

Sicherheitsrelevante Auswirkungen von Laufzeitverlängerungen

Einige Länder planen, ihre ältesten Kernkraftwerke noch Jahrzehnte über die ursprünglich geplante Lebensdauer hinaus in Betrieb zu halten. Das wirft Fragen zur Sicherheit und Gefahrenabwehr auf.

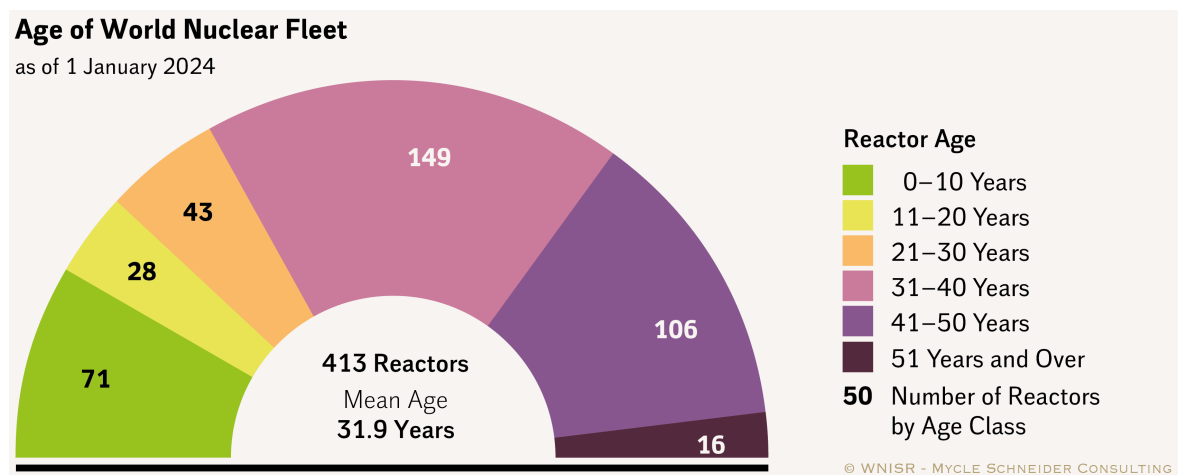
Der Volkswagen Käfer 1200 lief zwischen 1974 und 1985 vom Band. Dann galt er als technisch überholt und wurde von einem Folgemodell abgelöst. Heute steht der 1200er im Museum (siehe Foto). Vereinzelt fahren ihn noch Liebhaber, ausgestattet mit einer Sondergenehmigung und einem „H-Kennzeichen“ (H wie „Historisch“), als Oldie auf der Straße.

Kernkraftwerke werden anders behandelt: 168 Reaktoren weltweit, die im gleichen Zeitraum wie der Käfer in Betrieb genommen wurden, sind bis heute in Betrieb. Manche werben dafür, noch weitere zehn oder zwanzig Jahre Atomkerne zu spalten.

Fast zwei Drittel der 413 Kernkraftwerke, die Anfang 2024 weltweit in Betrieb stehen, sind 31 Jahre alt oder älter (Abbildung 1)¹. Sie sind zunehmend störanfällig.

¹ Mycle Schneider et al., „World Nuclear Industry Status Report 2023“, Dezember 2023.

Abbildung 1: Altersverteilung der weltweit betriebenen Atomreaktoren. Quelle: WNISR2021, mit PRIS der IAEA, 2024



Atomkraftwerke aus der Frühzeit der kommerziellen Nutzung der Kernenergie waren für Betriebszeiten von meist 30 bis 40 Jahren konzipiert. Fachleute unterscheiden zwischen Alterung und Veralterung. Gemeinsam ist beiden, dass die Zahl der Störfälle steigt.

- **Alterung**² bezeichnet die zeitabhängige Veränderung der technischen Komponenten, der sicherheitsrelevanten Werkstoffe und Betriebssysteme, der Dokumentation – und des Personals.
- **Veralterung** kann Anlagenkonzepte, technologische Verfahren oder administrative Regelungen betreffen, weil sich der Stand von Wissenschaft und Technik mit der Zeit fortentwickelt.

In allen technischen Systemen, auch in Atomkraftwerken, lassen Qualität und Zuverlässigkeit der Bauteile mit der Betriebsdauer aufgrund von Alterung nach.³ Folgen dieser Alterungsprozesse sind die so genannte Ermüdung und die Versprödung von Werkstoffen, die schließlich in Rissbildung und Risswachstum münden können.

