

Die Frage nach der zukünftigen Rolle der Kernenergie im internationalen Energiemix wird kontrovers diskutiert. Ein weltweit steigender Energiebedarf in Verbindung mit dem Bestreben nach einer CO₂-armen Energieerzeugung und begrenzten technischen Möglichkeiten im Einsatz erneuerbarer Energien scheint der Kernenergie, die Chance auf eine Renaissance zu ermöglichen. So wird die emissionsarme Kernenergie als eine effiziente Alternative sowohl zu den erneuerbaren Energien als auch zu emissionsreicheren Kraftwerken wahrgenommen. Ein wichtiger Aspekt in dieser polarisierenden Diskussion zur zukünftigen Bedeutung der Kernkraft ist die Altersstruktur des weltweiten Reaktor-parks, der durch diese in der Zukunft starken Veränderungen unterworfen sein könnte. Es stellt sich die Frage, inwieweit sich diese Veränderungen mit der oben skizzierten neuen Rolle der Kernenergie vereinbaren lassen. Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über den Status quo des weltweiten Reaktor-parks und einen kurzen Einblick in die aktuelle Debatte zur Zukunft der Kernenergie.

Derzeit operieren 435 Reaktoren in 31 Ländern und tragen bei einer durchschnittlichen Kapazität von ca. 860 MWe (Megawatt elektrisch) pro Reaktor und einer gesamten Netzkapazität von ca. 370 GWe zu 14% der globalen Stromerzeugung bei (vgl. PRIS – Power Reactor Information System 2009). Das Durchschnittsalter der Reaktoren beträgt aktuell 25 Jahre. Dabei wird die durchschnittliche Laufzeit eines Reaktors von der Internationalen Energieagentur (IEA) 2009 und Reaktorbetreibern auf 40 bis 50 Jahre oder sogar länger geschätzt. Die Abbildung gibt einen Überblick über Status und Alter der weltweiten Reaktoren.

In den G-10-Staaten befinden sich 70% der weltweit betriebenen Reaktoren. Dort weisen die Reaktoren im internationalen Vergleich die ältesten Strukturen auf; gleichzeitig sind aber wenig bis gar keine Aktivitäten in neuen Bauprojekten zu finden. In den USA sind über 90% der 104 und in Kanada fast 80% der 18 betriebenen Reaktoren über 20 Jahre alt und damit in ihrer zweiten Lebenshälfte. Die Hälfte der Reaktoren in den USA ist sogar über 30 Jahre alt. Seit dem Störfall in dem Reaktor Three Mile Island II 1979 wurde in den USA kein neuer Reaktor mehr ans Netz genommen. In den westeuropäischen Kernenergiestaaten zeigt sich ein ähnliches Bild. Über 75% der Reaktoren sind bereits in ihrer zweiten Lebenshälfte angelangt. So sind 65% der knapp 170 betriebenen Reaktoren seit 21 bis 30 Jahren und 20% bereits seit über 30 Jahren in Betrieb. Nur ca. 10% der Reaktoren sind unter 20 und sogar keiner unter zehn Jahre alt. So steht auch das weltweit älteste noch genutzte Kernkraftwerk in Oldbury, England. Dessen beide Reaktoren sind seit 41 bzw. 42 Jahren in Betrieb. Auch in Japan sind nur 20 der 53 Reaktoren unter 20 Jahre, während bereits 16 Reaktoren über 20 und 17 Reaktoren über 30 Jahre alt sind.

Ein etwas anderes Bild zeigt sich in den osteuropäischen Staaten und Russland. In Osteuropa wurden in den letzten zehn Jahren sechs und in Russland weitere zwei Reaktoren in Betrieb genommen. So sind 12 der 36 osteuropäischen und 4 der 31 russischen Reaktoren unter 20 Jahre alt. Darüber hinaus befinden sich einige Projekte in Planung oder Bau. Trotzdem sind deutlich mehr als die Hälfte der Reaktoren in ihrer zweiten Lebenshälfte.

Die deutlich jüngste Altersstruktur von Reaktoren findet sich in Ostasien und Indien. In diesen Ländern sind mehr als die Hälfte der in Betrieb befindlichen Reaktoren unter 20 Jahre alt, z.B. in China alle 11, in Indien 11 der 17 und in Korea 12 der 20. Auch befinden sich dort die meisten der weltweit in Bau befindlichen 53 Reaktoren ebenso wie die meisten der in der Planungsphase befindlichen 47 Reaktoren.

