

Faktenblatt

Dezember 2019

Sicherheit der Kernkraftwerke Eine Schweizer Erfolgsgeschichte

Nukleare Sicherheit ist eine Daueraufgabe. Sie muss immer wieder kritisch hinterfragt und überprüft werden. Das ist der Kern der Schweizer Sicherheitskultur. Dank Vorsorge und Investitionen in Milliardenhöhe sind die Schweizer Kernkraftwerke heute sehr gut auf den weiteren Betrieb vorbereitet. Auch extreme Naturereignisse können sie ohne Gefährdung für die Bevölkerung und die Umwelt überstehen – die nötigen Schutzsysteme sind bereits vor Jahrzehnten eingebaut worden.

Seit der Betriebsaufnahme der Kernkraftwerke Beznau-1 (1969), Beznau-2 (1971), Mühleberg (1972), Gösgen (1979) und Leibstadt (1984) liefert der Schweizer Kernkraftwerkspark zuverlässig, umweltschonend und kostengünstig rund 40 % der schweizerischen Stromerzeugung. Mehr noch: Seit Mitte der 1980er-Jahre erhöhten sie ihre Produktion dank Leistungssteigerungen, wenig Betriebsstörungen sowie kürzeren Wartungsstillständen um bis zu 20 Prozent. Diese zusätzlichen rund 5 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr entsprechen der Stromproduktion eines mittelgrossen Kernkraftwerks.

Lohn der Vorsorge und Sorgfalt

In den bisher insgesamt über 200 Reaktorbetriebsjahren der Schweizer Kernkraftwerke ist nie eine bedrohliche Situation für Mensch und Umwelt aufgetreten. Dieser Leistungsausweis ist der Lohn der Vorsorge und der Sorgfalt. Ziel der umfassenden Präventionspolitik im nuklearen Bereich ist, dass ein gravierender Unfall in einem Kernkraftwerk – auch wenn dessen Eintrittswahrscheinlichkeit äusserst klein ist – so beherrscht werden kann, dass Bevölkerung und Umwelt keinen anhaltenden Schaden durch austretende Radioaktivität erleiden.

Sicherheit als Daueraufgabe

In der Schweiz ist die Sicherheit der Kernanlagen für die Betreiber wie für die Aufsichtsbehörde eine Daueraufgabe. Die Sicherheit der Anlagen wird von mehreren unabhängigen Stellen regelmässig begutachtet: vom Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi), von den Versicherern wie auch durch



Vorsorge und Sorgfalt: Die hohe Sicherheitskultur in den Schweizer Kernkraftwerken wird nachweisbar gelebt.

Bild: KKG

Peer Reviews von internationalen Organisationen. Das stete Nachrüsten gemäss des jeweiligen Standes von Wissenschaft und Technik ist in der Schweiz gesetzliche Pflicht. Im 10-Jahres-Rhythmus werden die Werke denn auch umfassend auf ihre Sicherheit überprüft. Dabei werden auch sehr unwahrscheinliche Ereignisse wie extreme Naturkatastrophen mitberücksichtigt.

Die Politik der permanenten Überprüfung setzte in der Schweiz bereits in den 1970er-Jahren ein, kurz nach Inbetriebnahme der ersten Kernkraftwerke. In den vergangenen Jahrzehnten und insbesondere seit dem Unfall im Kernkraftwerk Three-Mile-Island (siehe S. 4) haben die Betreiber Modernisierungen in Milliardenhöhe vorgenommen. Gemäss Ensi hat die gelebte Sicherheitskultur bewirkt, dass das Sicherheitsniveau der dienstälteren Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg¹ seit ihrer Inbetriebnahme zu Beginn der 1970er-Jahre um das Hundertfache erhöht worden ist.

Die entscheidenden Unterschiede

Dieses Vorgehen hat sich bewährt. So verfügen die fünf Schweizer Kernkraftwerke seit vielen Jahren über jene Schutzsysteme, die in Fukushima den Unfall verhindert hätten:

- Die **Sicherheitsanalysen** werden regelmässig überprüft und entsprechen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Sie berücksichtigen auch extrem seltene Naturereignisse wie Erdbeben und Hochwasser, wie sie höchstens einmal in 10 000 Jahren zu erwarten sind.

- Die Gefahr durch **Hochwasser** wurde bereits bei der Projektierung berücksichtigt. Untersuchungen im Jahr 2009 und nach Fukushima haben die früheren Annahmen und Ergebnisse weitestgehend bestätigt.

