

Kernkraftwerke der neuen Generation

Die Katastrophe von Fukushima hat in der Schweiz zum Umdenken in der Energiepolitik geführt. Auch wenn ein definitiver Atomausstieg noch nicht entschieden ist, hat sich in der Diskussion ein breiter Konsens etabliert: Kernkraftwerke mit der zurzeit verfügbaren Reaktortechnologie sollen in der Schweiz nicht mehr gebaut werden. Die damit verbundenen Probleme, insbesondere das Restrisiko und die radioaktiven Abfälle, sind gesellschaftlich nicht tragbar.

Ein Teil der politischen Akteure vertritt den Standpunkt, nur Reaktoren einer neuen Generation, die grundsätzlich anders konzipiert sind als die verfügbaren Modelle, dürften in Zukunft gebaut werden. «Generation 4», «Thorium», «Small and Modular Reactors», «Kernfusion»: das sind die Begriffe, die für diese neuen Modelle stehen und in der Debatte immer wieder auftauchen. Dieses Faktenblatt erläutert sie und zeigt auf, weshalb auch diese neue Generation keine Lösung für die heutigen Herausforderungen rund um die Energieversorgung darstellt.

Generation 4: Die Modelle, die zurzeit auf dem Markt angeboten werden, wie der «European Pressurized Reactor» (EPR), gehören zur «Generation 3/3+». Als «Generation 4» gilt eine Reihe von Konzepten, die zurzeit von der Nuklearforschung entwickelt werden. Anders als die bisherigen Reaktorgenerationen, die auf Basis von früheren Modellen weiterentwickelt wurden (evolutionäre Konzepte), sollen mit der Generation 4 ganz neuartige Konzepte entwickelt werden. Diese neuen Modelle könnten sich beispielsweise durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

- Natrium als Kühlmittel (statt Wasser in den existierenden Modellen)
- Betriebstemperatur von 1000°C (statt 300°C)
- An Stelle von Uran Thorium und Plutonium als Brennstoff
- So genannte Schnellbrüter verbrennen und erzeugen gleichzeitig Brennstoff.

Wohlgemerkt liegen alle diese Konzepte seit Jahrzehnten vor. Es konnten aber bisher verschiedene technische Hürden nicht überwunden werden. Alle Modelle der «Generation 4» befinden sich somit nach wie vor im Forschungs- und Entwick-

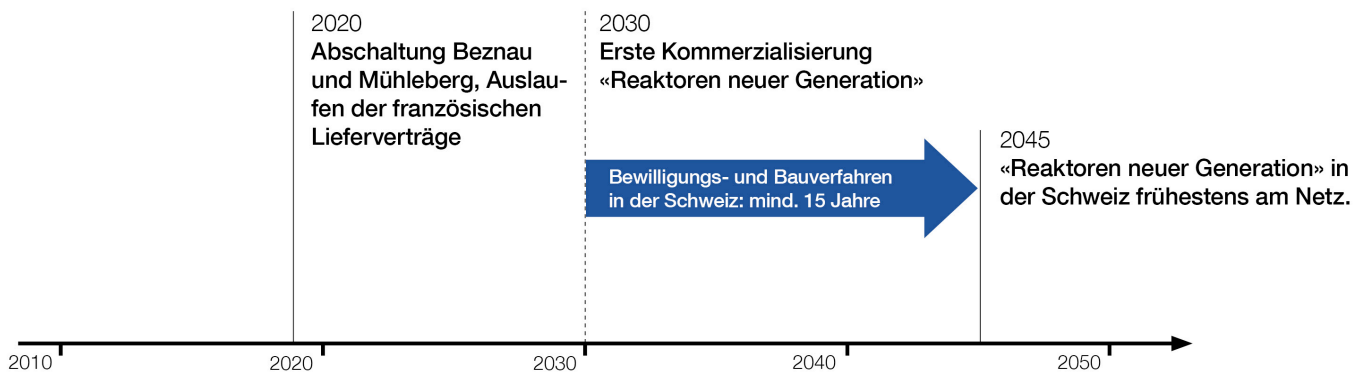
lungsstadium. Gemäss OECD sollen die ersten kommerziellen Anlagen 2040 verfügbar sein [1].

Thorium: Natürliches Element, das als Alternative zu Uran eingesetzt werden könnte. Thorium ist also ein nuklearer Brennstoff und kein Reaktorkonzept. Dieser könnte in Generation-4-Reaktoren zum Einsatz kommen, also ab 2040.