Die negativen Folgen der Alterung zeigen sich auf zwei verschiedene Weisen:

² RSK, Empfehlung – Beherrschung von Alterungsprozessen in Kernkraftwerken“, 374. Sitzung, 22. Juli 2004.

³ Kerntechnischer Ausschuss (KTA) Deutschland, „KTA 1403 – Alterungsmanagement in Kernkraftwerken“, Version November 2017.

- Einerseits führt die Alterung zu einer fortschreitenden Schwächung hochbelasteter Reaktormaterialien, die bei sicherheitsrelevanten Komponenten zu einem Versagen mit katastrophalen Folgen führen kann.
- Andererseits häufen sich kleinere Störungen, Zwischenfälle und Betriebsunterbrechungen aufgrund von kleineren Leckagen, Rissen oder Kurzschlüssen.⁴

Unter die Kategorie „Veraltung von Anlagenkonzepten“ fallen etwa zum Zeitpunkt der Entwicklung und Errichtung der Kraftwerke noch nicht bekannte oder falsch bewertete Risiken – z. B. unterschätzte Gefahren, die sich aus standortspezifischen Risiken (Erdbeben, Tsunamis, Überschwemmungen, Waldbrände) oder Terroranschlägen ergeben. Niemand hätte es vor den Anschlägen auf das World Trade Center in New York City im Jahr 2001 für möglich gehalten, dass Passagierflugzeuge als Lenkflugkörper oder ferngesteuerte bewaffnete Drohnen missbraucht werden könnten (Siehe auch Factsheet „Nuklearterrorismus“).

Die Lehren aus den bisherigen Atomkatastrophen bilden die Grundlage für Sicherheitsstandards

In den letzten vierzig Jahren haben sich drei schwere Reaktorunfälle ereignet – Three Mile Island (1979), Tschernobyl (1986) und Fukushima (2011) – sowie eine große Anzahl von Beinaheunfällen. Die Erkenntnisse aus den historischen Atomkatastrophen bilden heute die Grundlage für die Sicherheitsstandards für in Bau befindliche Kernkraftwerke sowie für jene, die über ihre ursprünglich vorgesehene Betriebsdauer hinaus weiterbetrieben werden sollen.

Die nachträgliche Anpassung älterer Meiler an die aktuellen Sicherheitsstandards erfordert umfangreiche und kostspielige Austauscharbeiten. Zudem ist es der Praxis unmöglich, Schlüsselkomponenten wie den Reaktordruckbehälter oder den Schutzbehälter auszutauschen. Deren Zustand verschlechtert sich jedoch mit zunehmendem Alter systematisch. Trotz aufwändiger Überprüfungsprogramme wächst so das Risiko eines Versagens

⁴ Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit, „Jahresberichte zu meldepflichtigen Ereignissen“, 6. Oktober 2019, siehe base.bund.de/DE/themen/kt/stoerfallmeldestelle/berichte/jahresberichte/jahresberichte.html;jsessionid=704DE0CC803ED73D34CB44F4527D1F50.internet9625.

sicherheitsrelevanter Anlagenkomponenten, insbesondere bei einer nachträglichen Verlängerung der Reaktorbetriebsdauer.⁵

Atomkraftwerke müssen jedoch – dem Anspruch nach – so konstruiert sein, dass sie extremen Ereignissen vom ersten bis zum letzten Tag ihres Betriebs standhalten. Anders ausgedrückt: Um den Standards der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEO) zu genügen, müssen sie bis zu ihrem Betriebsende den Stand der Technik entsprechen.⁶

In der Realität entspricht das Sicherheitsniveau von Altanlagen bei Weitem nicht den heutigen Anforderungen. Immer kostspieligere Nachrüstungsmaßnahmen können zwar Abhilfe schaffen, haben aber ihre Grenzen. Insbesondere können konstruktionsbedingte Sicherheitsmängel nicht zur Gänze durch nachträgliche Maßnahmen behoben werden.

Große Unterschiede bei den Sicherheitsanforderungen der wichtigen Atomstaaten

In den USA verlangt die Nuclear Regulatory Commission (NRC) keine Modernisierung der Leistungsreaktoren auf den neuesten Stand der Technik. Die Versorgungsunternehmen müssen nachweisen, „dass die Auswirkungen der Alterung für alle identifizierten Strukturen, Systeme und Komponenten angemessen gehandhabt werden, sodass deren beabsichtigte(n) Funktion(en) **im Einklang mit der aktuellen Genehmigungsgrundlage** für den Zeitraum der Betriebsverlängerung aufrechterhalten werden“⁷ Das bedeutet, dass im US-System bereits in Betrieb befindliche Kernkraftwerke nicht den Genehmigungsanforderungen für neue Kernkraftwerke unterliegen. Sie müssen lediglich die ursprünglichen Anforderungen erfüllen, die zum Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme in Kraft waren. In den USA werden Laufzeitverlängerungen auf der Grundlage von periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSR) im Zehn-Jahres-Abstand genehmigt.

