

Risiken, Unfälle und Katastrophen

Seit es Atomkraftwerke gibt, sind etliche gravierende Unfälle passiert. Sie gaben zwar Anlass zu technischen Verbesserungen und erhöhten Sicherheitsstandards. Eine grosse Katastrophe kann aber nach wie vor nicht ausgeschlossen werden.

Was sind die grössten Risiken?

Das grösste Risiko von Atomkraftwerken ist eine Kernschmelze. Beim Versagen der Sicherheitsbarrieren werden enorme Mengen radioaktiver Gase und Substanzen in die Atmosphäre geschleudert und verbreiten sich ungehindert weiter. Weite Landstriche werden radioaktiv verseucht und damit unbewohnbar. Denn die Aufnahme radioaktiver Schadstoffe führt zu schweren gesundheitlichen und genetischen Schäden.

Behörden und Betreiber versuchen, die Risiken von Atomkraftwerken planerisch und statistisch zu berechnen, um auszuschliessen, dass es zu einer Katastrophe kommt. Dabei geht man nicht allein vom Versagen von Einzelteilen aus, sondern von Fehler- und Wirkungsketten der gesamten Prozesskette. Die Erfahrung zeigt, dass immer wieder neue Fehlerquellen auftauchen und die Überschaubarkeit des Gesamtkomplexes nie ganz vollständig ist.

Auch andere Prozesse der Uranbearbeitung (Uranabbau, Anreicherung, Brennstoffabrikation, Wiederaufarbeitung, Transporte) sind mit Risiken behaftet. Man nimmt allerdings an, dass sich im Falle von Unfällen die radioaktiven Substanzen über weniger grosse Gebiete verteilen.

Zusätzliche Risiken beim Umgang mit Nuklearmaterialien und in allen Atomanlagen sind

- Menschliches Versagen, interne Sabotage
- Proliferation (Weiterverbreitung von waffentauglichem nuklearem Material)
- Äussere Faktoren (Erdbeben, Unwetter, äussere Einwirkungen wie Flugzeugabstürze)
- Krieg und Terrorismus
- Transportrisiken

Was ist ein Gau? Die Katastrophe, die theoretisch nicht passieren kann

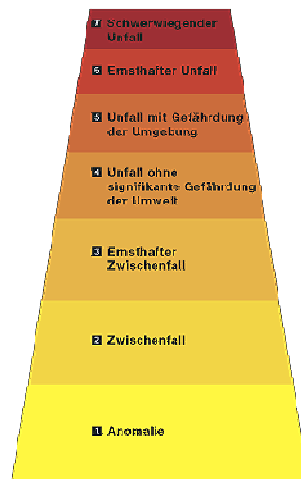
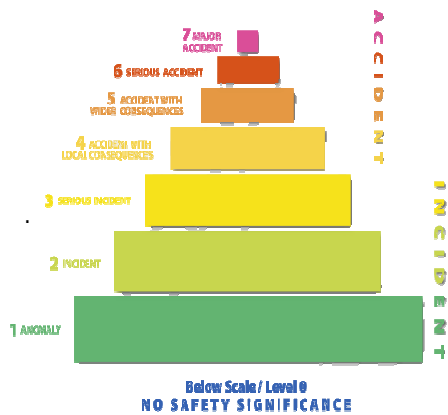
Ein GAU ist der Grösste Anzunehmende Unfall, der in einer Atomanlage passieren kann. Landläufig wird ein GAU mit einer atomaren Katastrophe gleichgesetzt, die nicht mehr beherrschbar ist. In der Fachsprache wird unter GAU jedoch ein statistisch unwahrscheinlicher Störfall in einem Atomkraftwerk verstanden, der technisch beherrschbar ist und bei dem keine Strahlung über die gesetzlich festgelegten Grenzwerte hinaus freigesetzt wird. Ein atomarer Unfall, der nicht mehr beherrschbar ist, ist in der Vorstellungswelt der Betreiber nicht vorgesehen.



