen, die im Handlungsbereich der Landesregierung liegen. Daneben müssen aber verstärkt auch Maßnahmen zur Sanierung im Gebäudebestand gefördert bzw. steuerlich begünstigt werden.

2.2.2.2 Windenergie

Im Jahr 2006 war Deutschland weltweiter Spitzenreiter bei der Stromerzeugung aus Windkraft (4,8 Prozent des gesamten Stromverbrauchs). Seit dem Jahr 2002 sind die neu installierten Anlagen in Ermangelung windreicher Standorte an Land rückläufig. International wächst der Markt für Windenergie jedoch stark an: Die USA und Spanien haben die installierte Kapazität stark erhöht, gefolgt von Portugal, Italien, den Niederlanden, Großbritannien und Griechenland. Neben weiteren Großanlagen, wie die 5-Megawatt-Anlagen in Deutschland und Schottland, werden auch die Offshore-Windparks anwachsen.

In Baden-Württemberg leistet die Windenergie immer noch einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung (0,4 Prozent). Auch wenn landschaftsästhetische Bedenken und ein nicht optimales Windangebot einen weiteren Ausbau der Windkraft in Baden-Württemberg begrenzen, sollte man doch in Zusammenarbeit mit den Naturschutzverbänden weitere Standorte für Windkraftanlagen auch in den Mittellagen der Gebirge vorsehen, ohne jedoch das Augenmaß für das ästhetisch Akzeptable zu verlieren. Darüber hinaus kann die Landesregierung die Energiewirtschaft ermutigen, die Windkraft-Technik in Küstengebieten massiv in Richtung „Farmen“ zu entwickeln. Allerdings sind auch in diesem Anwendungsbereich noch erhebliche technische Schwierigkeiten und ökologische Risiken zu meistern. Zudem muss das Netz umfangreich ausgebaut werden (dena 2005).

2.2.2.3 Biomasse

Vielversprechend sind auch die Möglichkeiten bei der Biomassenutzung. Hier sind noch deutliche Steigerungen möglich. Die Landesregierung hat hierzu am 7. März 2006 ein Biomasse-Aktionsplan verabschiedet. Zu beachten sind allerdings konkurrierende Nutzungsformen, nicht nur für die Nahrungsmittelproduktion, sondern auch für extensive Nutzungsformen, die für den Schutz der Biodiversität von besonderer Bedeutung sind. Zu beachten ist auch, dass „Energiepflanzen“ einen sehr hohen Wasserbedarf haben und damit in Konkurrenz zur Grundwasserneubildung treten können. In diesem Sinne ist es besonders problema-

tisch, wenn für die Stromerzeugung, den Transport und die Wärmeerzeugung in Entwicklungsländern durch massiven Einsatz von Biomasse eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion erzeugt wird.

In einer Welt, in der jeden Tag 24.000 Menschen verhungern, darf es international keinen Verdrängungswettbewerb zwischen Nahrungsmitteln und industrieller Biomassennutzung geben. Deshalb sollten für die energetische Nutzung vorrangig nicht als Wertholz benötigte Biomasse aus der Holzproduktion und die Bestandteile von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen eingesetzt werden, die nicht für die Nahrungsmittelproduktion benötigt werden (z. B. Stroh). Wenn sogenannte „Energiepflanzen“ angebaut werden, ist die ganze Kette von der Produktion, mit entsprechenden Emissionen, bis zur möglichst umfassenden Nutzung der ganzen Pflanze in die Analyse mit einzubeziehen. Neueste Forschungsergebnisse zeigen, dass die Gesamtbilanz einer solchen Kette bei ungeeigneten Pflanzen, Anbaumethoden und Standorten sogar einen negativen Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen haben können (Kim/Dale 2005; Sims et al. 2006). Importe aus unkontrolliertem Anbau sind dementsprechend sehr kritisch zu überprüfen. Während die Nutzung von Reststoffen langfristig eine sehr umweltschonende Lösung ist, kann der Anbau von Energiepflanzen speziell für die Produktion von Festbrenn- oder Biokraftstoffen nur eine – allerdings in Maßen sinnvolle – Übergangsstrategie sein. Trotz dieser Einschränkung befürwortet der Nachhaltigkeitsbeirat weitere Anstrengungen zur Erforschung, Entwicklung und Markteinführung von Verfahren der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse (siehe Bioenergieforschungsplattform des Landes). In diesem Zusammenhang weist der Nachhaltigkeitsbeirat auch darauf hin, dass die Energieeffizienz bei der Nutzung von Biomasse noch gesteigert werden kann und dass die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten (z. B. Einspeisung) von Biomethan auf der Basis der Fermentation und thermochemischen Vergasung von Biomasse weiter erforscht und praktisch erprobt werden sollen.

2.2.2.4 Solarthermie

Mit Niedertemperatursolarthermie wird die Strahlung der Sonne in Wärme umgesetzt, um Wasser zu erwärmen oder Gebäude zu beheizen. Diese Technik wird zunehmend zur Wärmegewinnung in Gebäuden eingesetzt. Die solarthermische Nutzung verzeichnet in Deutschland hohe Zuwachsraten. Nach Angaben des Bundesverbandes Solarwirtschaft (BSW) belief sich die im Jahr 2005 neu installierte Kollektorfläche auf etwa 950.000 m² (2004: rd. 750.000 m²). Damit waren Ende 2005 insgesamt etwa 7,2 Mio. m² Kollektorfläche in Deutschland installiert (BMU 2006).

In solarthermischen Kraftwerken wird Sonnenlicht mit Hilfe von Spiegelsystemen gebündelt und zur Stromproduktion genutzt. Dazu ist ein hohes Maß an direkter Sonneneinstrahlung notwendig. Da die klimatischen Voraussetzungen in Deutschland nicht gegeben sind, können deutsche Technologieentwicklungen in diesem Bereich als Innovationen exportiert werden. Ein internationales Netzwerk (Aktionsprogramm GMI - Global Market Initiative) will die weltweite Verbreitung von solarthermischen Anlagen weiter voranbringen. In Spanien sind derzeit das weltweit größte Parabolrinnenkraftwerk und ein Solarturmkraftwerk in Planung. Zudem plant Italien mehrere kleine Solarturmkraftwerke, die USA haben bereits ein Parabolrinnenkraftwerk erstellt, in dem die Technologie deutscher Firmen zum Einsatz kam.

Baden-Württemberg ist von seiner klimatischen Lage her für den Bau und Betrieb von solarthermischen Kraftwerken nicht geeignet. Das Land kann sich aber durch eigene Leistungen in Forschung und Entwicklung an der weltweiten Diffusion sowie durch Joint Ventures am Betrieb oder Bau neuer Anlagen beteiligen. Wirtschaftlichkeitsberechnungen weisen nach, dass solarthermische Anlagen in sonnenreichen Gebieten nahezu konkurrenzfähig zu Kohle- oder Gaskraftwerken Strom erzeugen können.

2.2.2.5 Photovoltaik

Der internationale Markt für Photovoltaik ist in den vergangenen Jahren stark gewachsen. Von 2000 bis 2004 stieg die weltweite Kapazität nahezu um das Zehnfache. Deutschland liegt bei den neu installierten Modulen mittlerweile vor Japan an der Weltspitze, in der Produktion von Photovoltaik-Anlagen ist Deutschland nach Japan schon auf dem zweiten Platz. Der Weltmarktanteil der deutschen Produkte konnte in den letzten fünf Jahren von 5 Prozent auf 25 Prozent gesteigert werden. Den größten Anteil am Weltmarkt haben derzeit die kristallinen Siliziumsolarzellen, der Marktanteil von Dünnschichtsolarzellen fiel hingegen von 13 Prozent auf 7 Prozent. Ein noch weiter steigender Anteil der kristallinen Siliziumsolarzellen wird derzeit durch einen Engpass bei der Herstellung von Silizium verhindert. Daher ist der Markt zurzeit begrenzt, aber in der Tendenz ansteigend. Die Wachstumsprognosen beruhen auf einer Fortführung des EEG und einem weltweit wachsenden Markt. Daher wird angenommen, dass die Kosten der Photovoltaiksysteme auch weiterhin gesenkt werden können: Es wird erwartet, dass die Kosten bis zum Jahr 2020 um zwei Drittel auf 10 Cent pro Kilowattstunde gesenkt werden können (1990: 1,70 Euro/Kilowattstunde).

Der Zubau von Photovoltaikanlagen hat in erster Linie aufgrund der deutlich verbesserten Vergütungssätze für Solarstrom nach dem EEG stark zugenommen. So war im Jahr 2005 ein deutliches Wachstum zu verzeichnen, schätzungsweise wurden 600 Megawattpeak (MWp) Leistung im Jahr 2005 neu in Betrieb genommen. Damit sind in Deutschland Photovoltaikanlagen mit über 1.400 MWp am Netz, die 2005 rd. 1 Mrd. kWh Strom erzeugt haben (BMU 2006). Es muss jedoch deutlich gemacht werden, dass die Photovoltaik in Nordeuropa nicht die besten Voraussetzungen hat. Da zudem die Photovoltaik noch weit von einer Wettbewerbsfähigkeit entfernt ist, muss eine Übersubventionierung vermieden werden. Das EEG wird in diesem Jahr evaluiert. Sollte beispielsweise die Sonnenenergie zu hohe Vergütungssätze erhalten haben, sollte dies durch eine Anpassung der Vergütungssätze korrigiert werden.

2.2.2.6 Geothermie und andere erneuerbare Energien

Die in Form von Wärme gespeicherte Energie in der Erdkruste kann entweder direkt als Wärme genutzt werden oder in Strom umgewandelt werden. Die Art der Nutzung hängt von den geologischen Gegebenheiten ab. Entweder kann das in unterirdischen Schichten vorhandene Wasser direkt genutzt werden oder es muss Wasser durch Bohrungen in die Erde gepumpt werden. Je höher die Temperatur der Wärmequelle ist und je näher sie an der Oberfläche liegt, desto wirtschaftlicher ist die Nutzung. Obwohl die geologischen Voraussetzungen in Deutschland weniger gut sind als beispielsweise in Island, der Türkei oder Italien, werden dennoch verstärkt Projekte zur geothermischen Stromproduktion und Wärmeausnutzung eingeführt. Weitere Projekte in geologisch vorteilhaften Gebieten sind derzeit in Planung (Oberbayern, Oberrheinbecken, Norddeutsches Becken).

In der aktuellen Diskussion um erneuerbare Energieträger fehlen häufig die Visionen für innovative Optionen und Chancen, um erneuerbare Energiequellen für menschliche Zwecke zu nutzen. Aus Sicht des Nachhaltigkeitsbeirats sollten unvoreingenommen alle, vielleicht auch zunächst utopisch anmutende Ideen überprüft werden. Oftmals haben sich auch die Randbedingungen geändert, so dass Technologien zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie, die noch vor einigen Jahren als wenig aussichtsreich gegolten haben, jetzt wieder eine neue Chance bekommen sollten. Es sollen hier nur zwei Anwendungsbeispiele genannt werden, die von der Landesregierung im Sinne einer innovativen Erforschung von Energietechnologien unterstützt werden könnten:

- Aufwindkraftwerke: Diese Kraftwerke in Form von Schornsteinen von 1 bis 2 km Höhe sind besonders gut einsetzbar in Wüstengebieten. Sie könnten einen wichtigen

Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung weltweit leisten. Die entscheidenden Entwicklungen dazu stammen aus Baden-Württemberg (Prof. Jörg Schlaich, Universität Stuttgart).

- **Supergeothermie/Supergeopower (15 km tief):** Bei diesem Ansatz geht es um die Erschließung der gewaltigen Energievorräte in Form der Hitze im Erdinnern. Während die Wärmeversorgung unter Nutzung von oberflächennaher Geothermie bereits einsatzbereit ist und zunehmend genutzt wird, ist die Stromerzeugung mit tiefer Geothermie (ca. 160° C heißes Wasser aus 3 bis 5 km Tiefe) noch in der Einführungsphase. Solange keine schlüssigen Wärmenutzungskonzepte erarbeitet und umgesetzt sind, erscheinen die heute erzielten Wirkungsgrade von unter 10 Prozent mit entsprechender Wärmeabfuhr über Flusswasser oder Kühltürme wenig aussichtsreich. Technologien mit höherem Wirkungsgrad (z. B. mit dem KALINA-Prozess) sind bereits in der Entwicklung und sollen in den nächsten Jahren erprobt werden. Auch mit solchen Verfahren liegt der Wirkungsgrad bestenfalls bei knapp unter 15 Prozent. Mit größerer Tiefe steigt die Wassertemperatur und damit die für einen Stromerzeugungsprozess nutzbare Wärme. Für diese sogenannte Supergeothermie (bis 15 km Tiefe) bedarf es allerdings einer hochproduktiven Bohrtechnologie mit völlig neuem technologischem Ansatz (BMU 2006).

2.2.3 Steigerung der Energieeffizienz

In einer Situation, in der Energie knapp und teuer wird und Ressourcen zum internationalen Zankapfel werden, ist es angebracht, den Energieverbrauch zu senken. Vorrangig ist der Verbrauch von Energie dort zu begrenzen, wo man trotz geringerem Energieeinsatz dank besserer Technologie und angepasstem Verhalten keine Einbußen im Lebensstandard hinnehmen muss. Eine Erhöhung der Energieeffizienz sollte daher für die Landesregierung weiterhin hohe Priorität haben. Verbesserungen der Effizienz, etwa in Richtung Null-Energie-Haus, verbesserte Kraftwerks- und Verkehrstechnik bedeuten für die Menschen, die hier investieren, einen dauernden Rückfluss von Geld und einen höheren Grad an Versorgungssicherheit, sollte z. B. die Zufuhr von Primärenergieträgern gefährdet sein. Hinzu kommt, dass viele der Technologien zur Verbesserung der Energieeffizienz aus Deutschland und Baden-Württemberg stammen und daher die heimische Wertschöpfungskette unterstützen.

