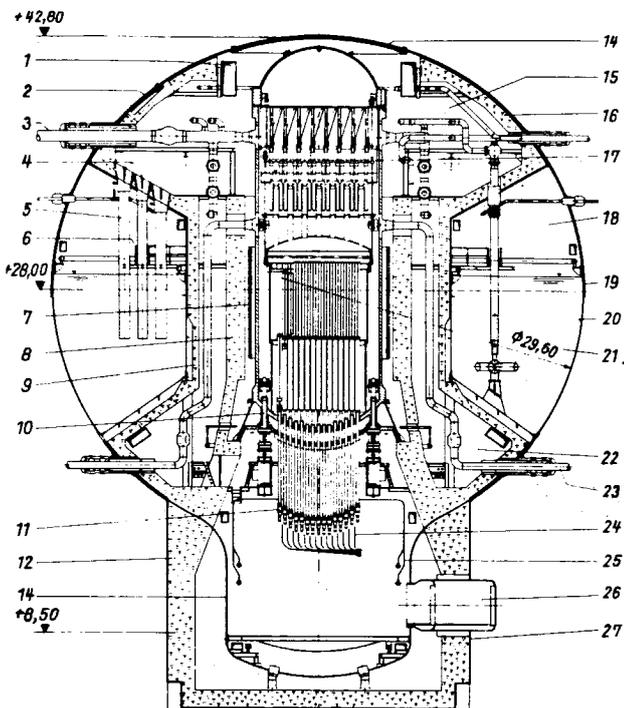


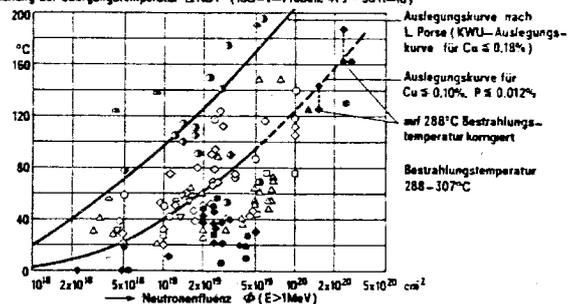
AKW KRÜMMEL

TECHNIK DER KATASTROPHE



$$\begin{aligned}
 B_{2,k} &= \gamma_1 \cdot e^{-\lambda'_{gk} T_k} + \gamma_2 \cdot e^{-\lambda'_{mk} \cdot T_k} + \gamma_3 \\
 &= R_{gk} \cdot \left[\frac{(1 - \frac{\lambda'_{mk}}{\lambda'_{gk}}) e^{-\lambda'_{gk} T_k}}{\lambda'_{mk} - \lambda'_{gk}} + \frac{1}{\lambda'_{gk}} \right] \\
 &+ R_{mk} \left[\frac{-\frac{\lambda'_{mk}}{\lambda'_{gk}} e^{-\lambda'_{gk} T_k} + \frac{\lambda'_{mk}}{\lambda'_{mk}} e^{-\lambda'_{mk} T_k}}{\lambda'_{mk} - \lambda'_{gk}} + \frac{\lambda'_{mk}}{\lambda'_{mk} \lambda'_{gk}} \right] \\
 &+ B_{1,k-1} \cdot \frac{\lambda'_{mk} (e^{-\lambda'_{gk} T_k} - e^{-\lambda'_{mk} T_k})}{\lambda'_{mk} - \lambda'_{gk}} \\
 &+ B_{2,k-1} \cdot \frac{(\lambda'_{mk} - \lambda'_{gk}) e^{-\lambda'_{gk} T_k}}{\lambda'_{mk} - \lambda'_{gk}}
 \end{aligned}$$

Erhöhung der Übergangstemperatur ΔNDT (ISO-V-Proben, 411 ϕ 30 h - lb)



EINLEITUNG

Nach den Planungen der HEW hätte das AKW Krümmel schon 1979 in Betrieb gehen sollen. Der Bau ist immer noch nicht fertig und wird vor 1982 nicht in Betrieb gehen:

"Die größten Verzögerungen der Montagearbeiten gibt es im nuklearen Bereich. Kein einziger Anlagenteil ist bis jetzt abgeschlossen Beim Frischdampfsystem, dem Speisewasser und Hauptkondensatsystem, bei nuklearer Anlagenentwässerung, Hauptkühlmittelpumpen mit Ölversorgung sowie Isolierung des Reaktordruckbehälters und seines Deckels, sind die Montagearbeiten, obwohl zum Teil 1977 und 1978 begonnen, erst zu 10 % fortgeschritten."

(aus der Werbezeitung der HEW "KKK Kontakt Nr. 1/80 vom Februar 1980, Seite 3/4).

Diese Verzögerungen liegen (leider) nicht am Widerstand der Bevölkerung in der Umgebung und es gibt auch keinen gerichtlich angeordneten Bau-stopp. Die Verzögerungen kosten enormes Geld und angeblich ist die HEW so dringend auf den Strom aus dem AKW Krümmel angewiesen, daß schon 1973, bei Erteilung der 1. TEG, die sofortige Vollziehung damit begründet wurde, daß ohne das AKW Krümmel im Jahre 1979 die Lichter ausgehen würden.

Die HEW behauptet in ihrer Werbezeitung:

"Aber der sich ständig ändernde technische Wissensstand, etliche Nachforderungen und dadurch notwendige neue Genehmigungen brachten dem Kraftwerksblock am Elbufer bisher soviel Verzögerungen ein wie ursprünglich als Bauzeit eingeplant war: 55 Monate."

(KKK Kontakte, Nr. 1/80, Seite 1)

Diese Erklärung sollte mißtrauisch machen: Ist unzureichend geplant worden, sind später Fehler aufgefallen und sind sie jetzt behoben, damit nicht später beim Betrieb erst ein schwerwiegender Unfall einen geänderten technischen Wissensstand herbeiführt?

Die Prozeßgruppe der "Bürgerinitiative Umweltschutz Unterelbe" hat das Konzept des AKW Krümmel untersucht und dabei schwerwiegende Mängel festgestellt. Die Schwächen dieses Konzeptes sind so offensichtlich, daß die Genehmigungsbehörde, das Sozialministerium in Kiel, sich veranlaßt gesehen hat, immer neue Änderungen zur "Verbesserung" zu fordern. Dadurch ist das AKW aber nur noch komplizierter und störanfälliger geworden.

Die Prozeßgruppe hat ihre Untersuchungen für die Berufungsbe-gründung einer Klage gegen das Konzept des AKW Krümmel verwendet. In dieser Broschüre sind die wesentlichen Argumente in anderer, hoffentlich verständlicher Form zusammengefaßt.

DER DAMPF-WASSER-KREISLAUF

Das Herz des Reaktors ist der Reaktordruckbehälter mit den Brennelementen. Die Brennelemente bestehen aus je 63 Rohren (Brennstäbe genannt), die mit dem Brennstoff gefüllt sind. Hier findet im Betrieb die Kernspaltung statt. Bei der Spaltung der Urkerne entstehen radioaktive Spaltprodukte, 2 bis 3 freie Neutronen und es wird Wärme frei.

Die Leistung des Reaktors wird geregelt durch kreuzförmige Regelstäbe, die aus einem Material bestehen, das die zur Aufrechterhaltung der Kernspaltung erforderlichen freien Neutronen absorbiert) und außerdem durch dem Kühlwasser beigemischte Borsäure. Je nachdem, wie weit die Regelstäbe ein- bzw. ausgefahren werden, kann die Leistung gesenkt bzw. gesteigert werden.

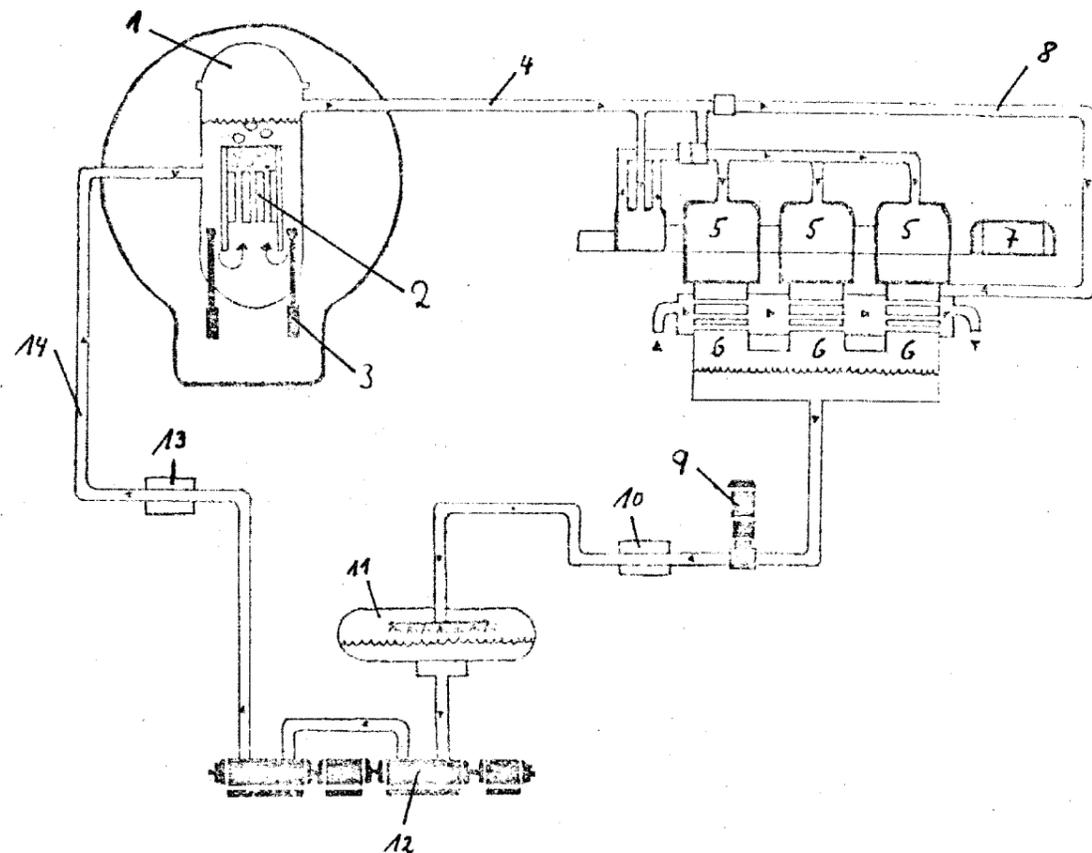
In den Reaktordruckbehälter tritt durch 4 Speisewasserleitungen das Speisewasser ein. Dort strömt es an den Brennelementen vorbei und wird durch die Wärme, die bei der Kernspaltung frei wird, erwärmt.

