

## Dossier

# FUKUSHIMA – 10 JAHRE DANACH

### INHALT

- Hintergrund
- Kernbotschaften
  1. Die Schweizer Kernkraftwerke waren schon 2011 auf einem besseren Stand der Sicherheitsvorsorge als die Anlage in Fukushima.
  2. Nach Fukushima wurde der Stand der Sicherheitstechnik erneut überprüft und weiter verbessert.
  3. Die Kernenergie ist immer noch eine tragende Säule der Schweizer Stromversorgung, insbesondere für Versorgungssicherheit und Klimaschutz.
  4. In Japan sind grosse Teile der betroffenen Region wieder bewohnbar und zahlreiche Evakuationsverfügungen aufgehoben.
- FAQ

## HINTERGRUND

Der Reaktorunfall in Fukushima-Daiichi am 11. März 2011 fand im Kontext einer extremen Naturkatastrophe statt, bei der **nach einem schweren Erdbeben und einem Tsunami** weite Küstengebiete verwüsteten. Die Flutwellen forderten nicht nur gegen 20'000 Menschenleben, sondern zerstörten rund 130'000 Häuser und beschädigten über eine halbe Million weiterer Gebäude schwer. Aus den überschwemmten Siedlungsgebieten und Industrieanlagen gelangten riesige Mengen umweltbelastender Chemikalien ins Wasser und in den Boden. Hunderte von Quadratkilometern an fruchtbarem Agrarland wurden durch das salzhaltige Meerwasser langfristig geschädigt. Insgesamt wurde die Region um Fukushima von einer Mehrfachkatastrophe getroffen.

**Sowohl der Wiederaufbau der vom Erdbeben und Tsunami verursachten Schäden wie auch die Aufarbeitung des Reaktorunfalls dauern an, sind aber weit fortgeschritten.**

Vor diesem Hintergrund beantworten wir zehn Jahre nach dem Reaktorunfall von Fukushima die Fragen nach der Entwicklung und dem Stand der Sicherheitsvorsorge der Schweizer Kernkraftwerke, ordnen die Rolle der Kernenergie für Versorgungssicherheit und Klimaschutz ein und geben einen Überblick über die aktuelle Situation in Japan.

## KERNBOTSCHAFTEN

### 1. Die Schweizer Kernkraftwerke waren schon 2011 auf einem besseren Stand der Sicherheitsvorsorge als die Anlage in Fukushima.

Die Schweizer Kernkraftwerke können auch extreme Naturereignisse ohne Gefährdung für die Bevölkerung und die Umwelt überstehen – die nötigen Schutzsysteme sind im Gegensatz zu Japan bereits vor Jahrzehnten eingebaut worden.

**Die Anlagen in Fukushima waren sicherheitstechnisch nicht mit den damals fünf Schweizer Kernkraftwerken vergleichbar. Die Schweizer Werke verfügten bereits vor 2011 über jene Schutzsysteme, die in Fukushima den Unfall verhindert hätten:**

- Alle Schweizer Kernkraftwerke verfügten über **mehrfahe und unterschiedliche Not- und Nachkühlsysteme**. Zudem wurden bis Anfang der 1990er-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** (Wasserstoffrekombinatoren), bevor es zu einer Explosion kommen kann. Bereits in den 1990er-Jahren wurden auch störfallfeste, unabhängige Systeme zur **gefilterten Druckentlastung des Containments** (luftdichter Sicherheitsbehälter) eingebaut. 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.
- Für alle Kernkraftwerke der Schweiz gilt eine **permanente Nachrüstpflicht** gemäss dem Stand der Nachrüsttechnik. Zudem wird in jedem Werk alle zehn Jahre die umfassende Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durchgeführt.
- Die Sicherheitsnachweise werden regelmässig erneuert und **vom ENSI geprüft**. Sie berücksichtigen auch extrem seltene Naturereignisse wie Erdbeben und Hochwasser, wie sie in der Schweiz höchstens einmal in 10' 000 Jahren zu erwarten sind.
- Die Gefahr durch Hochwasser und Erdbeben wurde **bereits bei der Projektierung berücksichtigt**. Untersuchungen im Jahr 2009 und nach dem Reaktorunfall in Fukushima haben die früheren Annahmen und Ergebnisse weitestgehend bestätigt.
- Die Notfallvorsorge umfasst ein **integriertes Notfallkonzept**, mit dem schwere Unfälle verhindert resp. allfällige Auswirkungen auf die Umwelt minimiert werden. Mehrmals pro Jahr werden unter Aufsicht der Behörden Notfallübungen durchgeführt, die auch besonders schwerwiegende Unfallszenarien einschliessen.

## Politik der permanenten Überprüfung seit den 1970er-Jahren

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 wesentlichen Schaden** durch austretende Radioaktivität erleiden.

Die **Politik der permanenten Überprüfung** setzte in der Schweiz bereits in den 1970er-Jahren ein, kurz nach Inbetriebnahme der ersten Kernkraftwerke. Seit 2003 ist die Pflicht, die technische Entwicklung auch im Bereich der Sicherheit zu verfolgen, daraus Erkenntnisse für die Anlage abzuleiten und bestehende Kernkraftwerke laufend nachzurüsten, um die Sicherheit zu erhöhen, auf **Bundesebene im Kernenergiegesetz festgeschrieben**. Dementsprechend haben die Betreiber Modernisierungen in Milliardenhöhe vorgenommen und bereits seit 1991 ein **etabliertes Alterungsmanagement** eingeführt und damit die **Sicherheitsvorsorge** für die Kernkraftwerke bereits frühzeitig und umfassend verankert. Gemäss dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI ist das **Sicherheitsniveau** der dienstälteren Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg seit ihrer Inbetriebnahme zu Beginn der 1970er-Jahre **um das Hundertfache erhöht** worden.