Zur Energieeffizienz gehört auch die bessere Nutzung der Abwärme zum Heizen (Kraft-Wärme-Kopplung, KWK) oder Kühlen (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, KWKK). Dies geschieht aber immer weniger: Die Kraft-Wärme-Kopplung befindet sich auf dem Rückzug. Zumindest dort, wo neue Siedlungen gebaut werden oder sich Industrieanlagen befinden, sollte man die Möglichkeiten der Kraft-Wärme-Kopplung sehr viel intensiver als bisher nutzen. Es ist auch nicht zielführend, wenn z. B. Geothermieanlagen in erster Linie wegen einer überhöhten Einspeisevergütung für die Stromerzeugung konzipiert werden und über 90 Prozent der zur Verfügung stehenden Wärme ungenutzt an die Umgebung abgegeben werden. Es müssen Anreize für die Nutzung dieser Wärme gegeben werden. Dafür nachweislich geeignete Standorte sollten zukünftig mit öffentlichen Mitteln gefördert werden.

Dem Nachhaltigkeitsbeirat ist bewusst, dass die Verbesserung der Energieeffizienz bereits jetzt ein wesentlicher Pfeiler der Energiepolitik der Landesregierung ist (z. B. Förderprogramm „Klimaschutz-Plus“). Bestehende Landesprogramme zur Wärmedämmung bei Gebäuden oder Projekte zur Reduktion des Energieverbrauchs in Haushalten und Kleingewerbe sollten nicht im Volumen zurückgefahren werden, sondern im Gegenteil noch erhöht oder ausgeweitet werden. Auch wenn diese Programme wenig öffentliche Aufmerksamkeit erhalten, sind sie dennoch weiterhin sinnvoll und für den Klimaschutz unerlässlich.

2.2.4 Förderung von Technologien zur Kohlendioxidabscheidung

In dem von der Landesregierung erarbeiteten und bereits im Jahr 2005 beschlossenen „Klimaschutzkonzept 2010“, das von insgesamt sieben wissenschaftlichen Instituten des Landes unter der Moderation der Akademie für Technikfolgenabschätzung erarbeitet wurde, sind schon wesentliche Elemente der für das Land spezifischen Aktivitäten im Rahmen der vom Nachhaltigkeitsbeirat empfohlenen Doppelstrategie identifiziert und als Zielsetzungen des Landes vorgestellt worden. Diese werden wie folgt beschrieben:

„Die Schwerpunkte der in dem Konzept vorgestellten Klimaschutzmaßnahmen auf Landesebene konzentrieren sich auf die Bereiche Gebäudesanierung, umweltfreundliche Mobilität, Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe und Haushalten, Energieeinsparung in Landesgebäuden, kommunaler Klimaschutz, Ausbau der erneuerbaren Energien sowie Zukunft der Kraft-Wärme-Kopplung. Diese Schwerpunkte werden durch Maßnahmen in den Sektoren Land- und Forstwirtschaft sowie Abfallwirtschaft und in zentralen Querschnittsbereichen wie Kommunikation und Bildung sowie Energieforschung ergänzt.“ (Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 5)

All diese von der Landesregierung als vordringlich angesehenen Maßnahmen bleiben aktuell und müssen weiter vorangetrieben werden. Doch dies reicht nicht aus. Um einen effektiven Klimaschutz zu betreiben, ist neben dem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien und der Verbesserung der Energieeffizienz die Abscheidung von Kohlendioxid (Carbon(dioxide) Capture and Storage, CCS), insbesondere bei der Nutzung von Kohle, aber auch von anderen fossilen Brennstoffen (wie Gas), zu nennen. Ohne eine langfristig klimafreundliche Nutzung von Kohle zu angemessenen Kosten wird es nach heutigem Wissensstand weder eine sichere noch eine nachhaltige Energieversorgung geben. Das CO₂-arme oder sogar CO₂-freie Kraftwerk mittels Kohlendioxidabscheidung und dauerhaft sicherer Speicherung ist zurzeit aber noch kostenintensiv und verursacht, nach derzeitigem Kenntnisstand, erhebliche Energieeffizienzverluste⁹. Dies verteuert den Einsatz der Kohlekraftwerke weiter. Zudem ist sowohl die Technologie der CO₂-Abscheidung als auch die dauerhafte Speicherung großtechnisch bisher noch zu wenig erprobt. Diese Ungewissheiten machen eine frühe Bereitstellung einer großtechnischen Anwendung unsicher. Umso wichtiger ist es daher, dass ausreichende Mittel in die Erforschung, Entwicklung und Erprobung umweltfreundlicher und CO₂-armer Technologien wie die CCS-Technologie sowie verbesserter Konzepte und Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert werden. Ebenso wichtig sind ausreichende Preisanreize zur späteren rentablen Nachrüstung dieser Technologie, wie sie weiter unten mit dem Kyoto-PLUS-System gefordert werden.

An dieser Stelle empfiehlt der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung, die schon heute im Land begonnenen Forschungsprojekte zur CCS-Prozesskette unter den spezifischen Randbedingungen des Landes zu fördern und zu einem Schwerpunkt der Klimaforschung auszubauen. Selbst wenn die Kohle in der Energieversorgung von Baden-Württemberg nur eine untergeordnete Rolle spielt, so ist mit der Entwicklung und Erprobung von innovativen technischen Verfahren zu Trennung, Transport und Lagerung von Kohlendioxid nicht nur ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz verbunden, sondern es wird damit auch eine Chance für Baden-Württemberg eröffnet, in einem aussichtsreichen Zukunftsmarkt weltweit mit füh-

⁹ Der WBGU veranschlagt Zusatzkosten durch CCS von 100-250 US-Dollar pro Tonne CO₂ (WBGU 2003, S. 94-98). Optimistischere Schätzungen gehen von einem Abscheidungspreis in Höhe von 30 US-Dollar bis zu 60 US-Dollar pro Tonne Kohlenstoff aus (IPCC 2005 und IEA 2004c). Vattenfall schätzt, dass sein Oxyfuel-Verfahren bei großtechnischer Anwendung 20 € pro Tonne CO₂ kostet (Vattenfall 2005).

rend zu sein. Der Nachhaltigkeitsbeirat würde es zudem begrüßen, wenn sich die Landesregierung dafür einsetzte, dass bundesweit ein „Leuchtturmprojekt“ ins Leben gerufen wird, bei dem die gesamte CCS-Prozesskette von der CO₂-Abscheidung, der Verflüssigung und der sicheren dauerhaften unterirdischen oder untermeerischen Speicherung praktisch und möglichst großtechnisch demonstriert wird (Held et al. 2006).

2.2.5 Verhaltensänderungen

Ein Teil der Erhöhung der Energieeffizienz betrifft den Lebensstil eines jeden Individuums (Suffizienz). Dabei geht es nicht um das Predigen von Verzicht und die Drohung mit der „Rache“ der Natur. Unter dem Motto „weniger konsumieren – besser leben“ sollte die Landesregierung eine neue Initiative zu einem nachhaltigen Lebensstil ins Leben rufen. Diese Initiative könnte zum einen auf ein Informations- und Kommunikationsprogramm bezogen werden. Staatliche und nicht-staatliche Akteure sollten zunächst ihre Beratungskapazität ausbauen und neue Formen der Beratung bereitstellen. Schon heute bestehen Beratungsstellen für Verbraucher allgemein, für Energienutzer, für Bauwillige und viele andere Funktionsbereiche. Diese Beratungstätigkeit kann sicher aktiviert und verbessert werden. Daneben sollte die Landesregierung gezielt Informationen bereitstellen, die Konsumenten und Anbieter von Produkten und Dienstleistungen in die Lage versetzen, die Konsequenzen des Konsums für Umwelt und Nachwelt einigermaßen zuverlässig abschätzen zu können. Zu diesem Ziel könnte auch die vom Land berufene Verbraucherkommission einen Beitrag leisten. Darüber hinaus müssen in solchen Kommunikationsprogrammen systematisch die Erfolge und Wirkungen einer nachhaltigen Lebensweise an alle Beteiligten rückgekoppelt werden.

Zum anderen müssen – über Informations- und Kommunikationsstrategien hinaus – weitere Bedingungen geschaffen werden, die die Wahrscheinlichkeit einer Verhaltensänderung begünstigen. Einer der wesentlichen Gründe für die Kluft zwischen Einstellung zur Umwelt und tatsächlichem Umweltverhalten ist die Illusion der Marginalität des eigenen Verhaltens. Um einem möglichen Motivationsverlust vorzubeugen, ist es unbedingt notwendig, dass fortlaufend die positiven bzw. negativen Wirkungen des marginalen Verhaltens von vielen an jeden Einzelnen rückgekoppelt werden.

So wichtig adressatengerechte und ansprechende Information und Kommunikation auch sind, so wenig sind sie allein im Stande, Verhaltensänderungen auszulösen. Hinzu treten müssen Anreizsysteme und Rahmenbedingungen, die solche Änderungen unterstützen oder fördern. Die Landesregierung ist deshalb aufgerufen, geeignete infrastrukturelle Angebote anzubieten oder zu ermöglichen, die eine nachhaltige Lebensweise unterstützen. Wenn man bedenkt, dass ein Großteil der Fahrten im eigenen Fahrzeug der Freizeitgestaltung dient, dann ist dies zunächst eine Entscheidung des Konsumenten. Dieses Verhalten reflektiert aber gleichzeitig auch das Fehlen von alternativen Freizeitangeboten, die Erholung und Entspannung auch ohne Einsatz des eigenen Fahrzeugs versprechen. Verantwortliche in Städten und Gemeinden könnten sicherlich die Palette der Freizeitmöglichkeiten und ihre Zugänglichkeit verbessern. Dort, wo Kommunen Freizeitangebote verstärkt und öffentliche Verkehrsmittel für Freizeit und Einkauf bereitgestellt haben, konnte der individuelle Straßenverkehr auch gesenkt werden. Ein gutes Beispiel dafür ist die Verkehrsplanung der Städte Freiburg, Heidelberg, Karlsruhe und Zürich. Eine Initiative zur nachhaltigen Lebensgestaltung, die die Zivilgesellschaft mit einbezieht, würde in die vom Land ins Leben gerufene Nachhaltigkeitsstrategie gut hineinpassen.

2.2.6 Vorbildfunktion des Landes: „Klimaschutz und sichere Energieversorgung – wir gehen voran“

Der Klimaschutz verlangt von allen Bürgern und gesellschaftlichen Akteuren verstärkte Anstrengungen in vielen Lebensbereichen. Damit das Land in dieser Frage als glaubwürdiger und ernsthafter Partner anerkannt wird, muss es verstärkt eine Vorbildfunktion im Bereich der eigenen Zuständigkeiten erfüllen. Dazu zählen insbesondere die energetische Sanierung von öffentlichen Gebäuden, die konsequente Nutzung von Möglichkeiten zur rationellen Energieverwendung in öffentlichen Einrichtungen und im Fuhrpark des Landes. Aber auch die Umsetzung von passiver Solararchitektur bei allen Neubauten und Modernisierungen sowie der Einbau und Umbau der Wärmeversorgung auf regenerative Energiequellen, wo immer dies sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar ist. Dazu sollte das Land eine Initiative „Klimaschutz und sichere Energieversorgung: Wir gehen mit gutem Beispiel voran“ ins Leben rufen. Geprüft werden sollte dabei auch, inwieweit die Kreise und Kommunen in diese Initiative mit einbezogen werden können. Auch dies sollte im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes vorangebracht werden.

Wichtig ist dabei auch, die Vergaberichtlinien für öffentliche Aufträge mit konkreten Vorgaben zur Energieeffizienz und zur Nutzung von erneuerbaren Energieträgern zu verbinden, bzw. Angebote, die über die spezifizierten Energienutzwerte hinausreichen, mit einem Bonus zu versehen, so dass sie finanziell mit den anderen konventionellen Angeboten mithalten können.

2.3 Verbesserung des EU-Emissionshandelssystems

Die Landesregierung hat sich für die Einführung marktorientierter Instrumente des Kyoto-Protokolls wie Clean Development Mechanism (CDM) und Joint Implementation (JI) ausgesprochen (vgl. Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 43). So sehr diese Instrumente und der EU-weite Emissionshandel auch im Prinzip von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind, so muss der Nachhaltigkeitsbeirat jedoch auf folgende Begrenzungen und Mängel dieser Instrumente, speziell des europäischen Emissionshandels innerhalb des bestehenden Kyoto-Protokolls hinweisen.

Der Handel mit Emissionsrechten ist zwar im Prinzip ein kosteneffizientes Verfahren zur Emissionsreduktion, da jeder Emittent je nach Kostenbelastung entscheiden kann, Emissionsrechte zu kaufen oder Emissionen zu reduzieren und gegebenenfalls Emissionsrechte zu verkaufen¹⁰. Allerdings ist das Instrument des Emissionshandels in Europa fehlerhaft eingeführt worden, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Die EU hat keine konkreten Emissionsminderungsvorgaben gemacht, wodurch die Länder selbst entscheiden können, welche Minderungsziele sie mithilfe des Emissionshandels erreichen wollen – mit der Folge, dass es in einigen EU-Ländern viel zu niedrige Emissionsminderungsziele gibt.
2. Es wurde keine Versteigerung der Emissionsrechte erlaubt. Die kostenlose Verteilung der Emissionsrechte führt zu Fehlallokationen.

¹⁰ In Deutschland wird es durch die Erstzuteilung der Emissionsrechte (Nationaler Allokationsplan) im Rahmen der ersten Pilotphase des Emissionsrechtshandels zu einer Emissionsreduktion von 2 Prozent kommen, dies entspricht ca. 10 Mio. Tonnen CO₂. In der zweiten Handelsperiode sollen nochmals 20 Mio. Tonnen vermindert werden.

3. Der Emissionshandel bezieht nur die Sektoren Industrie und Energie mit ein und kann damit nicht alle Kosteneffizienzpotenziale, insbesondere auch im Gebäude- und im Verkehrsbereich, ausschöpfen.
4. Durch Veränderungen im Mix grenzüberschreitender Arbeitsteilung können CO₂-emissionsintensive Produktionsprozesse aus dem EU-Raum ausgelagert und anschließend die so erzeugten Vorprodukte wieder in die EU eingeführt werden. Auf diese Weise entstehen in Europa freie Emissionskapazitäten, obwohl weltweit die Belastungen zunehmen.