Im Reaktordruckbehälter herrscht ein hoher Druck von 70 bar

(das 70-fache des normalen Luftdrucks).
Durch die starke Hitze (ca. 285 °C) beginnt das Wasser zu sieden

und ein Teil verdampft (daher "Siedewasserreaktor"). Aus dem Dampf werden mit Hilfe von Wasserabscheidern und Dampftrocknern die letzten Wassertropfen entfernt und trockener Dampf tritt durch die 4 Frischdampfleitungen aus dem Druckbehälter aus. Der Dampf wird zum Maschinenhaus geleitet. Dort treibt er Turbinen an. Über einen Generator wird so der Strom erzeugt. Der Dampf wird in 3 Kondensatoren geleitet. Im Kondensator wird dem Dampf durch Elbwasser Wärme entzogen und so wieder verflüssigt (kondensiert). Das Kondensat wird mit Hilfe von Filtern gereinigt. Diese Filter sind nach einiger Zeit stark radioaktiv verseucht. Das Wasser wird über mehrere Pumpen und Vorwärmanlagen wieder auf den nötigen Reaktordruck gebracht und durch den Speisewasserbehälter wieder in das Reaktordruckgefäß geleitet. So ist der Kreislauf des Wassers geschlossen.

Ein Siedewasserreaktor hat also im Gegensatz zum Druckwasserreaktor nur einen Kreislauf. (Ein Druckwasserreaktor hat 2 Kreisläufe. Im ersten Kreislauf herrscht ein so hoher Druck, daß das Wasser nicht verdampfen kann. Die Wärme wird durch Wärmetauscher an einen zweiten Kreislauf abgegeben und das Wasser im zweiten Kreislauf verdampft und treibt die Turbinen an.)



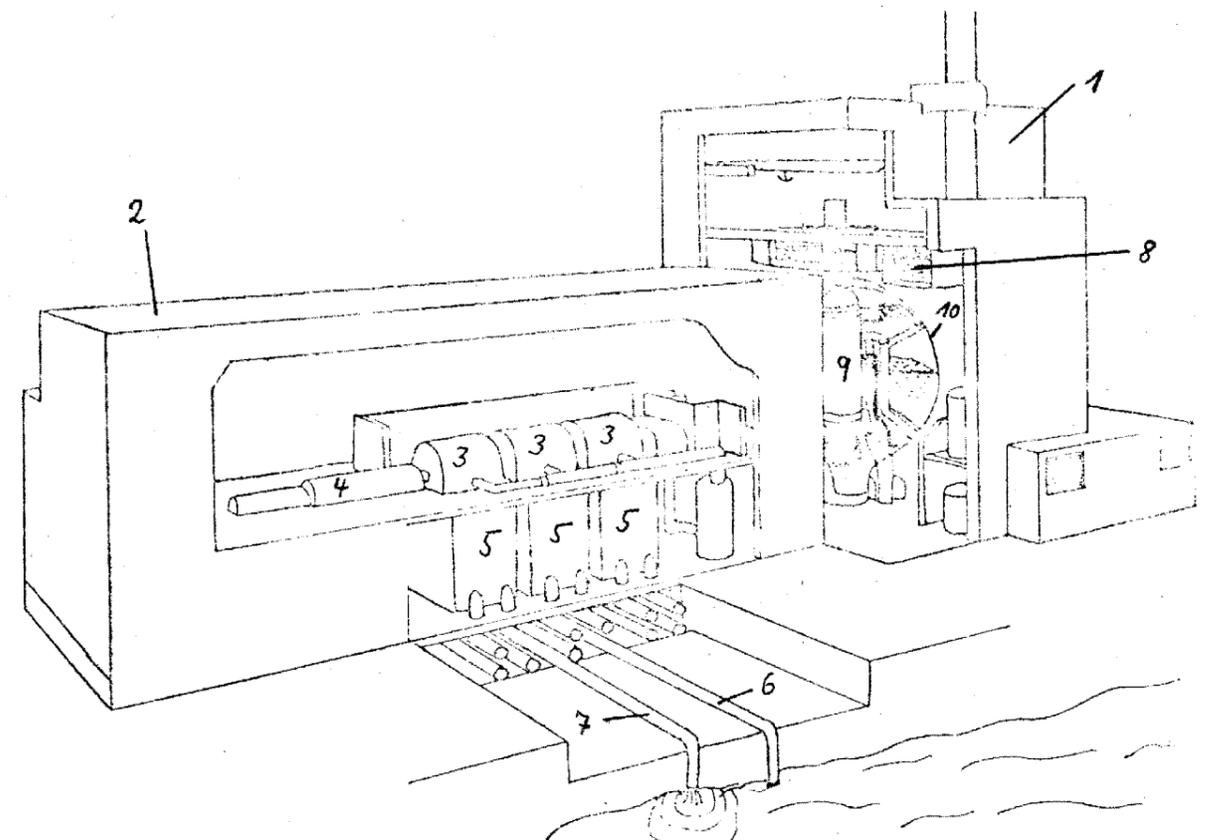
Dampf-Wasser-Kreislauf

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1 Reaktordruckbehälter | 8 Umleitstation |
| 2 Brennelemente | 9 Reinigungsanlage |
| 3 Umwälzpumpen | 10 Vorwärmer |
| 4 Frischdampfleitung | 11 Speiswasserbehälter |
| 5 Turbine | 12 Speisewasserpumpe |
| 6 Turbinenkondensator | 13 Vorwärmer |
| 7 Generator | 14 Speiswasserleitung |

Fehlender Sicherheitseinschluß des Maschinenhauses

Da der Siedewasserreaktor nur einen Kreislauf hat, fließt also auch durch die Turbinen und durch die Kondensatoren, d.h. durch das Maschinenhaus radioaktiv verseuchtes Wasser bzw. Dampf. Durch technisch immer vorhandene Undichtigkeiten an Ventilen, Behältern, Dichtungen usw. treten aber aus jedem radioaktiven Kreislauf, der unter Druck steht, gasförmige, flüssige, und feste radio-

aktive Stoffe aus. Auch das Maschinenhaus ist also einer ständigen radioaktiven Belastung ausgesetzt. Dieses Maschinenhaus ist aber nicht besonders gesichert, d.h. es ist nicht von einem Sicherheitsbehälter eingeschlossen. Das bedeutet, daß durch das nur halbwegs dichte Maschinenhaus schon bei Normalbetrieb ständig Radioaktivität an die Umwelt abgegeben wird.



Atomkraftwerk Krümmel

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------------|
| 1 Reaktorgebäude | 6 Kühlwassereinlauf |
| 2 Maschinenhaus | 7 Abgabe des erwärmten Kühlwassers |
| 3 Turbine | 8 Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente |
| 4 Generator | 9 Reaktordruckbehälter |
| 5 Turbinenkondensatoren | 10 Sicherheitsbehälter |

Notkühlsysteme des Siedewasserreaktor

dargestellt am Beispiel eines Kühlmittelverlustunfalls

Die Beschreibung des Dampf-Wasser-Kreislaufs stellt die Geschehnisse während des normalen Betriebs dar. In Schwierigkeiten kommt die Atomanlage, wenn der aus vielen langen Rohrleitungen bestehende Dampf-Wasser-Kreislauf ein Leck hat, z.B. durch den Bruch einer Kühlmittelleitung. Dann nämlich verliert der Reaktor Kühlmittel. Es kommt zum Kühlmittelverlustunfall. Dieser Unfall führt, wenn er nicht rechtzeitig in den Griff zu bekommen ist, zum Kernschmelzen, weil durch das ausfließende Kühlwasser der Reaktorkern nach kurzer Zeit nicht mehr ausreichend gekühlt wird. Um die katastrophalen Folgen des Kernschmelzens, die in ihrem ganzen Ausmaß später noch beschrieben werden, zu verhindern, wurden Notkühlsysteme in den Reaktor eingebaut. Diese Notkühlsysteme sollen dafür sorgen, daß der Reaktorkern niemals ohne Kühlung bleibt.

