

ENERGIEWENDE IST MÖGLICH!



Impressum

Diese Studie ist im Auftrag und in Zusammenarbeit mit der Landtagsfraktion
der Sozialdemokratischen Partei Bayerns entstanden.

Autoren :

Harry Lehmann, Stefan Peter

Institute for Sustainable Solutions and Innovations (ISuSI)

Römerweg 2

52070 Aachen

Deutschland

Erstellt am 01.07.2003.

Kontakt :

Tel.: +49 (0)241 40 95 68 0

e-mail: hl@isusi.de

Internet: www.isusi.de



Inhaltsangabe

Vorwort	1
Zusammenfassung.....	2
Kapitel 1 : Einleitung	5
Kapitel 2 : Erneuerbare Energien	7
2.1) Allgemeine Handlungsfelder	7
2.2) Die Technologien der Erneuerbaren Energien	11
2.3) Wirtschaftliche Aspekte.....	20
Kapitel 3 : Energieeffizienz	24
3.1) Gebäudesektor	24
3.2) Effiziente Umwandlungstechnologien.....	31
3.3) Einsparmöglichkeiten im Stromsektor.....	31
3.4) Wirtschaftliche Aspekte.....	34
Kapitel 4 : Forschung, Entwicklung und Ausbildung	35
Kapitel 5 : Quellen:.....	37



Vorwort

Unsere heutige Art der Energieerzeugung ist nicht nachhaltig. Die Erschöpfung der fossilen Energieträger ist in absehbarer Nähe gerückt. Die Ölvorräte werden in spätestens 40 Jahren aufgezehrt sein, Kernbrennstoffe noch ein paar Jahre früher. Lediglich Kohle würde noch für etwa 200 Jahre ausreichen, wenn der weltweite Energieverbrauch auf heutigem Niveau verharrt. Zudem bedeutet die Nutzung der, weltweit äußerst ungleich verteilten, fossilen Energieträger ein beträchtliches Konfliktpotenzial, das weltweit zu einer Destabilisierung führen kann (Stichwort: Krieg um Öl). Hinzu kommt noch die Veränderung des Klimas und die generelle Schädigung der Umwelt durch die Schadstoffe aus der Verbrennung fossiler Energieträger, die eine ernste Bedrohung für das menschliche Überleben darstellen. Uns bleibt also keine andere Wahl, als der Umstieg auf andere, umweltfreundliche und unerschöpfliche Energiequellen. Ein Festhalten an den heutigen Strukturen der Energieversorgung bedeutet die Augen vor dem Unabwendbaren zu verschließen. Die Energiewende muss jetzt eingeleitet werden.



Für die dauerhafte Sicherstellung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Energieversorgung müssen alle sich bietenden regenerativen Energiequellen genutzt und so effizient wie möglich in Energiedienstleistungen umgewandelt werden. Dies kann nur umgesetzt werden, wenn alle gemeinsam voranschreiten: die Politik, mit entsprechenden politischen und wirtschaftlichen Rahmensetzung, die Wirtschaft und – nicht zuletzt – Bürger und Initiativen.

Zweifellos brauchen die Erneuerbaren Energien Investitionen. Doch sie fördern dabei stärkeres Wirtschaftswachstum und somit die Schaffung von Arbeitsplätzen. Die damit einhergehenden Innovationen können bayerischen Unternehmen einen Spitzenplatz in einem der bedeutendsten Zukunftsmärkte sichern.

Die Menschen in Bayern haben dies verstanden. Nicht umsonst werden die von der Rot-Grünen Bundesregierung nach 1998 geschaffenen Förder- und Investitionsprogramme in Bayern besonders stark genutzt. Es ist aber mehr notwendig um das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung zu erreichen. Neben den wichtigen Maßnahmen auf Bundesebene, ist gerade auch die zielgerichtete Förderung der Erneuerbaren Energien auf Landesebene und in den Kommunen ein essentieller Beitrag um zu Lösungen zu gelangen und die besonderen Bedingungen und Chancen Bayerns hinreichend zu würdigen und nutzen.

Bayern hat eine Politik verdient, die dem Engagement und dem Enthusiasmus der Menschen für Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz gerecht wird. Energiewende jetzt heißt auch Politikwechsel. Jetzt!

Wolfgang Gartzke

MdL SPD

Vorsitzender der Enquete-Kommission

„Mit neuer Energie in das neue Jahrtausend“ des Bayerischen Landtages

Zusammenfassung

Der Primärenergieverbrauch Bayerns stieg in der Zeit von 1990 bis 2000 um 14%. Einhergehend mit dem gestiegenen Energiebedarf sind auch die CO₂-Emissionen Bayerns in der Zeit von 1990 bis 2000 um rd. 8% von 93 Mio. t auf 100 Mio. t gestiegen. Bayern steht daher in der Pflicht, seinen Beitrag zum Erreichen der deutschen Klimaschutzziele zu leisten. Bis 2020 muss Bayern die CO₂-Emissionen, einschließlich des Ausstiegs aus der Kernenergie, um mindestens 20 Mio. t verringern.

Die Energiewende muss jetzt eingeleitet werden. Dazu muss der Beitrag der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung deutlich anwachsen, und die Möglichkeiten der effizienteren Energienutzung müssen realisiert werden.

Der hohe Anteil der Kernenergie in Bayern bedeutet hier, in der Folge des beschlossenen Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie, eine besondere Verantwortung zur Nutzung der CO₂-Minderungspotenziale und des Ausbaus der erneuerbaren Energietechnologien.

Ausreichende Potenziale und die notwendigen Technologien für die Energiewende sind vorhanden.

Bayerns Potentiale der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz

- Bayern verfügt, mit Einstrahlung 20% über dem Bundesdurchschnitt, über das größte Photovoltaikpotential innerhalb Deutschlands (bis zu 33 TWh pro Jahr).
- Die Windenergie könnte in Bayern bis zu 45 TWh pro Jahr zur Energieversorgung beitragen. Mindestens 10% dieses Potentials, das entspricht 4,5 TWh pro Jahr oder 6,2% des bayerischen Stromverbrauchs des Jahres 2000, sind unter ökologischem Gesichtspunkt nutzbar.
- Das geothermische Potential Bayerns entspricht bis zu 65% des Primärenergiebedarfs des Jahres 2000.
- Biomasse könnte in Bayern einen Beitrag bis zu 323 PJ pro Jahr leisten (16% des Primärenergieverbrauchs in 2000).
- Etwa 13% der verfügbaren Dachflächen würden ausreichen um 60% des bayerischen Warmwasserbedarfs mit solarthermischen Anlagen zu decken.
- Der Heizwärmebedarf von Altbauten kann durch energetische Sanierung um 70% reduziert werden.
- Der Stromverbrauch der privaten Haushalte kann durch energieeffiziente Geräte um bis zu 50% verringert werden.

Alleine die Ausnutzung von 10% des bayerischen Windkraftpotentials könnte zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen um rd. 3,8 Mio. t jährlich führen. Eine Verdreifachung des Anteils der Biomasse am Primärenergieverbrauch, auf dann rd. 220 PJ, kann eine Minderung des CO₂-Ausstoßes um etwa 9,6 Mio. t pro Jahr bewirken.

Die wärmetechnische Sanierung der bayerischen Altbauten kann eine Einsparung von rd. 16,5 Mio.t CO₂-Emissionen pro Jahr erbringen - das sind 16% der gesamten bayerischen CO₂-Emissionen in 2000 -, Stromeinsparungen in den Haushalten könnten mehr als 3,9 Mio. t jährliche CO₂-Emissionen verhindern; fast 4% der gesamten bayerischen CO₂-Emissionen in 2002. Weitere rd. 2,7

Mio. t lassen sich durch solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung einsparen. Zusammengefasst könnte alleine durch diese Maßnahmen eine Verringerung der CO₂-Emissionen um etwa 37 Mio. t erreicht werden (37% der CO₂-Emissionen des Jahres 2002).

Auch in der Strom- und Wärmeerzeugung können neue Technologien, wie Kraft-Wärme-Kopplung und virtuelle Kraftwerke zu einem schonenderen Umgang mit den Ressourcen und somit zum Klimaschutz beitragen. Die unerlässliche Steigerung der Energieeffizienz ist schon heute teils kostenlos oder mit geringen Investitionen durchführbar sind. Andere, z.B. energetische Gebäudesanierung, sind manchmal noch mit finanzieller Mehrbelastung verbunden, die jedoch, im Rahmen ohnehin anstehender Reparatur- oder Sanierungsmaßnahmen, deutlich verringert werden kann.

Klimaschutz und die Erhaltung der Lebensgrundlagen künftiger Generationen erfordert eine ambitionierte Zielsetzung bei der Energiewende:

Notwendige nationale Ziele für die Energiewende

- Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität um 3 Prozent jährlich.
- Minderung der nationalen Treibhausgasemissionen um 40% bis 2020.
- Erhöhung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien um 400% und die Ausweitung des Einsatzes erneuerbarer Primärenergien um 350%.
- Verdopplung des Stromaufkommens aus KWK bis 2010 und Verdreifachung bis 2020.
- Absenkung des durchschnittlichen spezifischen Endenergieverbrauchs neu sanierter Altbauwohnungen auf 50 kWh/m² pro Jahr.
- Absenkung des spezifischen Endenergieverbrauchs neuer Gebäude auf 40 kWh/m² pro Jahr bis 2010 und auf 20 kWh/m² pro Jahr bis 2020.
- Absenkung des Flottenverbrauchs neu zugelassener PKW auf 7 Liter je 100km bis 2010 und auf 4 - 4,5 Liter je 100 km bis 2020.
- Verdopplung der Aufwendungen für FuE für den nicht-nuklearen Energiebereich und Ausrichtung der Forschungsprogramme auf nachhaltige Technologien.
- Aufbau eines Bildungs- und Forschungsnetzwerkes aus neuen und existierenden Instituten.
- Ausweitung des Lehrangebots an den Universitäten, den Fachhochschulen und im Handwerk.
- Konsequente Steigerung des Volumens für Technologien der umweltschonenden Energieerzeugung und -einsparung im Bereich der Entwicklungszusammenarbeit.

Im Detail bedeutet dies für Bayern:

- Solarthermische Anlagen bis 2010 auf 30% aller bayerischen Wohngebäude, auf 60% bis 2020;
- Ausrüstung von 20% der geeigneten öffentlichen Gebäude mit solarthermischen Anlagen bis 2010 und 50% bis 2020 in Bayern;
- 300 MWp Photovoltaik in Bayern bis 2010, 1.000 MW Peakleistung bis 2020;
- 1600 MW bayerische Windenergieleistung bis 2010 und 3.000 MW bis 2020;
- Erhöhung der Energieproduktion aus Wasserkraft um 10% ist bis 2020;
- Deckung von 11% des bayerischen Primärenergiebedarfs aus Biomasse bis 2010;

- Unterstützung und Förderung zur Markteinführung der Geothermie in Bayern;
- Bis 2020 Einsparung von rd. 28% des Raumwärmebedarfs in Bayern durch Gebäudesanierung;
- Verringerung des bayerischen Stand-by-Verbrauchs bei Neugeräten um den Faktor 10 bis 2010 und um den Faktor 20 bis 2020. Reduzierung des Stromverbrauchs für Beleuchtung um 40% bis 2010 und um 70% bis 2020 in Bayern;
- 50% Anteil von energieeffizienten Neugeräten in den bayerischen Haushalten bis 2010, 80% „Bestgeräte“ bis 2020.

Die Energiewende bedarf der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen. Breit angelegte Anstrengungen zur verstärkten Markteinführung erneuerbarer Energietechnologien, und das betrifft im Besonderen die heute noch „teuren“ Technologien (z.B. PV), müssen dem Einstieg in die Massenfertigung und somit der zügigen Erschließung gegebener Kostenreduktionspotenziale dienen. Effizienzpotenziale müssen verstärkt erschlossen und genutzt werden.

Dazu bedarf es:

- Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit;
- Verbesserung der rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen und deutliche Vereinfachung der Genehmigungsverfahren in Bayern;
- Maßnahmen zur verbesserten Information, Beratung, Aus-, Fort- und Weiterbildung;
- Maßnahmen zur Exportförderung;
- Marktorientierte Forschung, Entwicklung, Demonstration, Verbreitung und Evaluierung von Anlagen;
- Breite Information der Bevölkerung über erneuerbare Energien und Energieeffizienz;
- Durchführung beispielhafter Projekte durch das Land Bayern und Durchführung von Wettbewerben, z.B. „Zukunftsgemeinde Bayern“, zur Schaffung zusätzlicher Anreize auf kommunaler Ebene;
- Verstärkung der Themen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz im Bildungssystem;
- Eigeninitiativen der Öffentlichen Hand.

Die Energiewende schafft Arbeitsplätze

Die Energiewende hat positive Auswirkungen auf die Wirtschaft und Gesellschaft.

Durch die Energiewende entstehen innovative Unternehmen; damit sind bereits etwa 130.000 Arbeitsplätze im Bereich der erneuerbaren Energien entstanden.

Die Verringerung der Schadstoffemissionen und des Ausstoßes klimawirksamer Gase führt z.B. zum Rückgang umweltbedingter Erkrankungen und sozialer Folgekosten. Die erneuerbaren Energien vermeiden gesellschaftliche Kosten von rd. 3 bis 9 cent pro erzeugter Kilowattstunde Strom.

Bis 2020 kann der CO₂ Ausstoß in der BRD um 40% gg. 1990 abgesenkt werden. Die Energiewende schafft bis 2020 nach vorsichtiger Abschätzung 194.000 neue Arbeitsplätze (bundesweit). In Bayern kann dies bis zu 32.000 in 2010 und 45.000 neu Arbeitsplätze in 2020 schaffen; die größten Effekte sind hier durch die energetische Gebäudesanierung zu erzielen (je nach Verlauf bis zu 60.000). Das führt zu einer Entlastung der Sozialsysteme. Gleichzeitige Energieeinsparungen bei den Verbrauchern steigern die Kaufkraft und wirken stimulierend auf den Konsum.

1 Einleitung

Die vorliegende Studie wurde von der Fraktion der Bayerischen SPD in Auftrag gegeben, um ehrgeizige aber mögliche Ziele bei der Realisation einer nachhaltigen Energieversorgung für Bayern zu formulieren und dazu notwendige Maßnahmen zu identifizieren.

Die Steigerungen im Energieverbrauch Bayerns sind innerhalb des letzten Jahrzehnts auch von steigenden CO₂-Emissionen begleitet worden. Bayern muss, um die Klimaschutzziele zu erreichen, diesen Trend durchbrechen und sich auf einen Pfad begeben, der die zahlreichen bestehenden Möglichkeiten zur CO₂-Emissionsminderung wahrnimmt.

Von 1990, dies ist das Referenzjahr für die Klimaschutzziele, stieg der **Primärenergieverbrauch** in Bayern bis 2000 um rd. 14%, von rd. 43 Mio. t Öläquivalent (RÖE) auf etwa 49 Mio. t RÖE.

Der Verbrauch an **Endenergie** in Bayern betrug 1990 rd. 29 Mio. t RÖE und stieg bis zum Jahr 2000 auf 33 Mio. t RÖE, also um etwa 15%.