Im Falle der Tschernobyl-Katastrophe passierte das Unvorstellbare – der Austritt radioaktiver Substanzen konnte nicht mehr kontrolliert werden und verseuchte halb Europa. Das Gebiet um Tschernobyl ist bis heute unbewohnbar bzw. die Bewohner bleiben den radioaktiven Substanzen in ihrer Nahrung, in der Luft und im Wasser ausgesetzt. Die nicht vorgesehene Katastrophe wurde sprachlich zum „Super-GAU“.

INES-Tabelle

INES (*International Nuclear Event Scale*) ist die internationale Bewertungsskala für nukleare Störfälle. Gemäss der Skala werden Unfälle nach Tragweite und sicherheitstechnischer Relevanz eingestuft.



Darstellung IAEA (links) und ENSI (rechts)¹

Ein Störfall wird meist nach Monaten und eingehenden Untersuchungen klassiert. Oft bleiben die Einschätzungen und die Klassierung innerhalb der INES-Skala umstritten.²

Kernschmelzunfälle

Bei der Kettenreaktion durch die Spaltung des Uran-Isotops U-235 entsteht eine riesige Wärmeenergie, die abgeführt werden muss. Auch nach Abschalten des Reaktors muss die Abfuhr der Nachzerfallswärme garantiert werden. Versagt die Kühlung, führt dies zwangsläufig zu einer Kernschmelze – das heisst Brennelemente und darin enthaltener Brennstoff schmelzen. Halten die Barrieren wie der Reaktor-druckbehälter und die Sicherheitsbehälter dem sich aufbauenden Druck und den hohen Temperaturen nicht Stand, kommt es zu einem Austritt radioaktiver Substanzen in die Umwelt. Dabei kann bereits wenige Stunden nach dem Unfallbeginn eine radioaktive Wolke aus dem Werk entweichen und die Umwelt gefährden.

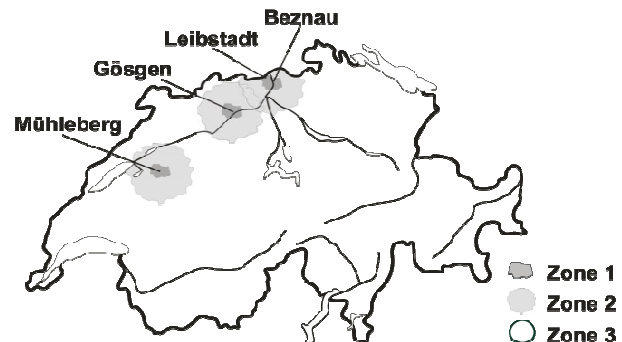
Massnahmen Notfallschutz

Werkbetreiber, Sicherheitsbehörden, Nationale Alarmzentrale, kantonaler Zivilschutz und Polizei haben im Extremfall nur wenige Stunden Zeit, um die Bevölkerung im Falle einer Katastrophe zu warnen oder gar zu evakuieren. Je nach Wetter und Windrichtung ist eine Evakuierung weit über die Alarmzonen 1 und 2 erforderlich und die Abgabe von Jodtabletten notwendig. Das Einatmen von radioaktiven Partikeln aus der radioaktiven Wolke oder

die Einnahme über die Nahrungskette können schwere gesundheitliche Folgen nach sich ziehen.

Die Folgen einer Nuklearkatastrophe sind schwer abzuschätzen und genau zu erfassen. Die Schätzungen (auch im Falle von Tschernobyl) variieren stark – von 10'000 bis über 100'000 Todesopfern als Folge des Unfalls und monetäre Schadensfolgen von mehreren Hundert Milliarden Schweizer Franken.

Notfallschutz in der Schweiz



Schematische Darstellung der Zonen um Kernkraftwerke in der Schweiz

Kommt es in einem Atomkraftwerk zu einem Unfall mit Kernschmelze und zum Versagen des Sicherheitsbehälters, muss von einem unbeherrschbaren und unkontrollierbaren Unfall ausgegangen werden. ENSI, das Eidgenössische Sicherheitsinspektorat, unterstellt aber