Beim Atomkraftwerk in Krümmel ist bei der Austüftung der Notkühlsysteme gegen einen der wichtigsten Grundsätze der Sicherheitsphilosophie verstoßen worden: "Sicherheitsfunktionen müssen bei einem AKW mit einfacher und erprobter Technik erfüllt werden". Dieser Grundsatz ist in Krümmel offensichtlich in sein Gegenteil verkehrt worden. Anstatt zuzugeben, daß das

Grundkonzept des Atomkraftwerks nicht die gestellten Sicherheitsfunktionen erfüllen kann, wurde mit zunehmendem Baufortschritt laufend an der Anlage herumgeflickt. Neue Systeme wurden dazugepackt, ohne das immer komplizierter werdende Zusammenwirken ausreichend zu durchschauen. So stehen die Fachleute heute vor einer gigantischen Ansammlung von Aggregaten, Steuerungen, Stromversorgungen, Rohrleitungen, Überwachungen und entdecken immer neue Ungereimtheiten für die Störfallbeherrschung. Es ist schon einigermaßen skandalös, wie eine Teilerrichtungsgenehmigung nach



IMPRESSUM

V.i.S.d.P. J.Schramm
Arnoldstr.40
2000 Hamburg 50
Auflage : 1000
Datum : 15.6.80
Druck : St.Pauli Druckerei

der anderen gegeben wird, obwohl die ungelösten Sicherheitsprobleme mehr statt weniger geworden sind. Katastrophal für die Bevölkerung wird es aber, wenn z.B. bei einem Kühlmittelverlustunfall durch gegenseitige Störung von Sicherheitsfunktionen die Unwirksamkeit der Notkühlfunktionen offenkundig wird. Wir wollen und können wegen des Umfangs gar nicht auf alle durch die Kompliziertheit bedingten Fehlfunktionen eingehen. Wir greifen hier nur die eklatant verworrenen Notkühlfunktionen heraus: Zur Notkühlung (s. Skizze Notkühlsysteme) sind Sicherheits- und Entlastungsventile, 1 Hochdruckeinspeisung, kombinierte Kernflut- und Kondensationskammerkühlsysteme, Kernsprühsystem, Sicherheitsbehälterrückfördersysteme, Gebäuderückfördersysteme und natürlich jede Menge dazugehöriger Energie- und Hilfssysteme

Maßnahmen beim Kühlmittelverlustunfall

Die erste Maßnahme bei einem Kühlmittelverlustunfall ist die Reaktorschnellabschaltung, die dafür sorgt, daß die Kettenreaktion im Reaktor unterbrochen wird.

Dazu werden 205 Steuerstäbe von unten in den Reaktorkern gedrückt.

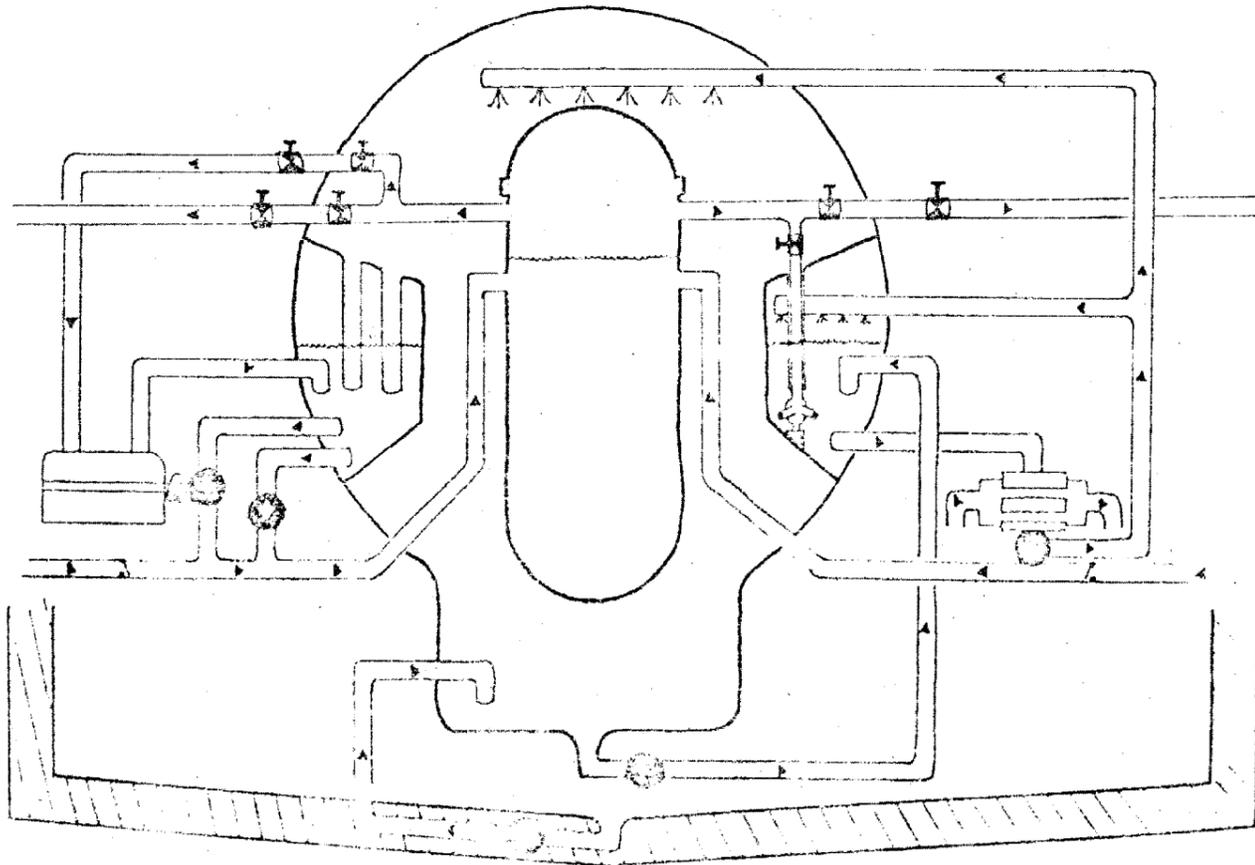
Beim Siedewasserreaktor können die Steuerstäbe nicht von oben in den Reaktor fallen, wie im Druckwasserreaktor, weil oben im Reaktordruck-

vorgesehen. Diese vielen in sich selbst störanfälligen Systeme werden je nach Art und Umfang des Störfalls fast alle gleichzeitig oder nacheinander notwendigerweise gebraucht. Schlimmer noch, sie sind auch gegenseitig aufeinander angewiesen, sodaß bei einem Ausfall einer Funktion weitere zwangsläufig ausfallen. Bedenkt man, daß bei dem großen Spektrum an Kühlmittelverlustunfällen im Sicherheitsbehälter diese Funktionen alle gebraucht werden, sie aber nur funktionieren, wenn das Nacheinander und Miteinander in richtig abgestimmter Weise ablaufen, dann darf dieses Konzept nicht genehmigt werden. Im Folgenden sollen die bei einem Kühlmittelverlustunfall notwendigen Notkühlfunktionen und einige ihrer Schwachstellen kurz beschrieben werden.

behälter schon zuviele notwendige Einbauten (Wasserabscheider, Dampftrockner) sind. Deshalb müssen die Steuerstäbe von unten mittels Antriebskraft eingeschossen werden. Das Reaktorschnellabschaltssystem muß unbedingt funktionieren, denn es ist nur einmal vorhanden und ein Versagen führt direkt zur Katastrophe, weil der Reaktor dann nicht mehr rechtzeitig abgeschaltet werden kann. Selbst wenn die Hydraulik funktioniert, können die Steuerstäbe in

ihren Führungsrohren steckenbleiben, so geschehen beim Siedewasserreaktor in Ötu während des Probelaufs. Gleichzeitig mit der Schnellabschaltung muß dafür gesorgt werden, daß durch das

Leck im Dampf-Wasser-Kreislauf nicht weiterhin Kühlmittel verloren geht und die Umgebung verseucht. Um den Kühlmittelverlustunfall einzugrenzen, müssen sämtliche der zahllosen Durchführungen des Dampf-Wasser-Kreislaufs



Notkühlsysteme

- 1 Sicherheitsbehälter
- 2 Reaktordruckbehälter
- 3 Kondensationskammer
- 4 Speisewasserleitung
- 5 Frischdampfleitung
- 6 Einspeiseturbine
- 7 Steuerstäbe
- 8 Notkühlpumpe
- 9 Sicherheits- und Entlastungsventil

- 10 Absperrventil
- 11 Kondensationsrohr
- 12 Kondensationskammer-sprühsystem
- 13 Sicherheitsbehälter-sprühsystem
- 14 Reaktordruckbehälter-sprühsystem
- 15 Reaktorgebäudesumpfrückfördersystem
- 16 Sicherheitsbehälterrückfördersystem
- 17 Reaktorgebäude

durch den Sicherheitsbehälter mittels Absperrventilen geschlossen werden. - Hat die Schnellabschaltung und das Absperrn des Sicherheitsbehälters (1) geklappt, muß schnellstens der Druck im Reaktordruckbehälter (2) abgebaut werden, damit dieser nicht platzt.

Für den Druckabbau sorgt das Druckabbausystem, das den Dampf in die Kondensationskammer (3) abführt, wo er zu Wasser kondensiert.

Im Gegensatz zum Druckwasserreaktor muß beim Siedewasserreaktor der freigewordene Dampf in einem Wasserbecken kondensiert werden. Beim Siedewasserreaktor wird, wegen der Größe des Reaktordruckbehälters, kein ausreichend dimensionierter Volldrucksicherheitsbehälter, wie in Druckwasserreaktoren, eingebaut, denn den Erbauern ist dies zu teuer gewesen.

Der ausströmende Dampf wird in die Kondensationskammer geleitet, wo er kondensiert. Ohne diese Maßnahme würde sich der Druck im Sicherheitsbehälter so stark erhöhen, daß dieser platzen würde. Die Kondensationskammer ist im Äquator des kugelförmigen Sicherheitsbehälters angebracht und mit einigen tausend Tonnen Wasser gefüllt.