Von 1970 bis zum Jahr 2000 ist die Bevölkerung von 10,6 Mio. auf 12,2 Mio. Einwohner angestiegen (Zuwachs von 15%) und der Bestand an Wohngebäuden hat sich um rd. 1 Mio. Gebäude, auf 2,69 Mio. vergrößert.

Die größten Verbrauchergruppen sind Haushalte und Kleinverbraucher (46% des Verbrauchs in 2000) und der Verkehrssektor^{<1>}, mit 34% Anteil am Endenergieverbrauch. Während die Anteile dieser beiden Verbrauchergruppen seit 1990 beständig zunahm, fiel der Anteil des verarbeitenden Gewerbes auf rd. 20% in 2000.

Seit einigen Jahrzehnten lässt sich beobachten, dass die Bedeutung des **Stroms** kontinuierlich zunimmt. Lag der Stromanteil am Endenergieverbrauch 1970 noch bei 11%, so waren es 1990 bereits 18% und 19% im Jahr 2000. Der Stromverbrauch Bayerns erreichte damit einen Wert von rd. 6 Mio. t RÖE (etwa 72 TWh).

Etwa 47% des Endenergieverbrauchs (fast 16 Mio. t RÖE) entfielen auf die Bereitstellung von **Wärme** (Raumheizung, Warmwasser, Industrierwärme). Den größten Anteil, rd. 12 Mio. t RÖE, verbrauchten Haushalte und Kleinverbraucher, etwa 10 Mio. t RÖE davon alleine für Raumwärme.

Mineralöl war auch in 2000, mit rd. 53% Anteil am Endenergieverbrauch, der bei weitem wichtigste Energieträger. Der Anteil von Gasen lag bei 21%, der Stromanteil bei 19% und etwa 5% entfielen auf erneuerbare Energieträger, ohne Kohle (< 2%)[BSTmWVT, 2002].

CO₂-Emissionen der heutigen Energieversorgung

Aufgrund des hohen Anteils von Kernkraftwerken (mehr als 60% der Stromerzeugung) und Wasserkraft liegen die aus der Stromerzeugung resultierenden CO₂ Emissionen pro Kilowattstunde Strom in Bayern bei nur etwa einem Viertel der Emissionen der gesamtdeutschen Stromerzeugung^{<2>}.

1. Seit 1970 hat sich der Energieverbrauch im Verkehrssektor verdreifacht.
2. 190 kg/MWh in Bayern, gegenüber 669 kg/MWh in Deutschland

Von 1990 bis 2000 sind die aus dem Primärenergieverbrauch (Quellenbilanz) resultierenden CO₂-Emissionen in Bayern von rd 86 Mio. t auf etwa 88 Mio. t angestiegen (Anstieg um rd. 2%). Die CO₂-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch (Verursacherbilanz) stiegen von rd. 93 Mio. t auf etwa 100 Mio. t. Das entspricht einem Zuwachs von beinahe 8%. Gleichzeitig gingen die energiebedingten Emissionen bundesweit, zu einem großen Teil aufgrund von Stilllegungen im Zuge der Wiedervereinigung, um 15% zurück. Davon entfiel der größte Teil (45%) auf Haushalte und Kleinverbraucher. Rund 38% verursachte der Verkehr, den Rest das verarbeitenden Gewerbe. Etwa 65% der Emissionen resultierten aus der Mineralölverwendung. [LAK-Energiebilanzen, 2002], [DIW, 2001], [Enquete-BT, 2002].

Bayern in der Pflicht

Der hohe Anteil der Kernkraft nimmt Bayern bei der Reduktion der CO₂-Emissionen aber nicht aus der Pflicht. Die bestehenden Möglichkeiten zur CO₂-Reduktion müssen wahrgenommen werden. Gerade in Anbetracht des anstehenden Ausstiegs aus der Nutzung der Kernkraft ist ein Erreichen der gesetzten Klimaschutzziele ansonsten nicht möglich. Gerade wegen des hohen Anteils der Kernenergie besteht eine besondere Verantwortung Bayerns für den Ausbau der Erneuerbaren Energien und die effiziente Energienutzung.

Bereits eine Reihe von CO₂-Minderungsoptionen haben gleichzeitig auch einen finanziellen Zugesinn, teilweise auch ohne Förderung. Hierzu zählen beispielsweise Wärmedämmmaßnahmen, öffentliche Verkehrsmittel, biogene Treibstoffe, große BHKW und die Windkraft [Hardi/Geiger, 2001], [Enquete-BT, 2002].

In der heutigen, fossilen Energiewirtschaft sind nur die Betriebskosten der Energieerzeugung im Energiepreis enthalten. Darüber hinaus entstehende Kosten, die sog. externen Kosten - z.B. die aus der Klimaveränderung entstehenden Kosten oder finanzielle Aufwendungen für umweltbedingte Erkrankungen und die Beseitigung von Umweltschäden - werden im gegenwärtigen System von der Gesellschaft getragen (soziale Folgekosten). Investitionen in den Klimaschutz bedeuten immer eine Verringerung sozialer Folgekosten (Gesundheit, Umwelt, Klima). Der investive Anteil der erneuerbaren Energien oder Energiesparmaßnahmen trägt, wie auch die aus bisheriger Praxis gewonnene Erfahrung zeigt, zur Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen bei.

Ein Einstieg in den Umstieg, das Einleiten der Energiewende ist also ohne Belastungen für die Wirtschaft möglich. Desweiteren müssen auch marktnahe und marktferne Technologien gefördert werden, damit sie in Zukunft wirtschaftlich genutzt werden können.

Die Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages zeigt in ihren Langfrist-Szenarien auf, dass eine nachhaltige, auf erneuerbare Energien und effiziente Energieverwendung ausgerichtete Energieversorgung gesamtgesellschaftlich vorteilhaft und zudem bezahlbar ist [Enquete-BT, 2002].

In dem folgenden Kapitel werden die Handlungsfelder im Bereich der erneuerbaren Energie identifiziert und konkrete Ziele und Maßnahmen zur Erreichung der Energiewende dargelegt.

2 Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien nutzen direkt oder indirekt die Energie der Sonne, Gravitationskräfte oder den Wärmestrom aus dem Inneren der Erde. Sie umfassen Solarthermie, Solararchitektur, solarthermische Kraftwerke, Photovoltaik, Windenergie, Biomasse, Wasserkraft, Gezeitenkraftwerke und Geothermie.

Für Bayern kommen insbesondere die Nutzung von Biomasse und Wasserkraft, Windenergie, Solarenergie (Solarthermie und Photovoltaik) und Geothermie in Betracht.

Im Folgenden werden zunächst die allgemeinen Maßnahmen vorgestellt. Im Anschluss daran werden die Technologien im Einzelnen behandelt. Wirtschaftliche Aspekte der Nutzung regenerativer Energien werden am Ende des Kapitels dargelegt.

2.1) Allgemeine Handlungsfelder

Die vielfältigen Formen der Nutzung erneuerbarer Energien und deren Verwendungszusammenhänge, die regionale und soziale Eignung und Einbettung, technische und wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten, wirken auf viele unübersichtlich und verwirrend. Der daraus resultierende Wunsch zur Vereinfachung, zur Auswahl der aussichtsreichsten Optionen mündet häufig in der Frage an die „Experten“: Wo geht es lang? Was soll man fördern und was nicht? Welches ist der „goldene“ Pfad?

Diese vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten bedeuten, dass die Anstrengungen zur Markteinführung der erneuerbaren Energietechniken im Allgemeinen breit angelegt sein sollen^{<3>}.

Wie viel und wann es am günstigsten ist, eine Technologie zu fördern, hängt von der Notwendigkeit zur Nutzung (Stichwort: Klimawandel und Versorgungssicherheit), dem möglichen künftigen Beitrag (ihrem technischen Erzeugungspotential) und der möglichen Weiterentwicklung dieser Technologien ab.

Förderung, gerade wegen (noch) hoher Kosten

Eine weitgehend auf regenerativen Energiequellen basierende Energieversorgung wird alle verfügbaren Technologien nutzen müssen. Das bedingt, dass schon heute auch jene Technologien gefördert werden müssen, die zwar noch sehr teuer sind, aber großes Entwicklungspotential haben (wie z.B. die Photovoltaik).

3. Die Bundesregierung hat durch die von ihr aufgelegten Programme und Förderinstrumente gute Rahmenbedingungen geschaffen. Dazu gehören der Ausstieg aus der Atomenergie mit klaren Fristen (Planungssicherheit), das EEG vom April 1999 und dessen Fortsetzung in 2003, das CO₂-Minderungsprogramm, die Energieeinsparverordnung, das Ausbaugesetz für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und die Ökosteuer, die bereits- erstmals in der Geschichte der BRD - zu einem Rückgang des Benzin- und Dieserverbrauchs geführt hat, deutliche Verbesserungen der Rahmenbedingungen für die Nutzung der Erneuerbaren Energien geschaffen.

Aufgrund der vielfach fehlenden Massenproduktion darf nicht der aktuelle Preis der Gradmesser für die Förderung einer Technologie sein, sondern der langfristig mögliche bzw. bei einer breiten Nutzung zu erwartende Preis und die ihr zukommende Rolle in einer zukünftigen Energieversorgung. Das Beispiel der Windenergie zeigt, dass Massenproduktion sowohl der Schlüssel zu Kostensenkungen als auch zu Innovation ist. Oft wird in dieser Diskussion - gerade von strikten Befürwortern der Kernenergie - vergessen, dass auch diese Technologie nur durch massive Subventionen am Markt etabliert werden konnte. Etwa 3,7 Mrd. DM Fördergelder wurden von 1956 bis 1966 gezahlt, also bevor auch nur eine kWh Strom für die öffentliche Versorgung bereitgestellt wurde. Bis 1995 wurden insgesamt rd. 39 Mrd. DM für die Förderung der Kernenergie ausgegeben [DEWI, 1997]⁴. Bei der Kernenergie kann also auch heute - 37 Jahre nach Beginn der kommerziellen Nutzung - nicht von realen, unsubventionierten Stromerzeugungskosten gesprochen werden.

Die Risiken der Kernenergie haben zum Ausstiegsbeschluss geführt und die Folgen der Nutzung fossiler Brennstoffe erzwingen einen baldmöglichsten Ausstieg. Welche der neu in die Energiewirtschaft einzuführenden erneuerbaren Energietechnologien die „die beste“ Lösung in Zukunft sein wird können wir heute nicht wissen. Daher müssen wir beständig neue Wege suchen und entwickeln und bereits bestehende Möglichkeiten erweitern und verbessern.

Für die Politik bedeutet das, dass generelle Ziele für die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien gesetzt werden müssen. Rahmenbedingungen und Förderprogramme müssen die Weiterentwicklung des bereits Bekannten und die Neuentwicklung weitere Wege und Möglichkeiten voran bringen. Maßnahmen müssen sich an dem aktuellen Stand der Technologien und den politischen Zielen orientieren.

Die schnelle Markteinführung effizienter Energienutzung und erneuerbarer Energietechnologien erfordert die Umsetzung eines Bündels von Maßnahmen. Dem stehen aber auch sehr unterschiedliche Hemmnisse gegenüber, die der Markteinführung erneuerbarer Energietechnologien entgegenstehen.

Ziele und Maßnahmen

Die Minimalziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland sind bereits festgeschrieben: zum Einen durch die aus dem Kyoto-Protokoll resultierende Verpflichtung zur Reduktion der klimaschädigenden Emissionen, zum Anderen durch den beschlossenen Ausstieg aus der Nutzung der Kernkraft. Ein weiterer, maßgeblicher Faktor ist die Erhaltung der Lebensgrundlagen künftiger Generationen. Daher sollten wir unsere Ziele nicht an minimalistischen Lösungen orientieren, sondern an dem Machbaren.

4. Die spezifischen Investitionskosten für Kernkraftwerke liegen bei optimistischer Einschätzung, je nach Reaktortyp, im Bereich von rd. 1700 bis 2000 Euro pro installiertem Kilowatt Leistung [OECD, 1998 u. 2000], [Prognos/EWI, 1999], [PIU, 2002]. Eine Ausrichtung der zukünftigen Energieversorgung auf Kernenergie wäre also auch mit erheblichen Investitionen verbunden. Ein 1.000 MW Kernkraftwerk würde Investitionen von bis zu 2 Mrd. Euro erfordern. Höhere Anforderung an die Sicherheitsstandards können die Kosten erhöhen.

Die **Ziele** der Energiewende in Deutschland müssen daher sein:^{<5>}

- Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität um 3 Prozent jährlich;
- Minderung der nationalen Treibhausgasemissionen um 40 Prozent bis 2020;
- Erhöhung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien um 400% und die Ausweitung des Einsatzes erneuerbarer Primärenergien in der BRD um 350% bis 2020;
- Verdopplung des Stromaufkommens aus KWK bis 2010 und Verdreifachung bis 2020;
- Absenkung des durchschnittlichen spezifischen Endenergieverbrauchs neu sanierter Altbauwohnungen auf 50 kWh/m² pro Jahr (5 Liter Öl/m² pro Jahr) bis 2020;
- Absenkung des spezifischen Endenergieverbrauchs neuer Gebäude auf 40 kWh/m² pro Jahr bis 2010 (4 Liter Öl/m² pro Jahr) und auf 20 kWh/m² pro Jahr bis 2020 (2 Liter Öl/m² pro Jahr);
- Absenkung des Flottenverbrauchs neu zugelassener PKW auf rd. 7 Liter je 100 km bis 2010 und auf 4 - 4,5 Liter je 100 km bis 2020;^{<6>}
- Baldmöglichste Verdopplung der Aufwendungen für Forschung und Entwicklung für den nicht-nuklearen Energiebereich, gleichzeitig Ausrichtung der Forschungsprogramme auf nachhaltige Technologien;
- Sofortiger Beginn des Aufbaus eines Bildungs- und Forschungsnetzwerkes von neuen und bereits existierenden Instituten und Neuschaffung von Lehrstellen an den Fachhochschulen, Technischen Hochschulen und Universitäten;
- Eine konsequente Steigerung des Volumens für Technologien der umweltschonenden Energieerzeugung und –einsparung im Bereich der Entwicklungszusammenarbeit muss jetzt beginnen.

Die zum Erreichen dieser Ziele notwendigen **Maßnahmen** sollten sich vorrangig auf folgende Handlungsfelder konzentrieren;

- Maßnahmen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit;
- Verbesserung der rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen;
- Maßnahmen zur verbesserten Information, Beratung, Aus-, Fort- und Weiterbildung;
- Maßnahmen zur Exportförderung;
- Marktorientierte Forschung, Entwicklung und Demonstration von Anlagen;
- Eigeninitiativen der Öffentlichen Hand.

5. Siehe dazu auch [Enquete-BT, 2002] und [Enquete-By, 2003].

6. Der europäische Automobilherstellerverband (ACEA) hat im Rahmen einer Selbstverpflichtung Verbrauchsreduktionen von 3,3% p.a. zugesagt. Danach würde 2010, ausgehend von 8,5 l/100km heute, in 2010 ein Verbrauch von 6,7 l/100 km erreicht und 4,8 l/100km in 2020.

