



## Internationale Bedeutung der Kernenergie

17 Prozent des weltweit produzierten Stroms werden in Kernkraftwerken erzeugt. Der Anteil in Europa liegt bei 30, in der Schweiz bei gut 36 Prozent. Gegenwärtig sind gemäss der Internationalen Atomenergieagentur 442 Reaktoren in 31 Ländern in Betrieb. Die installierte Leistung beträgt etwa 360'000 Megawatt und wird in Zukunft noch weiter zunehmen, da in einigen Ländern weitere Kraftwerke im Bau oder geplant sind. Während vor allem Asien auf den Bau neuer Kraftwerke setzt, werden in Westeuropa die Leistungen der bestehenden Kernkraftwerke optimiert. Einige wenige Länder in Europa haben – mit unterschiedlichen Erfolgsaussichten – erklärt, der Kernenergie den Rücken kehren zu wollen.

# Kernenergie ist nicht wegzudenken

Bei der nachhaltigen Deckung des weltweit steigenden Energiebedarfs spielt die Kernenergie eine wichtige Rolle

Peter Quadri

Die Internationale Energie-Agentur (IEA) geht davon aus, dass der Bedarf an Energie bis ins Jahr 2030 um 1,7 Prozent jährlich zunehmen wird. Demnach würden auf der Welt in knapp dreissig Jahren zwei Drittel mehr Energie verbraucht als heute. Der Anstieg ist unterschiedlich verteilt. Über 60 Prozent, so schreibt die IEA im World Energy Outlook 2002, fallen in den Entwicklungs- und Schwellenländern an. Ihr Anteil am weltweiten Energieverbrauch wird von heute 30 Prozent auf 43 Prozent zunehmen, während der Anteil der OECD-Länder von 58 auf 47 Prozent zurückgehen wird. Die Länder Mittel- und Osteuropas sowie das Gebiet der ehemaligen Sowjetunion werden in 30 Jahren mit voraussichtlich zehn Prozent am weltweiten Energieverbrauch partizipieren. Vor allem das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum und die zunehmende Urbanisierung in den Schwellenregionen führt zu dieser Verschiebung.

Die Energy Information Administration (EIA) des US-Departements of Energy (DOE) geht davon aus, dass die weltweite Stromerzeugung in den kommenden 20 Jahren noch stärker wachsen wird als die generelle Energieerzeugung, nämlich um 80 Prozent auf 22 Billionen Kilowattstunden. Und die Kohle wird bei der Stromerzeugung ihre Spitzenstellung behalten. Auch bei der Elektrizität wird der Mehrbedarf überwiegend auf die Schwellen- und Entwicklungsländer entfallen, insbesondere auf Staaten wie China, Indien und Brasilien, die sich in einem wirtschaftlichen Aufholprozess befinden. Anzuführen ist, dass die IEA von 1,6 Milliarden Menschen ausgeht, die keinen Zugang zu Elektrizität haben. Über 80 Prozent dieser Menschen leben in Südostasien und in Afrika.

Inwieweit die Prognosen der verschiedenen Agenturen im Detail zutreffen, mag dahingestellt bleiben. Der Trend jedoch ist klar: Der Energieverbrauch wird ebenso zunehmen wie die Bedeutung der fossilen Energieträger. Gemäss dem World Energy Outlook liegt dadurch der CO<sub>2</sub>-Ausstoss in 30 Jahren 70 Prozent über dem heutigen Wert. Ohne neue Wege in der Energiepolitik wird sich vor allem in den Entwicklungs- und Schwellenländern die Emission von Treibhausgasen weiter erhöhen. Das Aufzeigen von Alternativen zu der stark CO<sub>2</sub>-lastigen Energieversorgung ge-

hört damit zu den entscheidenden Herausforderungen zukünftiger Energiepolitik.

In diesem Zusammenhang steht eine Studie des Weltenergieerats (World Energy Council, WEC). 34 Szenarien der mittel- und längerfristigen Entwicklung der Energieversorgung sind darin ausgewertet worden.<sup>1</sup> Gut die Hälfte der Szenarien geht davon, dass die Treibhausgasemissionen stabil gehalten werden oder zurückgehen. Der Kernenergie wird dabei – neben beispielsweise erneuerbaren Energien wie Sonne – mittel- und langfristig eine bedeutende Rolle zugestanden. Der klare Trend zukünftiger Energiepolitik geht laut diesem Bericht hin zu Technologien, die CO<sub>2</sub>-frei Strom produzieren.