Durch die sehr hoch angeordneten Wassermassen wird der Sicherheitsbehälter schon im statischen Zustand stark belastet. Die prinzipiellen Schwierigkeiten beginnen,

wenn im Störfall die gewaltigen Energiemassen (thermische Leistung des Reaktors von 3690 MW) einerseits äußerst rasch aber trotzdem auch langfristig in die Kondensationskammer abgeführt werden müssen.

Das beim Atomkraftwerk Krümmel realisierte Konzept des Reaktorsicherheitsbehälters und der Kondensationskammer mit dem Druckabbausystem ist nicht in der Lage, die anfallenden ungeheuren Energiemengen sicher abzubauen.

Der Druckabbau kann nur funktionieren, wenn keinerlei Undichtigkeiten im Sicherheitsbehälter und der Kondensationskammer auftreten. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß beim Bruch einer Kühlmittelleitung durch umherfliegende Teile Löcher in den Sicherheitsbehälter oder die Kondensationskammer gerissen werden. Durch ein Leck in den Kondensationskammer strömt ein Teil des Dampfes zurück in den Sicherheitsbehälter, in dem sich daraufhin der Druck erhöht. Was dann passiert weiß jeder, der einmal einen Luftballon zu weit aufgeblasen hat.

Aber auch durch ein kleines Loch im Sicherheitsbehälter kann der radioaktive Dampf über Wege durch das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus hinaus in die Außenatmosphäre strömen. Wegen der starken Gefährdung des Sicherheitsbehälters, auf Grund dieser Probleme, wurde nach dem Unfall in Wür-gassen, bei dem diese Mängel offen zu

Tage traten (siehe Kasten), die Konstruktion des Sicherheitsbehälters durch die KWU geändert. Trotzdem wird

Krümmel noch nach der alten gefährlicheren Baulinie gebaut.

Der Würiggassenstörfall und seine Folgen

Am 12. 4. 1972 ereignete sich im Siedewasserreaktor Würiggassen ein folgen-schwerer Unfall. Beim Druckabbau kam es in der Kondensationskammer zu unerwarteten Druckstößen. Infolge dieser Belastungen wurde ein schwerer Eisenträger am Boden der Kondensationskammer losgerissen. Durch die jetzt offenen Schraublöcher floß das Wasser aus der Kondensationskammer und zerstörte weitere wichtige Einrichtungen. Glücklicherweise funktionierte die Schnellabschaltung und konnte die Atomanlage zum Stillstand bringen.

Dieser Unfall jagte den Atomgewaltigen in diesem Land einen großen Schrecken ein, so daß in den folgenden 2 Jahren der Ausbau der Siedewasserreaktoren gestoppt wurde. In dieser Zeit versuchte man die dynamischen Belastungen, die in der Kondensationskammer beim Druckabbau auftreten können, zu berechnen. Es blieb die Erkenntnis, daß der kugelförmige Sicherheitsbehälter mit der äquatorial angeordneten Kondensationskammer grundsätzlich schlecht geeignet ist, die riesigen Energie-

mengen sicher zu beherrschen. Trotzdem wurden die Siedewasserreaktoren in Ohu, Philippsburg und Brunsbüttel fertig gebaut. Anfang 1974 wurde sogar noch mit dem Bau des bisher größten Siedewasserreaktors in Krümmel begonnen, obwohl schon eine neue Baulinie entwickelt worden war. Inzwischen befinden sich in Grundremmungen zwei 1300 MW Siedewasserreaktoren im Bau, die keinen kugelförmigen Sicherheitsbehälter mehr haben und deren Kondensationskammer, wenn auch zu klein, so doch besser angeordnet ist als in Krümmel.

In den Atomanlagen vom Typ Brunsbüttel und Krümmel wurde versucht, den aufgezeigten Mangel durch eine Verstärkung der Kondensationskammer und den nachträglichen Einbau von Sicherheitssystemen zu beseitigen. Ob diese Maßnahmen ausreichen, muß stark bezweifelt werden. Aber es gibt eine Möglichkeit diesen und viele, viele andere Mängel nachhaltig zu beseitigen: Die Stilllegung von Brunsbüttel und Nicht-Inbetriebnahme von Krümmel.

Weitere Einrichtungen, die im Notfall immer voll einsatzfähig sein müssen, sind u.a.:

- Notkühlpumpen: (6, 8)

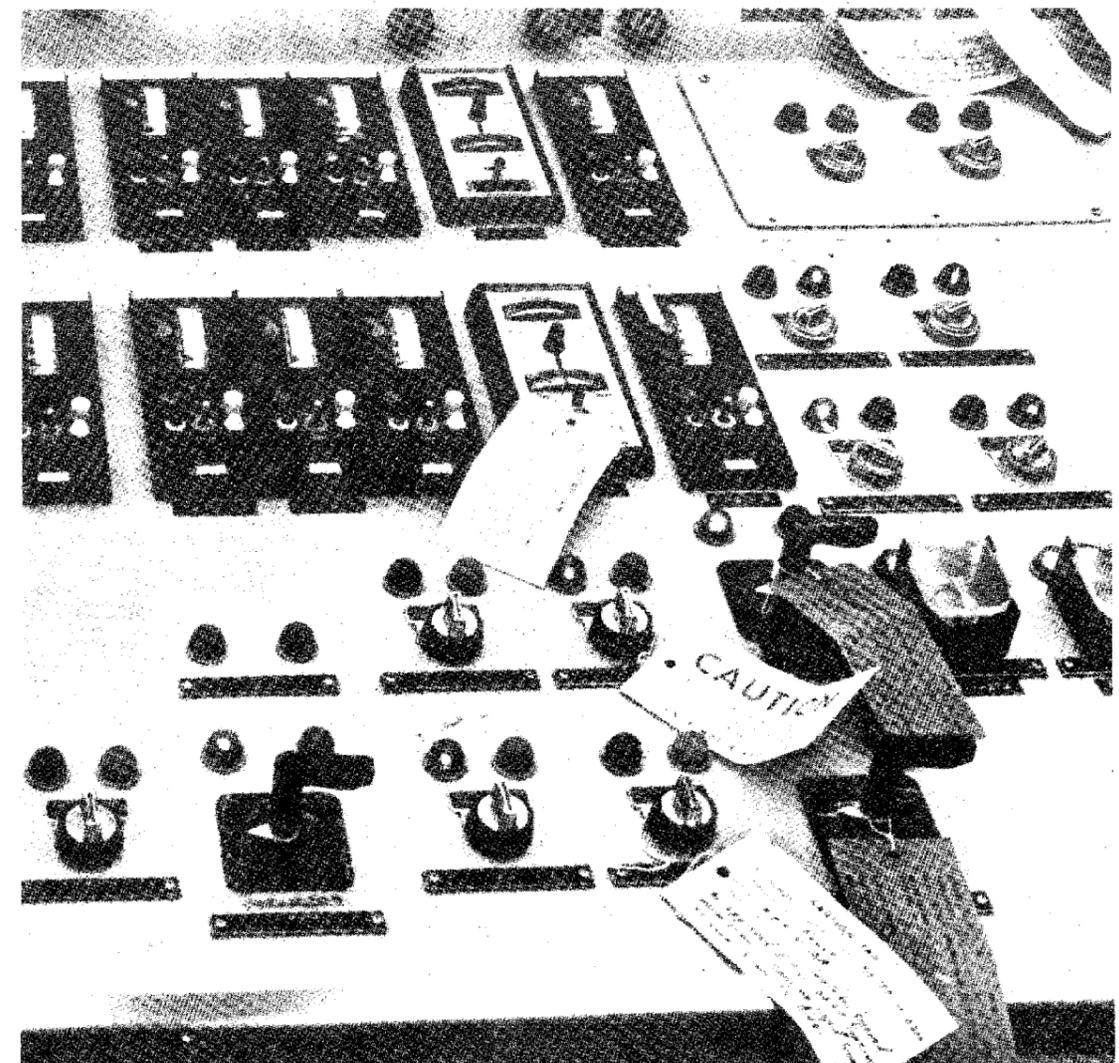
Sie ersetzen das durch ein Leck ausströmende Wasser, damit der Reaktorkern ständig unter Wasser steht, denn sonst würde er schmelzen.

- Sprühsysteme: (12, 13, 14)

Anlagen, die Wasser versprühen (ähnlich der Sprinkleranlage im Kaufhaus), kühlen im Reaktor-druckbehälter, dem Sicherheitsbehälter und in der Kondensationskammer die Anlagen

- Rückfördersysteme: (15, 16)

Diese fördern Wasser, das sich am Grund des Sicherheitsbehälters gesammelt hat, zurück in die Kondensationskammer.



Schalttafel im AKW Harrisburg
Schaltknöpfe von defekten Anlageteilen sind durch Kärtchen gekennzeichnet. Ein Kärtchen verdeckte so das Anzeigelämpchen des abgeschalteten Ventils. Dadurch blieb der Fehler lange unentdeckt.

Diese vielen komplizierten Sicherheitssysteme müssen nun bei einem Kühlmittelverlustunfall alle nacheinander bzw. miteinander funktionieren.

Sie müssen über einen sehr langen Zeitraum reibungslos funktionieren, nämlich so lange, wie der Reaktor strahlt, und das sind Jahre!