Zur Verbesserung der Rahmenbedingungen in Bayern für die Erneuerbaren Energien sollen folgende konkrete **bayerische Maßnahmen** beitragen:

- Bayern unterstützt die konsequente Fortführung und Weiterentwicklung des EEG mit dem Ziel der kostendeckenden Vergütung^{<7>} und des bereits eingeschlagenen Weges der Energiepolitik des Bundes zur Einführung der erneuerbaren Energien und effizienter Energietechnologien;
- Bayern muss eine deutliche Vereinfachung der Genehmigungsverfahren für erneuerbare Energietechnologien erreichen;
- Die bayerische Wirtschaft muss ihre hohe Kompetenz international vermitteln und exportfördernd einsetzen;
- Breite Information der Bevölkerung über den Stand und die Möglichkeiten der Erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz;
- Durchführung beispielhafter Projekte, wie z.B. 100 Solarsiedlungen, durch das Land Bayern;
- Durchführung von Wettbewerben, z.B. „Zukunftsgemeinde Bayern“, zur Schaffung zusätzlicher Anreize für den Ausbau und die Integration der Erneuerbaren Energien auf kommunaler Ebene;
- Aufbau eines bayerischen Kompetenzzentrums zur Förderung der integrativen Kooperation von Forschung, Industrie und Betreibern und Verstärkung der Themen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz im Bildungssystem, z.B. durch den Ausbau von Lehrstühlen.

Hier sei noch einmal betont, dass die Förderung der Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien Voraussetzung für eine zukunftsfähige Strukturreform ist. Daher muss eine Förderung der erneuerbaren Energietechnologien die Dynamik der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung beschleunigen; d.h.: Markteinführung unterstützen, Märkte vergrößern und Marktdruck zur kontinuierlichen Senkung der Kosten schaffen.



7. Dies betrifft insbesondere Windkraftanlagen an Binnenstandorten, kleine Biomasseanlagen und Photovoltaikanlagen.

2.2) Die Technologien der Erneuerbaren Energien

Im Folgenden werden kurz die verschiedenen regenerativen Energietechnologien vorgestellt und in ihrer technischen Funktion und der zu Grunde liegenden Energiequelle erläutert. Neben den vorhandenen Potenzialen, insbesondere in Bayern, werden Ausbauziele und mögliche Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele dargelegt.

2.2.1) Erneuerbare Energien: Solarthermie

Mit solarthermischen Anlagen kann Wärme für Warmwasserbereitung, Heizung und teils auch industrielle Prozesswärme direkt aus der solaren Strahlungsenergie gewonnen werden.



Abb. 1-1 : Solarkollektoren auf Wohnhausdach. Foto: Paradigma.

Bedenkt man die günstigen Klimabedingungen Bayerns und rechnet mit einem Ertrag von 400 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr, wären nur rd. 13% der - für die Sonnenenergienutzung verfügbaren - Dachflächen Bayerns für 60% solares Warmwasser^{<8>} notwendig [Lehmann/Peter, 2002]. Dies würde also die Verbrennung von mindestens 780.000 Tonnen RÖE ersetzen und damit eine CO₂-Einsparung von etwa 2,7 Mio. t pro Jahr bedeuten.

Inzwischen werden von den Anbietern und Vertreibern - im Rahmen des DGS Gütesiegels für große solarthermische Anlagen im mehrgeschossigen Wohnungsbau - bereits Energieerträge bis zu 480 kWh/m² pro Jahr (49 l Öläquivalent/m² pro Jahr) garantiert, was eine weitere Verringerung des Flächenbedarfs bedeutet und für den verstärkten Einsatz solarthermischer Anlagen im Bereich der Mietwohnungen spricht.

Aufgrund des geringen Flächenbedarfs wäre zusätzlich noch viel Spielraum für weitere Maßnahmen (z.B. Heizungsunterstützung oder Photovoltaiksysteme) vorhanden.

8. Dieser solare Deckungsgrad hat sich als derzeitiges wirtschaftliches Optimum erwiesen.

Stand der Nutzung

Insgesamt waren Ende 2001 etwa 4,2 Mio. m² Solarkollektoren in Deutschland installiert. Davon waren etwa 3,8 Mio m² verglaste Kollektoren (Flach- und Vakuumröhrenkollektoren). Der Rest entfiel auf Kunststoffabsorber für Schwimmbäder. Die damit gesamt erzeugte Wärmemenge belief sich auf 1,9 TWh (rd. 163.000 t Erdöläquivalent).

Die Summe der jährlich installierten Flach- und Vakuumröhrenkollektoren stieg von 50.000 m² im Jahr 1990 auf 900.000 m² in 2001. Hinzu kamen 24.000 m² Kunststoffabsorber. Im Jahr 2002 waren die Installationszahlen aber wieder leicht rückläufig.

Die im Jahr 2001 rund 100.000 neu installierten solarthermischen Anlagen sind ein guter Beleg für das starke Interesse der Bevölkerung an umweltfreundlich erzeugter Wärme. Bei den Neuinstallationen nahm Bayern eindeutig die Rolle des Spitzenreiters ein. So wurden 40% der 2001 durch das „Marktanreizprogramm zur Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft geförderten solarthermischen Anlagen in Bayern installiert.

Ziele und Maßnahmen

Folgt man der Marktprognose der ARGE Solarwirtschaft, kann im Jahr 2010 ein Installationsumfang erreicht sein, der einer Ausstattung von etwa 30% aller Eigenheime mit solarthermischen Anlagen gleich kommt [ARGE Solarwirtschaft, 2001]. Der hohe Anteil an Wohneigentum in Bayern, ein Einsatz auch im Mietwohnungsbereich (höherer Energieertrag) und das bisher schon überdurchschnittliche Interesse der bayerischen Bürger lässt auch ambitioniertere Ziele als erreichbar erscheinen. Als Ziel für 2020 ist eine Quote von 60%, auch mit dem für das nächste Jahrzehnt erwarteten Wachstum, anzustreben. Desweiteren sollten bis 2010 20% und bis 2020 50% der geeigneten öffentlichen Gebäude mit solarthermischen Anlagen ausgerüstet werden.

Zur Erreichung dieser Ziele sind folgende Maßnahmen umzusetzen:

- Weiterführung der Förderung auf Bundesebene, zusätzlich Landesförderung für solarthermische Anlagen im Mietwohnungsbau, z.B. Zuschüsse und zinsverbilligte Darlehen;
- Koppelung der Förderhöhe an die Ölpreisentwicklung;
- Bessere „Bewerbung“ der Bundesförderung und solarthermischer Anlagen durch das Land. Wichtig ist hier auch das deutliche Herausstellen der langfristig zu erwartenden Einsparungen durch den Wegfall von Energiekosten;
- Schaffung verlässlicher Rahmenbedingungen für die Planung (Baurecht);
- Landesförderung von Gemeinschaftsanlagen und den Aufbau von Nahwärmesystemen, z.B. durch Zuschüsse und zinsgünstige Darlehen;
- Erstellung einer Zielplanung für die Nutzung solarthermischer Anlagen auf allen öffentlichen Gebäuden und Umsetzung einer mittelfristigen Strategie zur Installation solarthermischer Anlagen auf öffentlichen Gebäuden, die eine Nutzung der Solarthermie zulassen. Bis 2020 sollten auf 50% dieser Gebäude solarthermische Anlagen installiert werden;
- Verpflichtende Installation solarthermischer Anlagen in Neubauten.

2.2.2) Erneuerbare Energien: Photovoltaik

Als Photovoltaik (PV) bezeichnet man die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in Strom. Das größte technische Stromerzeugungspotenzial von dachmontierten PV-Anlagen haben Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen mit rd. 75 TWh pro Jahr (entspricht rd. 6,5 Mio. t RÖE). Neuere Untersuchungen zeigen allein für Bayern ein technisches Potenzial von bis zu 26 TWh/a (2,2 Mio. t RÖE) für dachmontierte Systeme und bis zu weiteren 7 TWh/a (0,6 Mio. t RÖE) für fassadenmontierte PV-Anlagen auf [Lehmann/Peter, 2003]. Auf den verfügbaren Freiflächen ließen sich zusätzlich bis zu 113 TWh (fast 10 Mio. t RÖE) pro Jahr erzeugen [ENERGIEDIALOG BAYERN, 2001].

Bundesweit bietet Bayern mit einer Sonneneinstrahlung von bis zu 1200 kWh pro Jahr^{<9>} in weiten Teilen des Landes beste Voraussetzungen für die Nutzung der Photovoltaik. Daraus resultierten - im bundesweiten Vergleich - um rd. 20% geringere Stromerzeugungskosten für die Photovoltaik in Bayern.



Abb. 1-2 : PV-Module in Indachmontage. Foto: Braas.

Nicht zuletzt aufgrund dieses natürlichen Standortvorteils ist Bayern bundesweit das führende Land in der Nutzung der Photovoltaik. Von den im Jahr 2001 in den Bundesländern installierten 166 MWp Leistung entfielen mehr als 56 MWp auf Bayern (34%). Auch in Bezug auf die pro Einwohner installierte Leistung (rd. 4,6 Wp pro Einwohner) und die Anzahl der Photovoltaikanlagen (fast 1,3 Anlagen pro 1000 Einwohner) führt Bayern mit deutlichem Abstand [Staiß, F., 2003].

Ziele und Maßnahmen

Bayern sollte bestrebt sein, die einmal eingenommene Führungsrolle bei der Photovoltaik konsequent weiterzuverfolgen. Folgt man den im Zuge der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages ausgearbeiteten Szenarios zum forcierten Ausbau der Erneuerbaren Energien des Wuppertal Instituts, so ist für das Jahr 2020 eine insgesamt installierte PV-Leistung von 260 MW

9. Im Bundesdurchschnitt liegt die solare Einstrahlung bei rd. 1000 kWh/m².

anzustreben. Bei gleichmäßigem Wachstum ergibt sich somit als Nahziel eine installierte Leistung von 105 MW für das Jahr 2010.

Derzeit ist die Photovoltaik, im Vergleich zu anderen Erzeugungstechnologien, aufgrund der noch hohen Kosten nicht konkurrenzfähig. Eine konsequente Weiterführung der vom Bund eingeschlagenen Energiepolitik kann den - sich bereits abzeichnenden - Einstieg in die Massenproduktion und somit deutliche Kostenreduktionen beschleunigen und so den bestehenden Trend zu geringeren Kosten verstärken und verstetigen. Für die Zukunft rechnet beispielsweise Shell Solar mit einer jährlichen Kostenreduktion von 6% bei PV-Modulen; das entspricht einer Halbierung der Kosten in 11 Jahren. Parallel dazu ist auch mit weiter steigenden Wirkungsgraden zu rechnen.

Die zielgenaue Förderung der Photovoltaik ist ein essentieller Beitrag zur Erschließung dieser Kostendegressionspotenziale und damit auch zur Erschließung eines wichtigen Zukunftsmarktes.

Dazu müssen folgende Maßnahmen umgesetzt werden:

- PV- Anlagen müssen, sofern keine kostendeckende Vergütung durch das EEG erfolgt, zusätzlich durch die Vergabe zinsgünstiger Kredite gefördert werden. Deshalb unterstützt das Land Bayern das Auflegen eines 1 Mio. Dächerprogramms auf Bundesebene;
- Bayern muss auf eigenen Gebäuden und Schulen eine Vorreiterrolle bei der Installation von PV-Anlagen einnehmen; bis 2010 sind, mit Hilfe des EEG, alle weiterführenden Schulen mit Photovoltaikanlagen auszustatten;
- Dächer öffentlicher Gebäude werden Betreibergesellschaften zur Installation photovoltaischer Anlagen zur Verfügung gestellt. Das Land Bayern unterstützt die Aktion mit Materialien und Fördermitteln.

2.2.3) Erneuerbare Energien: Windenergie

Mit Hilfe ihrer Rotoren wandeln Windkraftanlagen die Strömung von Luft in mechanische Energie um, aus der dann - mit herkömmlichen Generatoren - Strom erzeugt wird. Gestützt auf die Förderung der Windenergie hat sich Deutschland, mit einer Vervielfachung der Installationszahlen von 1998 bis 2002, zum Vorreiter in Sachen Windenergie entwickelt.

Seit einigen Jahren zeigt sich deutlich die Entwicklung zu leistungsfähigeren Anlagen, so dass die durchschnittliche Leistung neu errichteter Anlagen heute über 1.400 kW pro Anlage beträgt (1998: 780 kW). Insgesamt waren Ende 2002 in Deutschland rd. 13.800 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 12.000 MW in Betrieb, lediglich 1,4% davon in Bayern (199 Anlagen mit insgesamt 152 MW).

Ein Jahr mit normalen Windverhältnissen vorausgesetzt, können aus den im Jahr 2002 installierten Windkraftanlagen etwa 22,5 TWh (rd. 1,9 Mio t RÖE) Strom erzeugt werden; das entspricht rd. 5% des deutschen Stromverbrauchs in 2000. Bei einer eingesparten Menge an CO₂ von 0,8 - 0,84 kg pro kWh Strom aus Windenergie [IER, 2001], [IG Bergbau, Chemie, Energie / MVMEV, 2001], [ISET, 2001] lassen sich so pro Jahr rd. 19 Mio. t CO₂ -Ausstoß vermeiden.

Das Stromerzeugungspotenzial der Windkraft in Deutschland wurde im Rahmen verschiedener Studien ermittelt. Demnach ließen sich in Deutschland (ohne Nutzung auf See, sog. Offshore-Nut-

zung) 374 - 461 PJ (rd. 9 - 11 Mio. t RÖE) Strom erzeugen [BMWi, 1994], [Kaltschmitt / Wiese, 1997]. Natürlich kann Bayern nicht mit den windstarken deutschen Küstenländern verglichen werden. Aber die technischen Neuerungen der letzten Jahre im Bereich der Windenergie ermöglichen unter den jetzigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Erneuerbare Energie Gesetz, EEG) auch in Bayern die Erschließung eines großen Windkraftpotenzials. Auch die Enquete-Kommission „Mit neuer Energie in das neue Jahrtausend“ des Bayerischen Landtages war einhellig der Meinung, dass Bayerns Windkraftpotenzial bislang unterschätzt wurde.



Abb. 1-3 : Windpark. Foto: NEG Micon.

Zahlreiche durchgeführte Messungen an Standorten von Windkraftanlagen bestätigen, dass die Annahmen im Windatlas des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie die tatsächlichen Windverhältnisse - teils deutlich - zu gering ausfallen^{<10>}. Die Ergebnisse der Messungen lassen ein langfristiges Ausbauziel von etwa 3.000 MW als vernünftig erscheinen. Dafür wären lediglich 10% der für die Aufstellung von Windkraftanlagen verfügbaren Fläche Bayerns nötig. Dieser Installationsumfang würde für die Erzeugung von rd. 4,5 Mrd. kWh Strom pro Jahr (über 6% des Bayerischen Stromverbrauchs in 2000) [Lehmann / Schindler, 2000] ausreichen und würde so eine Verringerung des CO₂ Ausstoßes von bis zu 3,8 Mio. t allein in Bayern bewirken^{<11>}.

