



Zuverlässiger Langzeitbetrieb dank umsichtigem Alterungsmanagement

Die Schweizer Kernkraftwerke sind gut gerüstet, um auch in den nächsten Jahrzehnten ihren wichtigen Beitrag an eine verlässliche Stromversorgung wie auch an die klimapolitischen Ziele des Landes zu leisten. Beim Langzeitbetrieb kommt in der Schweiz ein international vorbildliches Alterungsmanagement zum Einsatz. Die Kernkraftwerke werden laufend nachgerüstet und periodisch auf ihre Sicherheit überprüft. Diese umfassenden Massnahmen sorgen dafür, dass die Anlagen jederzeit den modernen Sicherheitsstandards entsprechen und auch noch am letzten Tag ihres Betriebs technisch topfit sein werden.

Ein respektables Dienstalder, aber alles andere als veraltet: Alle Kernkraftwerke in der Schweiz haben die ursprünglich vorgesehene Betriebszeit von 40 Jahren inzwischen überschritten. Sie befinden sich dabei in guter Gesellschaft. Betriebszeiten von 50, 60 Jahren und länger werden auch in anderen Ländern erreicht bzw. angestrebt. So haben in den USA inzwischen fast alle Kernkraftwerke die Bewilligung für 60 Jahre erhalten und einige sogar für 80 Jahre.

Der Langzeitbetrieb von Kernkraftwerken ist international wie auch in der Schweiz zu einem wichtigen Thema geworden. Dahinter steckt die Erfahrung, dass durch sorgfältige Wartung und Nachrüstungen die Anlagen mit der Zeit immer sicherer werden. So hat beispielsweise das Eidgenössische Nuklearsicher-

heitsinspektorat (Ensi) bestätigt, dass die beiden Kernkraftwerke Beznau-1 und -2 heute rund hundert Mal sicherer sind als bei ihrer Inbetriebnahme vor rund 55 Jahren¹.

Schweiz: vorbildliches Alterungsmanagement seit Jahrzehnten

In der Schweiz verfügen die Kernkraftwerke grundsätzlich über eine unbefristete Betriebsbewilligung, d.h. die Anlagen dürfen so lange am Netz bleiben, wie sie sicher betrieben werden können. Entscheidend ist also nicht das formale Alter einer Anlage, sondern ihre Sicherheit. Daher gilt eine permanente Nachrüstpflcht gemäss dem Stand der Nachrüsttechnik. Zudem wird in jedem Werk alle zehn Jahre die umfassende Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durchgeführt.

▲ Abb:
Titelbild des «Schweizer Journals» zur Inbetriebnahme von Beznau im Jahr 1969: Erprobte Technik kann mit guter Wartung und nötigen Modernisierungen über lange Zeit im Einsatz bleiben.

¹ Siehe Ensi-Artikel «Wann werden die AKWs stillgelegt?» vom 23.11.2011: www.ensi.ch.

Das sagt der Bundesrat

In der Schweiz ist das Alterungsmanagement und damit die Vorsorge für den Langzeitbetrieb der Kernkraftwerke umfassend geregelt. Dies zeigt die Antwort des Bundesrats vom 19. Februar 2020 auf die Interpellation Nr. 19.4555 aus dem Ständerat:

«Das Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) ist befugt, alle zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit notwendigen und verhältnismässigen Massnahmen anzuordnen (Art. 72 des Kernenergiegesetzes KEG). (...) Ist es der Auffassung, die gesetzlichen Minimalanforderungen für einen sicheren Betrieb seien nicht mehr erfüllt, kann es die **vorläufige Ausserbetriebnahme des Werkes anordnen**, bis die Mängel behoben sind. (...)

Ein schweizerisches Kernkraftwerk muss **laufend nachgerüstet** werden. Gemäss KEG muss der Bewilligungsinhaber seine Anlage soweit nachrüsten, als dies nach der Erfahrung und dem Stand der Nachrüstungstechnik notwendig ist, und darüber hinaus, soweit dies zu einer weiteren Verminderung der Gefährdung beiträgt und angemessen ist.