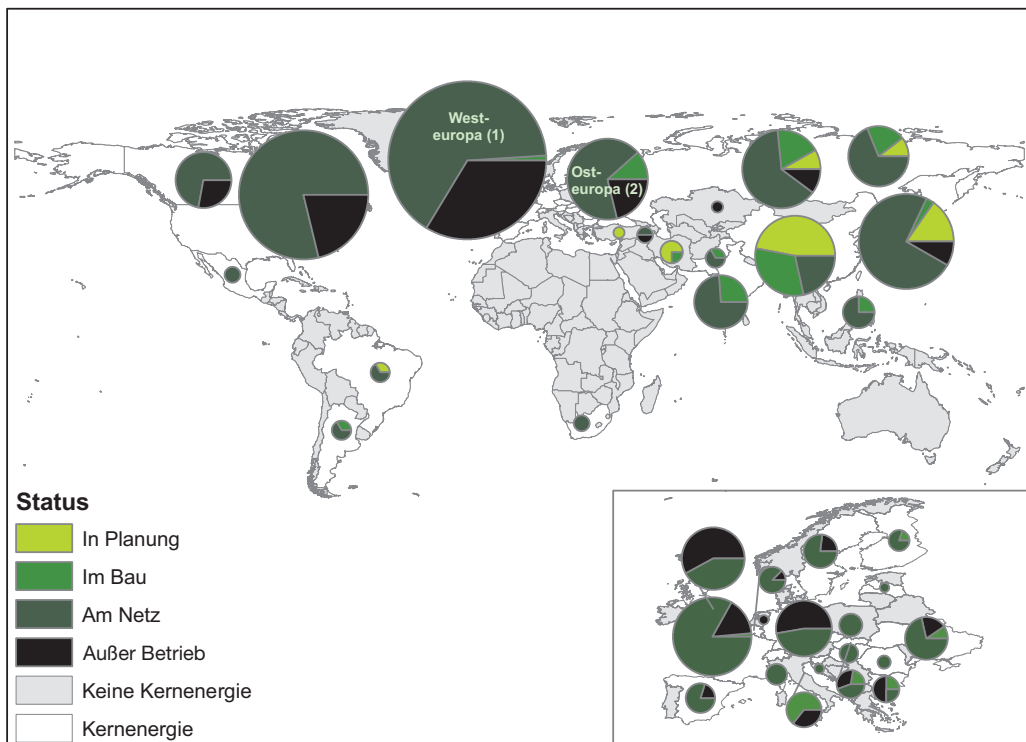
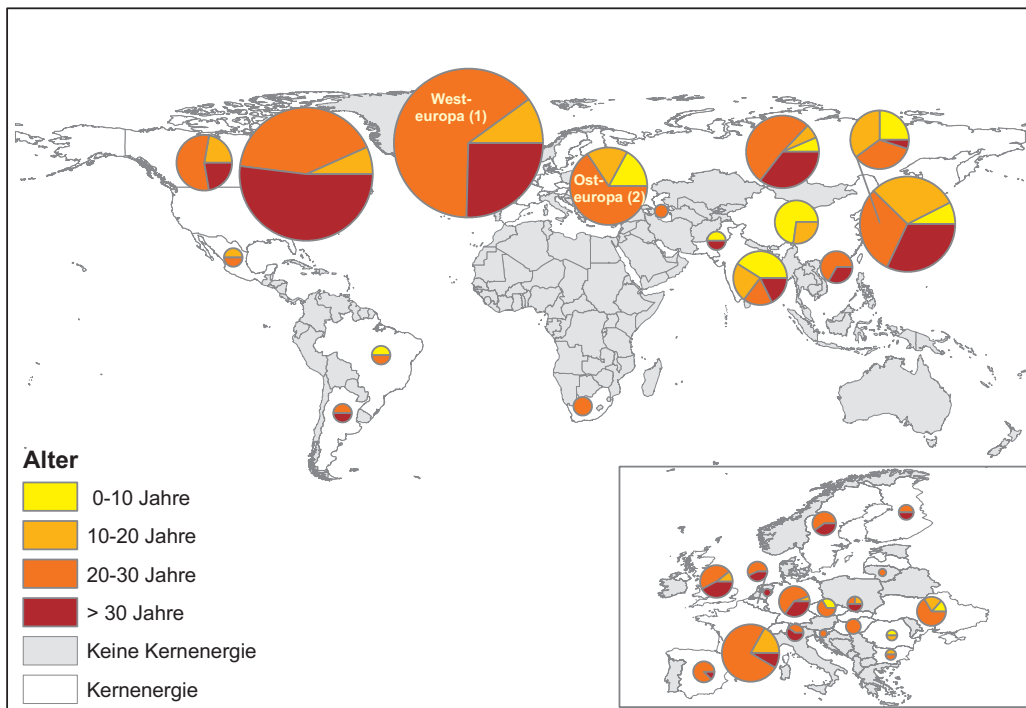
In allen übrigen Regionen der Welt sind kaum Reaktoren oder Bauprojekte anzutreffen. So unterhält in Afrika nur Südafrika zwei Reaktoren, die bereits älter als 20 Jahre sind, und auch in Südamerika und Zentralasien sind verhältnismäßig wenige Reaktoren zu finden.

Die regional verschiedenen Altersstrukturen können damit erklärt werden, dass erst der jüngste Aufschwung des vergangenen Jahrzehnts den asiatischen und teilweise osteuropäischen Staaten einen Aus- oder Aufbau von Kernenergie ermöglichte. So sind dort sowohl die niedrigsten Altersstrukturen als auch die meisten der aktuellen Bauprojekte zu finden. Sehr deutlich wird zudem sichtbar, dass wirtschaftlich und politisch instabile Länder nur selten über Kernkraft verfügen. So planen nur der Iran und die Türkei den Einstieg in die Kernenergie, während sich die meisten Kraftwerksprojekte in den etablierten Kernkraftländern befinden.