Ziele und Maßnahmen

Der Ausbau der Windenergie in Bayern liegt weit unter dem Durchschnitt der Bundesländer. Dass dies nicht an den geringen Nutzungsmöglichkeiten in Bayern liegt, zeigt auch die Betrachtung der Nachbarländer.

10. „...Der Grund hierfür liegt wohl in der Tatsache, dass das statische Windfeldmodell des Deutschen Wetterdienstes (DWD) auf Stationen aufbaut, die vorwiegend in bebauten Gebieten liegen und in den Mittelgebirgen vorwiegend in Tälern. Es liegen jedoch auch theoretisch geeignete Windkraftstandorte in hoch gelegenen Freiland und an Geländekanten...“ [Enquete-By, 2003].

11. Es wird vom Betrieb innerhalb des deutschen Verbundnetzes ausgegangen, weshalb der Berechnung die bundesdurchschnittliche CO₂-Ersparnis der Windenergie von etwa 840 g CO₂ pro kWh zugrunde [IER, 2001], [IG Bergbau, Chemie, Energie / MVMEV, 2001], [ISET, 2001].

Die direkten Nachbarn Bayerns, insbesondere Sachsen, haben einen deutlichen Vorsprung im Ausbau der Windenergie. In Sachsen waren Ende 2002 etwa 23 Kilowatt Windenergie pro Quadratmeter Landesfläche installiert. In Hessen und Thüringen liegen die Werte bei etwa 12 kW/km², in Baden-Württemberg bei rd. 3 kW/km². In Bayern sind es nur 1,4 kW/km².

Bayern muss schnell den Anschluss an seine direkten Nachbarn finden. Selbst wenn das durchschnittliche Wachstum der letzten 4 Jahre (rd. 33% p.a.) bis zum Jahr 2010 kontinuierlich fortgesetzt wird, hätte Bayern damit erst den heutigen Stand der direkten Nachbarländern erreicht. Daher muss der Ausbau der Windenergie ambitionierter ausfallen. Bis zum Jahr 2010 ist ein durchschnittliches jährliches Wachstum von 40% anzustreben. Damit würde Bayern im Jahr 2010 eine installierte Leistung von rd. 1600 MW erreichen. Ein vernünftiges Langfristziel bis 2020 stellt das Erreichen der 3.000 MW Marke dar, was etwa einer 10%igen Erschließung des technischen Potenzials entspricht [BWE-LVBy, 1999], [Lehmann/Schindler, 2000], [ZREU,1997].

Darum muss:

- Bayern Windvorranggebiete für die Nutzung der Windenergie ausweisen, veröffentlichen und bei der Nutzung dieser Flächen Unterstützung leisten;
- der bayerische Windatlas aktualisiert werden, um verlässliche und realistische Standortplanung zu ermöglichen.

2.2.4) Erneuerbare Energien: Wasserkraft

Die über 100jährige Erfahrung in der Nutzung der Wasserkraft hat diese, mit 18% Anteil an der weltweiten Stromerzeugung (1998), zur bedeutendsten erneuerbare Stromerzeugungstechnologie gemacht. In Deutschland wurden 2001 knapp 5% des Nettostromverbrauchs der BRD aus Wasserkraft erzeugt, 90% davon in Bayern und Baden-Württemberg, die innerhalb Deutschlands über die besten Voraussetzungen für die Nutzung der Wasserkraft verfügen. Dementsprechend lag der Anteil der Wasserkraft an der bayerischen Stromversorgung im Jahr 2001 bei rund 19% [Staiß, F., 2003].

Die Anzahl der größeren Anlagen und deren Leistungsvermögen blieb in den 1990er Jahren nahezu konstant. Demgegenüber hat das Stromeinspeisungsgesetz (1991) bzw. das seit 2000 gültige Erneuerbare-Energien-Gesetz zu einer deutlichen Belebung bei den Kleinwasserkraftwerken geführt.

Angaben zum technischen Stromerzeugungspotenzial der Wasserkraft in Deutschland streuen recht stark, so dass, je nach Quelle, die Werte von etwa 25 - 35 TWh/a (rd. 2,2 - 3 Mio. t RÖE) reichen. Für Bayern werden technische Potenziale von rd. 14 - 16 TWh/a (1,2 - 1,4 Mio. t RÖE) angegeben. Davon sind in Bayern bereits 13 TWh/a erschlossen, so dass, gerade in Anbetracht der gegenläufigen Interessen von Umwelt- bzw. Gewässerschutz einerseits und Nutzung der Wasserkraft andererseits, nur noch wenige Optionen zu einem weiteren Ausbau bestehen.

Trotzdem kann, ohne den weiteren Zubau von Wasserkraftwerken, die Stromerzeugung bereits bestehender Kraftwerke durch Modernisierung und Instandsetzung noch um rd. 10% gesteigert werden. Darüber hinaus kann die systematische Reaktivierung von stillgelegten Kleinwasserkraft-

werken einen ökonomisch und ökologisch sinnvollen zusätzlichen Beitrag zur Energieversorgung leisten.



Abb. 1-4 : Kleines Wasserkraftwerk.

Ziele und Maßnahmen

Die aufgezeigte Möglichkeit einer Erhöhung der Energieproduktion aus Wasserkraft um 10% ist bis 2020 zu erreichen. Die Hälfte davon könnte bereits bis 2010 umgesetzt werden. Dazu müssen:

- Die Ertüchtigung bestehender Wasserkraftwerke durch die Vergabe zinsgünstiger Darlehen gefördert werden;
- Bestehende Großkraftwerke auf die Möglichkeiten zur Modernisierung hin geprüft werden;
- Die Erfassung des Potenzials, Neubau, Modernisierung und Wiederinbetriebnahme von Kleinwasserkraftwerken durch Vergabe von Forschungsmitteln, Fördermitteln und zinsgünstigen Krediten gefördert werden;
- Unterstützung und Förderung bei der Umsetzung von Ausgleichsmaßnahmen geleistet werden.

2.2.5) Erneuerbare Energien: Bio-Treibstoffe

Bio-Treibstoffe lassen sich aus Biomasse gewinnen, die ihrerseits chemisch gespeicherte Sonnenenergie ist. Biomasse kann aus verschiedenen Quellen stammen, z.B. Restholz aus der Durchforstung, Abfallholz aus der Holzverarbeitung, Ernterückstände, Grünmasse aus der Landschaftspflege sowie Reststoffe aus der Tierhaltung und Biogas aus organischen Reststoffen. Als weitere Quelle können auch gezielt Energiepflanzen angebaut werden. Weltweit trug die Biomasse in 1995 rd. 13% zur gesamten Energieversorgung bei [FAO/NL, 1995].

In Bayern wird Biomasse heute vorwiegend zur Wärmergewinnung genutzt, besonders gasförmige Brennstoffe (Bio-, Deponie-, und Klärgas, etc.) können aber auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

Die Angaben zur möglichen Energieerzeugung aus Biomasse in Bayern schwanken stark und bewegen sich in einem Bereich von 82 - 323 PJ/a (rd. 2 bis fast 8 Mio. t RÖE)^{<12>}. Legt man die von Staatsminister Josef Miller in seinem Bericht zur Nutzung der Biomasse veröffentlichte Einschät-

zung (7,2 Mio. t RÖE) zu Grunde^{<13>}, so ließen sich 15% des bayerischen Primärenergiebedarfs mit heimischer Biomasse decken. Der Arbeitskreis „Biogas“ des Landtechnischen Vereins in Bayern e.V. geht davon aus, dass rd. 4,5% - 5% des bayerischen Strombedarfs alleine aus Gülle, Feldfrüchten von freiwerdenden Futterflächen, Nebenprodukten, Rasenschnitt, Grüngut und weiteren Substraten aus der Ernährungswirtschaft erzeugt werden könnten.

Der Anteil der Biomasse am gesamten Primärenergieverbrauch (PEV) in Bayern beträgt heute 3,6%. Damit leistete die Biomasse im Jahr 2000 einen Beitrag von rd. 1,8 Mio t RÖE und war, noch vor der Wasserkraft (1,2 Mio. t. RÖE), der bedeutendste erneuerbare Energieträger in Bayern.



Abb. 1-5 : Holzhackschnitzel-Heizung. Foto: HDG Bavaria GmbH.

Ziele und Maßnahmen

Die aus Biomasse gewinnbare Primärenergie kann in Bayern binnen kurzer Zeit verdreifacht werden. Damit sollte eine Zielsetzung für 2010 die sein, den Beitrag der Biomasse in Bayern auf rd. 220 PJ/a (rd. 5,3 Mio. t RÖE) anzuheben. Damit könnten rd. 11% des Primärenergiebedarfs Bayerns aus Biomasse gedeckt und etwa 9,6 Mio. t CO₂-Emissionen^{<14>} eingespart werden.

Hohe Bedeutung kommt in Bayern der Nutzung von Biogas in KWK-Anlagen zu. Besonders der parallele Aus- und Aufbau von Wärmenetzen bietet dann die Möglichkeit, Biomasse mit hohen Wirkungsgraden zu nutzen^{<15>}. Auch Restholz kann energetisch sinnvoll zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Aufgrund des hohen Biomassepotenzials kann das Ziel für Bayern nur lauten: Biomasse statt Atomkraft!

Hierfür sind die erforderlichen Voraussetzungen zu schaffen, wozu u.a. folgende Maßnahmen nötig sind:

12. Das entspricht rd. 4 - 16% des derzeitigen bayerischen Primärenergiebedarfs.
13. Staatsminister Josef Miller in seinem Bericht zur Biomassenutzung in Bayern vom 05.07.2001 vor dem Ausschuss für Landesentwicklung und Umweltfragen des Bayerischen Landtages.
14. Dem Wert liegt die durchschnittliche CO₂-Emission aus dem Primärenergieverbrauch Bayerns zu Grunde.
15. Hier bietet sich auch die Kombination mit solarthermischer Wärmeerzeugung an.

- Unterstützung der Nutzung von Biomasse in der Energieerzeugung und –bereitstellung. Wichtig ist hier vor allem eine Vereinfachung und Verkürzung bei der Genehmigung von Biogasanlagen;
- Finanzielle Förderung der Biomasse-Verstromung;
- Finanzielle Förderung der Produktion von Bio-Brennstoffen zur Nutzung im Wärmebereich. Hier ist in Bayern insbesondere die Nutzung von Biomasse im Heizungsbereich (ähnlich zu Österreich) zu fördern; zusätzlich zu den Maßnahmen auf Bundesebene;
- Förderung der Einbindung von Biomasse-Kraftwerken in Nahwärmenetze.

2.2.6) Erneuerbare Energien: Geothermie

Die Temperatur der Erde nimmt in den oberen Erdschichten um etwa 3°C pro 100m Tiefe zu. Diese Wärme - sie stammt aus dem Erdkern - kann zur Bereitstellung von Wärme oder zur Stromerzeugung genutzt werden.

Obwohl die Anfänge der geothermischen Stromerzeugung weit zurück reichen (1904 - in Italien), wird die Geothermie in Deutschland bislang nur als Wärmequelle genutzt. Dies liegt einerseits am Mangel geeigneter Orte, andererseits auch an den niedrigen Temperaturen geothermaler Vorkommen in Deutschland, wodurch eine sinnvolle Nutzung bisher meist nur für die Wärmegewinnung möglich war.

In Deutschland sind zur Zeit etwa 18 größere thermalwassernutzende Anlagen mit Leistungen von 100 kW bis 20 MW Wärmeleistung in Betrieb. Insgesamt sind in Deutschland 60 MW erschlossen^{<16>}.

Bayern bietet in Deutschland das größte Potenzial zur Nutzung der hydrothermalen Tiefenwasser. Die Einschätzung der nachhaltig nutzbaren Potenziale streut sehr breit. Verschiedene Untersuchungen beziffern die jährlich gewinnbare Energiemenge auf rd. 8 bis 32 Mio. t RÖE; mehr als der jährliche Heizölverbrauch Bayerns (rd. 6 Mio. t in 2000) oder rd. 16% bis 65% des bayerischen Primärenergiebedarfs [Kaltschmitt/Wiese, 1993], [Clauser, 1998], [BStmWVT, 2002].

Weitere Verfahren der geothermischen Energiegewinnung sind in der Forschungs- und Erprobungsphase. So ist für den November 2003 die Inbetriebnahme eines vom BMU geförderten geothermischen Kraftwerkes im mecklenburgischen Neustadt-Gewe geplant. Die Anlage nutzt den ORC-Prozess (Organic Rankine Cycle) um Strom für die 7400 Einwohner der Stadt aus 98°C heißem Thermalwasser (2200 Meter Tiefe) zu produzieren.

Besonders im Hinblick auf das hohe bayerische hydrothermale Potenzial und bereits heute ausgereifte technische Verfahren zur Erschließung dieser Ressourcen kann man die Geothermie als ungenutzte Energie Bayerns bezeichnen.

Ziele und Maßnahmen

Die Nutzung dieser Energie der Zukunft muss durch folgende Maßnahmen unterstützt werden:

16. In Bayern 40 MW, derzeit aber nur 18 MW genutzt, in Simbach/Braunau, Straubing und Erding

- Finanzielle Förderung von Demonstrationsanlagen;
- Vergabe von Forschungsmitteln durch das Land Bayern;
- Verstärkung der Geothermie in Forschung und Lehre.

2.3) Wirtschaftliche Aspekte

Die Kosten für EE-Technologien sind sehr unterschiedlich. Zu einem großen Teil werden die Kosten vom Produktionsvolumen beeinflusst, so dass Massenproduktion ein Schlüssel zu geringeren Kosten ist. Ein gutes Beispiel für die Fortschritte der vergangenen 15 Jahre ist die Windenergie: Sie entwickelte sich, besonders unter dem Einfluss des EEG, von einer subventionsbedürftigen zur wirtschaftlichen Technologie. Auch die Stromerzeugung aus Biomasse - eine der großen Zukunftschancen für Bayern, ist bereits wirtschaftlich. Im Bereich der PV hat etwa eine Halbierung der Kosten stattgefunden. Die Bundesweit kostengünstigsten Standorte für PV liegen, aufgrund der guten klimatischen Bedingungen, in Bayern.

Erneuerbare Energien bedeuten die Nutzung heimischer Reserven und somit Stärkung der inländischen Wirtschaft. Der gesamte Inlandsumsatz der erneuerbaren Energien wird für 2001 auf rd. 8,2 Mrd. Euro geschätzt, wovon etwa 3 Mrd. aus dem Betrieb der Anlagen erwirtschaftet wurden und rund 5,2 Mrd. auf den Anlagenbau entfielen [Staiß, F., 2003].

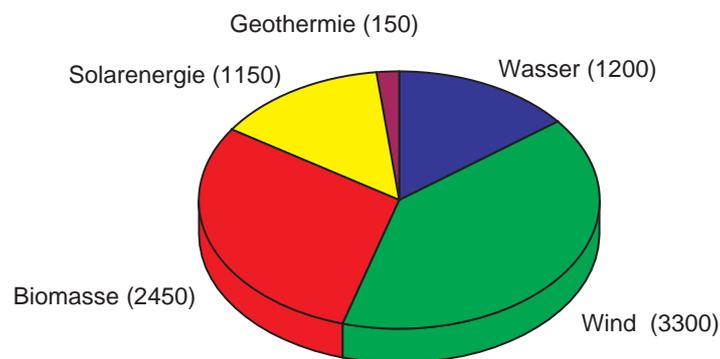


Abb. 1-6 :Gesamtumsatz erneuerbare Energien in 2001, in Euro. Quelle: [Staiß, F., 2003].