Zudem greift das auf eine bestimmte Region (wie der EU) begrenzte marktwirtschaftliche Instrument zu kurz. Es sorgt „nur“ dafür, dass bestehende Minderungsverpflichtungen und Begrenzungen einzelner Staaten oder Staatengruppen mit (EU-)intern oder weltweit geringsten Kosten eingehalten werden (Kemfert/Diekmann 2006). Zudem bezieht sich der EU-Emissionshandel nur auf den Teil großindustrieller Minderungsverpflichtungen der EU-Staaten. Einen dauerhaften Anreiz, über die – global gesehen – unzulänglichen Selbstverpflichtungen zu einer weltweiten Reduzierung der permanent ansteigenden Emissionen beizutragen, bieten diese Systeme hingegen nicht. Die jährlichen Anstiegsraten der globalen CO₂-Emissionen liegen durchschnittlich bei 1,7 Prozent (2004) und sogar bei 4 Prozent im Jahr 2005 (IEA 2004a und 2006a). Außerdem weisen erste Evaluierungen des EU-Emissionshandels (Grubb/Neuhoff 2006; Smale et al. 2006) auf folgende problematische Aspekte hin:

Die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten führt zu Fehlallokationen und zu Wettbewerbsverzerrungen

- Das Allokationsergebnis für das Jahr 2005 zeigt, dass es in Deutschland, wie in den meisten EU-Ländern, zu einem Überschuss an Emissionszertifikaten gekommen ist. Die Gründe für die Überausstattung (Differenz zwischen Zuteilung und echten Emissionen) sind vielschichtig:
 - Zum einen ist das Instrument nach Veröffentlichung der Richtlinie sehr schnell umgesetzt worden; sowohl in Deutschland als auch in vielen anderen europäischen Ländern lag zu dem Zeitpunkt nicht genügend Datenmaterial über die detaillierten Emissionen einzelner Sektoren vor. Aufgrund der Vorgabe der EU-Kommission der kostenlosen Zuteilung der Emissionsrechte konnte das Allokationsergebnis schwer vorhergesagt werden. Aufgrund der mangelnden Datenlage zum Startzeitpunkt des Emissionsrechtehandels und massivem Lobbyeinfluss der betroffenen Sektoren ist es kaum verwunderlich, dass keine optimale Anfangsverteilung der Emissionsrechte zu erzielen war, sondern es tendenziell zur Überausstattung der Unternehmen mit solchen Rechten kam, um die jeweilige nationale Industrie zu begünstigen. Eine Reihe von Sonderregeln führt eher zu steigenden statt sinkenden Emissionen (Optionsregel, Ex-post-Anpassungen, prozessbedingte Benchmarks für Neuanlagen).
 - Zum anderen klafft eine große Lücke zwischen Theorie und Praxis: Zwar will die Politik ein wirksames Instrument des Klimaschutzes implementieren, scheut aber vor den Konsequenzen zurück: Ein marktwirtschaftliches Instrument gibt die Knappheitssignale über veränderte Preise wieder. Durch die Nichtversteigerung der Emissionsrechte preisen die Konzerne die Opportunitätskosten ein; dies können sie umso stärker, je weniger Wettbewerb herrscht (Kemfert 2005b, 2006a und Rogge et al. 2006).

Die Konsequenzen sind ein steigender Strompreis und (ungerechtfertigte) Gewinne (sog. windfall profits), die den Stromkunden Kaufkraft entziehen und in einer Volkswirtschaft wachstumsbremsende Wirkung haben können. Eine Preiskontrolle des Zertifikatspreises würde jedoch das Instrument an sich unterminieren.

- Der Emissionsrechtehandel kann nur dann weiterhin Bestand haben, wenn die Erstaussstattungen je nach den intendierten Emissionsminderungszielen knapp zugeteilt und versteigert oder entsprechend den Zertifikatsmarktpreisen verkauft werden¹¹. Eine Einpreisung der Opportunitätskosten ist nur dann ökonomisch vertretbar, wenn reale Kosten entstanden sind. Ein gut funktionierender Emissionsrechtehandel ist dadurch gekennzeichnet, dass viele Emissionsrechte von vielen Handelspartnern gehandelt werden und so ein Wettbewerbspreis entsteht. Die EU-Kommission muss zukünftig darauf achten, dass dies auch eingehalten wird, um strategische Preisbeeinflussung zu vermeiden. Somit ist in erster Linie der nicht ausreichende Wettbewerb für die Strompreisanstiege der jüngsten Vergangenheit verantwortlich, nicht das Instrument an sich. Eine Versteigerung der Emissionsrechte, wenn auch nur zu einem kleinen Teil, hätte zwei Vorteile: Erstens würde für mehr Transparenz gesorgt: Die Vermeidungskosten würden sichtbar werden und auch die Höhe der Emissionen auf Unternehmensebene; zweitens würden nicht die Unternehmen wie bisher in vollem Umfang über die Einnahmeerhöhungen aus dem Emissionsrechtehandel (windfall profits) verfügen, sondern der Staat könnte von den Zusatzeinnahmen profitieren. Aus den Einnahmen könnten beispielsweise emissionsintensive Branchen entlastet werden, dies wäre auch über eine Senkung der Ökosteuer denkbar. Zudem sollten nicht einzelne Technologien über unterschiedlich definierte Benchmarks bevorzugt werden, denn damit würde eine Verzerrung hin zu emissionsintensiven Technologien erwirkt. Technologieeinheitliche Benchmarks würden eine solche Übervorteilung einzelner Technologien ausschließen.
- Würde die EU längerfristig exklusiv Emissionshandel betreiben, käme es über kurz oder lang zu einer Verlagerung energieintensiver Industrien in nicht zum Klimaschutz verpflichtete Länder, weil man dort die teuren Zertifikate vermeiden könnte. In der „Kyoto-Protokoll-Welt“, in der nur wenige Industrieländer Verpflichtungen zur Klimagasreduktion eingegangen sind (sog. Annex-I-Länder) und sich außerdem die USA und Australien durch Nichtratifizierung des Protokolls ihren potenziellen Verpflichtungen entzogen haben, kann dieser Verlagerungseffekt dazu führen, dass innerhalb der EU bestimmte emissionsstarke Produktionen nicht mehr durchgeführt und in Nicht-Annex-I-Länder mit prinzipiell gleich großen Emissionen verlagert werden. Dadurch werden zunächst zugeteilte CO₂-Zertifikate frei, die dann zu zusätzlichen EU-internen Emissionen führen können.
- Aufgrund des Allokationssystems (kostenlose bzw. nur sehr begrenzt auktionierte Vergabe der europäischen CO₂-Zertifikate) entstehen Milliarden windfall profits für die europäischen Energieversorgungsunternehmen in überwiegend oligopolistischen Märkten (bis zu 40 Milliarden Euro). Wegen des mangelnden Wettbewerbs auf den Strommärkten können die Energieversorgungsunternehmen ihre Kalkulationsvorstellungen mit Grenzkosten für die Zertifikate an den Strombörsen im Regelfall durchsetzen und auf die Strombezieher überwälzen.

¹¹ Nach der derzeitigen EU Regelung ist eine Versteigerung von 10 Prozent der gesamten Emissionsrechte möglich.

Die jetzige Struktur des Emissionshandels führt zu Defiziten in der Wirtschaftlichkeit und Nachteilen für Europa, ohne dass die ökologischen Ziele erreicht werden.

- Durch das Vergabesystem mit längerfristiger Zertifikatszusage und dem Druck, Kernkraftwerke zu ersetzen, werden Energieversorgungsunternehmen zum Vorziehen von Kohlekraftwerks-Investitionen (*ohne* CO₂-freie/-arme Techniken) veranlasst und somit zu einer Verstetigung von CO₂-Emissionen für die gesamte Laufzeit der Kraftwerke von 40 bis 50 Jahren. Durch diese und weitere Investitionen innerhalb der nächsten 15 Jahre werden dauerhaft so hohe CO₂-Emissionen vorprogrammiert, dass die Erreichbarkeit des deutschen Reduktionsziels von 60 oder gar 80 Prozent Minderung eine völlige Illusion bleiben würde (Kemfert 2006b).
- Durch die – aufgrund dieser Grenzkostenkalkulation – deutlich erhöhten Strombezugskosten können einzelne europäische Firmen Wettbewerbsnachteile erleiden, zum Beispiel dadurch, dass der energiebedingt erhöhte Produktpreis dazu führt, dass Teile der Nachfrage durch außereuropäische Anbieter preiswerter befriedigt werden können.
- Mit höheren Energiepreisen sind indirekt negative Auswirkungen auf die Wertschöpfung bzw. auf Arbeitsplätze innerhalb der EU zu erwarten.

Als eine wichtige Konsequenz aus der Analyse der Mängel des derzeitigen EU-Emissionshandelssystems fordert der Nachhaltigkeitsbeirat eine kostenpflichtige Ausgabe der Zertifikate durch allgemeine oder konditionierte Auktionierung („Bookbuilding-Modell“, Reiche 2006) oder den Verkauf der Zertifikate entsprechend der durchschnittlichen Marktpreise der letzten Geltungsperiode. Dies sollte sich in Zukunft – bei Änderung der derzeitigen 10-Prozent-Bestimmung in der entsprechenden EU-Verordnung – auf alle Zertifikate beziehen. Der Verkaufs- oder Versteigerungserlös sollte der Gesamtheit der Steuerzahler zugutekommen.

Als zweite Konsequenz aus der Analyse der heutigen Marktsituation ist eine verschärfte Energie- oder Kartellaufsichtspflicht abzuleiten, um die Oligopolstellung der großen Energieversorgungsunternehmen aufzubrechen und Anreize für den Markteintritt neuer Wettbewerber zu schaffen.

Zum Dritten wäre es notwendig, weitere Sektoren, wie den Verkehrssektor, mit einzubeziehen. Der internationale Luftverkehr wäre ein erster wichtiger Sektor, der in den Emissionshandel integriert werden sollte. Dies umso mehr, als die Emissionen in großer Höhe mehr zum Treibhauseffekt beitragen.

Der Nachhaltigkeitsbeirat empfiehlt der Landesregierung, zum einen auf die kostenpflichtige Auktionierung oder einen marktadäquaten Verkauf von Zertifikaten hinzuwirken und zum anderen eine auf fairen Wettbewerb und faire Markteintrittschancen ausgerichtete Ordnungspolitik zu betreiben.

2.4 Notwendigkeit einer forcierten Weiterentwicklung des Kyoto-Protokolls zu einem wirksamen Kyoto-PLUS-Vertrag

„Es ist ... unabdingbar, auf Grundlage des Kyoto-Protokolls zu weiteren wirksamen internationalen Vereinbarungen zu gelangen, die zu einer langfristigen Senkung der Treibhausgasemissionen sowohl in den Industrieländern als auch in den Schwellen- und Entwicklungsländern führen. ... Nur dann können die Anstrengungen eines einzelnen Staates oder eines einzelnen Bundeslandes erfolgreich sein.“ (Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 42)

Der Nachhaltigkeitsbeirat möchte die Landesregierung ausdrücklich ermutigen, diese vom Land verfolgte Strategie mit aller Kraft fortzusetzen. Nur mit einer wirksamen deutschen, europäischen *und vor allem* globalen Energie- und Klimapolitik lässt sich eine den Anforderungen der Nachhaltigkeit entsprechende Energieversorgung und -nutzung im Lande verwirklichen. Das Schicksal der nachhaltigen Energiepolitik steht und fällt mit einer strukturellen Weiterentwicklung der globalen Klima- und Energiepolitik¹².

Das zweite Ziel der baden-württembergischen Klimadoppelstrategie ist nach dem Klimaschutzkonzept 2010 der Landesregierung (Umweltministerium Baden-Württemberg 2005) die Unterstützung und Förderung eines globalen Klimazertifikatssystems, das der Grundidee der Klimagerechtigkeit folgt (Agarwal/Narain 1991 und 1998, Der Spiegel 1992, Radermacher 2002). Wie ein solches System im Einzelnen ausgestaltet werden könnte, wurde bereits in einem Gutachten für die Landesregierung ausgeführt (Wicke 2005 und 2006). Die vorstehend genannten Defizite des EU-Emissionshandelssystems beruhen zum überwiegenden Teil darauf, dass das Kyoto-Klimaschutzsystem nicht weltumspannend ist: Bestimmte Industrieländer (wie USA und Australien) sind nicht integriert und Schwellen- und Entwicklungsländer wehren sich gegen jegliche Beschränkungen in Form von (völkerrechtsverbindlichen) Selbstverpflichtungen (commitments). Dies tun sie aus durchaus nachvollziehbaren Gründen: Zum Ersten stammen rund 80 Prozent des gegenwärtig in der Atmosphäre befindlichen Kohlendioxids aus den Industrieländern (Höhne et al. 2003), zum Zweiten haben die Industrieländer ein wesentlich höheres Pro-Kopf-Volumen an Emissionen als die Schwellen- und erst recht die Entwicklungsländer und zum Dritten werden die Industrieländer ihre Selbstverpflichtungen nicht einlösen können. Anstatt der versprochenen minus 5,2 Prozent bei den CO₂-Emissionen der Annex-I-Länder rechnet man mit einer Nettoerhöhung um 25,3 Prozent bis zum Jahr 2010 (IEA 2004a, S. 437). Diese Haltung ist im November 2006 mit der Entscheidung des Weltklimagipfels, erst 2008 die notwendige zweite Überprüfung des Protokolls vorzunehmen und erst dann über die Zeit nach 2012 weiterzuverhandeln, nochmals bestätigt worden (UNFCCC/CMP 2 2006). Der prinzipielle Mangel des gegenwärtigen „offenen“ Kyoto-I-Protokolls kann auch durch die theoretisch sinnvollen, flexiblen Mechanismen (CDM und JI) nicht ausgeglichen werden, weil damit lediglich der großindustrielle Anteil der insgesamt geringen Minderungsverpflichtungen der Industrieländer durch Minderungen in anderen Ländern kostengünstiger erreicht werden können. Abgesehen von positiven Vorbild- und ggf. Nachahmerfunktionen von neueren Technologien vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern führen also CDM- und JI-Projekte nicht zu zusätzlichen Emissionsminderungen („Nullsummen-Spiel“).

Die Landesregierung hat sich bereits 2005 für ein umfassendes, globales Klimazertifikatssystem ausgesprochen:

„Auf Empfehlung des Nachhaltigkeitsbeirats Baden-Württemberg (NBBW) [NBBW 2003] hat die Landesregierung eine wissenschaftliche Begutachtung aller wesentlichen Ansätze zur Fortentwicklung des Kyoto-Protokolls in Auftrag gegeben^[13]. Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass ein Globales Klimazertifikatssystem (Global Climate Certificate System – GCCS) der am besten geeignete Ansatz ist, und enthält bereits einen detaillierten Ausgestaltungsvorschlag. ... Mit dem vorgeschlagenen System könnte ein Teilnahmeanreiz für Entwicklungsländer gesetzt werden, weil ihnen mit den weltweit gleich hohen Pro-Kopf-

¹² Der Deutsche Bundestag (2006) hat dies mit seiner Entschließung 16/3293 nochmals ausdrücklich unterstrichen.