Störfälle in der Schweiz seit 2000

Der letzte schwere AKW-Unfall in der Schweiz liegt zwar Jahrzehnte zurück (GAU Lucens 1969). In den vergangenen zehn Jahren waren in den fünf Schweizer AKW aber 130 Störfälle zu vermelden – es kam also durchschnittlich jeden Monat zu einer Störung im Betrieb. Der einschneidendste Vorfall ereignete sich im Jahr 2009 im AKW Beznau als bei Revisionsarbeiten zwei Mitarbeiter verstrahlt wurden. Weil die Jahresdosis an radioaktiver Strahlung überschritten wurde, hat das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) in der Zwischenzeit eine Strafanzeige erstattet. Betriebswirtschaftlich war der Generatorschaden in Leibstadt 2005 das schwerwiegendste Ereignis. Die Folge waren hohe Reparaturkosten und ein halbjähriger Betriebsunterbruch mit Einnahmeverlusten von über 100 Mio. Schweizer Franken.

gerade in diesem Fall einen relativ geordneten Ablauf der Dinge mit festgesetzten Vorwarnzeiten und der Beherrschung des Unfallgeschehens innert kurzer Zeit und folglich einer nur geringen Freisetzung von Radioaktivität von nur kurzer Dauer. Das führt zu einem Zonenkonzept mit einer Kernzone 1 (von 3 - 5km) und einer Zone 2 von 20 km. Der Rest der Schweiz zählt zu einer Zone 3, in der „auch bei einem schweren Unfall keine wesentliche Gefährdung für die Bevölkerung zu erwarten“ ist.³

Im Gegensatz zu den als begrenzt betrachteten Folgen zeigt eine Studie von John Large Associates für das heutige AKW Beznau⁴ und für den geplanten EPR-Reaktor von Areva, dass mit verheerenden Schäden weit über die Landesgrenzen hinaus zu rechnen ist. Das geltende Zonenkonzept erweist sich für den Ernstfall als unzureichend, es wäre mit Evakuationen und Gefahren weit über den 20 km Radius hinaus zu rechnen: In der Schweiz leben mehr als eine Million Einwohner in den Zonen 1 und 2, je nach Windrichtung müssten Hunderttausende evakuiert werden.

Sind neue Atomkraftwerke sicher?

Die Diskussionen über den neuen, von der französischen Areva-Gruppe entwickelten EPR-Reaktor (EPR = European Pressurized Reactor) werden von der

Annahme beherrscht, dass ein katastrophaler Unfall dank der technischen Weiterentwicklung nicht möglich sei. Zwar sind einzelne Sicherheitskomponenten verbessert, der sicherheitstechnische Fortschritt reicht aber nicht aus, um schwere Unfälle auszuschliessen. Zudem stellen kontroverse Diskussionen zwischen Baufirma und Aufsicht beim Bau des ersten Prototyps in Finnland sowie Baumängel und Rügen die Zuverlässigkeit der Anlage in Frage.

Unfälle und Beinahe-Katastrophen der letzten 50 Jahre

Die folgende Auflistung dokumentiert Ereignisse der letzten 50 Jahre, die auf der Internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse (INES) von „Beinahe-Unfall“ bis „katastrophaler Unfall“ qualifiziert wurden (INES-Stufe 3 bis 7).

Kyschtym (Majak), Sowjetunion

29. September 1957: Explosion eines Tanks mit hochradioaktiven Abfällen in der Wieder-aufarbeitungsanlage nach Versagen der Kühlung. Lange geheimgehalten, da sich die Kontamination auf den Ural beschränkte, die Werte aber dort höher waren als in der Tschernobyl-Kernzone. INES 6

Windscale (heute Sellafield), Grossbritannien

7.-12. Oktober 1957: Graphit-Brand in Reaktor mit Freisetzung grosser Mengen radioaktiver Stoffe an die Umwelt. In einem Gebiet von 520 km² wurde die Milchherzeugung verboten. INES 5

Simi Valley, USA

26. Juli 1959: Partielle Kernschmelze in einem natriumgekühlten Schnellen Versuchsbrüter mit grosser Jod-131-Freisetzung. INES 5-6

Idaho Falls, USA

3. Januar 1961: Dampfexplosion in einem experimentellen Reaktor mit Freisetzung grosser Mengen radioaktiven Materials. INES 4