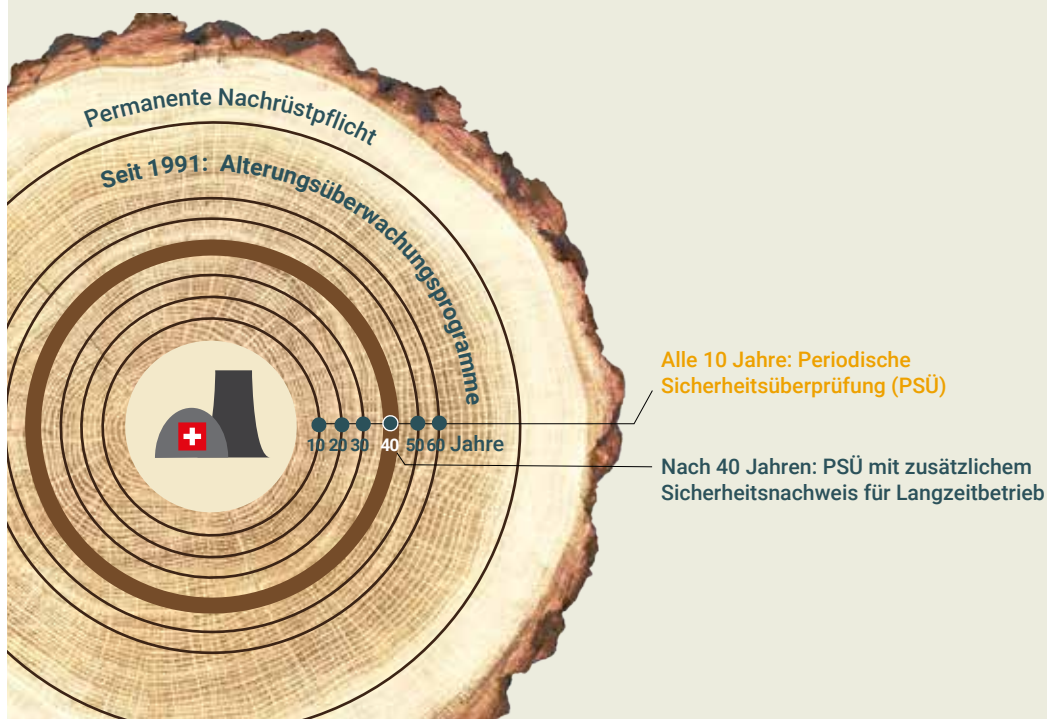
Zusätzlicher Sicherheitsnachweis

Für die Zeit nach dem vierten Betriebsjahrzehnt hat der Bewilligungsinhaber im Rahmen der **Periodischen Sicherheitsüberprüfung** einen zusätzlichen **Sicherheitsnachweis für den Langzeitbetrieb** zu erbringen. Dieser enthält insbesondere auch den Nachweis, dass die Auslegungsgrenzen der sicherheitstechnisch relevanten Anlageteile während der geplanten Betriebsdauer nicht erreicht werden (Art. 34a Kernenergieverordnung KEV).

Die Bewilligungsinhaber schweizerischer Kernanlagen sind gemäss Artikel 35 und 36 KEV verpflichtet, **ihre Anlagen im Hinblick auf Alterungseinflüsse zu überprüfen** und den Stand von Wissenschaft und Technik sowie die Betriebserfahrungen in vergleichbaren Anlagen zu verfolgen. (...)