⁵ Yves Maignac, „Zusammenfassung der Studie ‚Reduktion der Sicherheitsmargen von Alt-KKW. Der Fall Beznau‘“, WISE-Paris, 2016.

⁶ Das grundlegende Sicherheitsprinzip Nr. 5 der IEAO besagt: „Der Schutz muss so optimiert werden, dass über die gesamte Betriebsdauer eines KKW ein Höchstmaß an Sicherheit, das vernünftigerweise erreichbar ist, praktiziert wird.“ Siehe „Sicherheitsprinzip 5: Optimierung des Schutzes“, in IAEA, „Grundlegende Sicherheitsprinzipien für Kernkraftwerke“, IAEA Sicherheitsstandards Serie Nr. SF-1, Wien, 2006.

⁷ US-NRC, „Guidance for License Renewal and Subsequent License Renewal“, NUREG-1800, Rev.2, 2010, siehe nrc.gov/reactors/operating/licensing/renewal/slr/guidance.html.

In Frankreich stellt sich die Situation ganz anders dar. Die Behörde für nukleare Sicherheit (ASN)⁸ erklärte 2013, dass die bestehenden Reaktoren in Zukunft Seite an Seite mit Reaktoren der dritten Generation⁹ existieren werden, „deren Konstruktion deutlich höheren Sicherheitsanforderungen entspricht. Bestehende Reaktoren **müssen daher nachgerüstet werden**, um diese neue Sicherheitsanforderungen entsprechend dem neuesten Stand der Kerntechnik zu erfüllen.“ [Hervorhebung hinzugefügt]¹⁰.

Daher veröffentlichte die ASN im Februar 2021 einen Beschluss¹¹ über die Änderungen, die im Hinblick auf den Betrieb der 900-MW-Reaktoren von EDF über 40 Jahre hinaus vorgenommen werden müssen. Die Anforderungen für die einzelnen Reaktoren umfassen verschiedene Modernisierungen betreffend die Verfügbarkeit von Stromversorgung und Kühlwasser, Schutzmaßnahmen gegen Feuer, Klima- und Erdbebenrisiken sowie Maßnahmen für den Fall eines Unfalls. Doch obwohl in den letzten drei Jahren einige Schritte gesetzt wurden, werden sich die meisten Verbesserungen über sehr lange Zeiträume ziehen, und nach der Nachrüstung werden – klarerweise – weiterhin Unterschiede zum Maßstab der neuesten Modelle bestehen. EDF kann sich zum Beispiel bei Gravelines-6 Zeit lassen, da 15 von 35 vorgeschriebenen Verbesserungen bis 2035 durchgeführt werden sollen. In diesem Jahr wird der Reaktor bereits sein 50. Betriebsjahr erreicht haben. Wie kann es als zufriedenstellend angesehen werden, einen Kernreaktor zehn Jahre lang mit festgestellten Sicherheitsmängeln zu betreiben?

Betreiber von Altanlagen behaupten regelmäßig, dass ihre Maschinen durch Modernisierungen bis zum Ende ihrer technischen Lebensdauer auf den neuesten Stand der Sicherheitsstandards gebracht worden seien. Dies ist aber höchst zweifelhaft und es stellt sich die Frage, ob nicht viele von ihnen dorthin gehören, wo der VW Käfer 1200 schon lange ist: in ein Technikmuseum.

Erstellt: 2024

⁸ Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)

⁹ z. B. Europäischer Druckwasserreaktor (EPR) von Framatome oder AP1000 von Westinghouse.

¹⁰ ASN, „CODEP-DCN-2013-013464“, Schreiben an den Präsidenten von EDF vom 28. Juni 2013, siehe asn.fr/content/download/131141/asn_position/CODEP-DRC-%202014-013126.pdf.

¹¹ ASN, „Décision n° 2021-DC-0706 de l’Autorité de sûreté nucléaire“, 23. Februar 2021, siehe asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2021-dc-0706-de-l-asn-du-23-fevrier-2021.