



Keine Lösung in Sicht

Die Lage am Standort Tschernobyl

Erstellt von Oda Becker und Dr. Helmut Hirsch, Hannover im März 2006

Langfassung

GREENPEACE

V.i.S.d.P. Thomas Breuer, Greenpeace e.V., Große Elbstraße 39, 22767 Hamburg, Stand 04/2006

INHALT

Vorwort	Seite 1
Bewertung	Seite 2
1. Der explodierte Reaktorblock 4	Seite 3
1.1. Der Unfall	Seite 3
1.2. Unfallursache	Seite 4
1.3. Interventionsmaßnahmen	Seite 5
1.4. Quellterm	Seite 6
1.5. Im Inneren der Ruine	Seite 7
1.6. Bau des Sarkophags	Seite 8
2. Der Shelter Implementation Plan	Seite 9
2.1. Zielsetzung	Seite 10
2.2. Kosten	Seite 10
2.3. Probleme bei der Umsetzung	Seite 11
2.4. Stabilisierung des alten Sarkophags	Seite 13
2.5. New Safe Confinement	Seite 14
2.6. Ungelöste Bergung der radioaktiven Stoffe	Seite 16
3. Gefährdung durch den havarierten Reaktorblock 4	Seite 17
3.1. Gefahr eines Einsturzes	Seite 17
3.2. Gefahr einer nuklearen Kettenreaktion	Seite 20
3.3. Gefährdung durch Wasser	Seite 21
4. Gesamtsituation am Atomkraftwerk Tschernobyl	Seite 22
4.1. Status der Reaktorblöcke 1-3	Seite 22
4.2. Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente	Seite 24
4.3. Anlage zur Verarbeitung von flüssigen radioaktiven Abfällen	Seite 26
4.4. Abfallbehandlungszentrum für feste radioaktive Abfälle	Seite 26
5. Schlussfolgerung und Ausblick	Seite 27
6. Zusammenfassung	Seite 29

Vorwort

Am 26. April 1986 kam es in der Ukraine zum bisher schwersten Unfall der Atomenergienutzung: Der Reaktor 4 des Atomkraftwerks Tschernobyl explodierte. 10 Tage wurden große Mengen Radioaktivität freigesetzt. Insgesamt 860.000 Menschen kämpften gegen die Katastrophe und versuchten, die Lage in den Griff zu bekommen. Im Prinzip ist das bis heute nicht gelungen.

In den ersten Tagen kämpften die Menschen unter anderem mit Dolomit, Sand und Blei, um die radioaktive Freisetzung und die Flammen einzudämmen – ein sinnloses Unterfangen. Heute geht man davon aus, dass die Interventionsmaßnahmen keinen wesentlichen Einfluss auf den Unfallablauf und die radiologischen Folgen hatten. Die Freisetzung wurde nicht durch die äußeren Maßnahmen, sondern durch "natürliche" Prozesse des Unfalls, wie die Erstarrung von Brennstoffresten, beendet. Danach begannen die so genannten Liquidatoren, unter Einsatz ihrer Gesundheit, über den Trümmern des zerstörten Reaktors eine Schutzhülle zu errichten, die die Umwelt vor weiterer Strahlung abschirmen sollte. Die Strahlung vor Ort war so hoch, dass die Menschen sich dort nur wenige Minuten aufhalten konnten. Unter Einsatz von Menschen und Robotern wurden Stahlträger und Metallplatten angebracht, bis am 30. November 1986, ein knappes halbes Jahr nach der Katastrophe, der heutige Sarkophag notdürftig zusammen geschustert war.

Dieser Sarkophag war von Anfang an nur als erste Lösung gedacht, die maximal für 20 bis 30 Jahre einen gewissen Schutz bietet. In dieser Zeit, so die Idee, könnte ein neues, ein besseres Schutzkonzept entwickelt und verwirklicht werden.

Diese 20 Jahre sind nun um. In Tschernobyl steht immer noch der alte Sarkophag. Durch Löcher in der Hülle bläst der Wind den radioaktiven Staub in die Umwelt. Die Konstruktion ist stark Einsturz gefährdet. Eine neue Schutzhülle und ein Konzept zur Bergung der radioaktiven Stoffe in dem zerstörten Reaktor, existiert noch nicht.

Wie sieht die Situation vor Ort genau aus? Was sind die Schwachstellen der jetzigen Konstruktion? Wie sinnvoll sind die vorgeschlagenen Konzepte zur Sicherung des Standortes Tschernobyl? Welche Gefahren gehen vom Standort Tschernobyl heute aus? Das sind Fragen, die Greenpeace im Rahmen der Studie "Die Lage am Standort Tschernobyl" untersucht.

Bewertung

Die heutige Situation vor Ort führt eindringlich vor Augen, dass nicht nur das Super-GAU-Risiko von der Atomindustrie nicht zu beherrschen ist, sondern auch niemand in der Lage ist, mit den Folgen einer solchen Katastrophe langfristig umzugehen. Heute, nach 20 Jahren, ist immer noch kein neues Schutzkonzept verwirklicht. Statt dessen laboriert die Atomindustrie mit Rückendeckung der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEO) immer noch an diversen Ideen zur Verbesserung der Situation am Standort herum, an denen die westliche Industrie sich eine goldene Nase verdient.

Die Liste der Firmen, die am Standort Tschernobyl tätig sind oder zukünftig tätig werden wollen liest sich wie ein "who is who" der westlichen Atomindustrie. Sie reicht von der zu Siemens und Areva gehörenden Framatome ANP (heute Areva NP), über Belgatom, Ansaldo bis hin zur RWE Nukem GmbH. Finanziert werden die meisten Maßnahmen vor Ort hauptsächlich von Steuerzahlern der G7 Länder und der EU. Folgekosten der Atomenergienutzung, die in keiner Stromrechnung auftauchen.

In den 90er Jahren wurde der Ukraine vorgeworfen, mögliche Lösungsansätze zu blockieren, da sie den benachbarten Reaktor 3 weiter betreiben wolle. Die Ukraine beklagte ihrerseits, westliche Firmen wollten lediglich mit Gutachten Geld verdienen und mit den eigentlichen Folgen der Katastrophe werde die Ukraine dann allein gelassen. Zumindest die letzte Befürchtung der Ukraine ist leider wahr geworden.

Die gegenseitigen Vorwürfe greifen jedoch zu kurz. Die Katastrophe in Tschernobyl führt vor Augen, dass ein Super-GAU und dessen Folgen nicht zu beherrschen sind. Nicht einmal ein Staat wie die Sowjetunion, der innerhalb kürzester Zeit hunderttausende Menschen mobilisieren konnte, war in der Lage, die Katastrophe wirkungsvoll einzudämmen.

Da der Zustand des maroden Sarkophags sich zusehends verschlechterte, musste gehandelt werden, obwohl keine akzeptable Lösung gefunden wurde. Vorteil des Shelter Implementation Plan war, sofort mit den dringlichsten Arbeiten beginnen zu können, ohne ein fertiges technisches Gesamtkonzept zu haben. Der Shelter Implementation Plan stellt insgesamt betrachtet jedoch keine Lösung der Probleme dar, das wird von Tag zu Tag deutlicher:

- Je konkreter die Arbeiten werden, desto mehr Komplikationen treten auf.
- Die im Vorfeld aufgestellten Zeitpläne stellen sich als vollkommen unrealistisch heraus.
- Die Kosten, bereits um 40% auf über eine Milliarde US-Dollar gestiegen, werden sicher weiter steigen.
- Das größte Manko des Shelter Implementation Plans ist jedoch, dass die komplizierte und sehr teure Bergung der brennstoffhaltigen Massen aus dem zerstörten Reaktor 4 nicht in seinem Rahmen durchgeführt wird.

Während die westliche Atomindustrie in Tschernobyl eine "Gelddruckmaschine" gefunden hat und Steuergelder über den Umweg Ukraine in den Taschen der Konzerne landen, sind die Menschen vor Ort weitestgehend auf die Hilfe privater Initiativen angewiesen. Die Lebensmittel, die in die verstrahlten Regionen geliefert werden, müssen die Menschen selber bezahlen. Dafür kommt niemand auf.

Es ist aller höchste Zeit, dass weltweit aus der Atomkraft ausgestiegen und die Internationale Atomenergie Organisation (IAEO) zu einem Aufsichtsorgan umgebaut wird, dass diesen Ausstieg kritisch überwacht, bevor noch mehr unlösbare "Tschernobyls" entstehen.

1. Der explodierte Reaktorblock 4

Das AKW Tschernobyl befindet sich etwa 100 Kilometer nordöstlich von Kiew im Grenzbereich zwischen der Ukraine und Weißrussland. Zur Zeit des Unfalls waren dort vier RBMK-Reaktoren in Betrieb, zwei weitere in Bau. Der havarierte Reaktor war der jüngste der vier Reaktorblöcke und erst drei Jahre vor dem Unfall (1983) in Betrieb gegangen. Er hatte eine elektrische Leistung von 1.000 MW.

Da es sich bei den RBMK-Reaktoren um eine Reaktorlinie handelt, die auch zur Plutoniumgewinnung für militärische Zwecke genutzt werden kann, wurden diese nur auf dem Gebiet der damaligen UdSSR errichtet. 1986 waren insgesamt 14 Reaktoren dieses Typs in Betriebⁱ. Heute erzeugen insgesamt 12 RBMK-Reaktoren in Litauen (1) und Russland (11) Atomstromⁱⁱ.

RBMK-Reaktoren sind graphitmoderierte Siedewasserreaktoren. Der Reaktorkern ist ein Graphitblock in Form eines Zylinders mit einem Durchmesser von fast 12 Metern und einer Höhe von sieben Metern. In diesem sind ca. 1.700 Druckröhren untergebracht, die die Brennelemente enthalten. Der Graphitblock übernimmt die Moderation, d.h. die für den gewünschten Betrieb zu schnellen Neutronen werden durch den Graphit gebremst. Das Wasser dient bei den RBMK-Reaktoren nur als Kühlmittel und nicht gleichzeitig als Moderator.

Während sich bei einem Leichtwasserreaktor durch Kühlwassermangel die Neutronenbremsung verringert und damit die Kettenreaktion automatisch gebremst wird, sind bei den RBMK-Anlagen Kühlmittel- und Neutronen-Bremsmittel nicht identisch. Dadurch entsteht unter bestimmten Umständen ein Effekt, der in der Fachsprache als "positiver Dampfblasenkoeffizient" bezeichnet wird: Bei Leistungs- und Temperatursteigerung nimmt bei den RBMK-Reaktoren auch die Kettenreaktionsrate immer schneller zu. Dieser Effekt war eine der physikalischen Ursachen für den Unfallⁱⁱⁱ.

1.1. Der Unfall

Am 26. April 1986 kam es im Reaktor 4 des AKW Tschernobyl zum Super-GAU. Die nukleare Kettenreaktion geriet außer Kontrolle. Zwei Explosionen zerstörten den Reaktorkern. Die circa 3.000 Tonnen schwere Reaktorplatte wurde angehoben und der obere Teil des 64 Meter hohen Reaktorgebäudes zerstört. Teile des Kernbrennstoffs wurden in die Umgebung geschleudert. Die Graphitblöcke des Reaktorkerns gerieten in Brand. Durch die Explosionen und den Brand gelangten radioaktive Stoffe bis in Höhen von mehr als 1000 Metern und wurden durch meteorologische Einwirkungen großräumig in Europa und darüber hinaus verteilt. Über 10 Tage wurde eine große Menge an radioaktiven Stoffen freigesetzt^{iv}.

Der Unfall ereignete sich während eines Tests. Ziel war, zu prüfen, ob bei einem Stromausfall die auslaufenden Turbinen so lange den erforderlichen Strom für den Eigenbedarf erzeugen können, bis die Notstromdiesel starten. Der Test diente also einer besseren Notfallbeherrschung. Während des Tests wurde zur Erfassung von Versuchsdaten eine beträchtliche Anzahl von Dokumentationskanälen verwendet, auf denen sonst Betriebswerte aufgezeichnet werden. Die dadurch fehlenden Werte erschwerten später die Ermittlung von Unfallablauf und -ursache^v.

ⁱ GRS 1996, Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS): Tschernobyl – 10 Jahre danach; GRS 121; Februar 1996

ⁱⁱ PRIS (Power Reactor Information System) der IAEA unter www.iaea.org, eingesehen Februar 2006

ⁱⁱⁱ IKE 2005; Informationskreis KernEnergie: Der Reaktorunfall in Tschernobyl; Februar 2005

^{iv} Krüger 1996: F.W. Krüger, L. Albrecht et al.: Der Ablauf des Reaktorunfalls in Tschernobyl und die weiträumige Verfrachtung des freigesetzten Materials: Neue Erkenntnisse und ihre Bewertung, in: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz; Hrsg. A. Bayer et al.; Seminar des BfS und der SSK 1996 ; IKE 2005, s. o.; GRS, 1996 s. o.

^v IKE 2005, s.o.

Zur Erklärung des Unfallablaufs war man auf die Augenzeugenberichte sowie auf nach dem Unfall durchgeführte Strahlenmessungen, nachgestellte Experimente und Analysen angewiesen. Von außerhalb des Reaktorgebäudes wurden zwei Explosionen beobachtet. Sie erfolgten im Abstand von zwei bis drei Sekunden und führten zu starken Beschädigungen am Gebäude. Aus dem Reaktor flogen heiße Stücke in die Höhe, die teilweise auf dem Maschinenhaus landeten^{vi}.

Über den Unfallhergang und die Ursachen der aufgetretenen Explosionen werden in der Fachwelt verschiedene Hypothesen aufgestellt. Der wesentliche Unterschied liegt dabei in der Erklärung der nach Aussagen von Augenzeugen stärkeren zweiten Explosion, über die zwei Vermutungen bestehen: Die eine Hypothese geht von einer nicht nuklearen Explosion in Form einer Dampfexplosion aus, verbunden entweder mit stark exothermen Reaktionen oder mit einer Wasserstoffexplosion. Die andere Hypothese vermutet eine nukleare Explosion innerhalb oder außerhalb des Reaktors^{vii}.

Der Unfall lief so rasant schnell ab und die Reaktionen waren so komplex, dass trotz vieler Studien auch nach zwanzig Jahren der Unfallablauf nicht vollständig rekonstruiert werden kann. Insofern kann nicht beurteilt werden, in wieweit während der Katastrophe bloßes Glück Schlimmeres, d.h. größere radioaktive Freisetzungen, verhinderte. Nur eines lässt sich , unabhängig von der freigesetzten Menge sicher sagen. Aufgrund von zwei Besonderheiten wurden die Radionuklide großräumig verteilt, so dass eine noch größere Katastrophe ausblieb: In Folge des thermischen Auftriebs durch den Brand im Reaktorgebäude wurde der Hauptteil der radioaktiven Stoffe in Höhen zwischen 1.000 und 2.000 Meter verteilt. Außerdem dauerte die Freisetzung zehn Tage an, in dieser Zeit änderte sich die Wettersituation mehrfach. Die radioaktiven Stoffe führten aus diesen beiden Gründen zwar in weiten Teilen Europas zu nennenswerten Kontaminationen. Die Konzentration der radioaktiven Stoffe wurden so aber "verdünnt" und der katastrophale Reaktorunfall in Tschernobyl führte für die Bevölkerung der näheren Umgebung (z.B. in den großen Städten Kiew oder Gomel) glücklicherweise nicht zu den größtmöglichen Strahlenbelastungen^{viii}.

1.2. Unfallursache

Bei der Bewertung der Unfallursache zeichnete sich im Laufe der Jahre eine Verschiebung ab. Zunächst wurde der Unfall vor allem der Betriebsmannschaft angelastet. In der ersten umfassenden internationalen Bewertung wurde eine Reihe von Betriebsverstößen und die Außerbetriebnahme von Sicherheitssystemen als Unfallursache genannt, während gleichzeitig davon ausgegangen wurde, dass aufgrund der Konstruktion derartige Unfälle beherrscht werden könnten. Hauptursache für den Unfall wurde in dem äußerst unwahrscheinlichen Zusammentreffen einer Nichtbeachtung der Betriebsvorschriften und eines Fehlers in der Bedienung der Anlage gesehen^{ix}.