**Die Schweizer Kernkraftwerke sind 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.**



### Quellen/Informationen:

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat Ensi: [Hochwasser](#)

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat Ensi: [Erdbeben](#)

[Informationen zur PEGASOS Studie \(Probabilistische Erdbeben-Gefährdungs-Analyse für die KKW-Standorte in der Schweiz\)](#)

Nuklearforum Schweiz: Faktenblatt «[Sicherheit der Kernkraftwerke](#)»

## 2. Nach Fukushima wurde der Stand der Sicherheitstechnik erneut überprüft und weiter verbessert.

Nukleare Sicherheit ist eine **Daueraufgabe**. Sie muss immer wieder kritisch hinterfragt und überprüft werden. Das ist der Kern der **Schweizer Sicherheitskultur**. Die Schweizer Kernkraftwerke sind lernende Organisationen. So haben ihre Betreiber und das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI die Aufsichtsbehörde ENSI auch aus dem Unfall in Fukushima **zusätzliche Erkenntnisse** gewonnen und in praktische Massnahmen umgesetzt, obwohl die Schutzsysteme zur Verhinderung von solchen Unfällen schon vor 2011 vorhanden waren.

Eine Erkenntnis war, dass bei extremen äusseren Ereignissen kurzfristig zusätzliche Pumpen, Notstromaggregate, Schläuche, Treibstoff und weiteres Material benötigt werden können. Die Betreiber haben darauf ein **zentrales Lager** im aargauischen Reitnau geschaffen. Seit Mitte 2011 kann von dort die benötigte Ausrüstung per Lastwagen wie auch per Helikopter in die Werke transportiert werden. Im Notfall würde dafür Transportkapazität der Luftwaffe angefordert, was auch geübt wird.

Als weitere Sofortmassnahmen nach den Ereignissen in Japan wurden die Kraftwerke mit Wasserleitungen und Anschlüssen zur **externen Bespeisung der Brennelementlagerbecken** nachgerüstet.

### Umfangreiche Schutzkonzepte

Als weitere Konsequenz hat der Bundesrat am 4. Mai 2011 eine **interdepartementale Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen in der Schweiz (IDA NOMEX)** eingesetzt. Daraus ging 2012 ein Bericht mit 56 Massnahmen zur weiteren Verbesserung des Notfallschutzes hervor, für deren Umsetzung verschiedene Bundesstellen verantwortlich sind. Im Bereich der Kernanlagen ist das ENSI zuständig.

Die Schweizer Kernkraftwerke nahmen auch am sogenannten **EU-Stresstest** teil. Dabei wurde nicht nur die technische und betriebliche Sicherheit der Werke, sondern auch die Aufsichtsbehörde intensiv durchleuchtet. Insgesamt zeigte der Stresstest, dass die Kernkraftwerke in der Schweiz im europäischen Vergleich über **einen hohen Sicherheitsstandard** verfügen. Die Schweiz habe gemäss European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) rasch nach Fukushima reagiert und bereits früh wirkungsvolle Massnahmen umgesetzt. Begrüsst wurden auch die zusätzlichen Abklärungen bei den Kernkraftwerken in der Schweiz, die das ENSI nach dem Unfall in Japan 2011 gefordert hat.

2015 fand überdies auf Initiative der Schweiz in Wien eine **diplomatische Konferenz** der Internationalen Atomenergie-Organisation IAEA zur Konvention der Nuklearsicherheit statt. Ziel des Schweizer Antrags war, nach Fukushima das Abkommen hinsichtlich der Anforderungen an die Auslegung und den Bau von Kernkraftwerken zu stärken. Die Betreiber der Schweizer Kernkraftwerke sind zudem Mitglieder der **World Association of Nuclear Operators (WANO)**. In der WANO haben sich nach dem Unfall in Tschernobyl die KKW-Betreiber der Welt zusammengeschlossen, um die Sicherheit laufend zu überprüfen und zu verbessern. Das geschieht unter anderem mit **Peer Reviews** in einzelnen Kraftwerken im Vier-Jahres-Rhythmus.

**Die externen Einschätzungen und die eigenen Erkenntnisse aus den Ereignissen von Fukushima bestätigen klar den sehr hohen Stand der Sicherheit in den Schweizer Kernkraftwerken bereits vor 2011. Dennoch hören die Verantwortlichen nicht auf, in intensivem internationalem Austausch aus neuen Erkenntnissen zu lernen, um die Kraftwerke und deren Betrieb noch sicherer zu machen.**

**Quellen/Informationen:**

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat Ensi: [Fukushima](#)

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat Ensi: [EU-Stresstest](#)

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat Ensi: [Erdbebensicherheit vom 05.02.20](#)

Nuklearforum Schweiz: [Faktenblatt «Zuverlässiger Langzeitbetrieb dank umsichtigem Alterungsmanagement»](#)

### 3. Die Kernenergie ist immer noch eine tragende Säule der Schweizer Stromversorgung, insbesondere für Versorgungssicherheit und Klimaschutz.