Der wirtschaftliche Nutzen der erneuerbaren erstreckt sich auf viele Bereiche der Wirtschaft, vom produzierenden Gewerbe (z.B. Anlagen- u. Maschinenbau) über Handel bis zum Handwerk.

Bayern profitiert jetzt schon davon: Handwerk und Handel durch die überdurchschnittlichen Erlöse der Solarenergie in Bayern, Landwirtschaft und Anlagenbau durch die gute Entwicklung bei der Biomassenutzung, Bayerische Zulieferer durch den Windkraftboom; z.B. Pfeleiderer und Heilit & Wörner (Turmbau), Alstom (Transformatoren, Mittelspannungsanlagen), Siemens und Loher (Generatoren), Gusstec und Weiherhammer (Gussteile) und FAG Kugelfischer (Lager).

Technologie	Status	Weitere Entwicklung
Solarthermie	2001: Wachstum über 40%. Umsatz rd. 650 Mio. Euro. Rd. 11.000 Beschäftigte.	2010: Umsatz rd. 7 Mrd. Euro. Rd. 101.000 Beschäftigte.
Photovoltaik	2001: Wachstum rd. 46%. Umsatz rd. 450 Mio. Euro. Rd. 7.000 Beschäftigte. 40% inländische Produktion.	Weiter starkes Wachstum. Bis 2005 kann inländischer Bedarf aus heimischer Produktion gedeckt werden. Langfristig Export von Solarzellen angestrebt.
Windenergie	2002: Wachstum >20%. Umsatz rd. 3,8 Mrd. Euro. Rd. 45.000 Beschäftigte. Deutsche Hersteller halten international Spitzenplätze.	Weiter starkes Wachstum. Ausweitung des Exportmarktes. Anstieg der Beschäftigung. Einstieg in die Offshore-Nutzung.
Biomasse	2003: Biomasse stellt über 50% der EE in Deutschland. Rd. 50.000 Arbeitsplätze. Fast 18 Mio. t CO ₂ Einsparung.	2010: 4 mal so viel Energie aus Biomasse. 85 Mio. t CO ₂ Einsparung. Deutlicher Beschäftigungsgewinn.
Wasserkraft	Reaktivierung und Modernisierung von Kleinwasserkraftwerken durch EEG gefördert. Zahl der aktiven Anlagen auf rd. 5.000 gestiegen.	Weitere Reaktivierungen und Modernisierung bestehender Anlagen zu erwarten.
Geothermie	Wieder Zuwachs bei Wärmepumpen seit 1999. 40% Wachstum bei Neuanlagen in 2001. Umsatz rd. 150 Mio. Euro. Rd. 2500 Beschäftigte.	Weiter Wachstum bei Wärmepumpen erwartet. Anschub durch Zukunftsinvestitionsprogramm der Bundesregierung rückt geothermale Stromerzeugung in Deutschland in greifbare Nähe.

Tabelle 1-1 : Status und mögliche weitere Entwicklung verschiedener erneuerbarer Energietechnologien. Quellen: [Bundesverband Windenergie e.V., 2003], [ARGE Solarwirtschaft, 2001], [Staiß, F., 2003].

Mit jährlichen Wachstumsraten von rd. 50% (z.B. Photovoltaik) stellen die erneuerbaren Energien den derzeit dynamischsten Markt und entsprechend große Zukunftschancen dar. Die Weiterführung und Verstärkung des Ausbaus erneuerbarer Energien ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für Bayern. Beim Ausbau der Windenergie in Bayern fließen beispielsweise 40%-50% der Investitionen an bayerische Unternehmen. Hinzu kommt die Stärkung des ländlichen Raums, z.B. durch Pachteinnahmen, Anlagenbeteiligungen bzw. Eigenbetrieb und Ansiedlung innovativer Unternehmen.

Auch in Zukunft wird weiterhin mit einem starken Wachstum der erneuerbaren Energietechnologien gerechnet. Dem kommt zu Gute, dass die Kosten, besonders bei beginnender Massenproduktion der heute noch teuren Technologien, weiterhin fallen werden.

Gleichzeitig vermindern erneuerbare Energien die Importabhängigkeit durch die Nutzung einheimischer Quellen und führen durch die Vermeidung von Luftschadstoffen und negativen Klimaeffekten insgesamt zu volkswirtschaftlichen Vorteilen^{<17>}.

Schaffung von Arbeitsplätzen

Die meisten erneuerbaren Energietechnologien sind arbeitsintensiver als fossile Energietechnologien und schaffen zusätzliche inländische Arbeitsplätze. Im Jahr 2001 waren insgesamt etwa 130.000 Menschen direkt und indirekt im Bereich der erneuerbaren Energien beschäftigt [FNR, 2003].

Für die im Weißbuch der EU formulierten Ausbauziele (EU-weite Verdopplung bis 2010) werden für den Zeitraum 1997 bis 2010 Nettoinvestitionsausgaben in Höhe von schätzungsweise 95 Mrd. Euro europaweit erforderlich sein. Gleichzeitig würde der Anteil der importierten Brennstoffe - und damit auch die Kosten dafür - um 17% zurückgehen. Diese Maßnahmen könnten dabei brutto 500.000 bis 900.000 neue Arbeitsplätze schaffen^{<18>} [EU, 1998].

Bis zum Jahr 2010 ist es mit großen politischen Anstrengungen möglich, den Beitrag der erneuerbaren Energien europaweit zu verdreifachen und so einen rd. 20% Anteil der Erneuerbaren an der Energieversorgung der Europäischen Union zu erreichen. Von den daraus entstehenden rd. 110 Mrd. Euro Investitionen würden mindestens 20 Milliarden Euro auf den Export entfallen. Insgesamt könnten unter diesen Annahmen brutto rd. 2 Millionen neue Arbeitsplätze entstehen. Die größten Beschäftigungseffekte sind dabei in den Bereichen der Biomassenutzung und der passiven Sonnenenergienutzung (Bauwirtschaft) zu verzeichnen [Eurosolar, 1997a]. Dies bedeutet eine große Chance, die Kompetenz bayerischer Unternehmen europaweit zur Geltung zu bringen, wenn dieser Markt rechtzeitig erkannt und erschlossen wird.

In vielen Studien wurden die Beschäftigungseffekte aufgrund des verstärkten Einsatzes regenerativer Energieträger und der Reduktion der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland untersucht. Abhängig von der Methodik und dem Blickwinkel streuen die Angaben zu den Arbeitsplatzeffekten recht stark. Die Mehrzahl der Studien zeigen aber deutlich positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, also einen Zugewinn an Arbeitsplätzen. Hier gehen die Einschätzungen von wenigen Zehntausend bis zu einem Netto-Zuwachs von 1,5 Mio. Arbeitsplätzen [DIW, 1995], [RWI/Ifo, 1996], [Eurosolar, 1997], [Greenpeace, 1994 u. 1997], [Hohmeyer, 1998], [IER, 1997], [Meyer et.al., 1997], [Öko-Institut, 1996], [Pfaffenberger, 1998], [Mohr et. al., 1998].

Selbst konservativ angelegte Studien wie z.B. die von Prognos, eine Studie also, in der bewusst niedrig angesetzte Annahmen für den Arbeitsplatzzuwachs zu Grunde gelegt wurden, zeigen für die BRD einen Netto-Zugewinn an Arbeitsplätzen von etwa 132.000 für 2010 und rd. 194.000 für das Jahr 2020, bei einer dann 40%igen Reduktion der Treibhausgas-Emissionen [Prognos, 2001].

Die Zunahme der Arbeitsplätze in einer Region hängt von den örtlichen Rahmenbedingungen ab. Legt man die Zahlen von Prognos zu Grunde, so könnten in Bayern, eine gleichmäßige Verteilung

17. Die sozialen (externen) Kosten fossiler Elektrizitätserzeugungssysteme liegen nach einer Untersuchung von Olaf Hohmeyer bei mindestens 2 bis 4,6 Cent pro Kilowattstunde und 5 bis etwa 11 Cent pro kWh bei der Atomkraft. Dagegen hat die Nutzung der erneuerbaren Energien einen Nettonutzen für die Gesellschaft (also vermiedene Kosten) von 3 bis 6 Cent (Windenergie) oder 3,6 bis fast 9 Cent (Photovoltaik) [Hohmeyer, 2002].

18. Brutto bedeutet: ohne Betrachtung der in der traditionellen Energiewirtschaft verlorengegangenen Arbeitsplätze

vorausgesetzt^{<19>}, Arbeitsplätze in einem Umfang von etwa 26.000 bis 32.000 bis 2010 und rd. 39.000 bis 45.000 bis 2020 durch den Klimaschutz entstehen; basierend auf der Maximalabschätzung (1,5 neue Arbeitsplätze bis 2020), ließen sich in Bayern bis zu 300.000 in 2020 schaffen.

Die Arbeitsplätze im Bereich der produzierenden Industrie entstehen natürlich nur dort, wo durch entsprechende Industriepolitik die Ansiedlung solcher neuer Technologiefirmen gefördert wird. Dementsprechend wird der auf Bayern entfallende Anteil der neu entstehenden Arbeitsplätze in starkem Maße von der bayerischen Wirtschafts- und Energiepolitik der Zukunft abhängen.

19. gleichmäßige Verteilung bedeutet hier das Umlegen der Arbeitsplatzeffekte auf den Bevölkerung- bzw. Flächenanteil Bayerns innerhalb der BRD.

3 Energieeffizienz

Die Steigerung der Energieeffizienz und die weitere Einführung der erneuerbaren Energien müssen gleichzeitig und gleichrangig erfolgen. Nur dann lassen sich die Synergieeffekte - energiesparendes Verhalten bzw. der Einsatz energiesparender Geräte wegen der Versorgung aus EE und eine geringerer Installationsaufwand wegen geringeren Energieverbrauchs - vorteilhaft nutzen. Besonderes Augenmerk muss dem im Gebäudesektor zukommen, da hier, bei ohnehin anstehenden Reparatur- oder Sanierungsmaßnahmen, erneuerbare Energiesysteme und Steigerung der Energieeffizienz kostengünstig kombiniert werden können. Die vielen, mit keinen oder nur geringen Kosten umsetzbaren, Möglichkeiten der effizienteren Energienutzung ermöglichen - durch die oben erwähnten Synergien - bei manchen Anwendungen Kostenneutralität im Vergleich zu einer konventionellen Versorgung bei hohem Energiebedarf.

Im Folgenden werden die Möglichkeiten zur Energieeinsparung im Gebäudesektor und durch neue bzw. effizientere Technologien erläutert.

3.1) Gebäudesektor

Ein erheblicher Anteil des Energieverbrauchs in Deutschland entfällt auf den Sektor der privaten Haushalte und dort im Besonderen auf den Wärmebedarf von Gebäuden.

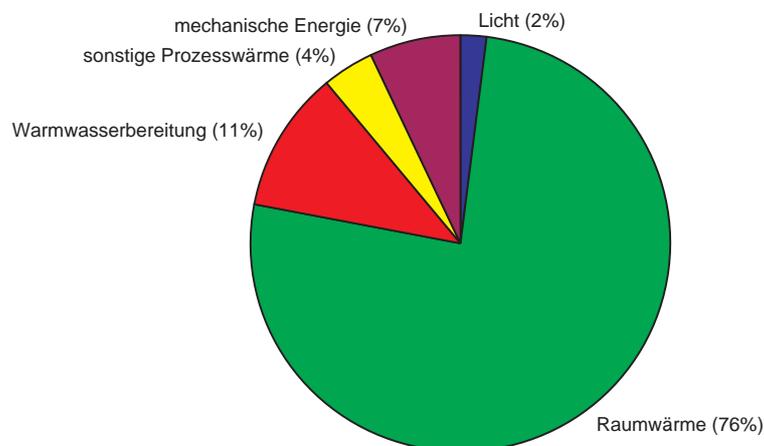


Abb. 1-7 : Struktur des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte in der BRD im Jahr 2000. Quelle: [Enquete-BT, 2002].

Der Sektor der privaten Haushalte trägt mit etwa 28% zum gesamten Endenergieverbrauch Deutschlands bei [Enquete-BT, 2002]. In Bayern liegt der Anteil mit rd. 30% etwas höher.

Etwa zwei Drittel der Energie werden in den privaten Haushalten für die Bereitstellung von Raumwärme verbraucht. Von den rd. 45% der gesamt-bayerischen CO₂ Emissionen, die durch den Sektor der Privathaushalte und Kleinverbraucher verursacht werden, entfällt mehr als die Hälfte (etwa 24% der Gesamtemissionen) auf die privaten Haushalte. Zum Vergleich: etwa 13% im Bundesdurchschnitt in 2000.

Etwa die Hälfte der 480 Mio. m² Wohnfläche in Bayern entfällt auf bis 1968 errichtete Gebäude, Häuser also, bei denen keinerlei Augenmerk auf Wärmeschutz gelegt wurde. Sie verursachen über 60% der CO₂-Emissionen dieses Sektors. Erst in der Folgezeit führten Verbesserungen des bautechnischen Standards und höhere Anforderungen an den Wärmeschutz zu einem Rückgang des Wärmebedarfs.

Besonders deutlich wird dies anhand der Entwicklung des spezifischen Heizwärmebedarfs^{<20>} des bundesdeutschen Wohnungsbestandes. Im Jahr 1977 lag der Heizwärmebedarf des Wohngebäude-durchschnitts bei etwa 31 Liter Heizöl pro Quadratmeter und Jahr [Heinloth, 1997] und ging bis 1998 auf etwa 20 l/m² im Jahr zurück. Viele in Deutschland existierende Wohngebäude nach Niedrigenergiehaus-Standard zeigen, dass ein Heizwärmebedarf von nur 3 l Heizöl pro m² und Jahr bei Neubauten ohne deutlich höhere Kosten und in konventioneller Bauweise erzielbar ist; eine Verringerung um 85% im Vergleich zum Durchschnittsverbrauch des Wohngebäudebestandes in 1998. Dem trägt die Energiesparverordnung 2000 durch eine weitere Reduzierung des maximalen Heizenergiebedarfs um rd. 30% bei Neubauten Rechnung.

3.1.1) Gebäudesanierung

Zwar zeigt die Entwicklung des Energieverbrauchs im Gebäudesektor die enormen Fortschritte bei der Wärmedämmung von Neubauten. Gleichzeitig weisen sie jedoch auch auf die hohen Einsparpotenziale im Bereich der Altbauten sowie die Notwendigkeit zur Erschließung dieser Potenziale hin.

Auch im Jahr 2000 entfallen noch mehr als 60% der CO₂ -Emissionen der bayerischen Wohngebäude auf die bis 1968 errichteten Bauten.