Später zeigte sich, dass die Systemschwächen der RBMK-Reaktoren den Unfall wesentlich mit verursacht haben. Es gilt heute als sicher, dass die den Leistungszuwachs auslösende Reaktivitätszufuhr durch das Einfahren der Abschalt- und Regelstäbe hervorgerufen wurde, denn die Regelstäbe des RBMK-Reaktortyps reduzieren auf Grund ihrer fehlerhaften Konzeption beim Einfahren die Reaktivität nicht sofort, sondern erhöhen sie zunächst, d.h. die Kettenreaktion wird nicht beendet, sondern für kurze Zeit beschleunigt. Die Konzeptmängel an den Steuerstäben und in der gesamten Kernausslegung sowie die möglichen Folgen für das Reaktorverhalten waren dem Betriebspersonal weder bekannt noch in den Betriebs- und Störfallprozeduren eindeutig dargestellt. Auf diese Weise wurde der Unfall paradoxerweise durch die Aktivierung der Reaktorabschaltung durch den

vi BMU 1987-168/1, Übersetzung von Staatskomitee für die Nutzung der Kernenergie der UdSSR Der Unfall in dem Kernkraftwerk Tschernobyl und seine Folgen; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; August 1986

vii IKE 2005, s. o.

viii GSF 1998, A.M. Kellerer: Reaktorkatastrophe und Säuglingssterblichkeit; GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Institut für Strahlenbiologie; Neuherberg, 1998

ix BMU 1987, s. o.

Operateur ausgelöst. Dieser Effekt wurde bereits 1983 bei der Inbetriebnahme des AKW Ignalina (Litauen) festgestellt, diese Erfahrung wurde aber nicht an die Betriebsmannschaften anderer Anlagen weitergegeben^x.

Von (westlichen) Vertretern der Atomindustrie wird die Meinung vertreten, dass der katastrophale Unfall vor allem der unzureichenden Auslegung des russischen Reaktortyps zugeschrieben werden kann und dass diese Mängel in anderen (westlichen) Reaktoren nicht vorhanden sind.

Unbestritten hat dieser Reaktortyp gravierende Auslegungsschwächen, die den Unfall wesentlich mit verursacht haben. Insgesamt lässt sich aber feststellen: Wie bei jedem schweren technischen Unfall sind auch für Tschernobyl die Ursachen in einer Kombination von Mängeln bei der Betriebsführung und in der technischen Gestaltung der Anlagen begründet. Die Katastrophe war aber nur möglich, weil die Sicherheitsorganisation als Ganzes versagte. Betriebserfahrungen wurden nicht ausreichend ernst genommen, die Gewährleistung der Sicherheit war nicht das oberste Gebot für die Betriebsführung^{xi}.

1.3. Interventionsmaßnahmen

Im Umkreis bis 150 Meter um den Reaktor brachen durch die herausgeschleuderten heißen Bruchstücke des Reaktorkerns Feuer aus. Glücklicherweise gelang es innerhalb von drei Stunden, die Feuer zu löschen und damit die Ausdehnung der Katastrophe auf die drei weiteren Reaktoren zu verhindern. Das Graphitfeuer im Reaktor 4 brannte jedoch weiter^{xii}.

Nach dem Unfall wurde zunächst versucht, Kühlwasser in den Reaktorkern zu pumpen. Erst am Ende des ersten Tages war klar, dass der Reaktorkern vollständig zerstört war. Die Einspeisung wurde abgebrochen, da die beabsichtigte Kühlung nicht gelang und zudem kontaminiertes Wasser aus der Anlage heraus floss^{xiii}.

Auch in den Tagen nach dem Unfall wurden noch große Mengen an radioaktiven Stoffen aus der Ruine in die Umgebung freigesetzt. Daher wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, um die Situation am Standort unter Kontrolle zu bringen. Die Berichte über die verschiedenen Maßnahmen, ihre Dauer und ihre Wirksamkeit sind lückenhaft und teilweise widersprüchlich.

In den Tagen nach dem Unfall wurden mehr als 5.000 Tonnen Materialien aus Militärhubschraubern auf den Reaktor abgeworfen: Borkarbid (ca. 40 t), um eine erneute Kettenreaktion zu verhindern; Dolomit (ca. 800 t), dessen Zersetzung die Wärmeentwicklung auffangen und den Graphitbrand ersticken sollte; Blei (ca. 2.400 t), um durch den Schmelzvorgang die Hitze zu absorbieren und eine gewisse Abschirmung der Gamma-Strahlung zu erreichen; Sand und Lehm (ca. 1.800 t) als Filtermaterial für die radioaktiven Stoffe. Die aus der Luft abgeworfene Abdeckung erhöhte zunächst jedoch die Temperatur und somit auch die Freisetzung von radioaktiven Stoffen. Außerdem wurde befürchtet, dass die Ruine die zusätzlichen Lasten nicht aufnehmen kann. Daher wurde der Abwurf gestoppt und erst nach der aktiven Phase des Unfalls fortgesetzt. Spätere Untersuchungen zeigten dann, dass die abgeworfenen Materialien ihren Zweck nur unzureichend erfüllt haben.

Mit Hilfe von flüssigem Stickstoff sollten der Brand gelöscht und die Kernreste gekühlt werden. Dieser stand aber nicht zu Verfügung, so wurde stattdessen gasförmiger Stickstoff in den unteren Bereich der Anlage eingeblasen. Der flüssige Stickstoff wurde erst nach Ende der aktiven Phase des Unfalls angeliefert, die Einspeisung wurde dann nur noch kurzfristig versucht.

Da befürchtet werden musste, dass die Kernreste in das Kondensationsbecken durch schmelzen und dort Dampfexplosionen verursachen könnten, wurde versucht das dortige Wasser zu entfernen. Diese Maßnahme war aber erst zwei, drei Tage nach der aktiven

x IKE 2005, s. o.

xi Krüger 1996, s. o.

xii Krüger 1996, s. o.

xiii IKE 2005, s. o.

Phase des Unfalls beendet. Allerdings gelangten Brennstoffschmelzen bis in das Kondensationsbecken, so dass auch die bis dahin erzielte teilweise Entleerung die Folgen gemindert haben könnte.

Außerdem sollte durch ein besonderes Kühlsystem die Fundamentplatte des Reaktorgebäudes vor der Zerstörung durch die Kernschmelze geschützt werden. Der Bau begann aber erst Tage nach der aktiven Phase des Unfalls. Die Nutzung war nicht mehr nötig, da die Schmelze bereits erstarrt war.

Die Maßnahmen zur Bekämpfung der Aktivitätsabgaben in der aktiven Phase des Unfalls waren nur wenig erfolgreich^{xiv}. In Publikationen von Vertretern der Atomindustrie wird hingegen häufig der Eindruck erweckt, als sei es durch die Interventionsmaßnahmen gelungen, den Unfall in den Griff zu bekommen und die Freisetzung zu beenden^{xv}. Insgesamt wird heute aber eher angenommen, dass die Interventionsmaßnahmen keinen wesentlichen Einfluss auf den Unfallablauf und die radiologischen Folgen hatten. Die Freisetzung wurde nicht durch die äußeren Maßnahmen, sondern durch "natürliche" Prozesse des Unfalls (wie Erstarrung der Brennstoffreste) beendet. Am 6. Mai, 10 Tage nach dem Unfall, ging die Freisetzung deutlich zurück^{xvi}.

1.4. Quellterm = Menge und Art der freigesetzten Radionuklide

Die erste Abschätzung der freigesetzten Radionuklide erfolgte bereits unmittelbar nach dem Unfall. Aus Messungen der Luftkontamination in der Umgebung des Reaktors und dem vorhandenen Modell zum Unfallablauf konnte nur eine sehr grobe Abschätzung durchgeführt werden. Dennoch ging dieser Quellterm in den ersten IAEA-Bericht ein und erhielt so einen offiziellen Charakter.

Die massiven radioaktiven Freisetzungen führten aufgrund der Veränderung der Wetterlage in weiten Teilen Europas (und weiter) zu hohen Aktivitätskonzentrationen in der Luft, die durch eine Vielzahl von Messungen dokumentiert wurden. Nach systematischer Auswertung der weltweit gemessenen Luft- und Bodenkontaminationen mussten am ersten Quellterm wesentliche Korrekturen vorgenommen werden. Die Freisetzungsraten flüchtiger Spaltprodukte, wie Jod und Cäsium waren erheblich größer als zunächst angegeben.

Trotz der vielen Messdaten bleiben die Unsicherheiten der Werte groß. Sie dürften sich auch in Zukunft kaum verringern lassen. Denn die Aktivitätsabgaben erstreckten sich über einen Zeitraum von mehreren Tagen, in denen sich die Nuklidzusammensetzung sowie die chemische Form der radioaktiven Stoffe und die Wetterverhältnisse erheblich änderten. Der Unfallablauf lässt sich bis heute nicht eindeutig rekonstruieren und kann nur mit Einschränkungen als Anhaltspunkt für die Freisetzungsbedingungen und -abläufe herangezogen werden. Insofern lassen sich selbst die Freisetzungen der langlebigen Nuklide nur grob rekonstruieren. Für die Freisetzung kurzlebiger Radionuklide stehen zudem nur ungenaue Expositionswerte zur Verfügung^{xvii}.

Unverständlicherweise suggerieren Veröffentlichungen von Vertretern der Atomindustrie trotzdem, es gäbe eine Gewissheit über die Freisetzungsmenge, zum Beispiel: "*Hieraus lässt sich mit Hilfe wissenschaftlich abgesicherter Modelle ableiten, dass insgesamt etwa 3 bis 4% an radioaktivem Material freigesetzt wurde.*"^{xviii}

xiv Krüger 1996, s. o.

xv IKE 2005, s. o.

xvi Krüger 1996, s. o.

xvii Krüger 1996, s.o.

xviii IKE 2005 s.o.

K. Tschetscherow, ehemals Physiker am Moskauer Kurtschatow-Institut, hält hingegen einen viel höheren Quellterm für wahrscheinlich. Er vertritt die These, dass der größte Teil des Kernbrennstoffs (bis zu 95 %) im Verlaufe des Unfalls in die Umwelt geschleudert worden sei. Der Reaktorkern, der riesige Graphitblock mit Druckröhren und Brennstoff, sei wie eine Rakete 40 bis 50 Meter nach oben geschossen, dabei zum Teil verdampft und anschließend von einer nuklearen Explosion auseinander gerissen worden^{xix}.

Jedes Radionuklid hat eine unterschiedliche, strahlenbiologisch schädliche Wirkung auf Menschen bzw. Organismen, daher ist es zur Beurteilung der radiologischen Folgen wichtig – und mindestens genauso wichtig wie die freigesetzte Gesamtmenge – die freigesetzte Menge der unterschiedlichen Nuklide zu kennen.

Unabhängig vom genauen Unfallablauf lassen sich am ehesten hinsichtlich der leichtflüchtigen radioaktiven Stoffe Vermutungen anstellen. So kann angenommen werden, dass etwa 100% der radioaktiven Edelgase, ca. 50% des Radiojodids und ca. 33% des radioaktiven Cäsiums freigesetzt wurden^{xx}.

Selbst wenn sich auch in Zukunft nicht genau ermitteln lassen wird, wie viel des vorhandenen Brennstoffs freigesetzt wurde, bzw. wie hoch der Quellterm war: Unstrittig ist, dass durch den katastrophalen Reaktorunfall große Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt gelangten. Über sieben Millionen Menschen leiden jeden Tag unter den Folgen der Katastrophe.

1.5. Im Inneren der Ruine

Die Berechnung zum Quellterm stützt sich auch auf die Bestimmung der in den Trümmern verbliebenen radioaktiven Stoffe. Aber auch diese ist kompliziert und die Menge kann nur sehr grob abgeschätzt werden.

Ursprünglich bestand die Kernladung aus 1.659 Brennelementen, die insgesamt 190,2 Tonnen Kernbrennstoff enthielten. Nur ein Teil des verbliebenen Brennstoffs ist in Form von Bruchstücken der ehemaligen Brennelemente innerhalb des Sarkophags verstreut. Mehrere Tonnen Brennstoff liegen als leicht freisetzbare Staub vor^{xxi}. Ein kleinerer Teil der radioaktiven Stoffe hat sich in Wasser gelöst. Ein großer Teil des Kernbrennstoffs ist durch den Unfall mit anderen Materialien zu einer Art "Lava" verschmolzen, zu einer Mischung aus Brennstoff mit Graphit und Betontrümmern. Das Volumen an radioaktiven Materialien hat sich dementsprechend drastisch vergrößert. Die Menge des verbliebenen Brennstoffs lässt sich daher nicht einfach bestimmen^{xxii}.

Die meisten Räume sind für kurze Zeit begehbar. Ein Vordringen in alle Bereiche ist auf Grund von Verschüttungen und extrem hoher Strahlenpegel nicht möglich^{xxiii}. Welcher Anteil des radioaktiven Inventars in den Reaktortrümmern blieb, konnte durch Messungen und später durch Bohrungen nur näherungsweise ermittelt werden. Nach Angaben der deutschen Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), die im Rahmen einer deutsch-französischen Initiative eine Datenbank zur radiologischen Situation des Sarkophags erstellte, sollen mindestens 150 Tonnen, wahrscheinlich aber rund 180 Tonnen im Gebäude verblieben sein. Im Reaktorraum selbst wird kein Brennstoff mehr vermutet.

Bei Betrachtung der aktuellen GRS-Daten der einzelnen Bereiche wird deutlich, dass noch immer bei den Mengenangaben für fast alle Bereiche des Gebäudes Unsicherheiten bestehen, die bei rund 30% liegen^{xxiv}. Ein internationales Expertenteam entwickelte vor

xix Strahlentelex Nr. 362-363, 2002

xx Ministerium für Finanzen und Energie des Landes Schleswig-Holstein: Gefahren der Atomkraft; 2. aktualisierte Auflage, Kiel, Mai 1999

xxi Nach Angaben der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, www.grs.de, eingesehen am 05.04.2002

xxii IKE 2005 s. o.

xxiii IKE 2005 s. o.

xxiv Pretzsch 2004, Radiological Hazards at the Chernobyl Shelter Site; 11th International Congress of the International Radiation Protection Association, Madrid 23-28 May 2004 .

einigen Jahren einen so genannten "Gamma-Locator", eine Messsonde, die ferngesteuert Strahlung im Gebäude misst und die Daten an einen Computer weiter gibt. Bei der Beschreibung der Erprobung dieses Messgeräts wird deutlich, wie komplex und mit welchen Unsicherheiten behaftet die Messung derartig inhomogener Strahlenquellen ist^{xxv}.

Trotz der vorhandenen Unsicherheiten suggerieren Veröffentlichungen von Vertretern der Atomindustrie, dass es eine Gewissheit über die Menge des verbliebenen Brennstoffs gibt (z.B. *"Verschiedene Untersuchungen, Messungen und Berechnungen ukrainischer und russischer Fachleute, auch unabhängiger westlicher Expertengruppen sowie internationaler Teams weisen aus, dass etwa 96% des Kernbrennstoffs in verschiedenen Modifikationen und an verschiedenen Stellen im Sarkophag verblieben sind"*^{xxvi}).

Auch wenn zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht geklärt ist, wie viel Kernbrennstoff sich im Gebäude befindet: Tatsache ist, dass es noch eine große Menge radioaktiver Stoffe ist. Diese stellen eine Gefahr für die Umwelt dar und können nicht sich selbst überlassen werden. Tatsache ist auch, dass die Probleme mit den Überresten des havarierten Reaktors erheblich dadurch verschärft werden, dass die Situation im Inneren des Sarkophags nicht genau bekannt ist.

1.6. Bau des Sarkophags

Nach dem Unfall wurde hastig eine Umhüllung um den Katastrophenreaktor erstellt – der so genannte Sarkophag entstand. Dieser wurde unter sehr schwierigen Randbedingungen auf den stehen gebliebenen Resten des alten Reaktorblocks errichtet^{xxvii}. Starke Strahlung verhinderte zum einen eine genaue Untersuchung der Standfestigkeit der bestehenden und weiter genutzten Baustrukturen. Zum anderen mussten viele Bauteile fernbedient montiert werden, wodurch diese nicht immer präzise angebracht werden konnten, so dass Öffnungen blieben^{xxviii}.

Weder bautechnische Vorschriften noch kerntechnische Normen und Sicherheitsanforderungen konnten im erforderlichen Umfang umgesetzt werden. So war dieser Sarkophag von Anfang an nicht als eine dauerhafte Lösung vorgesehen, sondern auf eine maximale Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren ausgelegt^{xxix}.