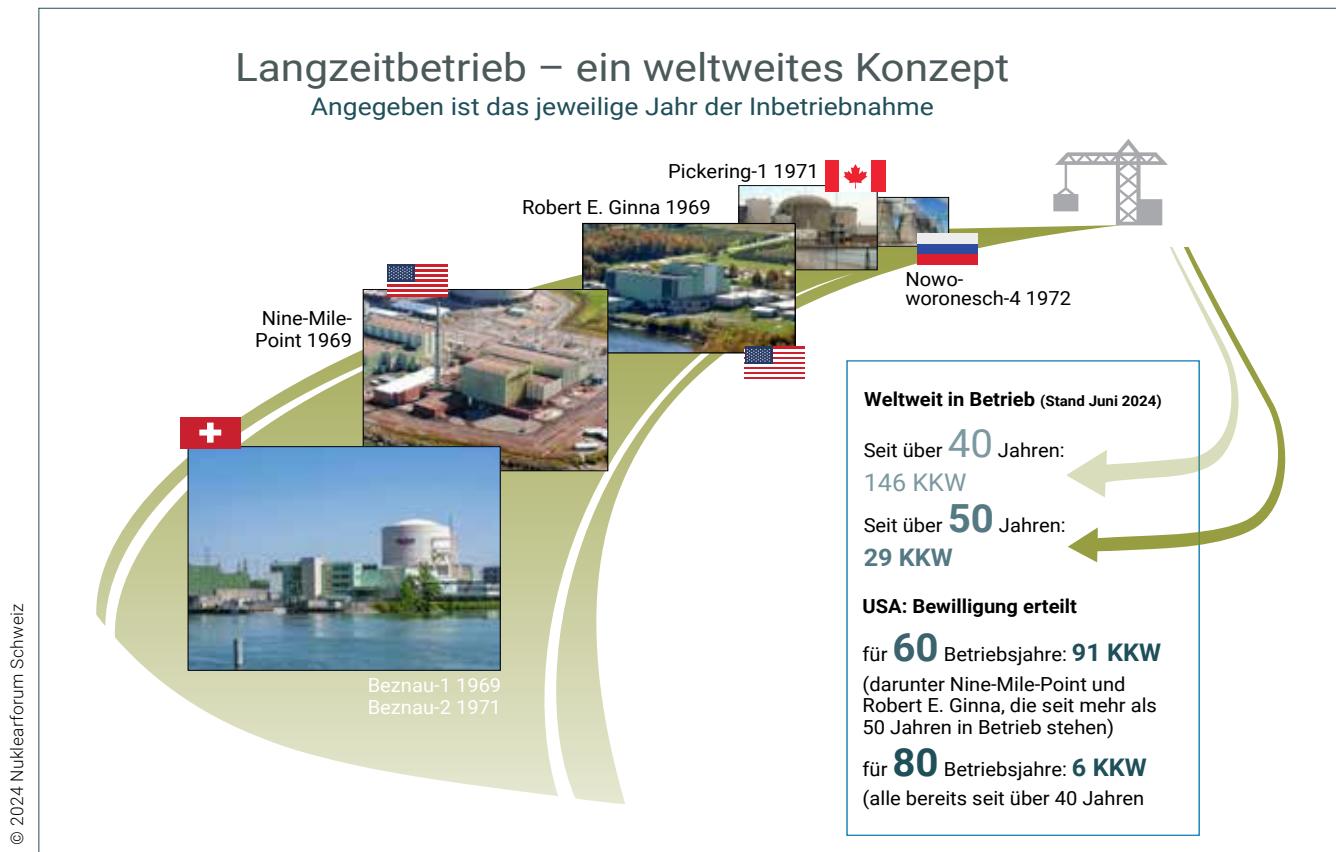
Die bestehenden Kernkraftwerke sollen betrieben werden können, solange sie sicher sind. Das Ensi kontrolliert, ob die Bedingungen dafür erfüllt sind.»

(Zwischentitel und Hervorhebungen durch die Redaktion)



Langzeitbetrieb – ein weltweites Konzept

Angegeben ist das jeweilige Jahr der Inbetriebnahme



Nach 40 Jahren Betrieb muss dabei zusätzlich ein Sicherheitsnachweis für den Langzeitbetrieb erbracht werden (siehe Kasten links). Die Schweizer Gesetzgebung schreibt weiter vor, dass die Alterung dauernd überwacht werden muss und legt strenge Vorgaben für Alterungsphänomene fest. Vor diesem Hintergrund führen die Kernkraftwerke seit 1991 eigene Alterungsüberwachungsprogramme durch. Daei überprüfen sie systematisch alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Baustrukturen auf Alterungseffekte anhand von spezifischen Checklisten.

Milliardeninvestitionen in die Zukunft

Dieses international vorbildliche System hat zur Folge, dass seit ihrer Inbetriebnahme Milliardenbeträge in die Anlagen investiert worden sind. Im Kernkraftwerk Beznau beispielsweise übersteigen die Kosten für Instandhaltung, Modernisierungen und permanentes Nachrüsten mit inzwischen 2,5 Milliarden Franken die Baukosten um ein Vielfaches.

In den vergangenen 40 Jahren wurden dort u.a. nachgerüstet: ein gebunkertes Notstandssystem, das die Anlage auch bei schwerem Erdbeben, Überschwemmung, Flugzeugabsturz oder Terrorangriff in einen sicheren Zustand überführt, eine gefilterte Druckentlastung des Containments sowie Schutzsysteme gegen eine

Wasserstoff-Explosion (und das 20 Jahre vor dem Unfall in Fukushima, wo genau dieses System fehlte). 2015 wurden eine zusätzliche, autarke Notstromversorgung und ein neues Anlageinformationssystem in Betrieb genommen. Über all die Jahre wurden zudem zahlreiche wichtige Komponenten ersetzt, so die Dampferzeuger, die Hochdruck-Turbinen, die Reaktorschutzsysteme, die Reaktordeckel und vieles mehr.

Zusätzlich Lehren aus dem Ausland

Wichtig für die Weiterentwicklung des Alterungsmanagements ist auch die systematische Verarbeitung von Betriebserfahrungen und Forschungsergebnissen im Ausland. So fordert das Ensi nach grösseren Ereignissen in ausländischen Kernanlagen jeweils konsequent zusätzliche Überprüfungen und Analysen der Schweizer Anlagen.