Die Betreiber des Kernkraftwerks Krümmel sagen zwar, daß alles funktioniert und daß gar nichts passieren kann, weil sie ja so viele "sichere" Sicherheitssysteme eingebaut haben, aber wir zweifeln das an! Denn daß alles so funktioniert, wie die Betreiber es darstellen, ist nur graue Theorie. Es wurde noch nie durch praktische Versuche nachgewiesen. Wir meinen, daß so komplizierte Vorgänge wie die der Notkühlung mit dem Druckabbausystem des KKK nur dann als ausreichend risikofrei zu beurteilen sind, wenn in einem "1:1 Versuch" die Theorie abgesichert wird. Versuchsstände in kleinerem Maßstab oder nur unvollkommener Nachbau realer Anlagen sind von der Theorie schon unbrauchbar, da selbst die Übertragung von theoretischen Ereignissen wie die der KKW Brunsbüttel, Ohu oder Philippsburg nicht direkt zulässig sind. Es ist eine Mindestforderung, das Druckabbau- und Notkühl-system erst dann einzubauen, wenn die Notkühlfunktionen in einem 1 : 1 Maßstab experimentell nachvollzogen wurden. Es ist nicht einzusehen, warum ein so

schwach erscheinendes Druckabbausystem, wie das in Krümmel, nicht experimentell und realistisch für Kühlmittelverlustunfälle überprüft wird. Theoretische Nachweise (abgesehen davon wie weit sie überhaupt schon erbracht wurden) können bei der Kompliziertheit der auftretenden Probleme allein kein ausreichender Beweis zur Beherrschung von Notkühlfällen sein. Die amerikanischen Modellversuche für Druckwasserreaktoren (LOFT), die allerdings auch nicht den Originalgrößen von AKWs entsprechen, sollen deshalb nach dem Unfall in Harrisburg ausgeweitet werden.

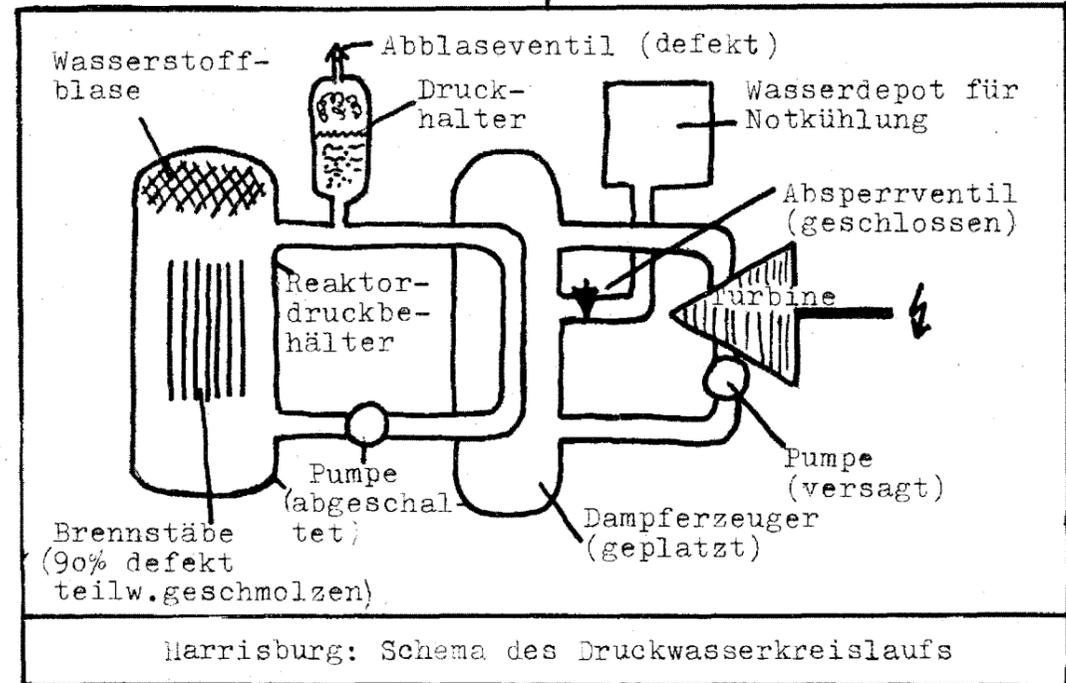


HARRISBURG

Der Unfall am 28. März 1979 in Harrisburg ist ein eindrucksvolles Beispiel für die Unzulänglichkeit und Gefährlichkeit der Kernkraft-Technologie. Deshalb sei zunächst noch einmal kurz der Hergang des Unfalls geschildert:

Gegen 4 Uhr morgens führte ein Schaden im Turbinenteil des Kraftwerks zum Abschalten der Turbine. Dies war bereits der achte Vorfall dieser Art innerhalb eines halben Jahres in dieser Anlage. Da es sich bei dem Kraft-

läufen wirkt, auch bei Ausfall der Pumpen im zweiten Kreislauf weitergekühlt werden, damit der Druck sich im Reaktorkreislauf nicht erhöht. Deshalb setzt sich normalerweise die Notkühlung des Dampferzeugers in Betrieb. Bei der letzten Wartung dieser Apparatur wurde jedoch vergessen, ein Sicherheitsventil wieder zu öffnen, so daß jetzt im Notfall kein Wasser den Dampferzeuger kühlen konnte. Die Ventilsperre war zwar in der Kontrollwarte angezeigt, jedoch durch einen der



Harrisburg: Schema des Druckwasserkreislaufs

werk in Harrisburg um einen Druckwasserreaktor handelt, der zwei Kühlkreise besitzt (siehe Skizze), muß in einem solchen Fall der Dampferzeuger, der als großer Wärmetauscher zwischen den beiden Kreis-

zahllosen Zettel, die bei Ausfall- oder Störung von Anlagenteilen an die betreffenden Schaltknöpfe gehängt werden, verdeckt. Der Druck im Reaktorkreislauf stieg deshalb an, bis ein Ventil im "Druckhalter", ein für den

Druckwasserreaktor spezifisches Gerät, aufging und den überschüssigen Dampf in ein Überlaufgefäß im Sicherheitsbehälter abgab. Als der Druck genügend weit gefallen war, sollte das Ventil eigentlich wieder schließen. Es blieb jedoch offen, es war kaputt. Auf diese Weise war ein kleiner "Kühlmittelverlustunfall" eingetreten. Die Reaktorkontrolleure in der Schaltwarte waren jedoch für solche "Lappalien" nicht vorbereitet, geschweige denn ausgebildet. Sie waren nur auf einige große Unfälle hingewiesen worden. So schalteten sie an der Anlage herum, wie es ihnen in den Sinn kam. Die Anlage machte diese Spiele jedoch nur unwillig mit und ging nur noch mehr kaputt. Die Folge war ein Aufheizen des Reaktorkerns, in dem nach vorläufigen Schätzungen etwa 90 % der ca. 45.000 Brennstäbe zerstört wurden und einige Tonnen zu schmelzen begannen. Das tatsächliche Schadensmaß im Reaktor wird man erst in einigen Jahren erfahren, denn bis dahin wird der Reaktor so stark radioaktiv strahlen, daß ein Öffnen unmöglich ist. Bis dahin muß das Atomkraftwerk jedoch immer noch ständig gekühlt werden und bis dahin besteht weiterhin die Gefahr, daß ein erneuter Ausfall von Anlagenteilen zu einer neuen Katastrophe führt.

Neben dem Aufheizen des Kerns wurden ca. 500 kg Wasserstoffgas produziert, das sich in der Reaktordruckbehälterspitze sammelte, Teile dieses Gases erzeugten, nachdem sie sich einen Weg

durch das defekte Ventil gesucht hatten, im Sicherheitsbehälter kleine Explosionen, die in der Stärke bis knapp an die Haltbarkeitsgrenze des Behälters reichten. Diese Wasserstoffblase war ein Novum in der Geschichte der Atomkraftwerksunfälle. Sie konnte daher auch nicht direkt bestimmt werden, denn es existierten keine Meßgeräte. Nur grobe Schätzungen ergaben die Größe der Blase.

Im Laufe des Unfalls liefen auch die Überlaufbehälter über, und radioaktive Abwässer gelangten in Räume außerhalb des Sicherheitsbehälters, der vergessen wurde, für diese Wässer zu schließen. Auf diese Weise gelangten neben den radioaktiven Abgasen, die von den verbrauchten Filtern (Alterschwäche) nicht zurückgehalten werden konnten, zusätzliche Verseuchungen in die Außenluft.

Aus dem Unfall in Harrisburg sind deshalb folgende Fakten auch für das AKW Krümmel interessant:

- 1) Die existierenden Sicherheitsmaßnahmen wie Notkühlung, Sicherheitsabschluß, Kontrollmöglichkeiten etc. waren sehr unzureichend vorhanden.
- 2) Es können Probleme in der Atomtechnik auftreten, von denen bisher nichts bekannt war bzw. die bisher ignoriert wurden und von denen trotzdem erhebliche Gefährdungen ausgehen können.

- 3) Die Anlage erlaubte die Möglichkeit, daß die Reaktorkontrolleure automatisch eingeleitete Sicherheitsfunktionen willkürlich aufheben konnten.
- 4) Das Betriebspersonal war auf Grund mangelnder Ausbildung unfähig, ein Atomkraftwerk zu bedienen.
- 5) Es fehlten Meßeinrichtungen, mit denen der Zustand des Reaktors hätte erkannt werden können bzw. es fehlten Einrichtungen, die ver-

- hindert hätten, daß falsche Schlüsse aus den angezeigten Daten gezogen werden können.
- 6) Der Unfall des Kernschmelzens ist kein utopischer Unfall, den sich nur Atomkraftgegner ausdenken, um die Atomkraftwerksbetreiber zu ärgern, sondern er liegt näher als man denkt.
- 7) Atomkraftwerke sind gar nicht so doll.