Auf der nördlichen Seite des Reaktors wurde eine Kaskadenwand errichtet. Diese besteht aus vier Betonstufen, der untere Bereich ist bis zu 20 Meter dick. Tausende Kubikmeter radioaktiver Müll – Trümmer des zerstörten Reaktors, Teile des Reaktorkerns und kontaminierter Erdboden – wurden in die Kaskadenwand einbetoniert. Vor die weitgehend erhalten gebliebene Westwand des Reaktorgebäudes wurde von außen eine Stahlhohlwand gestellt.

Als Stützkonstruktion für das Sarkophagdach wurden die Westwand und zwei auf der Ostseite erhalten gebliebene Luftschächte aus Stahlbeton verwendet. Auf dieser Stützkonstruktion liegen als Hauptstütze für das Dach zwei Stahlträger (B1 und B2). Stahlrohre mit einem Durchmesser von 1,2 Metern wurden auf die beiden Stahlträger gelegt und eine Dachkonstruktion aus Stahl und Dachplatten aufgesetzt.

Auf der Südseite wurden zwei große Stahlträger ("Mamont" und "Osminok") eingezogen. Diese beiden stützen sich auf Behelfsfundamente und auf verbleibende Teile des zerstörten

xxv A.V. Chesnolov 1999: Surface Activity Distribution Measurements and Establishments of a Dose Rate Map inside the Destroyed Chernobyl Reactor, Riso National Laboratory, Roskilde Denmark, 1999
xxvi IKE 2005 s. o.

xxvii GRS 2003, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, www.grs.de, eingesehen im März 2003

xxviii Borovoi 1996: the Sarcophagus of Unit-4 of the Chernobyl NPP, in: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz; Hrsg. A. Bayer et al.; Seminar des BfS und der SSK 1996

xxix Arcadis 2000: Die Umsetzung des "Memorandum of Understanding" zur Schließung des Standortes Tschernobyl, Arcadis Trischler & Partner GmbH, 2000;

Bachner 1997, D. Bachner et al.: Die Zukunft des Sarkophages in Tschernobyl, ein internationales Projekt; in: 21. GRS-Fachgespräch, Garching, 04. November 1997

Reaktors ab. Die Dachkonstruktion wurde nach Süden verlängert und geht dort in das Dach des Maschinenhauses über. Auch die Kaskadenwand wurde bis an das Dach geführt^{xxx}.

Am 30. November 1986, nach knapp sechs Monaten Bauzeit, stand der Sarkophag. Etwa 300.000 Menschen, vor allem Soldaten, waren an der Konstruktion beteiligt^{xxxi}. Das sowohl für zivile als auch für militärische Aufgaben zuständige Ministerium für Mittleren Maschinenbau, das über eigene militärische Einheiten verfügte, hatte den Bau erstellen lassen^{xxxii}.

Russische Ingenieure hatten 18 verschiedene Varianten, die sich in zwei Gruppen unterteilen lassen, für diese erste Schutzhülle vorgeschlagen. Eine Gruppe umfasste verschiedene Vorschläge für ein hermetisch abgeschlossenes Gebäude, z.B. in Form eines Bogens oder einer Kuppel.

Die zweite Gruppe schlug vor, so viel wie möglich von dem zerstörten Gebäude zu benutzen. Aufgrund der kürzeren Konstruktionszeit und den geringeren Kosten wurde diese Vorgehensweise ausgewählt – obwohl damit zwei wesentliche Nachteile verbunden waren (die nicht bekannte Stabilität der verbliebenen Strukturen und der nicht dichte Abschluss der Ruine). Die Vorgehensweise ermöglichte jedoch den Weiterbetrieb des angrenzenden Nachbarblocks, der über das gemeinsame Maschinenhaus und das Hilfsanlagegebäude mit dem explodierten Reaktor verbunden war^{xxxiii}.

2. Der Shelter Implementation Plan

Bei den Planungen zur Sanierung des baufälligen Sarkophags standen drei grundsätzliche Varianten zur Debatte: Verfüllung mit Beton, Stabilisierung der bestehenden Konstruktion sowie die Errichtung eines neuen Schutzbauwerks.

1992 schrieb die Ukraine auf internationaler Ebene einen Konzeptwettbewerb zur Überführung des explodierten Reaktors in einen sichereren Zustand aus. Mehr als 400 Vorschläge wurden eingereicht. Kein Vorschlag erfüllte jedoch die Anforderungen. Im Rahmen dieses Wettbewerbs favorisierte man die Variante eines neuen Schutzbauwerks^{xxxiv}.

1994 vergab dann die Europäische Kommission eine Machbarkeitsstudie zur Errichtung eines neuen Schutzes an das europäische Konsortium "Alliance". In dieser Studie entstand der Vorschlag, den zerstörten Block 4 sowie den unmittelbar angrenzenden und damals noch laufenden Block 3 einzuhüllen. Die Kosten nur für dieses Bauwerk wurden auf 3 bis 4 Milliarden US\$ geschätzt. Auch dieses Konzept wurde verworfen^{xxxv}.

Letztendlich fand kein in den Jahren 1992 bis 1996 von russischer, ukrainischer und westlicher Seite entwickeltes Konzept allgemeine Akzeptanz. Die Ergebnisse der Studien wurden international vor allem deshalb verworfen, weil die vorgeschlagenen technischen Lösungsansätze zu aufwändig und zu kostenintensiv waren.

Im Dezember 1995 wurde zwischen den G7-Staaten und der Ukraine ein "Memorandum of Understanding" (MoU) zur Schließung des AKW Tschernobyl vereinbart. Auf dieser Basis wurden von einer internationalen Expertengruppe unter der Leitung der Firma Arcadis Konzepte für kurz- und langfristige Maßnahmen erarbeitet. Das Ziel – die Entwicklung einer wirtschaftlich und technisch optimalen Lösung zur Überführung des Reaktorblocks 4 in einen für die Umwelt nachhaltig sicheren Zustand – konnte keiner der untersuchten Lösungsansätze zufrieden stellend erfüllen.

Daher empfahl die Untersuchung ein Vorgehen in mehreren Stufen. Dieses Konzept fand

xxx GRS 1996, s. o.

xxxi WISE News Communiqué, April 27, 2001

xxxii IKE 2005, s. o.

xxxiii Borovoi 1996, s. o.

xxxiv Borovoi 1996, s. o.

xxxv IKE 2005 s. o., Borovoi 1996 s. o.

die Zustimmung der Verantwortlichen in der Ukraine und den G7-Staaten. Der Durchführungsplan zur Sicherung des havarierten Reaktors wurde im Frühjahr 1997 durch Experten aus den USA, Japan, Europa und vom AKW Tschernobyl entwickelt^{xxxvi}.

Im Mai 1997 lag der Arbeitsplan, der so genannte Shelter Implementation Plan (SIP), vor. Es handelte sich dabei um ein technisch sehr komplexes Projekt, dessen Realisierung sich über acht bis neun Jahre erstrecken sollte. Der SIP wurde im Juni 1997 von der Ukraine und vom G7-Vorsitz unterzeichnet und ist seitdem Grundlage der internationalen Zusammenarbeit.

2.1. Zielsetzung

Der Shelter Implementation Plan (SIP) gliedert sich in 22 Teilprojekte (Tasks) mit insgesamt 248 Arbeitsschritten, ohne jedoch technische Lösungsvorschläge zu geben. Er definierte besonders vordringliche Aufgaben (Early Biddable Projects), die zunächst umgesetzt werden sollten. Der SIP beinhaltet auch die Integration von geplanten, laufenden oder abgeschlossenen bilateralen und ukrainischen Projekten sowie die Optimierung des Genehmigungsprozesses.

Die Hauptaufgabenbereiche des umfangreichen SIP sind allgemein gehalten, sie lauten:

1. Reduzierung der Wahrscheinlichkeit eines Einsturzes der Ruine,
2. Reduzierung der radiologischen Auswirkungen im Falle eines Einsturzes,
3. Verbesserung der nuklearen Sicherheit innerhalb des Sarkophags,
4. Verbesserung der Sicherheit des Personals und der Umwelt,
5. Entwicklung einer Strategie für eine langfristige Standortsanierung^{xxxvii}.

Die von Anfang an verhältnismäßig lange Laufzeit des Sanierungsprojekts beruht im Wesentlichen auf zwei Umständen: Zum einen herrschen schwierige Arbeitsbedingungen auf Grund hoher Strahlenbelastungen und eingeschränkter Standfestigkeit des vorhandenen Bauwerks; zum anderen können viele technische Einzelheiten, deren Kenntnis für die Planung einzelner Arbeitsschritte notwendig ist, erst im Verlauf der Arbeiten bestimmt werden. Eine kürzere Laufzeit war aber nicht nur aus technischen, sondern auch aus ökonomischen Gründen nicht möglich^{xxxviii}.

Die Ziele des Shelter Implementation Plan (SIP) zur Sanierung des Sarkophags sind pragmatisch und überwiegend von begrenzter Reichweite: Die Ruine soll mittelfristig sicherer gemacht werden, damit Zeit gewonnen wird, eine langfristige Lösung zu entwickeln^{xxxix}. Die Umsetzung einer langfristigen Lösung für den explodierten Reaktor sieht der Arbeitsplan jedoch nicht vor. Beabsichtigt ist lediglich, einen stabilen Zustand für die nächsten 50 bis 100 Jahre zu erreichen. Wesentlich für die Umsetzung dieses mittelfristigen Ziels ist die Errichtung eines neuen Einschlusses (New Safe Confinement) des zerstörten Reaktors.

2.2 Kosten

Die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (European Bank for Reconstruction and Development, EBRD) übernahm die administrative Leitung des Shelter Implementation Plan und richtete den Chernobyl Shelter Fund (CSF) ein. Die Geberländer veranstalten regelmäßig Treffen und beaufsichtigen die Projektdurchführung durch die Bank.

Die Gesamtkosten wurden zu Beginn auf 768 Mio. US\$ geschätzt. Der größte Teil sollte von den G7-Staaten und der Europäischen Union bereitgestellt werden. Die Ukraine verpflichtete sich zu Zahlungen in Höhe von 50 Mio. US\$^{xl}. Die G7-Konferenz im Juni 1997 stellte die ersten 300 Mio. US\$ bereit. Inzwischen zahlen 28 Länder in den CSF ein^{xli}.

xxxvi Arcadis 2000, s. o.

xxxvii Arcadis 2000, s.o.; GRS 2003, s.o.

xxxviii IKE 2005, s. o.

xxxix Bachner 1997, s. o.

xl WISE News Communiqué, April 27, 2001

xli EBRD (European Bank for Reconstruction and Development), Press release 26 April 2005, unter www.ebrd.com, eingesehen im Februar 2006

Nach offiziellen Angaben lagen die Arbeiten im Jahr 2002 noch im Rahmen des Budgets und eine Überschreitung wurde nicht erwartet. Im August 2003 gab der ukrainische Energieminister dann bekannt, dass der Shelter Implementation Plan mehr Geld als veranschlagt erfordere. Die erhöhten Kosten wurden Arbeitsschutzbestimmungen am zerstörten Reaktor und gestiegenen Finanzierungskosten zugeschrieben^{xlii}.

Anfang 2004 wurden die Kosten auf 978 Mio. US\$ geschätzt^{xliii}. Seit Frühjahr 2005 werden die geschätzten Kosten mit 1.091 Milliarden US\$ angegeben, das entspricht einer Kostensteigerung von über 40 Prozent.

Bei der Gebersversammlung im April 2005 in London, an der Russland zum ersten Mal teilnahm, stellten die G8 weitere 185 Mio. US\$ bereit. Die Europäische Kommission sagte dort 61,8 Mio. US\$ zu. Das macht sie zum Hauptgeldgeber mit insgesamt 239,5 Mio. Euro^{xliiv}.

2.3. Probleme bei der Umsetzung

Die Umsetzung des Shelter Implementation Plans (SIP) und damit auch die Einhaltung des Zeitplans gestaltet sich bisher mehr als problematisch. Im Jahr 2002 kam die Umsetzung deutlich ins Stocken^{xlv}. Auf internationalen Druck wies der ukrainische Präsident seine Regierung im Mai 2002 an, die Schwierigkeiten zu beseitigen und dem SIP die geforderte "kontinuierliche organisatorische Aufmerksamkeit" zu widmen^{xlvi}. Die Geberländer hatten zuvor diplomatische Schritte gegen die Ukraine in Erwägung gezogen.

Im August 2003 beschloss die Regierung der Ukraine ein Tschernobyl-Gesamtprogramm festzulegen. Vorher wurden die Tschernobyl-Aktivitäten in einzelnen, kurzzeitigen Projekten durchgeführt^{xlvii}. Außerdem wurden angeblich in einigen Fällen Tschernobyl-Haushaltsmittel zur Finanzierung anderer Aufgaben verwendet^{xlviii}. Die Zuständigkeit für das AKW Tschernobyl sollte vom Energieministerium, das den Tschernobyl-Fragen nicht genügend Aufmerksamkeit widmen könne, an das Katastrophenschutzministerium übergeben werden^{xlix}.

Die Voraussetzungen für die Umsetzung des SIP wurden in den Jahren 2002 und 2003 von der ukrainischen Regierung zwar geschaffen, das technische Konzept der neuen Schutzhülle wurde jedoch zum wiederholten Mal in Frage gestellt. Eine von einem ukrainischen Professor geführte Gruppe sprach sich gegen die Pläne des SIP aus und verfocht stattdessen das "Monolith" Konzept, das russische Wissenschaftler Jahre zuvor vorgeschlagen hatte. Die Gruppe hatte Verbündete unter den Parlamentariern, die den Behörden Misswirtschaft bei den gesamten Tschernobyl-Fragen vorwarfen und eine parlamentarische Untersuchung fordertenⁱ.

Ein Mitglied des Parlamentsausschusses für Energiefragen vertrat im Dezember 2003 die Meinung, dass die Regierung das westliche Geld für unnötige Beratungsleistungen und für Planungen aussichtsloser Projekte ausbebe. Der Abgeordnete betonte, dass, solange sich radioaktive Stoffe unter dem Sarkophag befinden werden, Tschernobyl für die Umwelt eine Gefahr darstelleⁱⁱ.

Letztendlich wurde das Konzept des New Safe Confinement nach langen heftigen Diskussionen im Juli 2004 vom Ukrainischen Kabinett angenommenⁱⁱⁱ.

xlii Nucleonics Week, August 28, 2003

xliii Nucleonics Week, March 18, 2004

xliiv Nucleonics Week, May 19, 2005

xlv Nucleonics Week, March 15, 2002

xlvi Nucleonics Week, June 20, 2002

xlvii International Chernobyl Center for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology (ICC), News 07.08.2003, www.chornobyl.net, eingesehen im März 2004

xlviii Nucleonics Week, May 22, 2003

xlix Belarus News, Meldung vom 17.12.2003, www.belarusnews.de, eingesehen im März 2004

i Nucleonics Week, December 4, 2003

ii Belarus News, Meldung vom 17.12.2003, www.belarusnews.de, eingesehen im März 2004

iii Nucleonics Week, October 6, 2005

Aber das Konzept des New Safe Confinement, wegen seiner Bogenform auch Bogen-Konzept (Englisch: arch-concept) genannt, blieb auch im Jahr 2004, während bereits die Ausschreibung zur Errichtung lief, Gegenstand kontroverser Diskussionen. Ukrainische und russische Gegner des Bogen-Konzepts forderten die ukrainische Regierung erneut auf, dieses aufzugeben und ein anderes Schutzkonzept zu wählen. Nach Meinung der Kritiker lagen die bisherigen zeitlichen Verzögerungen des SIP in dem nicht ausgereiften Konzept begründet. Laut Auffassung der Wissenschaftler erfüllt das Bogen-Konzept weder die gesetzten eigenen Ziele noch die nationalen Interessen der Ukraine. Das gelte insbesondere deshalb, weil für die Beschäftigten hohe Strahlendosen zu erwarten seien und das Konzept hohe finanzielle Aufwendungen über einen langen Zeitraum erfordere.

Als vor mehr als zehn Jahren die Errichtung einer neuen Schutzhülle als grundsätzliche Lösungsvariante für den explodierten Reaktor 4 gewählt wurde, waren auch der Abbau des alten Reaktors und die Bergung der brennstoffhaltigen Massen beabsichtigt. Diese sind jetzt nicht mehr Gegenstand des Projekts. Laut Kritikern, um die Projektkosten signifikant zu senken. Die Kritiker fordern deshalb, die internationalen Geldgeber darüber zu informieren, dass das New Safe Confinement die Probleme nicht löst. Das später verworfene Projekt, das das internationale Konsortium Alliance 1995 unter französischer Leitung konzipiert hatte, sah zwar auch einen bogenförmigen Schutz vor, allerdings aus Stahlbeton, der eine stärkere Abschirmung gewährleisten könnte.