Errichtung der Gebäude	Anteil an der Gesamt-Wohnfläche	Anteil an den gesamten CO ₂ -Emissionen
bis 1968	48%	61%
1969 - 1983	28%	26%
1984 - 1995	17%	10%
seit 1995	7%	3%

Tabelle 1-2 : Vergleich des Wohnflächenanteils und des Anteils der CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung des Baujahres der Gebäude [Mauch, 2000].

Auch wenn in der Zeit von 2005 bis 2020 mit einem Zubau von etwa 80 Mio. m² Wohnfläche gerechnet wird, wobei ein Teil des Altbaubestandes durch Abriss entfällt, wird dies nach Einschätzung der

20. Das ist die Energiemenge (in kWh), die ein Gebäude pro Quadratmeter Wohnfläche im Jahr für Heizzwecke verbraucht.

Enquete-Kommission „Mit neuer Energie in das neue Jahrtausend“ des Bayerischen Landtages zu keiner erheblichen Änderung der CO₂ Emissionen der Wohngebäude führen.

Für eine Absenkung der CO₂ Emissionen ist die energetische Sanierung der Altbauten notwendig. Durch die Verbesserung des Wärmeschutzes und der Heizungs- und Regelungstechnik kann auch bei Altbauten der Heizwärmebedarf auf das Niveau guter Neubauten nach aktuellem Wärmedämmstandard - oder darunter - gesenkt werden.



Abb. 1-8 : Energiespareffekte verschiedener Dämmmaßnahmen.

Eine Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener Wärmedämmmaßnahmen durch das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) in Darmstadt ermittelte Verringerungen der Wärmeverluste für einzelne Gebäudebauteile von 10% bis 90% durch Wärmeschutzmassnahmen bzw. Austausch gegen besser wärmedämmende Bauteile [Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, 2001a und 2001b]. Auch das Schließen der Thermostatventile während Abwesenheitszeiten kann der Untersuchung zu Folge den Heizenergiebedarf um bis zu 10% senken. In mehreren Studien wird ein technisches Einsparpotenzial im Wohngebäudebestand von etwa 70% beschrieben, wobei eine Studie von der Erschliessbarkeit dieses Potenzials bis 2050 ausgeht [IWU, 1989], [Ebel u.a., 1996], [Kleemann u.a., 2002].

Zahlreiche Praxisbeispiele belegen mögliche Einsparungen um etwa 70%. Einige Beispiele hierfür finden sich in unten stehender Tabelle.

Legt man 70% Einsparung zu Grunde, so ließe sich alleine durch die energetische Sanierung des bayerischen Wohngebäudebestandes eine Verringerung des CO₂ -Ausstosses um etwa 16,5 Mio. t pro Jahr erreichen. Dies würde die gesamte CO₂ Bilanz Bayerns um rd. 16% verringern.

Gebäudetyp, Baujahr	Wohnfläche m ²	Standort	Spez. Heizenergiebedarf vor Sanierung kWh/m ² *a	Spez Heizenergiebedarf nach Sanierung kWh/m ² *a	Einsparung %
MFH, Punkt- haus in Betons- skelett- Bauweise, 1965	1926	Karlsruhe- Waldstadt	187	52	72
MFH, Reihen- haus mit 25 cm Bimssteinmau- erwerk, 1939		Ludwigsha- fen	187	57	70
MFH Doppel- block, 1967	884	Hamel- Afferde	154	44	71
großes MFH	1968	Hildesheim- Sarstedt	160	55	66
MFH-Zeile, 1909	3200	Köln	275	55	80

Tabelle 1-3 : Beispiele für die energetische Sanierung von Altbauten. Quelle: [WWF; 2001].

Sanierungsstrategie

Es gibt keine allgemeingültige Regel für die beste Vorgehensweise bei der energetischen Sanierung von Altbauten.

Ziel der energetischen Sanierung ist die Verringerung des Energiebedarfs, vornehmlich im Bereich der Gebäudebeheizung. Hierzu müssen Schwachstellen (erhöhter Energieverbrauch) lokalisiert und beseitigt werden. Geeignete Maßnahmen sind die Verbesserung der Wärmedämmung und der Luftdichtigkeit der Gebäudehülle, der Einbau von Isolier- oder Wärmeschutzverglasung, sowie die Erneuerung der Heizungsanlage. Dabei sollte auch die Steigerung der solaren Gewinne und der Einbau aktiver Systeme zur Sonnenenergienutzung die Regel sein. Bei einer Komplettsanierung kann dies als Maßnahmenbündel durchgeführt werden, was gleichzeitig durch die Abstimmung der Maßnahmen aufeinander zu einer Kostenersparnis führt. Vielfach kann eine ohnehin anstehende Reparatur-/Sanierungsmaßnahme zur energetischen Sanierung genutzt werden. Auch dies verringert die Kosten. Aus der mittleren Lebensdauer von Dächern und Gebäudefassaden^{<21>} ergibt sich, dass gerade bei vielen der Altbauten innerhalb der nächsten Jahre bauliche Maßnahmen anstehen. Diese müssen zur energetischen Sanierung genutzt werden, wenn kein unnötiger Zeitverlust und Kostenzuwachs entstehen soll.

Bei altersbedingtem Austausch der Heizungsanlage sollten nicht nur - aus oben genanntem Grund - auch mögliche Dämmmaßnahmen überprüft werden, sondern es sollte auch die Nutzung erneu-

21. Für Dächer 15 Jahre bei Flachdächern mit Eindeckung auf der Dämmung und Kiesschutzschicht bzw. bis 50 Jahre bei Tondachziegeln oder Betondachsteinen. Für Fassaden liegen die Werte bei 50 Jahren für Zementputz und Kalkzementputz, bei 55 Jahren für Asbestzementplatten, 90 Jahre bei Ziegelverblendern und 65 Jahre für Kalksandsteinverblender, Quelle: [Lehmann, Stanetzky, 2000].

erbarer Energien, z.B. einer solarthermischen Anlage, erwogen werden. In den seltensten Fällen wird sich in absehbarer Zeit eine ähnlich kostengünstige Gelegenheit ergeben, da oft die Mehrkosten einer solarthermischen Anlage durch eine passend dazu ausgewählte Heizungsanlage^{<22>} bzw. die Mehrfachnutzung ohnehin anzuschaffender Komponenten (z.B. Warmwasserspeicher) deutlich reduziert werden können. Auch die Neueindeckung des Dachs bietet eine kostengünstige Gelegenheit zur Installation von Solarkollektoren zur Warmwasserbereitstellung oder Solarzellen zur photovoltaischen Stromerzeugung.

Weitere Einsparmöglichkeiten - hier sowohl im Altbau als auch im Neubau - sind durch energiebewusstes Nutzerverhalten gegeben. Verschiedene Studien zeigen ein erzielbares Einsparpotenzial von rd. 30% sowohl im Bereich der Haushalte als auch bei den Kleinverbrauchern.

Ziele und Maßnahmen:

Es lassen sich in Bayern bis 2020 Einsparungen von rd. 28% im Bereich der Raumwärme durch energetische Sanierung der Gebäudehüllen erreichen^{<23>}. Das würde einer Einsparung von etwa 38 TWh pro Jahr (3,3 Mio. t Erdöläquivalent) oder gut 9% des derzeitigen gesamten Endenergieverbrauchs Bayerns bedeuten. Der hohe Anteil an Wohneigentum in Bayern erleichtert dabei die Erreichung des Ziels, da weniger Eigentümer/Nutzer-Konflikte auftreten^{<24>}. Der Nutzen bei der Verringerung der CO₂-Emissionen ist dabei leicht höher einzuschätzen, da hauptsächlich Mineralöl und Gas eingespart werden. Für die zu treffenden Maßnahmen bedeutet dies:

- Anpassen des Landesbaurechts an die Zielsetzung;
- Verstärkte Aufklärung von Hausbesitzern über energetische Altbausanierung;
- Förderung der Aus- und Weiterbildung im Handwerk;
- Förderung von Energieberatung für Einzelobjekte (möglicherweise Anrechnung der Kosten bei tatsächlich durchgeführten Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmedämmstandards);
- Anheben der energetischen Sanierungsrate bei Altbauten. Hier wäre es sinnvoll, eine progressive finanzielle Förderung von Gesamtkonzepten einzuführen. So könnte die Förderhöhe vom erreichten spezifischen Energieverbrauch oder der Kombination von energetischer Sanierung und gleichzeitiger Installation regenerativer Energiesysteme abhängig gemacht werden;
- Finanzielle Förderung des Umstiegs auf rein regenerative Heizungssysteme (beispielsweise Kombination von Solarthermie und Biomasse-befuerter Heizung);
- Stärkung der Bewusstseinsbildung für energiesparendes Nutzerverhalten;
- Förderung von Wärmedämmmaßnahmen in Neubau, die über das gesetzlich vorgeschriebene Minimum hinaus gehen;

22. Heutzutage sind am Markt zahlreiche ausgezeichnete Kombianlagen verfügbar, die moderne Brennwerttechnik für Öl oder Gas mit der Nutzung von Solarkollektoren verbinden und von vornherein dementsprechende Regeltechnik und Speichersysteme mitbringen.

23. Siehe dazu auch [Kleemann u.a., 2002].

24. Die energetische Sanierung im Mietwohnbereich wird auch dadurch gehemmt, dass der Eigentümer die Maßnahmen durchführen muss, der Mieter aber der Nutznießer (z.B. in Form geringerer Heizkosten) ist.

- Stärkung der Vorbildfunktion durch energetische Sanierung öffentlicher Gebäude durch Einhalten des NEH-Standards bei Neubauten der öffentlichen Hand;
- Bundesratsinitiative des Landes Bayern zur verstärkten Erschliessung der Einsparpotenziale durch verbesserten Wärmeschutz im Wohngebäudebereich^{<25>}.

3.1.2) Solarsiedlungen

Nach dem heutigen Stand der Technik können Gebäudegruppen vollständig mit Solarenergie versorgt werden. Durch die Kombination von wärmetechnischen Maßnahmen und passiv-solaren Entwurfsprinzipien kann der Energiebedarf so weit gesenkt werden, dass Sonnenkollektoren und Biomasse-befeuerte Heizwerke, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder Wärmepumpen die energetische Lücke schließen können. In verschiedenen Regionen Europas kann, wie u.a. das Nullenergiehaus in Freiburg zeigt, in vielen Fällen auf eine aktive Energieversorgung ganz verzichtet werden.

Ziele und Maßnahmen

Ziel muss es sein, einen möglichst hohen Energiegewinn durch passive Nutzung der Sonnenenergie zu erreichen.

Nachhaltigkeit im Wohnungsbaubereich muss, unter Einbeziehung der Aspekte der Ökologie, Ökonomie, Sozialverträglichkeit und Gestaltungsqualität, der langfristigen Sicherung attraktiver – und damit auch wertvoller – Baugebiete dienen.



Abb. 1-9 : Solarsiedlung Gneis, Photo: Gemeinnützige Salzburger Wohnbauges.m.b.H.

Das Konzept der Solarsiedlungen sollte dementsprechend, über die rein energetische Seite hinaus, einem ganzheitlichen Ansatz der Ressourcenschonung, bei gleichzeitiger Berücksichtigung städtebaulicher und sozialer Aspekte folgen, mit dem Ziel umweltverträgliches Bauen und eine nachhaltige Siedlungsentwicklung zu fördern. Die feste Verankerung des Nachhaltigkeitsgedankens in der Bauwirtschaft kann nur gelingen, wenn eine hohe Nutzerakzeptanz erreicht wird. Es darf also nicht

25. Da Gebäudesanierung häufig bei Besitzwechsel stattfindet, können hier geeignete Anreize im Bereich der Erbschafts- und Grunderwerbssteuer geschaffen werden.

der Fehler gemacht werden, Solarsiedlungen als technologische Demonstrationsprojekte aufzufassen und zu planen. Vielmehr muss ein Lebensraum geschaffen werden, der von den Bewohnern als angenehm und komfortabel empfunden wird.

Integrative Planung ist der Schlüssel zu einer erfolgreichen Umsetzung und bedingt einen intensiven Wissens und Erfahrungsaustausch aller Projektbeteiligten.

Auf Länderebene kann die Einführung von solarer Architektur mit sehr vielen Maßnahmen gefördert werden.

- Finanzielle Förderung von Demonstrationsvorhaben, Fortbildung und Aufklärung;
- Ausweisen von attraktiven Neubaugebieten als „Solarbau-Flächen“ (beispielweise 70% der Fläche vorrangig für „Solarbauten“ reservieren) und entsprechende finanzielle Förderung der Bauprojekte;
- Anpassung der Bauverordnungen und Gesetze an die Notwendigkeiten der solaren Architektur, beispielsweise in der Gestaltung und Ausrichtung der Gebäude;
- Die öffentliche Hand muss bei allen eigenen Neubauten und bei allen Modernisierungen beispielhafte Eigeninitiativen durchführen;
- Ausweisen der Solarstrahlungsdaten von Neubaugebieten;
- Auflegen eines Landesförderprogramms „100 Solarsiedlungen“.

3.1.3) Neubauten

Obwohl die größten Einsparpotenziale im Bereich der Altbauten liegen, dürfen die im Neubaubereich liegenden Möglichkeiten zur Energieeinsparung nicht unberücksichtigt bleiben. Zwar hat sich hier, mit ständiger Erhöhung der Wärmeschutzvorgaben durch den Gesetzgeber (WsVO 1995, EnEV 2000), bereits viel getan. Angesichts der aus der Praxis gewonnenen Erfahrungen bei Niedrigenergie- und Passivhäusern kann hier jedoch noch mehr erreicht werden. So hat sich gezeigt, dass Neubauten mit einem spezifischen Heizwärmebedarf von 40 kWh pro Quadratmeter und Jahr ($\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{a}$) durchaus zu marktkonformen Preisen zu errichten sind.

Ziele und Maßnahmen

Grundsätzlich muss angestrebt werden, dass der Großteil der Neubauten sich mehr an dem wirtschaftlich Möglichen denn an den gesetzlichen Mindestvorgaben orientiert. Als Zielsetzung sollte eine Verringerung des spezifischen Heizenergiebedarfs bei Neubauten auf höchstens 40 kWh/m^2 pro Jahr (4 Liter Heizöl pro m^2 und Jahr) bis 2010 und eine weitere Halbierung, auf dann 20 kWh/m^2 pro Jahr (2 Liter Heizöl pro m^2 und Jahr), bis 2020 angestrebt werden^{<26>}. Dazu sollte(n):

26. Die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages geht zwischen 2010 und 2020 von einem zulässigen Jahresheizenergiebedarf von rd. 50 kWh/m^2 aus. In der Folgezeit (ab 2020) liegt dieser Wert dann bei etwa 18 kWh/m^2 pro Jahr [Enquete-BT, 2002].