- Alle Schweizer Kernkraftwerke verfügen über mehrfache und unterschiedliche Not- und Nachkühlsysteme. Zudem wurden ab Ende der 1970er-Jahre alle Anlagen zusätzlich mit **gebunkerten Notstandssystemen** ausgerüstet. Diese sind gegen schwere Erdbeben, Überschwemmung, Flugzeugabsturz und Terrorangriff geschützt. Sie stehen auch dann noch zur Verfügung und liefern Strom zur Kühlung, falls alle anderen Systeme versagen.

- Ebenfalls bereits vor Jahrzehnten eingebaut wurden Systeme, die **Wasserstoffgas** abbauen, bevor es explodieren kann. Die Nachrüstungen umfassten auch den Einbau eines störfallfesten, unabhängigen Systems zur **gefilterten Druckentlastung des Containments**. Mit diesem System kann der Dampf im extremen Notfall über den Kamin in die Umwelt entlassen werden, wobei über 99 Prozent der darin vorhandenen radioaktiven Stoffe im Filter zurückgehalten würden. Die Systeme erlauben zudem im absoluten Notfall (gleichzeitiger Ausfall der Notstrom- und der Notstandsdiesel) die langfristige, passive, stromunabhängige Abgabe der Nachzerfallswärme an die Umgebung.

- Die **Notfallvorsorge** umfasst ein integriertes Notfallkonzept, mit dem schwere Unfälle verhindert oder zumindest deren Folgen stark gemildert werden können. Mehrmals pro Jahr werden unter Aufsicht der Behörden Notfallübungen durchgeführt, die auch besonders schwerwiegende Unfallszenarien einschliessen.

Nach Jahrzehnten der Überprüfung, Modernisierung und Nachrüstung weisen die Schweizer Kernkraftwerke ein sehr hohes Sicherheitsniveau auf und sind für den weiteren Betrieb gut gerüstet.

¹ Das Kernkraftwerk Mühleberg hat am 20. Dezember 2019 den Leistungsbetrieb endgültig eingestellt. Die Anlage hat bis zuletzt die höchsten Sicherheitsstandards erfüllt und zuverlässig rund 5 % des Schweizer Stroms geliefert.

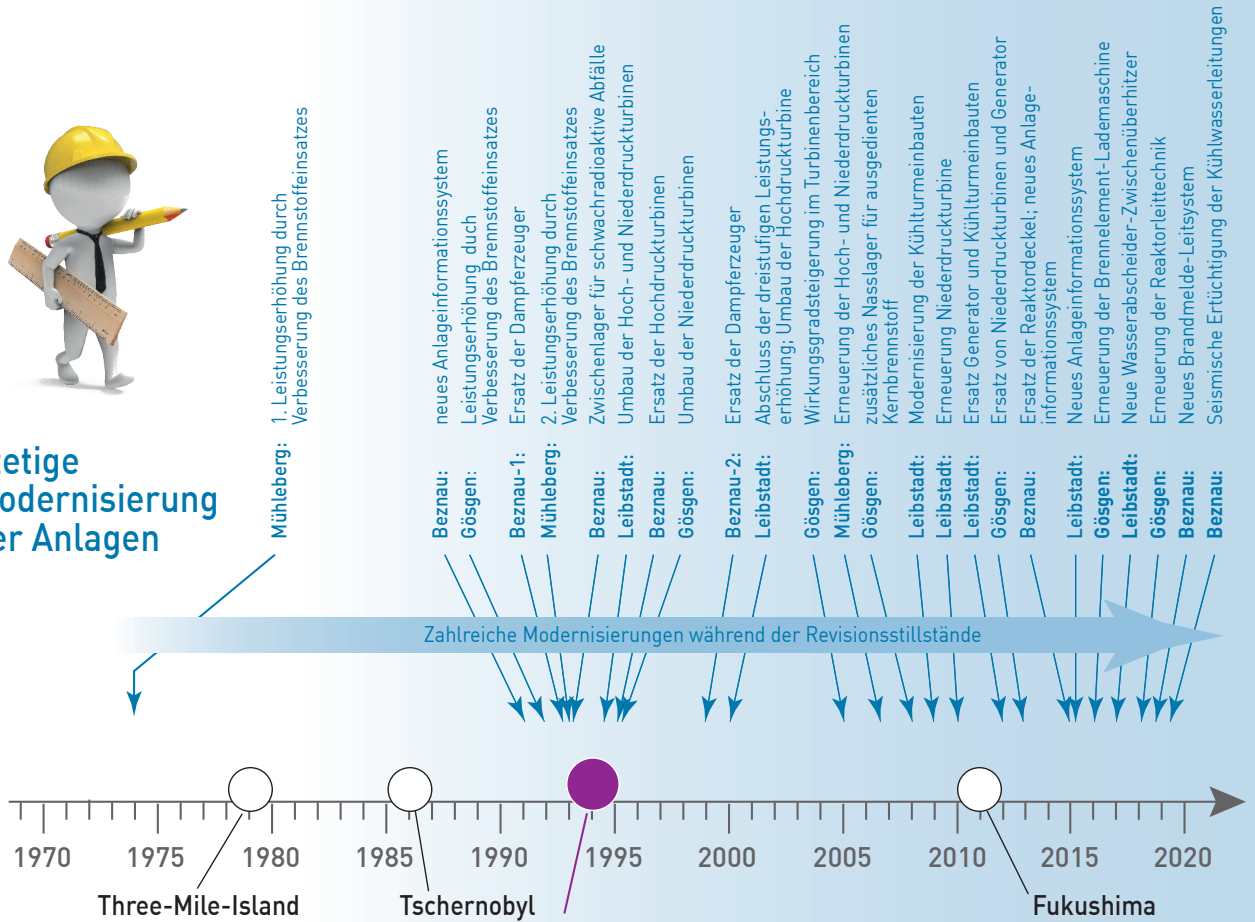
Nuklearforum Schweiz
 Frohburgstrasse 20
 4600 Olten
 Telefon 031 560 36 50
 info@nuklearforum.ch
 www.nuklearforum.ch