Die Schweiz ist das **einige Land weltweit**, das aufgrund des Störfalls in Fukushima den schrittweisen **Ausstieg** aus der Kernenergie beschlossen hat. Die Schweizer Kernkraftwerke sollen am Ende ihrer sicherheitstechnischen Lebensdauer nicht durch neue ersetzt werden.

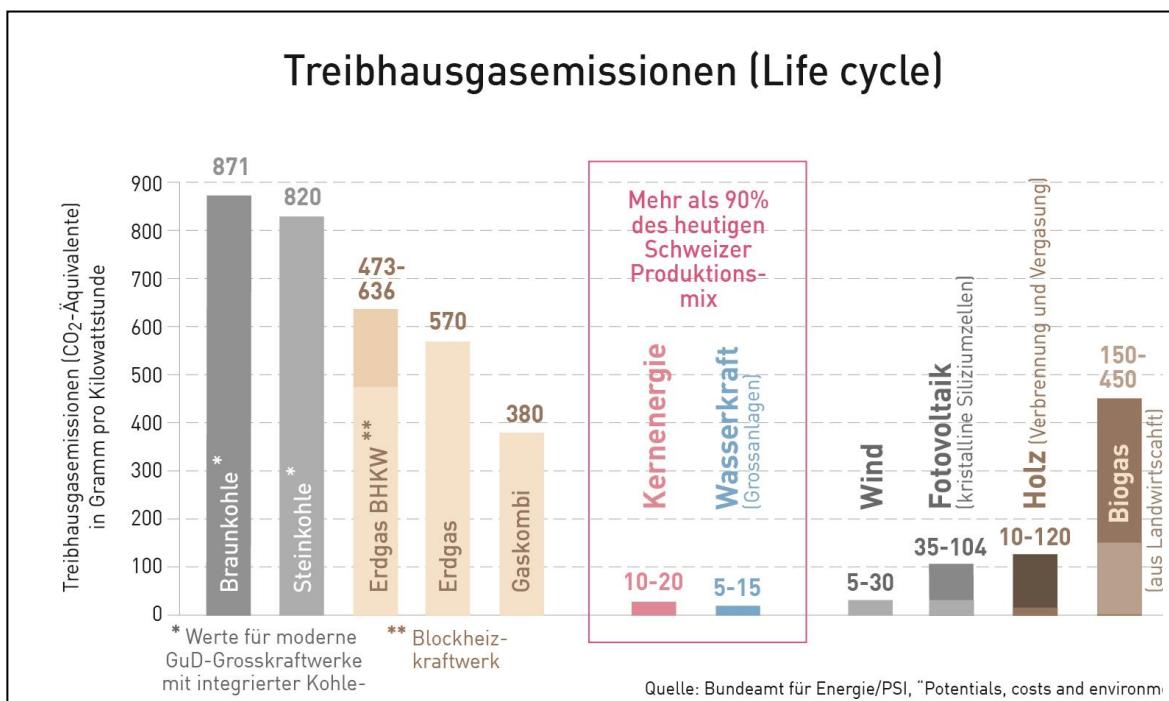
Bis dahin spielen die Schweizer Kernkraftwerke aber eine sehr wichtige Rolle für die **Versorgungssicherheit** mit Strom und den **Klimaschutz** in der Schweiz. Die Schweizer Kernkraftwerke erzeugen pro Jahr rund 25 Terawattstunden (und das nahezu CO<sub>2</sub>-frei), was etwa ein Drittel der heimischen Stromproduktion ausmacht. Im Winter produzieren die Kernkraftwerke sogar für bis zur Hälfte des Schweizer Stroms.

Die Eidgenössische Elektrizitätskommission EICOM hat in diesem Zusammenhang im Juni 2020 auf die Bedeutung der inländischen Stromproduktion im Winter hingewiesen. Der schrittweise Wegfall der Kernkraftwerke und die abnehmende Exportfähigkeit der Nachbarländer stelle die Schweiz vor **Herausforderungen bei der Versorgungssicherheit**. Die EICOM hält geeignete Massnahmen für den Zubau von fünf bis zehn Terrawattstunden inländischer Winterproduktion für unerlässlich.

Laut dem **Risikobericht** 2020 des Bundesamts für Bevölkerungsschutz BABS ist eine **anhaltende Strommangellage** im Winter weiterhin das grösste und wahrscheinlichste Risiko für die Schweiz. Es ist mit aggregierten Schäden von über CHF 180 Milliarden zu rechnen.

