

Energie und Nachhaltige Entwicklung

Prof. Dr.-Ing. Alfred Voß

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

Universität Stuttgart

HIN-Kolloquium

Neckarsulm, 4. Mai 2006

1. Einleitung

Zunächst darf ich mich ganz herzlich bedanken für die freundliche Einladung im Rahmen Ihres diesjährigen Kolloquiums die Aspekte der Energieversorgung im Hinblick auf eine Nachhaltige Entwicklung zu behandeln.

Die Energiefrage gehört ja seit Jahren zu den zentralen gesellschaftlichen Fragen und die großflächigen Stromausfälle im Osten der USA und Kanadas, in London und in Italien sowie die drastisch gestiegenen Ölpreise, haben die Energiefrage wieder in das Zentrum des öffentlichen Interesses gerückt, ohne allerdings in neue erkennbare politische Weichenstellungen zu münden.

Die Probleme der Versorgungssicherheit und Versorgungszuverlässigkeit sind dabei nur ein Teilaspekt der Herausforderungen denen wir am Beginn des 3. Jahrtausends gegenüberstehen.

Diese Herausforderungen beinhalten

- die Überwindung von Hunger und Armut, d.h. die Schaffung humaner Lebensbedingungen für eine weiter wachsende Weltbevölkerung,
- die Vermeidung anthropogener Umweltbelastungen und Klimaänderungen, die die natürlichen Lebensgrundlagen gefährden und

- die Sicherung der Zukunftsfähigkeit des Wirtschafts- und Lebensraumes Deutschland, insbesondere der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit und von ausreichender Beschäftigung, vor dem Hintergrund zunehmender Globalisierung.

Alle diese Herausforderungen haben einen direkten Bezug zur Energieversorgung, da

- die Verfügbarmachung von mehr bezahlbarer arbeitsfähiger Energie eine notwendige Bedingung zur Überwindung von Hunger und Arbeit, d.h. zur Schaffung humaner Lebensbedingungen sowie zur humanen Begrenzung des Wachstums der Weltbevölkerung ist,
- da der überwiegende Teil der Treibhausgas- und anderer Schadstoffemissionen aus der Energieversorgung stammen
- und da die Sicherung des Wirtschaftsstandortes Deutschland eine leistungsfähige Energieinfrastruktur und ohne wettbewerbsfähige Energiepreise wohl nicht gelingen kann.

Energiefragen haben natürlich eine globale Dimension, die die Entwicklungen in unserem Land die Gestaltungsmöglichkeiten und die Handlungserfordernisse mitbestimmen. Dennoch stellt sich die Frage, ob wir mit unserer nationalen Energiepolitik richtig aufgestellt sind, um diesen Herausforderungen zu begegnen.

Dass wir im Bereich der Energieversorgung vor einer gewaltigen Gestaltungsaufgabe und Weichenstellung für die Energiezukunft stehen, zeigt auch ein Blick auf die Altersstruktur des deutschen Kraftwerksparks.

In den nächsten Jahren wird ein erheblicher Teil der Erzeugungskapazität vom Netz gehen, bis 2020 ist mit einem Leistungsabgang von ungefähr 60.000 MW, d.h. etwa der Hälfte der heute installierten Kraftwerksleistung in Deutschland zu

rechnen. Angesichts der Realisierungszeiträume von neuen Kraftwerken von 5 bis 7 Jahren sind also in naher Zukunft Entscheidungen über Investitionen von vielen Mrd. Euro zu treffen.

Dabei geht es durchaus auch um die Frage, ob diese Entscheidungen so getroffen werden, dass sie mit dem Ziel der Nachhaltigkeit, welches sich ja in den letzten Jahren zum zentralen Leitbild der Energiepolitik entwickelt hat, verträglich sind.

Meine sehr verehrten Damen und Herren,

als der sächsische Oberberghauptmann von Carlowitz im Jahr 1713 in seinem Werk „Sylvicultura Oeconomica“ zum ersten Male den Begriff Nachhaltigkeit verwendete, ahnte er wohl nicht, dass dieser Begriff heute, 281 Jahre nach dem Erscheinen seines Werkes, in aller Munde sein würde.