Small and Modular Reactors (SMR): Sammelbegriff für Reaktoren mit kleiner Leistung¹, bestimmt für einen modularen Aufbau. Obwohl sie eigentlich für kleine Stromnetze (in Entwicklungsländern) und abgelegenen Gegenden entwickelt werden, werden sie als Lösung für die Schweiz präsentiert. SMR sind noch in der Entwicklungsphase und werden nicht vor 2030 auf dem Markt verfügbar sein. Ein Beispiel für SMR ist das Projekt «Terapower» von Bill Gates. Das Konzept existiert seit den 50er-Jahren, wurde aber bisher nur auf Computer simuliert. Dabei soll ein «Mini-KKW» mit Uran und Plutonium als Brennstoff Strom erzeugen.

Kernfusion: Diese Technologie unterscheidet sich grundlegend von den unter dem Begriff «Generation 4» zusammengefassten Konzepten. Sie wird seit den 50er-Jahren erforscht und beruht im Gegensatz zur Generation 4 nicht auf der Kernspaltung, sondern will mittels Schmelzung von Atomen Energie erzeugen. Mit dem ITER-Reaktor ist der bisher grösste Versuchsreaktor der Kernfusion-Forschung im Bau. Eine erste kommerzielle Nutzung wird frühestens ab 2050 erwartet [3].

¹ Gemäss Definition der IAEA haben SMR eine Leistung von bis zu 300 MW [4]. Als Vergleich beträgt die Leistung von Mühleberg 355 MW.



Grafik: «Reaktoren neuer Generation» könnten in der Schweiz allerfrühestens 2045 ans Netz gehen.

Quellen: [1],[5]

Erst ab 2045 in der Schweiz

Die Abbildung oben zeigt, wann die neue Reaktorgeneration die Markreife erreicht haben soll. In der Schweiz muss zudem mit einem Bewilligungs- und Bauverfahren von mindestens 15 Jahren gerechnet werden (blauer Pfeil). Demnach könnte ein Reaktor der neuen Generation frühestens 2045 ans Netz kommen. Nach Angaben der Stromwirtschaft werden aber Beznau I/II und Mühleberg um das Jahr 2020 stillgelegt, ab dann laufen auch die Lieferverträge mit französischen KKW aus [5]. Neue Reaktorkonzepte werden also die Stromversorgung der Schweiz nicht sicherstellen können.

Nicht konkurrenzfähig

Die genauen Gestehungskosten des Stroms von Reaktoren der neuen Generation – egal ob «Generation 4», «Small Modular Reactor», «Thorium» oder «Kernfusion» – können noch nicht beziffert werden. Wenn aber damit gerechnet wird, dass solche Modelle frühestens 2045 in der Schweiz ans Netz gehen, sind die Aussichten klein, dass sie wirtschaftlich sein werden:

- Die Gestehungskosten der Kernenergie sind seit der ersten Reaktorgeneration markant angestiegen. Die Baukosten – der Hauptkostenfaktor – haben sich verfünffacht [6]. Dieser Anstieg ist vor allem auf die notwendige Verschärfung der Sicherheitsanforderungen zurückzuführen.
- Die Baukosten der beiden EPR-Reaktoren, die zurzeit in Finnland (Olkiluoto) und Frankreich (Flamanville)

gebaut werden, sind explodiert: Die Kosten des finnischen EPR haben sich bis 2011 – also bis zwei Jahre vor der geplanten Fertigstellung – von 3 auf 5.6 Mia. € beinahe verdoppelt [7]. Dabei stellt der EPR eine Weiterentwicklung der bisherigen Druckwasserreaktoren dar. Eine grundlegend neue Reaktorgeneration wird beim Bau nicht von den bisher gemachten Erfahrungen profitieren können.

- Die Schlüsse aus der Katastrophe von Fukushima und die Ergebnisse der «Stress Tests», die jetzt durchgeführt werden, werden die Sicherheitsmassnahmen erneut verschärfen. Die dadurch entstehenden Zusatzkosten werden auch neue Reaktormodelle betreffen.
- Parallel sinken die Kosten der erneuerbaren Energien laufend. Für Solarstrom wird bis 2020 eine Kostenreduktion um einen Faktor vier erwartet [8].

Restrisiko bleibt

Kernspaltung erzeugt immer radioaktives Material. Das ist eine physikalische Gesetzmässigkeit. Auch wenn es (im höchsten Masse theoretisch) denkbar ist, dass in einem neuen Reaktor ein Kernschmelze ausgeschlossen ist: eine gefährliche Freisetzung von Radioaktivität kann selbst mit den höchsten Sicherheitsstandards nie ausgeschlossen werden (etwa bei einem Brand, Terroranschlag oder dem Missbrauch von radioaktivem Material).

Auch bei der Technologie der Kernfusion bleibt dieses Restrisiko bestehen. Die Menge des radioaktiven Materials in einem Fusionsreaktor ist zu einem Spaltungsreaktor derselben Leistung vergleichbar [9].