## Einstieg oder Ausstieg?

Das älteste kommerziell genutzte Kernkraftwerk ist die Anlage in Calder Hall in England und wurde 1956 ans Stromnetz angeschlossen. Während die Kernenergie 1973 nur drei Prozent zur weltweiten Stromerzeugung beigetragen hat, sind es gegenwärtig etwa 17 Prozent. Die 442 Kraftwerksblöcke, die in 31 Ländern am Netz sind, verfügen über eine Leistung von 360'000 Megawatt. Ende 2002 befanden sich in elf Ländern insgesamt 35 Einheiten mit einer Leistung von etwa 30'000 Megawatt im Bau. Massgeblich ist vor allem der Ausbau in Asien: allein acht Einheiten in China, vier in Südkorea, sieben in Indien sowie weitere in Taiwan und Japan. Bis 2010 will allein Japan 13 neue Blöcke ans Netz bringen; Südkorea plant, bis 2014 weitere acht Kernkraftwerke in Betrieb zu nehmen.

Im Kontrast zur rasanten Entwicklung in Asien steht die weitgehende Stagnation der Kernenergie in den westlichen Industriestaaten. Abgesehen von Mittel- und Osteuropa verharrt die Kernenergienutzung in Europa und den USA weitgehend auf dem vor Jahren erreichten Niveau.

- > In den USA werden indessen nicht nur Betriebszeiten verlängert (Betriebszeitverlängerung von 40 auf 60 Jahre in bislang acht Fällen genehmigt, in 14 Fällen

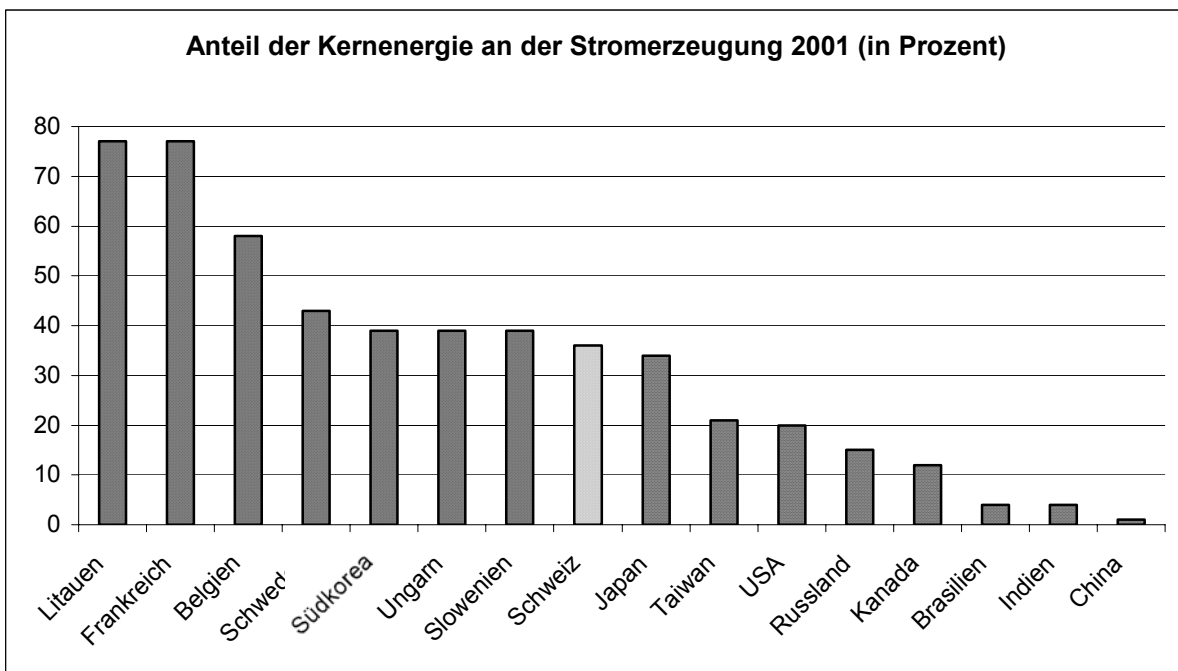
<sup>1</sup> N. Nakicenovic, K. Riahi: An Assessment of Technological Chance across selected energy scenarios. World Energy Council 2001.

beantragt und in zahlreichen weiteren Fällen geplant), sondern auch Kraftwerksneubauten geplant.