In der Tat ist es so, dass das Leitbild der „Nachhaltigen Entwicklung“ in den letzten 10 Jahren eine erstaunliche Karriere gemacht hat. Es ist zum zentralen entwicklungspolitischen Leitbild avanciert und hat natürlich auch Eingang in den Energiebereich gefunden. Wir haben in Deutschland einen Rat für Nachhaltige Entwicklung, der deutsche Bundestag hat eine Enquete Kommission mit dem Thema „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ befasst, in den letzten Jahren sind eine kaum mehr überschaubare Zahl von Studien und Konzepten zur nachhaltigen Energieversorgung entstanden und auch die Bundesregierung betont, dass sie ihre Energiepolitik am Leitbild der Nachhaltigkeit ausrichtet.

Internationale Bedeutung erhielt das Konzept der Nachhaltigkeit durch die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, die sog. Brundtland-Kommission. In ihrem Abschlußbericht „Our Common Future“ definierte sie nachhaltige Entwicklung als „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ Nachhaltige Entwicklung, so heißt es weiter „erfordert, die Grundbedürfnisse aller zu befriedigen und für alle die Möglichkeit zu schaffen, ihren Wunsch nach einem besseren Leben zu befriedigen. [...] Im Wesentlichen ist nachhaltige Entwicklung ein Wandlungsprozess, in dem die Nutzung von Ressourcen, das Ziel von Investitionen, die Richtung technologischer Entwicklung und institutioneller Wandel miteinander harmonisieren und das derzeitige

und künftige Potenzial vergrößern, menschliche Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen.“

Nachhaltige Entwicklung meint also eine Entwicklung, welche die Verbesserung der Lebensbedingungen aller Menschen, der heute und zukünftig lebenden, mit der langfristigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen in Einklang bringt. Nachhaltige Entwicklung als Leitbild geht also über die ökologischen Aspekte weit hinaus und betrifft insbesondere auch den Erhalt bzw. die Verbesserung ökonomischer und sozialer Leistungsfähigkeiten. Es sind diese drei Dimensionen von Nachhaltigkeit, die gleichrangig zu beachten sind.

Die breite Akzeptanz, die diese allgemeine Charakterisierung von Nachhaltiger Entwicklung gefunden hat, darf aber nicht darüber hinweg täuschen, dass die Interpretationen dieses Leitbildes und die daraus abgeleiteten Handlungsziele bzw. Handlungsanweisungen – dies gilt insbesondere für den Energiebereich – eine große Bandbreite und viele Widersprüchlichkeiten aufweisen. Das Leitbild Nachhaltigkeit, mit seinem Kernanliegen, nicht auf Kosten der nachfolgenden Generationen zu leben und zu wirtschaften, bedarf einer inhaltlichen tragfähigen Konkretisierung, um als handlungsleitendes Konzept brauchbar zu sein.

Im Zusammenhang mit der Energieversorgung stehen der Verbrauch vorratsbegrenzter Energieressourcen und die Nutzung der Umwelt als Senke im Vordergrund der Nachhaltigkeitsdiskussion.

Soll das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung nicht zur bloßen Worthölse werden, mit der Gefahr für unterschiedliche Interessen instrumentalisiert zu werden, dann ist eine inhaltliche Konkretisierung dringend geboten. Diese ist auch unumgänglich, will man die verschiedenen Energieoptionen im Hinblick auf ihre Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung bewerten und einordnen, und sie ist notwendig um Schritte in die richtige Richtung von irreführenden Wegen unterscheiden zu können.

Jede praktische Konkretisierung des Leitbildes Nachhaltigkeit kann aber nur dann tragfähig sein, wenn sie, was die materiell–energetischen Aspekte betrifft, den Naturgesetzen Rechnung trägt. In diesem Kontext kommt dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, den der Chemiker und Philosoph Wilhelm Ostwald "das Gesetz des Geschehens nannte" eine besondere Bedeutung zu.

Die wesentliche Aussage des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik ist, dass Leben und die dazu notwendige Befriedigung von Bedürfnissen, aber auch die Erbringung kultureller Leistungen unumgänglich mit dem Verbrauch von arbeitsfähiger Energie und verfügbarer Materie verbunden ist.