Bestrahlungsempfindlichkeit von Reaktordruckbehältern

Der Reaktordruckbehälter (RDB) ist das Herz eines Kernkraftwerks. Er beinhaltet die Brennstäbe mit den dazugehörigen Steuerungsvorrichtungen, und in ihm finden in den 156 t Uran der Brennstäbe die Kernreaktionen statt, die das Speisewasser auf ca. 300°C und auf einen Druck von 70 bar (70-facher atmosphärischer Druck) halten und so die Voraussetzung für die Erzeugung elektrischer Energie in der Turbine schaffen. Als Nebenprodukt der Energieerzeugung produziert der Reaktorkern eine ungeheure Menge radioaktiver Strahlung. Der RDB, der eine Größe von ca. 7 m Durch-

messer, 22 m Höhe und eine Wandstärke von 16 cm Spezialstahl hat, ist also neben dem hohen Druck und der hohen Temperatur auch noch dem stetigen Beschuß radioaktiver Teilchen ausgesetzt und er muß vor allem auch während eines Unfalls, d.h. bei extremen Belastungen (erhöhter Druck, Temperatur und Strahlung) immer funktionsfähig bleiben, denn in dem Fall, daß der Reaktordruckbehälter zerstört würde, wäre eine Katastrophe unabwendbar.

Doch zurück zur Bestrahlungsempfindlichkeit. Vor allem eine Sorte radio-

aktiver Teilchen, die Neutronen, macht dem Druckbehälter besonders zu schaffen. Neutronen, die zweite Sorte Kernbausteine neben den Protonen, entstehen bei der Spaltung von Uran und Plutonium und sorgen für die Aufrechterhaltung der nuklearen Kettenreaktion.

Diese Neutronen haben auf den RDB-Stahl jedoch verschiedene Wirkungsweisen. So können sie z.B. Eisenatome aus ihrem festen Platz im Kristallaufbau des Stahls herausschießen. Es bleibt ein Loch oder die Kristallstruktur verbiegt sich so, daß sie das Loch teilweise



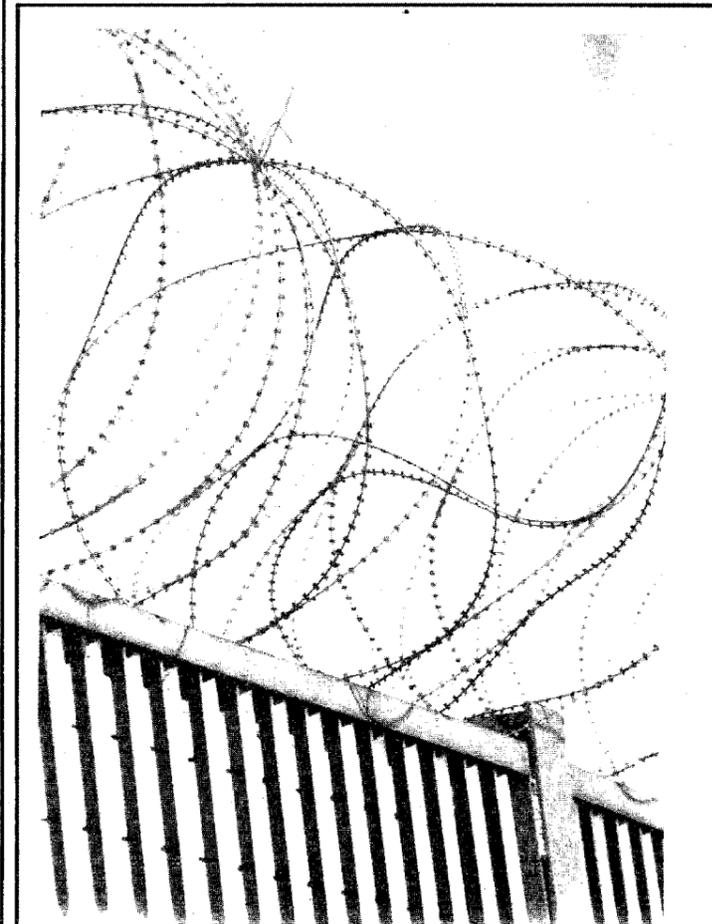
"IM NOTFALL: Hasenpfote entnehmen und kräftig reiben"

ausgleicht. Neutronen können sich jedoch auch in Atomkerne einlagern und z.T. radioaktive Elemente dadurch produzieren. Weiterhin können Neutronen auch Atomkerne spalten. So können z.B. aus Eisenatomen dann Chromatome und Heliumatome gebildet werden. Das Heliumgas kann sich dann in kleinen Hohlräumen des Stahls sammeln und die Stabilität verringern.

Alle diese Effekte führen dazu, daß sich die Materialeigenschaften des RDB-Stahls ändern. Das Herausschießen von Kristallatomen, d.h. die Erzeugung von "Gitterdefekten" führt dazu, daß die Härte und damit die Sprödigkeit des Stahls zunimmt. Härteres Material bricht jedoch leichter als weiches. Während man noch eine dünne Eisenplatte ohne Schwierigkeiten verbiegen kann, dürfte der gleiche Versuch mit einer Glasplatte erfolglos bleiben. Man spricht deshalb von sprödem oder zähem Verhalten. Während Stahl im Allgemeinen unter 0°C spröde ist und über 0°C zäh reagiert (d.h. die "Spröbruchübergangstemperatur" liegt um 0°C), verschiebt sich diese Übergangstemperatur um bis zu einigen hundert Grad nach oben, wenn das Material mit Neutronen bestrahlt wird. Das bedeutet, daß der Übergang zum leicht brechendem spröden Bereich eines RDB sich mehr und mehr der Betriebstemperatur nähert, je mehr Neutronen den Behälter treffen.

Nun sind die Bestrahlungseffekte jedoch keineswegs restlos geklärt. Vor

allem die Vielfalt der für das Materialverhalten zuständigen Faktoren erschweren die Untersuchungen und Kenntnisse. Außerdem ist die Messung der am RDB ankommenden und dort reagierenden Neutronen ebenfalls nur sehr ungenau durchführbar. Das örtliche und zeitliche sehr variable Neutronenflußverhalten (der Neutronenfluß ist die Anzahl der Neutronen, die pro Sekunde durch ein Quadrat-zentimeter des RDB fließen), das sehr ungenaue Meßverfahren sowie die Unkenntnis über die tatsächliche Wirkung im Material, sind dafür verantwortlich. Die Kernindustrie macht es sich sehr einfach, indem sie willkür-



Auch in Krümmel muß der Bauzaun weg !

lich nur Neutronen oberhalb einer gewissen Geschwindigkeit betrachtet, den Rest ignoriert ("weil man das schon immer so gemacht hat") und die übrigen Bestrahlungseinflüsse nur mit einer Näherung grob abschätzt.

Welche Auswirkungen können Bestrahlungseffekte am RDB erzeugen? Nehmen wir folgendes Szenarium an:

Der Reaktor des Kernkraftwerks Krümmel sei im Betrieb und Neutronen durchschießen ständig die Wand des Druckbehälters. Auch die Sprödbrechübergangstemperatur hat sich der Betriebstemperatur schon erheblich genähert. Äußerlich scheint der Behälter in einem einwandfreien Zustand zu sein. An einer Stelle mit einem relativ hohem Neutronenfluß hat sich jedoch im Stahl ein mikroskopisch kleiner Riß gebildet. Von außen und innen ist dieser Riß nicht zu erkennen, denn die RDB-Wand ist immerhin 16 cm stark. Auch eine kürzlich durchgeführte Ultraschallprüfung ließ diesen Riß unentdeckt bleiben. In der letzten Zeit jedoch hat sich der Riß auf fast zwei Zentimeter, wegen großer Spannungen in diesem Gebiet des RDB, ausgeweitet. Plötzlich jedoch steigt, bedingt durch eine Störung im Turbinenteil, der Druck für kurze Zeit über den normalen Wert und der Riß weitet sich schlagartig im Behälter aus, denn auf Grund der verminderten Zähigkeit wird der Riß nicht schnell genug gestoppt. Das Reaktorwasser drückt mit über 70 bar durch den Spalt und weitet ihn stärker

aus. Tonnenweise entweicht das Speisewasser, welches eigentlich die Brennelemente hätte kühlen sollen. Die sofort vorgenommene automatische Schnellabschaltung durch Einschließen der Steuerstäbe kann nicht mehr verhindern, daß die Brennstäbe austrocknen und sich über ihren Schmelzpunkt aufheizen, abschmelzen, und sich Stück für Stück am Boden des RDB sammeln, um dort einen Brei aus Uran, Brennelementmaterial und Steuerstabresten zu bilden. Die nun nicht mehr in den Brennstäben gefangenen radioaktiven Gase entweichen zusammen mit Wasserstoff, das sich durch Reaktion von heißen Brennelementhüllen und Wasser gebildet hat, durch das Loch im Druckbehälter. Das durch die Notkühlungs- und Kernflutanlage hereinströmende Wasser hat keinen Einfluß mehr auf die glühende Masse am Boden des RDB, denn an der Berührungsschicht verdampft das Wasser an dem inzwischen mehrere tausend Grad heißem "Corium" (Bezeichnung der Kernschmelze; core = Kern) schlagartig. Nach kurzer Zeit ist auch der Druckgefäßboden durchgeschmolzen und stellenweise beginnt bereits der darunter befindliche Beton zu schmelzen. Die aus dem Druckgefäß entströmten Gase haben im Sicherheitsbehälter eine größere Wasserstoffansammlung gebildet, denn die installierten Rekombinatoren sind für solche Mengen nicht ausgelegt. Durch ein Zusammenschlagen von Metallteilen, z.B. eines Ventils, welches den extremen Bedingungen jetzt, auf Grund nachlassender Festigkeit während des