- > Grossbritannien führt eine intensive Diskussion über neue Kernkraftwerke, welche die alten Magnox-Reaktoren ersetzen könnten. Die geplante Privatisierung des Betreibers BNFL würde eine spätere Fusion mit dem zweiten britischen Kernkraftwerksbetreiber British Energy ermöglichen und damit die finanziellen Voraussetzungen für neue Kraftwerksinvestitionen schaffen.
- > In Finnland hat das Parlament am 24. Mai 2002 mit 107 gegen 92 Stimmen – wie zuvor schon die Regierung – der Errichtung eines fünften Kernkraftwerks zugestimmt. Bemerkenswert ist die Entscheidung deshalb, weil das Unternehmen TVO das neue Kernkraftwerk für einen vollständig liberalisierten und seit nunmehr sieben Jahren wettbewerbsgeprägten Markt bauen will – ohne staatliche Finanzhilfe. Die Entscheidung Finnlands könnte zu einem wichtigen Signal für eine unvoreingenommene Neubewertung der Kernenergie in Europa werden.
- > Deutschland hat den Ausstieg aus der Kernenergie bis 2021 beschlossen. Doch bereits bei den ersten Stilllegungen der insgesamt 19 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke kommt es zu zeitlichen Verzögerungen.
- > Belgien hat den Ausstieg aus der Kernenergie angekündigt. Beide parlamentarische Kammern haben beschlossen, die sieben Kernkraftwerke des Landes zwischen 2015 und 2025 abzuschalten. Um die Energie-

lücke zu füllen, will jetzt die belgische Regierung den Bau eines grossen Erdgaskraftwerks genehmigen.

- > In Schweden hatte die Bevölkerung 1980 den Ausstieg aus der Kernenergie per Volksabstimmung beschlossen. Angesichts der Folgeprobleme für Klimaschutz und Versorgungssicherheit revidierte Schweden aber die Stilllegungspläne für das Kernkraftwerk Barsebäck 2. Nach einer Meinungsumfrage im Mai 2002 stehen heute mittlerweile wieder 80 Prozent der schwedischen Bevölkerung der Kernenergie positiv gegenüber. Durch den Ausstieg kommt es nämlich zu Versorgungsengpässen. Nach den Vorfällen im letzten Winter verlangen Industrie und Gewerkschaften nun den weiteren Betrieb von allen zwölf Kernkraftwerken.
- > Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl stoppten die Niederlande alle Ausbaupläne, zehn Jahre später beschloss das Parlament den Ausstieg aus der Kernenergie. Mittlerweile hat die neue niederländische Regierung aber Abstand von der geplanten vorzeitigen Stilllegung des Kernkraftwerks Borssele genommen.
- > Schliesslich drängt die EU-Kommission darauf, angesichts ehrgeiziger Klimaschutzziele (minus acht Prozent bis 2008/2012) und wachsender Abhängigkeit von Primärenergieimporten an der Kernenergie festzuhalten. Im Abschlussbericht über das Grünbuch „Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“ schreibt die Europäische Kommission: „Auf mittlere und langfristige Sicht und



Quelle: IAEA

beim gegenwärtigen Stand des Wissens darf nicht vergessen werden, dass der völlige Verzicht auf Kernenergie bedeuten würde, dass 35 Prozent der Stromproduktion von erneuerbaren oder konventionellen Energieträgern kommen müssten, denen noch beträchtliche Anstrengungen in der Energieeffizienz und die Tatsache an die Seite gestellt werden müssten, dass eine steigende Nachfrage nach Energie vorhergesagt ist.<sup>2</sup> Illustrativ dazu wird erwähnt, die Kernenergie habe den Ausstoss von mehr als 300 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> vermieden, was der Hälfte des EU-Automobilparks entspreche.

### Viel versprechende Forschungsprojekte

Die Entwicklung neuer Leistungsreaktoren durch die Industrie geht in Westeuropa, den USA, aber auch in Russland und im Fernen Osten systematisch weiter. Beispielsweise setzt das gemeinsame französisch-deutsche Projekt „European Pressurised Water Reactor“ hier neue Massstäbe: Leistung 1525 Megawatt, Lebensdauer 60 Jahre, Verfügbarkeit 92 Prozent, Stromkosten 4,5 Rappen pro Kilowattstunde. Die neuen, baureifen Reaktortypen erfüllen zusätzliche Sicherheitsanforderungen. Sie sind mit passiven Schutzeinrichtungen ausgerüstet, so dass selbst beim schwersten Unfall keine grösseren Mengen radioaktiver Stoffe nach aussen gelangen.

Andere Konzepte wie der hybride Reaktor mit Beschleuniger oder der fortgeschrittene Brutreaktor ermöglichen es, bis zu 60 Mal mehr Energie mit der gleichen Menge Uran zu erzeugen. Sie sind in internationalen Forschungszentren noch in Entwicklung und können in zehn bis zwanzig Jahren die Marktreife erreichen.