Was nun die energiebedingten Umweltbelastungen, d.h. die Inanspruchnahme der Senkenfunktion der Ressource Umwelt betrifft, so müsste stärker beachtet werden, dass Umweltbelastungen, auch die im Zusammenhang mit unserer heutigen Energieversorgung, vorrangig durch anthropogen hervorgerufene Stoffströme, durch Stoffzerstreuung, d.h. Stofffreisetzung in die Umwelt, verursacht werden. Es ist also nicht die Nutzung der Arbeitsfähigkeit der Energie, die die Umwelt schädigt, sondern es sind vielmehr die mit dem jeweiligen Energiesystem verbundenen stofflichen Freisetzungen, wie z.B. das Schwefeldioxid oder das Kohlendioxid bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas, die zu Umweltbelastungen führen.

Dies wird deutlich an der Sonnenenergie, die mit ihrer zur Verfügung gestellten Arbeitsfähigkeit - der solaren Strahlung - einerseits Hauptquelle allen Lebens auf der Erde ist, andererseits aber auch der bei weitem größte Entropiegenerator ist, weil nahezu die gesamte Energie der Sonne nach ihrer Entwertung als Wärme bei Umgebungstemperatur in den Weltraum wieder abgestrahlt wird. Da ihre Energie, die Strahlung, nicht an einen stofflichen Energieträger gebunden ist, resultieren aus der Entropieerzeugung aber keine Umweltbelastungen im heutigen Sinn. Dies schließt natürlich Stofffreisetzungen und damit verbundene Umweltbelastungen im Zusammenhang mit der Herstellung einer Solaranlage nicht aus. Der hier ange-

sprochene Sachverhalt ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil er die Möglichkeit einer Entkopplung von Energieverbrauch (Verbrauch an Arbeitsfähigkeit) und Umweltbelastung beinhaltet. Ein wachsender Verbrauch an arbeitsfähiger Energie und sinkende Umwelt- und Klimabelastungen sind somit kein Widerspruch. Die Stofffreisetzungen nicht die Energieströme müssen begrenzt werden, will man die Umwelt und das Klima schützen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt in Kontext von Nachhaltigkeit ist die besondere Rolle der Ressource Wissen. Unser Wissen ist zwar zu jedem Zeitpunkt begrenzt, es wird aber nicht verbraucht, sondern ist sogar vermehrbar. Die durch Wissenszuwachs steigende Gestaltungsfähigkeit und die damit mögliche Weiterentwicklung von Technik sind die Basis zur Erhaltung bzw. Erweiterung der Entfaltungsspielräume für die kommenden Generationen, um der Nachweltverantwortung, auf die das Leitbild Nachhaltigkeit abstellt, gerecht werden zu können.

Nachhaltigkeit und Ressourcennutzung

Im Kontext einer Konkretisierung des Leitbildes der Nachhaltigkeit lässt sich die Notwendigkeit der Begrenzung von ökologischen Belastungen und von Klimaänderungen wohl begründen. Schwieriger wird es schon bei der Frage, ob denn die Nutzung erschöpfbarer Energieressourcen mit dem Leitbild einer "Nachhaltigen Entwicklung" vereinbar ist, denn Erdöl und Erdgas oder auch Kernbrennstoffe, die wir heute verbrauchen, stehen zukünftigen Generationen ja nicht mehr zur Verfügung. Hieraus wird dann abgeleitet, dass nur die Nutzung "erneuerbarer Energien" oder „erneuerbarer Ressourcen“ mit dem Leitbild Nachhaltigkeit vereinbar sei.

Dies ist aus zwei Gründen nicht tragfähig. Zum einen ist auch die Nutzung erneuerbarer Energie, z.B. von solarer Energie, immer mit einer Inanspruchnahme von nicht-erneuerbaren Ressourcen, z.B. nichtenergetischen Rohstoffen und Materialien verbunden, deren Vorräte auch begrenzt sind. Und zum zweiten würde dies bedeuten, dass nicht-erneuerbare Ressourcen überhaupt nicht, auch nicht von den zukünftigen Generationen genutzt werden dürften.