Die Betrachtung der weltweiten Altersstruktur von Kernreaktoren weist auf ein »Alterungsproblem« der Kernenergie in vielen Ländern hin. Schneider et al. (2009) beschreiben dies durch ein Szenario: Um die Zahl der weltweit aktiven Anlagen konstant zu halten, müssten bei einer erwarteten Laufzeit von 40 Jahren bis 2015 zusätzlich zu den geplanten Reaktoren ca. 40 neue Reaktoren geplant, gebaut und in Betrieb genommen werden. Bis 2025 müssten zusätzlich ca. 190 neue Reaktoren ans Netz genommen werden. Auch bei Berücksichtigung der höheren Kapazitäten neuer Reaktoren (über 900 MWe laut PRIS 2009) scheint dies ein schwieriges Unterfangen.

Der Ablauf aktueller Bauprojekte verweist darauf, dass eine Renaissance der Kernenergie nicht problemlos ablaufen muss. Begrenzte industrielle Fertigungskapazitäten sowie weitere Unsicherheiten technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Art könnten problematisch sein. So

Abb. 1
Alter und Status von Kernkraftwerken



(1): Westeuropa bedeutet EU-15 und Schweiz
 (2): Osteuropa bedeutet neue EU-Mitgliedstaaten und Ukraine.

Quelle: PRIS (Power Reactor Information System), Stand 10/2009 und WNA (World Nuclear Association), Reactor Database, Stand 12/2008.

existieren 13 der weltweit 53 Bauprojekte bereits seit über 20 Jahren, und 16 weitere Projekte verzögern sich zumeist erheblich (vgl. Schneider et al. 2009). Die Prognos AG (2008) schätzt die Planungs- und Bauzeit eines neuen Reaktors auf 15 bis 25 Jahre, weist allerdings auf eine hohe Unsicherheit hin. Die Probleme beim Neubau von Reaktoren lassen sich aktuell an den europäischen Reaktorprojekten in Flamanville (F) und Olkiluoto (FL) nachvollziehen. Entsprechend dieser hohen Unsicherheiten hat das Massachusetts Institute of Technology (MIT 2009) die geschätzten Kosten pro installiertem Kilowatt seit 2003 deutlich angehoben.

Auch die Laufzeitendiskussion scheint in diesem Zusammenhang relevant. Schneider et al. (2009) erwähnen, dass die bereits stillgelegten Reaktoren bei ihrer Abschaltung ein durchschnittliches Alter von 22 Jahren erreichten. Dies könnte darauf hindeuten, dass den Laufzeitenverlängerungen technische Grenzen gesetzt sind.

Dennoch erwartet die IEA (2009) einen zunehmenden Anteil der Kernenergie am weltweiten Energiemix. Sie hält Kernkraft für einen elementaren Baustein in der Klimapolitik, um das 2°C-Ziel zu erreichen, und befürchtet, dass ein Ende der Kernenergie dieses gefährden könnte. So hat auch die britische Regierung im November 2009 zehn Standorte zum Bau neuer Reaktoren zugelassen und dies mit den oben genannten Argumenten begründet.

Die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO 2008) nennt darüber hinaus die Versorgungsunabhängigkeit und volatile Preise der fossilen Brennstoffe als Gründe für eine zukünftige Nutzung der Kernenergie. Obwohl sich die Kapazität der Kernenergie – wie auch die Anzahl der betriebenen Reaktoren – weltweit in den letzten Jahren leicht rückgängig entwickelte, schätzt die IAEO, dass die weltweite Kapazität bis 2020 auf 437 bis 542 GWe und bis 2030 sogar auf 473 bis 748 GWe ansteigt. Die IAEO geht davon aus, dass zukünftige internationale Kooperationen sowie Effizienzsteigerungen durch technologischen Fortschritt eine weiterhin intensive Nutzung der Kernenergie, trotz des derzeitigen Alterungsproblems und den großen Unsicherheiten sowie den Bau neuer Reaktoren ermöglichen.

Literatur

IAEO (2008), *International Status and Prospects of Nuclear Power*, Internationale Atomenergieorganisation, Wien.

IEA (2009), *World Energy Outlook 2009*, Internationale Energieagentur, Paris.

MIT (2009), *The Future of Nuclear Power. An interdisciplinary report. Update of the 2003 Report*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA.

PRIS – Power Reactor Information System. Stand: 10/2009, <http://pris-web.iaea.org/>.

Prognos AG (2008), *Kosten neuer Kernkraftwerke. Aufdatierung der Kostendaten der Energieperspektiven Schweiz*, V. Rits und A. Kirchner, Prognos AG, Basel.

Schneider et al. (2009), *Welt-Statusreport Atomindustrie 2009 unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Fragen*, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Paris, Berlin.

World Nuclear Association – Reactor Database. Stand: 12/2008, <http://db.world-nuclear.org>.