#### Dekarbonisierung nur durch Kernkraftwerke und erneuerbaren Energien möglich

Auch im Klimaschutz ist der Nutzen der Kernenergie beachtlich – und das gilt nicht nur für die Schweiz. Sollten die **Schweizer Kernkraftwerke durch Gaskraftwerke ersetzt** werden, würde die gleiche Stromproduktion jedes Jahr gegen **10 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>** verursachen – etwa gleich viel, wie alle Autos in der Schweiz jährlich in die Luft blasen. Dies klimapolitisch

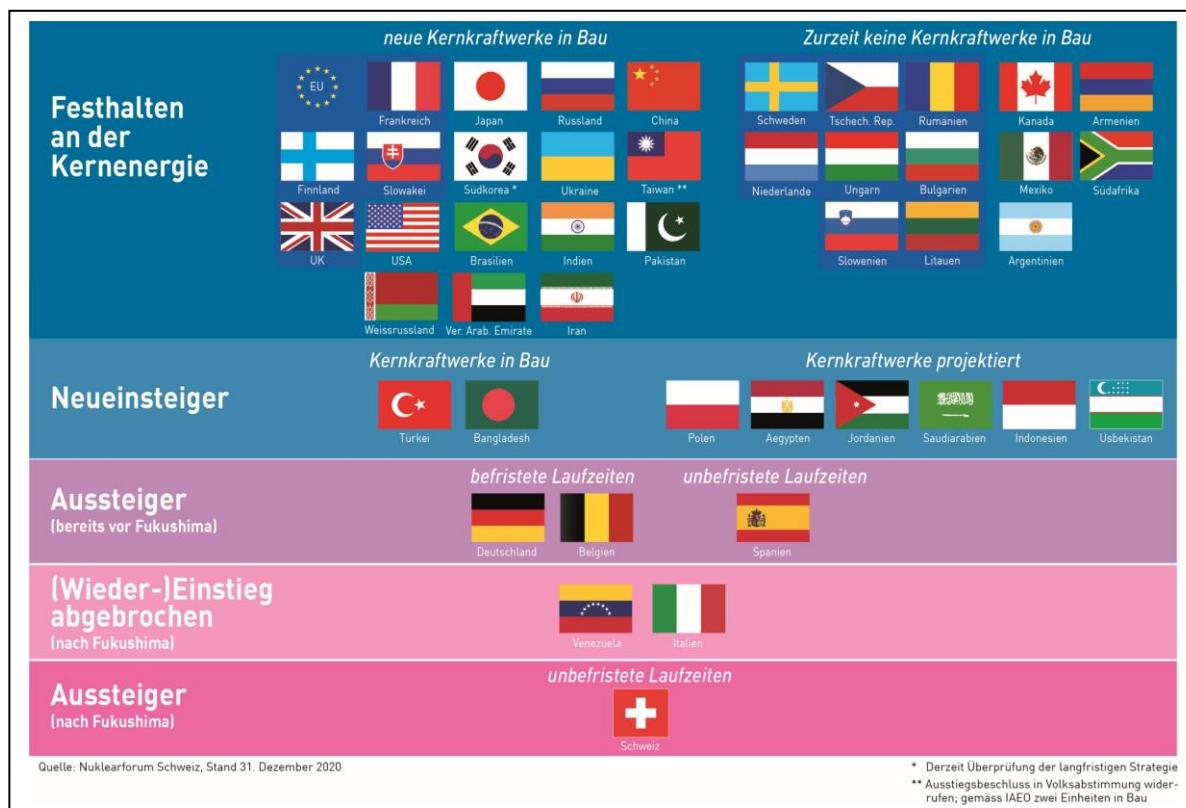


zu rechtfertigen, wäre schwierig. Denn die Schweiz will **bis 2050 klimaneutral** sein. Diesem Ziel stehen Gaskraftwerke diametral entgegen.

Für die angestrebte Dekarbonisierung der (europäischen) Energieversorgung werden enorme Mengen klimafreundlichen Stroms nötig sein. Diese können auf absehbare Zeit nur Kernkraftwerke und erneuerbare Energien gemeinsam bereitstellen.

### 33 Länder nutzen Kernenergie – weitere planen den Einstieg

Nach Fukushima haben viele Länder ihre Kernanlagen und ihre Strompolitik überprüft. Und praktisch alle Kernenergienationen setzen ihre zivilen nuklearen Programme fort – explizit auch, um ihre Klimaziele zu erreichen, wie beispielsweise England und Frankreich. Auch Japan nutzt weiterhin Kernenergie. Neu sind 2020 die Vereinigten Arabischen Emirate und Weissrussland als 32. respektive 33. Land in die Kernenergie eingestiegen und auch weitere Länder planen ihre ersten KKW, darunter Polen.



**Bleibt der sichere und klimaschonende Betrieb der Kernkraftwerke in der Schweiz so lange wie möglich aufrechterhalten – ohne ideologische Scheuklappen und zum Teil willkürliche zusätzliche Belastungen – verschafft die Schweiz sich Zeit für die Entwicklung von alternativen Stromproduktionskapazitäten und Speichertechnologien.**

**Quellen/Informationen:**

Bundesamt für Energie: [Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2019](#)

Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom: [Medienmitteilung 04.06.20](#)

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS: [Bericht zur nationalen Risikoanalyse Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020](#)

Nuklearforum Schweiz: [Klimapolitik: Kernenergie ist Teil der Lösung](#)

Nuklearforum Schweiz: [Stets sicher mit Strom versorgt – ein unschätzbarer Wert](#)

#### **4. In Japan sind grosse Teile der betroffenen Region wieder bewohnbar und zahlreiche Evakuationsverfügungen aufgehoben.**

Der Reaktorunfall in Fukushima-Daiichi geschah im Zusammenhang mit einem der stärksten je aufgezeichneten Erdbeben und mehreren davon ausgelösten grossen Tsunamis. Durch das Erdbeben und die Überflutungen kamen in der Region Fukushima gegen 20'000 Menschen ums Leben. Es entstanden immense Schäden an Häusern, Industrieanlagen und der Infrastruktur der Region. 130'000 Gebäude wurden komplett zerstört und über eine halbe Million weiterer schwer beschädigt.