Als Alternative zum jetzigen technischen Konzept wurde von dem staatseigenen Forschungs- und Entwicklungsbüro Yuzhnoye das "Dock-Caisson"-Konzept entwickelt. Die Auslegung ist ähnlich dem Bogen-Konzept, die Schutzhülle besteht auch aus einer Metall-Struktur, die außerhalb des Sarkophags errichtet und dann über diesen geschoben werden soll. Das Projekt beinhaltet aber zusätzlich die Verwendung mobiler Geräte, um die brennstoffhaltigen Massen zu bergen.

Eine andere Variante basiert auf dem "Monolith" Konzept, das 1991 von russischen Spezialisten vorgeschlagen wurde. Das Projekt sieht die Verfüllung der Räume, die die größten Mengen an radioaktivem Material enthalten, mit speziellem Beton vor, um den Sarkophag zu stabilisieren und eine Minimierung der radioaktiven Freisetzungen zu erreichen^{liii}.

Neben der Kritik am technischen Konzept wurde häufig Kritik an der Rolle der westlichen Firmen im SIP geäußert. Der Leiter des Parlamentarischen Komitees der ökologischen Konsequenzen von Tschernobyl vermutete, dass die Ukrainer vor allen Dingen die gefährlichen Arbeiten ausführen werden, während andererseits 70 bis 80 Prozent der Verträge von den Unternehmen der Geberländer ausgeführt würden. Laut EBRD sind 60 Prozent der Subunternehmen der beiden Konsortien, die sich für den Bau des NSC beworben haben, Unternehmen aus der Ukraine^{liv}.

Die Regierung der Ukraine und die EBRD einigten sich im Juni 2005 auf die Wiedereinrichtung eines gemeinsamen Komitees, das die Arbeiten für das New Safe Confinement beaufsichtigen soll. Das Komitee solle sofort reagieren, falls Probleme während der Durchführung des SIP auftreten. Laut Hans Blix, Vorsitzender der Gebersammlung des Chernobyl Shelter Fund (CSF), erfordere das Projekt jetzt "top-level" Unterstützung der Ukrainischen Regierung^{lv}.

Auch unabhängig von Schwierigkeiten auf politischer Ebene verlängerte sich die Planungsphase für die einzelnen Schritte aufgrund technischer Probleme, die bei der Umsetzung der im Shelter Implementation Plan oft sehr allgemein gehaltenen Angaben auftraten. Auch die konkrete Ausführung dauert aufgrund verschiedenster Probleme zum Teil deutlich länger als erwartet.

Der mit dem SIP vereinbarte Zeitrahmen sah ursprünglich 8 bis 9 Jahre für die Umsetzung

liii Nucleonics Week, November 25, 2004

liv Nucleonics Week, May 19, 2005

lv Nucleonics Week, July 14, 2005

des Plans vor^{vi}, das Ende war für 2005/2006 geplant^{vii}. Im Jahr 2002 wurde bereits von einem Zehnjahresplan gesprochen, dessen "fristgerechtes" Ende mit dem Jahr 2007 terminiert wurde^{viii}. Der Zeitplan wurde immer wieder geändert. Der Bau des New Safe Confinement rückte immer weiter nach hinten. Der Bau sollte ursprünglich 2004 beginnen und wird nun voraussichtlich in diesem Jahr starten. Im Frühjahr 2005 wurde noch die Fertigstellung im Jahr 2009, etwas später dann im Jahr 2010 erwartet^{lix}. Seit Februar 2006 wird von offizieller Seite 2011 als Jahr der Fertigstellung genannt^{lx}.

Es scheint, dass mehr Komplikationen auftreten, je konkreter die geplanten Arbeiten werden. Die im Vorfeld aufgestellten Zeitpläne stellen sich als vollkommen unrealistisch heraus.

2.4. Stabilisierung des alten Sarkophags

In den ersten zwei, drei Jahren des Shelter Implementation Plans (bis 1999) wurden nur die dringendsten Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt. Die beiden Dachträger B1 und B2^{lxi} und der Schornstein zwischen den Blöcken 3 und 4 wurden stabilisiert^{lxii}.

Weitere Stabilisierungsmaßnahmen wurden über mehrere Jahre diskutiert^{lxiii}, aber nichts geschah. Erst im Juli 2004 kam es zum Vertragsabschluss mit der russischen Firma AtomStroyExport (ASE) und der ukrainischen Firma YuzhTeploEnergoMontazh^{lxiv}. Laut Pressemeldungen war dieses Konsortium der einzig qualifizierte Anbieter. Insgesamt waren zwei Angebote für die Stabilisierungsarbeiten eingegangen. Das zweite Angebot reichte ein Konsortium westlicher Unternehmen unter der Leitung des französischen Bauunternehmens Vinci ein. Diese Gruppe bot jedoch nur einen Teil der Arbeiten an^{lxv}.

Nach einer langen Pause wurden im November 2004 dann endlich die dringend erforderlichen Stabilisierungsmaßnahmen fortgesetzt. Im Mai 2005 begannen die Arbeiten an einem der beiden Stahlträger (Mamont, Englisch: "Mammoth"), die das Dach halten. Die Arbeiten waren unterteilt in die Verstärkung der östlichen und der westlichen Stütze des Stahlträgers und sollten im Juni 2005 beendet sein^{lxvi}.

Die Verstärkung der westlichen Stütze des Stahlträgers, die ursprünglich als eine der leichtesten Maßnahmen des Stabilisierungsprojektes betrachtet worden war, wurde allerdings erst im November 2005 beendet. Untersuchungen zeigten das Vorhandensein einer unerwartet starken Strahlung auf dem Baugelände, dieses erforderte eine Änderung der Auslegung, stärkere Abschirmungen und längeres Training der Beschäftigten^{lxvii}.

Ein Teil der Stabilisierungsarbeiten musste im Mai 2005 für etwa zwei Monate unterbrochen werden, da es zu einer internen Strahlenbelastung der Beschäftigten kam. Es wurde nur bekannt, dass die Kontamination während der Stabilisierungsmaßnahmen am Kamin der Entlüftungsanlage auftrat. Dieser wurde beim Reaktorunfall schwer beschädigt und kippte um rund einen Meter zu Seite. Um das Risiko eines Zusammenbruchs zu verringern, wurden sieben zusätzliche Metallstützen unterhalb der Bodenplatte installiert. Dazu musste erst die Bodenplatte verstärkt werden.

Ivi Nucleonics Week, March 15, 2002

Ivii WISE News Communiqué, June 18, 1999

Iviii Nucleonics Week, June 20, 2002

Ilix Nucleonics Week, January 19, 2006

Ix ChNPP Information Department :Joint Committee "Ukraine - EBRD" has discussed ChNPP shutdown and "Shelter" transformation 20/02/2006, <http://new.chnpp.gov.ua> eingesehen im Februar 2006

Ixi Nucleonics Week, December 2, 1999

Ixii WISE News Communiqué, April 27, 2001

Ixiii Gesellschaft für Reaktorsicherheit, www.grs.de, eingesehen am 21.03.03

Ixiv Nucleonics Week, January 19, 2006

Ixv Nucleonics Week, December 4, 2003

Ixvi Nucleonics Week, April 28, 2005

Ixvii Nucleonics Week, November 17, 2005

Die gefährlichsten Arbeiten wurden innerhalb der Räume des Reaktors 4 ausgeführt, dort ist die Strahlung hoch und die Struktur sehr instabil. Jede Arbeitsschicht darf nicht länger als eine Stunde dauern. Aber auch dort, wo die Fundamente für die speziellen Metallstützen gebaut werden müssen, ist die Strahlendosisleistung 2.500 mal höher als die Hintergrundstrahlung in Kiew.

Das Sicherheitskomitee, das seit letztem Jahr die Stabilisierungsarbeiten überwacht und in dem auch die Betreiber des AKWs und die EBRD vertreten sind, gab am 21. Juli 2005 bei seinem ersten Treffen die Erlaubnis zur Wiederaufnahme der besonders riskanten Arbeiten am Sarkophag. In Zusammenhang mit der unerwartet hohen Strahlenbelastung der Beschäftigten wurde geäußert, dass früher unerlaubte Strahlenbelastungen nicht entdeckt worden waren, denn erst die EBRD fordere eine vollständige medizinische Überwachung aller Personen, die an der Stabilisierung arbeiten. Diese existierte bisher nicht.

Die Rekrutierung von Personal erwies sich als ein kritischer Punkt für die Stabilisierungsmaßnahmen. Es werden zwar Roboter eingesetzt, aber die Hauptarbeit musste – genau wie bei der Errichtung des Sarkophags – von Menschen (damals "Bioroboter" genannt) erledigt werden. Eine medizinische Untersuchung hatte dazu geführt, dass rund 40% der BewerberInnen zurückgewiesen wurden, da diese an den verschiedensten Krankheiten litten. Ein personeller Engpass entstand und die Arbeiten verzögerten sich. Die Stabilisierungsfirmen versuchten Beschäftigte von Firmen, die an anderen AKW Standorten arbeiten, anzuheuern. Im Vorfeld waren sie davon ausgegangen, vor Ort genug KandidatInnen zu finden, da die Löhne mit mehr als 1.000 US\$ pro Monat vergleichsweise hoch sind^{lxviii}.

Durchschnittlich sind zurzeit rund 120 bis 150 Personen bei Stabilisierungsmaßnahmen am Sarkophag und in der Nähe beschäftigt. Sie werden alle im Trainingscenter ausgebildet und werden laut Leitung des AKW Tschernobyl kontinuierlich überwacht. Ukrainische Experten haben Schutzkleidung aus Blei, die mehr als 10 Kilogramm wiegt, entwickelt^{lxix}.

Die Sanierung des Sarkophags soll bis Ende 2006 abgeschlossen sein. Ende 2005 waren erst drei der acht Stabilisierungsprojekte beendet. Zielsetzung der Maßnahmen ist, den existierenden Sarkophag für 15 Jahre zu stabilisieren, um die Errichtung des neuen Shelters (NSC), den Abbau instabiler Strukturen und die Bergung der brennstoffhaltigen Materialien zu ermöglichen^{lxx}.

Für 2006 ist die Modernisierung der Überwachungsanlage für den Sarkophag geplant. Im November 2003 fand der Vertragsabschluss mit einem internationalen Konsortium unter der Leitung von Ansaldo für ein schlüsselfertiges integriertes automatisches Kontrollsystem (IACS) statt. Das IACS soll den Zustand der brennstoffhaltigen Massen, den Zustand der Gebäudestruktur, die Strahlung innerhalb und außerhalb des Sarkophags und die seismischen Bedingungen überwachen^{lxxi}.

Während der bisherigen Stabilisierungsarbeiten wurde an einigen Stellen entdeckt, dass die Baustrukturen noch instabiler waren als vorher angenommen. Dadurch wurde die Arbeit wesentlich komplizierter, Änderungen waren notwendig, die die Planungen zunichte machten und rasche Entscheidungen vor Ort erforderten.

2.5. New Safe Confinement

In den Jahren 2001 bis 2003 erstellte ein internationales Konsortium unter der Leitung des Unternehmens Bechtel (San Fransisco) die Pläne für die neue Schutzhülle des explodierten Reaktorblocks 4. Die Entwurfsarbeiten sehen eine Stahlkonstruktion in Form eines Bogens vor, die außerhalb des Sarkophags errichtet und dann über den Sarkophag geschoben werden soll. Die Stahlhülle ist etwa 20.000 Tonnen schwer und fast 125 Meter hoch (dies

^{lxviii} Nucleonics Week, July 28, 2005; Nucleonics Week, December 16, 2004

^{lxix} Nucleonics Week, July 28, 2005

^{lxx} Nucleonics Week, January 19, 2006

^{lxxi} Nucleonics Week, January 19, 2006

entspricht einem 35-stöckigen Haus). Die zerstörten Überreste des Reaktorblocks 4 und der Sarkophag sollen mit diesem passend gefertigten, wetterfesten Schild überdeckt werden. Eine Seite des Schutzes wird komplett verschlossen, die andere wird den Gebäuden des Reaktorblocks 3 angepasst. Aufgrund des teilweise tödlichen Strahlenniveaus ist ein Aufbau direkt über dem alten Sarkophag unmöglich. Daher wird die neue Konstruktion abseits der Anlage gefertigt und dann auf den Sarkophag geschoben. Für die "Schienen" werden Pfähle in dichtem Abstand in den Boden gehauen und die Zwischenräume mit Beton ausgefüllt. Dann wird alles mit Platten aus rostfreiem Stahl bedeckt. Zum besseren Gleiten werden die Schienen mit einem Schmiermittel bestrichen, und unter der neuen Stahlkonstruktion Teflonplatten befestigt. Das New Safe Confinement wird die größte je gebaute bewegliche Struktur^{lxxii}.

Die Planer wählten laut eigenen Angaben eine "altbewährte" Stahlkonstruktion – statt einer neuen, nicht erprobten Technik – um gefährliche Reparatur- und Wartungsarbeiten zu minimieren. Ein so gigantisches technisches Projekt wird sich jedoch nicht ohne technische Schwierigkeiten durchführen lassen. Darüber hinaus werden die Bedingungen vor Ort, vor allem das hohe Strahlenniveau, die Arbeit gefährlich und kompliziert machen.

Die neue Schutzhülle soll laut Auslegung für einen Zeitraum von 50 bis 100 Jahren sowohl das Eindringen von Wasser als auch die Freisetzung von radioaktivem Staub verhindern. Sie soll weiterhin den Abbau der instabilen Strukturen der Ruine und zu einem späteren Zeitpunkt auch die Bergung der brennstoffhaltigen Massen ermöglichen^{lxxiii}.

Am 11. März 2004 veröffentlichte die EBRD die Ausschreibung für die Errichtung des New Safe Confinement. Die Ausschreibung wurde in zwei Stufen durchgeführt. An der ersten Stufe beteiligten sich drei Gruppen. Ein Angebot kam von der Novarka Gruppe. Diese wird von der französischen Baufirma Vinci geleitet, eingebunden sind auch die deutschen Firmen Hochtief und Nukem sowie einige ukrainische Firmen. (Vinci war Teil des Konsortiums Alliance, das die Originalidee der Konstruktion eines neuen Shelters hatte^{lxxiv}.) Die zweite Gruppe wird von der amerikanischen Firma CH2M Hill geleitet und schließt die großen ukrainischen Baufirmen Interbudmontazh und Yuzmontazh ein. Als dritte Gruppe beteiligte sich die Aleksandroff Gruppe aus Frankreich (unter der Leitung zweier aus Russland stammender Architekten).

Die Aleksandroff Gruppe hatte ein anderes Konzept für die Schutzhülle, als in der Ausschreibung verlangt wurde, angeboten. Ihr Angebot sah auch den Abbau der Ruine, der durch den Nachbarblock erfolgen sollte, vor. Als Schutzhülle war eine Aluminiumstruktur geplant, die weniger massiv als eine Stahlkonstruktion ist. Einige der beteiligten Unternehmen zogen ihre Teilnahme am Konsortium kurzfristig – angeblich auch auf politischen Druck – zurück. Da das Angebot nicht vollständig war, wurde es von der EBRD abgelehnt^{lxxv}.

Die beiden verbliebenen Konsortien wurden im September 2005 eingeladen, an der zweiten Stufe der Ausschreibung, die auch Kostenangaben beinhaltet, teilzunehmen. Die Novarka Gruppe nannte Kosten in Höhe von insgesamt 450,6 Mio. US\$, CH2M Hill sogar Kosten in Höhe von 598,3 Mio. US\$. Bei Öffnung der Angebote im November 2005 hieß es, der Gewinner solle noch Ende 2005 bekannt gegeben werden^{lxxvi}.

Im Januar 2006 ließ die EBRD dann verlauten, dass die Vertragsunterzeichnung zum Bau des New Safe Confinement für Mitte März 2006 erwartet werde. Nach einem zusätzlichen Monat der Prüfung der beiden Angebote sollten im Februar die Stellungnahmen zu den Angeboten präsentiert werden^{lxxvii}. Bei der Geberversammlung im Februar 2006 wurde über

lxxii The Washington Post, 10. Jan. 2003

lxxiii Kondratyev 2003: Status of the SIP Design and their Technical Evaluation; Eurosafe 2003

lxxiv Nucleonics Week, December 4, 2003

lxxv Nucleonics Week, November 25, 2004

lxxvi Nucleonics Week, October 6, 2005

lxxvii Nucleonics Week, January 19, 2006

die Errichtung des New Safe Confinement diskutiert. Bekannt wurde bisher nur, dass auf der nächsten Sitzung vom 14. bis 17. März weiter diskutiert werden soll. Der Gewinner wird wohl frühestens dann bekannt gegeben^{lxxviii}.