Wenn also eine unveränderte Weitergabe der nicht-erneuerbaren Ressourcenbasis offensichtlich unmöglich ist, dann erfordert die Nutzung vorratsbegrenzter Ressourcen eine Gegenleistung für die kommenden Generationen, nämlich die Ausweitung der technisch-wirtschaftlich verfügbaren Ressourcenmenge.

Die jeweils technisch-wirtschaftlich verfügbare Energie- und Rohstoffbasis wird aber wesentlich durch die verfügbare Technik bestimmt. Energie- und Rohstofflagerstätten, die zwar in der Erdkruste vorhanden sind, aber mangels entsprechender Explorations- und Fördertechniken nicht gefunden und gefördert bzw. nicht wirtschaftlich genutzt werden können, können keinen Beitrag zur Sicherung der Lebensqualität leisten. Es ist also der Stand des Wissens und der

Technik, der aus wertlosen Ressourcen in der Erdkruste verfügbare Ressourcen macht und ihre Quantität mitbestimmt.

Für die Nutzung begrenzter Energievorräte bedeutet dies, dass ihre Nutzung mit dem Leitbild Nachhaltigkeit so lange vereinbar ist, wie es gelingt, den nachfolgenden Generationen eine mindestens gleich große technisch-wirtschaftlich nutzbare Energiebasis verfügbar zu machen. Anzumerken ist hier, dass in der Vergangenheit – trotz steigenden Verbrauchs fossiler Energieträger – die nachgewiesenen Reserven, d.h. die technisch und ökonomisch verfügbaren Energiemengen, zugenommen haben. Darüber hinaus konnten durch technisch-wissenschaftlichen Fortschritt neue Energiebasen, wie die Kernenergie oder ein Teil der erneuerbaren Energieströme, technisch-wirtschaftlich nutzbar gemacht werden.

Nachhaltigkeit und Ökonomie

Neben der Erweiterung der verfügbaren Ressourcenbasis kommt unter dem Leitbild der „Nachhaltigen Entwicklung“ natürlich auch dem haushälterischen Umgang mit Energie, oder besser gesagt mit allen knappen Ressourcen eine besondere Bedeutung zu. Effiziente Ressourcennutzung im Zusammenhang mit der Energieversorgung betrifft dabei nicht nur die Ressource Energie, da die Bereitstellung von Energiedienstleistungen immer auch den Einsatz anderer knapper Ressourcen, wie nicht energetische Rohstoffe, Kapital, Arbeit und Umwelt erfordert.

Die effiziente Nutzung aller Ressourcen, die sich aus dem Leitbild Nachhaltigkeit ableitet, entspricht aber auch genau dem allgemeinen ökonomischen Prinzip. Aus beiden folgt, dass ein Energiesystem, eine Energiewandlungskette zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen, dann effizienter als eine andere ist, wenn es für die Energiedienstleistung weniger Ressourcen einschließlich der Ressource Umwelt in Anspruch nimmt.

In der Ökonomie dienen Kosten und Preise als Maß für die Inanspruchnahme knapper Ressourcen. Geringere Kosten bei gleichem Nutzen bedeuten eine ökonomisch effizientere, eine ressourcenschonendere Lösung. Dieses Verständnis von Kosten ist, so scheint es, weitgehend verloren gegangen. Gegen Kosten als Bewertungskriterium von Energiesystemen mag man einwenden, dass gegenwärtig die Kosten sog. externer Effekte, z.B. von Umweltschäden, in den Kostenkalkülen noch nicht erfasst werden. Diesem Umstand kann natürlich durch die Internalisierung externer Kosten d.h. eine Inwertsetzung der Umwelt abgeholfen werden.

Wenn wir uns bewusst machen, dass Kosten, die externe Effekte soweit wie möglich mit berücksichtigen, das beste Maß für die Inanspruchnahme knapper

Ressourcen sind, dann müsste ihnen doch wieder ein größerer Stellenwert in der energiepolitischen Diskussion bei der Bewertung verschiedener Energiesysteme gerade im Hinblick auf das Leitbild Nachhaltigkeit zukommen.