¹³ Wicke 2005 und 2006

Emissionsrechten die gleichen Rechte an der Nutzung und Belastung der Erdatmosphäre wie den Industriestaaten eingeräumt werden. Darüber hinaus können die Entwicklungsländer mit Transfererlösen in den ersten Jahrzehnten [durch den Verkauf von Überschusszertifikaten] rechnen. Durch eine Stabilisierung der CO₂-Emissionen in den ersten Jahrzehnten und Preisfestlegungen für Zertifikate bleiben die wirtschaftlichen Risiken insbesondere für die Industriestaaten kalkulierbar. Da in das System alle Staaten einbezogen werden, sind auch keine einzelstaatlichen Wettbewerbsnachteile (z. B. durch die Verlagerung von Produktionsstandorten) zu erwarten. Die Landesregierung wird den GCCS-Ansatz auf geeignete Weise in die aktuelle Diskussion zur Weiterentwicklung der Kyoto-Vereinbarung einbringen...“ (Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 44)

Unabhängig davon, dass aus heutiger Sicht einzelne Aspekte eines globalen Klimazertifikatssystems modifiziert und an die zwischenzeitlich erfolgten Entwicklungen angepasst werden müssen, fordert der Nachhaltigkeitsbeirat die Landesregierung auf, an der generellen Strategie im Grundsatz festzuhalten und weiter auf eine deutliche Verbesserung des Kyoto-Protokolls im Sinne eines weltweit geltenden Zertifikatssystems, verbunden mit der Idee der Klimagerechtigkeit („one human – one climate emission right“), unter dem Namen „Kyoto PLUS“ ab 2013 zu dringen¹⁴. Ein entsprechend ausgestaltetes globales Klimazertifikatssystem (z. B. das Global Climate Certificate System (GCCS) als eine mögliche Umsetzungsvariante eines globalen Cap-and-trade-Systems) ist der am besten geeignete Ansatz zur Lösung der Klimaproblematik. Zentrale Forderungen dieses Ansatzes sind:

1. Klare politische Festlegungen auf das Klimaziel der Europäischen Union von maximal plus 2°C und daraus abgeleitete weltweite Höchstmengen an zu emittierenden Klimagasen,
2. weltweite Anreize zum Klimaschutz durch eine Preissetzung für CO₂-Emissionen vorzugsweise durch ein globales Cap-and-trade-System und
3. ein langfristig (bis 2030 oder 2050) gestaltetes System, das dauerhafte Investitions- und Verhaltensanreize für klimaschonende Produktion und klimaschonenden Konsum bietet,
4. wirkungsvolle Anreize zur nachhaltigen Entwicklung, zum Wachstum und zur Armutsbekämpfung in den Schwellen- und Entwicklungsländern, damit diese Länder aktiv in ein weltweit wirksames Klimaschutzsystem integriert werden.

Auch der im November 2006 vorgestellte Stern-Bericht fordert unmissverständlich einen international gültigen Preis für CO₂: „Carbon pricing gives an incentive to invest in new technologies to reduce carbon indeed; without it, there is little reason to make such investments.“ (Stern 2006, S. xix) Es gibt verschiedene Varianten, die Grundidee eines globalen Cap-and-trade-Systems umzusetzen. Auf Basis des Appells des World Economic Forum (WEF 2005) lassen sich unterschiedliche Verteilungsmodalitäten der Emissionsrechte vorstellen (Vattenfall 2006). Baden-Württemberg sollte deshalb für ein allgemeines globales Cap-and-trade-System mit dem Arbeitstitel „Kyoto PLUS“ werben und sich z. B. in einer Bundesratsinitiative dafür einsetzen.

Das Land Baden-Württemberg bietet in seinen Klimaschutzbemühungen zudem konkrete Hilfestellungen zu technischen Lösungen (z. B. beim Demonstrationsprojekt energieeffiziente

¹⁴ In diesem Vorgehen wird die Landesregierung von nachdrücklichen Appellen von 24 Weltwirtschaftsführern des World Economic Forum (WEF) sowie durch die Empfehlung von Großbritannien an die G 8-Staatsmänner und -frauen unterstützt (WEF 2005).

Gebäudesiedlung in einer chinesischen Provinzhauptstadt) sowie wissenschaftliche Unterstützung an. Darunter fallen auch Fördermaßnahmen, um Nachwuchskräfte im Rahmen von Stipendien an baden-württembergischen Hochschulen auszubilden (vgl. Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 43). Diese erfolgreiche Kooperation des Landes sollte fortgesetzt und wenn möglich intensiviert werden.

2.5 Ausstrahlung eines globalen Cap-and-trade-Systems (Kyoto PLUS) auf eine weltweite nachhaltige Energieversorgung und -verwendung

Ein weltweites Emissionshandelssystem auf Basis der Klimagerechtigkeit (Kyoto PLUS) würde den Schalter der globalen Energieerzeugung und -versorgung nicht nur in Richtung „effektiver“ Klimaschutz, sondern auch in Richtung umfassende Nachhaltigkeit umlegen.

2.5.1 Erneuerbare Energien als zentrales Standbein

Die durch das globale Klimazertifikatssystem entstehenden möglichen Preisanreize von 30 bis 60 US-Dollar würden den verschiedensten erneuerbaren Energien zu einem *weltweiten* Durchbruch verhelfen und eine erhebliche Verminderung des globalen CO₂-Ausstoßes bewirken. Die Experten der Internationalen Energie-Agentur bestätigen diese Zukunftsperspektive der „Erneuerbaren“: „CO₂-Kosten von 50 US-Dollar/t (können) den Anteil der erneuerbaren Energien auf über 50 Prozent ... an der globalen Energieerzeugung steigern“ (vgl. Unander et al. 2005).

Erneuerbare Energien benötigen keine (teuren) Klimazertifikate. Die Rentabilität ihres Einsatzes würde dadurch erheblich gesteigert und sich dann weltweit – ohne Strompreissubventionen wie derzeit in einigen Ländern – lohnen. In vielen Anwendungsfällen hätten erneuerbare Energieträger deutliche ökonomische Vorteile gegenüber herkömmlichen CO₂-haltigen aber auch gegenüber (teueren) CO₂-armen fossilen Energieerzeugungsverfahren mit CCS-Technik.

2.5.2 CO₂-arme fossile Verbrennungsanlagen

Auch wenn „CO₂-arme“ oder sogar „CO₂-freie“ Kohlekraftwerke heute noch nicht einsatzbereit sind, da eine Reihe von Fragen noch zu klären ist¹⁵, würden Preisanreize durch die Zertifizierung von CO₂-Emissionen ab ca. 2015 den Kraftwerksbauprozess stark verändern: Wer später nicht hohe CO₂-Preise für seinen Kohleeinsatz zahlen will, muss Vorkehrungen dafür treffen, dass das Kraftwerk später möglichst CO₂-arm und damit kostengünstig betrieben werden kann. Damit soll nicht zum Ausdruck kommen, dass hohe Energiepreise weltwirtschaftlich erstrebenswert seien. Wenn man aber von möglichen, jetzt noch nicht abzuschätzenden technischen Durchbrüchen bei der Nutzung erneuerbarer Energien einmal absieht, wird ein wirtschaftlicher Anreiz zur Einsparung von CO₂, zur Entwicklung und zum Einsatz alternativer Energiebereitstellung nur durch eine angemessene Bepreisung der CO₂-Emissionen zu verwirklichen sein. Mit einem Klimazertifikats- bzw. CO₂-Preis von maximal 30 bzw. 60 US-Dollar pro Tonne CO₂ (ab 2015 bzw. 2025; Wicke 2006) würde sich aller Voraussicht nach der Einsatz der CCS-Technologie in stationär betriebenen fossilen Groß-

¹⁵ Diese betreffen die technologische Umsetzbarkeit, die mit der Abscheidung verbundenen Effizienzverluste sowie das Problem der Einlagerung von CO₂-Emissionen. Die Emissionsabscheidung und -einlagerung verteuert die herkömmliche Kohletechnologie.

kraftwerken ab 2015 und in sonstigen großindustriellen Anlagen¹⁶ ab 2025 rechnen. Auch eine Nachrüstung bereits bestehender Anlagen wäre bei diesem Preis kalkulatorisch sinnvoll. Mit der CO₂-Abscheidetechnik und einer sicheren untermeerischen bzw. Untertage-Speicherung des Kohlendioxids könnte es – bei CO₂-Preisen von 30 bis 60 US-Dollar – nach Aussagen der Internationalen Energie-Agentur gelingen, die weltweiten CO₂-Emissionen bis 2050 auf 23 Milliarden Tonnen und damit auf den Stand der Emissionen des Jahres 2000 zu reduzieren (IEA 2005). Dies wäre ein wichtiger Schritt in Richtung nachhaltiger, klimafreundlicher Energieerzeugung und -versorgung, wenn man bedenkt, dass ohne diesen Einsatz von Klimazertifikaten wahrscheinlich schon im Jahr 2030 die weltweiten Emissionen auf 37,4 Milliarden Tonnen CO₂, bis zum Jahr 2050 sogar auf 58 Milliarden Tonnen ansteigen würden. Mit dem Einsatz der CCS-Technik entstehen nach Angaben der Internationalen Energie-Agentur bis 2030 CO₂-Einsparpotenziale zwischen 3 und 7,6 Milliarden Tonnen, bis 2050 sogar zwischen 5,5 und 19,2 Milliarden Tonnen (IEA 2004c, S.19).

Zurzeit befindet sich die CCS-Technik noch im Entwicklungsstadium, wenn es um großtechnische Anwendung geht. Die technischen Vorgänge selbst sind aber weltweit bekannt und auch in Versuchsanlagen in kleinerem Maßstab erprobt. Neben der noch notwendigen Erforschung und Erprobung im großen Maßstab sind weitere Untersuchungen zur langfristig sicheren Speicherung des abgetrennten Kohlendioxids notwendig, bevor diese Technologie in großem Umfang eingesetzt werden kann (IPCC 2005; Benson/Surles 2006). Auch die mit dem System von Abscheidung und Lagerung verbundenen Kosten sind zurzeit noch nicht zuverlässig abzuschätzen. Nach den Projektionen der Internationalen Energie-Agentur liegen die langfristigen Zusatzkosten im Bereich von 20 bis 30 US-Dollar pro Tonne CO₂ oder ca. zwei Cent zusätzlich pro Kilowattstunde (IEA 2006c, S. 26). Schließlich weisen amerikanische Umfragen darauf hin, dass eine langfristige Speicherung von Kohlendioxid in unterirdischen Kavernen Akzeptanzprobleme auslösen könnte (Wilson et al. 2005). In einer in den USA durchgeführten repräsentativen Umfrage wurde das Risiko von den Befragten ähnlich hoch eingeschätzt wie das von abgebrannten Nuklearenbrennstoffen (Hawkins 2001). Natürlich lässt sich die Akzeptanz durch Information und Aufklärung noch verbessern und selbstverständlich muss eine eventuelle gefährliche Ansammlung von austretendem Kohlendioxid in Tal- bzw. Kessellagen verhindert werden. Dennoch wird es, selbst wenn die als sicher geltende Speicherung in ehemaligen Erdgas-/Erdölfeldern oder in salzhaltigen flüssigen Speicherschichten (saline Aquifere) realisiert werden kann, bei einem grundsätzlichen Unbehagen in der Bevölkerung bleiben, wenn es darum geht, große Mengen an Abfällen für lange Zeit unterirdisch einzuschließen. Allerdings ist die Alternative, diese Emissionen in die Erdatmosphäre zu entlassen, angesichts der daraus resultierenden Klimaproblematik noch weniger akzeptabel. Eine Nachrüstung heutiger (Kohle-) Kraftwerkstechnologien mit CCS ist aufwendig, mit höheren Wirkungsgradeinbußen verbunden und ökonomisch noch solange unrentabel, wie die Atmosphäre als kostenlose „Klimamülldeponie“ noch genutzt werden kann. Andere Kraftwerkstechnologien (IGCC-Kohlevergasung oder Oxyfuel-Verfahren) eignen sich zwar besser für CCS, stehen aber noch nicht in erforderlicher technologischer Reife zur Verfügung. Insofern besteht hier weiterer Forschungsbedarf.

Nach Angaben der Internationalen Energie-Agentur ist eine zusätzliche massive Förderung der CCS-Technologie dringend erforderlich. Gäbe es eine solche Förderung nicht, würde

¹⁶ Diese Technik klimafreundlicher Verbrennungsprozesse kann auch bei der Eisen-, Stahl-, Zement- und Papierherstellung und bei der Produktion von Chemikalien und synthetischen Brennstoffen wie aus Erdgas, Kohle oder Biomasse sowie bei Mineralöl- und Erdgaswandlungs- und -bearbeitungsprozessen eingesetzt werden (IEA 2005, S. 15).

deren volles Potenzial erst in den nächsten 30 bis 50 Jahren und nur unvollständig ausgeschöpft (IEA 2005). Dies gilt vor allem für die bisher nicht oder noch sehr wenig erprobten Techniken klimafreundlicher Verbrennungsprozesse bei der Nachrüstung von CO₂-intensiven Großanlagen, aber auch von anderen CO₂-armen Techniken, die noch weiter von der Wettbewerbsfähigkeit am Markt entfernt sind.

Deshalb unterstützt der Nachhaltigkeitsbeirat ausdrücklich die bereits in Kapitel 2.2.4 angesprochene Forderung, für die gesamte Kette der Abscheidung, des Transports und der Endlagerung europaweit „Leuchtturm“-Demonstrationsprojekte – unterstützt durch staatliche Subventionen – durchzuführen (siehe auch Held et al. 2006). Damit könnte die technische Machbarkeit demonstriert, die Wirtschaftlichkeit geprüft, die Zeitschiene für die Einführung festgelegt und die Glaubwürdigkeit bei der Bevölkerung verbessert werden. Mit Kyoto PLUS kann auch die Finanzierung solcher Entwicklungs-, Demonstrations- und Einführungsprojekte aus den Einnahmen beim Verkauf der Klimazertifikate an die Erstlieferanten von Kohle, Gas und Öl sichergestellt werden.