2.6 Ungelöste Bergung der radioaktiven Stoffe

Während und nach der Explosion des Reaktors entstanden aus dem Kernbrennstoff auf Grund physikalischer und thermo-chemischer Prozesse verschiedene Modifikationen, die mit anderen Materialien verschmolzen oder sich mit diesen vermischten. Dadurch wurden ursprünglich nicht radioaktive Materialien (z.B. Bautrümmer) kontaminiert. Das Volumen an radioaktiven Materialien im Sarkophag hat sich dementsprechend drastisch vergrößert. Das zu entsorgende Volumen wird auf mehrere 100.000 m³ geschätzt^{lxxix}.

Im SIP ist nicht festgelegt, was mit diesen brennstoffhaltigen Massen im Inneren des zerstörten Reaktorblocks 4 geschehen soll. Bisher ist weder geklärt, wann die radioaktiven Stoffe geborgen werden sollen, noch wie ein Konzept zur Bergung überhaupt aussehen könnte. Klar ist lediglich, dass die Bergung der riesigen Mengen radioaktiver Stoffe nicht innerhalb des Shelter Implementation Plan durchgeführt wird. Das heißt insbesondere, dass dafür im Rahmen dieses Planes keine finanziellen Mittel vorgesehen sind.

Zwar wird oft betont, wesentliches Element des SIP sei die Entwicklung einer Langzeitstrategie für die Bergung der brennstoffhaltigen Massen. Oft wird jedoch nicht dazu gesagt, dass diese Bergung erst zu einem späteren, noch nicht genannten Datum, durchgeführt werden soll.

Die bisher nicht vorgesehene Bergung der brennstoffhaltigen Massen steht im Widerspruch zu der Tatsache, dass die Gefährdungen gerade von diesen hoch radioaktiven Materialien ausgehen. Ein deutlicher Schritt in Richtung einer Gefahrenabwendung ist daher noch nicht vollzogen. Nicht nur ukrainische Politiker und Experten weisen seit langem darauf hin, dass es nicht akzeptabel sei, die Probleme mit den Überresten des explodierten Reaktors späteren Generationen zu überlassen.

Vielfach wird behauptet, die brennstoffhaltigen Massen können erst nach 30 bis 50 Jahren entfernt, bzw. Pläne für die Bergung können erst erstellt werden, wenn in der Ukraine ein geeignetes geologisches Endlager zu Verfügung steht. Tatsache ist jedoch, dass in der Ukraine eine Langzeitstrategie für die Behandlung der brennstoffhaltigen Massen und langlebigen radioaktiven Abfälle entwickelt werden muss. Dazu gehört auch die Errichtung von Zwischenlagern für langlebige und hoch radioaktive Abfälle, in denen dann auch die brennstoffhaltigen Massen aus dem explodierten Reaktor gelagert werden könnten. Es gibt daher keinen technischen Grund, die Bergung der brennstoffhaltigen Massen zu verzögern. Auch aus dem Gesichtspunkt der Vermeidung von Strahlenbelastungen für die Beschäftigten begründet sich die Verzögerung nicht. Denn aufgrund des hohen Anteils von langlebigen radioaktiven Stoffen wird die Strahlenbelastung in 50 Jahren noch annähernd genauso hoch sein und die Bergung wird größtenteils ferngesteuert erfolgen müssen^{lxxx}.

Laut aktueller Angabe wollen die Betreiber des AKW Tschernobyl bis 2013 eine Strategie zur Handhabung der brennstoffhaltigen Massen und anderer radioaktiver Abfälle entwickeln^{lxxxi}. Selbst wenn die Entwicklung einer derartigen Strategie gelingt, bleibt die Finanzierung fraglich. Genauso fraglich bleibt nach wie vor auch, wann die Bergung stattfinden soll. Dass dieses zu ernsthaften Schwierigkeiten führen wird, ist vorprogrammiert, da als Ziel für die Stabilisierung des Sarkophags nur ein verhältnismäßig kurzer Zeitraum (15 Jahre) gesetzt wurde^{lxxxii}. Ganz davon abgesehen, ob sich diese Zielsetzung überhaupt realisieren lässt, ist aus heutiger Sicht unvorstellbar, dass innerhalb dieses Zeitrahmens auch noch die Bergung der brennstoffhaltigen Massen stattfindet.

^{lxxviii} CHNPP [Information Department](#) 20/02/2006

^{lxxix} IKE 2005, s.o.

^{lxxx} IAEA, s. o.

^{lxxxi} Nucleonics Week, January 19, 2006

^{lxxxii} Nucleonics Week, April 28, 2005

3. Gefährdung durch den havarierten Reaktorblock 4

Es ist zu beobachten, dass im Vorfeld des 20. Jahrestags des katastrophalen Reaktorunfalls von Vertretern der Atomindustrie und der IAEA die Tschernobyl-Debatte von den gesundheitlichen Auswirkungen zu einer wirtschaftlichen Neuentwicklung der Tschernobyl-Zone verschoben werden soll. Dazu ist es dringend erforderlich, den AKW Standort Tschernobyl für ungefährlich zu erklären.

Die Realität zeigt ein ganz anderes Bild vom Standort. Der explodierte Reaktor stellt nach wie vor eine Gefahr für die dort Beschäftigten und die Bevölkerung in der Umgebung dar.

Aufgrund der Brennstoffansammlungen in der Ruine bestehen zwei Hauptgefahren:

- Das Aufflackern einer Kettenreaktion mit erneuter radioaktiver Freisetzung,
- der Einsturz der Ruine mit einer Freisetzung staubförmiger radioaktiver Stoffe.

3.1. Gefahr eines Einsturzes

Der schleppende Fortgang der Stabilisierungsmaßnahmen steht in krassem Widerspruch zu den Gefahren, die von dem Sarkophag ausgehen.

Die Angaben zur Auslegungsdauer der Baukonstruktion schwanken von "20 bis 25" bis "maximal 30" Jahre. Die veranschlagte Auslegungszeit endet folglich noch in diesem oder in einem der nächsten Jahre. Die Experten schlagen jedoch bereits seit Jahren Alarm, der Zustand des Sarkophags sei unakzeptabel, die Wände des Sarkophags hätten Spalten, die Decke senke sich herab^{lxxxiii}. Überwachungssysteme, die den Zustand des Sarkophags überwachen sollen, würden wegen fehlender Mittel nicht instand gehalten^{lxxxiv}.

Trotz unterschiedlicher und zum Teil widersprüchlicher Informationen über den baulichen Zustand und den davon ausgehenden Gefährdungen besteht jedoch – unbestritten von allen Fachleuten – eine große Einsturzgefahr. Unstrittig ist auch, dass diese Gefahr von Jahr zu Jahr wächst.

Die errechnete Wahrscheinlichkeit für einen Zusammenbruch des Sarkophags ist hoch, sie beträgt 0,1 pro Jahr^{lxxxv}. Durch die Stabilisierungsmaßnahmen, die innerhalb des Shelter Implementation Plans durchgeführt werden, ist beabsichtigt, die Einsturzwahrscheinlichkeit von 0,1 auf 0,001 pro Jahr zu verringern^{lxxxvi}. Noch ist nicht sicher, dass dies gelingt. Bisher wurde nicht einmal die Hälfte der Stabilisierungsarbeiten durchgeführt. Bei den bisherigen Arbeiten zeigte sich, dass die Überreste des Reaktors an einigen Stellen instabiler sind als erwartet. Aber selbst, wenn es gelingt, die Einsturzwahrscheinlichkeit auf 0,001 pro Jahr zu reduzieren, ist diese zwar deutlich geringer als vorher, aber nicht so klein, dass die Gefahr eines Einsturzes praktisch ausgeschlossen werden kann.

Bei der Bewertung der ermittelten Einsturzwahrscheinlichkeit ist weiterhin zu berücksichtigen, dass dieser Wert keine feste Zahl ist, sondern genau wie die Einsturzgefahr aus zweierlei Gründen signifikant zunimmt.

Zum einen finden im Inneren der Ruine Korrosionsprozesse, insbesondere an durch den Unfall geschädigten Stellen, statt. Die großen Mengen an Wasser innerhalb der Ruine beschleunigen diese Entwicklung.

Weitere Risikofaktoren sind zum Beispiel Brände im Inneren des Sarkophags, Naturereignisse (Erdbeben, große Schneelasten, Sturm, Überflutung) oder ein Flugzeugabsturz^{lxxxvii}. Bisher ist der Sarkophag dagegen nicht ausgelegt. Da auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von extremen Wetterereignissen (z.B. Unwetter mit orkanartigen Stürmen und starken Niederschlägen oder sehr starker Schneefall) durch den

^{lxxxiii} Belarus News, Meldung vom 02.03.2004, www.belarusnews.de, eingesehen im März 2004

^{lxxxiv} Nuclear Engineering International, December 2002

^{lxxxv} Kondratyev 2003: Status of the SIP Design and their Technical Evaluation; Eurosafe 2003

^{lxxxvi} Kondratyev 2003, s.o.

^{lxxxvii} Bachner 1997, s. o.

Klimawandel nachweislich signifikant zunimmt, wächst damit auch die Einsturzgefahr. Inwieweit bei der Zielsetzung der Stabilisierungsmaßnahmen berücksichtigt wurde, dass die Gefährdung mit der Zeit wächst, bleibt fraglich.

Die Standsicherheit wird vor allem durch horizontale Lasteinwirkungen gefährdet, die z.B. bei Stürmen, die in der Gegend nicht selten sind, auftreten. Eine erhebliche Gefährdung droht auch durch Erdbeben. Tschernobyl liegt zwar auf der "Russischen Platte", die sich durch wenig seismische Aktivität auszeichnet, jedoch ist in den rund 700 Kilometer entfernten Karpaten mit stärkeren Beben zu rechnen. Im Jahre 1990 war die Baukonstruktion bereits einem mittlerem Beben ausgesetzt. Dieses führte zwar nicht zu einem Zusammenbruch, aber zu Rissen in der Gebäudestruktur^{lxxxviii}.

Da die Gefahr eines Einsturzes groß ist, wurden mehrfach die radiologischen Folgen eines derartigen Ereignisses errechnet^{lxxxix}.

In der Ruine befinden sich riesige Mengen an radioaktivem Staub. Dieser entstand im Wesentlichen während des Reaktorunfalls 1986. Jetzt, 20 Jahre nach dem Unfall, hat der feine Staub Wände und Decken durchdrungen und ist überall aerosolförmig in der Luft. Mit Hilfe des Staubunterdrückungssystems, das seit 1990 arbeitet^{xc}, wird versucht, den Staub durch Besprühen mit Polymer-Lösungen zu binden. Jedoch entsteht durch Zersetzungsprozesse an den Oberflächen der brennstoffhaltigen Stoffe kontinuierlich neuer Staub.

Die typische Partikelgröße der radioaktiven Aerosole liegt zwischen 1 und 10 $\mu\text{m}^{\text{xc i}}$. Sie sind daher lungengängig und eine Inhalation kann zur hohen inneren Strahlenbelastungen führen.

Laut Analysen kann bei einem Zusammenbruch des Sarkophags eine Wolke aus fünf Tonnen feinem Staub, die 50 kg radioaktive Partikel enthalten, freigesetzt werden^{xcii}. Im Bericht der Nuclear Energy Agency (NEA) von 2002 wurde angegeben, dass ein Einsturz zu einer Freisetzung in der Größenordnung $1 \cdot 10^{14}$ Bequerel (Bq) führen kann^{xciii}.

Im aktuellen Bericht der IAEA wird angegeben, dass bei einem Zusammenbruch 8 bis 50 kg Brennstoffpartikel freigesetzt werden. Für die Aktivität dieser Wolke wird ein Wert von $1,6 \cdot 10^{13}$ Bq angegeben^{xciv}. Dieser bezieht sich offensichtlich auf die Untergrenze der Freisetzungsmenge. Es ist ein Beispiel dafür, wie in diesem Bericht verharmlost wird. Der Bericht nennt zwar korrekterweise die Spannbreite der Freisetzungsmengen verschiedener Analysen, gibt dann aber für den Quellterm, von dem ja die zu erwartende Strahlenbelastung abhängt, lediglich die Aktivität der geringeren Freisetzungsmenge an. Die Analysen kamen trotzdem zu dem Ergebnis, dass außerhalb der Tschernobyl-Zone die Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung überschritten werden^{xcv}.

Unabhängig von der Größe des angenommenen Quellterms wird aber in allen Berichten betont, dass sich fast alle Radionuklide innerhalb der Tschernobyl-Zone niederschlagen^{xcvi}. Derartige Ereignisse könnten zwar lokal zu erheblichen zusätzlichen Strahlenexpositionen führen, gravierende Auswirkungen wären aber auf Entfernungen von 10 bis 20 Kilometer begrenzt^{xcvii}. Unabhängig davon, dass die Aussage der Begrenzung auf die Tschernobyl-Zone nicht ganz zutreffend ist, muss die Frage gestellt werden, ob ernsthaft ausgesagt

lxxxviii GRS 1996, s. o.

lxxxix IAEA 2005, s. o.

xc IAEA 2005, s. o.

xc i IAEA 2005, s. o.

xcii Borovoi 1996, s. o.

xciii NEA 2002; CHERNOBYL Assessment of Radiological and Health Impacts, 2002 Update of Chernobyl: Ten Years On, Nuclear Energy Agency; 2002

xciv IAEA 2005, s. o.

xcv IAEA 2005, s. o.

xcvi IAEA 2005 s.o.; Pretzsch 2004 s.o.

xcvii IKE 2005, s. o.

werden soll, dass eine erneute Kontamination in einem schon verstrahlten Gebiet nicht so schlimm oder gar egal wäre.

Weiterhin wird in den offiziellen Berichten darauf verwiesen, dass die Kontaminationen eines derartigen Einsturzes nur einen Bruchteil der schon jetzt vorhandenen Kontaminationen betragen. Der relativ schlimmste Effekt trete auf, wenn die Wolke das Gebiet erreicht, das beim Unfall 1986 am wenigsten kontaminiert wurde^{xcviii}. Auch bei dieser Bewertung der IAEA muss gefragt werden, ob wirklich eine Kontamination in einem Gebiet, das schon verstrahlt ist, nur dadurch weniger schlimm ist, dass die vorherige Strahlenbelastung höher war. Denn wenn es tatsächlich zu einem Einsturz kommt, werden die Belastungen in der Umgebung bis mindestens 20 Kilometer absolut gesehen gravierend sein. Und für die dann Betroffenen wird es ziemlich unwichtig sein, dass relativ zum Unfall in 1986 weniger radioaktive Stoffe freigesetzt wurden. Hunderte, wenn nicht Tausende, arbeiten täglich auf einer der vielen Baustellen in der Zone oder auf dem AKW-Gelände, außerdem leben seit langem viele Menschen illegal in der "gesperrten" Tschernobyl-Zone.

Eine bei einem Einsturz freigesetzte radioaktive Wolke führt in jedem Fall zu hohen Strahlenbelastungen für die Beschäftigten am Standort, die zu erwartenden Dosen übersteigen signifikant die erlaubten Strahlendosen. Bei niedriger Windstärke ist die Inhalationsdosis in unmittelbarer Nähe des Reaktorblocks 4 sehr hoch – sie beträgt etwa 5 Sievert, eine für viele Menschen tödliche Dosis. Die Inhalationsdosen liegen in einer Entfernung von 50 bis 100 Metern zwischen 2 und 4,5 Sievert. Bis in eine Entfernung von 500 Metern – bei stabiler Wetterlage bis 700 Metern – sind Strahlendosen oberhalb von 1 Sievert ermittelt worden^{xcix}. (Als Richtwert gilt, dass ein Mensch ab 1 Sv sichtbar strahlenkrank wird.)

Laut dem leitenden Physiker des Moskauer Kurtschatow-Instituts, Borovoi, sind die Werte Besorgnis erregend. Seiner Meinung nach sind jedoch bei der Berechnung an jenen Punkten, zu denen Informationen fehlten, pessimistische Annahme getroffen worden^c.

