

Bayerns Weg zum nachhaltigen Klimaschutz – ein Szenario der zukünftigen Energieversorgung

Zusammenfassung der Ergebnisse

Bis 2020 muss das Fundament einer nachhaltigen Energieversorgung errichtet und bis 2050 systematisch ausgebaut werden. Bayern kann aber nur dann einen angemessenen Beitrag an den aktuellen EU- und bundespolitischen Zielsetzungen zum Klimaschutz erbringen und die in vielen Bereichen vorhandene Spitzenposition im Bereich der Forschung an fortschrittlichen Energietechnologien beibehalten oder ausbauen, wenn eine Reihe wichtiger Eckpunkte bis 2020 bzw. 2030 erreicht werden. Diese Eckdaten für eine erfolgreiche Umgestaltung der Energieversorgung sind folgende:

1. Deutliche Verbesserung der Effizienz der gesamten Energienutzung

Eine Steigerung der jahresdurchschnittlichen Endenergieproduktivität auf 2,8%/a führt bis 2020 zu einer Verringerung des gesamten **Endenergieverbrauchs um 10%** gegenüber 2006. Der Wärmeverbrauch sinkt um 12%, der Kraftstoffverbrauch um 14%. Der stetige Stromverbrauchszuwachs wird gestoppt, der Stromverbrauch (Endenergie) liegt in 2020 knapp unter dem Niveau des Jahres 2006. Diese Entwicklung erfordert etwa eine Verdopplung des gegenwärtigen Trends der durchschnittlichen Effizienzsteigerung. In 2030 beträgt die Endenergienachfrage noch 80% des heutigen Wertes, in 2050 noch 65%. Der Stromverbrauch ist bis 2050 auf 83% des heutigen Wertes gesunken.

2. Steigerung der jährlichen Zubaurate erneuerbarer Energien (EE)

Gegenüber der Periode 2002-2006 wird der Zuwachs bis 2020 im Strombereich um 40% gesteigert und im Wärmebereich mit gleicher Dynamik fortgesetzt. Im Kraftstoffbereich orientiert sich der Ausbau an der Biomassestrategie des BMU. Dies bewirkt gegenüber 2006 eine zusätzlich bereitgestellte Energiemenge an EE von 41 TWh/a, (= Mrd. kWh/a; entsprechen 148 PJ/a), davon 15 TWh/a Strom, 18 TWh/a Wärme und 8 TWh/a Biokraftstoffe. Der Beitrag erneuerbarer Energien steigt damit von derzeit rund 11% (2006) des **Endenergieverbrauchs auf 25% bis 2020; stromseitig beträgt der Anteil dann 40%**. Am stärksten wachsen Windenergie, Fotovoltaik und Erdwärme. Insbesondere die Restriktionen beim Ausbau der Windenergie müssen aufgehoben werden. Das neue Wärmegesetz muss weiter verbessert werden. In 2030 beträgt der Beitrag der EE an der Endenergie 36%. Bei Strom hat er die 50%-Grenze überschritten. In 2050 sind die EE mit 56% Anteil am Endenergieverbrauch zum Hauptenergieträger geworden.

¹ Leiter Competence Center „Energiepolitik und Energiesysteme“ am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe. harald.bradke@isi.fraunhofer.de

² Bis Ende 2005 Leiter der Abteilung „Systemanalyse und Technikbewertung“ am Institut für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, Stuttgart. Derzeit Berater und Gutachter für innovative Energiesysteme und Klimaschutzstrategien im Energiebereich; jo.nitsch@t-online.de.

3. **Erhebliche Verbesserung der Umwandlungseffizienz bei der Stromerzeugung:**

Die **Kraft-Wärmekopplung (KWK)** wird bis 2020 auf eine Stromerzeugung von 17 TWh/a ausgebaut, was einem Beitrag von **rund 22% des Bruttostromverbrauchs** entspricht (derzeit 10%). Langfristig deckt sie mit 25 TWh/a rund 30% des Stromverbrauchs. Eine differenzierte, lokale bzw. kommunale Strategie mit dem Schwerpunkt bei kleineren HKW und BHKW mit Nahwärmenetzen ist das Schlüsselement dieser Strategie. Fernwärme mit größeren HKW nimmt nur noch leicht zu, gewinnt aber angesichts deutlich zurückgehenden Raumwärmebedarfs an relativer Bedeutung. Biomasse und fossile Energieträger tragen etwa je zur Hälfte zur KWK bei. Der steigende Beitrag der KWK verringert den Primärenergiebedarf um 115 PJ/a, was 6% des derzeitigen Verbrauchs entspricht.

4. **Vorausschauende Investitionsstrategie bei fossilen (Groß-) Kraftwerken**

Der Bau von neuen Kraftwerken, der insbesondere durch den Wegfall der Kernenergie notwendig wird, darf den weiteren Ausbau der EE nach 2020 nicht blockieren. Er muss ihn im Gegenteil unterstützen, um langfristig die optimale Nutzung aller Stromerzeugungstechniken zu gewährleisten. Neu zu bauende Großkraftwerke sind daher **vorrangig als Gas-GuD-Kraftwerke** zu errichten, die hocheffizient und gut regelbar sind.