Monroe, USA

5. Oktober 1966: Fehlfunktion des Natrium-Kühlsystems im Enrico Fermi Versuchbrüter, partielle Kernschmelze. INES 4

Lucens, Schweiz

21. Januar 1969: Partielle Kernschmelze nach Versagen des Kühlsystems. Die Trümmerabfälle wurden 2003 ins Zentrale Zwischenlager Würenlingen überführt. INES 4-5

Leningrad, Sowjetunion

6. Februar und 28. November 1974: Zwei schwerwiegende Unfälle mit Freisetzung und Tod von Arbeitern in Block 1. INES 4-5

Three Mile Island / Harrisburg, USA

28. März 1979: Partielle Kernschmelze nach Ausfall der Reaktorkühlung und Freisetzung von radioaktiven Gasen. Schwerster Unfall in einem kommerziellen Reaktor in den USA. INES 4-5

Saint-Laurent, Frankreich

13. März 1980: Teil-Schmelze von Brennelementen führt zu Kontamination des Reaktorgebäudes. Später in der Loire gefundene Spuren von Plutonium stammten vermutlich von diesem Unfall. INES 4

Tschernobyl, Sowjetunion

26. April 1986: Super-Gau. Kernschmelze und Explosion des RBMK-Reaktors. Zahlreiche un-mittelbare Strahlenopfer, sowie unbekannte Anzahl von Folgeopfern. Grossräumige Evakuierung (Sperrgebiet mit 30 km Radius), Fallout in ganz Europa und als Folge Vermarktungsverbot für zahlreiche landwirtschaftliche Produkte in Europa. INES 7

Sewersk (Tomsk), Russland

6. April 1993: Unfall in Wiederaufarbeitungsanlage. Verseuchung eines 100 km² grossen Gebiets. INES 4

Tokai-Mura, Japan

30. September 1999: Kettenreaktion in Brennelemente-Fabrik. Mehrere Arbeiter wurden zum Teil stark kontaminiert, ein Arbeiter starb an den Folgen der Strahlung. 300 000 Anwohner wurden aufgefordert, die Häuser nicht zu verlassen. INES 4

Sellafield, Grossbritannien

19. April 2005: 83 000 Liter radioaktive Flüssigkeit – ein Gemisch aus Salpetersäure, Uran und Plutonium traten durch ein Leck in der Wiederaufarbeitungsanlage aus und legten die Anlage über Monate still. INES 3

Forsmark, Schweden

25. Juli 2006: Ausfall der Speisepumpen, die nach Abschaltung des Reaktors die Nachzerfallswärme abführen sollten. Durch manuelle Zuschaltung von zwei Dieselaggregaten konnte der Wasserstand im Reaktor wieder auf Normalniveau angehoben werden. Der Unfall wird kontrovers beurteilt. Von „stets unter Kontrolle“ bis „annähernd ein GAU“ werden alle Prädikate kommuniziert. INES 2 (umstritten...)

¹ Bereits der sprachliche Umgang stellt offenbar eine Herausforderung dar, wenn man die beiden Darstellungsweisen betrachtet: Mit INES 4 bezeichnet die IAEA „Accident with local consequences“ das Eidgen. Sicherheitsinspektorat ENSI bezeichnet INES 4 als „Unfall ohne signifikante Gefährdung der Umwelt“. Als Fallbeispiel kann „Tokaimura 1999“ herangezogen werden.

² Aktuellstes Beispiel ist der Störfall im AKW Forsmark (Schweden): siehe Tabelle mit Unfallchronologie

³ Erläuternder Bericht zur Notfallschutzverordnung NFSV - Entwurf vom 3. August 2009

⁴ In: Kurzbericht zur Totalrevision des Kernenergiehaftpflichtrechtes: Angemessenheit der finanziellen Deckung der direkten Schäden und der Folgeschäden einer Freisetzung von Radioaktivität aus einem Schweizer Atomkraftwerk. Als Berechnungsgrundlage dienen das Rechenmodell der Europäischen Gemeinschaft (COSYMA), englische Daten für die Reaktoren Sizewell B und Hinkley Point sowie Analysen der amerikanischen Aufsichtsbehörde NRC.