Es weist heute aber vieles daraufhin, dass die Realität schlimmer aussieht als noch vor einigen Jahren "pessimistisch" angenommen wurde. Bei den Stabilisierungsmaßnahmen traten zum einen höhere Strahlendosen auf als vorher gedacht. Zudem zeigte sich die Gebäudestruktur noch instabiler als erwartet.

Wenn das New Safe Confinement errichtet ist, wird bei Einsturz des Sarkophags voraussichtlich weniger radioaktiver Staub freigesetzt. Zumindest für die Bevölkerung könnte die Gefahr dann sinken. Die potenzielle Strahlendosis der Bevölkerung soll laut bisheriger Analysen um einen Faktor 7 bis 70 abnehmen. Für die vor Ort Beschäftigten wird die Gefahr aber kaum geringer, sondern sogar zum Teil größer. Für die außerhalb des New Safe Confinement arbeitenden Personen soll die Dosis lediglich um einen Faktor 2 verringert werden. Für die innerhalb des Shelters arbeitenden Personen wird der Dosis aufgrund des dichteren Einschusses des Staubs sogar ansteigen^{ci}.

Zusätzlich zu den direkten Folgen eines Einsturzes werden als indirekte Folgen die weiteren Arbeiten am Standort noch komplizierter werden und länger andauern.

In der Presseaussendung des IAEA-Berichts vom 5. September 2005 wird auf die Bedrohung eines Zusammenbruchs der Ruine hingewiesen^{cii}. Damit wird allerdings suggeriert, dass es nur durch einen Zusammenbruch zur Freisetzung von Radioaktivität kommt. Tatsache ist aber, dass ständig radioaktive Stoffe in die Umgebung freigesetzt werden, denn im Dach und den Seiten des Sarkophags sind Öffnungen von insgesamt ca. 1.000 m² vorhanden. Die radioaktiven Aerosolpartikel können (unkontrolliert) durch diese

xcviii IAEA 2005, s.o.

xcix Pretzsch 2004, s.o.

c Borovoi 1996, s. o.

ci IAEA 2005, s. o.

cii IAEA, WHO UNDP Presseaussendung zu Tschernobyl: Das wahre Ausmaß des Unfalls, September 2005

Öffnungen, aber auch (kontrolliert) über den Abluftkamin des Lüftungssystems in die Umgebung gelangen.

Die freiwerdende Radioaktivität wird durch ein Messprogramm erfasst und dokumentiert. Danach liegen die Emissionswerte "normalerweise" unterhalb der Grenzwerte. Über den Abluftkamin wurden "kontrolliert" 0,4 bis $1 \cdot 10^{10}$ Bq pro Jahr freigesetzt^{ciii}. Dies ist als Jahresmittel nicht Besorgnis erregend hoch. Aber Mittelwerte täuschen. Die Freisetzungsmengen schwanken bereits im Monatsmittel erheblich, in den Jahren 1990 und 1994 z.B. um einen Faktor 20^{civ}.

Außerdem kommt noch die Freisetzung durch die Öffnungen im Gebäude dazu. Es ist zu beachten, dass diese Freisetzung von meteorologischen Gegebenheiten wie Temperatur, Wind, Druck, Feuchtigkeit abhängt und außerdem unkontrolliert erfolgt. Das heißt, auch wenn bei ungünstigen Wetterbedingungen höhere Freisetzungen erfolgen, kann kein Einfluss darauf genommen werden.

Es darf außerdem nicht vergessen werden, dass eine Unterschreitung der Grenzwerte nicht mit einer Unschädlichkeit der Strahlung gleichzusetzen ist. Generell gilt, dass es für Schädigung durch ionisierende Strahlung keinen Grenzwert gibt.

3.2. Gefahr einer nuklearen Kettenreaktion

Grundsätzlich besteht die Gefahr, dass eindringendes Wasser zu einem Wiederaufflackern der Kettenreaktion in den Brennstoffresten im Inneren der Ruine führt. Wasser wirkt als Neutronen-Bremse und unterstützt damit die Kettenreaktion, die durch langsame Neutronen sehr viel leichter in Gang kommt als durch schnelle Neutronen. Es ist zwar nicht anzunehmen, dass es zu einer heftigen Explosion kommt. Aber auch eine kontinuierlich ablaufende Kettenreaktion, die mit einer Aufheizung des Brennstoffs verbunden ist, kann zu einer erheblichen Freisetzung von radioaktiven Stoffen führen.

Es wird angenommen, dass die über viele Stellen im Sarkophag verteilten brennstoffhaltigen Materialien derzeit in einem deutlich unterkritischen Zustand sind. Ein Wiederaufleben einer nuklearen Kettenreaktion wird als sehr unwahrscheinlich, aber nicht vollkommen ausgeschlossen angesehen. Angesichts der Unsicherheiten bei der Lokalisierung des Brennstoffs können alle Aussagen zum potenziellen Auftreten einer Kettenreaktion lediglich den Charakter von Vermutungen haben.

Zur Überwachung des unterkritischen Zustandes wird die ionisierende Strahlung, insbesondere die Neutronenstrahlung, im Inneren der Ruine gemessen^{cv}. Die Messinstrumente haben bereits mehrmals einen erhöhten Neutronenfluss festgestellt, vermutlich im Zusammenhang damit, dass Wasser mit dem Kernbrennstoff in Berührung kam. Erstmals trat dies im Jahre 1990 auf, als eine Zunahme der Neutronenstrahlung auf das bis zu 60-fache gemessen wurde^{cvi}. Ähnliche Vorfälle ereigneten sich 1995 und 1996^{cvii}.

Als es am 8. Juli 2003 erneut zu einem Alarm aufgrund einer gestiegenen Neutronenstrahlung kam, entpuppte sich dieser als ein Fehlalarm^{cviii}. Das ist zwar auf den ersten Blick beruhigend, bei genauerer Überlegung allerdings nicht mehr, denn da eine Kettenreaktion nicht ausgeschlossen werden kann, sollten wenigstens die Überwachungsgeräte funktionieren.

Die Analysen eines "Worst-Case" Szenarios mit Aufflackern einer Kettenreaktion ermittelten

ciii IAEA 2005, s. o.

civ Borovoi 1996, s. o.

cv IKE 2005, s. o.

cvi A. Borovoy: Safety Aspects of the Object Shelter of the Chernobyl Nuclear Power Plant Unit 4; Kurchatov Institute Working Materials, IAEA, Vienna, 1995

cvii Strahlentelex Nr. 234-235, 1996, Strahlentelex Nr. 244-245, 1997; WISE News Communiqué, April 27, 2001

cviii Nucleonics Week, July 17, 2003

Freisetzungen in Höhe von $4 \cdot 10^{14}$ Bq^{cx}. Der Quellterm übersteigt den Quellterm der Einsturzscenarien um ein Mehrfaches, bleibt aber in der gleichen Größenordnung.

3.3. Gefährdung durch Wasser

Wasser und Feuchtigkeit sind die größte Bedrohung für die Ruine:

- Wasser beschleunigt den Verfall der Gebäudestruktur.
- Es zerstört die glasartige Oberfläche der brennstoffhaltigen Massen, so dass mehr radioaktiver Staub entsteht. (In den ersten Jahren nach dem Unfall wurde diese Oberfläche als für Wasser unlöslich angesehen^{cx}.)
- Wasser kann im Inneren des Sarkophags zur Gefahr einer erneuten Kettenreaktion beitragen.
- Weiterhin ist zu befürchten, dass Wasser, das im Inneren des Gebäudes kontaminiert wurde, das Grundwasser erreicht.
- Abgesehen von der direkten Wirkung hat Wasser auch eine nicht zu vernachlässigende schädigende Wirkung auf die Mess- und Überwachungssysteme.

Nach Angaben aus dem Jahr 2003 sollen sich je nach Jahreszeit 400 bis 1.000 m³ Wasser im zerstörten Reaktorgebäude befinden^{cx}. Durch die großen Öffnungen dringen ca. 2.000 m³ Niederschlag pro Jahr ein, dazu kommen noch ca. 1.650 m³ pro Jahr durch Kondensation und 180 m³ pro Jahr durch das Staubunterdrückungssystem^{cxii}. Auch in den angrenzenden Gebäuden befinden sich große Wassermassen, z.B. im Maschinenhaus 6.000 m³. Im unteren Bereich des Sarkophags hat sich ein Tümpel aus flüssigen radioaktiven Abfällen gebildet. Auch durch einige Flickarbeiten am Sarkophag konnte das Eindringen von Wasser nur geringfügig verringert werden. Immer noch kann eine bedeutende Menge Wasser nach innen gelangen und sich mit radioaktivem Staub vermischen. Diese Flüssigkeit ist als radioaktiver Abfall zu betrachten. Untersuchungen zur radioaktiven Belastung des Wassers im Sarkophag zeigten, dass die Konzentration für Cäsium-137 max. $2 \cdot 10^8$ Bq/l, für Strontium-90 max. $6 \cdot 10^6$ Bq/l und für Uran max. 20.000 Bq/l beträgt^{cxiii}.

Es wird angenommen, dass zurzeit von den radioaktiven Flüssigkeiten im Inneren der Ruine ca. 2.100 m³ pro Jahr verdunsten und 1.300 m³ pro Jahr in den Boden unterhalb der Ruine einsickern^{cxiv}.

Nach Errichtung des New Safe Confinement wird erwartet, dass die entstehenden Wassermengen geringer als die Verdunstungsrate sind, so dass bereits nach zwei Jahren die Flüssigkeiten verdunstet sind. Damit sind die radioaktiven Stoffe allerdings nicht weg; sie bleiben als trockene Reste in der Ruine zurück.

In der unmittelbaren Nähe des explodierten Reaktors ist das Grundwasser an einigen Stellen mit Cäsium-137 in einer Konzentration von max. 5.000 Bq/l und mit Strontium-90 bis zu 3.000 Bq/l belastet. Erst kürzlich wiesen Studien nach, dass auch aus der Ruine austretende radioaktive Flüssigkeiten zu einer Belastung des Grundwassers beitragen^{cxv}.

Analysen der Messwerte in den unterschiedlichen Bodentiefen ergaben, dass die Grundwasserbelastung an Cäsium-137 in erster Linie durch die Migrationprozesse von den belasteten Schichten rund um die Ruine her verursacht wird. Für die Grundwasserbelastung mit Strontium-90 spielt zwar Migration ebenfalls eine Rolle, aber es wurde auch eine Leckage unterhalb des Sarkophags entdeckt^{cxvi}.

Vorher konnte nicht eindeutig nachgewiesen werden, dass radioaktive Flüssigkeiten durch

cix NEA 2002, s.o.

cx IAEA 2005, s. o.

cxii Nuclear Engineering International, May 2003

cxiii IAEA 2005, s. o.

cxiiii Borovoi 1996, s. o.

cxv IAEA 2005, s. o.

cxvi IAEA 2005, s. o.

cxvii Shestopalov 2002; Chernobyl Disaster and Groundwater; Kiev 2002

mögliche Risse im Sarkophag ins Grundwasser gelangen. Denn zu einer Kontamination des Grundwassers tragen wesentlich die Kernbrennstoffreste in Abfallgräben und die durch den Unfall gebildete großflächige radioaktive Erdschicht bei. Diese Kontaminationsschicht befindet sich unter bis zu 3 Meter dicken Auffüllungen und war im Jahr 2000 noch etwa 5 Meter oberhalb des Grundwassers^{cxvii}. Der Grundwasserspiegel stieg jedoch in den letzten Jahren um 1,5 Meter, hauptsächlich aufgrund einer 3,5 Kilometer langen und 35 Meter tiefen, auch unterirdischen Barriere. Diese wurde errichtet, um das Kiewer Trinkwasserreservoir von möglicher Kontamination durch das Grundwasser zu schützen^{cxviii}.

Die Grundwasserbelastung mit den relevanten Nukliden Strontium-90 und Cäsium-137 wird an mehreren Stellen in der Umgebung des explodierten Reaktors überwacht. Die durchschnittliche jährliche Belastung sank im Laufe der letzten Jahre und liegt seit 1997 unter den Grenzwerten für Trinkwasser. Jedoch werden erhebliche jahreszeitliche Schwankungen beobachtet^{cxix}. Erst in 800 Jahren und nur mit einer geringen Konzentration an radioaktiven Stoffen soll das kontaminierte Grundwasser den Fluss Pripjat erreichen^{cxx}.

Die durchschnittliche Konzentration von Radionukliden im Oberflächenwasser nimmt zurzeit ab. Sie beträgt z.B. im Fluss Pripjat für Cs-137 max. 0,12 Bq/l und für Sr-90 max. 0,35 Bq/l. Falls der Sarkophag zusammenbricht, werden erneut radioaktive Stoffe in und in der Nähe der Gewässer abgelagert. Laut Analysen bleiben die Belastungen aber unterhalb der Grenzwerte für Trinkwasser. Allerdings sind für die flussabwärts lebenden Menschen, die sich auch von Fisch ernähren, erhöhte Belastungen zu befürchten^{cxxi}.

4. Gesamtsituation am Atomkraftwerk Tschernobyl

4.1. Status der Reaktorblöcke 1-3

Im AKW Tschernobyl liefen zur Zeit des Unfalls drei weitere Reaktoren, Block 1 war 1977, Block 2 1978 und Block 3 1981 in Betrieb gegangen. Nachdem der Sarkophag errichtet und die Dekontaminierung beendet war, gingen die Reaktorblöcke 1 und 2 Ende 1986 wieder in Betrieb. Block 3 folgte Ende 1987^{cxxii}. Erst Anfang der 90er Jahre wurden für insgesamt 400 Mio. US\$ Sicherheitsverbesserungen an den Reaktoren 1-3 durchgeführt^{cxxiii}. Für das Personal des Atomkraftwerks wurde die neue Stadt Slawutisch (ca. 26.000 Einwohner) außerhalb der gesperrten 30 Kilometer Tschernobyl-Zone gebaut^{cxxiv}.

Zehn Jahre nach dem Unfall wurde im November 1996 als erster Reaktor Block 1 endgültig abgeschaltet. Reaktor 2 war zwar seit Oktober 1991 nach einem Brand im Maschinenhaus außer Betrieb, die Regierung der Ukraine beschloss aber erst im März 1999 sein endgültiges Abschalten. Reaktor 3 wurde am 6. Dezember 2000 aufgrund eines Lecks abgeschaltet^{cxxv}. Am 15. Dezember 2000 erfolgte sein offizielles Betriebsende und damit auch das der Gesamtanlage^{cxxvi}.

Bis die Entsorgung der Brennelemente abgeschlossen ist, befinden sich die drei Reaktoren in der Nachbetriebsphase^{cxxvii}. Die Entnahme der Brennelemente aus den Reaktoren verzögert sich seit Jahren. Bis zu diesem Moment geht von den Reaktorblöcken eine nukleare Gefahr aus.

cxvii Arcadis 2000, s. o.

cxviii IAEA 2005, s. o.

cxix Pretzsch 2004, s. o.

cxx IAEA 2005, s. o.

cxxi IAEA 2005, s. o.

cxxii GRS 1996, s. o.

cxxiii WNA 2005, Chernobyl Accident, September 2005, unter <http://world-nuclear.org> eingesehen im Februar 2006

cxxiv Arcadis 2000, s. o.

cxxv IKE 2005, s. o.

cxxvi NEA 2002, s. o.

cxxvii IKE 2005, s. o.

Im Kern des Reaktors 1 befinden sich noch rund 800 und im Reaktorkern von Block 3 noch circa 1.500 Brennelemente. In den Lagerbecken der Blöcke 1, 2 und 3 sind noch weitere 1.288, 1.057 bzw. 961 Brennelemente gelagert^{cxxviii}. Die Entladung von Block 3 ist besonders wichtig, da dieser an den Sarkophag angrenzt. Das New Safe Confinement kann erst errichtet werden, wenn der Reaktor entladen ist. Außerdem läuft die offizielle, 30-jährige Lebensdauer der Blöcke 1 und 3 in 2007 bzw. 2011 ab, sollten die Brennelemente im Reaktor bleiben, muss diese verlängert werden^{cxxix}.

Die Gefahren, die vom AKW Tschernobyl ausgingen, waren besonders groß, solange der dem Sarkophag direkt benachbarte Block 3 noch betrieben wurde. Zumindest in diesem Punkt ist seit dessen Abschaltung vor mehr als 5 Jahren eine Verbesserung eingetreten.