In allen 15 Kernkraftwerksblöcken in der betroffenen Region um Fukushima funktionierten die vom Erdbeben ausgelösten automatischen Schnellabschaltungen und die anschliessende Kühlung mit Notstrom-Dieselaggregaten, wie für diesen Fall vorgesehen. Rund eine halbe Stunde nach dem Beben überfluteten die Tsunamis in einzelnen Werken sicherheitsrelevante Anlagenteile. Ausser bei den Blöcken 1-4 in Fukushima-Daiichi konnten die Kühlung aufrechterhalten und die Anlagen in einen sicheren Zustand überführt werden. Denn die nötigen Systeme waren gegen Überflutung geschützt und mehrfach vorhanden. In Fukushima-Daiichi fielen jedoch durch den Tsunami die Notkühlungssysteme praktisch alle aus. Zum Schutz der Bevölkerung wurde darauf schrittweise ein grosses Gebiet um das Kraftwerk evakuiert. Als Folge des Ausfalls der Notkühlung kam es in den Tagen nach dem Tsunami in drei Reaktorblöcken zu Brennstoffschäden, Kernschmelzen und zu Wasserstoffgas-Explosionen. Dadurch wurden beträchtliche Mengen radioaktiver Stoffe freigesetzt.

In mehreren Schritten wurde am 11. und 12. März 2011 die Evakuierung der Bevölkerung eine 20-Kilometer-Zone um das Kraftwerk beschlossen und umgesetzt und in den Tagen und Wochen darauf ausgeweitet, einschliesslich einem im Nordwesten angrenzenden etwa ebenso grossen Gebiet. Insgesamt rund 165'000 Personen wurden evakuiert oder verliessen von sich aus ihren Wohnortort.

#### **Geringe Strahlungsrisiken, aber hoher Schaden durch die Kombination von Erdbeben, Tsunami und Reaktorunfall**

Mittlerweile wurden zahlreiche medizinische Studien internationaler Fachgremien wie des United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) oder der Weltgesundheitsorganisation der Vereinten Nationen WHO publiziert. Sie kommen zum Schluss, dass die gesundheitlichen Risiken aufgrund der Strahlung sehr tief sind. Das UNSCEAR hielt fest, dass ein strahlungsbedingter Anstieg gesundheitlicher Probleme statistisch nicht nachweisbar sei.

Wesentlich grösser waren im Vergleich dazu die sozialen und psychischen Belastungen der Bevölkerung durch die Kombination eines starken Erdbebens, grosser Tsunamis und eines Reaktorunfalls. Die WHO hat daraus unter anderem die Lehren gezogen, dass eine zur Minimierung der gesundheitlichen Risiken der Strahlenbelastung durchgeföhrte Evakuierung, insbesondere unter den Bedingungen einer schweren Naturkatastrophe, ernsthafte Gesundheitsrisiken mit sich bringt. Das gilt vor allem für gefährdete Bevölkerungsgruppen wie Menschen mit Behinderungen, ältere Menschen, kleine Kinder. In Fukushima wurden diese Probleme noch vergrössert durch die zerstörte Infrastruktur, die Abtrennung der Evakuierten von ihren Gemeinden, die reduzierte Anzahl von Gesundheitspersonal und das Versagen des lokalen öffentlichen Gesundheitswesens aufgrund der Verlegung.

## Kaum noch Grenzwert-Überschreitungen

Seit 2011 haben Dekontaminationsmassnahmen und natürliche Vorgänge in grossen Teilen der evakuierten Gebiete zu einem markanten Rückgang der Strahlungswerte geführt. Ab April 2014 wurden Teile der Evakuationszone nach und nach freigegeben. 2019 wurden die Schulen in allen freigegebenen Gemeinden wiedereröffnet. Im März 2020 konnte das letzte Teilstück der für die Region wichtigen Joban-Zugstrecke wieder in Betrieb genommen werden. Im März 2020 wurden zudem erstmals Gebiete der Städte Futuba, Okuma und Tomioka freigegeben. Dort war eine Rückkehr zuvor aufgrund der Strahlenbelastung als langfristig schwierig bezeichnet worden, nachdem auch bei ihnen die insgesamt gemessene Strahlenbelastung auf eine Jahresdosis von unter 20 Millisievert gesunken war.

Inzwischen werden beim Cäsium-Grenzwert von Kulturpflanzen, Nutztieren und Meeresfischen keine Überschreitungen mehr festgestellt. Einzig Wildtiere überschreiten noch die im internationalen Vergleich sehr strengen japanischen Grenzwerte.

Dennoch kehren viele Menschen nicht zurück. Dies teilweise, weil sie auch nach der Freigabe der Gebiete Angst vor Strahlung haben. Andere haben beim Tsunami alle Angehörigen oder ihr Hab und Gut verloren und ausserhalb der zuvor schon strukturschwachen Region neue Existenz aufgebaut. Zudem ist die von Erdbeben und Tsunami beeinträchtigte Infrastruktur noch nicht überall ganz wiederhergestellt. Zusätzlich leidet die Region zum Teil heute darunter, da ihre (eigentlich unbedenklichen) Agrarprodukte weniger gekauft werden.