Nachhaltige Energieversorgung

- Zusammenfassend lässt sich eine Energieversorgung dann als nachhaltig bezeichnen, wenn sie
- die effiziente Ressourcennutzung, die konstitutives Element von Nachhaltigkeit ist, betrifft dabei nicht nur die Ressource Energie, da die Bereitstellung von nutzbarer Energie oder von Energiedienstleistungen immer auch den Einsatz anderer knapper Ressourcen, wie nicht energetische Rohstoffe, Kapital, Arbeit und Umwelt erfordert.
- die Nutzung erneuerbare Energien ist, weil sie quasi unerschöpflich sind, nicht per se nachhaltig, da sie immer einer Inanspruchnahme von nicht energetischen Rohstoffen und Materialien erfordert, deren Vorräte auch begrenzt sind.

Stromerzeugungstechniken auf dem Prüfstand der Nachhaltigkeit

Ausgehend von der inhaltlichen Konkretisierung des Leitbildes „Nachhaltige Entwicklung“ sollen nun exemplarisch verschiedene Stromerzeugungssysteme bezüglich ihrer relativen Nachhaltigkeit, d.h. in Bezug auf ihre Ressourcen- und Umweltinanspruchnahme sowie ihre Kosten verglichen werden. Dazu werden Ergebnisse von Material-, Energie- und Stoffbilanzen erläutert, die alle Stufen und Prozesse erfassen, die für die Energiebereitstellung notwendig sind. Die Bilanzierung erfolgt also über den gesamten Lebensweg und erfasst alle vor- bzw. nachgelagerten Prozessschritte der Bereitstellung des Energieträgers sowie der Materialien für die involvierten technischen Anlagen, insbesondere die Energiewandler. Dies entspricht einer Betrachtung von der Wiege bis zur Bahre. Die exemplarischen Betrachtungen beschränken sich auf Stromerzeugungssysteme, die dem Stand der Technik im Jahr 2000 entsprechen und mit heutigen Produktionsstrukturen hergestellt werden.

Energieaufwand

Die Bereitstellung von Energie ist immer mit einem investiven Energieaufwand für die Errichtung der Anlagen und im Falle der fossilen und nuklearen Energieträger auch für die Bereitstellung des Brennstoffs sowie für die Entsorgung verbunden.

Der kumulierte Energieaufwand (KEA), der in der Abbildung für verschiedene Stromerzeugungssysteme dargestellt ist, erfasst den Aufwand an Primärenergie für die Herstellung und Entsorgung des Kraftwerks und die Gewinnung und Bereitstellung des Brennstoffes, um eine kWh Elektrizität bereitzustellen. Für die Windenergie liegt er im Bereich von 8 bis 18 %. Bei der Steinkohle und beim Erdgas wird er wesentlich durch den Energieaufwand für die Gewinnung, Aufbereitung und den Transport des Brennstoffs bestimmt. Für die Kernenergie und die Wasserkraft ist er im Bereich von 5 bis 7 % und für die Photovoltaik liegt er derzeit noch um einen Faktor 10 höher. Dies schlägt sich dann auch in der energetischen Amortisationszeit nieder, die bei der Photovoltaik etwa 6 bis 8 Jahre beträgt, und damit deutlich größer als bei allen anderen Systemen ist.

Materialaufwand

Neben dem Energieverbrauch stellt auch der nicht energetische Rohstoffaufwand einer Nutzung begrenzter Ressourcen dar.

Die Abbildung zeigt für ausgewählte Materialien die Ressourcenintensität der hier betrachteten Stromerzeugungssysteme. Erfasst ist der jeweilige Materialaufwand für den Bau des Kraftwerks sowie für alle Prozessschritte zur Bereitstellung des Brennstoffs.

Die Tabelle erfasst nur einen kleinen Teil der Rohstoffressourcen, sie stellt also keine vollständige Materialbilanz dar. Sie lässt aber erkennen, dass die geringere Energiedichte der solaren Strahlung und des Windes über die notwendigen großen Energiesammelungsflächen zu einem vergleichsweise hohen Materialbedarf führt.