Allerdings wurde in der Ukraine bereits zwei Jahre später über eine Wiederinbetriebnahme diskutiert. Nach Meinung des Energieministeriums stellte das Atomkraftwerk Tschernobyl in abgeschaltetem Zustand eine größere Gefahr für die Ukraine dar. Die Befürworter argumentierten, dass die produzierte Energie die finanziellen Mittel liefern könnte, um die Schutzmaßnahmen am zerstörten Reaktor 4 durchführen zu können. Laut AKW-Leitung konnten 2002 die geplanten Maßnahmen wegen mangelnder Finanzen nicht umgesetzt werden^{cxxx}. Es kam außerdem zu Arbeitssicherheits- und Strahlenschutzverstößen. Angeblich hatte die geringe Finanzierung der staatlichen Projekte dazu geführt^{cxxxi}. Aufgrund der unregelmäßigen und ungenügenden finanziellen Mittel konnte der Lohn nur unregelmäßig ausgezahlt werden. Dadurch kam es zu Spannungen innerhalb der Belegschaft und zu einem Streik^{cxxxii}.

Auch vier Jahre nach der endgültigen Abschaltung des AKW Tschernobyl wurde in der Ukraine erneut über eine Wiederinbetriebnahme diskutiert, und wieder aufgrund fehlender finanzieller Mittel am Standort^{cxxxiii}. Denn auch in 2004 und 2005 fehlten dem Betreiber des Standortes Tschernobyl erhebliche Finanzmittel. Laut Energieministerium wurden die Tschernobylprogramme über Monate nur ungenügend aus dem Staatshaushalt der Ukraine finanziert. Im März 2005 beliefen sich die Schulden der Betreiber auf 6,8 Mio. US\$ und wie schon Jahre zuvor waren Löhne nicht gezahlt worden. Die Ausstände für Löhne betragen 1,6 Mio. US\$. Außerdem war zu befürchten, dass wegen nicht bezahlter Rechnungen die Gas- und Stromversorgung abgedreht und der Personaltransport eingestellt wird^{cxxxiv}.

Wenn auch eine Wiederinbetriebnahme des AKW Tschernobyl zu diesem Zeitpunkt technisch gesehen keine realistische Option mehr darstellte, sind doch die Gründe, die hinter entsprechenden Überlegungen steckten, äußerst erschreckend.

Offensichtlich wurde nun eine andere, ebenfalls fragwürdige Einnahmequelle gefunden. Die Betreiber planen Teile des stillgelegten Atomkraftwerks zu verkaufen. Mit dem Verkauf von Pumpen und anderen technischen Geräten soll die nötige Finanzierung für Sicherheitsmaßnahmen wie die Überwachung der Radioaktivität und Stabilisierung des Sarkophags gewährleistet werden^{cxxxv}.

Der Verkauf der Anlagenteile der stillgelegten Reaktoren begann im März 2005. Der Direktor des AKWs versicherte, dass die zu verkaufenden Teile nicht kontaminiert seien. Der größte Käufer wird wahrscheinlich Russland sein, da dort noch Reaktoren des gleichen Typs (RBMK) betrieben werden^{cxxxvi}.

cxxviii Nucleonics Week, September 15, 2005

cxxix Nucleonics Week, December 22, 2005

cxxx Nuclear Engineering International, December 2002

cxxxii Nucleonics Week, June 20, 2002

cxxxiii VOA News 09.01.2003

cxxxiv Nucleonics Week, January 6, 2005

cxxxv Nucleonics Week, March 10, 2005

cxxxvi Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA): Tschernobyl Info, News vom 21.2.2005, www.chernobyl.info, eingesehen im Februar 2006

cxxxvii Nucleonics Week, March 10, 2005

Mit internationaler Unterstützung wurde ein Plan zur Stilllegung der Reaktoren 1 bis 3 aufgestellt. Dieser Plan sah die Errichtung eines Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente, einer Anlage zur Behandlung flüssiger Abfälle und einer Anlage zur Behandlung und Lagerung von festen radioaktiven Abfällen vor^{cxxxvii}. Zurzeit werden in Tschernobyl über 30.000 m³ flüssige und rund 2.500 m³ feste radioaktive Abfälle in unbehandelter Form gelagert. Im Rahmen der endgültigen Stilllegung werden weitere Abfallmengen dazukommen^{cxxxviii}.

4.2. Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente

Im Jahr 1999 unterzeichnete Framatome ANP einen Vertrag für die Errichtung eines Zwischenlagers für die abgebrannten Brennelemente der Reaktoren 1 bis 3. Das Lager wird mit Mittel des Nuclear Safety Account (NSA), der ebenfalls von der EBRD verwaltet wird, finanziert. Es ist sowohl für die Stilllegung der Reaktoren 1 bis 3 als auch für die Sanierung des explodierten Reaktors das zeitkritischste Projekt.

Die Anlage ist schon mindestens fünf Jahre hinter den ursprünglichen Plänen zurück, was erhebliche Probleme verursacht. Den Geldgebern gehen allmählich Geduld und Geld aus. Laut EBRD ist dieses Projekt das bei weitem schwierigste, das die EBRD jemals zu verwalten hatte^{cxxxix}.

Die Kosten des Projekts waren zu Beginn mit 68 Mio. Euro angegeben. Die Inbetriebnahme des Lagers sollte 2003 erfolgen und bis 2008 sollten alle Brennelemente aus den Reaktoren 1 bis 3 entladen sein. Es kam anders. In einer zweiten Schätzung stiegen die Kosten auf zunächst 90 Mio. Euro, da das Lager innerhalb des AKW-Geländes verlegt werden musste^{cxl}.

Im Jahr 2003 stellte Framatome ANP dann fest, dass das gewählte Lagerkonzept ungeeignet sei, da einige der Brennelemente beschädigt sind und Wasser enthalten, und setzte die Arbeiten aus. Es war geplant, die Anlage nach dem Nuhoms-Konzept auszulegen^{cxli}. Dabei werden die Brennelemente in Behälter geladen, die dann horizontal in Betonmodulen untergebracht werden. Framatome ANP hatte bei Vertragsabschluss kaum Erfahrung mit der Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen, sie hatte eine Technologie aus den USA eingekauft^{cxlii}.

Nach monatelanger Auseinandersetzung stimmte Framatome ANP im November 2003 zu, den Großteil der finanziellen Konsequenzen der Konzeptänderung zu tragen. Die Extrakosten wurden damals auf 50 Millionen Euro geschätzt, 10 Millionen Euro sollen die Betreiber des AKWs übernehmen.

Als Framatome ANP Ende 2004 erneut mitteilte, es würden zusätzliche Kosten entstehen, weigerte sich die EBRD für diese Kosten aufzukommen. Nach heftigen Verhandlungen einigte man sich, die stark beschädigten Brennelemente – etwa 5% bis 10% der Gesamtmenge– aus dem bestehenden Vertrag herauszunehmen.

Framatome ANP forderte trotzdem zusätzliche 75 Mio. Euro für die Behandlung der nicht defekten Brennelemente, also aktuell insgesamt 165 Mio. Euro. Im Dezember 2005 kündigte Framatome ANP an, der Betrag werde in den kommenden Monaten nochmals neu ermittelt, d.h. die Kosten werden vermutlich noch einmal steigen. Die Verhandlungen über die achte Änderung des ursprünglichen Vertrags werden wahrscheinlich bis Mitte 2006 andauern.

Die Entscheidungen zum Lagerkonzept und vor allem zu der Frage, wer die zusätzlichen Kosten übernimmt, stehen noch aus. Seit Jahren gibt es einen heftigen Disput zwischen

cxxxvii Bachner 1995, s. o.

cxxxviii G. Damette et al.: Support in licensing activities related to decommissioning of Chernobyl NPP; in: EUROSAFE, Paris, 18. & 19. November 1999

cxxxix Nucleonics Week, December 22, 2005

cxli Nucleonics Week, January 8, 2004

cxlii Nucleonics Week, December 22, 2005

cxliii Nucleonics Week, September 15, 2005

Framatome ANP und den Betreibern des AKW Tschernobyl. Die Geldgeber beschlossen im letzten Jahr, dass ein unabhängiges Gremium den technischen Vorschlag von Framatome ANP analysieren und die aufgestellten Extrakosten überprüfen soll. Die Prüfung wurde an das schwedischen Kernbrennstoffver- und -entsorgungsunternehmen (SKB) übergeben^{cxliii}.

Framatome ANP wird vorgeworfen, bei der Auslegung zu optimistische Annahmen getroffen zu haben. Es sei nicht realisiert worden, dass viele der Brennelemente beschädigt sind. Framatome ANP bleibt dabei, dass es keine Verantwortung für die Kostenerhöhung trägt, sondern dass es der Fehler der Betreiber war, keine detaillierten Angaben zu den Brennelementen bereitzustellen^{cxliv}. Framatome ANP ist nun sowohl darüber "besorgt", wie die Betreiber die stark beschädigten Brennelemente von den anderen abgrenzen werden, als auch was mit den stark beschädigten Brennelementen geschehen soll^{cxlv}.

Für die Lagerung der beschädigten Brennelemente kommen laut AKW Leitung am ehesten russische Behälter in Frage^{cxlvi}. Framatome ANP (heute Areva NP) hat eine wesentlich teurere Lösung vorgeschlagen, basierend auf einer Technik, die Cogema – wie Framatome ein Unternehmen der Areva Gruppe – in La Hague anwendet^{cxlvii}.

Im November 2005 wurde das amerikanische Unternehmen Holtec International, das an den anderen AKW-Standorten der Ukraine tätig ist, von der AKW-Leitung hinzugezogen, um für 3 Mio. Euro bei der Errichtung einer Anlage zur Trocknung der beschädigten Brennelemente zu helfen^{cxlviii}.

Auf Initiative der Betreiber des AKW fand am 5. Dezember 2005 ein Treffen internationaler Experten am Standort Tschernobyl statt, um eine Lösung für die stark beschädigten Brennelemente zu finden. Als bisher einziges Ergebnis wurde eine Arbeitsgruppe eingerichtet^{cxlix}.

Da das Projekt nicht nur eine beträchtliche Kostensteigerung, sondern auch eine enorme Zeitverzögerung aufweist, haben die Betreiber des Atomkraftwerks die Situation in die eigenen Hände genommen, statt auf internationale Hilfe zu warten. Die abgebrannten Brennelemente werden nun in das am Standort vorhandene Zwischenlager, ein 20 Jahre altes russische Nasslager (ISF-1), entladen. Dies ist mit mehr als 15.500 Brennelementen fast voll, daher wird die Kapazität durch Kompaktlagerung um 25% erhöht. Es ist noch nicht klar, ob die Betriebsdauer – diese läuft 2016 ab – verlängert werden kann^{cl}.

Anfang Dezember 2005 wurde mit der Entladung der Brennelemente aus Reaktor 3 begonnen. Im diesem Jahr sollen bis zu 45 Brennelemente pro Woche entladen werden^{cli}. Anfang 2008 könnte die Entladung von Reaktor 3 abgeschlossen sein. Das Fehlen des Zwischenlagers kostet die Ukraine jährlich zur Aufrechterhaltung der Nachbetriebsphase 15 Mio. Euro^{clii}.

4.3. Anlage zur Verarbeitung von flüssigen radioaktiven Abfällen

Ein belgisch-französisch-italienisches Konsortium bestehend aus den Unternehmen Belgatom, SGN und Ansaldo hat auf dem Gelände des AKW Tschernobyl eine Anlage zur Verarbeitung von flüssigen radioaktiven Abfällen errichtet. Finanziert wird diese Anlage (LRTP=Liquid Radioactive Waste Treatment Plant) durch den Nuclear Safety Account, der

cxliii Nucleonics Week, December 22, 2005

cxliv Nucleonics Week, January 6, 2005

cxlv Nucleonics Week, December 22, 2005

cxlvi Nucleonics Week, December 22, 2005

cxlvii Nucleonics Week, September 15, 2005

cxlviii Nucleonics Week, November 17, 2005

cxlix ChNPP Information Department : International meeting on December 5 at Chernobyl NPP, 06/12/2005 <http://new.chnpp.gov.ua> eingesehen im Februar 2006

cl Nucleonics Week, December 22, 2005

cli ChNPP Information Department : Main SSE ChNPP tasks for 2006, 20/02/2006

<http://new.chnpp.gov.ua> eingesehen im Februar 2006

clii Nucleonics Week, September 15, 2005

von der EBRD verwaltet wird. Bei Vertragsabschluss 1999 war die Fertigstellung für 2003 geplant, die Kosten wurden auf 25 Mio. Euro geschätzt^{cliii}.

Die Anlage soll in 10 Jahren die über 30.000 m³ flüssigen Abfälle verarbeiten, die zurzeit in neun Tanks auf dem Gelände gelagert werden. Es handelt sich hierbei um leicht- und mittelradioaktive Betriebsabfälle. Sie sollen nach dem Zementierungsprinzip verfestigt werden.

Zurzeit werden die letzten Arbeiten abgeschlossen, die Inbetriebnahme soll demnächst erfolgen. Laut aktuellem Zeitplan wird das erste Fass im April 2006 befüllt^{cliv}. Die Inbetriebnahme der Anlage verschob sich "nur" um drei Jahre, das ist verglichen mit anderen Projekten am Standort fast geringfügig.

4.4. Abfallbehandlungszentrum für feste radioaktive Abfälle

Das deutsche Unternehmen RWE Nukem GmbH wurde im Frühjahr 2001 mit der Errichtung einer schlüsselfertigen Anlage für die Behandlung und Lagerung fester radioaktiver Abfälle beauftragt. Am 11. November 2003 war Grundsteinlegung. Ukrainische Firmen sind an dem Bau beteiligt. Finanziert wird das Tacis-Projekt von der Europäischen Kommission. Die Projektkosten belaufen sich nach Schätzungen auf 44 Mio. Euro. Die Ukraine beteiligt sich mit 2,7 Mio. Euro an diesen Kosten. Die Fertigstellung war für Mitte 2005 vorgesehen^{clv}.

In diesem Abfallbehandlungszentrum (ICSRM= Industrial Complex for Solid Radwaste Management) sollen feste Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung der Blöcke 1 bis 3 sowie Abfälle, die aus dem Verarbeitungskomplex für flüssige Abfälle stammen, behandelt werden. Hochradioaktive und langlebige Festabfälle werden aussortiert und sollen separat gelagert werden. Täglich sollen bis zu 20 m³ Atommüll durch die Anlage laufen. Das sind 3.500 m³ pro Jahr.

Das Projekt besteht aus drei Teilanlagen, auch Lose, genannt:

- Einer Anlage zur Rückholung fester Abfälle aus einem bestehenden Zwischenlager,
- einer Anlage zur Behandlung und Verpackung der festen Abfälle und
- einem oberflächennahen Endlager für konditionierte radioaktive Abfälle mit kurzen und mittleren Halbwertszeiten.

Das Endlager befindet sich 13 Kilometer vom Standort entfernt auf dem "Vektor-Site" genannten Atommülllagerkomplex. Die Betriebszeit beträgt 30 Jahre^{clvi}. Die Inbetriebnahme wird zurzeit im Dezember 2008 erwartet^{clvii}. Da sind jetzt schon mehr als drei Jahre Verzögerung.

5. Schlussfolgerung und Ausblick

In den ersten 10 Jahren nach dem Unfall konnte trotz intensiver Suche keine für alle Seiten akzeptable Lösung für den explodierten Reaktor gefunden werden. Der Ukraine wurde vorgeworfen, mögliche Lösungsansätze zu blockieren, da sie den benachbarten Reaktor 3 weiter betreiben wolle. Die Ukraine beklagte ihrerseits, westliche Firmen wollten lediglich mit Gutachten Geld verdienen und mit den eigentlichen Folgen der Katastrophe werde die Ukraine dann allein gelassen. Zumindes mit dem letzten Vorwurf hat die ukrainische Seite leider Recht behalten. Die gegenseitigen Vorwürfe greifen jedoch zu kurz. Die allgemeine Debatte und auch die immer noch nicht beendete Diskussion um ein geeignetes technische Konzept für den Umgang mit dem explodierten Reaktor sind eher ein Indiz dafür, wie unlösbar die Beseitigung der Folgen der Katastrophe am Standort ist und bleibt.

cliii Wehner 2004 Maßnahmen zu Verbesserung der ökologischen Situation in Tschernobyl- Das RWE Nukem Projekt ICSRM, Informationskreis KernEnergie, 2004

cliv Internetseite des Atomkraftwerk Tschernobyl unter <http://new.chnpp.gov.ua> eingesehen im Februar 2006

clv Wehner 2004, s. o.

clvi Wehner 2004, s. o.

clvii ChNPP Information Department : Main SSE ChNPP tasks for 2006, 20/02/2006

<http://new.chnpp.gov.ua> eingesehen im Februar 2006

Da der Zustand des maroden Sarkophags sich zusehends verschlechterte, musste gehandelt werden, obwohl keine akzeptable Lösung gefunden wurde. Vorteil des Shelter Implementation Plan war, sofort mit den dringlichsten Arbeiten beginnen zu können, ohne ein fertiges technisches Gesamtkonzept zu haben. Der Shelter Implementation Plan stellt insgesamt betrachtet jedoch keine Lösung der Probleme dar, das wird von Tag zu Tag deutlicher:

Die Umsetzung des Shelter Implementation Plans (SIP) gestaltet sich bisher mehr als problematisch. Je konkreter die Arbeiten werden, desto mehr Komplikationen treten auf. Die im Vorfeld aufgestellten Zeitpläne stellen sich als vollkommen unrealistisch heraus. Die Kosten, bereits um 40% gestiegen, werden sicher weiter steigen, zumal jetzt erst das größte Projekt (Bau des New Safe Confinement) beginnt. Ebenso sind weitere Zeitverzögerungen zu erwarten.