Zur Sicherung der langfristigen Energieversorgung der Menschheit arbeitet die internationale Forschungsgemeinschaft bereits am nächsten Schritt – dem Fusionsreaktor. Bei dieser Art der Kernenergienutzung werden nicht schwere Atomkerne wie Uran, Thorium und Plutonium gespalten, sondern leichte Atomkerne wie Deuterium und Tritium verschmolzen. Nach dem erfolgreichen gemeinsamen europäischen Joint European Torus-Projekt (JET), an dem die Schweiz ebenfalls mitgearbeitet hat (siehe Kasten), bereiten jetzt die EU, Kanada, Japan, Russland, die Schweiz und Südkorea gemeinsam den Bau des Iter (International Thermonuclear Experiment Reactor) vor. Die USA haben kürzlich angekündigt, das Projekt ebenfalls unterstützen zu wollen. Der Iter wird der erste Fusionsreaktor sein, mit dem tatsächlich Energie erzeugt werden kann. Ist er erfolgreich, wird es noch gut 30 Jahre dauern, bis die „nukleare Fusion“ zur Marktreife gelangt. Der Vorteil ge-

### Die Rolle der Schweiz in der Fusionsforschung

*Die Schweiz arbeitet im Rahmen der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) an einem Fusionsforschungsprogramm mit. Sie hat bei Zusammenarbeit, EURATOM-Beiträgen, Austausch von Forschungsergebnissen, Industrieaufträgen und Ein-sitz in den Programmausschüssen die gleichen Rechte wie die EU-Mitgliedstaaten, aus denen die EURATOM sonst zusammen-gesetzt ist. Die schweizerischen Forschungsergebnisse fliessen voll in das europäische Fusionsprogramm ein. An den Haushalt der EURATOM von rund 200 Mio. Euro steuert die Schweiz etwas mehr als 3,3 Prozent bei. Am dezentralisierten Forschungspro-gramm des JET beteiligt sie sich mit rund 0,5 Prozent. Dank der Zusammenarbeit im Rahmen der EURATOM liegt Europa in der Fusionsforschung weltweit an der Spitze.*

*In den leitenden Ausschüssen der Vereinigung EURATOM – Schweiz wird unser Land vom Bundesamt für Bildung und Wis-senschaft zusammen mit dem Forschungszentrum für Plasma-physik (CRPP) der ETH Lausanne vertreten.*

genüber der herkömmlichen Kernenergie ist, dass bei der Fusion weniger und nur kurzlebige radioaktive Abfälle entstehen und der Rohstoff Deuterium praktisch unerschöpflich ist.

[www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)

[www.iea.org](http://www.iea.org)

<http://www.iiasa.ac.at/>

<http://unstats.un.org>

[www.europa.eu.int/comm/eurostat/](http://www.europa.eu.int/comm/eurostat/)

<http://www.worldenergy.org/>

[www.worldenergyoutlook.org](http://www.worldenergyoutlook.org)

<http://www.bbw.admin.ch/html/pages/forschung/intfz/fusion-d.html> (Bundesamt für Bildung und Wissenschaft, internationale Forschungszusammenarbeit)

<http://crppwww.epfl.ch/> (Forschungszentrum für Plasmaphysik der ETH Lausanne)

<http://www.jet.efda.org/>

<sup>2</sup> Abschlussbericht über das Grünbuch „Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“. Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament, 26. Juni 2002.

**Kommentar**

Allein schon die Zunahme der Weltbevölkerung führt zu einer grösseren Nachfrage nach Strom. Hinzu kommt, dass vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern ein überdurchschnittliches Verbrauchswachstum zu verzeichnen sein wird. Demgegenüber steht die Forderung des Kyoto-Protokolls, den Ausstoss an Treibhausgasen zu stabilisieren, ja sogar zu senken. In einer solchen Situation ist es völlig falsch, auf die Option Kernenergie verzichten zu wollen, solange keine echten Alternativen zur Verfügung stehen. Den Industrienationen wird es mittelfristig nur gelingen, ihren Ausstoss an Treibhausgasen in den Griff zu bekommen, wenn sie die Kernenergie als Teil der CO<sub>2</sub>-freien Stromerzeugung weiter nutzen. Und wenn die übrigen Länder ihren stark ansteigenden Energiebedarf ebenfalls unter Einhaltung der Klimaziele decken wollen, kommen sie an der friedlichen Nutzung der Kernenergie ebenfalls kaum vorbei. Andere Lösungen wie Wind oder Sonne stehen in ausreichendem Masse nach wie vor nicht zur Verfügung. Auch in Bezug auf die Sicherheit wäre es falsch, wenn sich Länder wie die Schweiz, die über grosse Erfahrungen sowohl in Bau und Betrieb von Kernkraftwerken wie in der Entsorgung und in der Forschung verfügen, aus dieser hoch entwickelten Technologie verabschieden würden. Ein Ausstieg der Schweiz leistet überhaupt keinen Beitrag zur weltweiten sicheren Nutzung von Kernenergie. Die Kernenergie bleibt eine Option für die Zukunft. Es wäre ein falsches Signal, wenn sich die Schweiz diesen Weg nicht offen halten würde.

PQ