5. **Kompensation der Kernenergie**

Der gegenwärtig **hohe Beitrag der Kernenergie ist ein großes Hindernis** auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung. Dem Wegfall von 6 400 MW Kernkraftwerksleistung bis 2020 stehen zu diesem Zeitpunkt zusätzliche 1 600 MW an „gesicherter“ Leistung aus EE, zusätzliche 1 400 MW aus Gas-Kraftwerken (GuD-Kraftwerke, GuD-HKW und BHKW) und ein zusätzlicher Strombezug, der 2 100 MW Leistung entspricht, gegenüber. Der geringfügig verminderte Stromverbrauch entspricht zusätzlichen 300 MW. Außerdem werden bestehende Gaskraftwerke mit größerer Auslastung betrieben. Hinzu kommt der Ersatzbedarf für fossile Kraftwerke, die bis 2020 aus Altersgründen außer Betrieb gehen. Die zweckmäßigste Aufteilung zwischen den Kraftwerksarten und den Standorten kann nur bei Betrachtung der gesamten deutschen Stromversorgung einschließlich der Versorgungsnetze ermittelt werden. Nach 2030 erlaubt der stetige Zuwachs an EE und weitere Effizienzsteigerungen ein Einschwenken des Stromsektors auf einen nachhaltigen Klimaschutz.

6. **Gesamtbilanz bis 2020**

Der **Primärenergieverbrauch sinkt bis 2020** mit 1 665 PJ/a auf 82% des Wertes von 2006. Trotz Ausstiegs aus der Kernenergie kann das **derzeitige CO₂-Emissionsniveau (81 Mio. t CO₂/a) gehalten** werden. Der Anstieg der CO₂-Emissionen im Stromsektor kann durch Minderungserfolge im Wärmebereich und im Verkehrssektor kompensiert werden. Die Nachfrage nach fossilen Energien geht leicht um 8% zurück.

7. **Längerfristige Perspektiven**

Die Notwendigkeit des bis 2020 eingeleiteten Umbaus der Energieversorgung zeigt sich bei der Fortschreibung dieser Entwicklung bis 2050. Umfassender Klimaschutz verlangt bis dahin eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen. Wird die bis 2020 eingeleitete Dynamik des EE-Ausbaus konsequent aufrechterhalten und werden die noch verbleibenden Restpotenziale einer weiteren Effizienzsteigerung ausgeschöpft, so kann dieser notwendige Weg in eine klima- und ressourcenschonende Energieversorgung erfolversprechend fortgesetzt werden. **Der**

Primärenergiebedarf sinkt bis 2050 auf 1 190 PJ/a, was **rund 60% des heutigen Wertes entspricht; erneuerbare Energien decken davon 53%**. In 2050 beträgt die importierte Öl- und Gasmenge mit 530 PJ/a noch 40% des derzeitigen Bedarfs, die Importabhängigkeit wird also trotz Abbau der Kernenergie deutlich geringer. Der **CO₂-Ausstoß sinkt** bis 2050 auf 31 Mio. t CO₂/a. Bis zu diesem Zeitpunkt sind insgesamt 75 Mio. tCO₂/a vermieden worden, wovon 26 Mio. t CO₂/a zur Kompensation der Kernenergie erforderlich sind. 40 Mio. t CO₂/a stammen vom Ausbau der EE, 35 Mio. tCO₂/a von zusätzlicher Energieeffizienz.

8. Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien

Das jährliche Investitionsvolumen in EE zur Strom- und Wärmeerzeugung beträgt rund 3 Mrd. €/a und kann bei dem hier beschriebenen Ausbau auf diesem Niveau gehalten werden. Das zwischen 2008 und 2020 **kumulierte Investitionsvolumen beträgt 44 Mrd. €**. Der größte Beitrag fällt auf die Biomasse mit 14 Mrd. €, gefolgt von der Fotovoltaik mit 13 Mrd. €. Die Differenzkosten (Mehr- bzw. Minderkosten gegenüber heute und zukünftig anlegbaren Strom- und Wärmepreisen) für die in Bayern installierten Anlagen belaufen sich derzeit auf 0,75 Mrd. €/a und steigen wegen des wachsenden Anteils der Fotovoltaik auf noch auf 1,2 Mrd. €/a um dann trotz weiteren EE-Wachstums gegen Null zu gehen. Im Jahr 2030 **„sparen“ die EE der Volkswirtschaft bereits Kosten** in Höhe von jährlich 3 Mrd. €/a im Vergleich zu einer fossilen Energieversorgung. Im Jahr 2040 sind es bereits 6 Mrd. €/a. Damit sind die EE längerfristig Garanten für eine Entkopplung von stetig steigenden Energiepreisen.

9. Schlußbemerkung

Mit dem Szenario „Nachhaltigkeit“ ist ein prinzipieller Weg aufgezeigt, wie Bayern (im Zusammenwirken mit der gesamten Bundesrepublik) einen angemessenen Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten und gleichzeitig auf die risikoreiche Kernenergie verzichten kann. Entscheidend ist, dass der **Umsteuerungsprozess** bei der Energienutzung hin zu deutlich höherer Effizienz und zu einer hohen Wachstumsdynamik der erneuerbaren Energien bereits **heute eingeleitet wird**. Hält die Landesregierung dagegen an einem Konzept der weiteren Nutzung von Kernenergie fest, besteht die Gefahr, dass im Land die Chancen für eine Beteiligung der heimischen Wirtschaft am Markt zukunftsfähiger und innovativer Energietechnologien nur unzureichend genutzt werden können und andere Länder dann Vorreiterrollen übernehmen. 15 – 20 Jahre wären dann unnötigerweise vertan worden.