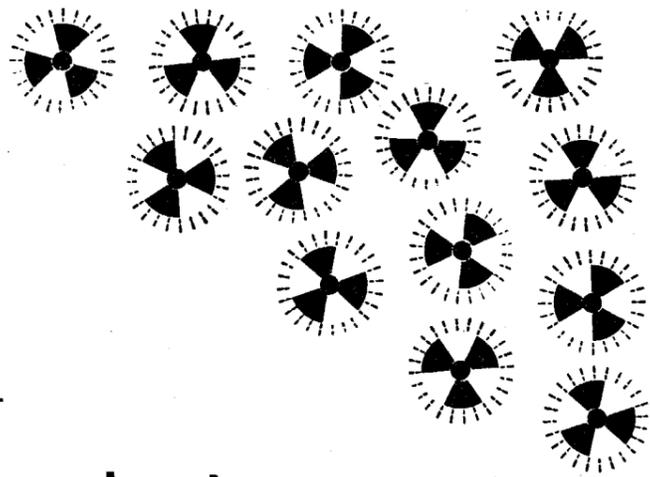
Demonstration am Ostersonnabend 1980

mehrjährigen Einsatzes (Ermüdungsfestigkeit), nicht mehr gewachsen ist, oder durch einen elektrischen Funken zündet plötzlich der Wasserstoff und reißt ein riesiges Loch in die Wand des Sicherheitsbehälters. Die hochgradig radioaktiven Gase entweichen nun fast ungehindert in die Atmosphäre. Diese durch den Wind fortgetriebenen Wolken vernichten über hunderte von Kilometern jedes Leben, das in ihre Einflußbereiche gerät. Innerhalb von einer halben Stunde müßte die gesamte Bevölkerung dieses Einflußgebietes einschl. Hamburg und Lübeck evakuiert sein; innerhalb von mehreren Stunden ganz Norddeutschland, das Ruhrgebiet, Berlin, Kopenhagen und unter Umständen selbst München. Nach mehreren Tagen verstärken die radioaktiven Wolken, die unter dem Atomkraftwerk hervorquellen,

die Katastrophen, denn das Corium hat sich bis ins Grundwasser durchgeschmolzen. Da sich auf Monate niemand diesem Gebiet, geschweige denn dem Kernkraftwerk selbst, nähern kann, bleibt das weitere Schicksal des Reaktors unbestimmt, zumal sich über dem Reaktor weitere 150 t Uran in verbrauchten Brennelementen befinden, das im Abklingbecken auf den Abtransport ins Endlager wartete.

Diese Gruselstory soll folgendes zeigen:

- 1) Die Konzeption des Reaktordruckbehälters ist auf Grund der physikalischen technischen Bedingungen sowie der Unkenntnis der Phänomene wesentlich unterdimensioniert und seine angegebene Lebenszeit von 40 Jahren um ein Vielfaches zu hoch.



KRÜMMEL- der programmierte Atomunfall

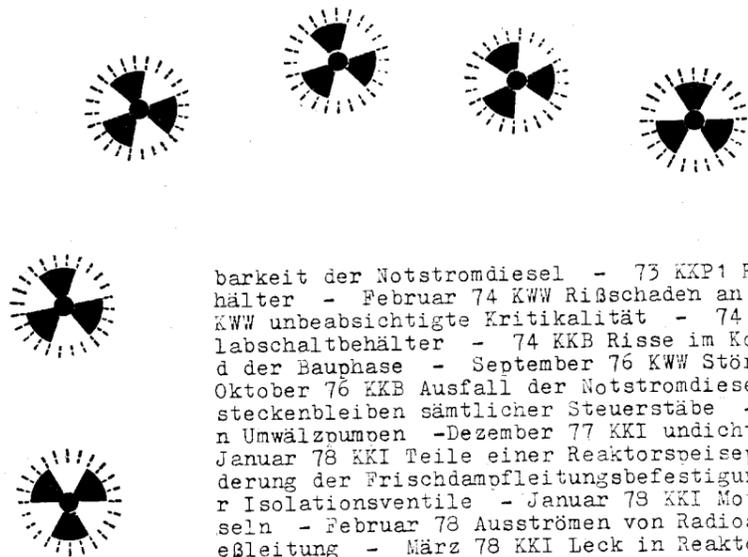
S
T
Ö
R
F
Ä
L
L
E

I
N

S
W
R
'
S

April 72 KWW Beschädigung der Kondensationskammer
August 72 KWW Versagen der Notstromversorgung -
August 72 KWW Ausfall eines Notstromdiesels - No-
vember Dezember 72 KWW Dampf-trocknerstörung - Fe-
bruar 73 KWW Kühlmittelleckage - July 73 KWW Rohr-
leitungsschaden - Sept-
ember 73 KWW Nichtverfüg-

barkeit der Notstromdiesel - 73 KKP1 Ribildungen im Reaktordruckbe-
hälter - Februar 74 KWW Ribschaden an der Turbinenwelle - März 74
KWW unbeabsichtigte Kritikalität - 74 KWW KKB KKP1 Mängel am Schnell-
labschaltbehälter - 74 KKB Risse im Kondensationskammerbad während
der Bauphase - September 76 KWW Störung im Reaktorschutzsystem -
Oktober 76 KKB Ausfall der Notstromdiesel im Prüffall - Mai 77 KKI
steckenbleiben sämtlicher Steuerstäbe - August 77 KKB Schaden an den
Unwälpumpen - Dezember 77 KKI undichte Stellen an der Turbine -
Januar 78 KKI Teile einer Reaktorspeisepumpe im Reaktorkreislauf, An-
derung der Frischdampfleitungsbefestigung - Januar 78 KKI Reparatur der
Isolationsventile - Januar 78 KKI Motor einer Kühlmittelpumpe auswech-
seln - Februar 78 Ausströmen von Radioaktivem Dampf nach Reißen einer
Leitung - März 78 KKI Leck in Reaktordampfleitung - Mai 78 KKI Mot-
oren aller Kühlmittelpumpen erneuert, Schäden an Zwischenüberhitzern be-
hoben, Reparatur des Notkühlsystems, 10% aller Schweißnähte erneuert -
Juni 78 KKB Austritt radioaktiven Dampfes aus dem Maschinenhaus - Okto-
ber 78 KKI unzulässig hohe Schwingungen an Kühlmittelpumpen, nicht funk-
tionierende Isolationsventile, halbzerfressene Zwischenüberhitzer - ...



- 2) Die Meßmethoden und Untersuchungs-
maßnahmen sind unbrauchbar, um einen
sicheren Betrieb des Atom-
kraftwerks Krümmel zu garantieren.
- 3) Ohne die notwendigen Erkenntnisse
von Materialverhaltensweisen darf
nicht weitergebaut werden.
- 4) Unkenntnisse der Materialeigen-
schaften gelten nicht nur für die
Bestrahlungsempfindlichkeit des
RDB, sondern auch für andere Ei-
genschaften anderer Bauteile, wie
z.B. die Ermüdungsfestigkeit von
Materialien, die man für sicher-
heitstechnisch wichtige Anlagen-
teile (Klappen, Ventile, Rohre etc.)
verwendet.

- 5) Das Problem der Wasserstoffbildung,
der Wasserstoffanalyse und der
Wasserstoffrückbildung (Rekombi-
nation) ist unzureichend behandelt
und unsicher.
- 6) Probleme des Kernschmelzens und
des RDB-Bruchs sind unverantwort-
lich vernachlässigt, weil "nicht
sein kann, was nicht sein darf".
- 7) Maßnahmen zum Abwenden von zumin-
dest einigen Schäden beim Kern-
schmelzen (z.B. mit dem sog. Core-
Catcher, der unter dem RDB die
Corium-Schmelze auffangen soll)
sind nicht vorhanden.

FLUGZEUGABSTURZ

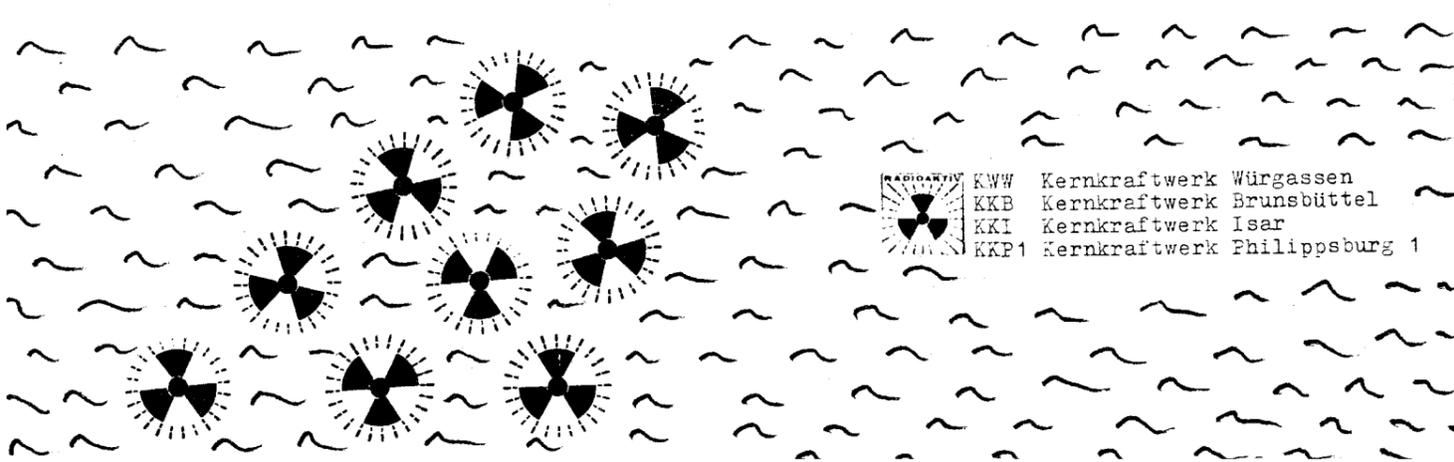
Flugzeuge haben die Eigenschaft, wie
Atomkraftwerke, gelegentlich kaputt
zu gehen. Wenn dies in der Luft ge-
schieht, fallen die Flugzeuge meistens
herunter und am Boden gibt's ein Loch.
Wenn gerade an dieser Stelle ein Atom-
kraftwerk steht, bekommt das Atomkraft-
werk ein Loch, und es ist auch kaputt.

Diesem einfachen Sachverhalt wird nun
jedoch von der Atom-Lobby entgegenge-
halten, daß der Absturz eines Flug-
zeugs auf ein Atomkraftwerk nicht
sehr häufig vorkommen würde und außer-

dem die Kraftwerke eine genügende
Festigkeit gegenüber Abstürzen be-
säßen. Außerdem müsse man mit einem
"geringen Restrisiko" leben.

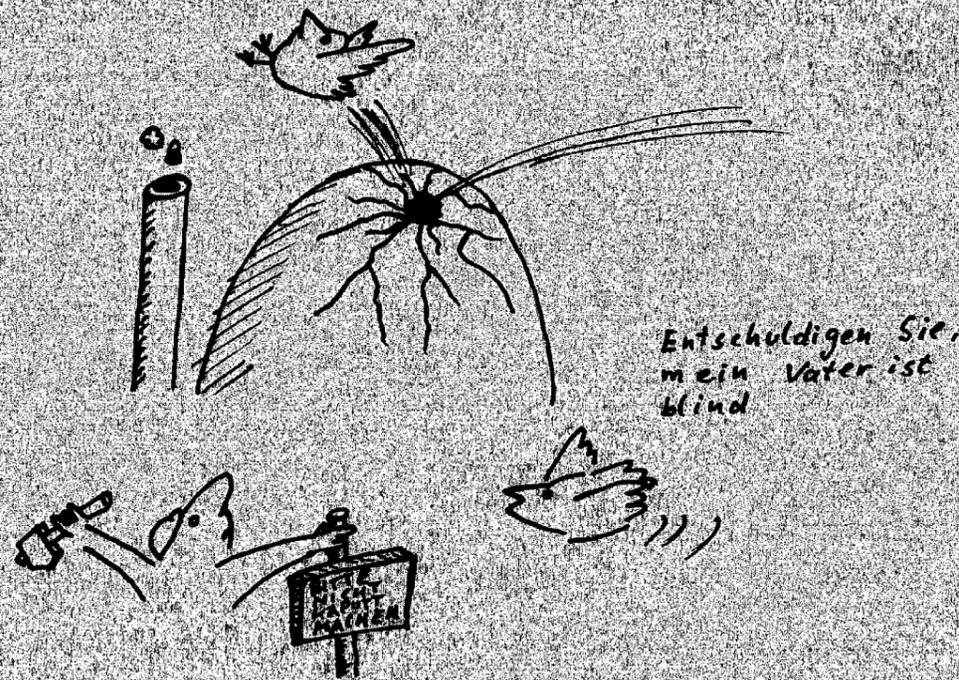
Unabhängig davon, daß sich diese Leute
anmaßen, darüber selbständig zu ent-
scheiden, welchem Risiko wir uns aus-
zusetzen haben, ist das Argument auch
nicht stichhaltig. Das Kernkraftwerk
Krümmel liegt nämlich unter dem Luft-
korridor von Hamburg nach Berlin und
täglich überfliegen so etwa 40 zivile
Flugzeuge Krümmel. Weiterhin sind

	KWW	Kernkraftwerk Würzgassen
	KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
	KKI	Kernkraftwerk Isar
	KKP1	Kernkraftwerk Philippsburg 1



Atomkraftwerke besonders auch durch Militärmaschinen gefährdet, denn deren Piloten orientieren sich an markanten Gegebenheiten der Landschaft. Da Atomkraftwerke durch Form und Größe für diese Zwecke ideal sind, werden sie häufig als Streckenziele gewählt. Atomkraftwerke werden deshalb relativ häufig von Militärmaschinen überflogen.

vom Gewicht des Flugzeuges und dessen Geschwindigkeit gleichzeitig abhängig. Die Auslegung des Reaktorgebäudes von Krümmel entspricht dem Absturz einer 20 t schweren Militärmaschine, die etwa 800 km/h schnell ist. Ist das Flugzeug langsamer, bleibt das Kraftwerk wahrscheinlich heil, ist es schneller, geht das Kraftwerk kaputt. Militärflugzeuge sind jedoch dazu ge-



Wie steht es nun mit der Festigkeit des Kraftwerks, bzw. dessen Reaktorgebäudes gegenüber Flugzeugabstürzen? Ohne Zweifel können die Betonwände einen großen Stoß ohne Gefahr aufnehmen, etwa wenn ein Ziegenbock dagegen läuft, bei einem Flugzeugabsturz können sie jedoch versagen, denn die Belastung des Gebäudes ist

baut, auch schneller zu fliegen, sie sind meist in der Lage, Überschallgeschwindigkeiten, d.h. mehr als 1.200 km/h, zu fliegen. Wenn eine zivile Verkehrsmaschine abstürzt, die ja wesentlich größere Gewichte besitzen, dann muß deren Geschwindigkeit entsprechend geringer sein, damit das Kraftwerk heil bleibt. Die

Aufprallgeschwindigkeit eines 150 t schweren Verkehrsflugzeuges, z.B. DC-8, darf nur noch 104 km/h betragen und gar ein Jumbo mit 350 t Gewicht darf nur noch wie eine lahme Ente mit 40 km/h auf dem Gebäude niedergehen, ohne daß etwas passiert. Man muß also damit rechnen, daß das Atomkraftwerk Krümmel, das stark gefährdet ist, beim Absturz jedes Verkehrsflugzeuges und jeder schnell fliegenden Militärmaschine zerstört wird. Die Folge ist die ungehinderte Freisetzung riesiger Mengen radioaktiver Stoffe an die Umgebung. Der Katastrophe des Flugzeugabsturzes folgt dann die weit größere Katastrophe eines Atomkraftwerkunfalls mit dem unausweichlichen Tod tausender Menschen.

Ist das Reaktorgebäude nur, wie bereits beschrieben, unzureichend gegen Flugzeugabsturz gesichert, so wurden andere Gebäude oder Gebäudeteile gar nicht gegen Flugzeugabsturz gesichert. Vielmehr vertrauen die Atomkraftwerksbauer darauf, daß bei einem Flugzeugabsturz das Reaktorgebäude stehen bleibt und es selbst dann, wenn andere Gebäude einstürzen, möglich sein wird, den Störfall zu beherrschen und zwar sicher und ohne die Bevölkerung zu gefährden.

Schon der Einsturz des riesigen Maschinenhauses zeigt, daß diese Hoffnung trügt. Im Maschinenhaus befinden sich viele Rohrleitungen und Aggregate, die mit zunehmendem Betrieb immer radioaktiver werden. Ferner sind in den Rohrleitungen viele Tonnen aktiviertes Kühlmittel im Um-

lauf. Allein der Speisewasserbehälter, der ständig mit Kühlwasser durchströmt wird, faßt 600 t. Dieses radioaktive Potential wird beim Einsturz des Maschinenhauses mit einem Schlag frei. Hinzu kommt, daß bis zum Absperren der Frischdampfleitungen noch tonnenweise hochaktiver Frischdampf ins Freie strömt. Dies alles führt zu einer ganz erheblichen Belastung der Umgebung und ist für die Bevölkerung unzumutbar.

Zur Katastrophe kommt es aber unweigerlich, wenn ein Flugzeug das Einlaufbauwerk zerstört. Dann sind nämlich sämtliche Kühlleitungen, also auch die Notkühlstränge, außer Betrieb. Es würde deshalb zum Kernschmelzfall kommen.

Denkbar ist auch, daß durch einen Flugzeugabsturz die um das Reaktorgebäude herum aufgestellten Notstromdiesel zerstört oder außer Funktion gesetzt werden. Der Reaktor wird dann beim Ausfall der normalen Stromversorgung nach kurzer Zeit überhaupt nicht mehr mit Strom versorgt. Eine Reaktorkatastrophe wäre auch in diesem Fall unumgänglich.

PS: Der Ziegenbock darf aber auch nicht schneller als 156.000 km/h sein, denn selbst eine Meise mit Lichtgeschwindigkeit durchschlägt das Reaktorgebäude mit Leichtigkeit.



INHALT

Einleitung	1
Der Dampf - Wasser - Kreislauf	2
Fehlender Sicherheitsschluß des Maschinenhauses	4
Notkühlssysteme des Siedewasserreaktors	5
Maßnahmen beim Kühlmittelverlustunfall	6
Der Würgassenstörfall und seine Folgen	9
Harrisburg	12
Bestrahlungsempfindlichkeit von Reaktordruckbehältern	14
Flugzeugabsturz	20