Unbestreitbar würde der Einsatz von CO₂-armen bzw. -freien Kraftwerken einen wesentlichen Beitrag zur ersten Säule der Nachhaltigkeit (Umwelt- und Klimaschutz) liefern. Zusätzlich haben „saubere“ Kohlekraftwerke noch den Vorteil, dass mit ihnen leichter als mit diversen erneuerbaren Energien (Wind, Wasser, Sonne) die dauerhafte Bereitstellung der energetischen Grundversorgung (der sogenannten Grundlast) sichergestellt werden kann. Allerdings müsste durch wassersparende Kühltechniken – auch bei dem infolge des Klimawandels veränderten und zumindest temporär stark verminderten Kühlwasserdargebot – eine dauerhaft ausreichende Kühlkapazität sichergestellt werden.

Mit Hilfe CO₂-armer bzw. -freier Kraftwerke und weiterer Großanlagen würde man zugleich auch die zweite Säule der Nachhaltigkeit, die Versorgungssicherheit, mit unterstützen. Denn Kohle ist nicht nur als heimischer Energieträger vorhanden, er ist auch relativ kostengünstig für viele Jahrhunderte weltweit zu beschaffen. Inwieweit die dritte Säule, die Sozialverträglichkeit erfüllt ist, wird von der Innovationskraft und der Entwicklungsgeschwindigkeit von innovativen neuen Energiesystemen und der Umsetzung energieeffizienter Maßnahmen abhängen. Mit dem Zertifikatssystem wird Energie zunächst einmal für die Energienutzer teurer. Wenn dadurch aber Impulse für Innovationen ausgelöst werden, kann mittel- und langfristig der Energiepreis auch stabil bleiben oder sogar sinken. In jedem Falle sorgt Kyoto PLUS dafür, dass die ökologischen und volkswirtschaftlichen Kosten stärker als bisher in den Preis integriert werden, was langfristig allen drei Säulen der Nachhaltigkeit zugute kommen wird.

2.5.3 Indirekte Auswirkungen auf die Effizienz im Verkehrs-, Bau- und Haushaltssektor

Durch das globale Klimazertifikatssystem, das als „Upstream“-System (im Gegensatz zum EU-„Downstream“-System) auf der Ebene des Erstverkaufs der fossilen Brennstoffe, nämlich bei Kohle, Öl und Gas (die später zu CO₂-Emissionen führen) ansetzt und deshalb über die Preiswirkungen auf alle Sektoren ausstrahlt, wird es nicht nur bei großen stationären Energieerzeugungsanlagen zu wesentlich klimafreundlicheren Entwicklungen kommen. Eine dauerhafte Preiserhöhung von allen weiteren CO₂-ausstoßenden Prozessen wird das Volumen der CO₂-Emissionen begrenzen. Darunter fallen vor allem:

- Energieeffizienz des Individual- und des öffentlichen Verkehrssektors (Autos, Lastwagen, Busse, Züge, Flugzeuge und Schiffe),
- Energieeffizienz bei gewerblichen und privaten Gebäuden,

- Energieeffizienz bei elektrischen und nichtelektrischen Apparaturen und Geräten, speziell auch zur Heizung und zur Kühlung.

Die von den Weltwirtschaftsführern des World Economic Forum (WEF 2005) geforderten verlässlichen dauerhaften Rahmenbedingungen durch eine Bepreisung der CO₂-Emissionen zur Klimaschutzwerthschaffung durch Dauerrentabilität klimafreundlicher Verfahren sind auch hier von entscheidender Bedeutung. Diese Rahmenbedingungen werden durch das globale Klimazertifikatssystem von Kyoto PLUS geschaffen. Die Kosten für die CO₂-intensive Nutzung der fossilen Brennstoffe werden deutlich erhöht. Dauerhaft und verlässlich wird (Klima-) Rentabilität für CO₂-armes Produzieren und Konsumieren sichergestellt. Die „konventionelle“ Erhöhung der CO₂-Effizienz mit bereits vorhandener und bekannter Technologie (Pacala/Socolow 2004) sowohl durch die Verbesserung der Produkte, der Transportmittel und Geräte, der besser isolierten Gebäude als auch durch die veränderten Konsumgewohnheiten könnte in der Tat die notwendige Energiewende mit herbeiführen. Socolow nennt über die oben genannten Technologien zehn weitere klimafreundliche Verfahren und Systeme, die bei einem Kyoto-PLUS-Programm entscheidende Impulse für ihren praktischen Einsatz erhalten würden. Die EU-Kommission schätzt das Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz auf 15 Prozent im kommenden Jahrzehnt, das technische Potenzial liegt nach EU-Angaben sogar bei 40 Prozent (CEC 2005). Mit den durch das globale Klimazertifikatssystem geschaffenen Anreizen werden diese Effizienzreserven mit hoher Sicherheit in großem Umfang aktiviert.

2.5.4 Impulse zur Entwicklung klimafreundlicher Verfahren und Systeme

Durch die Preissignale des globalen Klimazertifikatssystems und dank der aus der Einführung des globalen Klimazertifikatssystems resultierenden Finanzierungsmöglichkeiten können auch Forschungs-, Entwicklungs- und Einführungshilfen für innovative klimafreundliche Verfahren bereitgestellt werden. So fordert bereits heute eine Reihe von Wissenschaftlern, Politikern und Unternehmern eine konzentrierte Förderung zur Entwicklung und Markteinführung neuer CO₂-armer Techniken (Goulder 2004, WEF 2005, Edenhofer et al. 2006a, Edenhofer et al. 2006b). Mit der Einführung des globalen Klimazertifikatssystems wird eine solche massive Förderung wesentlich erleichtert, da sich durch dieses neuartige Instrument neue Finanzierungsquellen aus der – zertifikatspflichtigen – Nutzung von fossilen Brennstoffen ergeben und die herkömmlichen Staatseinnahmen ergänzen werden.

Die Einführung des globalen Klimazertifikatssystems verbessert die Finanzierungschancen solcher Programme wesentlich: Die nationalen Klimazertifikatsbanken erhalten einen Überschuss aus der bevölkerungsabhängigen kostenfreien Zuteilung von Klimazertifikaten und der kostenpflichtigen Zuteilung (Allokation, z. B. durch den Verkauf zu Marktpreisen) dieser Zertifikate an die Erstlieferanten von fossilen Bren- und Rohstoffen, die solche Zertifikate benötigen. Dieser Allokationspreis kann im Minimum dem Klimazertifikatstransferpreis (anfangs 2 US-Dollar) entsprechen, aber bei Orientierung am freien Zertifikatsmarktpreis auch deutlich darüber liegen. Damit entstehen bei entsprechendem Willen ausreichende finanzielle Spielräume zur massiven Entwicklungs- und Einführungsförderung CO₂-armer Techniken. Selbst die äußerst wichtigen Durchbrüche und die globale Ausbreitung einer CO₂-armen Wasserstoff- und der Brennstoffzellentechnik, die nach Angaben der Internationalen Energie-Agentur noch Jahrzehnte auf sich warten lassen werden (IEA/SLT 2003, IEA 2004c, Hirst/IEA 2005), könnten durch gezielte Fördermaßnahmen aus den Einnahmen des Kyoto-PLUS-Programms entscheidend beschleunigt werden.

2.5.5 Impulse für eine umfassend nachhaltige Energiepolitik

Die Verminderung des Energiebedarfs reduziert die Abhängigkeit von Gas- und Öl-Importen und führt schon mittelfristig zu einer Preisdämpfung durch:

- Energieeffizienzsteigerung,
- „clean coal“ (unter Nutzung von CCS),
- Elektrizität aus Erdgas im Übergang sowie
- Elektrizität durch erneuerbare Energien.

In ihrer Studie „Energy Technology Perspectives 2006“ hat die Internationale Energie-Agentur errechnet, welche Bedeutung die oben genannten technischen Möglichkeiten für eine ACT-Strategie (Accelerated Technology Scenarios) bis 2050 haben kann, mit der man nach Auffassung der Internationalen Energie-Agentur 2050 zu CO₂-Emissionen etwa auf dem Niveau von 2003 (24 Milliarden Tonnen oder plus 20 Prozent gegenüber 1990) kommen kann (IEA 2006c, S. 27 ff.). Eine verbesserte Energieeffizienz trägt zwischen 31 und 53 Prozent zu der gesamten Emissionsreduzierungen im ACT-Szenario bei; CCS zwischen 20 Prozent und 28 Prozent; die Änderung der Einsatzstoffe (insbesondere in Richtung der Nutzung von Erdgas) zwischen 11 Prozent und 16 Prozent; die Nutzung der erneuerbaren Energien zwischen 5 Prozent und 16 Prozent; die vom Nachhaltigkeitsbeirat teilweise mit Skepsis behandelte Alternative eines forcierten Ausbaus der Kernenergie mit einer wesentlich sichereren Generation IV von Kernkraftwerken kann zu Minderungen gegenüber dem Referenz-Szenario von 2 Prozent bis 10 Prozent führen; Biotreibstoffe im Verkehrssektor können übergangsweise einen Beitrag von ungefähr 6 Prozent leisten; andere Optionen von 1 Prozent bis 3 Prozent (IEA 2006c, S. 39).

Allerdings: Im Gegensatz zu Kyoto PLUS und dem ihm zugrunde liegenden Cap-and-trade-System soll nach Meinung der Internationalen Energie-Agentur die Durchsetzung des zugrunde gelegten ACT-Technologie-Konzeptes mit einem sehr breiten Bündel von Maßnahmen einzelner Staaten und im Verbund erreicht werden. Ein solches Verfahren, das durch eine Vielzahl von Entscheidungen von bis zu 200 Regierungen und Parlamenten durchgesetzt werden muss, hat daher wenig Aussicht auf Umsetzung. Demgegenüber geht der Nachhaltigkeitsbeirat davon aus, dass das Kyoto-PLUS-Anreizsystem zu wesentlich weitergehenden Veränderungen in der Energieversorgung und -verwendung und damit zu wesentlich größeren Nachhaltigkeitswirkungen führen wird. Auch die durchaus vorhandenen und bewusst in Kauf genommenen Preiswirkungen des Kyoto-PLUS-Systems werden bei weitem nicht so deutlich ausfallen, wie anhand des Zertifikatspreises zunächst erwartet werden kann: Die durch die Klimazertifikate erhöhten Per-Saldo-Kosten sorgen nämlich

- für eine starke Energieeffizienzsteigerung (einschließlich der induzierten Energieeinsparung) und damit verbunden für eine geringere Nachfrage nach Brennstoffen und Energiedienstleistungen, sowie
- für eine Minderung der Importabhängigkeit bei Erdöl und Erdgas – und damit für eine höhere Versorgungssicherheit infolge der Energieeffizienzsteigerung, der induzierten Energieeinsparung, des Einsatzes von „clean coal“ und des verstärkten Einsatzes der erneuerbaren Energiesysteme.

Der klimafreundliche technologische Wandel und die Änderung von Verhaltensweisen würden mit einem globalen Zertifikatssystem im Sinne des Kyoto-PLUS-Programms weltweit induziert. Das heißt: Diese klimafreundlichen Entwicklungen würden sich nicht nur, wie bisher, auf einzelne besonders Klimaschutzengagierte Staaten konzentrieren. Auch in bisher am Klimaschutz weniger interessierten Staaten würden Produzenten und Konsumenten ent-

scheidende Preisanreize erhalten. Weniger klimaintensive Lebensstile und Produktionen werden zunehmend attraktiv, Klimabelastung finanziell immer teurer.

Das globale Klimazertifikatssystem von Kyoto PLUS kommt also zwei wesentlichen Erfordernissen der globalen Klimapolitik entgegen. Zum einen kann es durch die von ihm ausgelösten preislichen Anreizeffekte direkt und effizient zur Markteinführung und -durchdringung von bereits bekannten CO₂-armen Techniken beitragen. Zum anderen können im globalen Klimazertifikatssystem die notwendigen Mittel generiert werden, um diese, aber auch weitere Techniken zu optimieren oder zur Marktreife zu entwickeln.

3 Die Rolle der Kernkraft und die Frage der Laufzeitverlängerung

3.1 Kernenergie – ein Beitrag zur Lösung des globalen Klimaproblems?

Die verstärkte Anwendung der Kernenergie zur Stromerzeugung kann im Prinzip einen erheblichen Beitrag zur Verminderung des Anstiegs der CO₂-Emissionen leisten. Eine Reihe von europäischen und außereuropäischen Staaten hat deshalb auch eine Ausweitung der Kernkraftkapazitäten beschlossen (Finnland, Frankreich, Belgien, Slowakei, Schweiz, Japan, Taiwan, China u. a. m.). Mit Sicherheit werden sich viele Staaten auch nicht an der derzeitigen Politik Deutschlands des vorzeitigen Atomausstiegs orientieren und ihren bestehenden Kernkraftwerkspark weiter betreiben (das gilt inzwischen auch für Schweden¹⁷). Allerdings steht der Nachhaltigkeitsbeirat einem massiven und weltweiten Ausbau der Kernkraftwerkskapazitäten mit Vorbehalten gegenüber. Ein weiterer Ausbau muss an folgende Randbedingungen geknüpft sein:

1. Zuverlässigkeit und Sicherheitskultur des Betreibers: Ein ausreichendes Maß an Sicherheit bei Kernkraftwerken und anderen sensiblen Einrichtungen des Nuklearkreislaufes ist daran gebunden, dass die Betreiber dieser Anlagen über eine hohe operative Zuverlässigkeit und eine ausgeprägte Sicherheitskultur verfügen. Nur wenn alle technischen, organisatorischen und institutionellen Sicherheitsstandards erfüllt sind, ist das verbleibende Risiko zu verantworten. Erhebliche Zweifel sind aber angebracht, ob diese Bedingungen außerhalb der entwickelten Industrieländer eingehalten werden können. Bedenkt man die Laufzeiten für Kernkraftwerke und die Abklingzeiten, bis ein Kernkraftwerk abgebaut und entsorgt werden kann, ist eine ausreichende Sicherheitskultur für mindestens 100 Jahre zu gewährleisten. Bei einer Endlagerung im jeweiligen Land ist diese Spanne noch zu erhöhen. Diese Bedingung kann aber zurzeit nur von institutionell hochentwickelten Ländern wie Deutschland erbracht werden. Erforderlich wäre in diesem Zusammenhang ein neues internationales Abkommen, das den Ausbau der Kernenergie daran bindet, dass jedes Betreiberland eine umfassende Sicherheitskultur für mindestens 100 Jahre garantiert.
2. Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle: Die Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus Kernkraftwerken ist ein weiterhin ungelöstes Problem. Bis heute ist weltweit keine Großanlage zur dauerhaften Endlagerung von hoch radioaktiven Abfällen in Betrieb. Technisch gesehen sind bereits seit Jahren erfolgversprechende Konzepte für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen (z. B. Verglasung und Einlagerung in tiefen Gesteinsschichten) entwickelt worden. Deren Umsetzungen stoßen jedoch auf politische, organisatorische und zum Teil auch geophysikalische Hindernisse. Ein weltweiter Ausbau der Kernenergie ist erst dann zu verantworten, wenn der Nachweis einer sicheren Entsorgung im großtechnischen Maßstab erbracht werden kann. Dies sollte auch mit Nachdruck geschehen, denn die bereits laufenden Kernkraftwerke produzieren laufend radioaktive Abfälle, die

¹⁷ Schweden hatte Ende 1997 – basierend auf einem Referendum aus dem Jahre 1980 – den Ausstieg aus der Kernenergie bis 2010 beschlossen. Im Jahr 2002 hat die Regierung vereinbart, einen Ausstiegsfahrplan mit den Energieversorgern „nach deutschem Modell“ auszuhandeln (Energiepolitisches Grundsatzprogramm 2002).

in Zukunft entsorgt werden müssen. Solange dieser Nachweis nicht erbracht ist, kann eine weltweite Strategie zum Kernenergieausbau nicht empfohlen werden.