⇒ Dem hohen Materialaufwand bei Wind und Photovoltaik steht andererseits gegenüber, dass die Stromerzeugung nicht an die Umsetzung eines stofflichen Energieträgers gebunden ist. Diesbezügliche Stoff-freisetzen, die zu Umweltbelastungen führen, treten somit nicht auf. Umweltbelastungen, die aus Stoffemissionen resultieren, können demnach nur im Zusammenhang mit der Herstellung und Entsorgung des Kraftwerks entstehen.

Kumulierte Emissionen

In der Abbildung sind die kumulierten über den gesamten Lebensweg aufsummierten Emissionen ausgewählter Schadstoffe der hier betrachteten Stromerzeugungssysteme gegenübergestellt.

Bei den hier erfassten Schadgasen sind die auf die erzeugte kWh bezogenen Emissionen der Kernenergie, der Wasserkraft und der Windstromerzeugung vergleichsweise niedrig. Verglichen mit der Steinkohle und dem Erdgas sind die kumulierten Emissionen der Photovoltaik durchaus beachtlich. Beim CO₂ machen sie rund 50 – 70 % der Emissionen einer Stromerzeugung mit Erdgas aus.

Hier drückt sich der Umstand aus, dass ein hoher kumulierter Energieaufwand und eine hohe Materialintensität auch bei erneuerbaren Energiesystemen mit hohen indirekten Schadstoffemissionen verbunden sein können.

Gesundheitsrisiken

- Man kann natürlich auch die kumulierten Gesundheitsrisiken, die unter anderem aus den Schadstoffemissionen resultieren ermitteln.
- Die Abb. zeigt, die über die gesamte Kette der Stromerzeugung ursächlich zuzurechnenden Gesundheitsrisiken für verschiedene Stromerzeugungssysteme.
- Die Zahlen beinhalten auch die Risiken von Stör- und Unfällen
- Es gibt keinen Null-Risiko-Technologie
- Risiken der Kernenergie sind vergleichsweise klein
- Aufgrund der öffentlichen Diskussion würde vermutlich niemand von Ihnen diese Relationen vermutet haben.

⇒ Kosten

Kosten

Ich hatte schon erwähnt, dass Kosten ein Maß für die Inanspruchnahme knapper Ressourcen sind.

Vor diesem Hintergrund ist dann auch verständlich, dass aufgrund ihrer Ressourcenintensität die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien mit hohen Kosten verbunden ist.

Die Abbildung zeigt, dass die Stromerzeugungskosten aus erneuerbaren Energien deutlich größer sind als die aus fossilen oder nuklearen Kraftwerken.

Zuvor wurde erwähnt, dass wenn Kosten als Maß für die Nachhaltigkeit von Energiesystemen verwendet werden sollen, auch die Kosten der Umweltinanspruchnahme in die Kostenermittlung mit einbezogen werden müssen.

Bezüglich der Ermittlung dieser so genannten externen Kosten sind zwar in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht worden, dennoch sind die Unsicherheiten für Teilbereiche wie z.B. die Klimaveränderung, vergleichsweise groß.

Die entsprechend dem derzeitigen Stand quantifizierbaren externen Kosten sind in der Abbildung dargestellt. Sie umfassen die Gesundheitsschäden, Schäden der Agrarproduktion, Materialschäden und Schäden an Ökosystemen durch Versauerung. Für die externen Kosten des Treibhauseffektes, deren monetäre Bewertung noch mit erheblichen Unsicherheiten verbunden ist, ist hier eine Bandbreite angegeben, die aus alternative Bewertungsansätzen resultiert.

Die externen Kosten sind für die Kohlekraftwerke am höchsten und für die Kernenergie, der Wind- und Wasserkraftnutzung am geringsten. Die externen Kosten der derzeitigen photovoltaischen Stromerzeugung sind von derselben Größenordnung, wie die der Stromerzeugung aus Erdgas.

