

# Wie gross ist das Restrisiko?

Drei von weltweit 212 Atomkraftwerken sind schwer verunglückt. Das sind 1,4 Prozent.

VALENTIN AMRHEIN

**Der Bundesrat hat den Atomausstieg beschlossen. Manche sagen, er hätte vorschnell gehandelt. Mit Fukushima hat sich aber unsere Einschätzung des Risikos tatsächlich verändert.**

Das Restrisiko ist ein verniedlichendes Wort für die Wahrscheinlichkeit, dass trotz der Sicherheitssysteme etwas passiert. Man könnte dazu auch einfach Risiko sagen. Die Wahrscheinlichkeit, dass in den anderen Atomkraftwerken der Welt ein Unglück eintritt, ist durch Fukushima natürlich nicht grösser geworden. Aber unser Wissen über das Risiko ist grösser geworden. Und dieses neue Wissen besagt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass etwas passiert, grösser ist, als uns zuvor erzählt wurde.

Bereits in den 1970er-Jahren gab es Studien, die voraus sagten, dass es alle 10000 Betriebsjahre eine totale Kernschmelze geben könne. Bei einem solchen Unfall schmelzen die meisten der Brennstäbe in einem Reaktor und fressen sich im schlimmsten Fall durch die Reaktorhüllen («Super-Gau»). Wie wir in Fukushima sahen, vollzieht sich eine Kernschmelze automatisch, sobald aus irgendeinem Grund die Kühlung versagt.

**UNGLÜCKSLISTE.** Die 10000 Jahre galten pro Kraftwerksblock, also pro Reaktor. Weltweit wurden oder werden 442 kommerzielle Kraftwerksblöcke genutzt; demnach ist alle 23 Jahre irgendwo auf der Welt mit einer Kernschmelze zu rechnen. Das entspricht ziemlich genau dem Eintreffen der drei grossen Katastrophen: Bei der Kernschmelze 1979 in Harrisburg, USA, wurden radioaktives Wasser und Dampf freigesetzt. Kernschmelzen mit massivem Austritt von Radioaktivität gab es 1986 in Tschernobyl und 2011 in Fukushima.

Es gab ausserdem mindestens acht partielle Kernschmelzen, bei denen ein Teil der Brennstäbe schmolz, eine davon 1969 im schweizerischen Versuchsatomkraftwerk Lucens. Diese acht partiellen Kernschmelzen wollen wir für die folgende Risikoabschätzung der Einfachheit halber einmal vergessen, obwohl auch bei ihnen zum Teil beträchtliche Mengen Radioaktivität freigesetzt wurden. Ebenso ignorieren wir die partiellen Kernschmelzen in militärischen Anlagen und Atom-U-Booten, von denen vermutlich nicht alle öffentlich bekannt wurden.

**FÜNF PROZENT.** Es ist wohl sinnvoll, bei einer groben Risikoabschätzung nicht auf die einzelnen Kraftwerksblöcke zu blicken, sondern auf ganze Atomkraftwerke. Denn innerhalb eines Kraftwerks sind die Blöcke oft nicht unabhängig: Eine einzelne Ursache kann die Zerstörung mehrerer Kraftwerksblöcke einleiten. Im Falle von Fukushima war dies die gleichzeitige Überschwemmung fast aller Dieselsegeneratoren, die zu längerem Ausfall der Stromversorgung und der Kühlung in vier Kraftwerksblöcken führte.

Die weltweit 442 Kraftwerksblöcke stehen also in 212 Atomkraftwerken. In drei dieser 212 Kraftwerke gab es, wie oben beschrieben, eine Kernschmelze, die zur Zerstörung der Anlage führte. Wir können damit eine durchschnittliche Kernschmelze-Wahrscheinlichkeit ausrechnen, die empirisch er-



1979. Das Atomkraftwerk Three Mile Island, Harrisburg, USA. Nach Ausfall der Kühlung fand eine Kernschmelze statt. Das Ablassen radioaktiven Dampfes verhinderte die Explosion. Foto Keystone



1986. Tschernobyl, Ukraine. Beim sicherheitstechnischen Versuch, einen Stromausfall zu simulieren, geriet der Reaktor ausser Kontrolle. Explosionen verteilten die Radioaktivität über Europa. Foto Keystone



2011. Fukushima Daiichi, Japan. Nach Erdbeben und Flutwelle fielen die Kühlsysteme aus. Es gab Kernschmelzen in den Reaktorblöcken 1 bis 3 sowie Wasserstoffexplosionen (Bild: Block 4). Foto Keystone

mittelt ist, also auf Beobachtung der Wirklichkeit beruht, nicht auf theoretischen Erwägungen.