3. Vermeidung der Proliferation: Eine Trennung in zivile und militärische Nutzung von angereichertem Uran ist in vielen Ländern problematisch. Auch wenn die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO) in vorbildlicher Weise eine Kontrolle über den möglichen Missbrauch von Kernbrennstoffen ausübt, so können doch einzelne Staaten offen oder heimlich hoch angereicherte Kernbrennstoffe für eine militärische Nutzung abzweigen (Proliferationsrisiko). Selbst niedrig angereicherte Brennstoffe können für sog. schmutzige Bomben genutzt werden, die zwar keine große Explosionskraft entfalten, aber zu einer Verstrahlung großer Flächen führen können. Insofern ist der Einsatz der Kernenergie wiederum an eine Kultur der Nichtverbreitung und der ausschließlich friedlichen Nutzung gebunden, die aber bei vielen Ländern weder gegeben ist noch vorausgesetzt werden kann.
4. Verringerung der Terrorgefahr: Die Sicherheit kerntechnischer Anlagen ist zunehmend durch internationalen Terrorismus oder Sabotage bedroht. Wenn es auch gelungen ist, das Risiko durch technisches Versagen oder menschliche Fehleingriffe auf ein verantwortbares Maß zu reduzieren, so ist die Gefährdung durch terroristische Anschläge und Sabotageakte von eingeschleustem Personal schwer zu kalkulieren und noch schwerer zu verhindern. Die meisten Experten, die sich mit den Risiken des Terrorismus beschäftigen, sind sich einig, dass kerntechnische Anlagen ein besonders attraktives Ziel für fundamentalistische und die westliche Lebensweise ablehnende Terrorgruppen darstellen (Laughter 2005; Willis et al. 2005, Wolf/Yaar 2006). Natürlich gibt es auch andere symbolisch attraktive Angriffspunkte für Terroristen, die wesentlich weniger aufwendig gesichert sind, aber die symbolische Signalwirkung eines terroristischen Anschlages auf ein Kernkraftwerk oder eine andere Anlage des Kernbrennstoffkreislaufes könnte den von potenziellen Terroristen sicherlich erkannten hohen Aufwand zur Überwindung der vielen Sicherheitsvorkehrungen kompensieren.
5. Verfügbarkeit von Uran: Der Rohstoff Uran ist nur für eine begrenzte Zeit und in begrenzter Menge verfügbar. Selbst wenn man einräumt, dass die Uranreserven noch nicht vollständig bekannt sind und man zusätzlich zum Uran Thorium zur Konversion einsetzt, ist die Zeitspanne für den Einsatz von spaltbarem Material in Reaktoren auf ein bis zwei Jahrhunderte begrenzt. Somit könnte Kernkraft bestenfalls als eine Übergangslösung gesehen werden, bis die erneuerbaren Energien entsprechend ausgebaut wären. Würde man dagegen auf Brutreaktoren setzen, die aus dem nicht spaltbaren Uran²³⁸ spaltbares Material „erbrüten“ können, wäre die Versorgung mit Kernbrennstoffen für viele Jahrhunderte gesichert. Diese Technologie ist aber anders als die Technologie der Konversion aus unterschiedlichen Gründen umstritten. Insgesamt gesehen ist die Endlichkeit der Uranreserven zwar ein Argument gegen den weltweiten Ausbau der Kernenergie, allerdings ist dieses Argument bei den relativ langen Zeitspannen, die bei der Nutzung von Uran und Thorium auftreten, für eine kurzfristig wirksame Strategie der Energieversorgung weniger relevant.

Aus diesen Gründen ist der Nachhaltigkeitsbeirat der Ansicht, dass zum Zweck des Klimaschutzes ein weltweiter Ausbau der Kernenergie in den Ländern, welche die oben genannten Bedingungen nicht erfüllen, nicht empfohlen werden kann. Auch für Deutschland sind einige der Bedingungen noch nicht erfüllt, vor allem der Nachweis einer sicheren Entsorgung, so dass der Nachhaltigkeitsbeirat den Ausbau der Kernenergie in Deutschland auch aus gesellschaftspolitischen Gründen zurzeit als keine realistische Option ansieht.

3.2 Laufzeitverlängerung deutscher Kernkraftwerke unter festgelegten Bedingungen

Anders sieht die Situation jedoch aus, wenn man die Frage einer Laufzeitverlängerung von einheimischen Kernkraftwerken über das Jahr 2021 hinaus betrachtet. Die baden-württembergische Landesregierung hat sich in dieser Frage klar festgelegt: Sie fordert eine verlängerte Laufzeit von Kernkraftwerken in Deutschland. Bei seiner Regierungserklärung führte Ministerpräsident Günther H. Oettinger dazu aus:

„Für unsere ehrgeizigen Ziele bei der Förderung erneuerbarer Energien brauchen wir Zeit und Geld. Deshalb bin ich der Meinung, dass wir um eine Laufzeitverlängerung für die bestehenden Kernkraftwerke nicht herumkommen. Schon im Vorgriff auf eine mögliche Einigung zwischen Bundesregierung und Energieversorgern streben wir eine Vereinbarung mit der EnBW an, die folgenden Inhalt haben soll: Die EnBW verpflichtet sich, mindestens 50 Prozent der wirtschaftlichen Erträge aus einer Laufzeitverlängerung für die Erforschung und Markteinführung erneuerbarer Energien zur Verfügung zu stellen. Und im Gegenzug setzt sich das Land beim Bund weiter vehement für die Laufzeitverlängerung unter strengen Sicherheitsauflagen ein.“ (Staatsministerium Baden-Württemberg 2006)

Auch der Nachhaltigkeitsbeirat steht diesem Vorschlag aufgeschlossen gegenüber unter der Voraussetzung, dass eine Reihe von restriktiven Bedingungen erfüllt werden kann¹⁸. Denn es gibt viele nachvollziehbare Gründe, die dafür sprechen, die Laufzeiten der vorhandenen Kernkraftwerke in Deutschland um weitere 15 bis 20 Jahre zu verlängern:

1. Ohne Laufzeitverlängerung ist eine Einhaltung der Reduktionsziele im Klimaschutz sehr fraglich, zumindest aber extrem teuer. Bereits ohne die Abschaltung der Kernkraftwerke stehen heute erhebliche Investitionen in der Stromversorgung an, die wegen unklarer Randbedingungen mehrfach verschoben wurden und nun überfällig sind. Das können nach Lage der Dinge bis zum Jahr 2020 nur fossile Kraftwerke sein. Selbst wenn man hier eine Nachrüstbarkeit für die Abscheidung vorsehen sollte, bleibt eine spätere Umrüstung immer noch zweifelhaft. Eine schnelle Substitution der Grundlast, die derzeit durch Kernkraftwerke sichergestellt wird, durch Kohlekraftwerke zementiert aufgrund ihrer langen Betriebslaufzeit aber den damit verbundenen CO₂-Ausstoß für mindestens 30 bis 40 Jahre (Kemfert 2006a), sofern eine Nachrüstung mit CCS nicht kurzfristig umgesetzt werden kann. So lange sind die Laufzeiten bei heutigen Kohlekraftwerken. In der Folge muss es zu Erhöhungen von CO₂-Emissionen kommen. Mit einer Laufzeitverlängerung kann man also wertvolle Zeit „kaufen“; ein zusätzlicher Zeitraum von 15 bis 20 Jahren kann einen wesentlichen Unterschied bedeuten, sofern sicher gestellt werden kann, dass in dieser Zeit intensiv und engagiert nach Alternativen zu den jetzigen Energiesystemen gesucht wird und diese auch eingesetzt werden.

¹⁸ Das Beiratsmitglied Ulrich Höpfner teilt die Sorge des Nachhaltigkeitsbeirats um eine zunehmende CO₂-Emission aus Kohlekraftwerken, hat sich aber in den Beratungen aus vielerlei Gründen gegen eine Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken in dem hier diskutierten Umfang ausgesprochen und trägt daher alle diesbezügliche Passagen und Beschlüsse des Gutachtens nicht mit. Die Gründe reichen von der Perpetuierung der verschiedenen Risiken der Atomenergie (Brennstoffkreislauf, Terrorgefahren, Proliferation) über die bezweifelte inhaltliche, juristische und politische Umsetzbarkeit der gewünschten Verhandlungsergebnisse bis hin zur Ablehnung eines Vorgehens, das einen gesellschaftlich mühsam ausgehandelten Kompromiss wieder aufschnürt und damit bei Industrie und Gesellschaft die langfristige Planungsperspektive und die Fokussierung auf Erneuerbare und Effizienz in Gefahr bringt.

2. Die Situation im Land Baden-Württemberg ist in dieser Hinsicht besonders problematisch, da (im Jahr 2005) 27 Prozent des Primärenergieverbrauchs und 50,5 Prozent des Stromverbrauchs aus Kernenergie bereitgestellt wurde (zum Vergleich: Deutschland 12,5 bzw. 27 Prozent). Nach der endgültigen Abschaltung des Kernkraftwerks Obrigheim am 11.05.2005 sind noch vier Kernkraftwerke in Baden-Württemberg in Betrieb. Ein vorzeitiges Abschalten dieser Kernkraftwerke im Land, wie im Atomkonsens derzeit vorgesehen, würde bei dem zu erwartenden Ersatz der Kapazitäten durch fossile Kraftwerke zu zusätzlichen jährlichen Emissionen von 8 bis 20 Millionen Tonnen CO₂ führen (Umweltministerium Baden-Württemberg 2005, S. 64). Das widerspricht eindeutig den selbst gesteckten Klimaschutzzielen der Landesregierung.
3. Eine Laufzeitverlängerung bedeutet nicht, dass der Ausstiegsbeschluss rückgängig gemacht werden muss (Renn 2006). In Abhängigkeit von den weiteren Erfahrungen mit dem Ausbau erneuerbarer Energieträger und mit dem Erfolg bzw. Misserfolg bei der Verminderung der Kernkraftwerks-Gefahren (Endlager, Katastrophopotenzial bei Unfällen und terroristischen Angriffen sowie bei der Proliferation) kann die Politik zu einem späteren Zeitpunkt mit größerem Wissen erneut über den Ausstieg entscheiden.
4. Ein Stör- und Unfallrisiko ist bei kerntechnischen Anlagen natürlich immer gegeben. Bislang ist aber die Störfallbilanz deutscher Kernkraftwerke außerordentlich positiv. Die Gutachten von TÜV und anderen Institutionen zeigen, dass eine Laufzeit von 40 bis 60 Jahren für deutsche Kernkraftwerke ohne zusätzliches Sicherheitsrisiko möglich ist (Ilg et al. 2006). Insofern bedeutet eine eventuelle Laufzeitverlängerung bei den ohnehin extrem kleinen Wahrscheinlichkeiten eines nicht mehr beherrschbaren Unfalls nur eine marginale Erhöhung des Gesamtrisikos. Ein vorzeitiges Abschalten schafft daher nur wenig mehr Sicherheit, ein atomares Abfalllager ist ohnehin vonnöten, unabhängig von der Laufzeit der Anlagen. Allerdings bleibt das Risiko durch den Terrorismus als Bedrohung bestehen. Dieses gilt aber auch, wenn auch in etwas vermindertem Maße, für abgeschaltete, noch nicht abgerissene Kernkraftwerke.
5. Die Gefahr, die von der Atomkraft ausgeht, wird nach wie vor in der Bevölkerung überwiegend als groß bis sehr groß eingestuft¹⁹. Die Risiken des nuklearen Brennstoffkreislaufes (vor allem der Endlagerung) werden von der Mehrzahl der Bevölkerung als ebenso gravierend bewertet wie der drohende Klimawandel (Kuckartz et al. 2006). Dabei spielen in der öffentlichen Wahrnehmung auch Vorkommnisse in anderen Ländern eine Rolle (Russland, zuletzt Schweden). Dennoch sind mehr und mehr Menschen bereit, die positiven Aspekte der Kernenergie im Hinblick auf Versorgungssicherheit, Flächenverbrauch und Wirtschaftlichkeit gegenüber den Risiken für Umwelt, Gesundheit und Nachwelt in ihre Urteilsbildung abwägend mit einzubeziehen (Zwick/Renn 2002; Köcher 2005). Die Befragungen zu einer Laufzeitverlängerung ergeben noch kein klares Bild. Rund die

¹⁹ Nach einer Umfrage im Jahr 2006 schätzen 51 Prozent der Bevölkerung die Gefahr, die von Atomkraftwerken, möglichen Anschlägen auf Atomkraftwerke, Atomtransporten und radioaktivem Müll ausgeht, als groß bis sehr groß ein. Für 71 Prozent der Bevölkerung ist das Unfallrisiko von Atomkraftwerken weiterhin zu hoch (FORSA 2006).

