

# Die Wahrscheinlichkeit einer Kernschmelze

 [science.orf.at/stories/2770176/](https://science.orf.at/stories/2770176/)

**Zwölf Kernkraftwerke befinden sich rund um Österreich. Keines von ihnen ähnelt dem Reaktor von Tschernobyl, der vor 30 Jahren explodierte. Die zwölf Kraftwerke gelten laut Risikoanalysen als sicher, doch diese Prognosen sind umstritten.**

Sie gehen unter anderem davon aus, dass nur einmal in 10.000 Jahren eine Kernschmelze in einem Reaktor stattfinden darf. Bezieht man allerdings auch Naturkatastrophen ein, dann sei eine Kernschmelze weltweit alle zehn bis 20 Jahre möglich, sagt Nikolaus Müllner vom [Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften](#) an der Universität für Bodenkultur Wien.

## Probleme, wenn das Netz ausfällt

Seit der Atomkatastrophe in Tschernobyl vor 30 Jahren ist der [Reaktortyp RBMK](#) weltweit bekannt. Es handelt sich dabei um einen sowjetischen Druckröhrenreaktor. In Russland sind immer noch zehn RBMK-Reaktoren in Betrieb. Bis zum Jahr 2030 sollen die letzten stillgelegt werden.

„Nach dem Unfall in Tschernobyl hat Russland die Reaktoren des Typs RBMK nachgerüstet“, sagt Müllner. Die EU schätze sie aber weiterhin als nicht sicher ein. Daher wurde auch in den Beitrittsverhandlungen mit Litauen die Stilllegung des [Kernkraftwerks Ignalina](#), das mit RBMK-Reaktoren betrieben wurde, festgeschrieben.

Auch Russland dürfte dem RBMK-Reaktor nicht mehr ganz trauen, immerhin wurden die geplanten Neubauprojekte abgebrochen, etwa beim Kernkraftwerk Kostroma. „Einige der Designschwächen konnte man sicher beheben“, sagt Müllner. „Grundsätzlich bleibt bei RBMK-Reaktoren das Problem, dass sie im Fall von einem Verlust vom Netzanschluss, also bei einem sogenannten Station Black Out, schwer zu kontrollieren sind.“



ORF/ZDF

Luftaufnahme des zerstörten Reaktorblocks 4 von Tschernobyl

Vergleichbar mit den RBMK-Reaktoren seien in Europa nur die [CANDU-Reaktoren](#), die in Rumänien verwendet werden. Ebenso wie die RBMK-Reaktoren schalten sich diese Reaktoren bei einem Kühlmittelverlust nicht von selbst ab, sondern die Leistung erhöht sich. Im Gegensatz zu den RBMK-Reaktoren dient bei den CANDU-Reaktoren nicht Grafit als Moderator, also zum Abbremsen der Neutronen, sondern Schwerwasser. Sollte es zu einem Leistungsanstieg kommen und die Druckröhren versagen, kann dieses zumindest für zusätzliche Kühlung sorgen.

## Siedewasser- und Druckwasserreaktoren

Die verschiedenen Reaktortypen, die in Europa im Einsatz sind, unterscheiden sich nicht nur durch die Art der Moderatoren, sondern vor allem durch die Anzahl ihrer Kühlkreisläufe, erklärt Müllner. Ein [Druckwasserreaktor](#) hat neben dem Kühlwasserkreislauf zwei Kreisläufe - einen Primär- und einen Sekundärkreislauf. Im Primärkreislauf durchfließt das Wasser den Reaktordruckbehälter mit den Brennelementen.

Da das Wasser unter hohem Druck von 157 Bar steht, siedet es auch bei hohen Temperaturen nicht. Das erhitzte Wasser gibt in einem Dampferzeuger seine Wärme und damit die Energie an den Sekundärkreislauf ab. Der Wasserdampf wird über den Sekundärkreislauf dann in eine Dampfturbine geleitet, die über einen Generator Strom erzeugt. „Es gibt somit eine Trennung von dem radioaktiven Primärkreislauf und dem konventionellen Teil, dem nicht radioaktiven Sekundärkreislauf“, so der Sicherheitsexperte.

[Siedewasserreaktoren](#) verfügen nur über einen Wasser-Dampf-Kreislauf. Das Wasser im Reaktordruckbehälter wird zum Sieden gebracht, der Dampf zur Turbine weitergeleitet und dadurch Strom erzeugt. „Das Kühlmittel, das auch durch den Reaktor geht, wird dann auch durch die Turbine geführt. Im Falle eines Unfalls bin ich darauf angewiesen, dass ich die Leitung zur Turbine schnell isolieren kann“, schildert Müllner.

Man könne aber nicht pauschal sagen, dass Siedewasserreaktoren riskanter seien als Druckwasserreaktoren. „Das hängt dann wirklich sehr von der konkreten Implementierung ab. Es gibt neue Siedewasserreaktoren, die sicherer sind als alte Druckwasserreaktoren.“



ORF/ZDF

Aufräumkommission in Tschernobyl

## Österreichs nukleare Nachbarschaft

In unmittelbarer Nähe zu Österreich gibt es fünf Druckwasserreaktoren des [Typs WWER](#) - in Tschechien, der Slowakei und Ungarn. Dabei handelt es sich ebenfalls um einen sowjetischen bzw. russischen Reaktortyp. Allerdings war dieser immer für den Export bestimmt und ähnelt westlichen Reaktoren, sagt Müllner. In Krsko, Slowenien, steht ein Druckwasserreaktor der US-amerikanischen Firma Westinghouse. Deutschland und die Schweiz haben sowohl Siedewasser- als auch Druckwasserreaktoren.