Dies geschah beispielsweise nach dem Reaktorunfall in Fukushima. Als Folge des vorbildlichen Nachrüst- und Alterungsmanagements haben die Schweizer Kernkraftwerke im EU-Stresstest nach Fukushima sehr gut abgeschnitten. Auf der europäischen Ebene beteiligen sich das Ensi und die Schweizer Kernenergiebranche derzeit an einer grösseren Überprüfung des Alterungsmanagements. Seit 2021 beteiligt sich das Ensi an zwei gross angelegten internationalen Forschungsprojekten².

Weitere Informationen:

Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi):

Artikel «Keine Abstriche bei der Sicherheit» vom 21.3.2016: www.ensi.ch

Artikel «Hohe Sicherheit bei älteren Kernkraftwerken dank Nachrüstungen und Alterungsüberwachung» vom 12.2.2014: www.ensi.ch

Artikel «Sicherheit des Betriebs über 40 Jahre muss nachgewiesen werden» vom 20.12.2012: www.ensi.ch

² Siehe Ensi-Artikel «Neue internationale Forschungsprojekte» vom 13.8.2021: www.ensi.ch



Kernenergie: unverzichtbar zum Erreichen der Schweizer Klimaziele

In der Schweiz steht die Stromversorgung heute vor grossen Herausforderungen: Die klimapolitisch geforderte Abkehr von den fossilen Energien (Öl, Kohle und Gas) verlangt nach einem starken Ausbau der CO₂-armen Stromquellen.

Da dies nicht über Nacht geschehen kann, ist der Weiterbetrieb der zuverlässigen Schweizer Kernkraftwerke umso wichtiger geworden. Ihre praktisch CO₂-freie Stromproduktion ist für das Erreichen der von Bundesrat und Parlament gesetzten Klimaziele unverzichtbar.

Vor diesem Hintergrund ist der sichere Langzeitbetrieb der bestehenden Kernkraftwerke von grösster Bedeutung für Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft³.



Rückversicherung gegen drohende Engpässe beim Strom

Im Juni 2020 hat die Eidg. Elektrizitätskommission (ElCom) bestätigt, dass dem durch die Klimapolitik erwarteten Stromverbrauchszuwachs eine abnehmende Exportfähigkeit der Nachbarländer gegenübersteht. Die ElCom kommt zum Schluss, dass «die Importabhängigkeit und die damit verbundenen Risiken die Wahrscheinlichkeit für Versorgungsengpässe im Winterhalbjahr markant ansteigen lassen. Die Risiken sind besonders die Exportfähigkeit und -willigkeit der Nachbarländer (...)».

2015 und erneut 2020 hat das Bundesamt für Bevölkerungsschutz in ihren Risikoberichten einen anhaltenden Strommangel im Winter als das grösste Risiko für die Schweiz bezeichnet, sogar noch vor einer Pandemie, wie sie 2020 tatsächlich eingetreten ist⁴.

Wie machen es andere Länder?

Beim Sicherstellen des Langzeitbetriebs geht die Schweiz ihren eigenen Weg. Das zeigt der Vergleich mit dem Ausland. In den USA beispielsweise wurden die Kernkraftwerke zunächst für eine Betriebsdauer von 40 Jahren bewilligt. Rechtzeitig vor Ablauf der 40 Jahre kann die Betreiberin eine Verlängerung um 20 Jahre beantragen. Dabei muss sie nachweisen, dass auch in der Verlängerungszeit durch Investitionen, Modernisierungen, Nachrüstungen und gezieltes Altersmanagement alle Anforderungen an die Sicherheit erfüllt werden. Nach 60 Jahren kann die Bewilligung nochmals für 20 Jahre erneuert werden.

Anders in Frankreich: Dort ist die Betriebsdauer eines Kernkraftwerks nicht von vornherein beschränkt. Wenn aber nach 40 Jahren die vierte Zehnjahresinspektion ansteht, muss die Betreiberin nachweisen, dass durch umfassende

Nachrüstungen das Sicherheitsniveau eines Reaktors der fortgeschrittenen dritten Generation erreicht wird.

³ Mehr zum Thema findet sich im Faktenblatt «Klimapolitik: Kernenergie ist Teil der Lösung»

⁴ Bundesamt für Bevölkerungsschutz (Babs): Bericht zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020

Fazit:

Dank der seit Jahrzehnten sichergestellten Vorsorge sind die Schweizer Kernkraftwerke heute bestens für die Zukunft gerüstet. Das umsichtige Altersmanagement und die permanenten Nachrüstungen stellen sicher, dass die Anlagen am Ende ihrer Betriebszeit nachrüst- und sicherheitstechnisch eigentlich im Zenit ihrer Entwicklung stehen.