## Strahlenbelastung in den freigegebenen Zonen bereits heute tiefer als im Schwarzwald

Die japanischen Behörden haben eine Jahresdosis von 1 Millisievert aus künstlichen Quellen als langfristige Zielsetzung für die Wiederherstellung der kontaminierten Zonen genannt. Akzeptierbar sind gemäss allen relevanten internationalen Organisation Jahresdosen aus künstlichen Quellen bis 20 Millisievert, die in den Folgejahren durch natürliche Prozesse immer weiter zurückgehen (Weltgesundheitsorganisation WHO, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR, International Commission on Radiological Protection, ICRP, Internationale Atomenergie Organisation IAEA). Diese 20 Millisievert pro Jahr entsprechen etwa der stabilen natürlichen Strahlenexposition im Schwarzwald. Die durchschnittliche natürliche Strahlenexposition eines Menschen in der Schweiz beträgt nach den Berechnungen des Bundesamts für Gesundheit BAG rund 4,2 Millisievert pro Jahr, mit grossen örtlichen Abweichungen nach oben und unten.

### Quellen/Informationen:

World Health Organisation WHO: [Health consequences of Fukushima nuclear accident](#)

Bericht der [United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation \(UNSCEAR\)](#)

Bericht der [Internationalen Atomenergie-Behörde IAEA](#)

Evakuationszonen: [Reconstruction Agency](#) und [Japan Atomic Industrial Forum](#)

Tourismus und Sport: [Real Fukushima](#) und [Japan Visitor](#)

Nuklearforum Schweiz: Faktenblatt «[Strahlung](#)»

Kernenergie.ch: [Radioaktivität](#)

Übersichtskarte [Strahlung Japan](#)

## FAQ «10 Jahre Fukushima»

### Was ist beim Reaktor-Unfall in Fukushima passiert?

Der Reaktorunfall in Fukushima-Daiichi am 11. März 2011 fand im Kontext einer extremen Naturkatastrophe statt, bei der nach einem schweren Erdbeben und einem Tsunami weite Küstengebiete verwüsteten. In Fukushima-Daiichi wurden wie in der gesamten Region alle laufenden Reaktoren beim Erdbeben automatisch abgeschaltet. Unmittelbar nach dem Erdbeben beruhte die Stromversorgung der sechs Blöcke auf den zu diesem Zeitpunkt noch funktionierenden Notstrom-Dieselaggregaten, da alle externen Stromleitungen zum Kraftwerk unterbrochen waren. Die Flutwelle des Tsunamis überschwemmte allerdings die Meerwasserpumpen der Anlage, die elektrischen Schaltanlagen und alle Notstromdiesel sowie die Räume mit den Batterien. Somit fiel nach kurzer Zeit infolge des Tsunamis die Notstromversorgung aus. Die Kühlung der Reaktoren, die auch nach dem Abschalten noch Wärme erzeugen, funktionierte ohne Strom nicht mehr. Wegen Überhitzung kam es zu mehrfachen Kernschmelzen und Brennstoffschäden. In drei Reaktorgebäuden gab es zudem Wasserstoffgas-Explosionen. Dadurch wurden beträchtliche Mengen radioaktiver Stoffe ausgetragen. Die Bevölkerung in der Umgebung war zuvor frühzeitig evakuiert worden. Durch das Erdbeben und die Überflutungen kamen in der Region Fukushima gegen 20'000 Menschen ums Leben. Ein Todesopfer durch eine Krebserkrankung infolge der Strahlungseinwirkung wurde 2018 bekannt.

### Wie sieht die Situation heute in der Region um Fukushima aus?

Mittlerweile wurden verschiedene medizinische Studien internationaler Fachgremien wie des United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR oder der Weltgesundheitsorganisation der Vereinten Nationen publiziert. Sie kommen zum Schluss, dass die gesundheitlichen Risiken aufgrund der Strahlung sehr tief sind. Das UNSCEAR hielt fest, dass der strahlungsbedingte Anstieg gesundheitlicher Folgen statistisch nicht nachweisbar sei. Gravierender sind die psychologischen und sozialen Folgen der Kombination von Erdbeben, Tsunami und Reaktorunfall.

Ab April 2014 wurden Teile der Evakuationszone nach und nach freigegeben. Im März 2020 wurden erstmals Gebiete freigegeben, in die eine Rückkehr zuvor aufgrund der Strahlenbelastung als langfristig schwierig bezeichnet worden war. Auch dort war die insgesamt gemessene Strahlenbelastung auf eine Jahresdosis von unter 20 Millisievert gesunken. Dennoch kehren viele Menschen nicht in ihre Häuser zurück. Dies teilweise aufgrund der Angst vor Strahlung. Andere haben beim Tsunami alle Angehörigen oder ihr Hab und Gut verloren und ausserhalb der zuvor schon strukturschwachen Region neue Existenz aufgebaut. Zudem ist die von Erdbeben und Tsunami beeinträchtigte Infrastruktur noch nicht überall wiederhergestellt.