Diese Kernschmelze-Wahrscheinlichkeit beträgt pro Atomkraftwerk 1,4 Prozent (3 geteilt durch 212). Bei vier Atomkraftwerken in der Schweiz wäre dann die Wahrscheinlichkeit, dass es in mindestens einem von diesen zur Kernschmelze kommt, zusammengekommen etwa 5 Prozent.

Diese Zahlen sind natürlich angreifbar. Die Experten sagen uns, das Risiko sei nicht für alle Atomkraftwerke gleich verteilt, denn Atomkraftwerke sind seit den 1970er-Jahren viel sicherer geworden. Und die unseren sind sowieso die sichersten. Das Problem ist nur: Das haben die Amerikaner auch gesagt, und die Japaner erst recht.

Bei allen drei Atom-Katastrophen ist der Unfall durch et-

was verursacht worden, das niemand vorausgesehen hatte. Dieser unbekannt Teil des Restrisikos lässt sich leider auch nicht zuverlässig schätzen. Ein meist nicht berechenbares Risiko ist zum Beispiel der Mensch. Die Katastrophen von Harrisburg und Tschernobyl wurden durch Bedienungsfehler ausgelöst. Und was sich menschliche Gehirne alles ausdenken könnten, um ein Atomkraftwerk willent-

lich zu zerstören, das wollen wir uns lieber nicht vorstellen; terroristische Anschläge werden auch nicht in die offiziellen Risikoanalysen einberechnet.

Prinzipiell gilt: Als potenziell Betroffene interessiert uns eigentlich nicht so sehr, warum welche Kraftwerke nach Meinung der Betreiber sicherer sind als andere. Wir sehen einfach, dass es bei 212 Atomkraftwerken zu drei schweren Unfällen gekommen ist. Und seit Fukushima sind es eben nicht mehr zwei, sondern drei Unfälle. Nur darauf kommt es leider an.

**GEDANKENSPIEL.** Eine gute Annäherung an das Restrisiko erhält man also, wenn man die Anzahl beobachteter Schadensfälle in Beziehung setzt zur Anzahl Atomkraftwerke. Gut 5 Prozent Eintrittswahrscheinlichkeit für eine totale Kernschmelze in der Schweiz, das war unsere Rechnung. Die ist wohl gemerkt zwar ernst gemeint, aber ein Gedankenspiel. Es geht hier nicht um die exakten Wahrscheinlichkeiten (die kein Mensch kennt), sondern um die Grössenordnungen.

Und 5 Prozent, das ist unglaublich viel. Zum Vergleich eine sehr häufige Ursache von Leid: Es gibt pro Jahr etwa 95000 Verletzte im nicht-beruflichen Strassenverkehr, Fussgänger inklusive. Die meisten sind zum Glück nur leicht verletzt und müssen nicht ins Spital. Nehmen wir an, dass etwa 6 Millionen Schweizer regelmässig auf Trottoir oder Strasse verkehren, dann liegt die Wahrscheinlichkeit einer Verletzung für jeden einzelnen bei 1,6 Prozent pro Jahr.

**VERSICHERUNG.** Selbstverständlich sind wir alle gegen Verkehrsunfälle versichert. Es gibt aber einen grundlegenden Unterschied zwischen Verkehrsunfällen und einer Kernschmelze. Läge Tschernobyl in der Schweiz, dann wären heute mit 4300 Quadratkilometern gut 20 Prozent der bewohnbaren Landesfläche gesperrt. Die Schweiz, wie wir sie kennen, hätte aufgehört zu existieren.