Im schweizerischen Beznau, knapp 100 Kilometer von der österreichischen Grenze entfernt, steht das älteste Kernkraftwerk Europas. Und gerade dort gibt es derzeit Probleme - im Reaktordruckgefäß wurden Hohlräume im Metall entdeckt. „Beznau wurde kurz vom Netz genommen“, sagt Müllner. „Obwohl nicht ganz klar ist, woher diese Hohlräume kommen, hält die ENSI, die Schweizer Aufsichtsbehörde, das Kraftwerk für sicher und hat die Genehmigung erteilt, wieder hochzufahren.“

Das Alter eines Reaktors ist ein wichtiger Risikofaktor. Denn auch Reaktoren können in verschiedene Generationen eingeteilt werden. Je jünger eine Reaktorgeneration, desto besser sind die implementierten Sicherheitssysteme.

## Die Berechnung des Risikos

Die Genehmigungen der nationalen Atomaufsichtsbehörden basieren auf Risikoanalysen der Kraftwerksbetreiber. Sie müssen zwei Arten von Risikoanalyse vorlegen: eine sogenannte deterministische und eine probabilistische. Bei Ersterer zieht man ein vorgegebenes Set an Störfällen heran und schätzt die Konsequenzen ab.

Der schwerste Auslegungsstörfall der deterministischen Analyse ist der Bruch einer Hauptkühlmittelleitung kombiniert mit dem Versagen eines Sicherheitssystems. Das wäre ein GAU, der größte anzunehmende Unfall, sagt Müllner. Dieses Unfallszenario muss ein Kraftwerk beherrschen, um eine Betriebsgenehmigung zu bekommen.

„Wenn dann aus irgendeinem Grund zwei oder drei Sicherheitssysteme versagen, also ein Mehrfachversagen von Sicherheitssystemen vorliegt, dann handelt es sich bereits um einen GAU-überschreitenden Unfall“, so Müllner. Ein GAU-überschreitender Unfall muss in der Analyse nicht berücksichtigt werden, da man ihn als nicht wahrscheinlich genug einschätzt: „Wenn es passiert, muss es das Kraftwerk auch nicht beherrschen.“

## Es geschieht auch Unwahrscheinliches

Was wahrscheinlich ist und was nicht, legen die Aufsichtsbehörden fest. Aber gerade die Unfälle in Tschernobyl und Fukushima zeigten, dass auch Unwahrscheinliches passiert. Für eine Betriebsbewilligung muss auch eine probabilistische Sicherheitsanalyse durchgeführt werden, die die Risiken eines Kraftwerks mittels Wahrscheinlichkeitsrechnung und Systemanalyse simuliert.

„Da versuche ich nach Möglichkeit alle Störfälle, die ich mir irgendwie denken kann, abzudecken“, so Müllner. „Für jedes auslösende Ereignis bilde ich dann einen Ereignisbaum. Und für jeden Zweig von diesem Ereignisbaum evaluiere ich: Konnte ich jetzt den Störfall beherrschen, oder kommt es zu einer Kernschmelze oder sogar zu einer Freisetzung?“

Zählt man die Anzahl der Möglichkeiten, die zu einer Kernschmelze oder eine Freisetzung von Radioaktivität führen, zusammen, kann man die Häufigkeit eines schweren Unfalls berechnen. Die Aufsichtsbehörden geben dabei gewisse Zielvorgaben vor, die das Kraftwerk erfüllen muss - wie etwa, dass nur einmal in 10.000 Jahren eine Kernschmelze stattfinden darf.



## „Keiner kann absolute Sicherheit garantieren“

Die Umweltorganisationen Greenpeace stuft diese [Risikoanalysen als unzureichend](#) ein. Mängel in der Sicherheitskultur, bisher unbekannte physikalische und chemische Phänomene und unerwartete Ereignisse könnten damit nur unzureichend abgebildet werden. Ebenso würde komplexes menschliches Fehlverhalten von Betreibern oder Aufsichtsbehörden nicht berücksichtigt.

Ein theoretisches Restrisiko würde immer bestehen, sagt auch Müllner. "Es wird ja oft gesagt: Unsere Kraftwerke sind sicher. Das ist natürlich eine Verkürzung. Denn niemand kann garantieren, dass ein Kraftwerk absolut sicher ist." Müllner hat sich die probabilistischen Analysen von 110 europäischen Kraftwerken angesehen und die jeweils angegebene Häufigkeit für Kernschmelzen zusammengezählt.

Das Ergebnis: Alle 500 Jahre kommt es zu einer Kernschmelze. Eine Minimalabschätzung der Häufigkeit, fügt Müllner hinzu. Denn nicht alle Risikoanalysen würden Naturkatastrophen wie Erdbeben oder Tsunamis miteinbeziehen. „Man kann sich vorstellen, dass die tatsächliche Häufigkeit um einen Faktor 10 höher wäre. Einmal alle zehn bis 20 Jahre weltweit, das erscheint mir durchaus nicht unrealistisch.“

Was aber nicht automatisch heiße, dass auch radioaktives Material freigesetzt wird, so Müllner, denn die Sicherheitsbehälter könnten das verhindern. Der unberechenbare Faktor „menschliches Fehlverhalten“ ist in den Szenarien des Sicherheitsexperten noch nicht einmal miteinbezogen.

Juliane Nagiller, Ö1 Wissenschaft; Grafik: Peter Pfeiffer, ORF.at