Zukünftige Entwicklung der Energieversorgung

- Nach diesem Exkurs zur Nachhaltigkeit sowie zur relativen Nachhaltigkeit einzelner Stromerzeugungsoptionen, will ich mich nun der Frage der zukünftigen Entwicklung der Energieversorgung in Deutschland zuwenden.
- Ich will Ihnen anhand von vier Szenarien denkbare Entwicklungen der Strom- und Energieversorgung beschreiben, die Ausdruck unterschiedlicher energiepolitischer Vorstellungen sowie daraus resultierender unterschiedlicher Rahmenbedingungen sind.
- Für derartige Szenarien, die ja keine Prognosen sind, sondern die die Konsequenzen energiepolitischer Vorstellungen möglichst konsistent und quantitativ beschreiben sollen, benutzt man Energiemodelle, die die komplexen Zusammenhänge der Energieversorgung mathematisch beschreiben.

Charakterisierung der Szenarien

- Referenzszenario

- Drei Szenarien mit weiterer Rückführung der THG-Emissionen in Deutschland
 - 50 % in 2030
Zur Erfüllung der umweltseitigen Nachhaltigkeitsanforderungen

- Effiziente Ressourcennutzung
 - ⇒ wettbewerbliche Stromversorgung, ohne staatliche Interventionen in Form von Subventionen und technologischen Zielvorgaben
 - ⇒ Kernenergie kann weiter genutzt werden
 - Laufzeitverlängerung auf 50 Jahre (ERL)
 - Ausbau möglich (ERA)

- Alle Szenarien gehen aus von
 - Weiterentwicklungen bei verschiedenen Kraftwerkstechniken
 - BIP-Wachstum 1,8 % /a
 - Anstieg der Energieträgerpreise
 - Erdöl und Erdgas 1,7 %/a
 - Steinkohle 0,9 %/a

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs

- Unterschiedlich hoher PEV und unterschiedliche Energieträgerstrukturen
- REF
 - Fossile ET dominieren auch im Jahr 2030; Kohlenutzung bleibt auf dem heutigen Niveau
- PEE
 - Anteil erneuerbare Energien erhöht sich auf 30 %; Kohle wird ganz zurückgedrängt
 - Hohes Energiepreisniveau führt zu verringertem Energieverbrauch
- CCT
 - Fossile ET dominieren
 - CO₂-Abtrennung ist kosteneffizienter als Ausbau der erneuerbaren Energien
- ERN
 - Anteil der Kernenergie steigt auf 1/3.

Entwicklung der Energieintensität

- Angesichts der Zunahme des Bruttoinlandproduktes um 60 % bis 2030 bedeuten die zurückgehenden Primärenergieverbräuche eine deutliche Abnahme der Energieintensität unserer Volkswirtschaft.
 - Der spezifische Energieverbrauch je Einheit BIP geht deutlich zurück, je nach Energieträgerpreinsniveau in den Szenarien.
- ⇒ Energieeffizienz verdoppelt sich

Stromerzeugungsstrukturen

- sehr unterschiedliche Entwicklung der Stromerzeugungsstrukturen in den Szenarien
- Referenzfall ohne CO₂-Reduktionsziele
 - ⇒ Stein- und Braunkohle sind die dominanten Erzeugungstechniken
- Präferenz Erneuerbare Energien
 - Erdgas und regenerative Energien (Wind, Wasserkraft, Biomasse)
30% in 2020
- Clean Coal Technologie
 - CO₂- Abtrennung rechnet sich bei steigenden Erdgaspreisen
- Effiziente Ressourcennutzung
 - ERL ⇒
100 TWh durch KE in 2030
- ERA:
 - Kernenergie dominiert 65 %
 - Erdgas und Kohle 25 %
 - keine Windenergie

Kraftwerkskapazitäten

- Unter Berücksichtigung der Auslastungen und des Beitrages zugesicherter Leistung der Windanlagen, ergeben sich die hier dargestellten Kraftwerkskapazitäten
- ⇒ ökonomischen Implikationen der durch die verschiedenen politischen Rahmenbedingungen bestimmten Entwicklung der Stromerzeugung

Ökonomische Implikationen

- ökonomische Auswirkung mittels zwei Größen verdeutlichen

1. Kumulierte Minderungskosten zur Erreichung der Treibhausgasminde-
rungsvorgaben

- Bezugsbasis sind hier die Kosten der Referenzentwicklung
- Kostenbandbreite beläuft sich auf 220 Mrd. €

2. Stromgestehungskosten (durchschnittlich)

Bandbreite 2,5 – 5,5 ct/kWh

⇒ 220 % höher

⇒ Unabhängig von den Zahlenwerken im Einzelnen, ist deutlich, dass die politischen Rahmenbedingungen entscheidend dafür sind, ob die Stromerzeugungskosten am Standort Deutschland niedrig oder hoch sein werden.