Hälfte der Befragten ist dafür, die andere dagegen²⁰. Dennoch darf nicht verkannt werden, dass die Mehrheit der deutschen Bevölkerung hinter dem generellen Ausstiegsbeschluss und dem darin vereinbarten Tempo steht²¹. Auf dem Wege der Laufzeitverlängerung die Kernenergie wieder als eine langfristige Energieoption ohne eine neue Grundsatzdiskussion zu etablieren, wird daher nicht gelingen.

6. Durch den vorzeitigen Ausstieg werden große betriebs- und volkswirtschaftliche Werte zerstört. Noch für mehrere Jahrzehnte dauerhaft sicher zu betreibende Kernkraftwerke vorzeitig abzuschalten bedeutet, dass hoch rentable Produktionskapazitäten mit Produktionskosten von ca. 2 bis 3 Cent pro Kilowattstunde „vernichtet“ werden und durch neue CO₂-intensive fossile Kraftwerke mit Kosten von mindestens 6 Cent pro Kilowattstunde ersetzt werden²².
7. Die durch die Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken eingesparten Mittel könnten sinnvoll für die Entwicklung von nachhaltigen Energiesystemen eingesetzt werden. Es sollte als Bedingung für die Laufzeitverlängerung gefordert werden, dass die freigesetzten Mittel in die Finanzierung von Forschung, Entwicklung und Erprobung von nachhaltigen Energiesystemen umgeleitet werden. Entscheidend ist dabei, dass mit den entsprechend eingesparten Geldmitteln alternative Energiesysteme gefördert werden.

Trotz dieser Gründe, die für eine Laufzeitverlängerung sprechen, gibt es auch eine Reihe von ernstzunehmenden Bedenken. Eine Laufzeitverlängerung gewährleistet nicht zwangsläufig, dass Investitionen in Kohlekraftwerke in entsprechendem Umfang unterbleiben. Den Stromerzeugern kann ihr Investitionsverhalten nicht vorgeschrieben werden, zumal in jüngster Zeit vermehrt unabhängige Stromerzeuger (Independent Power Producer) und ausländische Energieversorgungsunternehmen als Investoren auftreten. Es gibt auch keinen etablierten Mechanismus, mit dem die dadurch entstehenden Profite staatlicherseits juristisch einwandfrei abgeschöpft und für Zwecke der Klimagasminderung verwendet werden können. Letztlich würde dies nur über den Weg einer freiwilligen Selbstverpflichtung gehen. Zu bedenken ist auch, dass die rot-grüne Bundesregierung in der vergangenen Legislaturperiode über viele Jahre intensiver Beratungen und Verhandlungen mit allen Beteiligten ein ausgewogenes Verhandlungsergebnis erzielt hat, das auch Voraussetzung für den jetzt herrschende Ausstiegsbeschluss zwischen Betreibern, Kunden und Anti-Kernkraftbewegung ist und sicher auch das Einlenken der Kernenergiegegner bei der Endlagersuche mit bedingt hat. Ein Votum für eine (zweckgerichtete) Laufzeitverlängerung könnte hier empfindliche Störungen verursachen und sich in einer erneuten Zuspitzung des Konfliktes zwischen Befürwortern und Gegnern der Kernenergie entladen. Auch die vielfältigen Störfälle im schwedischen Reaktor Forsmark lassen Zweifel an der Zuverlässigkeit von Kernkraftwerken älterer Bauart aufkommen.

²⁰ Laut einer EMNID-Umfrage vom Jahr 2005 finden 43 Prozent der Bevölkerung, dass die Restlaufzeiten von bestehenden Atomkraftwerken in Deutschland über das Jahr 2021 hinaus verlängert werden sollte (46 Prozent sind gegen eine Verlängerung, vgl. EMNID 2005). Nach Allensbach (Schulz 2006) sind 48 Prozent der Bevölkerung der Meinung, dass Atomkraftwerke bis zum Ende ihrer Laufzeit genutzt werden sollten. Nach FORSA (2007) sprechen sich 31 Prozent der Befragten für längere Laufzeiten aus, 47 Prozent sind dagegen.

²¹ Für die Beibehaltung oder gar eine Beschleunigung des gegenwärtigen Ausstiegstempos sind nach EMNID (2005) 60 Prozent der Bevölkerung, nach FORSA (2006) 62 Prozent und nach Kuckartz (2006) 65 Prozent der Bevölkerung.

²² Nach einer Studie von Ernst & Young (2006) betragen die Kosten eines vorzeitigen Ausstiegs rund 32 Milliarden Euro.

Aus diesen Bedenken heraus kann der Nachhaltigkeitsbeirat nur unter restriktiven Bedingungen empfehlen, die vom Ministerpräsidenten des Landes Baden-Württemberg angeregte Verlängerung der Laufzeit der Kernkraftwerke in Baden-Württemberg und Deutschland weiter zu verfolgen. Es bedarf einer klaren, rechtlich bindenden Vereinbarung mit der Energiewirtschaft (nach Konsensgesprächen im Rahmen eines entsprechenden Runden Tisches, siehe unten) mit folgenden Inhalten:

1. Verlängerung der Laufzeit um maximal 20 Jahre aller derjenigen Kernkraftwerke, die
2. nach objektiven Kriterien und nach einer intensiven Inspektion eine Betriebsverlängerung ohne sicherheitstechnische Bedenken garantieren, wobei
3. eine rechtlich bindende Zusicherung bzw. vertragliche Vereinbarung gegeben sein muss, dass mindestens die Hälfte an den Kostenersparnissen der Energieversorgungsunternehmen durch die Laufzeitverlängerung an eine unabhängige öffentlich-rechtliche „Deutsche Stiftung Nachhaltige Energieversorgung“ fließen muss, die primär für die Forschung und Entwicklung sowie Erprobung (Demonstration und Markteinführung) innovativer Verfahren zur nachhaltigen Energieversorgung und -nutzung zuständig sein soll, sowie
4. die einbezogenen Kernkraftwerke nach Beendigung der Laufzeit durch CO₂-arme Stromerzeugungssysteme (einschließlich fossiler Kraftwerke mit CCS-Technik) ersetzt werden²³.
5. Ist der Bau fossiler Nachfolge-Kraftwerke aus Gründen der Energieversorgungssicherheit unumgänglich, *bevor* die CCS-Technik großtechnisch verfügbar ist, muss bau- und verfahrenstechnisch sichergestellt sein, dass eine spätere Nachrüstung mit einer geeigneten CCS-Technologie des Neukraftwerks möglich ist.

Der Nachhaltigkeitsbeirat ist davon überzeugt, dass eine solche bindende Vereinbarung – trotz der bestehenden Bedenken der Mehrheit der deutschen Bevölkerung gegen den Betrieb von Kernkraftwerken – bei einer sachgerechten Aufklärungs- und Überzeugungskampagne in Deutschland mehrheitsfähig gemacht werden kann. Die deutsche Politik und die Wirtschaft müssten sich allerdings ihrerseits dazu verpflichten, die oben genannten Bedingungen ohne „Wenn und Aber“ einzuhalten. Dies kann umso eher gelingen, je tatkräftiger alle Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft im Sinne der Forderungen der Weltwirtschaftsführer des WEF (2005) und von Stern (2006) mit dazu beitragen, dass ein weltweit funktionierendes Cap-and-trade-System mit einer deutlichen Bepreisung und Verteuerung der Verbrennung und Nutzung von fossilen Brennstoffen ohne Abscheide- und Ablagerungstechnik eingeführt wird. Darüber hinaus ist der Nachhaltigkeitsbeirat der Überzeugung, dass Forschungen auf dem Gebiet der Kerntechnik nicht vernachlässigt werden sollen. Nur eine leistungsfähige Kerntechnik-Forschung an Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen kann dem sich weiter entwickelnden internationalen Standard für den sicheren Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke sowie für Fragen der Entsorgung von strahlendem Material gerecht werden.

²³ Wobei zu diesem Zeitpunkt bereits eine Preissetzung für Kohlendioxid (etwa durch ein Kyoto PLUS oder ein ähnliches Cap-and-trade-System) eingeführt sein sollte. Dadurch würde diese Substitution auch wirtschaftlich Erfolg versprechend sein.

3.3 Runder Tisch „Energie“ mit dem Ziel der Gründung einer „Deutschen Stiftung Nachhaltige Energieversorgung“

Da es keine rechtlichen Mittel gibt, die Energieversorgungsunternehmen zu zwingen, die durch die verlängerten Laufzeiten eingesparten Mittel für die Forschung oder die Förderung nachhaltiger Energiesysteme zweckgebunden einzusetzen, lässt sich der vom Nachhaltigkeitsbeirat unterbreitete Vorschlag einer Laufzeitverlängerung mit Mittelbindung für alternative Energien nur über eine zivilrechtlich abgesicherte und für alle Akteure verbindlich gemachte Vereinbarung erreichen, die allerdings auf freiwilliger Basis zustande kommen müsste. Es muss zu einer verbindlichen und einklagbaren Selbstverpflichtung der Versorgungsunternehmen gegenüber der Politik und Vertretern der Zivilgesellschaft kommen. Ohne dass sich die Energiewirtschaft verpflichtet, die durch die Laufzeitverlängerung gewonnenen Überschüsse zu mindestens 50 Prozent in eine Energiestiftung mit dem Ziel der Förderung der effizienten Nutzung von Energie und der Entwicklung bzw. dem Ausbau nachhaltiger Energiesysteme einzubringen, kann es nach Meinung des Nachhaltigkeitsbeirats keine Laufzeitverlängerung mit Zustimmung der Mehrheit der Bevölkerung Deutschlands geben.

Ist diese Verpflichtung erfolgt, sollte über die Details einer möglichen Laufzeitverlängerung und die Zweckbestimmung der freiwerdenden Mittel mit allen Beteiligten eine konsensual getragene Lösung erzielt werden. Hierzu sollte nach einem ähnlichen Verfahren, wie dies im „Energietisch Bayern“ geschehen ist²⁴, ein Runder Tisch mit den Betreibern, Nutzern und gesellschaftlichen Gruppen auf Bundesebene initiiert werden. Ziel dabei ist es, einen Konsens anzustreben, in dem über die zukünftige Strategie im Energiesektor beraten und die Idee einer Energiestiftung zur Förderung CO₂-freier Technologien in die Tat umgesetzt werden soll. Konkreter bestünden die Aufgaben des Runden Tisches darin,

- gemeinsame Ziele für den Klimaschutz und den dazu passenden Zeitplan auszuloten,
- zu prüfen, ob eine Laufzeitverlängerung von den beteiligten Akteuren angenommen wird, wobei die oben genannten Bedingungen eingehalten werden müssen,
- die Bedingungen und Auflagen zu klären, die mit der Laufzeitverlängerung verbunden sind, wobei die oben genannten Voraussetzungen für eine Laufzeitverlängerung nicht zur Disposition stehen,
- unter der Voraussetzung, dass über die Bedingungen und Auflagen Konsens erzielt werden kann, die Struktur und die Aufgabenstellung einer Energiestiftung zu konzipieren, die mit den Überschüssen aus der Verlängerung den weiteren Klimaschutz finanzieren könnte, sowie
- flankierende Maßnahmen zu beraten.

Erfolgt in diesen Konsensgesprächen eine Einigung über die Mittelfreigabe aus den Erlösen der Laufzeitverlängerung, schlägt der Nachhaltigkeitsbeirat vor, diese Mittel in eine deutsche Stiftung zu investieren: Diese sollte unabhängig von Politik und industriellen Interessengrup-

²⁴ In Bayern einigten sich unter der Moderation der Akademie für Technikfolgenabschätzung Vertreter von 34 gesellschaftlichen Gruppen, die alle direkt oder indirekt mit der Frage der Energieversorgung in Bayern befasst sind, in einem sechsmonatigen Aushandlungsprozess auf eine gemeinsame Erklärung. Im Verlauf von sieben Plenarsitzungen hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer intensiv über die Zukunft einer nachhaltigen Energiepolitik in Bayern beraten, unterschiedliche Szenarien der Energieversorgung analysiert, Informationen von Fachleuten angefordert, entgegengenommen und ausgiebig diskutiert und sich dann gemeinsam auf eine Erklärung zur künftigen Energiepolitik an den Bayerischen Landtag und die Staatsregierung verständigt.

pen sein und nach Kriterien, die am Runden Tisch festgelegt werden sollen, die Vergabe der Mittel zum Zwecke der Erforschung nachhaltiger Energiesysteme und deren Erprobung bzw. Markteinführung vornehmen. Die Initiative für eine solche „Deutsche Stiftung Nachhaltige Energieversorgung“ kann von Baden-Württemberg ausgehen, die Stiftung selbst muss aber bundesweit operieren; denn die Mittel stammen ja aus den Erlösen der Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken aus ganz Deutschland. Im Rahmen einer bundeseinheitlichen Stiftung könnte man jedoch länderspezifische Programme vorsehen, um der jeweiligen Energiesituation in jedem Bundesland Rechnung zu tragen.

Wichtig ist dabei, dass ein echter Ideenwettbewerb in Gang gesetzt wird, der auch unkonventionelle Vorschläge in einem fairen Verfahren prüft und ggf. unterstützt. Es geht um vollständige und ganzheitliche Systembetrachtungen. Es sollten insbesondere Projekte ausgeschrieben werden, die Energie- und Materialbilanzen von der „Wiege bis zur Bahre“ untersuchen und die Auswirkungen auf die drei Säulen der Nachhaltigkeit systematisch erforschen. Eine fachlich fundierte, interdisziplinär zusammengesetzte und branchenübergreifende Jury sollte alle Vorschläge bewerten und daraus eine sinnvolle Gesamtauswahl treffen. Dazu ist ein Gutachtergremium von hoch qualifizierten, unabhängigen Fachleuten aufzubauen, die für diese wichtige Funktion auch teilweise von ihren sonstigen Verpflichtungen entlastet bzw. gesondert honoriert werden sollen. Die Regularien der Stiftung sollten den größtmöglichen Freiheitsgrad gewähren, um die Gelder wie gewünscht einsetzen zu können. Dabei sollten auch Projekte gefördert werden, die erst langfristig Rendite versprechen, die aber wichtige Erfahrungen vorwegnehmen, die zu einer zeitgerechten Energiewende notwendig sind. Der Nachhaltigkeitsbeirat empfiehlt hier ein mutiges Programm.