Grössere Erneuerungen und sicherheitstechnische Nachrüstungen in den Schweizer Kernkraftwerken seit Betriebsbeginn (Auswahl)



Stetige Modernisierung der Anlagen



Seit 1994 sind in allen Werken jene Schutzsysteme vorhanden, die in Fukushima fehlten.

Zahlreiche Nachrüstungen zur Unfallprävention und -minderung



Hohe Investitionen in die Sicherheit

- Gösgen: gebunkertes **Notstandssystem** (bereits beim Bau installiert)
- Gösgen: Schutzsystem gegen **Wasserstoff**-Entzündung
- Beznau: Schutzsystem gegen **Wasserstoff**-Entzündung
- Leibstadt: gebunkertes **Notstandssystem** (bereits beim Bau installiert)
- Gösgen: Ersatz der Kernumfassungsschrauben
- Mühleberg: Schutzsystem gegen **Wasserstoff**-Entzündung
- Mühleberg: gebunkertes **Notstandssystem**
- Beznau: gebunkertes **Notstandssystem**; Modernisierung des Schutzsystems gegen Wasserstoff-Entzündung
- Leibstadt: Schutzsystem gegen **Wasserstoff**-Entzündung
- Alle KKW (1992-1994): **gefaltete Druckentlastung**
- Mühleberg: Einbau von Zugankern am Kernmantel; Inbetriebnahme Simulator
- Leibstadt: Inbetriebnahme Simulator
- Gösgen: zusätzlicher Kühlstrang für Brennelementbecken
- Gösgen: Inbetriebnahme Simulator
- Beznau: digitales Reaktorschutzsystem
- Gösgen: Nachrüstung einer gesteuerten Druckentlastung für das Reaktorkühlsystem
- Beznau: Inbetriebnahme Simulator
- Alle KKW: gebunkertes **externes Lager** mit Notfalleinrichtungen (Helikoptertransport zu allen KKW möglich)
- alle KKW: **erfolgreiches Bestehen des EU-Stresstests**
- Leibstadt: zusätzliche Sicherheitseinrichtungen mit externen Notstromdieseln
- Beznau: Modernisierung der Notstromversorgung; Umbau Simulator
- Mühleberg: diversifizierte Wassereinspeisung für Notstandssystem
- Mühleberg: Zusätzliche Kühlung des Brennelementlagerbeckens
- Mühleberg: Zusätzlicher Schutz des Reaktorgebäudes gegen Brand und interne Überflutung
- Mühleberg: Zusätzliche erdbeben- und überflutungssichere Wassereinspeisung in Reaktordruckbehälter
- Beznau: Neueinbau von Wasserstoff-Rekombinatoren
- Beznau: zusätzliche Kühlung für Brennelement-Lagerbecken
- Gösgen: Einbau seismische Reaktorabschaltung