Es kursieren Schätzungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die langfristigen Kosten einer Tschernobyl-ähnlichen Katastrophe in der Schweiz von bis zu 4000 Milliarden Franken. Wegen dieser gigantischen Schadensgrösse kann man Atomkraftwerke nicht vollständig versichern.

**SUBVENTION.** Das Risiko tragen wir, die Steuerzahler. Und auch die Steuerzahler könnten 4000 Milliarden Franken nicht bezahlen: Das Schweizerische Bruttoinlandprodukt betrug im Jahr 2010 496 Milliarden Franken. Das bedeutet: Schäden aus einer eventuellen Atomkatastrophe kann man wohl nicht wiedergutmachen. Das Risiko tragen wir, die Bewohner des Landes.

Wegen der möglichen hohen Schadensgrösse ist der Preis von Atomstrom, würde er korrekt berechnet, schon heute kaum mehr konkurrenzfähig. Es macht deswegen Sinn, Atomkraft nicht weiter auszubauen und die erneuerbaren Energien mindestens ebenso zu fördern, wie wir heute schon indirekt die Atomkraft subventionieren. Denn Fukushima hat einmal mehr bestätigt, dass nicht nur die Schadensgrösse, sondern auch die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Atomkatastrophe zu hoch ist.



**symptomatisch**  
Die medgate-Sprechstunde

## Restposten

Im häuslichen Arzneischrank befinden sich häufig angebrochene Tablettenpackungen, mit denen vergangene Erkrankungen behandelt wurden. Es scheint naheliegend, bei einer neuen Erkrankung auf die vorhandenen Medikamente zurückzugreifen. Davon ist aber grundsätzlich abzuraten, denn für jede Erkrankung müssen die Medikamente richtig gewählt werden. Auch wenn die Beschwerden gleicher Art sind, muss die Behandlung nicht dieselbe sein: Halsschmerzen können zum Beispiel durch einen viralen oder durch einen bakteriellen Infekt verursacht werden. Während die durch Bakterien verursachte Mandelentzündung mit Antibiotika behandelt wird, haben diese bei einer Infektion durch Viren keine Wirkung. Bei länger anhaltenden Beschwerden und solchen, die nach Anwendung der traditionellen Hausmittel keine Besserung zeigen, sollte eine medizinische Fachperson hinzugezogen werden. Es empfiehlt sich, alle ein bis zwei Jahre den Inhalt des Arzneischrankes zu überprüfen. Medikamente mit abgelaufenem Verfalldatum können in der

## Abgelaufene Medikamente in der Apotheke entsorgen.

Apotheke zur Entsorgung abgegeben werden. Augentropfen dürfen nach dem Öffnen maximal einen Monat angewendet werden. Achten Sie unbedingt darauf, dass die Medikamente für Kinder unerreikbaar aufbewahrt werden. In den gut geordneten Arzneischrank gehören:

- > Vom Arzt verordnete, regelmässig einzunehmende Medikamente (z.B. Blutdrucktabletten, Herzmedikamente)
- > Fieberthermometer
- > Schmerzsenkende und fiebersenkende Mittel
- > Erkältungsmittel (Hustentropfen, Nasenspray)
- > Kühlpackungen
- > Sportsalbe, Rheumasalbe
- > Desinfektionsmittel (für kleinere Verletzungen)
- > Brand- und Wundheilsalbe
- > Verbandmaterial, Schere, Pinzette
- > Präparate gegen Durchfall, Magen- und Darmstörungen.

Infos unter [www.medgate.ch](http://www.medgate.ch),  
info@medgate.ch oder  
Tel. 061 377 88 44

## Entschieden

**DEPRESSIV.** Depressive gehen Denkaufgaben analytischer an und treffen bessere Entscheidungen als Gesunde, sagen Forschende der Universität Basel. Depressive Probanden brauchten für die Auswahl von Kandidaten für einen Job länger, entschieden sich aber dann für die besseren Bewerber. Demnach fördert eine depressive Verstimmung die analytische und beharrliche Herangehensweise an Probleme und Entscheidungssituationen. amr