- die Mehrkosten für verbesserten Wärmeschutz in Bayern über Zuschüsse und zinsgünstige Darlehen gefördert werden;
- ein Teil der bayerischen Neubaugebiete (z.B. 30% bis 2010 und 50% bis 2020) für solche Gebäude reserviert werden („Solarer Kernbereich“). Hierdurch kann auch eine Impulswirkung auf die übrigen Hausbauer ausgehen);
- alle öffentlichen Neubauten in Bayern ab sofort in Niedrigenergiehaus-Standard errichtet werden (mit nicht mehr als 40 kWh/m² pro Jahr), mit einer weiteren Halbierung des Verbrauchs bei öffentlichen Neubauten ab 2010;
- die Anforderungen dem technischen Stand entsprechend kontinuierlich weiterentwickelt werden;
- verbesserte Kontrolle der Neubauten die Einhaltung der Standards sicherstellen.

3.2) Effiziente Umwandlungstechnologien

Der Bereich der effiziente Umwandlungstechnologien ist deutlich vielfältiger als hier dargestellt. Im folgenden werden nur zwei Technologien kurz angerissen, denen in eine Schlüsselfunktion im schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen bzw. bei einer stark erweiterten Nutzung der erneuerbaren Energien zukommt.

3.2.1) Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

In Bayern ist der Anteil von Kraft-Wärme gekoppelten Anlagen in der Energieerzeugung nur etwa halb so hoch wie im bundesdeutschen Durchschnitt. Dabei bieten KWK-Anlagen (mit Wirkungsgraden bis zu 90%) erhebliche Möglichkeiten zur Reduktion der CO₂-Emissionen und ermöglichen zudem einen schonenderen Umgang mit Ressourcen. Da in KWK-Anlagen Strom und Wärme parallel zueinander erzeugt werden, macht diese Technologie nur Sinn in Verbindung mit ortsnahen großen Einzelabnehmern für Wärme oder Wärmenetzen. Dadurch sind größere Anlagen insbesondere für die Ebene der kommunalen Energieversorgung oder als Stadtteilkraftwerk geeignet. Auch der Einsatz von Kleinstanlagen in Einzelobjekte, z.B. kleine Motor-BHKW und Nutzung von Biomasse und in Zukunft Brennstoffzellensysteme, kommt in Betracht.

Ziele und Maßnahmen

Ziel für Bayern sollte eine Verdopplung des Stromaufkommens aus KWK bis 2010 und Verdreifachung bis 2020 sein. Neben der Unterstützung der bereits auf Bundesebene eingeschlagenen Richtung (KWK Gesetz) sollten die bereits bei der Biomasse (4.2.5) vorgestellten Maßnahmen umgesetzt werden.

3.2.2) Virtuelle Kraftwerke

Die regenerative Energieversorgung ist auch damit verbunden, dass viele, weiträumig verteilte Energieerzeuger wenige, zentrale Großkraftwerke ersetzen. Dieser Verbund dezentraler Einheiten

kann mittels moderner Kommunikationstechnologie gekoppelt und - entsprechend dem Energiebedarf und -angebot - gesteuert werden. So entsteht ein „virtuelles“ Kraftwerk.

Ziele und Maßnahmen

Parallel zum Ausbau der Erneuerbaren muss die notwendige Technologie und Infrastruktur für virtuelle Kraftwerke entwickelt und implementiert werden. Dazu muss:

- Forschung im Bereich der virtuellen Kraftwerke gefördert werden;
- Die Förderung von Demonstrationsprojekten gewährleistet sein.

3.3) Einsparmöglichkeiten im Stromsektor

Seit langem sind technische Lösungen mit hohem Stromsparerpotenzial bekannt und erprobt. Bisher wurden die durch Markteinführung energiesparender Geräte erreichten Einsparungen durch die stark gestiegene Anzahl von elektrischen Geräten in den Haushalten (Ausstattung) und zusätzlichen, durch Energieverbrauch erkaufte Komfort, insbesondere Stand-by Schaltungen, praktisch wieder aufgezehrt.

Im Jahr 2000 verbrauchten die Haushalte und Kleinverbraucher in Deutschland rd. 197 TWh Strom (rd. 17 Mio. t Erdöläquivalent), wovon die größten Anteile auf Kühl- und Gefriergeräte (fast 18%), Elektroheizungen (rd. 15%) und Wassererwärmung (rd. 12%) entfielen. In Bayern lag der Stromverbrauch dieses Sektors bei etwa 41 TWh Strom (rd. 3,5 Mio. t. Erdöläquivalent) [BStmWVT, 2002], [HEA, 1999], [VDEW, 1998].

Seit 1980 hat sich der Stromverbrauch pro Haushalt nur geringfügig erhöht, obwohl zuvor - von 1970 an - ein starker Anstieg zu beobachten war. Dies liegt zu einem großen Teil an der Weiterentwicklung der Geräte. Trotzdem liessen sich noch enorme Mengen an Strom einsparen, wenn die Haushalte flächendeckend mit energiesparenden Geräten ausgestattet wären. Die unten stehende Tabelle zeigt die Einsparpotenziale verschiedener Geräteklassen für einen durchschnittlichen 2-Personen Haushalt.

Gerät	Altgerät	Neugerät	Einsparung	Bestgerät	Einsparung gg. Altgerät	Einsparung gg. Neugerät
	kWh	kWh	%	kWh	%	%
Kühlschrank	370	240	35	122	67	49
Gefriergerät	550	390	29	171	69	56
E-Herd	440	400	9	300	32	25
Spülmaschine	440	300	32	238	46	21
Waschmaschine	220	180	18	112	49	38
Fernseher	170	104	39	104	39	0
Beleuchtung	270	220	19	81	70	63
Heizungspumpe	290	230	21	125	57	46
Kleingeräte	150	120	20	90	40	25
Summe:	2900	2184	25	1343	54	39

Tabelle 1-4 : Einsparpotenziale am Beispiel eines typischen 2-Personen Haushalts. Quelle: [Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, 2001b].

Kritisch müssen auch elektrische Raumheizung und Wassererwärmung betrachtet werden. Einen Wirkungsgrad von 33% vorausgesetzt (Stromerzeugung inkl. Netzverluste), gehen bereits zwei Drittel der Primärenergie bei der Stromerzeugung verloren. Nutzt man statt dessen eine moderne Zentral- oder Etagenheizung, kann ein Wirkungsgrad von mehr als 85% erreicht werden. Ein Austausch der elektrischen Geräte gegen ein solches Heizungssystem könnte theoretisch also eine 61%ige Brennstoffeinsparung bringen. In einigen Fällen ist dies aber aufgrund der umfangreichen notwendigen Umbauarbeiten (neue Verrohrung etc.), nicht möglich.

Vollkommen unnützlich sind die meisten der sog. „Stand-by-Schaltungen“, die heutzutage in einer Vielzahl von Geräten vorhanden sind. Würden alle Geräte mit Stand-by-Schaltung in allen deutschen Haushalten bei Nichtgebrauch vom Netz getrennt - beispielsweise mittels schaltbarer Steckdosenleisten -, ließe sich fast doppelt so viel Strom einsparen, wie die Stadt Berlin (Stromverbrauch rd. 11 TWh in 2002) in einem Jahr verbraucht. Laut der Gemeinschaft Energielabel Deutschland liegt der jährliche Stand-By-Verbrauch der Geräte in Deutschland bei rd. 20,5 TWh pro Jahr, was etwas mehr als 4% des deutschen Stromverbrauchs in 2000 ist [GED, 2002], [Statistisches Landesamt Berlin, 2003].

Auch im Bereich der Beleuchtung bestehen große Einsparmöglichkeiten. So verbrauchen Energiesparlampen nur etwa ein Sechstel des Stroms von Glühlampen. Rechnet man neben dem Anschaffungspreis auch die Energiekosten über die Lebensdauer mit ein, sind Energiesparlampen kostengünstiger als Glühlampen. Weitere, derzeit jedoch nicht hinreichend quantifizierbare Einsparungen sind durch die LED-Technik zu erwarten.

Ziele und Maßnahmen

Als Ziel bei der Verringerung des Stand-by-Verbrauchs kann bei Neugeräten eine Reduzierung um den Faktor 10 bis 2010 und um den Faktor 20 bis 2020 angestrebt werden. Der Stromverbrauch für Beleuchtung kann technisch gesehen ohne Probleme um 40% bis 2010 und um 70% bis 2020 gesenkt werden. Dies sollte daher auch die Zielsetzung sein. Im Bereich der Haushaltsgeräte ist bis 2010 ein 50% Anteil an effizienten Neugeräten, bis 2020 ein 80% Anteil nach heutigem Bestgeräte-Niveau anzustreben.

- Allgemein verstärkte Aufklärung der Verbraucher, besonders aber in den Bereichen des Stand-by-Verbrauchs und der Beleuchtung;
- Finanzielle Förderung bzw. Sonderkredite beim Austausch von Altgeräten gegen Bestgeräte (insbesondere bei Kühl- und Gefriergeräten);
- Ausweitung von Energieeffizienzlabeln auf weitere Gerätegruppen und Schaffung eines landeseigenen Effizienzlabes;
- Ausgabe von „Stromgutscheinen“ bei nachgewiesenem Erwerb eines Haushaltsgerätes nach höchstem Effizienzstandard bei Ersatz eines Altgerätes oder Erstausrüstung;
- Festsetzen von Obergrenzen für den Stand-by-Verbrauch von Geräten, in Abstimmung mit der Industrie;
- Forschungsförderung im Bereich der effizienten Energietechnik.

3.4) Wirtschaftliche Aspekte

Die energetische Sanierung des bayerischen Altbaubestandes (Baujahr bis 1972) würde Investitionen von mindestens 50 Milliarden Euro, mit entsprechend hohen positiven Auswirkungen (Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen) auf das Baugewerbe – und hier insbesondere bei mittelständischen Handwerksbetrieben - bedeuten [IfE, 1999], [FfE, 2002]. Geht man davon aus, dass pro 100.000 Euro Jahresinvestition in der Bauwirtschaft ein Arbeitsplatz gesichert oder neu geschaffen wird, ergibt sich daraus bei einem Jahresinvestitionsvolumen von 5 Mrd. Euro die Sicherung bzw. Schaffung von 50.000 Arbeitsplätzen in der Bauwirtschaft Bayerns. Bei einer Ausweitung der Maßnahmen auch auf den neueren Gebäudebestand wären Gesamtinvestitionen von bis zu 80 Mrd. Euro erreichbar. Bei einer um 20% gesteigerten Sanierungsraten entstünden so jährliche Investitionen von rd 6 Mrd. Euro, was etwa 60.000 Arbeitsplätzen entspricht. Dabei bewegt sich diese Einschätzung am unteren Rand der zu erwartenden Arbeitplatzeffekte: Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen geht davon aus, dass pro 1 Mrd. Euro Investition 13.000 Arbeitsplätze gesichert werden, Berechnungen der bayerischen Bauindustrie gehen sogar von der Schaffung von 26.000 Arbeitsplätzen bei gleichem Investitionsvolumen aus [BMVBW, 2001], [Stoiber, 2002].

„Solarsiedlungen“ sind auch zu konkurrenzfähigen Preisen erstellbar. Das zeigt besonders das „50 Solarsiedlungs“ Projekt des Landes NRW, wo zu marktkonformen Preisen im Neubau solare Architektur, effiziente Energietechnologien und erneuerbare Energietechniken Siedlungen schaffen, die sich in hohem Maße aus erneuerbaren Energiequellen versorgen.

KWK-Anlagen sind selten Großkraftwerke, sondern werden bevorzugt als Stadt- oder Stadtteilkraftwerke eingesetzt. Dadurch, dass es sich selten um großtechnische Anlagen handelt, wie beispielsweise Kohle- oder Kernkraftwerke, fördert der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Bayern mittelständische Unternehmen in besonderem Maße.

Verhaltensbedingte Einsparungen von Strom und Einsparungen durch Effizienzverbesserungen wirken sich direkt als finanzielle Minderbelastung der Endverbraucher aus. Das so nicht zur Deckung des Energiebedarfs benötigte Geld stärkt somit die Kaufkraft und kann sich positiv auf den Konsumgüter-Sektor auswirken.

In Bayern entstehen pro Person Jahreskosten von etwa 1.250 Euro aus dem Endenergieverbrauch. Hiervon entfallen rd. 421 Euro auf Strom, rd. 397 Euro auf Brennstoffe und rd. 436 Euro auf Treibstoffe für Fahrzeuge. Eine Reduzierung des Bedarfs an Brennstoffen und Strom um jeweils 30%, sowie die Halbierung des Treibstoffverbrauchs von Neufahrzeugen bis 2020 könnte demnach eine Ersparnis von etwa 436 Euro pro Jahr und Person erbringen. Bei einer (bundes)durchschnittlichen Haushaltsgröße von 2,2 Personen pro Haushalt bedeutet dies eine Steigerung der Kaufkraft um bis zu rd. 1000 Euro pro Jahr^{<27>}. Kumuliert ergibt sich daraus in Bayern ein Konjunkturprogramm mit einem Umfang von rd. 5,3 Mrd. Euro pro Jahr. Selbst bei einer nur 10%igen Reduzierung der Energiekosten durch Energiesparmaßnahmen ließe sich eine Steigerung der Kaufkraft von rund 125 Euro für jeden bayerischen Bürger erreichen; das sind 1,5 Mrd. Euro höhere Kaufkraft in Bayern.

Es ist davon auszugehen, dass der größte Teil dieser Summe dem Konsum zu Gute kommt und so zur Schaffung von Arbeitsplätzen beiträgt. Der dem gegenüber stehende Wegfall von Arbeitsplätzen in der Energiewirtschaft ist eher gering einzuschätzen, sodass Netto positive Arbeitsplatzefekte zu erwarten sind.

27. Annahmen: Ölpreis 33 ct./l, Gaspreis 3,8 ct./kWh, Treibstoffpreis 1 Euro/l, Jahresfahrleistung 12.000 km bei einem Durchschnittsverbrauch von 8 l/100km.

4 Forschung, Entwicklung und Ausbildung

Die Energieversorgung war in der Vergangenheit und ist heute und in Zukunft in hohem Maße auf die Forschung, Entwicklung, Demonstration und Ausbildung angewiesen. Lag die Schwerpunktsetzung in der Nachkriegszeit auf den fossilen- und Nukleartechnologien, so muss heute eine konsequente Neudefinierung der Forschungsausrichtung in Richtung nachhaltige Energieversorgung erfolgen. Forschung und Entwicklung ist gerade im Bereich der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz ein zentrales Element, wenn die Energiewende gelingen soll. Einerseits muss die Forschung die notwendige schnelle Markteinführung unterstützen und andererseits gilt es durch Grundlagenforschung die Optionen zu erweitern. Entwicklung, Demonstration, Verbreitung und Evaluierung müssen als gleichrangige und verzahnte Bestandteile einer Markteinführung nebeneinander stehen.

Das Wissen über die erneuerbaren Energien und effiziente Energienutzung ist innerhalb der Bevölkerung noch nicht sehr verbreitet. Daher ist die noch zu leistende Fort- und Ausbildung, die im gesamten Bildungssystem verankert werden muss, ein weiterer Aspekt. Die dazu notwendige Infrastruktur (Ausbildungsberufe und Lehrstellen, Lehrpläne, Lehrstühle, Institute, etc.) und Vernetzung muss geschaffen werden.