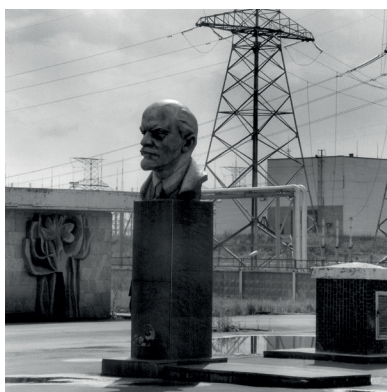
1979: Three-Mile-Island

Die in westlichen Kernkraftwerken üblichen Vorsorgemassnahmen haben beim Unfall am 28. März 1979 im Block 2 des amerikanischen Kernkraftwerks Three-Mile-Island bei Harrisburg (Pennsylvania) ihre Bewährungsprobe bestanden. Obwohl nach einem technischen Versagen und einer Fehlbedienung des Personals ein Teil des Kernbrennstoffs im Reaktor schmolz, gelangten keine unzulässigen Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt. Der vom Unfall nicht betroffene Block 1 stand noch bis 2019 in Betrieb.

Es wiederholte sich die Erfahrung aus dem Unfall im Versuchsreaktor Lucens im Kanton Waadt im Jahr 1969, als nach einem Kernschmelzschaden weder die Bedienungs-mannschaft noch die Umwelt zu Schaden kamen.

Lehren für die Schweiz

Die Reaktoren in Three-Mile-Island (Druckwasserreaktoren) sind mit den Schweizer Kernkraftwerken vergleichbar. Die Analyse der Unfallursache und des Unfallablaufs führte in der Schweiz zu einer Reihe von Nachrüstungen. Dazu gehörten verbesserte Anzeigen im Kommandoraum und der Einbau von Systemen, die bei einem schweren Unfall mit Kernschaden allfällig gebildetes Wasserstoffgas laufend abbauen, bevor es sich entzünden kann.



1986: Tschernobyl

Am 26. April 1986 ereignete sich im Block 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl in der Ukraine in der damaligen Sowjetunion ein schwerer Unfall. Ursache waren gravierende Mängel in der Bauweise des sowjetischen Reaktortyps RBMK sowie grosse Defizite in der Sicherheitskultur. Sie hatten zur Folge, dass ein grobfahrlässiger Fehler der Bedienungsmannschaft zur plötzlichen Leistungserhöhung und zur Zerstörung des Reaktors führte.

Dabei entzündete sich das bei diesem besonderen Reaktortyp zur Kernspaltung benötigte Graphit. Durch den tagelangen Graphitbrand wirbelten grosse Mengen radioaktiver Stoffe durch das zerstörte Dach der Reaktorhalle und wurden vom Wind über grosse Distanzen verfrachtet.

Lehren für die Schweiz

RBMK-Reaktoren sind völlig anders gebaut als die Reaktoren in der Schweiz. Ein Unfallablauf wie in Tschernobyl ist bei uns aus naturgesetzlichen Gründen nicht möglich. Daher konnten in der Schweiz aus diesem Unfall kaum sicherheitstechnische Erkenntnisse gewonnen werden. Hingegen bestätigte sich die wichtige Rolle einer soliden Ausbildung sowie einer Sicherheitskultur, die Bestehendes immer wieder kritisch hinterfragt.



2011: Fukushima

Das Reaktorunglück im japanischen Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi wurde durch eine gewaltige Naturkatastrophe ausgelöst. Nach einem extrem starken Erdbeben im Pazifik überfluteten riesige Tsunamis die Anlage, die gegen dieses in Japan seit Jahrhunderten bekannte Grossrisiko schlecht geschützt war.

Durch das Eindringen der Wassermassen in die unteren Stockwerke fiel die Notstromversorgung aus, sodass in den drei Reaktorblöcken 1, 2 und 3 die Kerne nur ungenügend gekühlt werden konnten. Trotz grossem Einsatz der Betriebsmannschaft konnte ihr Schmelzen nicht verhindert werden. Dabei bildete sich Wasserstoffgas, das schliesslich explodierte. Die herkömmlich gebauten Dachkonstruktionen von drei Blöcken wurden zerstört.

Lehren für die Schweiz

Die Reaktoren in Fukushima-Daiichi (Siedewasserreaktoren) sind mit den Kernkraftwerken in der Schweiz vergleichbar. Da bereits in den 1980er-Jahren in der Schweiz bei der Überprüfung schwerer Störfälle die richtigen Lehren gezogen wurden, ergaben sich aus Fukushima wenige neue Erkenntnisse. So wurden u.a. in einem ehemaligen Armeebunker Notfallausrüstungen eingelagert, die jederzeit mit Helikoptern an den Einsatzort geflogen werden können.