- ⇒ Meine Damen und Herren, es bleibt noch die Frage, wie sich nationale Rahmenbedingungen und die daraus resultierenden Stromerzeugungskosten auf den Kraftwerksstandort Deutschland und die Stromerzeugung in Deutschland auswirken.
- ⇒ Auch hier ist die Antwort eindeutig: Nationale Rahmenbedingungen, die in Deutschland den Betrieb kosteneffizienter Kraftwerke behindern oder nicht möglich machen führen im europäischen Strommarkt zu Auslagerung der Stromerzeugung, d.h. zum Anstieg des Stromimports nach Deutschland.
- ⇒ Die Abbildung zeigt dies.
- ⇒ Damit verbunden ist dann aber auch die Auslagerung von Investitionen, Wertschöpfung und Beschäftigung.
- ⇒ Für die Sicherung des Stromerzeugungsstandortes und für „günstige“ Strompreise in der Zukunft, bedarf es nicht nur verlässlicher, sondern insbesondere „richtiger“ energiepolitischer Rahmenbedingungen.

Schlussbemerkung

Wir finden uns derzeit in der paradoxen Situation, wo einerseits der Staat sich aus den Unternehmen der Energieversorgung zurückzieht (Privatisierung) und eine Liberalisierung und Wettbewerbsorientierung der Elektrizitätsmärkte verwirklicht werden soll und wo andererseits die staatlichen Markteingriffe und Interventionen durch politisch vorgegebene Zielquoten für erneuerbare Energien, garantierte Einspeisevergütungen, subventionsgetriebene Investitionen und Technikverbote sowie nicht verursachungsgerechte Ökosteuern zunehmen. Unter derartigen Bedingungen kann Wettbewerb seine Allokationseffizienz nicht entfalten und sind unternehmerische Investitionsentscheidungen ein nicht vertretbares Vabanquespiel.

Die Bewältigung der vor uns liegenden Herausforderungen ist dabei gerade im Energiebereich weniger eine Frage fehlender technischer Problemlösungen, sondern sie ist, gerade in unserem Land, primär eine Frage der Entideologisierung ökonomischer, ökologischer und technischer Sachverhalte und einer in sich stimmigen Energiepolitik, also eine politische Aufgabe.

Alle Erfahrungen zeigen, dass staatliche Investitionslenkung und Techniksteuerung im Hinblick auf die effiziente Nutzung knapper Ressourcen und effizientes Wirtschaften in aller Regel den Ergebnissen funktionierender wettbewerblicher Märkte unterlegen sind. Nicht zuletzt aus diesem Grund ist eine Kurskorrektur der derzeitigen Energiepolitik erforderlich. Wir brauchen eine Energiepolitik, die die Technologiefixierung aufgibt und die energiepolitischen Ziele Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit gleichrangig verfolgt sowie funktionierende Märkte in den Dienst dieser Ziele stellt und für eine angemessene ausgestattete, breit angelegte Energieforschung sorgt. Ein entsprechend ausgestalteter marktwirtschaftlicher Ordnungsrahmen wäre der notwendige politisch verlässliche Rahmen für die erforderlichen

Investitionen zur Erneuerung des Kraftwerksparks und die Ausrichtung der Energieversorgung am Leitbild der Nachhaltigkeit. Gelingt es dann noch, die energie- und elektrizitätswirtschaftlichen Rahmenbedingungen europaweit zu harmonisieren, dann wäre damit auch sichergestellt, dass die Kraftwerksinvestitionen und die damit verbundene Wertschöpfung und Beschäftigung in unserem Land stattfinden. Die Energie- und Stromversorgung könnte sich damit von einem Standortnachteil zu einem Standortvorteil in Deutschland entwickeln und wäre nicht länger ein Hemmschuh für die dringend notwendige wirtschaftliche Entwicklung.