Sowohl die Ausbildung als auch die Forschung muss interdisziplinär ausgerichtet sein. So ist die Weiterentwicklung der Photovoltaik z.B. auf die Weiterführung der Materialforschung und Innovationen bei den Fertigungsverfahren angewiesen. Die Erfolge der Windkraft sind erst durch die Wissenskombination aus der Aerodynamik, der Elektrotechnik, dem Schiffbau und Fertigungstechnologien aus dem Segelflugzeugbau möglich geworden.

Diese Interdisziplinarität sollte auch als Leitmotiv für den Wissenstransfer im Bildungssystem gelten.

Im bundesdeutschen Föderalismus haben die Länder die alleinige Kompetenz für den Bereich Bildung, Schulen und Hochschulen inne. Bayern muss dies für eine bessere und integrative „Energiebildung“ und Forschung nutzen. Dazu gehört:

- Bildung von praktischen und fächerübergreifenden Lehr- und Ausbildungsansätzen für die Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz in den allgemein- und berufsbildenden Schulen und Hochschulen;
- Intensivierung der Fortbildungsmaßnahmen für alle Akteure;
- Schaffung eines Beratungsnetzwerkes für regenerative Energien und Energieeffizienz für Verbraucher, Planer und Praktiker;
- Schaffung eines bayerischen Kompetenzzentrums für „Erneuerbare Energietechnologien, dezentrale Versorgungssysteme und Energieeffizienz“, zur Förderung des beidseitigen Wissens- und Erfahrungsaustausches zwischen Unternehmen, Forschung und Ausbildung;
- Schaffung von Energieagenturen in jedem Regierungsbezirk;
- Die bayerischen Hochschulen brauchen einen stärkeren Verbund für die Forschung im erneuerbaren Energiesektor;

- Aufbaustudiengänge bzw. Wahlpflichtfächer mit den Schwerpunkten Erneuerbare Energien und Energieeffizienz müssen für Architekten, Land- u. Forstwirte, Wirtschaftswissenschaftler und Ingenieure angeboten werden. Die dazu notwendigen Lehrstühle sind einzurichten;
- Ausbau der Kooperation zwischen Forschung und Wirtschaft im Bereich der Energietechnik;
- Ausarbeitung integrierter Bund-Länder Programme zu Forschung, Entwicklung und Bildung in den Bereichen erneuerbare Energien und Energieeffizienz;
- Schaffung eines Forschungs- und Bildungsprogramms für sozial-ökologische Energieforschung (z.B. Verhaltens- und Lebensstilbedingte Energiesparpotenziale).



Abb. 1-10 : Bayerisches Rapsfeld, Photo: W. Gartzke

5 Quellen:

[ARGE Solarwirtschaft, 2001]:

ARGE Solarwirtschaft, "Perspektiven der Solarwärme-Nutzung in Deutschland - Wieviel Förderung braucht der Einstieg in die Solarwirtschaft", anlässlich Parlamentarischer Abend der ARGE Solarwirtschaft 19.Juni 2001, 2001.

[BayStMWVT a]:

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie: Energiebericht Bayern; FfE eigene Berechnung, aus: Enquete-Kommission „Mit neuer Energie in das neue Jahrtausend“ des Bayerischen Landtages; 2003.

[BMVBW, 2001]:

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, „Bauen jetzt- Investitionen beschleunigen“, 2001; via Internet unter: <http://www.bmvbw.de/Bauen-jetzt-.728.htm>

[BMWi, 1994]:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, „Energieeinsparung und erneuerbare Energien“, BMWi Dokumentation Nr. 361, Berlin, 1994;

[BStmWVT, 2002]:

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie: Energiebilanz Bayer - Daten, Fakten, Tabellen; 2003.

[BWE-LVBy, 1999]:

Guttenberger J., Niebauer, P., Bundesverband Windenergie, Landesvertretung Bayern: Positionspapier zur Integration der Windenergie in das bestehende Förderprogramm „Bayerisches Programm zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien“, Mai 1999

[Clauser, 1998]:

Cristoph Clauser, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, „Erdwärmennutzung in Deutschland“, Geothermische Energie, Mitteilungsblatt der Geothermischen Vereinigung e.V. Nr. 21, Heft 1, Mai 1998.

[DEWI, 1997]:

Langniß O., Nitsch J., „Auswirkung der öffentlichen Förderung im Hinblick auf die Arbeitsplatzeffekte am Beispiel der Windenergie“, DEWI Magazin Nr. 10, Februar 1997.

[DIW, 1995]:

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, „Wirtschaftliche Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform“, Berlin, 1995.

[DIW, 2001]:

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, DIW-Wochenbericht 6/01, 2001.

[Ebel u.a., 1996]:

Ebel, W., Eicke-Henning, W., Feist, W., Groscurth, H.M., „Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte“, Institut für Wohnen und Umwelt, 1996.

[ENERGIEDIALOG BAYERN, 2001]:

Abschlussdokument ENERGIEDIALOG BAYERN, Materialienband - Faktenbasis Nr. 6, erstellt vom IER (Prof. Dr. Ing. Voß u.a.) Universität Stuttgart, Dezember 2001.

[Enquete-BT, 2002]:

Enquete Kommission „Nachhaltige energieverorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages, Deutscher Bundestag, Drucksache 14/9400; 2002

[Enquete-By, 2003]:

Enquete-Kommission „Mit neuer Energie in das neue Jahrtausend“ des Bayerischen Landtages, Bayerischer Landtag, Drucksache 14/12269; 2003.

[EU, 1998]:

Europäische Union, „Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger“, Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und einen Aktionsplan, 1998

[Eurosolar, 1997]:

Eurosolar, „Der wirtschaftliche Stand der erneuerbaren Energien in der EU und ihr Arbeitspotential“, 1997.

[Eurosolar, 1997a]:

EUROSOLAR und der "European Solar Council", auf dem "European Congress on Renewable Energy Implementation", Athen, Mai 1997.

[FAO/NL, 1995]:

FAO/NL Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land, Background Paper 2: Bioenergy, 1995

[IfE, 2002]:

Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik der TU München und Forschungsstelle für Energiewirtschaft, „Minderungspotentiale in Bayern“, Studie für das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 1999

[FNR, 2003]

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Pressemitteilung, Nr. 289 vom 02.07.2003, im Internet unter: www.fnr.de

[GED, 2002]:

Gemeinschaft Energielabel Deutschland, „Standby - der heimliche Stromverbrauch“, http://www.energielabel.de/index.cfm?fact=sh_news_detail&id=111

[Greenpeace, 1994]:

Greenpeace (Hrsg.), „Strom ohne Atom: Jobkiller oder Jobknüller?“, 1994.

[Greenpeace, 1997]:

Greenpeace (Hrsg.), „Solar-Jobs 2010, Studie zur Förderung der Photovoltaik und der Windenergie und den daraus resultierenden Arbeitsplätzen“, 1997.

[Hardi/Geiger, 2001]:

M. Hardi, B. Geiger, Möglichkeiten kommunaler CO₂-Minderungsmaßnahmen, FfE-Schriftenreihe heft 46, e&m-Verlag Herrsching, 2001.

[HEA, 1999]:

Fachverband für Energie-Marketing und -Anwendung (HEA) e.V. beim VDEW, „Haushaltsstromverbrauch nach Anwendungsarten“, <http://www.hea.de>

[Heinloth, 1997]:

Heinloth, K., „Die Energiefrage: Bedarf und Potenziale, Nutzung, Risiken und Kosten“, Verlag Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 1997.

[Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, 2001a]:

Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, „Energieeinsparung an Fenstern und Außentüren“, Energiesparinformationen Nr. 1, Bearbeiter: Feist, W., Eicke-Henning, W., 2001.

[Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, 2001b]:

Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, „Energiesparen bei Heizung und Strom. Wissenswertes für Mieterinnen und Mieter“, Energiesparinformationen Nr. 5, Bearbeiter: Feist, W., 2001.

[Hohmeyer, 1998]:

Hohmeyer, O., „Beschäftigungseffekte durch die Umsetzung einer REN- und REG-Strategie; zukünftige Energiepolitik - Phase 2, 1998.

[Hohmeyer, 2002]:

Hohmeyer, O., „Vergleich externer Kosten der Stromerzeugung in Bezug auf das Erneuerbare-Energien-Gesetz“, Gutachten im Auftrag des Bundesumweltministeriums, 2002.

[IER, 1997]:

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart, „Volkswirtschaftliche Effekte einer Umstrukturierung des deutschen Steuersystems unter besonderer Berücksichtigung von Umweltsteuern“, Forschungsbericht 37 der Universität Stuttgart, 1997.

[IER, 2001]:

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart, „Bestandsanalyse der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in der Bundesrepublik Deutschland“, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Stuttgart, 2001.

[IG Bergbau, Chemie, Energie / MVMEV, 2001]:

Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie; Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr Nordrhein-Westfalen, „Vorsorgender Klimaschutz durch nachhaltige Effizienzsteigerung in allen Bereichen des Energiesystems (2001).

[ISET, 2001]:

Institut für Solare Energieversorgungstechnik, „Windenergie Report Deutschland 2001“, Kassel.

[IWU, 1989]:

Institut für Wohnen und Umwelt, „Altbaumodernisierung und -sanierung bei Wohngebäuden“, Studie im Auftrag der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“, Bearbeiter: Ebel, W., Eicke, W., Feist, W., Hildebrandt, O., Hilpert, H.-P., Klien, J., Kröning, W., Schmidt, H., Seipe, B., Wullkopf, U., 1989.

[Kaltschmitt/Wiese, 1993]:

Kaltschmitt M., Wiese A., „Erneuerbare Energieträger in Deutschland“, Springer Verlag, Berlin, 1993.

[Kaltschmitt / Wiese, 1997]:

Kaltschmitt M., Wiese A., „Erneuerbare Energieträger in Deutschland - Potentiale und Kosten“, Springer Verlag, Berlin, 1997.

[Kleemann u.a., 2002]:

Kleemann, M. u.a., „Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“, Studie im Auftrag der Kreditanstalt für Wiederaufbau, 2002.

[LAK-Energiebilanzen, 2002]:

Landarbeitskreis Energiebilanzen, „CO₂-Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch (Quellenbilanz) in ausgewählten Bundesländern 1990-2000“, via Internet: <http://www.lak-energiebilanzen.de/>; 2003.

[Lehmann/Peter, 2002]:

Lehmann, H., Peter, S., Solarenergie Potenzial Deutschlands, ISuSI Bericht, Aachen, 2002.

[Lehmann/Peter, 2003]:

Lehmann, H., Peter, S., „ASSESSMENT OF ROOF & FAÇADE POTENTIALS FOR SOLAR USE IN EUROPE“, Institute for Sustainable Solutions and Innovations (ISuSI), anlässlich der ISES 2003 Konferenz in Göteborg, 2003.

[Lehmann/Schindler, 2000]:

Harry Lehmann, Jörg Schindler, „Thesenpapier zur Einführung erneuerbarer Energien“, Papier erstellt für die Enquête Kommission des Bayerischen Landtages „Neue Energie für das neue Jahrtausend“, Wuppertal/Ottobrunn, 2000.

[Lehmann, Stanetzky, 2000]

Harry Lehmann, Cristoph Stanetzky, et.al., „Stoffströme beim Modernisieren - Einsparpotenzial, konstruktionsvergleiche, Rechenbeispiele“, Landesinstitut für Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), im Auftrag des Ministeriums für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein-Westfalen, 2000.

[IfE, 1999]:

Forschungsstelle für Energiewirtschaft, Ermittlung des energetischen Einsparpotenzials durch wärmetechnische Sanierung von Wohngebäuden in Bayern, Bericht zum Verbundvorhaben ISOTEG, 2002.

[Mauch, 2000]:

Anlage zum Protokoll der 10. Sitzung der Enquete-Kommission „Mit neuer Energie in das neue Jahrtausend“ des Bayerischen Landtages.

[Meyer et al., 1997]:

Meyer, B., et al., „Was kostet die Reduktion der CO₂-Emissionen?“, Institut für empirische Wirtschaftsforschung, Beitrag Nr. 55 der Universität Osnabrück, 1997.

[Mohr et. al.,1998]:

Mohr, M., Unger, H., Ziegelmann, A., „Arbeitsmarkteffekte neuer Energiesysteme - Sektorielle Auswirkungen am Beispiel NRW“, Institut für Energietechnik an der Universität Bochum, 1998.

[OECD, 1998]:

Organization for Economic Cooperation and Development, „Projected Costs of Generating Electricity. Update 1998“, 1998.

[OECD, 2000]:

Organization for Economic Cooperation and Development, „Reduction of Capital Costs of Nuclear Power Plants“, 2000.

[Öko-Institut, 1996]:

Öko-Institut e.V., „Das Energiewende-Szenario 2020 - Ausstieg aus der Atomenergie, Einstieg in Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung“, 1996.

[Pfaffenberger, 1998]:

Pfaffenberger, W., „Beschäftigungseffekte durch eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien - Teil B - der Nettoeffekt“, Forum für Zukunftsenergien (Hrsg.), 1998.

[PIU, 2002]:

Cabinet Office Performance and Innovation Unit, „The Economics of Nuclear Power“, PIU Energy Review Working Paper, 2002

[Prognos/EWI, 1999]:

Prognos / Energiewirtschaftliches Institut der Universität Köln, „Energierport III: Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt“, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, 1999.

[Prognos, 2001]:

Prognos (Hrsg.), „Klimaschutz und Arbeitsplätze - Sind klimaschützenden Maßnahmen ein sinnvoller Beitrag zur Arbeitsmarktpolitik?“, Peter Lang GmbH, Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt, Deutschland, 2001.

[RWI/Ifo, 1996]:

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, „Gesamtwirtschaftliche Beurteilung von CO₂-Minderungsstrategien“, Heft 19, 1996.

[Staiß,F.,2003]

Staiß, Frithjof, „Jahrbuch Erneuerbare Energien 2002/2003“, Bieberstein-Fachbuchverlag, Radebeul, 2003.

[Statistisches Landesamt Berlin, 2003]

Statistisches Landesamt Berlin, „Strombruttoerzeugung und -bezug sowie Stromabgabe der Berliner Kraft- und Licht AG (BEWAG) in Berlin 1993 bis 2002“, <http://www.statistik-berlin.de/framesets/berl1.htm>

[Stoiber, 2002]:

Rede des Bayerischen Ministerpräsidenten Dr. Edmund Stoiber bei der Mitgliederversammlung des Bayerischen Bauindustrieverbandes am 20.03.2002 in München

[VDEW, 1998]:

Verband der Elektrizitätswirtschaft, „Endenergieverbrauch in Deutschland“, <http://www.ag-energiebilanzen.de>.

[WWF, 2001]:

Umweltstiftung World Wildlife Fund Deutschland (Hrsg.), „Vom Altbau zum Niedrigenergiehaus - Über die Machbarkeit ehrgeiziger Klimaschutzziele im Gebäudebestand von Wohnungsunternehmen“, Frankfurt, 2001.

[ZREU,1997]:

Zentrum für rationelle Energieanwendung und Umwelt GmbH, Regensburg, Planungsbüro Dr. Schaller, Kranzberg: Rahmenbedingungen für eine natur- und landschaftsgerechte, koordinierte und effiziente Nutzung des Windenergiepotentials in Bayern, Studie im Auftrag des BtMWVT, 1997

