



Mühleberg unter der Lupe

Die Hauptresultate der Studie zum Kernkraftwerk Mühleberg
des Öko-Instituts Darmstadt (BRD) und des Instituts Cultur Prospectiv Zürich
Bern 1990

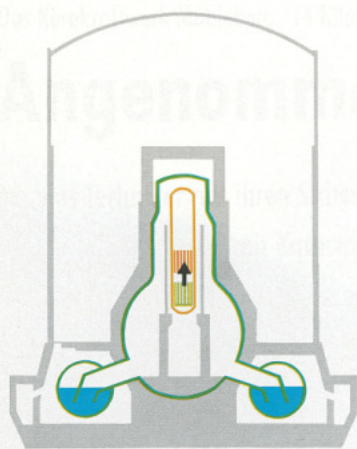
Das Kernkraftwerk Mühleberg, 14 Kilometer westlich von Bern an der Aare...

Angenommen, es geschieht doch ...

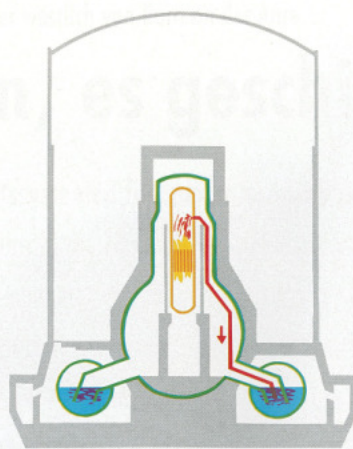
- was Techniker mit ihren Sicherheitssystemen für immer zu verhindern glaubten
- was die Behörden mit Katastrophenplänen in den Griff bekommen wollten
- von dem wir alle hofften, es sei nur in der fernen Sowjetunion möglich...

Der Unfall könnte ganz harmlos beginnen:

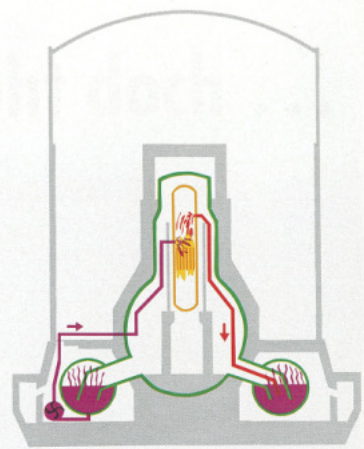
Ein Blitzschlag in die Transformatorstation direkt vor dem Gelände des Kernkraftwerks Mühleberg. Dadurch fällt kurzfristig die Stromversorgung für die Pumpen aus, welche das Kühlwasser in den Kernreaktor befördern. Daran ist nichts Aussergewöhnliches: Betriebssysteme in Kernkraftwerken können aus verschiedensten Gründen ausfallen – für solche Fälle gibt es Sicherheitssysteme, die dafür sorgen, dass nichts passiert. Diesmal geschieht aber das Unerwartete:



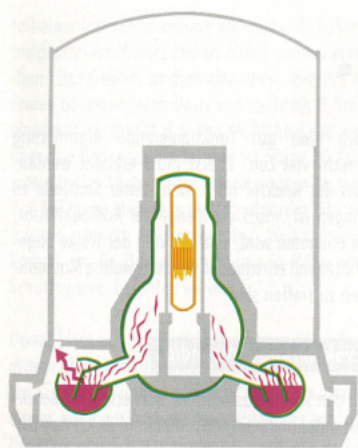
Die Schnellabschaltung des Reaktors versagt. Der hydraulische Antrieb, der die Steuerstäbe im Reaktor zwischen die Brennelemente schießen müsste, um die Neutronen einzufangen und damit die Kernspaltung zu unterbinden, spricht nicht an.



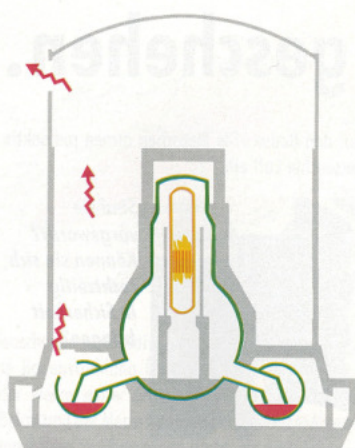
Die Kernspaltung geht weiter, der Reaktor überhitzt sich, **grosse Mengen Dampf strömen ins Wasser des Druckabbaus**. Dort kondensiert der Dampf und heizt das Wasser dabei langsam auf.



Die Notkühlsysteme werden eingeschaltet. Sie kühlen einerseits das Wasser im Druckabbauring, andererseits befördern sie von diesem Wasser zurück in den Reaktor. Sie können aber nicht verhindern, dass sich das Wasser weiter erhitzt, da sie nur bei abgeschaltetem Reaktor genügend zu kühlen vermögen.



Sobald das Wasser so heiss ist, dass es den Dampf nicht mehr vollständig kondensieren kann, steigt der Dampfdruck im Containment unaufhaltbar an. Das **Containment platzt**, indem an seiner schwächsten Stelle im Bereich des Druckabbauringes eine Schweißnaht aufspringt.



Der Dampf strömt aus, in den umliegenden Räumen baut sich Druck auf, bis **im oberen Bereich der Betonwand vom Reaktorgebäude ein Leck entsteht**. Das Reaktorgebäude ist nicht für einen hohen Innendruck ausgelegt und kann an verschiedenen Stellen versagen. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass die Filter des Abluftsystems aufbrechen und der Dampf über den Kamin entweicht.



Bis jetzt sind nur kleine Mengen von Radioaktivität durch die Lecks im Containment und im Reaktorgebäude ausgetreten. Nun ist aber ein grosser Teil des Kühlwassers verdampft – **der Reaktorkern schmilzt**: Die Brennstäbe zerfliessen, fallen als glühend heisse, hochradioaktive Masse auf den Boden des Reaktors und durchschmelzen diesen innert Minuten. Ein grosser Teil der in der Schmelze angesammelten radioaktiven Stoffe entweicht ins Freie.

Mühleberg unter der Lupe / 5

So könnte es geschehen...

Was auf den vorangehenden Seiten beschrieben wird, ist einer jener Unfälle, die das Öko-Institut Darmstadt in seiner Studie über Mühleberg als Ausgangspunkt für die Berechnungen möglicher Unfallfolgen nahm. Bei Risikoanalysen von Kernkraftwerken erweist sich diese Art von Störfall vergleichsweise häufig als Auslöser einer Kernschmelze.

Das Institut untersuchte verschiedene Wetterbedingungen bezüglich radioaktiver Verstrahlung, eine davon ergibt das Szenarium «Westwind/Regen», das wir auf den folgenden Seiten dokumentieren.

Die radioaktive Wolke

Dreieinhalb Stunden nach dem verhängnisvollen Blitzschlag breitet sich über dem havarierten Kernkraftwerk eine radioaktive Wolke aus. Das Gewitter ist in einen Landregen übergegangen, ein leichter Westwind trägt die Wolke weg. Der Regen wäscht die radioaktiven Stoffe aus der Wolke

auf den Boden. Die Menschen atmen radioaktiv verseuchte Luft ein.

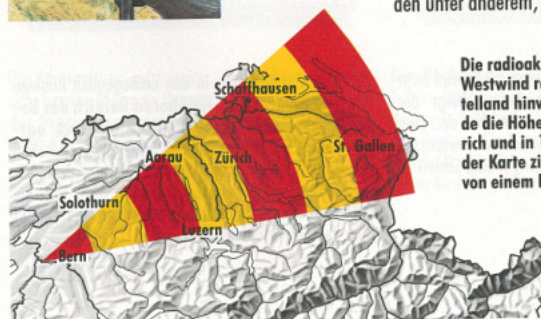


*Sind sie vorgewarnt?
Können sie sich rechtzeitig in Sicherheit bringen?*

Auch eine gut funktionierende Alarmierung braucht viel Zeit. Zuerst muss erkannt werden, dass der Reaktor nicht mehr unter Kontrolle zu bringen ist, muss die Menge der Radioaktivität, die austreten wird, und der Weg der Wolke abgeschätzt und entschieden werden, welche Massnahmen zu treffen sind.