Literaturverzeichnis

- Agarwal, A./Narain, S. 1991: Global Warming in an Unequal World: A Case of Environmental Colonialism. Centre for Science and Environment. New Delhi.
- Agarwal, A./Narain, S. 1998: The Atmospheric Rights of All People on Earth. Why is it necessary to move towards the 'ultimate objective' of the Framework Convention on Climate Change? CSE Statement. Centre for Science and Environment. New Delhi.
- Benson, S. M./Surlis, T. 2006: Carbon Dioxide Capture and Storage: An Overview with and Emphasis on Capture and Storage in Deep Geological Formations. In: Proceedings of the IEEE 94 (10) Oktober 2006, 1795-1805.
- Biermann, F./Brohm, R. 2003: Implementing the Kyoto Protocol without the United States: The Strategic Role of Energy Tax Adjustments at the Border. Global Governance Working Paper Nr. 5, Potsdam, Berlin, Oldenburg: The Global Governance Project.
- Buck, M./Verheyen, R. 2001: International Trade law and Climate Change – A Positive Way Forward. FES-Analyse Ökologische Marktwirtschaft. Stabsabt. der Friedrich-Ebert-Stiftung. Bonn.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.) 2006: Forschung für erneuerbare Energien. Spitzentechnologie aus Deutschland. Berlin.
- Carbon Trust 2006: Allocation and competitiveness in the EU Emissions Trading Scheme – Options for Phase II and beyond. CTC 609. London.
- Commission of the European Communities (CEC) 2005: Winning the Battle Against Global Climate Change. Background Paper 09.02.2005. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brüssel.
- Der Spiegel 1992: Festival der Heuchelei. 21, 224-246.
- Deutscher Bundestag 2006: Die Zeit nach dem Kyoto-Protokoll gestalten – entschieden dem Klimawandel entgegenzutreten. Antrag der Fraktionen der CDU/CSU und der SPD vom 08.11.2006. Drucksache 16/3293. Berlin.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) 2005: Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020. Konzept für eine stufenweise Entwicklung des Stromnetzes in Deutschland zur Anbindung und Integration von Windkraftanlagen Onshore und Offshore unter Berücksichtigung der Erzeugungs- und Kraftwerksentwicklungen sowie der erforderlichen Regelleistung. Studie im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena). Köln.
- Edenhofer, O./Lessmann, K./Bauer, N. 2006a: Mitigation Strategies and Costs of Climate Protection: The Effects of ETC in the Hybrid Model MIND. In: The Energy Journal, Special Issue May 2006. 207-222.
- Edenhofer, O./Lessmann, K./Kempf, C./Grubb, M./Köhler, J. 2006b: Induced Technological Change: Exploring its Implications for the Economics of Atmospheric Stabilization: Synthesis Report from the Innovation Modelling. Comparison Project In: The Energy Journal, Special Issue May 2006, S. 57-108.
- emnid 2005: Umfrage zur Haltung der deutschen Bevölkerung zur Atomenergie. Bielefeld.
- Ernst & Young AG 2006: Energiemix 2020. Szenarien für den deutschen Stromerzeugungsmarkt bis zum Jahr 2020. Düsseldorf.
- FORSA 2006: Meinungen zum Ausstieg aus der Atomkraft. Umfrage im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Pressemitteilung des BMU vom 18.08.2006.

- FORSA 2007: Umfrage zur Atomkraft. Im Auftrag von Bild am Sonntag, erschienen am 14.01.2007.
- Goulder, L. H. 2004: Induced technological change and climate policy. Prepared for the Pew Centre on Global Climate Change. Arlington.
- Grubb, M./Neuhoff, K. 2006: Allocation and competitiveness in the EU emissions trading scheme: policy overview. In: Climate Policy 6. 7-30
- Hawkins, D. 2001: Stick it Where?? Public Attitudes toward Carbon Storage. Paper Presented to the Department of Energy in May 2001. Natural Resources Defence Council. Washington, D.C.
- Held, H./Edenhofer, O./Bauer, N. 2006: How to Deal with Risks of Carbon Sequestration within an International Emission Trading Scheme and Incomplete Capital Markets. Paper presented on the 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, 10-22 June 2006, Trondheim, Norway.
- Hirst, N./IEA 2005: Hydrogen & Fuel Cells. IEA Activities. IPHE Steering Committee 27-28 January 2005. Paris.
- Höhne, N./Galleguillos, C./Blok, K./Harnisch, J./Phylipsen, D. 2003: Evolution of commitments under the UNFCCC: Involving newly industrialized economies and developing countries. Herausgegeben vom Umweltbundesamt. Climate Change 01/03. Berlin.
- Ilg, U./König, G./Erve, M. 2006: Von der Schweißnaht bis zum Dampferzeuger - Betriebsbewahrung des Werkstoffkonzepts deutscher Anlagen im internationalen Vergleich. In: Deutsches Atomforum e.V. (Hrsg.): Jahrestagung Kerntechnik 2006, Fachsitzung: "Sicherheitsstatus deutscher Kernkraftwerke im internationalen Vergleich". Berlin. 57-100.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2005: IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Edited by: Mertz, B./Davidson, O./de Coninck, H./Loos, M./Meyer, L. New York.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Paris.
- International Energy Agency (IEA) 2004a: World Energy Outlook 2004. Paris.
- International Energy Agency (IEA) 2004b: Hydrogen and Fuel Cells. Review of National R&D Programs. Paris.
- International Energy Agency (IEA) 2004c: Energy Technology Analysis. Prospects for CO2 Capture and Storage. Paris.
- International Energy Agency (IEA) 2005: Reducing Greenhouse Gas Emissions. The Potential of Coal. Paris.
- International Energy Agency (IEA) 2006a: World Energy Outlook 2006. Paris.
- International Energy Agency (IEA) 2006b: Science for Today's Energy Challenges. Accelerating Progress for a Sustainable Energy Future. Paris.
- International Energy Agency (IEA) 2006c: Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050. IEA Deputy Executive Director Ambassador William C. Ramsay, Beijing.
- International Energy Agency/Standing Group on Long-term Co-operation (IEA/SLT) 2003: Moving to a Hydrogen Economy: Dreams and Realities. Paris.
- Kemfert, C. 2005a: Weltweiter Klimaschutz – Sofortiges Handeln spart hohe Kosten. In: Wochenbericht des DIW Berlin, Nr. 12-13/05, 209-215.

- Kemfert, C. 2005b: Der Strommarkt in Europa zwischen Liberalisierung und Klimaschutz: Herausforderungen für die zukünftige deutsche Energieversorgung. In: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 28, 243-258.
- Kemfert, C. 2006a: Die deutsche Energiepolitik braucht eine Trendwende – Ein 10-Punkte-Plan für eine nachhaltige Energieversorgung. Diskussionspapier 618 DIW. Berlin.
- Kemfert, C. 2006b: Zertifikate sollten versteigert werden. Mit Systemänderungen könnte Brüssel einige Defizite des Emissionshandels beheben. In: Handelsblatt Nr. 209 30.10.2006, b07
- Kemfert, C./Diekmann, J. 2006: Europäischer Emissionshandel: auf dem Weg zu einem effizienten Klimaschutz. In: Wochenbericht des DIW Berlin, Nr. 46/06, 661-669.
- Kim, S./Dale, B. E. 2005: Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: Bioethanol and biodiesel. In: Biomass & Bioenergy 29 (6). 426-439.
- Köcher, R. 2005: Der Energiemix im Spiegel der öffentlichen Meinung. In: Deutsches Atomforum e.V. (Hrsg.): DATF Wintertagung 2005 .Plädoyers für einen vernünftigen Energiemix. Berlin. 121-139.
- Kuckartz, U./Rädiker, S./Rheingangs-Heintze, A. 2006: Umweltbewusstsein in Deutschland 2006. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin.
- Laughter, M. 2005: U.S. nuclear power plants as terrorist targets: threat perception and the media. Herausgegeben vom Massachusetts Institute of Technology. Cambridge.
- Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg (MLR) (Hrsg.) 2006: Biomasse-Aktionsplan Baden-Württemberg. Nachwachsende Rohstoffe als Zukunftsmotor. Stuttgart.
- Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg (NBBW) (Hrsg.) 2003: Nachhaltiger Klimaschutz durch Initiativen und Innovationen aus Baden-Württemberg. Sondergutachten. Stuttgart.
- Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg (NBBW) (Hrsg.) 2005: Statusbericht 2005 zum Umweltplan Baden-Württemberg. Stuttgart.
- Pacala, S./Socolow, R. 2004: Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies. In: Science 305 (5686), 968-972.
- Radermacher, F. J. 2002: Balance oder Zerstörung. Ökosoziale Marktwirtschaft als Schlüssel zu einer weltweiten nachhaltigen Entwicklung. Ökosoziales Forum Europa, Wien.
- Radermacher, F. J. 2005: Kyoto-Vertrag und WTO: Es ist Zeit für einen neuen Ansatz in der Klimapolitik. FAW/n-Bericht. Ulm.
- Rat der Europäischen Union 2005: Tagung des Europäischen Rates (Brüssel, 22./23. März 2005). Schlussfolgerungen des Vorsitzes. Dokument Nr. 7619/05.
- Reiche, K. 2006: Vorschlag für eine kostenpflichtige Vergabe von Emissionsberechtigungen durch ein „Bookbuilding-Modell“. CDU/CSU-Fraktion im Deutschen Bundestag. Berlin.
- Renn, O. 2006: Plädoyer für eine Verlängerung der Laufzeiten für Kernkraftwerke in Deutschland. In: Zeitschrift für Europäisches Umwelt- und Planungsrecht. Nr. 3. 159-161.
- Rogge, K./Schleich, J./Betz, R./Cozijnsen, J. 2006: Increasing the Ambition of EU Emissions Trading. An Assessment of the Draft Second Allocation Plans and Verified Emission Reports of Germany, the United Kingdom and the Netherlands. Greenpeace International. Amsterdam.
- Schulz, R. 2006: Die Akzeptanz der Kernenergie in Deutschland in längerfristiger Perspektive. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 10 (56), 34-37.

- Sims, R. E. H./Hastings, A./Schlamadinger, B./Taylor, G./Smith, P. 2006: Energy crops: current status and future prospects. In: *Global Change Biology* 12 (11). 2054-2076.
- Smale, R./Hartley, M./Hepburn, C./Ward, J./Grubb, M. 2006: The impact of CO₂ emissions trading on firm profits and market prices. In: *Climate Policy* 1 (6), 31-48.
- Staatsministerium Baden-Württemberg 2006: Solide, innovative, leistungsbereit. Gemeinsam für ein generationengerechtes Baden-Württemberg. Regierungserklärung von Ministerpräsident Günther H. Oettinger vor dem Landtag von Baden-Württemberg am 21. Juni 2006. Abschnitt 5.3. Stuttgart.
- Stern, N. 2006: *Stern Review on the economics of climate change*. London.
- Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) 2005: *Klimaschutz 2010 – Konzept für Baden-Württemberg*. Stuttgart.
- Unander, F./Gielen, D./Mattsson, N. 2005: *Prospects for Renewables in a CO₂ Constrained World*. International Energy Workshop. Kyoto.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Meeting of the Parties 2 (CMP 2) 2006: *Review of the Kyoto Protocol pursuant to its Article 9*.
- Vattenfall 2005: Vattenfall baut Pilotanlage für CO₂-freies Kraftwerk. Neubau am Standort Schwarze Pumpe geht 2008 in Betrieb. Pressemitteilung 19. Mai 2005. Berlin.
- Vattenfall 2006: *Curbing climate change – an outline of a framework leading to a low carbon emitting society*. Stockholm.
- Wicke, L. 2005: *Beyond Kyoto – A New Global Climate Certificate System: Continuing Kyoto Commitments or a Global ‘Cap and Trade’ Scheme for a Sustainable Climate Policy?* Berlin/Heidelberg.
- Wicke, L. 2006: *Macroeconomic cost impacts of a Beyond Kyoto Cap and Trade Scheme, illustrated at the example of the GCCS*. Gutachten für das Umweltministerium Baden-Württemberg mit einem Kapitel von Christoph Böhringer ‘Macroeconomic impact analysis of GCCS und GCCS PLUS’. Stuttgart/Berlin.
- Wicke, L./Spiegel, P./Wicke-Thüs, I. 2006: *Kyoto PLUS – So gelingt die Klimawende. Nachhaltige Energieversorgung PLUS globale Gerechtigkeit*. München.
- Willis, H. H./Morrall, A. D./Kelly, T. K./Medby, J. J. 2005: *Estimating Terrorism Risk*. MG-388. Rand Corporation. Santa Monica.
- Wilson, E. J./Johnson T. L./Keith, D. W. 2003: *Regulating the Ultimate Sink: Managing the risks of geological CO₂ storage*. In: *Environmental Science and Technology* 37, 3476-3483.
- Wilson, E. J./Keith, D. W./Wilson, M. 2005: *Considerations for a Regulatory Framework for Large-Scale Geologic Sequestration of Carbon Dioxide: A North American Perspective*. In: *Peer Reviewed Proceedings of the 7th International Greenhouse Gas Technologies Conference*. E. Rubin and D. W. Keith, Editors. Elsevier: Amsterdam.
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) 2004: *Energiebericht 2004*. Stuttgart.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) 2003: *Über Kioto hinaus denken – Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert*. Sondergutachten. Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) 2007: *Neue Impulse für die Klimapolitik: Chancen der deutschen Doppelpräsidentschaft nutzen*. Politikpapier 5. Berlin.
- Wolf, A./Yaar, I. 2006: *Combating Radiological Terrorism – a Multi-Faceted Challenge*. In: Apikyan, S./Diamond D. (Hrsg.): *Countering Nuclear and Radiological Terrorism*. Heidelberg. Springer. 135-142.

- World Economic Forum (WEF) 2005: Statement of G8 Climate Change Roundtable. Convened by the World Economic Forum in Collaboration with her Majesty's Government, United Kingdom 9 June 2005.
- Yu , V. P. B. III 2002: Discussion Paper on the World Trade Organization and Multilateral Environmental Agreements. WTO Genf.
- Zwick, M. M./Renn, O. (Hrsg.) 2002: Wahrnehmung und Bewertung von Risiken. Ergebnisse des Risikosurvey Baden-Württemberg 2001. Arbeitsbericht Nr. 202. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart.