

ATARI®

ATARI PROGRAMM

TXG 4123
Cassette

SCRAM

© 1983 Jegliche Rechte vorbehalten
ATARI ELEKTRONIK - Vertriebsges. mbH



ATARI PROGRAMM

TXG 4123
Cassette

SCRAM

© 1983 Jegliche Rechte vorbehalten
ATARI ELEKTRONIK - Vertriebsges. mbH

ATARINSIDE

WAS BEDEUTET "SCRAM"?

Universität von Chicago, 2.12.1942, 15:36 Uhr
In Stagg Field versammelt sich eine Gruppe von Wissenschaftlern, um ein aufsehenerregendes Experiment durchzuführen. Sie stehen vor der Inbetriebnahme des ersten Kernreaktors der Welt. Wie das Experiment verlaufen wird, kann keiner von ihnen sagen.

Da sind zwei grundlegende Probleme:

- a) wie wird ein Reaktor gestartet und
- b) wie wird er wieder abgestellt.

Letzteres scheint beinahe von größerer Bedeutung zu sein, da niemand zu diesem Zeitpunkt sagen kann, was für Kräfte entfesselt werden würden, sollte ein momentanes Abschalten nicht gelingen. Drei von einander unabhängige Sicherheitssysteme stehen bereit:

- a) ein automatisches elektrisches System
- b) ein chemisches System, das von drei Wissenschaftlern geleitet wird, und
- c) ein Regelstab namens "ZIP", welcher mittels schwerer Gewichte in den Reaktor eingefahren werden kann.

Zur Einleitung der Kernreaktion muß "ZIP" herausgefahren und an Ort und Stelle mit einem Seil verzurrt werden. Ein Wissenschaftler, mit einer Axt bewaffnet, nimmt in der Nähe des Seiles Aufstellung, um es im Fall drohender Gefahr sofort kappen zu können.

Projektleiter Enrico Fermi brauchte nur ein bestimmtes Wort zu sagen: "SCRAM", was soviel heißt wie: "Kappen sie sofort das Seil". Doch das Experiment verläuft planmäßig, Fermi muß nicht "SCRAM" anordnen.

Three Mile Island, 28.3.1979, 4 Uhr früh

Im Kernkraftwerk Three Mile Island Block 2 versagt ein Ventil im Kondensator System. Innerhalb von Sekunden fallen Kühlwasserpumpen und Turbinen aus. Die Dampfgeneratoren laufen trocken. Der Öffentlichkeit wird mitgeteilt: "Turbinen stehen still, der Reaktor ist durch SCRAM abgeschaltet". Diesmal verlief es nicht planmäßig.

KAPITEL 1

ALLGEMEINE HINWEISE ZU DEM SCRAM-PROGRAMM

SCRAM ist mehr als ein Spiel, es vermittelt neben Unterhaltung und Spannung gleichzeitig grundlegende Kenntnisse über die Abläufe in einem Kernkraftwerk.

Zu Anfang steht der Bau eines Kernkraftwerkes. Als Vorbild dient Block 2 der Anlage Three Mile Island.

Sodann wird dem Spieler das Trainingsprogramm aufgezeigt. Er erfährt, wie in einem Kernkraftwerk aus Kernenergie elektrischer Strom wird, wie er selbst das Kraftwerk steuern und auch wie er den Reaktorkern schmelzen kann. Das Trainingsprogramm schließt mit einer Prüfung, die im Rahmen eines SCRAM Spieles die Qualifikation des Spielers feststellen soll. Er muß beweisen, daß er das Kraftwerk auch in Notsituationen, wie Erdbeben, in Betrieb halten und neben Fehlersuche und deren Beseitigung so viel Elektrizität wie möglich erzeugen kann. Es wird ein Wettlauf gegen die Uhr. Wird es gelingen, den Reaktor abzuschalten bevor der Kern schmilzt?

Für Anfänger gibt es in KAPITEL 9 nützliche Anregungen, die den Weg zum Erfolg ebnen. Im Anhang findet sich, neben Informationen über die Grenzen einer Simulation auf. Hat man erst einmal die Zusammenhänge und Handlungsabläufe eines Kernkraftwerks erfaßt, wird diese Unfalluntersuchung besonders einleuchtend.

SCRAM fördert die Fähigkeit:

- a. logisch und objektiv zu denken
- b. die Zusammenhänge komplexer Systeme zu erfassen
- c. Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung zu erkennen und
- d. Probleme zu analysieren und wirkungsvoll zu lösen.

SCRAM verbindet Wissensvermittlung mit Entspannung und fördert somit die persönliche Entwicklung.

KAPITEL 2 Programm Laden

*** Für ATARI Privatcomputer mit BASIC.
Beim ATARI 400 und 800 wird das BASIC-Steckmodul eingesetzt.
Bei "XL"-Computern ist BASIC eingebaut.

LADEN DER CASSETTE

- Speicherkapazität mindestens 16K RAM -

1. Schalten Sie Ihren Computer ein.
Auf Ihrem Fernsehgerät erscheint das Wort READY.
2. Legen Sie die Programm-Cassette in den Programm-Recorder ein, spulen Sie zum Bandanfang zurück und dann drücken Sie bitte die PLAY-Taste.
3. Geben Sie über die Computer-Tastatur CLOAD ein und drücken Sie RETURN.
4. Nachdem der Piepton ertönt, drücken Sie die RETURN-Taste. Das Programm wird nun in den Speicherbereich geladen. Nach Beendigung des Ladevorganges erscheint READY auf dem Bildschirm.

5. Geben Sie über die Computer-Tastatur RUN ein und drücken Sie RETURN. Das Programm wird automatisch gestartet.

LADEN DER DISKETTE

- Speicherkapazität mindestens 32K RAM -

1. Schalten Sie Ihren Computer aus.
2. Schalten Sie die Diskettenstation ein.
3. Legen Sie die Programm-Diskette in das Laufwerk ein und schließen Sie den Disketten-Schacht.
4. Schalten Sie Ihrem Computer ein. Das Programm wird nun in den Speicherbereich geladen und wird automatisch gestartet.

Achtung: Auf der Cassetten-Version gibt es zwei verschiedene Versionen für 16K RAM und 24K RAM.

ATARI INSIDE

KAPITEL 3 BAU DES KERNKRAFTWERKS SILICON VALLEY, BLOCK 2

Sobald das SCRAM Programm geladen ist, RUN eingeben und dann RETURN drücken. Normalerweise dauert der Bau eines Kernkraftwerks ungefähr 5 Jahre. Silicon Valley Block 2 wird vor unseren Augen in Sekundenschnelle errichtet.

Als nächstes benötigen wir eine Betriebserlaubnis von der Atombehörde. Das Studium aller Unterlagen, Prüfung der Umwelteinflüsse und Sicherheitsvorkehrungen nimmt noch einmal 5 Jahre in Anspruch. Wir haben jedoch blendende Beziehungen und erhalten die Lizenz in 5 Sekunden. Wenn wir das Turbinengeräusch hören, wissen wir, daß Silicon Valley den Betrieb aufgenommen hat.

KAPITEL 4 SIMULATIONS-BESCHREIBUNG

Das Kernkraftwerk Silicon Valley Block 2 ist ein vereinfachtes Modell des Werkes Three Mile Island. Wie das Original erzeugt unser Kraftwerk Elektrizität, indem Energie in Form von Wärme vom Kernreaktor zu den Turbinen geleitet wird. Diese wiederum treiben Generatoren an.

In KAPITEL 5 wird die Steuerung des Kernkraftwerks Silicon Valley erklärt. Ein spezielles Trainingsprogramm übernimmt die Ausbildung zum Operator.

Sehen wir uns zuerst den Aufbau des Werkes an. Wir verfolgen den Weg der Wärme vom Reaktor zu den stromerzeugenden Generatoren. Dabei lernen wir die Arbeitsweisen der einzelnen Komponenten kennen. Dann unternehmen wir einige kontrollierte Experimente und beobachten ihre Wirkung auf das System. Regelstäbe werden in den Reaktorkern eingefahren, Ventile geöffnet und geschlossen, Pumpen ein- und ausgeschaltet. Es besteht sogar die Möglichkeit, den Kern des Reaktors zu schmelzen, eine Besonderheit des Programms.

KAPITEL 6 zeigt, welche Auswirkungen Temperatur- und Druckveränderungen auf den Wärmefluss haben. Dieser Abschnitt ist "Thermodynamik 1A" betitelt und erklärt die Bedeutung der einzelnen Stationsanzeigen. Auf sie wird in KAPITEL 7 näher eingegangen. Soviel vorab: sie gewährleisten eine permanente Überprüfbarkeit von Temperatur, Druck und Leistung. Schnelles und sicheres Interpretieren der Anzeigewerte ist Voraussetzung für die abschließende Prüfung im SCRAM-Spiel.

Dieses Spiel ermittelt, ob Sie noch in Notsituationen in der Lage sind, Strom zu erzeugen, ohne daß der Reaktorkern schmilzt. Ein gutes Prüfungsergebnis qualifiziert zum "Reaktor Operator", ein hervorragendes zum "Senior Reaktor Operator". KAPITEL 8 enthält Spielanleitungen. Steigen wir jetzt in das Trainingsprogramm ein, damit Sie die Arbeitsweise eines Kernkraftwerks kennenlernen.

KAPITEL 5 Trainingsprogramm für den Operator

Rundgang durch das Kernkraftwerk

Silicon Valley hat einen Druckwasserreaktor (DWR). Drei Wasserkreisläufe leiten die Wärme vom Reaktor zu den Turbinen und von dort zum Kühlturm. Neben Wärmeabgabe in die Atmosphäre wird von hier abgekühltes Wasser in den 3. Kreislauf zurückgeführt. Bevor auf die einzelnen Komponenten näher eingegangen wird, sei ein kurzer allgemeiner Überblick vorausgeschickt.

Überblick:

Wärme, die bei diesem System Elektrizität erzeugt, entsteht durch Kern(spaltungs)kettenreaktionen im Reaktorkern. Unter Kernspaltung versteht man die Zertrennung von Atomkernen spaltbaren Materials, wie z. B. Uran 235. Die Spaltung wird durch Neutronenbeschuss herbeigeführt. Bei diesem Prozeß werden neue Neutronen frei, die ihrerseits auf andere Kerne treffen und sie spalten. Auf diese Weise entsteht eine Kettenreaktion, wobei alle Energien, die in den Kernen gespeichert sind, unter Erzeugung beträchtlicher Wärmemengen zu Tage treten.

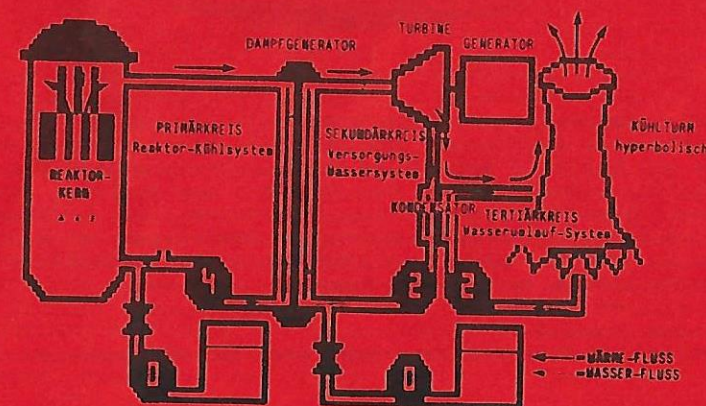


Abbildung 1 DWR-Wärmeweg

Wärme, erzeugt durch Kernspaltung, fließt vom Reaktor-kern in das Kühlwasser, das sich im Druckbehälter befindet. Durch Zirkulation im Primärkreis wird sie zum Dampfgenerator transportiert. Dabei handelt es sich um einen Wärmetauscher, der die Wärme an den Sekundärkreis abgibt und Wasser in Dampf verwandelt. Dampf treibt die Turbinen an, diese wiederum die stromerzeugenden Generatoren.

Turbine und Generator bilden eine Einheit, die auch Turbogenerator genannt wird. Der verbrauchte Dampf wird vom Turbogenerator zu einem Verdichter oder Kondensator (auch ein Wärmetauscher) geleitet, der ihm Wärme entzieht und ihn in das Wasser des Tertiärkreislaufts führt. Dieser Tertiärkreis, auch Wasserumlaufsystem genannt, schließlich transportiert die Wärme zum Kühlturm, wo sie an die Luft abgegeben wird.

Fangen wir noch einmal von vorn an und sehen uns das System genauer an (Abb. 1 und 2):

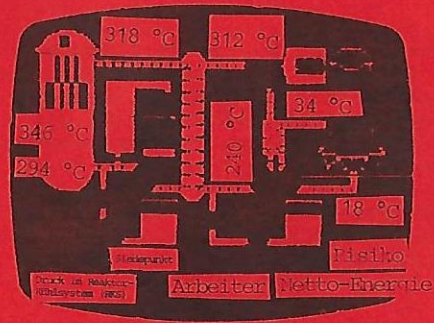


Abbildung 2

Kernkraftwerk

Silicon Valley,

Block 2

Der Primärkreis oder auch Reaktorkühlsystem (RKS) beginnt an den vier RKS-Pumpen (dargestellt als orangefarbenes Achteck mit der Zahl 4), welche Kühlwasser in den Reaktordruckbehälter pumpen. Dieses Wasser kühlt den Reaktor, indem es Wärme absorbiert und aus dem Behälter heraus zum Dampfgenerator leitet, der sie wiederum an das Wasser des Sekundärkreises abgibt. Der Kreis schließt sich, abgekühltes Wasser fließt zurück zu den RKS Pumpen.

Sehen wir uns auf der folgenden Grafik die wichtigsten Komponenten dieses Kreises an:

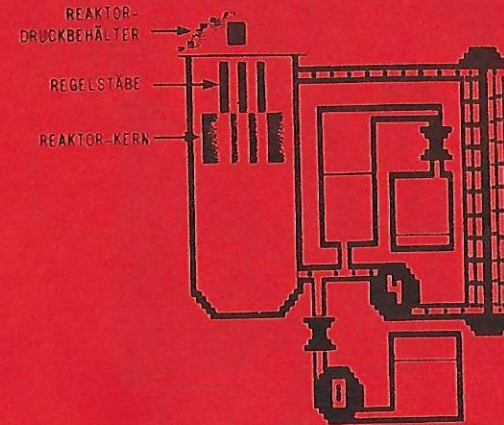


Abb. 3 -Der Reaktor-

Der Reaktor

Abb. 3 zeigt, daß der Reaktor aus Kern, Regelstäben und Druckbehälter besteht. Den Kern bilden eine Anzahl von Brennstoffstäben, auch Brennelemente genannt, in denen der pelletförmige Brennstoff (Uran) enthalten ist. Zwischenräume zwischen den Stäben erlauben die Zirkulation des Kühlwassers, sowie das Einfahren der Regelstäbe. Solch ein Kern kann ein bemerkenswertes Maß an Energie erzeugen. Die durchschnittliche Leistung liegt bei 3 Milliarden Watt, gleichbedeutend etwa 4 Millionen PS. Noch erstaunlicher ist die Konzentration dieser Energie. Der Reaktorkern ist nicht viel größer als ein Kleinbus, dennoch kann er ein Jahr lang Kernreaktionen auslösen und damit Strom erzeugen, ohne neu mit Brennelementen versorgt werden zu müssen.

Regelstäbe sind aus einem Material hergestellt, das Neutronen absorbiert. Neutronen lösen Kettenreaktionen aus. Werden die Regelstäbe gänzlich in den Kern eingefahren, kommt es zur Absorption sämtlicher Neutronen, was alle Reaktionen stoppt. Der Reaktor ist "scrammed" - er erzeugt keine Energie mehr. Teilweises Einfahren der Stäbe ermöglicht einen begrenzten Neutronenfluß, Kettenreaktionen erzeugen gewisse Mengen von Energie. Sobald die Regelstäbe völlig aus dem Kern herausgefahren sind, kommt es zu ungehinderter Bewegung der schnellen Neutronen. Der Reaktor erzeugt dann die maximale Energie.

Der Reaktordruckbehälter ist ein schwerer Stahlcontainer, der mit Wasser gefüllt ist. Wasser tritt durch ein Rohr am Fuß des Behälters ein, erwärmt sich am Reaktorkern und tritt durch ein Rohr im oberen Bereich wieder aus. Abb. 4 zeigt, daß das Wasser beim Eintritt in den Druckbehälter eine Temperatur von 294 Grad C hat, sich am Kern auf 346 Grad C erwärmt und mit 318 Grad C austritt. Temperatur von Wasser direkt am Kern und vom Reaktorkern selbst ist gleich.

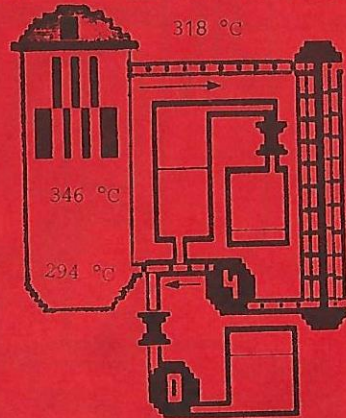
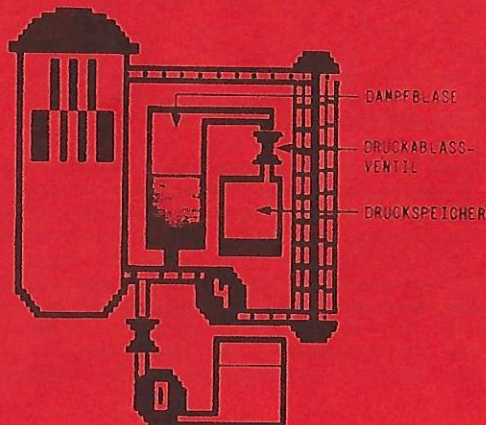


Abb. 4 -Reaktordruckbehälter-

Der Druckhalter kontrolliert den Druck im Primärkreis, indem er plötzlich Druckschwankungen dämpft und konstante Werte zwischen 154 und 161 BAR einhält. Bei Normaldruck ist der Druckhalter zur Hälfte mit Wasser und zur Hälfte mit Dampf angefüllt. Dieser Dampf wirkt gleichsam wie ein Puffer gegen unerwünschte Druckwechsel. In der Simulation ist er gelb dargestellt. Mehr über den Druckhalter erfahren Sie in KAPITEL 6 unter Thermodynamik 1A.



RKS - Druck

154 BAR

Abbildung 5 Druckhalter

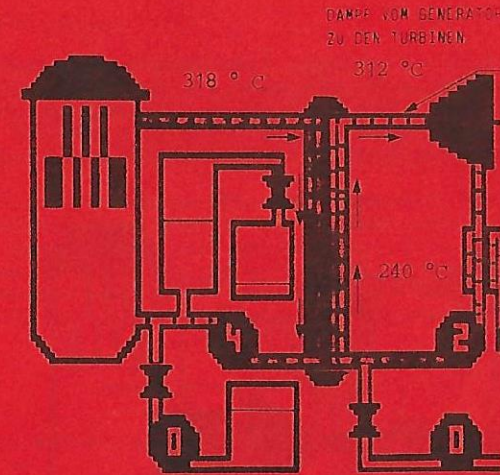


Abb. 6 -Dampfgenerator-

Der Dampfgenerator

Der Primärkreis (RKS) transportiert Wärme vom Reaktor-Druckbehälter zum Dampfgenerator (Abb.6), der relativ einfach konstruiert ist: Ein großes Rohr umschließt eine Vielzahl kleine Rohre. Während das heiße RKS-Wasser in den kleinen Rohren abwärts gepumpt wird, fließt das kühlere Wasser des Sekundärkreises in dem großen Rohr aufwärts. Auf diese Art kommt es zwar nicht zu einer Vermischung des Wassers, wohl aber zu einem Wärmeaustausch über das Verdampfen des Sekundärwassers.

Sekundärkreis

Haupt-Versorgungs-Wasser-System

Am Anfang stehen zwei Pumpen - dargestellt als orangefarbenes Achteck mit der Zahl 2. Diese Pumpen fördern Wasser mit einer Temperatur von 240 Grad C in den Dampfgenerator. Aus diesem kommt 312 Grad C heißer Dampf, der über die Turbine den stromerzeugenden Generator antreibt. Verbrauchter Dampf wird aus der Turbine zum Kondensator geleitet, wo er über Kondensation zu Wasser zurückverwandelt wird. dieses Wasser wird dann den Ausgangspumpen zugeführt.

Sehen wir uns jetzt Turbine, Generator und Kondensator an:

ATARI INSIDE

Turbine und Generator

Eine Turbine ist ein riesiger, vielschichtiger Ventilator. Sie können sich ihn auch wie eine in einer Flasche rotierende Bürste vorstellen. Der Antrieb der Turbine erfolgt zum einen durch Druck vom heranströmenden Dampf, zum anderen durch Sog der durch den Dampftransport zum Kondensator entsteht.

Die Turbine treibt nun den stromerzeugenden Generator an. Auf dem Bildschirm wird dieser durch ein grünes Rechteck dargestellt - die Zahl im Inneren gibt die jeweilige Energieleistung in Megawatt an. Die Netto-Energieleistung - also die gesamte seit Spielbeginn erzeugte Elektrizität - wird unten rechts im Informationsfeld auf dem Bildschirm angezeigt. Die Maßeinheit ist die Megawattstunde (MWh).

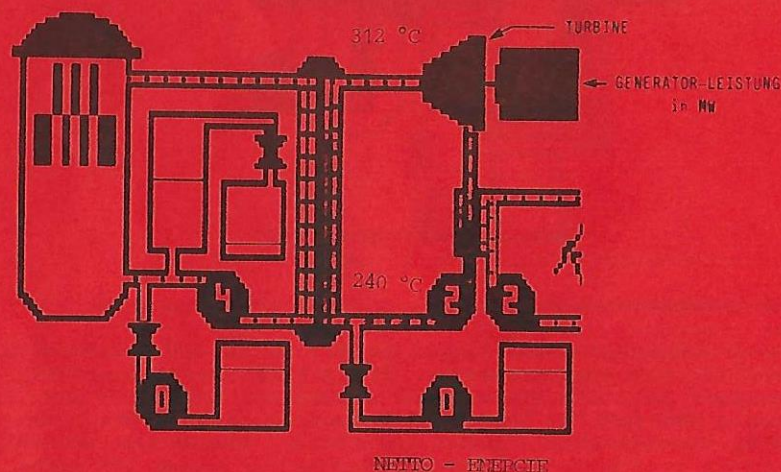


Abb. 7 Turbine und Generator

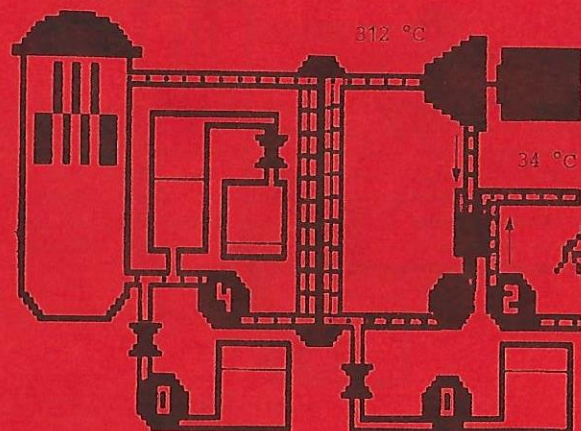


Abbildung 8 Kondensator

Der Kondensator

Der Kondensator (Abb. 8) ist, wie der Dampfgenerator, ein Wärmetauscher. In einem Röhrensystem wird der von den Turbinen kommende heiße Dampf durch Wärmeabgabe an den Tertiärkreis soweit abgekühlt, daß Kondensation eintritt. Das so gewonnene Wasser wird zu den Hauptversorgungswasserpumpen zurückgepumpt.

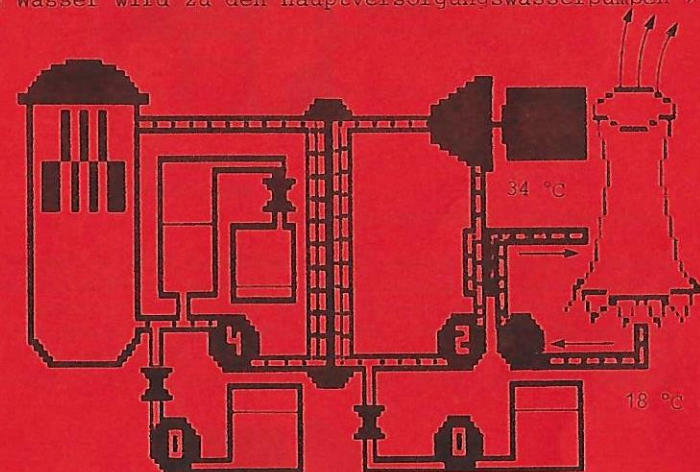


Abbildung 9 KÜHLTURM

Tertiärkreis (Wasserumlaufsystem)

Der Tertiärkreis beginnt an den beiden Wasserpumpen, die als orangefarbenes Achteck mit der Nummer "2" dargestellt sind. Wasser, in den Kondensator gepumpt, entzieht dem Dampf Wärme, die zum Kühlturm transportiert und dort an die Atmosphäre abgegeben wird. Abgekühltes Wasser wird zu den Systempumpen zurückgeleitet.

Hyperbolischer Kühlturm

Im Kühlturm stürzt das vom Kondensator ankommende etwa 34 Grad warme Wasser ca. 7 m in die Tiefe, wobei ein Teil verdunstet und in die Atmosphäre entweicht. Die aufsteigende Luft sorgt für Nachschub am Boden. Der andere Anteil erreicht den Boden des Turms - abgekühlt auf etwa 18 Grad C kann er zu den Umlaufpumpen zurückgeleitet werden.

Das Hochdruck-Einspritzsystem

Dieses System wird aktiviert, sobald es im RKS zu einem Mangel an Kühlwasser kommt. Es besteht aus einem Vorratstank, der mit borhaltigem Wasser gefüllt ist, aus vier Pumpen und einem Ventil. Im Normalfall sind diese Pumpen abgeschaltet, da bei störungsfreiem Betrieb kein solcher Wassermangel auftritt.

Sobald eine oder mehrere Pumpen eingeschaltet sind und das Ventil geöffnet wird, fließt Wasser vom Tank in das RKS.

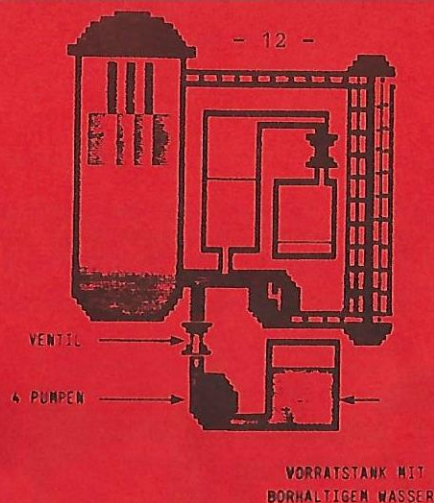


Abb. 10
Hochdruck-
Einspritzsystem

Zusatzwasser-Versorgungssystem

Dieses System erhöht im Bedarfsfall die im Sekundärkreis befindliche Wassermenge, ist mithin vergleichbar mit dem Hochdruck-Einspritzsystem. Es besteht aus einem Tank, drei Pumpen abgeschaltet. Falls erwünscht, können sie eingeschaltet werden, durch das noch zu öffnende Ventil wird dann Wasser aus dem Tank in den Dampfgenerator fließen.

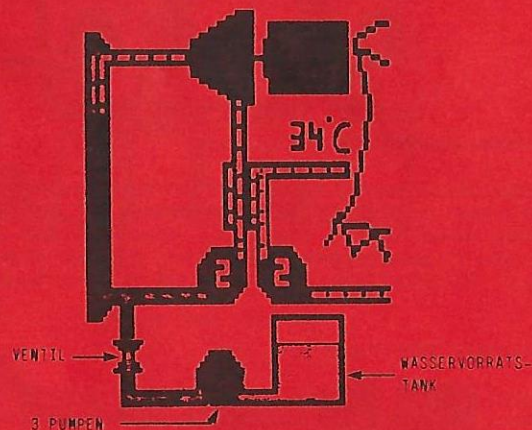


Abb. 11
Zusatzwasser-
Versorgungssystem

Die wesentlichen Komponenten sind nun vorgestellt, ihre Arbeits- und Wirkungsweisen sind erläutert. Jetzt können Sie selbst das Kraftwerk steuern. Stecken Sie dazu den Steuerknüppel in die äußerste linke Buchse des ATARI Computers. Halten Sie den Steuerknüppel so, daß der rote Knopf oben links in Richtung Bildschirm zeigt. Abbildung 12 zeigt die verschiedenen Steuer-Positionen.

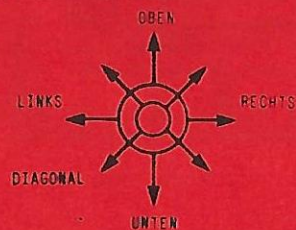


Abb. 12
Steuerknüppel

Betriebslauf

Der Steuerknüppel ist angeschlossen, der Cursor befindet sich in Gestalt eines farbigen blinkenden Quadrats in der Kuppel des Reaktordruckbehälters. Steuern Sie den Cursor probierhalber zu den Komponenten, die Sie bedienen können, also zu den Regelstäben, Pumpen und Ventilen.

Einfahren der Regelstäbe

Der Cursor befindet sich in der Kuppel des Reaktor-druckbehälters. Zum Einfahren der Regelstäbe drücken und halten Sie den roten Knopf, während der Steuerknüppel nach unten gezogen wird. Je länger diese Stellung eingehalten wird, desto tiefer dringen die Stäbe ein. Schließlich kommen sie in der tiefstmöglichen Position zum Stillstand. Je tiefer die Regelstäbe eintauchen, desto schwächer glüht der Reaktorkern. Das zeigt an, daß zunehmend mehr Neutronen absorbiert werden und daß dadurch die Reaktorleistung sinkt. Der Kern gibt in diesem Fall also immer weniger Wärme an das Wasser des RKS ab, was zur Folge hat, daß die Temperatur im gesamten Kraftwerk fällt. Die Turbinen drehen hörbar langsamer, die Generatoren erzeugen weniger Strom.

Um zu verdeutlichen, daß die Energieleistung sinkt, werden alle relevanten Werte unterstrichen. Diese Kenntlichmachung erlischt erst, wenn sich die Leistung auf einer niedrigeren Stufe stabilisiert hat. Im umgekehrten Fall, roten Knopf also gedrückt halten und Steuerknüppel nach oben drücken, werden die Regelstäbe ausgefahren. Wirkung: Zunehmend wird freierer Neutronenfluß möglich, die Temperaturen steigen, Turbinen drehen hörbar schneller, mehr Energie wird erzeugt. Auf dem Bildschirm erscheint über den entsprechenden Werten ein Strich, der wieder verschwindet, sobald eine Stabilisierung auf höherer Stufe erreicht ist.

Ventile öffnen, Pumpen einschalten

Durch orangefarbene Darstellung sind Ventile und Pumpen leicht erkennbar. Dirigieren Sie mit dem Steuerknüppel den Cursor zu irgendeinem Ventil oder einer Pumpe. Ventilöffnung bzw. Einschalten einer Pumpe erreichen Sie durch gleichzeitiges Drücken des roten Knopfes und Steuern nach oben. Schließung und Abschaltung sind entsprechend: Knopf drücken, Steuerknüppel nach unten.

Schmelzen des Reaktorkerns

Versuchshalber können Sie einmal den Reaktorkern zum Schmelzen bringen:

- Schalten Sie alle vier RKS Pumpen ab
 - Fahren Sie die Regelstäbe völlig heraus
- Was geschieht? Durch Abschalten der Pumpen gelangt kein Kühlwasser mehr in den Druckbehälter. Die Kerntemperatur steigt rasch an. Direkt am Kern wird Wasser verdampft, was gleichsam wie eine Isolierschicht wirkt und die Temperatur weiter in die Höhe schnellen läßt. Als Ausdruck dieses gefährlichen Prozesses und zur Warnung des Spielers erscheint in dieser kritischen Phase "REAKTOR-TEMP." im Anzeigefeld des Bildschirms. Gleichzeitig ertönt ein Alarmsignal.

Der Kern beginnt zu schmelzen, wenn die Temperatur über 2760 Grad C steigt. 130 Tonnen hochradioaktiven Brennstoffs ergießen sich in den Druckbehälter.

Sie erleben ein ziemlich farbenfrohes Spektakel!

Ein neues Kernkraftwerk

Sie haben jetzt genug angerichtet! Drücken Sie die START Taste des ATARI Computers.

Ein neues Werk wird erbaut, die Turbinen drehen sich wieder. Machen Sie sich jetzt mit der neuen Station vertraut. Bewegen Sie den Cursor, öffnen und schließen Sie Ventile, schalten Sie Pumpen an und aus. Beobachten Sie, was jeweils geschieht. Ein Ratschlag: Lassen Sie die Pumpen nie zu lange ausgeschaltet! Und noch einer: Wenn die Temperatur im RKS zu hoch ansteigt, fahren Sie die Regelstäbe teilweise in den Kern ein!

Vorerst können Sie die Ziffer über der Anzeige RISIKO außer Acht lassen. Sie ist Teil des SCRAM Spiels und wird in KAPITEL 8 abgehandelt.

KAPITEL 6

THERMODYNAMIK 1A

Folgende Themen werden in diesem Trainingsabschnitt behandelt:

- * Grundkenntnisse über den Wärmetransport in einem Kernkraftwerk
- * Was passiert bei Temperaturschwankungen?
- * Grundkenntnisse über Druckverhältnisse im Kernkraftwerk
- * Was passiert bei Druckschwankungen?
- * Wie der Druckhalter für konstanten Druck sorgt

Im Anschluß an dieses Kapitel sollten Sie KAPITEL 8 studieren. Es widmet sich den Stationsanzeigen. Beide Kapitel bereiten Sie auf Ihre Qualifikationsprüfung, das SCRAM Spiel, vor.

GRUNDKENNTNISSE ÜBER DEN WÄRMETRANSPORT IM KERNKRAFTWERK

Vorausgeschickt seien folgende Grundsätze:

- * Wärme ist Energie
- * Wärme durchfließt Stoffe oder Materien
- * Wärme flußt erfolgt vom heißen zum kalten Ort

Bei einem Kernreaktor nach dem Prinzip eines Druckwasserreaktors (DWR) fließt Wärme vom heißen Ort, dem Reaktor, zum kalten Ort, der Luft im Kühlturm.

ATARI SIDE

Die Menge der fließenden Wärme ist abhängig von
 1) Wärmemenge
 2) Temperaturgradient (Temperaturunterschied zwischen warm und kalt)
 3) Wärmeleitvermögen, oder wie leicht Wärme fließen kann

Ein Temperaturgradient besteht zwischen zwei Orten unterschiedlicher Temperatur. Ist die Differenz klein, spricht man von einem niedrigen Gradient, ist sie groß, von einem hohen. Soll Wärme von A nach B fließen, muß A wärmer sein als B. Je wärmer A gegenüber B ist, desto mehr Wärme kann fließen.

Wärmeleitvermögen ist ein Wert, der angibt, wie leicht Wärme fließen kann. Leichter Wärmefluss = hohes Leitvermögen, schwerer Wärmefluss = niedriges Leitvermögen.

- a) Hohes Wärmeleitvermögen im RKS
- b) Niedriges Wärmeleitvermögen im RKS, Temperaturanstieg
- c) Hoher Temperaturgradient zwischen Kern und RKS, Temperaturstabilisierung

Im Kernkraftwerk ist das Wärmeleitvermögen hoch, sobald große Wassermengen um die Wärmequellen zirkulieren.
 Es ist leicht zu erklären:

Je mehr Wasser direkten Kontakt mit der Wärmequelle hat, desto mehr Wärme kann aufgenommen werden.

Daraus folgt, daß das Wärmeleitvermögen am höchsten ist, wenn alle vier RKS Pumpen eingeschaltet sind und für maximalen Wasserfluß zum Reaktorkern sorgen.

WÄRMELEITVERMÖGEN/TEMPERATURGRADIENT

Beide Werte stehen im Verhältnis zueinander. Ist das Wärmeleitvermögen zwischen A und B hoch, d.h. die Wärme also leicht fließen kann, ist kein hoher Temperaturgradient erforderlich. Wird das Wärmeleitvermögen verringert, muß der Temperaturgradient erhöht werden, damit ein guter Wärmefluss beibehalten werden kann.
 Sehen Sie sich dazu Abbildung 13 an.

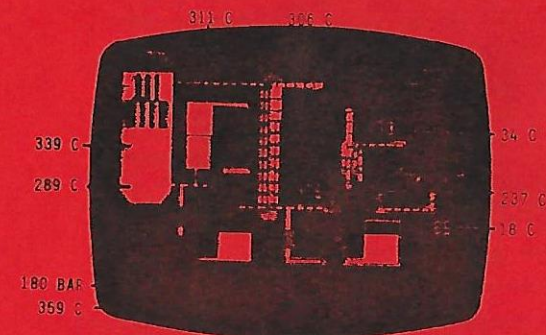


Abbildung 13a: Hohes Wärmeleitvermögen im RKS

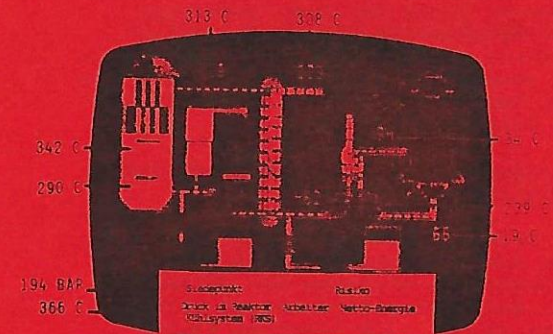


Abbildung 13b: Niedriges Wärmeleitvermögen im RKS, Temperaturanstieg

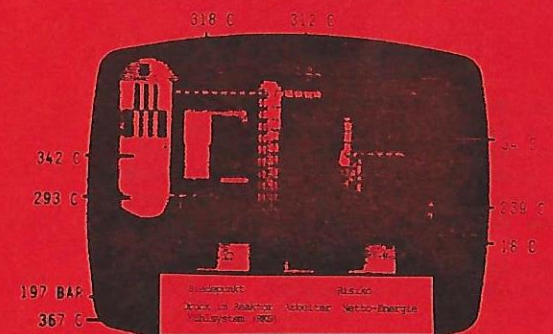


Abbildung 13c: Hoher Temperaturgradient zwischen Kern und RKS, Temperaturstabilisierung

Abb. 13 (a - c) Wärmeleitvermögen/Temperaturgradient

Reaktor / RKS

Das Wärmeleitvermögen im RKS ist hoch, wenn alle vier Pumpen eingeschaltet sind (Abbildung 13a). Ein hoher Temperaturgradient ist nicht erforderlich, um Wärme vom Kern ins Wasser fließen zu lassen. Wird jedoch eine Pumpe abgeschaltet, sinkt die Leitfähigkeit im RKS und es fließt weniger Wärme in das Wasser.

Der Reaktorkern heizt sich auf (Abbildung 13b). Dieser Prozeß hält so lange an, bis der Temperaturgradient zwischen Kern und RKS hoch genug ist, um wieder einen Wärmefluß größeren Ausmaßes in Gang zu bringen. Die Temperatur im RKS stabilisiert sich auf der neuen höheren Stufe (Abbildung 13c).

RKS / Hauptversorgungswassersystem (Sekundärkreis)

Wird eine Pumpe des Sekundärkreises abgeschaltet, fließt weniger Wasser durch den Dampfgenerator. Dadurch sinkt das Wärmeleitvermögen, der Wärmehaustausch zwischen Kreis 1 und 2 verringert sich. Als Folge steigt die Temperatur im RKS soweit, bis ein ausreichend hoher Temperaturgradient erreicht ist, der wieder einen Wärmefluß erzwingt.

Hauptversorgungswassersystem / Wasserumlaufsystem (Sekundär- / Tertiärkreis)

Abschalten einer Tertiärkreispumpe führt zu Herabsetzung der durch den Kondensator fließenden Wassermenge und damit zum Absinken der Wärmeleitfähigkeit. Dampf, der in den Kondensator strömt, kann weniger Wärme an das zirkulierende Wasser abgeben. Folglich steigt die Temperatur im Sekundärkreis so weit an, bis ein Temperaturgradient erreicht ist, der hoch genug für einen weiteren Wärmefluß ist.

Wärmestau

Jede Beeinflussung des Temperaturgradienten an irgendeiner Stelle im System hat Auswirkungen auf den Wärmefluß bis zurück zum Reaktor. Man kann sich das am Bild einer "Eimerkette" verdeutlichen. Sobald nur ein Mitglied dieser Kette langsamer arbeitet, kommt es zu einem Eimerstau und langsameren Transport.

Abbildung 14 zeigt ein Beispiel eines solchen Wärmestaus in unserem Kernkraftwerk:

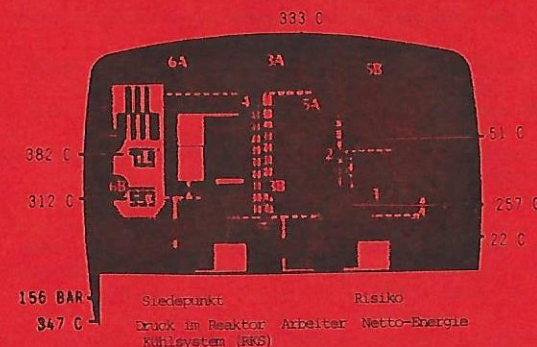


Abb. 14 Wärmestau im Kernkraftwerk

ATARINSIDE

- a) Abschalten einer Tertiärpumpe (1) reduziert die Menge des Wassers, das durch den Kondensator fließt. Das Wärmeleitvermögen verringert sich.
- b) Im Kondensator (2) fließt weniger Wärme vom Dampf in das Wassenumlaufsystem. Es kommt zu einem Wärmestau im Sekundärkreis.
- c) Der Sekundärkreis heizt sich auf (3A / 3B), die Temperaturdifferenz zum Primärkreis wird geringer.
- d) Das RKS kann weniger Wärme an das Wasser des Sekundärkreises abgeben, das durch den Dampfgenerator fließt (4).
- e) Im Sekundärkreis wird weniger Dampf für den Turbinenantrieb erzeugt (5A), sie reduzieren daraufhin ihre Drehzahl, was zu geringerer Elektrizitätserzeugung führt (5B).
- f) Da weniger Wärme an den Sekundärkreis abgegeben wird, kommt es zu einem Wärmestau im RKS (6A / 6B). Der Temperaturgradient zwischen RKS und Reaktorkern verringert sich.
- g) Der Kern führt weniger Wärme an das RKS ab und heizt sich auf (7).

GRUNDKENNTNISSE ÜBER DRUCKVERHÄLTNISSE IM KERNKRAFTWERK

Druck und Siedepunkt

Vielleicht haben Sie sich schon gefragt, warum das Wasser im Dampfgenerator des Sekundärkreises verdampft und warum nicht ebenso im Reaktordruckbehälter. Allgemein bekannt ist, daß Wasser bei 100 Grad C verdampft. Die Temperatur im Druckbehälter ist beträchtlich höher, dennoch tritt kein Verdampfungsprozeß ein. Die Antwort lautet: Druck. Der Siedepunkt des Wassers ist abhängig vom Druck. Je höher der Druck, desto höher der Siedepunkt.

Im Sekundärkreis herrscht ein Wasserdruck von etwa 70 BAR. Der Siedepunkt liegt bei 288 Grad C. Im Dampfgenerator steigt die Temperatur des Wassers darüber hinaus, folglich verdampft es. Dieser Vorgang ist erwünscht, weil Dampf die Turbinen wesentlich besser anzutreiben vermag als Wasser. Wasserdampf im Reaktordruckbehälter ist jedoch unerwünscht. Deshalb wird im RKS ein Druck von 154- 161 BAR eingehalten, der Siedepunkt liegt damit bei etwa 346 Grad C. RKS Druck und Siedepunkt sind im Anzeigefeld des Bildschirms ständig dargestellt (Abbildung 2). Diese Temperatur ist hoch genug, um einerseits optimalen Wärmetransport zu den Turbinen zu gewährleisten, andererseits niedrig genug, um zu verhindern, daß das Wasser um

den Reaktorkern herum verdampft. Bildung von Dampfbläschen an dieser Stelle bedeutet den Anfang einer sehr gefährlichen Situation.

Steam-Voiding (Reaktor-Temperatur)

Den Prozeß der Wasserverdampfung am Reaktorkern ("Steam Voiding") leitet das Abschalten der RKS-Pumpen zum Ziel des Kernschmelzvorgangs ein. Die "Reaktor-Temp." Warnung erscheint, Alarm ertönt. Folgendes ist vorausgegangen: Abschalten der Pumpen bewirkte Verringerung der Wassermenge, die zum Kern gelangte. Das Wärmeleitvermögen wurde niedriger, der Kern wurde weniger Wärme los. In kurzer Zeit hatte er eine Temperatur erreicht, die hoch genug war, um das umgebende Wasser zu verdampfen. So wie sich im Wasser, das in einem Topf zum Sieden gebracht wird, zuerst im unteren Bereich, dort, wo die Wärmequelle am nächsten ist, Wasserbläschen bilden, so läuft der Vorgang am Reaktorkern vergleichbar ab. Da Dampf ein schlechter Wärmeleiter ist, hatte sich gleichsam eine Isolierschicht gebildet, die verhinderte, daß ausreichend Wärme an das Wasser abgegeben werden konnte. In kurzer Zeit hatte sich der Kern soweit aufgeheizt, daß er zu schmelzen begann.

"Steam Voiding" tritt immer dann ein, wenn eine Wasserpumpe in einem beliebigen Kreis abgeschaltet wird. In jedem dieser Fälle wird der Wasserfluß reduziert, was das Wärmeleitvermögen beeinträchtigt und einen Wärmestau im Reaktor provoziert. Der Kern heizt sich sehr schnell auf, wenn eine Pumpe des Wassenumlaufsystems (Tertiärkreis) abgeschaltet wird, weniger schnell nach dem Abschalten einer Pumpe des Sekundärsystems und mäßig schnell, sobald eine Pumpe des RKS abgeschaltet wird.

"Steam Voiding" Kontrolle (Reaktor-Temperatur)

Ereignet sich der Fall von "Steam Voiding", müssen sofort Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Einerseits muß verhindert werden, daß der Kern schmilzt, andererseits auch, daß die Turbinen zum Stillstand kommen. Kommt nicht mehr genügend Wärme zu den Turbinen, hören die Generatoren auf, Elektrizität zu erzeugen. Auf zweierlei Art kann im Fall von "Steam Voiding" reagiert werden:

- 1) Aktivierung des Hochdruckeinspritzsystems
Zusätzliches Wasser wird in das RKS gepumpt, Druck und Siedepunkt steigen.
- 2) Reduzierung der nuklearen Energieleistung durch Einfahren der Regelstäbe in den Reaktorkern.

Je eher gehandelt wird, desto leichter kann diesem Verdampfungsprozeß erfolgreich begegnet werden. Öffnen Sie das Ventil des Hochdruckeinspritzsystems und schalten Sie die Pumpen dazu. Fahren Sie die Regelstäbe teilweise in den Kern ein.

Falls nötig, beenden Sie jegliche weitere Kernspaltung durch völliges Einfahren der Stäbe ("SCRAM").

Dabei kann es zum Stillstand der Turbinen kommen, womit die Elektrizitätserzeugung auf Null zurückgeht. Das Problem ist damit noch nicht gelöst. Der Kern muß nämlich so lange weitergekühlt werden, bis der "Reaktor-Temp."-Alarm erlischt.

Der Druck ist zu hoch

Druck, der zur Stabilisierung des Wärmetransportsystems und damit zur Elektrizitätsgewinnung dient, darf weder schwanken noch zu hoch ansteigen.

Druckwerte über 204 BAR wirken wie Hammerschläge, wobei Abdichtungen, Ventile, sogar Röhren platzen können. In jedem Fall kommt es zu einem Verlust an Kühlflüssigkeit im RKS. Erkennbar ist ein solches Leck am raschen Absacken der RKS-Werte, am "Steam Voiding" Alarm. Eile ist geboten!

Schalten Sie alle vier Pumpen des Hochdruckeinspritzsystems ein. Hoffen Sie nun, daß es gelingt, schneller mehr Wasser in den Druckbehälter zu pumpen, als durch das Leck entweichen kann. Schalten Sie auch den Reaktor mittels "SCRAM" ab, denn sonst wird er sich schnell aufheizen. Es ist freilich allemal besser, einen derartigen Unfall von vornherein auszuschließen, indem der Druck deutlich unter 204 BAR gehalten wird.

Der Druckhalter

Durch eine erzeugte Dampfblase im Druckhalter wird der Druck auf Betriebshöhe gehalten. Diese Blase dämpft Druckschwankungen. Der Druckhalter besteht normalerweise aus einer Füllung von 50 % Wasser und 50 % Dampf. Ist der Druck zu hoch, überwiegt der Wasseranteil, ist er zu niedrig, ist der Dampfanteil größer.

Wenn zu wenig Dampf im Druckhalter ist, besteht die Gefahr, daß er sich gänzlich mit Wasser füllt. In diesem Zustand ist er nutzlos. Jede Druckschwankung kann dann zu einer Zerstörung des RKS führen. Um diesem Zustand vorzubeugen, sorgen integrierte Erhitzer im Bedarfsfall automatisch dafür, daß ein Teil des Wassers verdampft wird. Sollte der RKS Druck über die Marke von 163 BAR steigen, muß das Druckablassventil geöffnet werden, damit der Dampf entweichen kann. Erst wenn normale Druckwerte zwischen 150 - 157 BAR erreicht sind und das Verhältnis von Wasser zu Dampf im Druckhalter 50:50 ist, sollte das Ventil wieder geschlossen werden. Verpassen Sie den rechten Zeitpunkt, wird der Wasseranteil wieder überwiegen und der RKS Druck wird zu tief fallen.

Der Druck ist zu niedrig

Ein zu niedriger Druck im RKS setzt das Wärmeleitvermögen herab, führt zu Temperaturanstieg und senkt den Wassersiedepunkt ab. Diese Kombination von Reaktionen führt unweigerlich zum "Reaktor-Temp." Alarm.

KAPITEL 7

Stations-Anzeigen

Temperatur-, Druck-, Energieleistungsanzeigen geben ebenso wie Wasserstände in den Vorrattanks darüber Auskunft, ob das Kraftwerk einwandfrei arbeitet oder nicht. Ihre Fähigkeit, die Anzeigen abzulesen und auszuwerten kann darüber entscheiden, ob Sie die Qualifikationsprüfung, das SCRAM Spiel, bestehen, oder aber, ob Sie durchfallen. Die einzelnen Anzeigen sehen Sie in Abb. 15.



Abb. 15 Anzeigen des Kernkraftwerks

1. Reaktortemperatur
2. RKS Temperatur im Kaltbereich (Primärkreis)
3. RKS Temperatur im Warmbereich (Primärkreis)
4. Temperatur im Kaltbereich des Sekundärkreises
5. Temperatur im Warmbereich des Sekundärkreises
6. Temperatur im Kaltbereich des Wasserumlaufsystems (Tertiärkreis)
7. Temperatur im Warmbereich des Wasserumlaufsystems (Tertiärkreis)
8. RKS Druck und Siedetemperatur
9. Druckhalter mit Wasser/Dampf Verhältnis
10. Dampfgenerator mit Dampf/Wasser Verhältnis
11. Wasserstand im Hochdruckeinspritztank
12. Wasserstand im Zusatzwassertank
13. Energieleistung des Generators

Temperatur

Reaktortemperatur

Die Reaktortemperatur, das ist die Temperatur vom Reaktorkern sowie von dem umfließenden RKS Wasser, steht in der Anzeige zwischen den Temperaturen des RKS Wassers bei Ein- und Austritt (Abb. 15). Sie sinkt ab, wenn die Regelstäbe ein-, und steigt, wenn sie aufgefahren werden. Ist irgendeine Pumpe in einem beliebigen Kreis defekt oder abgestellt, wird der Wärmetransport eingeschränkt. Wärmestau im Reaktorkern läßt die Temperatur steigen. Wie schnell sich dieser Anstieg vollzieht, hängt von der jeweiligen Pumpe ab. Ausfall im Sekundär- oder Tertiärkreis sorgt für rascheres Ansteigen. Langsam geht es nach einem Ausfall im Primärkreis zu. Sobald sich der Reaktor soweit aufgeheizt hat, daß das umgebende Wasser verdampft, erfolgt "Reaktor-Temp."-Alarm.

Temperaturen in den Kreisen

Jeder Kreis des Wärmeleitsystems hat zwei Temperaturanzeigen: Eine Kaltbereich- oder Eintrittstemperatur und eine Warmbereich- oder Austrittstemperatur (Abb. 15).

Beide Werte in allen Kreisen fallen, sobald die Regelstäbe eingefahren werden. Umgekehrt bewirkt das Ausfahren ein Ansteigen.

Jeder Ausfall einer Pumpe verringert das Wärmeleitvermögen, vermindert dadurch die Wärmeweiterleitung. In dem betroffenen Kreis sinkt als Folge des Ausfalls die Temperatur im Kaltwasserbereich, während sie im Warmbereich ansteigt. Durch die Erhöhung des Temperaturgradienten werden beide Werte wieder steigen, was automatisch auch auf die anderen Kreise wirkt. Letztlich entsteht ein Wärmestau im Reaktorkern.

RKS DRUCK UND SIEDEPUNKT

Druck und Siedepunkt des RKS sind dem Informationsfeld des Bildschirms zu entnehmen (Abb. 15). Der Siedepunkt steigt und sinkt mit dem Druck. Im Normalfall paßt sich der Druck der jeweiligen Reaktortemperatur an - d.h. er steigt, wenn letztere steigt und umgekehrt.

Steigt der Druck über 204 BAR, führt dies zu einem Unfall, in dem es zum Verlust von Kühlflüssigkeit kommt. Vorbeugend können Regelstäbe eingefahren bzw. kann das Druckablaßventil geöffnet werden. Ist der Druck zu niedrig, sinkt der Siedepunkt, während die Reaktortemperatur steigt. Das führt über kurz oder lang zum "Reaktor-Temp."-Alarm. Absinken des RKS Druckes resultiert aus einem offenen Ablassventil oder einem Leck im Kreislauf.

Anmerkung: Wird das Ventil des Hochdruckeinspritzsystems nach Abschalten der Pumpen nicht geschlossen, fließt Wasser aus dem RKS zurück und läßt den Druck fallen. Wieder kommt es zur "Reaktor-Temp."-Anzeige. Erinnern wir uns, was in diesem Fall umgehend zu geschehen hat:

- 1) Wasser aus dem Hochdruckeinspritzsystem in den Reaktordruckbehälter pumpen. Dadurch erhöht sich der Druck im RKS und der Siedepunkt steigt.
- 2) Einfahren der Regelstäbe und damit Reduzierung der Reaktortemperatur.

Eine Kombination beider Möglichkeiten bietet sich an, wenn sich der Kern sehr stark aufgeheizt hat.

WASSERSTÄNDE

Dampfgenerator

Das Verhältnis von Dampf und Wasser im Dampfgenerator zeigt an, ob der Wassernachschub einwandfrei funktioniert. Sobald eine Pumpe ausfällt, sinkt der Wasserstand. Er steigt, wenn Wasser aus dem Zusatztank in den Kreis gepumpt wird.

Anmerkung: Nach dem Abschalten der Pumpen muß das Zusatzwasser-Ventil geschlossen werden. Unterbleibt es, fließt Wasser zurück und läßt den Pegel im Dampfgenerator sinken. Es folgen Druckabfall, Verringerung des Wärmeflusses, Wärmestau sowie "Reaktor-Temp." - Anzeige.

Hochdruckeinspritzsystem- und Zusatzversorgungswassertanks

Wasserstände in diesen Tanks fallen, wenn die Ventile geöffnet und Pumpen eingeschaltet werden.

GENERATORLEISTUNG

Die erzeugte Elektrizitätsmenge erscheint im grünen Rechteck, das den Generator symbolisiert (Abb. 15). Maßeinheit ist Megawatt (MW).

Unter normalen Bedingungen steigt und fällt die Generatorleistung entsprechend der abgegebenen Kernenergie.

Zur Erinnerung: Steuerung der Kernenergieleistung erfolgt durch Ein- bzw. Ausfahren der Regelstäbe. "Reaktor-Temp." verringert die Generatorleistung, u. U. kommt sie vollkommen zum Erliegen, wenn immer weniger Wärme transportiert wird.

ÜBUNGSLAUF

Gehen Sie die Simulation jetzt noch einmal durch. Versuchen Sie, Auswirkungen auf die Abläufe im Kernkraftwerk vorherzusagen, bevor Sie Regelstäbe bedienen, Pumpen aus- und einschalten, Ventile öffnen und schließen.

KAPITEL 8
DAS SCRAM SPIEL

SCRAM ermittelt Ihre Fähigkeit, das Kraftwerk auch unter widrigsten Bedingungen in Betrieb zu halten. Aufgabe ist es, so viel Energie (Elektrizität) wie möglich zu erzeugen und den Reaktor abzuschalten, bevor der Kern schmilzt. Das wäre einfach, gäbe es da nicht Hindernisse in Form von Erdbeben, die ein Teil des Kraftwerks nach dem anderen zerstören. Für Sie heißt das, die entstandenen Schäden zu finden und zu beheben, während Sie weiterhin Strom erzeugen. Die Anzahl Ihrer Mitarbeiter verkleinert sich mit jedem Reparaturauftrag. Sie bestimmen den Zeitpunkt, wann der Reaktor abgeschaltet wird.

Punktzahl

Ihre Punktzahl ist der Nettomenge an Elektrizität, die erzeugt wurde, gleich. Anzeige erfolgt im Informationsfeld rechts unten im Bildschirm. Am Schluß dieser Anleitung finden Sie eine Tabelle, in die Sie Ihre Punktzahlen eintragen können.

Qualifikation zum Operateur

Ihre Qualifikation hängt von der vor dem Reaktorabschalten erzeugten Nettoenergiemenge und von der vorgewählten Risikostufe ab. Risiko heißt Schäden durch Erdbeben. Je höher die Stufe, desto zahlreichere Erdbeben und damit die Häufigkeit von Schäden. Insgesamt gibt es 9 Risikostufen. Wenn es Ihnen gelingt, auf der höchsten Stufe 300 MWh zu erzeugen, haben Sie sich zum Reaktor Operateur qualifiziert. Eine Anstellung in unserem Kernkraftwerk ist Ihnen sicher. Erzeugen Sie gar 500 MWh, ernennen wir Sie zum Senior Reaktor-Operateur, was die Spitze des Erfolges darstellt. Bisher ist es nur 2 Personen gelungen, im Kernkraftwerk Silicon Valley die Voraussetzungen zum Senior-Reaktor Operateur zu erfüllen. Vielleicht werden Sie Nummer 3.

Wenn Sie den Reaktorkern schmelzen

In diesem Fall haben Sie die Prüfung nicht bestanden. Die erzeugte Energiemenge zählt nicht, Ihr Punktestand ist NULL. Sie haben eine weitere Chance, beginnen Sie auf derselben Risikostufe neu.

SPIELVERLAUF

SCRAM hat 5 Spielstufen:

- 1) Bau eines neuen Kraftwerks
- 2) Erhöhung der Risikostufe
- 3) Suche nach dem Erdbebenschaden
- 4) Mitarbeiter ins Werk schicken
- 5) Abschalten des Reaktors

1) Bau eines neuen Kraftwerks

SCRAM beginnt mit dem Bau eines funkelneuen Kernkraftwerks. Schmelzen Sie vorab den Reaktorkern und trennen Sie sich von der Station, die Ihnen zu Übungszwecken diente. Das ist zugleich das letzte Mal, daß es Ihnen gestattet ist, ungestraft den Kern zu schmelzen.

Anmerkung: Am schnellsten erlangen Sie ein Schmelzen des Kerns durch Abschalten sämtlicher Sekundär- und Tertiärkreispumpen. Drücken Sie die START Taste, so bauen Sie ein neues Werk. Sind Sie bereit? Wir sind es! Werfen Sie einen Blick auf die Risiko-Ziffer in der unteren rechten Ecke der Station.

2) Erhöhung der Risikostufe

Zu Anfang lautet die Risikostufe 0, Sie gehen noch kein Risiko ein. Für den Spielbeginn ist eine Stufe zwischen 1 und 9 zu wählen. Je höher die gewählte Stufe, desto häufiger werden Sie es mit Erdbeben zu tun haben. Auch werden die zu reparierenden Schäden zahlreicher. Auf die Wahl der Risikostufe kommen wir später noch einmal zurück, zunächst soll von den Erdbeben-Schäden die Rede sein.

3) Suche nach den Erdbebenschäden

Machen Sie sich keine Gedanken darüber, ob Sie merken, wann ein Erdbeben stattgefunden hat. Sie werden es. Lassen Sie ruhig die Finger vom Fernsehgerät. Gleich nach dem Beben hören Sie ein Geräusch - als wenn etwas zerbricht. Es handelt sich entweder um eine Pumpe oder um ein Ventil. Aber um welches? Alles wird normal aussehen und sich anfänglich auch so verhalten. Sie können Pumpen einschalten und Ventile öffnen. Dennoch steht definitiv fest, daß irgendein Teil beschädigt ist, denn jedes Beben richtet einen Schaden an.

Versuchen Sie, so schnell wie möglich dahinterzukommen, bevor ein neuer Erdstoß einen weiteren Schaden anrichtet.

Um herauszufinden, welches Teil beschädigt ist, geben die Stationsanzeigen wertvolle Hinweise. Das Kapitel Thermodynamik 1A haben Sie sicherlich gründlich durchgearbeitet. Sie haben gelernt, die Anzeigen zu deuten. Damit haben Sie den Schlüssel zur Lösung des Problems - d.h. die Lokalisierung des Schadens, in der Hand. Verfolgen Sie Änderungen von Temperatur, Druck oder Leistung, prüfen Sie auch die Wasserstände des Dampfgenerators, des Druckhalters und der Tanks.

Ein Beispiel: Sie öffnen das Druckablassventil, um den RKS Druck zu reduzieren. Es sieht auch so aus, als würde es sich öffnen und als würde Dampf in den Druckspeicher strömen. Dennoch muß das nicht so sein. Sie haben erst Gewißheit, wenn Sie die Wasserstände überwachen. Steigt der Spiegel im Druckhalter nämlich nicht an, dann ist mit Sicherheit das Ventil defekt und läßt sich gar nicht öffnen.

Zwei eventuell hilfreiche Anmerkungen:

Eine Pumpe, die nicht eingeschaltet ist, kann auch nicht beschädigt werden. Ein Ventil jedoch kann in geöffnetem und geschlossenem Zustand Schaden nehmen.

4) Mitarbeiter ins Werk schicken

Wenn Sie der Überzeugung sind, das defekte Teil gefunden zu haben, dann dirigieren Sie den Cursor dort hin. Drücken Sie den roten Knopf und bewegen Sie den Steuerknüppel von links nach rechts. Im Informationsfeld wird nun angezeigt, ob Ihre Vermutung RICHTIG oder ob sie FALSCH war.

In beiden Fällen gehen 5 Ihrer 80 Arbeiter ins Werk, um das angesteuerte Teil zu reparieren. Bei dieser Tätigkeit können Sie nicht zuschauen. Glauben Sie uns, daß sie sorgfältig vorgehen! Ein in der Tat beschädigtes Teil wird augenblicklich repariert. Natürlich haben Sie keine Garantie, daß nicht beim nächsten Erdbeben eben dasselbe Teil erneut zu Schaden kommt. Erdbeben sind unberechenbar.

Ihre Mitarbeiterzahl wird auch um 5 schrumpfen, wenn Sie sich geirrt und sie zur Reparatur eines intakten Teils geschickt haben.

Kein Mitarbeiter, der in ein Kernkraftwerk geschickt wird, kehrt sogleich an die Arbeit zurück. Die Atombehörde hat strenge Vorschriften darüber erlassen, welcher Strahlenmenge ein Arbeiter vierteljährlich ausgesetzt sein darf. Einmal ins Werk entsandt, ist das Maximum erreicht und er steht 3 Monate lang nicht zur Verfügung.

Für Sie heißt das, daß Sie von Mal zu Mal weniger Arbeiter für Reparaturen zur Verfügung haben. Der jeweils aktuelle Stand erscheint in der Mitte des Informationsfeldes. Tritt der Fall ein, daß alle Arbeiter bereits eingesetzt sind, so verbleibt Ihnen nicht mehr viel Zeit. Bei weiteren Versuchen Ihrerseits, Reparaturen ausführen zu lassen, erscheint im Text die Anzeige "Keine Arbeiter". Gehen Sie also vorsichtig mit ihnen um. Setzen Sie sie nur ein, wenn Sie ziemlich sicher sind, welches Ventil oder welche Pumpe wirklich defekt ist. Andererseits, das sei nicht verschwiegen, haben Sie bei Ihrer Entscheidungsfindung nicht allzuviel Zeit, denn das nächste Erdbeben kommt bestimmt. Schadensfälle könnten sich häufen, der Reaktorkern könnte schmelzen.

5) Abschalten des Reaktors

Oberstes Ziel ist es, so viel Nettoenergie wie irgend möglich zu erzeugen. Freilich sind Grenzen gesetzt. Irgendwann haben Sie keine Arbeiter mehr, die Reparaturen ausführen können. Ventile und Pumpen bleiben defekt. Der Zeitpunkt, zu dem der Kernschmelzprozeß eintritt, kommt bedrohlich näher. Bevor er eingeleitet wird, sollten Sie den Reaktor abschalten. Teil der Qualifikationsprüfung ist es festzustellen, ob Sie den richtigen Zeitpunkt erkennen, wann es an der Zeit ist, die Energieerzeugung einzustellen. Fahren Sie dann die Regelstäbe in den Kern ein und kühlen Sie ihn. Gelingt es Ihnen, die Reaktortemperatur unter 93 Grad C zu bekommen, haben Sie einen sogenannten "kalten Abschaltvorgang" vorgenommen.

JETZT WIRD GESPIELT

Bringen Sie den Cursor zur Risiko-Ziffer. Stellen Sie mit dem Steuerknüppel Stufe 1 ein. Diese Änderung geschieht auf die gleiche Art und Weise, wie Pumpen eingeschaltet und Ventile geöffnet werden. Halten Sie den roten Knopf gedrückt und den Steuerknüppel nach oben. Wenn Sie 1000 MWh erzeugt haben, spielen Sie auf Risikostufe 2 weiter. Steigern Sie sich im Verlauf des Spiels soweit, bis Stufe 9 erreicht ist. Die Tabelle am Schluß dieser Anleitung sagt Ihnen, wann es Zeit ist, die Stufe zu erhöhen.

Anmerkung: Nach jedem Wechsel der Risikostufe beginnt Ihr Punktekonto wieder bei NULL.

KAPITEL 9 ERFOLG IM SCRAM SPIEL

Wollen Sie etwas für Ihr Punktekonto tun? Dann lesen Sie bitte die folgenden Ratschläge!

Halten Sie die wichtigsten Wasserpumpen in Betrieb

Oberstes Ziel ist und bleibt eine maximale Energieerzeugung. Dazu ist es unbedingt erforderlich, daß alle für das System wichtigen Pumpen in Betrieb bleiben. Jeder Ausfall einer solchen Pumpe zwingt Sie, die Energieleistung zu drosseln. Außerdem nähern Sie sich Ihrer Sicherheitsgrenze. Das trifft insbesondere zu, wenn eine Pumpe des Sekundär- oder Tertiärkreises versagt. Dort stehen Ihnen jeweils nur 2 Pumpen zur Verfügung. Verlieren Sie hingegen eine des Primärkreises, reicht es, die Reaktorleistung etwas zu reduzieren. Ein großer Schaden ist das nicht.

Ablesen und Interpretieren der Anzeigen

Um zu ermitteln, an welcher Stelle eine Pumpe ausgefallen ist, brauchen Sie nur die Temperaturanzeigen in den Warm- und Kaltbereichen der Wasserläufe zu beobachten. Steigt nämlich die Temperatur im Warmbereich, während sie gleichzeitig im Kaltbereich sinkt, können Sie mit Sicherheit sagen, daß eine Pumpe ausgefallen ist. Auch an den Wasserständen lassen sich Ausfälle erkennen. Verschiebt sich z.B. das Verhältnis von Wasser zu Dampf im Dampfgenerator, so sagt Ihnen das, daß zu wenig Wasser nachgepumpt wird. Sie können also auf einen Pumpenschaden im Hauptversorgungssystem schließen.

Das Versagen einer für das Werk wichtigen Pumpe führt allgemein zu einem Absinken des Wärmeleitvermögens und damit der Energieerzeugung. Das Ergebnis tritt freilich nicht augenblicklich nach einem Ausfall ein. Vielmehr geben die Anzeigen Auskunft über physikalische Prozesse, denen ein gewisser träger Verlauf eigen ist. So werden die Generatoren auch nach einem Pumpenschaden für eine gewisse Zeit weiterhin Energie erzeugen. Seien Sie jedoch versichert, daß eine Reduzierung unausweichlich kommt. Einen Schaden am Hochdruckeinspritz- oder am Zusatzversorgungswassersystem erkennt man am besten, indem man die Wasserstände beobachtet. Wenn eines dieser Systeme in Betrieb ist, der Wasserstand sich jedoch nicht verändert, so besagt das, daß entweder Pumpe oder Ventil defekt ist. Ein Schaden am Ventil ist wahrscheinlicher, dennoch könnten nach zahlreichen Erdbeben auch sämtliche Pumpen ausgefallen sein. Die Funktionstüchtigkeit des Hochdruckeinspritzsystems läßt sich sowohl am Druckhalter als auch am RKS Druckanzeiger feststellen. Bei einwandfreiem Betrieb erhöht sich der RKS Druck, während der Wasserstand im Dampfhalter steigt. Vergleichbar ist das beim Zusatzwasserversorgungssystem. Wird Zusatzwasser in den Dampfgenerator gepumpt, muß der Wasserspiegel steigen.

Zur Erinnerung: Eine nicht eingeschaltete Pumpe kann nicht zerstört werden!

Überprüfung der Ventile

Ist ein Ventil so beschädigt, daß es sich nicht öffnen läßt, ist es meist schwierig, den Schaden allein durch Ablesen der Anzeigen zu erkennen. Ein solcher Defekt kann solange unerkannt bleiben, bis Sie versuchen, das Ventil zu öffnen. Bei Verdacht auf Schaden ist eine Überprüfung angezeigt: Öffnen Sie das Ventil. Wenn sich der Wasserstand nicht wie erwartet ändert, haben Sie Gewißheit.

Registrierung der Schäden

Wie Sie wissen, zerstört jedes Erdbeben entweder ein Ventil oder eine Pumpe. Jedes Teil muß repariert werden. Nützlich kann es sein, sich Notizen darüber zu machen, welche Teile wie oft beschädigt wurden, wo repariert wurde, wo noch nicht. Und vergessen Sie nicht, daß auch ein repariertes Teil erneut beschädigt werden kann.

ANHANG GENAUIGKEIT DER SIMULATION

SCRAM ist eine bemerkenswert intelligente Nachbildung eines Kernkraftwerks. Dennoch handelt es sich eben nur um eine Simulation, eine vereinfachte Darstellung der Wirklichkeit. Ein wirkliches Kernkraftwerk ist unendlich viel komplizierter. So besitzt es z.B. normalerweise 2 Dampfgeneratoren, 4 Turbinen, 4 Generatoren, mehrere hyperbolische Kühltürme und rund 800 km Rohrleitungen. Im Bestreben, das Modell zu vereinfachen, sind viele Sicherheitseinrichtungen, die ein wirkliches Kraftwerk auszeichnen, weggelassen worden. So etwas beeinträchtigt, wenn auch nicht beabsichtigt, jede Simulation.

Ein Beispiel: Jedes Kraftwerk ist mit einem bedeutungsvollen System ausgestattet, dem Reaktor-Notkühlsystem. Es besteht aus mindestens drei voneinander unabhängigen Untersystemen, von denen jedes im Notfall zusätzliches Kühlwasser in den Reaktor pumpen kann. In der Simulation gibt es nur ein einziges solches System, das Hochdruckeinspritzsystem.

Auch ist die Betonhülle weggelassen, die sonst jeden Reaktor umgibt. Sie soll im Fall eines unkontrollierten Kernschmelzprozesses die freiwerdende Radioaktivität abschirmen. Die Hülle ist massiv genug, um der Mehrzahl von Schmelzprozessen widerstehen zu können. Wird auf der einen Seite dabei auch das Kernkraftwerk zerstört, so besteht auf der anderen Seite kaum die Möglichkeit, daß Strahlung in einem Maße frei wird, sodaß Menschen zu Schaden kommen. Damit Sie eine uneingeschränkte Kontrolle über das Kernkraftwerk haben, wurden alle sonst üblichen automatischen Sicherheitssysteme weggelassen. Ein wirkliches Kraftwerk strotzt vor derartigen Systemen. Schon beim geringsten Anzeichen eines Defektes sorgen sie dafür, daß der Reaktor abgeschaltet wird.

Es entspricht auch nicht der Realität, daß ein Kernkraftwerk, wie es beim SCRAM Spiel der Fall ist, durch Erdbeben zu einem Unsicherheitsfaktor wird. Auf Risikostufe 9 werden beliebige Ventile oder Pumpen in weniger als 5 Minuten zerstört. In Wirklichkeit sind sie freilich nicht so empfindlich. Die Atombehörde fordert, daß alle kritischen Pumpen und Ventile so ausgelegt sind, daß sie auch dem stärksten Erdbeben, das in der jeweiligen Region denkbar ist, standhalten können.

Schließlich ist die Geschwindigkeit unrealistisch, mit der in der Simulation die Prozesse ablaufen.

Es dauert beispielsweise nur ca. 2 Minuten, um vom Normalbetrieb zum unkontrollierten Kernschmelzvorang zu kommen. In Wirklichkeit würde dieser Vorgang etwa 6 Stunden dauern. Wir sind davon ausgegangen, daß sie nicht so lange warten möchten bis etwas passiert und haben uns die Freiheit genommen, die Abläufe zu beschleunigen.

DER UNFALL IM KERNKRAFTWERK THREE MILE ISLAND

Dieser Unfallbericht ist aus folgenden Veröffentlichungen zusammengestellt:

- 1) Untersuchung des Three Mile Island Unfalls vom 28.3.1979 der Aufsichts- und Durchführungsbehörde. Untersuchungsbericht Nr. 50-320/79-10; Aufsichts- und Durchführungsbehörde, Atombehörde der USA, Washington D.C. (August 1979).
- 2) Bericht des im Auftrag des Vorsitzenden gebildeten Ausschusses über den Unfall in Three Mile Island.
John G. Kemeny, Präsident, Washington D.C. (Oktober 1979).

Im folgenden Unfallbericht steht an Stelle von "im Auftrag des Präsidenten gebildeter Ausschuß" kurz "Kemeny Ausschuß" oder auch nur "Ausschuß". Statt "Bericht des Ausschusses" nur "Kemeny Bericht".

Der Unfall ereignete sich am Mittwoch, den 28.3.1979, morgens um 4 Uhr. Ein fehlerhaftes Ventil schloß sich, unterbrach dadurch die Wasserzufuhr zu den Hauptversorgungswasserpumpen. Diese schalteten sich automatisch ab. Durch Ausbleiben von Versorgungswasser begann das Wasser im Dampfgenerator zu verdampfen. Automatisch wurde der Reaktor abgeschaltet, ebenfalls automatisch gingen zusätzliche Versorgungswasserpumpen in Betrieb. Dieses System allerdings versagte, weil irgendjemand das Blockventil an den Pumpen geschlossen hatte. Eine grobe Verletzung der Dienstvorschriften!

Das Wasser im Sekundärkreis verdampfte gänzlich, wodurch sich der Primärkreis rasch aufheizte und sich der Druck erhöhte. Konsequenterweise öffnete sich das Druckablaßventil. Dampf entwich planmäßig aus dem Druckhalter, der RKS Druck stabilisierte sich. Als sich das Ventil schließen wollte, klemmte es und blieb offen. Fatalerweise war die Anzeige im Kontrollraum so, als wäre es tatsächlich geschlossen. Wasser aus dem RKS floß durch das offene Ablassventil in den Druckspeicher. Der Primärdruck fiel rapide. Das rief die Pumpen des Hochdruckeinspritzsystems auf den Plan.

Sie beförderten Wasser in den Reaktordruckbehälter. Dadurch stieg der RKS Druck wieder an, auch hob sich der Wasserstand im Druckhalter. Als die Operateure dies sahen, folgerten sie, daß zu viel zusätzliches Wasser eingepumpt werden würde. Sie unternahmen daraufhin den folgenschwersten Fehler, den sie begehen konnten: In der Meinung, der Druckhalter könne gänzlich voll Wasser laufen, schalteten sie die Pumpen des Hochdruckeinspritzsystems ab.

Ohne frisches Kühlwasser schnellte die Reaktortemperatur nur so in die Höhe. Bei etwa 1260 Grad C kam es zu einer chemischen Reaktion zwischen dem in den Brennstoffhüllen befindlichen Zirkonium und dem Dampf. Diese Verbindung leitete einen Korrosionsprozeß an den Brennelementen ein. Bei dieser Zersetzung wurde Wasserstoff und hochradioaktives Material frei. Beides gelangte in das Wasser des RKS und fand seinen Weg durch das immer noch offene Druckablassventil in den mittlerweile gesprengten Druckspeicher und damit in die Betonhülle.

Am Mittwoch gegen 13.50 Uhr explodierte der in der Betonhülle angesammelte Wasserstoff, wodurch zwar einerseits kein Schaden entstand, andererseits aber viele Menschen aufgeschreckt wurden. Am folgenden Samstag fachten Nachrichten, die besagten, daß die Atombehörde untersuche, ob es im Innern des Reaktors zu einer Wasserstoffexplosion gekommen sei, diese Ängste und Befürchtungen noch an. Der Kemeny Bericht stellt fest, daß all diese Besorgnisse jeder Grundlage entbehrten:

"Die große Betroffenheit über eine mögliche Wasserstoffexplosion im Innern des TMI Block 2 Kernkraftwerks bildete sich am Wochenende heraus. Daß es eine grundlose Besorgnis, ein bedauernder Irrtum war, drang im Nachhinein niemals in das Bewußtsein der Öffentlichkeit ein. Schuld daran ist auch, daß die Atombehörde niemals eine Anstrengung unternommen hat, die Öffentlichkeit zu informieren, daß sie sich geirrt hatte". (Kemeny Bericht, Seite 126)

Radioaktives RKS Wasser sickerte vom gesprengten Druckspeicher in die Betonhülle, von wo aus es automatisch in dafür vorgesehene Vorratsbehälter im Hilfsanlagenbau gepumpt wurde. Die Kapazität dieser Behälter reichte freilich nicht aus, sie liefen über und damit konnte Radioaktivität über diesen Bau in die Umwelt gelangen. Wäre den Operateuren eingefallen, diese Pumpen abzustellen, hätte die Radioaktivität auf die relativ sichere Betonhülle beschränkt werden können und wäre aller Wahrscheinlichkeit nach nicht in die Atmosphäre gelangt.

Am Mittwochabend war die Krise beigelegt. Die Fehler des Morgens waren erkannt und wurden ausgemerzt. Wasser floß wieder, das System war stabilisiert und der langwierige heikle Prozeß der Abkühlung hatte begonnen.

Außerhalb des Kraftwerks wurde die Krise durch widersprüchliche Einschätzungen der bestehenden Gefahr, durch Fehlinformationen und durch Ratlosigkeit über das weitere Vorgehen künstlich verlängert.

Der Kemeny Ausschuß berichtet: "Wir entdeckten, daß die psychische Belastung der Menschen, die in der Nähe von TMI lebten, sehr groß war. Innerhalb der ersten Woche nach dem Unfall gab es ein weites Spekulationsfeld darüber, was für Folgeerscheinungen sich wohl einstellen würden. Mehrere Male erwogen offizielle Vertreter der Atombehörde und der Regierung die Möglichkeit einer umfangreichen Evakuierung. Am Freitag führte eine Fehleinschätzung der Menge der freigesetzten Strahlung dazu, daß sich einige Vertreter der Atombehörde für eine sofortige Evakuierung einsetzten. Am Samstag und am Sonntag glaubten andere Vertreter derselben Behörde, irrtümlicherweise an die drohende Gefahr einer bevorstehenden Wasserstoffexplosion innerhalb des Reaktordruckbehälters, und wieder war eine Evakuierung das Hauptthema der Diskussionen." (Kemeny Bericht, Seite 13).

Der Ausschuß schlußfolgerte: "Die ernsthafteste Bedrohung der Gesundheit bei diesem Unfall stellte die enorme psychische Belastung dar, und die war nur kurzlebig." (Kemeny Bericht, Seite 13). Die Auswirkung der in die Umwelt gelangten Radioaktivität wurde durch den Ausschuß wie folgt eingeschätzt: "Zwischen dem 28.3. und dem 15.4.79 betrug die Gesamtdosis an Radioaktivität, die an die im Umkreis von 80 km um das Kernkraftwerk lebende Bevölkerung abgegeben wurde, ungefähr 2000 rem pro Person.

Menschen in dieser Region sind jährlich einer natürlichen Strahlenmenge von ca. 240 000 rem pro Person ausgesetzt.

Somit stellt die durch den Unfall freigesetzte Menge an Radioaktivität für die Bevölkerung in 80 km Umkreis lediglich eine zusätzliche Strahlenbelastung von im Jahr weniger als einem Prozent dar. Die durchschnittliche Mehrbelastung für Personen im Umkreis von 8 km vom Kernkraftwerk dürfte bei etwa 10 % der jährlichen Dosis liegen, wahrscheinlich war sie aber niedriger." (Kemeny Bericht, Seite 34).

Der Ausschuß zog folgende Schlußbilanz: "Basierend auf dem derzeitigen Kenntnisstand der Wissenschaft muß festgestellt werden, daß die Strahlenmenge, die infolge des Unfalls freigesetzt und mit der die Bevölkerung konfrontiert wurde, so gering war, daß es zu keiner spürbaren Erhöhung der Krankheitsraten von Krebs, Entwicklungsabnormalitäten oder genetischen Störungen kommen wird." (Kemeny Bericht, Seite 34).

Wichtige Informationen

Wichtige Informationen

Die Informationen, die Sie hier erhalten, sind die Ergebnisse der Untersuchungen, die im Auftrag der Bundesregierung durch den Ausschuß für die Untersuchung des Unfalls am 26. April 1986 durchgeführt wurden. Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.

Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.

Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.

- Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.
- Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.
- Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.

Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.

Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.

Die Informationen sind in der Form eines Berichts zusammengestellt, der am 1. März 1987 veröffentlicht wurde. Der Bericht ist in drei Teile gegliedert: Teil I: Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen; Teil II: Einzelheiten der Untersuchungen; Teil III: Empfehlungen.

ATARINSIDE

Wichtige Informationen

Lieber Computerfreund, lieber Kunde, lieber Händler!

Jeder, der sich einmal selbst damit beschäftigt hat, ein Computerprogramm zu fertigen, weiß, welche Arbeit und geistige Mühe aufgewendet werden muß, um eine Problemlösung zu finden und sie anwenderfreundlich zu programmieren. Die Erfüllung dieser Voraussetzungen erfordert viel Erfahrung und hohe finanzielle und zeitliche Investitionen. Das Ergebnis sind gute und erfolgreiche Computerprogramme, die von interessierten Anwendern nachgefragt werden und deshalb für den Händler verkäuflich sind.

Diese Tatsache machen sich einige dadurch zunutze, daß sie die mit hohen Voraufwendungen geschaffenen erfolgreichen Programme der Firma Atari kopieren oder ihren Kunden die Möglichkeit anbieten, die gewünschten Programme auf Diskette zu überspielen. Sie meinen, damit ihren Kunden ein gutes und billiges Angebot zu machen. Die Kunden wissen jedoch meist nicht, daß sie lediglich ein vermeintlich gutes und billiges Angebot erhalten.

Abgesehen davon, daß das Angebot zur Überspielung von Programmen und das Anbieten und Verkaufen illegal kopierter Programme strafrechtlich verboten ist, weil es sich dabei um Verletzungen des Urheberrechtes (COMPUTERPROGRAMM PIRATERIE) handelt, die von Atari gegenüber jedermann ohne Ansehen der Person gerichtlich verfolgt wird, so ist auch die Annahme falsch, das Angebot sei günstig oder billig:

- Gestohlene Ware ist immer billig. Der Dieb hat keine Voraufwendungen. Er eignet sich nur fremdes Eigentum an, für die der Käufer keine Gewährleistung erhält.
- Der Händler, der das Kopieren von Programmen anbietet, anstatt Originale zu verkaufen, schmachtet an fremder Leistung.
- Der interessierte Kunde wird bald keine guten Programme mehr kaufen können und illegale Programme wird der Handel bald auch nicht mehr anbieten können.

Letzteres deswegen, weil niemand mehr bereit und in der Lage sein wird, gute verkaufsfähige Programme zu entwickeln, wenn nicht die Möglichkeit besteht, die hohen Voraufwendungen durch Verkäufe wieder zu verdienen. Die Piraten sind geistig weder in der Lage noch überhaupt bereit, sich der Mühe zu unterziehen, Programme zu entwickeln. Sie können und wollen nur durch Diebstahl fremder guter Leistung eine schnelle bequeme Mark verdienen.

Wer also Interesse daran hat, daß das Angebot an guten Computerprogrammen wächst, sollte die illegalen „billigen“ Angebote meiden und mit dazu beitragen, daß den Totengräbern der Computer-Programmentwicklung und damit des Computerhandels das Handwerk gelegt wird.

Wir danken für Ihr Verständnis und freuen uns über jeden Hinweis von Ihnen.

Atari Elektronikvertriebsges. mbH

ATARI®



A Warner Communications Company

ATARI-Elektronik Vertriebsgesellschaft mbH
Postfach 60 01 69 · Bebelallee 10 · 2000 Hamburg 60

Jegliche Rechte vorbehalten.
Vermietung, Verleih, Vervielfältigung
und öffentliche Aufführung verboten.