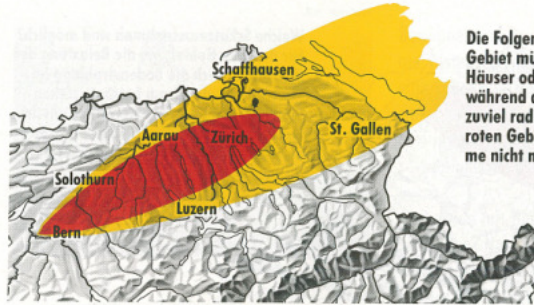
Evakuierung notwendig

Mit den Schutzmassnahmen bezwecken die Behörden unter anderem, dass niemand durch den Un-



Die radioaktive Wolke zieht mit einem Westwind rasch über das Schweizer Mittelland hinweg und erreicht in einer Stunde die Höhe von Bern, in 8 Stunden Zürich und in 13 Stunden den Bodensee. Auf der Karte zieht die Wolke in zwei Stunden von einem Farbstreifen zum nächsten.

fall einer inneren Strahlung von mehr als 0,5rem ausgesetzt ist. Dieses Ziel ist aber kaum zu erreichen: Das Gebiet, in dem Menschen, die sich im Freien befinden, eine Dosis von mehr als 0,5rem einatmen, erstreckt sich von Mühleberg bis weit über den Bodensee hinaus und ist bis zu 50 Kilometer breit. Allein in der Schweiz wären so rund 2,2 Millionen Menschen direkt gefährdet. Sie alle müssen, bevor die radioaktive Wolke herankommt, in die Häuser, am besten in Keller oder Schutzräume, befohlen werden.



Die Folgen der Verstrahlung: Im gelben Gebiet müssten alle Menschen in die Häuser oder Schutzräume gehen, um während dem Vorbeizug der Wolke nicht zuviel radioaktive Stoffe einzatmen. Im roten Gebiet würde auch diese Massnahme nicht mehr ausreichen. Die Menschen würden stärker verstrahlt, als die Behörden in ihrem Schutzziel zulassen.

Damit lässt sich die Strahlenbelastung durch Einatmen aber bestenfalls auf einen Zehntel reduzieren. Es bleiben immer noch 750'000 Menschen in einem engeren Katastrophengebiet, die auch in Häusern und Schutzräumen einer zu hohen Bestrahlung ausgesetzt sind. Für Kleinkinder ist die Strahlenbelastung zudem fast doppelt so gross wie für Erwachsene.

Die Evakuierung dieser Menschen in ein sicheres Gebiet, bevor die Wolke vorbeizieht (die einzige Massnahme, mit der das Schutzziel zu erreichen wäre), ist völlig unrealistisch. Die Behörden sehen für diesen Fall auch keine Evakuierung vor, sondern allenfalls dann, wenn die äussere Bestrahlung durch die vom Regen auf den Boden ausge-

waschenen radioaktiven Stoffe zu gross wird. Diese Bodenstrahlung hält nach dem Vorbeiziehen der Wolke weiter an. Wenn die hochgerechnete Belastung der Menschen innerhalb von drei Monaten 25rem zu übersteigen droht, ist nach Schweizer Richtlinien zum Schutz der Bevölkerung «eventuell eine Evakuierung nach Durchzug der radioaktiven Wolke» vorzunehmen. Dies würde 1,4 Millionen Menschen betreffen. Da bis anhin eine konkrete Planung der Evakuierung fehlt, muss angenommen werden, dass behördliche Schutzmassnahmen in dieser Grössenordnung versagen würden.

Nun muss aber angenommen werden, dass nicht alle Leute innert nützlicher Frist erreicht werden



Bild: Keystone

Mühleberg unter der Lupe / 7



Welche Schutzmassnahmen sind möglich? Für das rote Gebiet, wo die Belastung der Menschen durch die Bodenstrahlung im Freien mehr als 25rem beträgt, ziehen die Behörden eine Evakuierung in ein unverschattetes Gebiet in Betracht. Eine konkrete Planung dafür existiert nicht.

biete auf lange Zeit aufzugeben sind. Ein international häufig diskutierter Grenzwert liegt bei 35rem; d.h. die Menschen in den Gebieten, wo sie während ihres ganzen Lebens mehr als 35rem Strahlung aufnehmen würden, sind umzusiedeln. Dieser Wert ist hoch angesetzt, gesundheitliche Schäden werden damit bewusst in Kauf genommen.

können. In den meistverstrahlten Gebieten erleiden jene, die nicht in Räumen Schutz suchen und sich nach der Verstrahlung noch während längerer Zeit im Freien aufhalten, akute Strahlenschäden. Ebenso ist mit massiven Strahlenschäden unter den vielen Arbeitern zu rechnen, die direkt beim havarierten Kernkraftwerk eingesetzt werden müssen, um den Austritt von Radioaktivität zu stoppen. Diese Schäden können, je nach Intensität der Strahlung, innerhalb weniger Stunden zum Tod führen oder zu schweren Erkrankungen mit meist tödlichen Folgen.

Wie reagieren die Menschen auf die drohende unsichtbare Gefahr? Befolgen sie die behördlich angeordneten Massnahmen?

men? Suchen sie die Schutzräume auf, lassen sie sich evakuieren? Bricht Panik aus? Müssen wir mit einem Zusammenbruch des Telefonnetzes rechnen, mit verstopften Strassen, überfüllten Bahnhöfen, überforderten Spitälern?

Längerfristige Folgen

Auch wenn die riesigen kurzfristigen Probleme der Katastrophe überwunden sind, bleibt auf den Böden immer noch das radioaktive Cäsium liegen. Grosse Gebiete sind dadurch langfristig nicht mehr bewohnbar.

In der Schweiz gibt es kein Kriterium, welche Ge-



Allerdings müssten bei diesem Grenzwert aus dem durch die Bodenstrahlung unbewohnbar gewordenen Gebiet immer noch mehr als 2,6 Millionen Menschen wegziehen; 433'000 Gebäude stünden leer. – Für die Ausgesiedelten müsste ausserhalb des verstrahlten Gebietes eine Million neuer Wohnungen gebaut werden; 1,5 Millionen Arbeitsplätze wären neu zu schaffen.

Dabei gilt es zu bedenken, dass sich Schweizer und Schweizerinnen nicht einfach beliebig umsiedeln lassen. Wertvoller Boden ginge verloren, für die



Bewohner und Bewohnerinnen würden bedeutsame historische Räume verschwinden, die durch eine spezifische Kultur geprägt sind. Der Widerstand gegen eine Umsiedelung dürfte deshalb in bestimmten Gruppen gross sein und zusätzliche Schwierigkeiten bereiten.

Was würde mit den Tieren im betroffenen Gebiet geschehen? Neben den wild lebenden Tieren, die schutzlos der Strahlung ausgesetzt wären, müssten aus der Landwirtschaft fast 350'000 Kühe, fast 1,3 Millionen Schweine und über 2,7 Millio-



Langfristig unbewohnbares Gebiet. Werden international empfohlene Grenzwerte übernommen, so wäre die gelbe Zone langfristig nicht mehr bewohnbar. Aarau, St. Gallen und Zürich würden zu Geisterstädten. Selbst bei einer aufwendigen Dekontaminierung auf einen Zehntel der Strahlung bliebe die rote Zone nicht bewohnbar.

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 28.5.1990

Mühleberg unter der Lupe /9



nen Hühner mitgenommen werden. Sie wären entweder zu schlachten oder aufwendig mit importierten Futtermitteln weiter zu ernähren.

Natürlich kann man versuchen, die verstrahlten Gebiete zu dekontaminieren. Der Aufwand wäre gigantisch. Und selbst wenn es gelingen würde, die Bodenstrahlung auf einen Zehntel zu reduzieren, könnten 1,4 Millionen Menschen immer noch nicht in ihr altes Heim zurückkehren.

Auch um das verlassene Gebiet herum sind die Folgen der Katastrophe beträchtlich: Um die Gesundheitsschäden tief zu halten, müssten unverstrahlte Lebensmittel importiert werden. In der strahlengeschwächten Bevölkerung bestünde die Gefahr einer Ausbreitung von Seuchen, das Gesundheitswesen wäre überfordert. Zusätzlich zur eigenen Bevölkerung müssten die Menschen aus den evakuierten Gebieten aufgenommen und betreut werden. Es gäbe auch massive wirtschaftliche Einbussen, unter anderem, weil wichtige Verkehrsachsen durchschnitten würden.

Ohne umfangreiche internationale Hilfe ist die Katastrophe für die Schweiz nicht zu bewältigen. Die Folgen sind während Jahrzehnten spürbar.

Ja, aber...

Ist ein derartig schwerwiegender Unfall in Mühleberg überhaupt möglich?

Geht es um eine reelle Gefahr oder um ein hypothetisches Ereignis, das wir getrost vernachlässigen können?

Wäre es zum Beispiel nicht möglich, dass die freigesetzte Radioaktivität in weniger stark bewohnte Gebiete verfrachtet würde und sich der Schaden in Grenzen hielte?

Würde nicht der Katastrophenschutz, der in der Schweiz weit entwickelt ist, das Schlimmste verhindern?

Warum wären die Folgen noch verheerender als um Tschernobyl, wo die Reaktorkatastrophe von 1986 noch lange nicht bewältigt ist?

Antworten auf diese und ähnliche Fragen gibt die Studie des Öko-Instituts Darmstadt und von Cultur Prospectiv; eine Darstellung der wichtigsten Ergebnisse finden Sie auf den folgenden Seiten.

Mühleberg unter der Lupe / 11

Sicherheitsvorschriften: nie erfüllt

Das Kernkraftwerk Mühleberg wies schon beim

Bau Schwächen auf, die laufende Korrekturen

erforderten. Bis heute erhielt das Werk denn

auch immer nur befristete

Betriebsbewilligungen

Wer in der Schweiz ein Kernkraftwerk betreiben will, braucht eine bundesrätliche Betriebsbewilligung. Die «Kommission für die Sicherheit der Atomanlagen» KSA legt dafür die sogenannten Auslegungskriterien fest: Die Betreiber eines Kernkraftwerks (im Fall von Mühleberg die Bernischen Kraftwerke BKW) müssen nachweisen, dass in ihrer Anlage bestimmte Störfälle, die von den Behörden vorgegeben werden, beherrschbar sind.

Als Mühleberg 1972 den Betrieb aufnahm, erfüllte es die von der KSA aufgestellten Auslegungskriterien nicht. Für die Auslegungsstörfälle mit grossem Kühlmittelverlust (z.B. Rohrbruch an einer Umwälzschleife) konnten die BKW erst anfangs der Achtzigerjahre, nach zahlreichen Nachrüstungen, rechnerisch den Nachweis erbringen, dass sie beherrscht werden. Zu diesen Nachrüstungen gehörten Umbauten an Leitungen, das Vergrössern von Ventilen und Auswechseln von Ventil-Antriebsmotoren und weiteren Teilen, die den Belastungen bei Kühlmittelverlusten nicht gewachsen gewesen wären. Zudem mussten die Abstützungen des zum Containment gehörenden Druckabbausystems verstärkt werden. – Viele der in Mühleberg getätigten Nachrüstungen betrafen somit Versäumnisse beim Bau.

Als Mühleberg dann endlich die ursprünglichen Auslegungskriterien erfüllte, zeigte sich, dass diese in eini-

gen Bereichen zu wenig streng waren. Die Überwachungsbehörde legte zusätzliche Kriterien fest, für welche die BKW mit dem inzwischen fertiggestellten Sicherheitssystem SUSAN (Spezielles unabhängiges System zur Abfuhr der Nachzerfallswärme) den Nachweis erbringen wollen, dass sie erfüllt werden.

Weil die geforderten Auslegungskriterien in Mühleberg bis anhin nie erfüllt waren, stellte der Bundesrat immer nur befristete Bewilligungen aus – die letzte läuft Ende 1992 ab. Von da an beantragen die BKW eine unbefristigte Bewilligung.

Pannen und Probleme

■ 28. Juli 1971: Während des Probebetriebs entzündet sich im Maschinenhaus ein Brand. Das Feuer frisst sich rasch entlang von Kabelschächten weiter und setzt durch Kurzschlüsse verschiedene Sicherheitssysteme ausser Funktion.

■ Wegen einer Reihe von «Kinderkrankheiten» müssen während der Siebzigerjahre zahlreiche Umbauten vorgenommen werden: Systeme funktionieren nicht wie vorgesehen, es kommt zu unerwarteten Schwingungsbelastungen und bei Einbauten des Reaktors zeigen sich bald erste Risse.

■ Anfangs der Achtzigerjahre werden in den Rohren der Umwälzschlaufen Risse entdeckt. Lange Zeit geschieht nichts. 1985 ergeben Messungen, dass die Risse eine Tiefe von bis zu zwei Dritteln der Wandstärke erreicht haben. Die Betreiber überschweissen die entsprechenden Stellen nur notdürftig. Die Umwälzschlaufen werden im Sommer 1986 ersetzt.

■ Im Herbst 1986 kommt es in Mühleberg zu einer Freisetzung beträchtlicher Mengen radioaktiver Stoffe. Da die betriebseigenen Messgeräte die Stoffe nicht registrieren, wird die Panne erst durch private Messungen bekannt.

■ Die etwa 200 Angestellten des Kernkraftwerkes und die vielen bei den Jahresrevisionen beigezogenen Arbeitskräfte sind durch die radioaktive Strahlung einem erhöhten Gesundheitsrisiko ausgesetzt. In den letzten Jahren war ihre durchschnittliche Strahlenbelastung höher als in anderen Kernkraftwerken der Schweiz und das daraus entstehende Berufsrisiko überstieg dasjenige anderer Berufe.

■ Im Sommer 1989 erregt ein temporär angestellter Arbeiter Aufsehen, als es ihm gelingt, unbemerkt eine Fotokamera ins Werk hineinzuschmuggeln und unter anderem das Innere des geöffneten Reaktors zu fotografieren.

Obwohl die sicherheitstechnischen Auflagen der Überwachungsbehörden in Mühleberg nie vollständig erfüllt waren, war das Kernkraftwerk die ganze Zeit über in Betrieb. Als man die Anforderungen mit zahlreichen Nachrüstungen endlich einhielt, erwiesen sich diese als zu wenig streng. Zusätzliche Auflagen sollen nun mit dem neuen Sicherheitssystem SUSAN erfüllt werden.

Mühleberg unter der Lupe / 13

Nachrüstungen: bescheiden

Die Nachrüstungen in Mühleberg sind im Vergleich mit ähnlich alten Reaktoren in anderen Ländern eher bescheiden. Trotz Nachrüstungen haben ältere Anlagen gegenüber neueren immer ein Sicherheitsdefizit, das auch in Mühleberg nie behoben werden konnte.

Neuere Erfahrungen und Berechnungen bei Kernkraftwerken zeigen immer auch neue Ursachen und mögliche Abläufe von Unfällen; Sicherheitssysteme erweisen sich als zu wenig zuverlässig oder nicht in jeder Situation erfolgreich einsetzbar. Diese Erkenntnisse führen zu Umbauten, Ergänzungen und zusätzlich neuen Systemen in den bestehenden Anlagen.

Zwar bringt eine Nachrüstung einen gewissen Sicherheitsgewinn, aber es gibt viele Schwachstellen im Aufbau einer Anlage, die sich dadurch nicht wegschaffen lassen. Jahrelange Erfahrung und erzielte Fortschritte im Kernkraftwerksbau führten dazu, dass neue Reaktoren von Anfang an anders konzipiert wurden. Damit vermied man gewisse Schwachstellen, die bei alten Anlagen nicht mehr zu beseitigen sind.

Die bekannteste und auch bedeutendste Nachrüstung in Mühleberg ist das «Spezielle unabhängige System zur Abfuhr der Nachzerfallswärme» SUSAN (Kosten: über 100 Millionen Franken). Dieses System ist heute bei Siedewasserreaktoren allgemein üblich und war zum Beispiel beim Kernkraftwerk Leibstadt von Anfang an vorhanden. SUSAN kann die Befehle zum Abschalten des Reaktors selbständig und automatisch erteilen und soll die Nachzerfallswärme, die in den Brennelementen weiter entsteht, über Notkühlsysteme abführen. Es hat, in einem neu gebauten Bunker unter-

gebracht, eine eigene Notstromversorgung und bezieht Kühlwasser direkt aus der Aare.

SUSAN besteht aber nur zum Teil aus neuen Sicherheitssystemen. Zahlreiche Aufgaben werden von alten Systemen übernommen, die nun einfach SUSAN zugeordnet wurden. Viele SUSAN-Komponenten sind auch nicht im neuen Bunker untergebracht, sondern (ohne genügende Abtrennung) im Raum direkt unterhalb des halb mit Wasser gefüllten Druckabbaus. Ein grossflächiges Leck an diesem Ring würde mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einem Ausfall von SUSAN führen.

Die Anlage

Mühleberg ist ein vergleichsweise altes Kernkraftwerk. Im März 1967 war Baubeginn, 1971 nahm man den Probetrieb auf. Der Reaktor mit allen zugehörigen Systemen wurde von der amerikanischen Firma General Electric schlüsselfertig geliefert, die Turbinen und elektrischen Anlagen wurden bei der Schweizer Firma Brown Boveri & Cie hergestellt. Die Gesamtkosten des Kernkraftwerks beliefen sich auf 322 Millionen Franken. Mühleberg ist vom ältesten Siedewasserreaktor-Typ, der sich heute noch in Betrieb befindet.



Dieser Betonbunker wurde nachträglich für das Sicherheitssystem SUSAN errichtet. Aber wichtige SUSAN-Komponenten sind ausserhalb, im schlechter geschützten Reaktorgebäude untergebracht.

Mühleberg unter der Lupe / 15

Die ungünstige Grundkonzeption des Werkes ist mit Nachrüstungen nicht wettzumachen. Der technische Stand von Neuanlagen wird nie erreicht. Auch das neue System SUSAN vermag eine Reihe von Schwachstellen nicht zu beseitigen, sondern übernimmt vielmehr Schwächen, indem es sich im wesentlichen auf alte Systeme stützt.

Das Risiko: nicht vernachlässigbar

In jedem Kernkraftwerk kann es zu einem Unfall mit Kernschmelze kommen, auch in Mühleberg.

Dabei haben wir es hier mit einer realen Gefahr, und nicht bloss mit einem «Restrisiko» zu tun.

Seit Mitte der Siebzigerjahre errechnen Reaktorexper-ten systematisch die Risikogefahr für Unfälle, bei denen es zu einer Kernschmelze kommt. Es gibt auch verschiedene derartige Untersuchungen über Kernkraftwerke vom gleichen Typ wie Mühleberg. Die vorliegende Studie berücksichtigt Resultate dieser sogenannten probabilistischen Studien und bewertet sie kritisch. Dabei ergibt sich folgendes Bild:

■ Die Wahrscheinlichkeit für Unfälle mit Kernschmelze ist keineswegs vernachlässigbar; bei allen Studien sind die errechneten Wahrscheinlichkeiten für eine Kernschmelze deutlich über eins zu einer Million, zum Teil sogar über eins zu Zehntausend pro Jahr und Reaktor. – Eine Wahrscheinlichkeit von eins zu Zehntausend bedeutet, dass es bei 500 laufenden Reaktoren im Durchschnitt alle 20 Jahre zu einer Kernschmelze kommt.

■ Oft wird versucht, die errechneten Wahrscheinlichkeiten tief zu halten, indem man etwa annimmt, dass bei verschiedenen Unfallabläufen die Belegschaft im letzten Moment eingreift und die grosse Katastrophe verhindert. Unfallursachen, wie zum Beispiel Sabotage und Kriegseinwirkungen, lassen sich nicht, andere (z.B. Brände) nur schlecht in Berechnungen mit einbeziehen. Sie werden deshalb in den Studien überhaupt nicht oder nur ungenügend berücksichtigt, was zu einer Unterschätzung des Risikos führt.

Der Betrieb

Das Kernkraftwerk Mühleberg hat einen Siedewasserreaktor: Durch Kernspaltung entsteht Wärme, die Dampf erzeugt – der Dampf treibt die Turbinen an, um dann in den Kondensatoren in Wasser zurückverwandelt zu werden. Dabei gehen zwei Drittel der erzeugten Energie als Restwärme in die Aare. Als Brennstoff für die Kernspaltung dienen rund 50

Tonnen Uran, die im Innern des Reaktors in langen dünnen Brenn-Stäben angeordnet sind. Das Wasser wird von den Kondensatoren in den Reaktor zurückgepumpt und umströmt die Brennstäbe – einerseits um die Kernspaltung aufrecht zu erhalten, andererseits um die Brennstäbe zu kühlen.



Bild: Lukas Lehmann

Bei Unfällen soll die Belegschaft im Kontrollraum im letzten Augenblick mit dem richtigen Eingriff die Kernschmelze abwenden. Aber diese nicht geübten, im Stress ausgeführten Eingriffe können in vielen Fällen die Situation auch verschlimmern oder erst gefährlich machen.

Zahlreiche Studien, unter anderem auch an Kernkraftwerken vom gleichen Typ wie Mühleberg zeigen, dass Kernschmelzunfälle mit massiver Freisetzung von Radioaktivität eine reale Gefahr sind. Es gibt allerdings eine Reihe von Hinweisen darauf, dass diese von Kraftwerksbetreibern und Überwachungsbehörden finanzierten Studien das tatsächliche Risiko noch deutlich unterschätzen.

Mühleberg unter der Lupe / 17

Kernschmelze: mögliche Unfallabläufe

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, wie in Mühleberg die gefürchtete Kernschmelze eintreten kann. Die Katastrophe ist in kritischen Situationen nur durch ein einwandfreies Funktionieren verschiedener Sicherheitssysteme zu verhindern.

Ein Pumpendefekt, falsch geschaltete Ventile, Lecks in Leitungen oder Stromausfall können den Ausfall der Reaktorkühlung bewirken. Tritt eine derartige Störung ein, müssen die Sicherheitssysteme aktiv eingreifen, um die Kernschmelze zu verhindern. Vom Funktionieren dieser Systeme hängt es ab, ob es zur Katastrophe kommt oder nicht. Die Systeme werden während Monaten oder gar Jahren nicht gebraucht, müssen im Bedarfsfall aber innerhalb von Sekunden oder Minuten ihren Dienst tun. Dies stellt äusserst hohe Anforderungen an deren Zuverlässigkeit.

Als erstes muss der Reaktor sofort abgeschaltet werden. Dies hat innerhalb von Sekunden vollautomatisch zu geschehen. Eine Abschaltung durch die Bedienungsmannschaft käme in vielen Fällen zu spät.

Wenn die Abschaltung funktioniert hat, so entsteht im ausgeschalteten Reaktor immer noch Wärme, die sogenannte Nachzerfallswärme, die für eine Kernschmelze ausreichen würde. Deshalb müssen nun die Notkühl-systeme in Aktion treten. Ihr Funktionieren ist nur garantiert, wenn sie genügend gekühltes Wasser zur Verfügung haben, das sie in den Reaktor transportieren können. Obwohl jedes System mindestens doppelt vorhanden ist, sind Ausfälle nicht ausgeschlossen. Gerade im Kernkraftwerk Mühleberg könnten derartige Pannen dadurch begünstigt werden, dass die Systeme räumlich ungenügend voneinander getrennt sind.

Die Gefahr

Zu einer Kernschmelze kommt es, wenn sich die im Reaktor entstehende Wärme nicht mehr durch vorbeifliessendes Wasser abführen lässt. Die Brennstäbe erhitzen sich in der Folge auf etwa 2'500° C und schmelzen. Die glühende Masse fällt auf den Boden des Reaktordruckgefässes und durchschmilzt diesen in kurzer Zeit. Es kann dabei zu heftigen Explosionen

kommen. Die radioaktiven Stoffe sammeln sich teils in der Schmelze, teils entweichen sie als Gase oder Rauch in die Atmosphäre. Das Containment kann die Radioaktivität fast immer nur teilweise oder vorübergehend zurückhalten, da es nicht für Kernschmelzen ausgelegt ist.



Bild: Ray Galar

Wenn der Reaktorkern einmal geschmolzen ist, gibt es keine Gegenmassnahmen mehr. Die Freisetzung grosser Mengen radioaktiver Stoffe ist praktisch nicht mehr verhinderbar.

Bei einer kritischen Situation in Mühleberg müssen Sicherheits-systeme aktiv eingreifen, um eine Kernschmelze und die Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern. Von ihrer Zuverlässigkeit hängt es ab, ob sich die Katastrophe verhindern lässt.

Mühleberg unter der Lupe / 19

Das Containment: klein und schwach

Das Containment hat die Aufgabe zu verhindern,

dass die Umgebung des Kernkraftwerks

verseucht wird, wenn radioaktives Wasser

und Dampf entweichen. Das Containment

von Mühleberg ist aber zu klein und würde

mit grösster Wahrscheinlichkeit der hohen

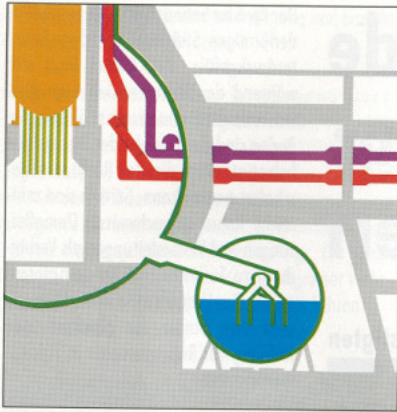
Belastung einer Kernschmelze nicht standhalten.

Schwachstelle

Die bei der Kernspaltung entstehenden radioaktiven Stoffe sind zu mehr als 99% in den Brennstäben konzentriert, verunreinigen aber auch das Wasser und den Dampf im Reaktor. Um bei Störfällen, bei denen Dampf und Wasser austritt, eine Verstrahlung der Umgebung zu verhindern, sind der Reaktor und die daran angeschlossenen Rohre von einer weiteren stählernen Schutzhülle umgeben: dem Containment.

Da Wasser und Dampf im Reaktor unter hohem Druck (ca 70 bar) stehen, baut sich bei deren Entweichen auch im Containment rasch Druck auf. Der birnenförmige Stahlbehälter allein ist aber zu klein und zu schwach, um diesen Druck aufzufangen. Der Hohlraum ist um ein Mehrfaches kleiner als bei neueren Kernkraftwerken, zudem hält der Behälter nur einen Druck von knapp 4 bar aus.

Das Containment von Mühleberg wurde mit einem Druckabbausystem ausgerüstet: Über Verbindungsleitungen strömt der Dampf in den Druckabbauring und wird dort unter Wasser gezwungen, wo-



Das kleine, ungünstig geformte Containment mit dem Druckabbauring und den Verbindungsleitungen ist bei einem schweren Störfall grossen Belastungen ausgesetzt.

durch er kondensiert. Der Druck fällt zusammen.

Im Gegensatz zu Konstruktionen bei neueren Kernkraftwerken ist das Druckabbausystem in Mühleberg sehr kompliziert angelegt. Die Rohre haben viele Biegungen und Verzweigungen, und selbst bewegliche Teile in Form von Ventilkappen sind notwendig. Die Beanspruchungen dieser Teile bei einem Störfall können gross sein, und schon kleine Risse oder das Offenstehen der Ventile im falschen Moment führen zum Versagen des Druckabbaus: Der Dampf wird nicht mehr unter Wasser gezwungen, das Containment platzt durch den zu hohen Dampfdruck.

Nicht ausgelegt ist das Containment für Belastungen, die bei einer Kernschmelze entstehen. Berechnungen bei Anlagen in den USA mit gleichem Containment haben denn auch ergeben, dass bei Kernschmelzen mit grosser Wahrscheinlichkeit die Radioaktivität nicht zurückgehalten werden kann.

Das Containment von Mühleberg, das bei einem Unfall die radioaktiven Stoffe zurückhalten soll, ist so klein und schwach, dass es seine Aufgabe nur in Verbindung mit einem Druckabbausystem erfüllen kann. Dieses System ist pannenanfällig. Bei einem Kernschmelzunfall ist das Versagen des Containments vorprogrammiert. Die Studie kommt deshalb zum Schluss, dass das Containment mit dem Druckabbausystem eine besondere Schwachstelle des Kernkraftwerks Mühleberg darstellt.

Mühleberg unter der Lupe / 21

Die druckführende Umschliessung: kompliziert

Das Reaktordruckgefäss und die daran befestigten

Rohre bilden zusammen ein stark verzweigtes,

durch Druck belastetes Stahlgefäss – dieses

ist in Mühleberg so gebaut, dass verschiedene

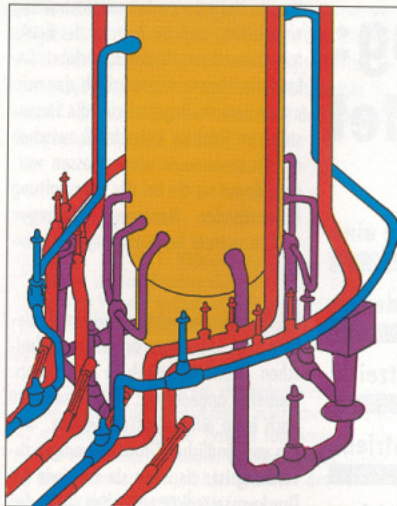
Schweissnähte seit der Inbetriebnahme des

Werks nicht mehr überprüft werden konnten.

Schwachstelle

Der Reaktor befindet sich in einem zylinderförmigen Stahlbehälter, dem Reaktordruckgefäss. Der Deckel lässt sich während der Jahresrevision zum Auswechseln der Brennelemente öffnen. Am Boden sind die Antriebe der Steuerstäbe befestigt, über die der Reaktor abgeschaltet werden kann. Seitlich sind zahlreiche Rohre angeschweisst: Dampfleitungen und Wasserleitungen als Verbindung zu Turbinen und Kondensatoren, sowie die Umwälzschlaufen. Über sie wird das Wasser zur gleichmässigen Kühlung der Brennelemente in Zirkulation versetzt.

Das Reaktordruckgefäss mit den dazugehörigen Rohren, die sogenannte druckführende Umschliessung, muss einem hohen Druck von 70 bar standhalten. Erst dort, wo die Rohre das Containment verlassen, sind Ventile angebracht, mit denen sich das Gefäss im Notfall abschliessen lässt. Die Rohrstücke innerhalb des Containments sind in Mühleberg besonders lang und verwinkelt, dadurch sind sie auch besonders anfällig für Risse und Lecks.



Zahlreiche verwinkelte und verästelte Rohre sind am Reaktordruckbehälter befestigt. Die Möglichkeit von Rissen und Lecks stellt an die Sicherheitssysteme grosse Anforderungen.

Die stählernen Rohrwände wie auch die Wandungen des Reaktordruckgefässes sind (nebst altersbedingter Materialermüdung und Korrosion) auch dem Beschuss durch die Neutronen der Kernspaltung und radioaktiver Strahlung ausgesetzt. Dies begünstigt die Versprödung. Die druckführende Umschliessung muss deshalb bei jeder Jahresrevision auf ihren Zustand hin geprüft werden, was durch die komplizierte Bauweise erschwert wird. So konnten einige Schweissnähte im unteren Bereich des Reaktordruckgefässes seit der Inbetriebnahme des Werks nie mehr überprüft werden.

Eine Schwachstelle in Mühleberg sind die Umwälzschlaufen, für die insgesamt acht Rohre unterhalb der Brennelement-Oberkante in den Reaktor geführt werden. Lecks bei diesen Rohren machen eine genügende Kühlung der Brennstäbe besonders schwierig. Die Umwälzschlaufen weisen zahlreiche Winkel und Verzweigungen auf, sie sind zudem der dauernden Schwingungsbelastung durch die Umwälzpumpen ausgesetzt. 1986 mussten sie vollständig ersetzt werden.

Bei moderneren Reaktoren verzichtet man auf Umwälzschlaufen, das Wasser wird (über von aussen angetriebene Pumpen) direkt im Reaktor umgewälzt.

Jene Teile des Reaktors und der an ihm befestigten Rohre, die grossem Druck und Strahlungen ausgesetzt sind, haben in Mühleberg eine besonders komplizierte und ungünstige Form. Dadurch sind sie anfälliger auf Risse und Lecks. Dies gilt insbesondere für die Umwälzschlaufen, die bei moderneren Reaktoren ganz weggelassen werden.

Die Schnellabschaltung: veraltet

Um bei einem Störfall in Mühleberg eine Katastrophe zu verhindern, ist unter anderem entscheidend, ob der Reaktor rechtzeitig abgeschaltet werden kann. Da sich die Antriebe für die Schnellabschaltung aber alle im gleichen Raum befinden, ist das Risiko eines gemeinsamen Versagens relativ gross.

Um im Notfall eine Schnellabschaltung einzuleiten, wird der Zustand des Reaktors dauernd mit Messonden erfasst. Sobald ein Messwert ausserhalb des normalen Bereichs liegt, müssen die Steuerstäbe im Reaktor blitzschnell zwischen die Brennelemente eingeschossen werden, damit sie die bei der Kernspaltung freiwerdenden Neutronen einfangen und so weitere Kernspaltungen verhindern.

Bei Siedewasserreaktoren wie in Mühleberg sind die Steuerstäbe aus technischen Gründen unterhalb der Brennelemente angeordnet. Sie müssen also nach oben eingeschossen werden, was aus verständlichen Gründen weniger zuverlässig ist, als wenn sie sich (wie bei Druckwasserreaktoren) oben befinden und dank der Schwerkraft notfalls von selbst zwischen die Brennelemente hinunterfallen können.

Die Steuerstäbe in Mühleberg haben für Schnellabschaltungen und langsame Bewegungen das gleiche hydraulische Antriebssystem. Diese Technik wurde

Schwachstelle

erstmal 1959 eingesetzt; insbesondere nach einer ganzen Reihe von Fehlern an Schnellabschaltantrieben bei ähnlichen Reaktoren muss heute davon ausgegangen werden, dass diese Technik veraltet ist. Modernere Systeme haben neben dem hydraulischen Antrieb zur Schnellabschaltung für das langsamere Bewegen einen Antrieb mit Elektromotor. Dieser wird auch bei Schnellabschaltungen in Betrieb gesetzt und erreicht in einigen Fällen noch rechtzeitig die Abschaltung, wenn die hydraulische versagt.

In Mühleberg befinden sich die hydraulischen Antriebe der Steuerstäbe mit ihren Druckbehältern alle dichtgedrängt im selben Raum. Dies erhöht das Risiko eines gemeinsamen Versagens mehrerer Antriebe, zum Beispiel bei einem Brand. – Bei neueren Kernkraftwerken werden die Antriebe in mehreren Gruppen in getrennten Räumen aufgestellt.

Die Antriebe der Steuerstäbe in Mühleberg sind technisch veraltet. Das angewandte System erwies sich bei anderen Reaktoren als besonders anfällig. Von diesen Antrieben hängt es aber ab, ob sich der Reaktor im Notfall schnell genug abschalten lässt, um eine Katastrophe zu verhindern.

Mühleberg unter der Lupe / 25

Die Notkühlung: ungenügend

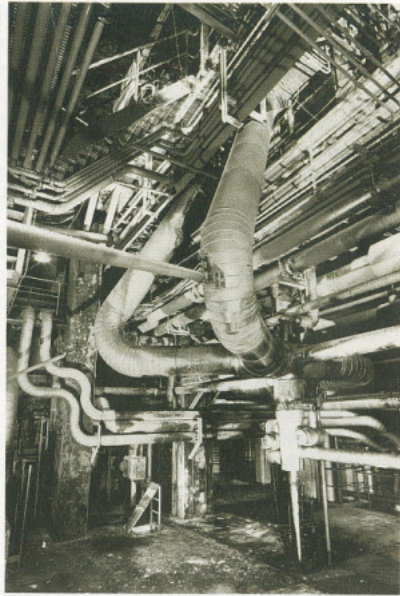
Die Notkühlsysteme müssen, obwohl sie nur selten gebraucht werden, dauernd zum sofortigen Einsatz bereitstehen. In Mühleberg ist der Behälter für das Wasser aber an einigen Stellen so stark gerostet, dass die Auslegungswandstärke unterschritten ist.

Schwachstelle

Mit dem Abschalten des Reaktors wird die Kernspaltung gestoppt. Die radioaktive Strahlung lässt sich aber nicht unterbinden und erzeugt weiterhin Wärme. Diese «Nachzerfallswärme» nimmt zwar mit der Zeit ab, genügt aber noch nach längeren Stillständen für eine Kernschmelze, wenn sie nicht aus dem Reaktor abgeführt wird.

Bei jeder Schnellabschaltung wird der Reaktor automatisch isoliert. An der Stelle, wo die vom Reaktor kommenden Rohre die Containment-Wand durchdringen, schliessen sich die Ventile. Damit will man erreichen, dass die Radioaktivität auf jeden Fall innerhalb des Containments bleibt. Damit fallen aber Turbinen und Kondensator zum Abführen der im Reaktor erzeugten Energie weg. Die Notkühlsysteme treten in Aktion.

Diese müssen, unabhängig davon, aus welchem Grund der Reaktor abgeschaltet wurde, die Abfuhr der Nachzerfallswärme garantieren. Die Studie hat bei den Notkühlsystemen in Mühleberg verschiedene Schwachstellen ausgemacht:



Der Brand von 1971 setzte gleich mehrere Sicherheitssysteme ausser Betrieb, weil sie ungenügend voneinander getrennt waren.

■ Während in neueren Anlagen die einzelnen Systeme drei- oder gar vierfach vorhanden sind, gibt es in Mühleberg von vielen Systemen nur je zwei.

■ Die Nachzerfallswärme lässt sich letztlich nur in die Aare ableiten. Neuere Anlagen verfügen oft, als zusätzliche Kühlmöglichkeit, über kleine Notkühltürme.

■ Zahlreiche Systeme befinden sich im gleichen Raum direkt unterhalb vom Druckabbauring des Containments, von dem sie Kühlwasser beziehen. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass aus gleicher Ursache mehrere Systeme zusammen versagen, zum Beispiel wenn besagter Raum überflutet wird. Der Druckabbauring ist an einigen Stellen bereits so stark gerostet, dass die Auslegungswandstärke unterschritten ist.

■ Auch bei der Stromversorgung sind die einzelnen Systeme nicht genügend voneinander getrennt. Dies zeigte sich beim Brand von 1971, als wegen Kurzschluss gleich mehrere Systeme ausfielen. Die konstruktiven Schwächen von damals liessen sich nie vollständig beheben.

Um eine Kernschmelze zu verhindern, muss der abgeschaltete Reaktor gekühlt werden. In Mühleberg gibt es dafür weniger Notkühlsysteme als in neueren Kernkraftwerken – die Systeme sind zudem zu nahe aufeinander, so dass der gleichzeitige Ausfall mehrerer Systeme durch eine Ursache wahrscheinlicher ist als anderswo.

Berechnete Szenarien: schwere Folgen

Akute Strahlenkrankheiten liessen sich bei ungünstiger

Witterung nur vermeiden, wenn Zehntausende

von Menschen ins Hausinnere oder in Schutzräume

befohlen würden. Sie hätten dort zu verweilen, bis

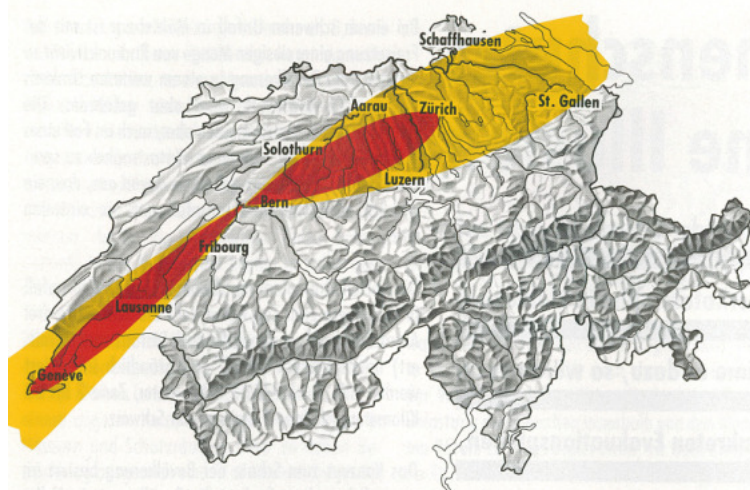
sie, möglichst rasch, in ein unverstrahltes Gebiet

evakuiert werden könnten. Bei ungünstigen Bedingungen

könnte Zürich oder Lausanne zur Geisterstadt werden.

Das Öko-Institut Darmstadt berechnete die Freisetzung von Radioaktivität aus Mühleberg für zwei verschiedene Reaktorunfälle, die zu einer Kernschmelze führen. Während die Menge der freigesetzten Stoffe sich bei beiden Unfallabläufen nicht stark unterscheidet, ist der Zeitpunkt, zu dem die Stoffe ins Freie gelangen, sehr unterschiedlich: einmal schon 1,5 bis 5,5 Stunden nach Unfallbeginn, beim andern Ablauf erst nach 65 Stunden, was mehr Spielraum für vorsorgliche Schutzmassnahmen ergibt.

Ausgehend von diesen Unfällen ermittelte das Öko-Institut die Ausbreitung der radioaktiven Wolke und die daraus entstehende Strahlenbelastung für die Bevölkerung. Diese ergibt sich hauptsächlich aus den während des Vorbeiziehens der Wolke eingeatmeten radioaktiven Stoffen, aus der Bestrahlung durch die am Boden abgelagerten Stoffe und schliesslich durch aufgenommene verstrahlte Nahrungsmittel. Die Belastungen mass das Institut vor allem an behördlichen Schutzzielen und Massnahmenkonzepten. Das Institut Cultuur Prospectiv untersuchte, wie viele Menschen auf welche Art betroffen wären. Es zeigte sich, dass in jedem Fall Evakuierungen angezeigt wären und langfristig Gebiete unbewohnbar würden. Zehntausende, Hunderttausende oder gar Millionen von Menschen hätten wegzuziehen.



Die Wetterlage während der Katastrophe entscheidet, welche Gebiete betroffen sind. Bei Westwindlage würde die strahlende Wolke über das Deutschschweizer Mittelland hinwegziehen, während sie bei Bisenlage die Romandie heimsuchen würde. Dargestellt ist die Belastung durch Einatmen radioaktiver Stoffe aus der Wolke bei diesen Szenarien. Im gelben Gebiet müssten die Menschen rechtzeitig in die Häuser gehen, im roten würde auch das nicht mehr ausreichen: das behördliche Schutzziel liesse sich nicht einhalten. Auch wie stark die Bundesstadt Bern vom Unfall betroffen wäre, hinge entscheidend davon ab, in welche Richtung der Wind weht. Bei ungünstigen Bedingungen müsste Bern sofort und für Jahrzehnte verlassen werden, Landesregierung und Bundesverwaltung müssten sich anderswo neu organisieren.

Einfluss auf die Grösse des betroffenen Gebietes hat vorab der Regen. Das Bild zeigt das Gebiet, in welchem nach behördlichen Massstäben eine Evakuierung angezeigt wäre, bei Westwind ohne (rot) und mit Regen (gelb). Auch Gebiete in einer Entfernung von mehr als 100 Kilometern von Mühleberg können äusserst stark betroffen sein, wenn es nur dort lokal regnet. So müssten zum Beispiel im Extremfall, bei einem heftigen Gewitter über Zürich während des Vorbeizugs der Wolke, alle Menschen sofort in Keller oder Schutzräume befohlen werden. Die Stadt wäre vollständig zu evakuieren und bliebe langfristig unbewohnbar.



Mühleberg unter der Lupe / 29

Katastrophenschutz: eine Illusion

Der Katastrophenschutz in der Schweiz ist nicht auf

den Fall einer Reaktorkatastrophe in Mühleberg

vorbereitet. Käme es dazu, so würde es an

vielen fehlen: an konkreten Evakuationsplänen,

an genügend rasch bezugsbereiten

Schutzräumen, an Strahlen-Messinstrumenten

und an Behandlungsplätzen für Strahlenkranke.

Bei einem schweren Unfall in Mühleberg ist mit der Freisetzung einer riesigen Menge von Radioaktivität zu rechnen; die Bevölkerung in einem weiteren Umkreis um das Kernkraftwerk wäre akut gefährdet. Die Schweizer Behörden vermeiden aber, auch im Fall eines schwersten Störfalles, von einer «Katastrophe» zu sprechen. In ihren Szenarien gehen sie davon aus, dass ein wirklich schlimmer Reaktorunfall gar nie eintreten wird.

Die Notfallschutzplanung, die bei einem Reaktorunfall in Mühleberg zum Zug käme, teilt die Schweiz in drei Alarmzonen auf, in denen (je nach Distanz zum Unfallort) unterschiedlich schnell und gründlich informiert werden soll: Zone 1 bis 2,8 Kilometer, Zone 2 bis 20 Kilometer und Zone 3 der Rest der Schweiz.

Das Konzept zum Schutz der Bevölkerung basiert im wesentlichen darauf, dass die Bevölkerung in Keller und Schutzräume eingewiesen wird; entweder bis die Gefahr vorbei ist oder bis eine Evakuierung eingeleitet wird. Die Schutzräume sind aber als Teil des Zivilschutzes auf die Kriegssituation hin konzipiert und nicht auf einen KKW-Unfall. Trotzdem bieten sie, sofern rechtzeitig bezugsbereit, einen gewissen Schutz gegen die radioaktive Strahlung.

Über den Ablauf einer Evakuierung (kantonal geregelt)

sind nur rudimentäre Vorstellungen vorhanden, konkrete Evakuierungspläne gibt es nicht. Die Schweizer Behörden gehen davon aus, dass im schlimmsten Fall ein Gebiet von sechs Quadratkilometern geräumt werden müsste – die vom Öko-Institut errechneten Szenarien kommen, wie wir gesehen haben, auf andere Ergebnisse...

Im Fall einer Katastrophe in Mühleberg könnten die Strahlenerkrankungen und die Verunsicherung der Be-

völkerung Dimensionen annehmen, denen das heutige Gesundheitswesen nicht gewachsen wäre. Um wirksam helfen zu können, müssten die Strahlenwerte bei der betroffenen Bevölkerung gemessen werden. Dafür fehlen aber die geeigneten Instrumente. Bereits die Zahl von einigen hundert schwer Strahlengeschädigten, zusammen mit den Tausenden geringer verstrahlter Patienten, die ebenfalls ärztliche Behandlung benötigen würden, führten unser Gesundheitswesen zum Zusammenbruch.

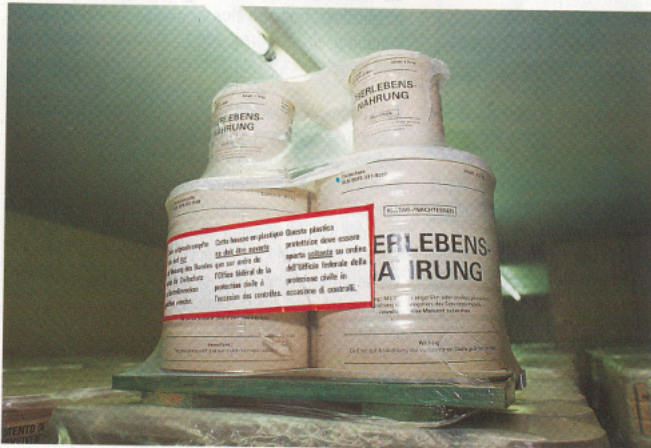


Bild: Emanuel Ammann

Im Schutzraum ist ein Überleben nur beschränkte Zeit möglich. Viele Gebiete müssten bei einem Kernschmelzunfall früher oder später geräumt werden.

Bei einem schweren Störfall in Mühleberg wäre der Schutz der Bevölkerung keineswegs gewährleistet. Die schweizerischen Behörden gehen bei der Notschutzplanung von Annahmen aus, die das reale Risiko bei weitem unterschätzen.

Mühleberg unter der Lupe / 31

Radioaktive Strahlen: verheerende Gesundheitsschäden

Radioaktive Strahlen haben die Fähigkeit,

chemische Veränderungen in bestrahlten

Geweben zu verursachen, auch im menschlichen

Körper. Die Folgen sind vielfältig und

verheerend.

Die Fachleute unterscheiden zwischen solchen Strahlenschäden, die sofort Symptome zeigen und jenen, die vielleicht erst später oder in den Folgegenerationen des betroffenen Individuums zutage treten.

Die unmittelbare Einwirkung von radioaktiven Strahlen auf den Körper kann, bei starker Strahlung, innert weniger Stunden zum Tod führen. Bei Strahlendosen ab 100rem kann es zu Durchfällen, Infektionen, Flüssigkeitsverlust, zum Kollaps des Knochenmarks oder anderer Organsysteme kommen. Ist die Dosis kleiner als 400rem, besteht allerdings eine gute Überlebensmöglichkeit, falls sich eine schwierige medizinische Behandlung durchführen lässt. Massenbehandlungen sind wegen des grossen Aufwands nicht möglich.

Bei kleineren Strahlenbelastungen können im menschlichen Körper Veränderungen auf zellulärer Ebene entstehen. Dieser Schaden kann sich Jahre später zum Beispiel als Krebs manifestieren. Es ist dabei nicht möglich, den Zusammenhang zwischen der Strahlung und der Krankheit beim einzelnen Menschen nachzuweisen. Aber statistisch kann gezeigt werden, dass Bevölkerungsgruppen, die erhöhter Strahlenbelastung ausgesetzt sind, verschiedene Krankheiten im Durchschnitt häufiger erleiden:

■ Krebs und Erbschäden sind allgemein bekannte Strahlenfolgen.

■ In Süddeutschland wurde nach dem Atomunfall in Tschernobyl eine erhöhte Kindersterblichkeit belegt.

■ In der Ukraine scheinen banale infektiöse Erkrankungen der Luftwege schlechtere und langwierigere Verläufe zu nehmen, was auf eine Schwächung der Immunabwehr durch kleine Strahlendosen schliessen lässt.

■ Gedeih- und Wachstumsstörungen bei Bestrahlung von Kindern und Jugendlichen sind seit den Atombombenabwürfen von Hiroshima und Nagasaki belegt.

■ Erblindung am grauen Star ist ein typischer Strahlenschaden.

■ Geistige Unterentwicklung bis zum Schwachsinn kann die Folge schwachdosierter Bestrahlung eines Kindes während der Schwangerschaft sein.

■ Auch Missbildungen können durch die radioaktive Bestrahlung der Kinder in der Frühschwangerschaft entstehen.

■ Kindliche Leukämien sind gehäuft, falls der Vater innerhalb von sechs Monaten vor der Zeugung strahlenexponiert war.

In Weissrussland wurden nach Tschernobyl vermehrt Kinder mit krassen Deformationen und Verstümmelungen geboren. Viele dieser missgebildeten Kinder überlebten nur kurze Zeit.



Bilder: Wojtek Leski



Bei hoher Strahlenbelastung sterben die Menschen an akuten Krankheitserscheinungen. Wenn der Körper niedrigerer Strahlenbelastung ausgesetzt war, zeigen sich die Folgen oft erst später. Obwohl sich im Einzelfall der direkte Zusammenhang nicht nachweisen lässt, steht fest, dass radioaktive Strahlung Ursache zahlreicher Erkrankungen ist.

Mühleberg unter der Lupe / 33

Mühleberg: schwerere Folgen als in Tschernobyl

Eine Gegenüberstellung der beiden Kernkraft-

werke und des Umfelds von Tschernobyl und

Mühleberg zeigt, dass die Auswirkungen eines

mit Tschernobyl vergleichbaren Unfalls in

Mühleberg noch wesentlich verheerender wären:

Tschernobyl

Grössere Leistung des Reaktors, mehr radioaktive Stoffe vorhanden.

Kleinere Leistungsdichte im Reaktor, dadurch kleinerer Anteil der Stoffe, die freigesetzt werden.

Graphitbrand im Reaktor – radioaktive Stoffe werden bis ca 2000 Meter hoch in die Atmosphäre hinaufgetragen (Cheminée-Effekt).

Freisetzung auf rund 10 Tage verteilt.

Ausbreitung der radioaktiven Stoffe in verschiedenste Richtungen und Ablagerungen über ein weites Gebiet.

Flache, relativ dünn besiedelte Gegend mit wechselnden Winden und Ausbreitungsrichtungen.

Ländliche Gebiete, verstreute Dörfer, geringe Bevölkerungsdichte.

Die Bevölkerung verfügt kaum über Autos und wurde über den Unfall lange Zeit nur spärlich informiert. Dadurch liessen sich Evakuierungen zentral planen und effizient ausführen.

Mühleberg

Kleinere Leistung des Reaktors, weniger radioaktive Stoffe.

Grössere Leistungsdichte im Reaktor, grössere Freisetzungsteile radioaktiver Stoffe.

Kein Graphit im Reaktor, kein Brand und dadurch eine Freisetzungshöhe von nur etwa 200 Metern.

Freisetzung konzentriert auf wenige Minuten oder Stunden.

Ausbreitung in eine Richtung, Ablagerung konzentrierter und näher am Kernkraftwerk.

Winde kanalisiert durch Alpen und Jura, Ausbreitungsrichtung entlang dem dichtbesiedelten Mittelland.

Zahlreiche Städte und städtische Agglomerationsgebiete, sehr hohe Bevölkerungsdichte.

Grosse Mobilität der Bevölkerung und schnelle Informationsübermittlung; daher individuelle Reaktionsmöglichkeiten, die eine effiziente Katastrophenplanung stark erschweren.

Die Menge der bei einer Kernschmelze freigesetzten radioaktiven Stoffe wäre in Mühleberg mit Tschernobyl vergleichbar. Wegen der unterschiedlichen Unfallbedingungen ist in Mühleberg aber eine wesentlich konzentriertere Ablagerung der Stoffe wahrscheinlich, sowohl örtlich wie auch zeitlich. Die dichte Besiedlung, vorab im Mittelland, und die nicht einschätzbare Reaktion der Bevölkerung auf die Katastrophe bedeuten, dass die Folgen vermutlich in der Schweiz bedeutend schwerwiegender wären als um Tschernobyl herum.

Herausgeber

Der Verein «Mühleberg unter der Lupe» hat sich im September 1989 auf Initiative der «Ärzte für soziale Verantwortung», der «Aktion Mühleberg stilllegen» und von Greenpeace Schweiz gebildet zur Finanzierung und Verbreitung der Studie vom Öko-Institut und von Kultur Prospektiv. Dem Verein gehören an:

Aktion Mühleberg stilllegen; Ärzte für soziale Verantwortung (PSR); Frauengewerkschaft Schweiz; Freie Liste des Kantons Bern; Gesamtschweizerische Konferenz für die Stilllegung der Atomkraftwerke; Gewaltfreie Aktion Graben; Gewaltfreie Aktion Kaiseraugst; Greenpeace; Grimselverein; Grüne Partei/DA; Grünes Bündnis; Kirchliche Arbeitsgruppe für Atomfragen; Landesring der Unabhängigen Kanton Bern; Nordwestschweizerisches Aktionskomitee gegen Atomanlagen; Regionalgruppe Laupen für umweltgerechte Politik; Schweizerische Energiestiftung; Sozialdemokratische Partei des Kantons Bern; Überparteiliche Bewegung gegen Atomanlagen Bern und Zürich; WWF Sektion Bern.

Impressum

Herausgegeben vom Verein «Mühleberg unter der Lupe», Postfach 6307, 3001 Bern.
Text: Gabriela Neuhaus und Franz Mühlethaler in Absprache mit dem Öko-Institut und Kultur Prospektiv.
Gestaltung: Atelier Müller Lütolf, Bern.
Fotos: Dominik Labhardt
Satz: Salinger AG, Zürich.
Gedruckt auf chlorarm gebleichtem Papier durch Ziegler AG, Winterthur.
Copyright: Abdruck mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Mühleberg unter der Lupe / 35

Das Gefahrenpotential Was geschieht bei einem schweren Unfall im Kernkraftwerk Mühleberg? Welche Gebiete sind betroffen? Was sind die Auswirkungen für die Bevölkerung?

Der Sicherheitsvergleich Wie steht es mit der Sicherheit des Kernkraftwerks Mühleberg im internationalen Vergleich? Was bringen die Nachrüstungen? Was für Unfälle sind denkbar?

Die Schwachstellen Welches sind die grössten Schwachstellen des Kernkraftwerks Mühleberg? Was bewirkt ein Versagen an diesen Stellen? Wie wurden sie bei neueren Kernkraftwerken vermieden?

Die Folgen Welche Schutzmassnahmen sind bei einem schweren Unfall im Kernkraftwerk Mühleberg möglich? Was bewirkt die radioaktive Strahlung? Wovon hängen die Folgen vor allem ab?