### Wie ging die Region mit der radioaktiven Strahlung um?

Die durchschnittliche Strahlendosis im Kerngebiet von Fukushima (ca. 100 km<sup>2</sup>) lag im ersten Jahr nach dem Unfall um 200 Millisievert pro Jahr. Seit 2011 haben Dekontaminationsmassnahmen und natürliche Vorgänge in grossen Teilen der evakuierten Gebiete zu einem markanten Rückgang der Strahlungswerte geführt. Heute findet man im Futaba-District (direkt an das Kraftwerk angrenzend) nur noch vereinzelt Messpunkte mit

über 5 Mikrosievert pro Stunde (entspricht 43 Millisievert pro Jahr), die meisten liegen in einer Entfernung von weniger als 10 km vom Kraftwerk. Innerhalb dieser Distanz findet man aber auch Orte mit nur 0,069 Mikrosievert pro Stunde.

Die japanischen Behörden waren vergleichsweise vorsichtig und haben eine Jahresdosis von 1 Millisievert aus künstlichen Quellen als Zielsetzung für die Wiederherstellung der kontaminierten Zonen genannt. Jedoch halten alle relevanten internationalen Organisationen Jahresdosen bis 20 Millisievert für akzeptierbar.

Zur Einordnung: Diese 20 Millisievert pro Jahr entsprechen etwa der natürlichen Strahlenexposition im Schwarzwald. Die durchschnittliche natürliche Strahlenexposition eines Menschen in der Schweiz beträgt nach den Berechnungen des Bundesamts für Gesundheit BAG rund 4,3 Millisievert pro Jahr, mit grossen lokalen Abweichungen nach oben und unten.

### **Welche Auswirkungen hatten die freigesetzten radioaktiven Stoffe aus Fukushima auf die Schweiz?**

Laut Bundesamt für Gesundheit BAG war die Konzentration radioaktiver Stoffe, die Ende März 2011 in die Schweiz gelangten, so schwach, dass daraus keine zusätzliche Strahlenexposition für die Schweizer Bevölkerung resultierte. Es wurde seither nie eine erhöhte Konzentration an radioaktiven Stoffen, die aus Japan stammen, über Schweizer Gebiet gemessen.

### **Wie hat die Schweizer Politik auf den Unfall in Fukushima reagiert?**

Der Schweizer Bundesrat entschied sich im Mai 2011 für den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie. Im Juni 2011 stimmten der Nationalrat und im September 2011 der Ständerat entsprechenden Motionen zu. 2016 lehnte das Schweizer Stimmvoll einen schnellen Ausstieg aus der Kernenergie ab. Im Mai 2017 wurde im Energiegesetz verankert, dass in der Schweiz keine neuen Kernkraftwerke mehr genehmigt bzw. gebaut werden dürfen. Die bestehenden Anlagen bleiben in Betrieb, solange sie sicher sind.

### **Wie haben andere Länder reagiert?**

Nach Fukushima haben viele Länder ihre Kernanlagen und ihre Strompolitik überprüft. Anders als die Schweiz, die nach dem Unglück von Fukushima den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie beschloss, halten zahlreiche andere Länder an der Kernenergie fest, bauen neue Werke oder sind dabei, neu in die nukleare Stromproduktion einzusteigen. Sie kamen damals zum Schluss, dass es beim Einhalten international empfohlener Standards aus technischer Sicht keinen Grund gibt, auf Kernenergie und ihre bedeutenden Vorteile für die Versorgungssicherheit und den Klimaschutz zu verzichten. Auch Japan nutzt weiterhin Kernenergie. Neu sind 2020 die Vereinigten Arabischen Emirate und Weissrussland als 32. respektive 33. Land in die Kernenergie eingestiegen und auch weitere Länder planen ihre ersten Kernkraftwerke, darunter Polen. Weltweit sind derzeit 441 Reaktoren in Betrieb.

## **Kann ein solcher Unfall wie in Fukushima auch in einem Schweizer Kernkraftwerk passieren?**

Gemäss dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI sind die Schweizer Kernkraftwerke sicher. Ein Unfall wie im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi wäre in der Schweiz nicht passiert. Denn die Schweizer Werke verfügten bereits vor 2011 über jene Schutzsysteme, die in Fukushima den Unfall verhindert hätten. Im Unterschied zu den verunfallten Anlagen in Japan wurden alle Schweizer Kernkraftwerke nach dem Bau kontinuierlich nachgerüstet. Nach Fukushima wurde der Stand der Sicherheitstechnik erneut überprüft und weiter verbessert.

## **Was bedeutete Fukushima für die Schweizer Kernkraftwerke?**

Nach Fukushima überprüfte die Schweiz die Sicherheit der eigenen Kernkraftwerke hinsichtlich extremer Naturereignisse und Notstandssysteme. Die Schweizer Kernkraftwerke erbrachten ab Sommer 2011 wichtige Sicherheitsnachweise: Sie beherrschten Hochwasser und schwere Erdbeben, wie sie nur alle 10'000 Jahre vorkommen, ohne Schäden für Mensch und Umwelt. Die Erdbebensicherheit der Schweizer Kernkraftwerke wurde zudem im Pegasos Refinement Project vertieft untersucht. Diese Studie wurde von 2008 bis 2013 auf der höchsten und anspruchsvollsten Stufe eines international anerkannten Vorgehens durchgeführt – lediglich die Schweiz und die USA können dies vorweisen. Danach können die Schweizer Kernkraftwerke als erdbebensicher gelten. Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI hat dies zuletzt Anfang Februar 2021 bestätigt.