Radioaktive Abfälle weiterhin vorhanden

Die Nuklearforschung erhofft sich von neuen Reaktorkonzepten weniger radioaktive Abfälle. Doch selbst die Entwickler der Generation 4 gehen davon aus, dass die zukünftigen Reaktoren weiterhin langlebige radioaktive Abfälle erzeugen werden [10]. Die Frage der radioaktiven Abfälle bleibt also ungelöst:

- Dank Schnellbrütern und so genannter geschlossener Brennstoffkreisläufe sollen in einzelnen Konzepten Abfälle erneut als Brennstoff wiederverwertet werden. Diese bedingen aber einen Ausbau der Wiederaufarbeitungs-Kapazitäten. Die Wiederaufarbeitung trennt radioaktive Abfälle, eliminiert sie aber nicht. Sie ist zudem sehr teuer und hat schwerwiegende Folgen für die Umwelt, wie die Erfahrungen aus den Anlagen in La Hague oder Mayak zeigen.
- Auch mit Thorium als Brennstoff werden langlebige radioaktive Stoffe produziert, wie z.B. Proactinium-231 (Halbwertszeit 32'000 Jahre). Zudem erzeugt der Thorium-Abbau, wie die Uranförderung, radioaktiven Staub und radioaktive Schlämme.

Fehlende Akzeptanz

Es ist damit zu rechnen, dass Reaktoren der neuen Generation in einem demokratischen System wie der Schweiz auf grössere Ablehnung stossen werden.

- Neuartige Reaktorkonzepte bedeuten auch fehlende Erfahrung bei Bau und Betrieb. Weder Investoren noch die Schweizer Bevölkerung werden dem Bau eines Kraftwerks zustimmen, das sich im kommerziellen Betrieb noch nicht bewährt hat. Mehrjährige Erfahrungen aus dem Ausland werden erforderlich sein. Damit wird sich der

Zeitpunkt einer möglichen Inbetriebnahme weiter nach hinten verschieben.

- Die von den Promotoren der neuen Generation hoch gepriesenen SMR sind für Schweizer Verhältnisse nicht geeignet. Auch sie hätten in der Schweiz zudem ein Akzeptanzproblem: SMR sollen eine Leistung von 10 bis 300 MW haben. Je nach Konzept bräuhete es zwischen 10 und 300 solcher Reaktoren, um die Stromproduktion der fünf bestehenden Schweizer AKW zu ersetzen. Eine nukleare Energieversorgung, die dezentral organisiert ist, ist wegen den langen Bewilligungsverfahren und Akzeptanzfragen kaum umsetzbar.

Fazit zu Reaktoren der neuen Generation:

Weil sie frühestens ab 2045 ans Netz kommen würden, sind Kernkraftwerke der neuen Generation keine Option für die Versorgungssicherheit der Schweiz.

Restrisiko und langlebige radioaktive Abfälle: Die grundlegenden Probleme der Kernenergie werden auch in Zukunft bestehen.

Höhere Sicherheitsanforderungen werden zukünftige Modelle noch verteuern. Die neue Generation wird gegenüber anderen Energieformen kaum wettbewerbsfähig sein.

Für weitere Informationen:

Florian Kasser, Dipl. Umnw ETH
Greenpeace Schweiz
Tel. 044 447 41 23
florian.kasser@greenpeace.org

Quellen:

- [1] NEA & IEA. (2010). *Technology Roadmap Nuclear Energy*. Nuclear Energy Agency and International Energy Agency, Paris.
- [3] ITER. (2011). *ITER - the way to energy*. Abgerufen am 7.8.2011 von www.iter.org
- [4] IAEA. (2010). *Nuclear Power Technology Development*. Abgerufen am 21.7.2011 von <http://www.iaea.org/NuclearPower/SMR/>
- [5] Axpo. (2010). *Strom für heute und morgen. Stromperspektiven 2020 - neue Erkenntnisse*.
- [6] Grubler. (2010). The costs of the French nuclear scale-up: A case of negative learning by doing. *Energy Policy*, 38 (9).
- [7] WISE. (Juli 2011). Flamanville, Olkiluoto; More Problems EPR. *Nuclear Monitor*.
- [8] NET. (2009). *Würdigung des SET FOR 2020 Reports der EPIA /AT Kearney aus Schweizer Sicht*. St. Ursen.
- [9] TAB. (2002). *Kernfusion Sachstandsbericht*. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin.
- [10] GIF. (2011). *Frequently asked questions: Generation IV defined*. (G. I. Forum, Herausgeber) Abgerufen am 3. 8 2011 von <http://www.gen-4.org/GIF/About/faq/faq-definition.ht>

FK / 24.08.2011