Im Nachgang zu Fukushima nahmen zudem alle Schweizer Kernkraftwerke am EU-Stresstest teil. Die europäische Kommission bescheinigte ihnen hohe Sicherheitsmargen und ein im europäischen Vergleich gutes Abschneiden. Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat -ENSI- legte im März 2012 einen Aktionsplan vor. Er behandelte Prüfpunkte aus den Lessons Learned vom Herbst 2011 sowie offene Punkte aus dem Schweizer Länderbericht zum EU-Stresstest. Bis Ende 2016 waren alle Verbesserungsmassnahmen umgesetzt.

## **Welche unmittelbaren Lehren ergaben sich nach dem Unfall für die Sicherheit der Schweizer Kernkraftwerke?**

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI verlangte die Bereithaltung zusätzlicher Notfallausrüstungen ausserhalb der Kraftwerksareale. Die Kernkraftwerkbetreiber richteten bereits zum 1. Juni 2011 ein gemeinsames zentrales Lager für Notfallmaterial ein. Es befindet sich in einem erdbeben- und überflutungssicheren ehemaligen Bunker der Schweizer Armee. In diesem Depot lagern unter anderem Notstromaggregate, Pumpen, Treibstoff und zahlreiches weiteres Material. Bei Bedarf könnte es rasch in die Kernkraftwerke gebracht werden, wenn die Notfallgeräte vor Ort nicht mehr funktionsfähig wären. Dies kann per Lastwagen oder Helikopter geschehen. Als weitere Sofortmassnahme nach den Ereignissen in Japan wurden die Kernkraftwerke mit Wasserleitungen und Anschlüssen für die Zufuhr von Wasser von aussen in die Brennelementlagerbecken nachgerüstet.

## **Die Kernkraftwerke der Schweiz sind zum Teil schon lange in Betrieb. Birgt dies nicht ein Sicherheitsrisiko?**

Die beiden Reaktoren in Beznau und das Kernkraftwerk Gösgen haben die ursprünglich vorgesehene Betriebszeit von 40 Jahren inzwischen überschritten. Das jüngste Kernkraftwerk der Schweiz, Leibstadt, ist bald soweit. 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.

Beim Langzeitbetrieb kommt in der Schweiz ein international vorbildliches und durch das ENSI reguliertes und überwachtes 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. Sie werden auch noch am letzten Tag ihres Betriebs technisch topfit sein. Das ENSI hält fest, dass das Sicherheitsniveau des dienstältesten Schweizer Kernkraftwerks, Beznau, seit der Inbetriebnahme Ende der 1960er-Jahre um das Hundertfache erhöht worden ist.

## **Braucht die Schweiz ihre Kernkraftwerke überhaupt noch?**

Die Schweizer Kernkraftwerke spielen eine sehr wichtige Rolle für die Versorgungssicherheit mit Strom und den Klimaschutz. Die Schweizer Kernkraftwerke erzeugen pro Jahr rund 23 Terawattstunden, was etwa ein Drittel der heimischen Stromproduktion ausmacht. Im Winter produzieren die Kernkraftwerke sogar bis zur Hälfte des Schweizer Stroms. Derzeit kann die Schweiz auf den von den Kernkraftwerken produzierten Strom nicht verzichten. Die Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom hat in diesem Zusammenhang im Juni 2020 auf die Bedeutung der inländischen Stromproduktion im Winter hingewiesen. Der schrittweise Wegfall der Kernkraftwerke und die abnehmende Exportfähigkeit der Nachbarländer stelle die Schweiz vor Herausforderungen bei der Versorgungssicherheit.

Der von den Schweizer Kernkraftwerken erzeugte Strom ist zudem über den ganzen Lebenszyklus (Bau, Betrieb, Entsorgung) nur mit sehr wenig CO<sub>2</sub>/Treibhausgase behaftet, auch im Vergleich mit Wind- und Sonnenenergie (Bundesamt für Energie/PSI: «Kosten, Potenziale und Umweltauswirkungen von Stromproduktionstechnologien bis 2050», 2017)

## **Welche Rolle spielt die Kernenergie für den Klimaschutz in der Schweiz?**

Gemäss Klimastrategie will die Schweiz bis zum Jahr 2050 klimaneutral sein. Derzeit ist der Nutzen der Kernenergie für den Klimaschutz beachtlich – und das gilt nicht nur für die Schweiz. Kernkraftwerke liefern verlässlichen und nahezu CO<sub>2</sub>-freien Strom. Sollten die Schweizer Kernkraftwerke etwa durch Gaskraftwerke ersetzt werden, würde die gleiche Stromproduktion jedes Jahr gegen 10 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> verursachen – etwa gleich viel, wie alle Autos in der Schweiz jährlich in die Luft blasen. Für die angestrebte Dekarbonisierung der Energieversorgung werden künftig enorme Mengen klimafreundlichen Stroms nötig sein. Der Ausstieg aus der Kernenergie soll gemäss Energiestrategie des Bundes durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Förderung der Energieeffizienz sichergestellt werden.

**Nuklearforum Schweiz, Frohburgstrasse 20, 4600 Olten, Tel.: 031 560 36 50**

*Das Nuklearforum Schweiz ist ein Verein zur Förderung der sachgerechten Information über die zivile Nutzung der Kernenergie. Seit über 60 Jahren unterstützt das Nuklearforum als wissenschaftlich-technische Fachorganisation die Meinungsbildungsprozesse im Bereich der Kernenergie.*