Auch die Stabilisierungsmaßnahmen verzögern sich. Die Sanierung des Sarkophags bleibt nach wie vor ein Wettlauf mit der Zeit. Das schwierige Unterfangen ist noch komplizierter als erwartet. Mit immensem Aufwand werden die Baustrukturen stabilisiert, aber eben nicht alle, so bleibt die Gesamtstruktur einsturzgefährdet. Erschreckend ist, dass das Ziel eine Stabilisierung für nur 15 Jahre ist. Zudem haben sich die Befürchtungen, dass es bei den Arbeiten zu unerlaubten Strahlenbelastungen der Beschäftigten kommt, inzwischen leider bestätigt.

Noch wird gehofft, dass das New Safe Confinement die Freisetzung von radioaktivem Staub und das Eindringen von Wasser verhindert. Ob das gelingt ist noch fraglich. Die Öffnungen im Sarkophag sind auch beim Bau der ersten Schutzhülle nicht absichtlich, sondern aufgrund der schwierigen Arbeitsbedingungen und dem Einsatz von Robotoren entstanden. An der Situation hat sich nichts geändert. Ein so gigantisches Projekt wird sich unter den örtlichen Bedingungen wieder nicht ohne Schwierigkeiten verwirklichen lassen.

Das größte Manko des Shelter Implementation Plans (SIP) ist jedoch, dass die komplizierte und sehr teure Bergung der brennstoffhaltigen Massen aus dem zerstörten Reaktor 4 nicht in seinem Rahmen durchgeführt werden soll. Dies steht im Widerspruch zu der Tatsache, dass die Gefährdungen gerade von diesen hoch radioaktiven Materialien ausgehen. Ein deutlicher Schritt in Richtung einer Gefahrenabwendung wird also auch mit der Umsetzung des SIP-Konzeptes nicht vollzogen. Die Bergung der brennstoffhaltigen Massen wurde aus dem Projekt genommen, um die Kosten signifikant zu senken. Wie schon 1986 beim Bau der ersten Schutzhülle, ging Wirtschaftlichkeit vor Sicherheit.

Selbst wenn die Entwicklung eines Konzepts und auch die Finanzierung gelingen sollten, bleibt fraglich, wann die Bergung stattfinden soll. Dass dieses zu ernsthaften Schwierigkeiten führen wird, ist vorprogrammiert, da als Ziel für die Stabilisierung des Sarkophags nur ein verhältnismäßig kurzer Zeitraum (15 Jahre) gesetzt wurde. Aus heutiger Sicht ist es unvorstellbar, dass innerhalb dieses Zeitrahmens auch noch die Bergung der brennstoffhaltigen Massen stattfindet.

Es macht insgesamt wenig Sinn, in den kommenden Jahren als mittelfristige Maßnahme mit hohem finanziellem Aufwand eine zweite Hülle um den zerstörten Reaktorblock zu bauen. Die Gefahren werden nicht beseitigt, eine Lösung des eigentlichen Sicherheitsproblems nur verschoben.

Die Zielsetzung, mit einer mittelfristigen Lösung Zeit zu gewinnen, um eine langfristige Lösung zu suchen, klingt zunächst vernünftig. Da die mittelfristige Lösung nun schon mindestens 1,091 Mrd. US\$ kostet und sich eine langfristige Lösung nicht im Geringsten andeutet, ist Kritik allerdings durchaus angebracht. Dass insbesondere in der Ukraine der Widerstand gegen den Shelter Implementation Plan groß ist, ist verständlich, da befürchtet werden muss, dass die Ukraine nach Abschluss des SIP mit den Problemen allein dasteht.

Es muss aber noch mal betont werden, dass es "die Lösung" für den explodierten Reaktor 4 nicht gibt, sondern dass insgesamt die Unlösbarkeit der Katastrophe immer deutlicher wird.

Schon vor Jahren wurde die Kritik geäußert, Deutschland setze sich als G7-Vorsitz federführend für die Sicherstellung der Gesamtfinanzierung eines fragwürdigen technischen Projekts in Tschernobyl ein, überlasse die medizinische und soziale Betreuung der hart getroffenen Bevölkerung aber Privatinitiativen^{clviii}. Beachtet man die Gesamtsituation in den drei am meisten betroffenen Ländern (Russland, Ukraine und Weißrussland) 20 Jahre nach der Katastrophe, ist dies auch heute noch zutreffend.

Im Vorfeld des 20. Jahrestags des katastrophalen Reaktorunfalls versuchten Vertreter der Atomindustrie und die IAEA, die Tschernobyl-Debatte von den gesundheitlichen Auswirkungen zu einer wirtschaftlichen Neuentwicklung der Tschernobyl-Zone zu verschieben. Dazu ist es dringend erforderlich, den AKW Standort Tschernobyl für ungefährlich zu erklären. Tschernobyl ist jedoch weit davon entfernt ist, zur grünen Wiese zu werden. Eigentlich war für dieses Jahr bereits der Abschluss des SIP und damit die Überführung des explodierten Reaktors in einen sicheren Zustand geplant. Stattdessen besteht weiterhin eine akute Gefahr für die Beschäftigten vor Ort und die Bevölkerung der Umgebung (bis in eine Entfernung von 20 Kilometern, eventuell bis 50 Kilometern).

Es ist nicht abzusehen, wann und wie sich diese Situation ändern wird. Eher entsteht der Eindruck, es zeige sich von Tag zu Tag mehr, wie unlösbar die Probleme sind.

Bisher ist die Bedrohung durch eine luftgetragene Ausbreitung der radioaktiven Stoffe am Größten. Es ist aber nicht auszuschließen, dass in Zukunft auch eine Ausbreitung über den Wasserweg zur Bedrohung wird, wenn auch vielleicht erst in den nächsten Jahrhunderten.

Systeme, die den Zustand des Sarkophags überwachen sollen, können wegen fehlender Mittel nicht instand gehalten werden. Der Verkauf von Anlagenteilen der stillgelegten Reaktoren 1 bis 3 soll nun die nötige Finanzierung gewährleisten. Es ist nicht überraschend, dass es am AKW Tschernobyl immer wieder zu Finanzproblemen kommt. Die Betreiber müssen oft zusätzliche Summen für unerwartete Probleme aufbringen. Der durch die Katastrophe stark beanspruchte Staatshaushalt muss immer wieder hohe Summen bereitstellen. Dass gleichzeitig viele westliche Firmen an den Tschernobyl-Projekten verdienen, hilft der ukrainischen Wirtschaft nicht.

Die Errichtung der Anlagen für Betriebsabfälle der Reaktoren 1 bis 3 am AKW Tschernobyl war und ist von großen Schwierigkeiten begleitet. Es lässt sich erahnen, wie problematisch die Planung und Errichtung der Anlagen zur Bergung und Behandlung der brennstoffhaltigen Massen aus dem explodierten Reaktor 4 werden wird.

Die Errichtung des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente ist ein für die Sanierung des Reaktors 4 und die Stilllegung der Reaktoren 1 bis 3 zeitkritisches Projekt. Sie verzögert sich seit Jahren. Die aufgetretenen Probleme werfen viele Fragen, auch zur Rolle westlicher Firmen, auf.

Insgesamt wird immer deutlicher, wie komplex und gefährlich die Situation nach einem Super-GAU am Standort des havarierten Reaktors ist. Wenn es überhaupt gelingen soll, Lösungen zu finden, ist eine internationale Zusammenarbeit dringend erforderlich.

Ein Schritt in die richtige Richtung wäre sicher, wenn die finanziellen Mittel, die IAEA und andere atomfreundliche Organisationen zur Verbreitung der Behauptung "Tschernobyl war gar nicht so schlimm und jetzt ist alles im Griff" ausgeben, stattdessen zur Lösung der Probleme verwendet würde.

Die aktuelle Diskussion um Tschernobyl ist vor allem geprägt von einer Verharmlosung der Unfallfolgen. Für die Atomindustrie ist die Beherrschbarkeit der Atomenergie eine entscheidende Grundannahme. Dies zeigt sich auch in Behauptungen, dass Unfallablauf und Quellterm ziemlich genau bekannt seien, und der Unfall alles in allem noch gut gemanagt worden sei.

Tatsache ist aber, dass der genaue Unfallablauf bis heute nicht bekannt ist. Die massiven

clviii IPPNW, Presseinformation am 25.04.2002, www.ippnw.de, eingesehen im März 2003

Freisetzungen in den folgenden 10 Tagen konnten nicht kontrolliert werden. Tatsache ist auch, dass eine große Unsicherheit über den Quellterm und den in der Ruine verbliebenen Kernbrennstoff besteht. Der Umgang mit den Überresten des explodierten Reaktors wird dadurch verschärft, dass die Situation im Inneren des Sarkophags nicht bekannt ist.

Das Ziel der IAEA, im Vorfeld des 20. Jahrestags "Tschernobyl" für beendet zu erklären, ist hinsichtlich der gesundheitlichen und sozialen Folgen für Millionen Menschen vollkommen unzulässig. Tschernobyl für beendet zu erklären, ist auch bezüglich der Gefahren, die vom explodierten Reaktor und vom gesamten AKW-Standort ausgehen, vollkommen unzutreffend.

"Tschernobyl" ist heute noch genauso wie vor 20 Jahren ein Plädoyer für einen sofortigen weltweiten Ausstieg aus der Atomenergie.

6. Zusammenfassung

Am 26. April 1986 kam es im Reaktor 4 des AKW Tschernobyl zum Super-GAU. Die nukleare Kettenreaktion geriet außer Kontrolle. Zwei Explosionen zerstörten den Reaktorkern. Eine große Menge an radioaktiven Stoffen wurde freigesetzt und großräumig verteilt^{clix}.

Die radioaktiven Stoffe führten in weiten Teilen Europas zu nennenswerten Kontaminationen. Die radioaktiven Stoffe in der Luft wurden aufgrund der besonderen Unfallbedingungen aber "verdünnt", so dass die Menschen der näheren Umgebung glücklicherweise nicht die größtmöglichen Strahlendosen erhielten^{clx}.

Auch heute, 20 Jahre später, lässt sich der Unfallablauf nicht vollständig rekonstruieren. Bisher konnte weder genau geklärt werden, welche Menge an radioaktiven Stoffen in die Atmosphäre freigesetzt wurde, noch wie viel des Kernbrennstoffs im Reaktorgebäude verblieben ist. Die Unfallursache war eine Kombination von Mängeln bei der Betriebsführung und in der technischen Auslegung der Anlagen^{clxi}.

Nach dem Unfall wurde unter schwierigen Randbedingungen auf den Resten des Reaktorblocks eine Schutzhülle um den Katastrophenreaktor erstellt. In nur sechs Monaten Bauzeit entstand der Sarkophag. Etwa 300.000 Menschen, vor allem Soldaten, waren an der Konstruktion beteiligt^{clxii}.

Um Zeit und Kosten zu sparen, wurde eine Vorgehensweise für die Erstellung des Sarkophags gewählt, die mit zwei wesentlichen Nachteilen verbunden war: Die Stabilität der Strukturen ist nicht bekannt, und die Ruine ist nicht hermetisch abgeschlossen^{clxiii}.

Der Sarkophag war nicht als eine dauerhafte Lösung gedacht, sondern nur für eine maximale Dauer von 20 bis 30 Jahren ausgelegt^{clxiv}. Die Suche nach einer Lösung für die langfristige Sanierung des explodierten Reaktors gestaltete sich schwierig. Die von russischer, ukrainischer oder westlicher Seite entwickelten Konzepte wurden vor allem deshalb verworfen, weil die Lösungsansätze zu kostenintensiv waren.

Im Dezember 1995 wurde zwischen den G7-Staaten und der Ukraine ein "Memorandum of Understanding" zur Stilllegung des AKW Tschernobyl vereinbart. Auch die auf dieser Basis durchgeführte Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass sich der Reaktorblock 4 mit keinem der untersuchten Lösungsansätze in einen sicheren Zustand überführen lässt – zumindest nicht zu realisierbaren Kosten. Daher empfahl die Untersuchung ein Vorgehen in

clix Krüger 1996 s.o.

clx GSF 1998, s. .o.

clxi Krüger 1996, s. o.

clxii WISE News Communiqué, April 27, 2001

clxiii Borovoi 1996, s. o.

clxiv Arcadis 2000 s.o., Bachner 1997, s.o.

mehreren Stufen^{clxv}. Seit Juni 1997 ist dieser so genannte Shelter Implementation Plan (SIP) Grundlage für die internationale Zusammenarbeit.

Zielsetzung des SIP ist, die Ruine mittelfristig sicherer zu machen, damit Zeit gewonnen wird, eine langfristige Lösung zu entwickeln^{clxvi}. Die Umsetzung einer langfristigen Lösung für den explodierten Reaktor sieht der Arbeitsplan jedoch nicht vor. Beabsichtigt ist lediglich, einen stabilen Zustand für die nächsten 50 bis 100 Jahre zu erreichen.

Wesentlich für die Umsetzung dieses mittelfristigen Ziels ist die Errichtung eines neuen Einschusses des zerstörten Reaktors. Vorgesehen ist eine Stahlkonstruktion in Form eines Bogens, die außerhalb des Sarkophags errichtet und dann über den Sarkophag geschoben werden soll. Zwei von westlichen Unternehmen geführte Konsortien bewerben sich zurzeit für die Errichtung des so genannten New Safe Confinement (NSC)^{clxvii}.

Die neue Schutzhülle soll zwar zu einem späteren Zeitpunkt auch die Bergung der brennstoffhaltigen Massen ermöglichen^{clxviii}, dies ist aber nicht mehr Gegenstand des Shelter Implementation Plans. Bisher liegt noch nicht einmal eine Strategie für die Bergung vor. Die Gefährdung der Umwelt geht gerade von diesen hoch radioaktiven Stoffen aus. Das bedeutet, dass der Shelter Implementation Plan das eigentliche Sicherheitsproblem am Standort nicht beseitigt. Vor allem aus diesem Grund war die neue Schutzhülle des explodierten Reaktors über Jahre Gegenstand kontroverser Diskussionen in der Ukraine.

Die Umsetzung des Shelter Implementation Plans gestaltet sich bisher insgesamt mehr als schwierig. Als Zeitdauer des Projektes waren ursprünglich 8 bis 9 Jahre vorgesehen, das Ende wäre jetzt gewesen^{clxix}. Zurzeit wird vom Jahr 2011 ausgegangen. Die Kosten wurden zu Beginn auf 768 Mio. US\$ geschätzt. Aktuell werden die Kosten mit 1,091 Milliarden US\$ angegeben^{clxx}.

Nach einer langen Pause wurden im November 2004 die längst überfälligen Stabilisierungsarbeiten fortgesetzt^{clxxi}. Im Mai 2005 mussten die Arbeiten für etwa zwei Monate unterbrochen werden, da es zu internen Strahlenbelastungen der Beschäftigten kam^{clxxii}. Bisher tauchten diverse Schwierigkeiten auf. Auch die Rekrutierung von Personal erwies sich als schwierig, da rund 40% der BewerberInnen das erforderliche medizinische Zeugnis nicht erbringen konnten^{clxxiii}. Ende 2005 waren erst drei der acht Stabilisierungsprojekte beendet^{clxxiv}. Die Sanierung des Katastrophenreaktors bleibt ein Wettlauf mit der Zeit.

Unbestritten von allen Fachleuten besteht eine große, von Jahr zu Jahr wachsende Gefahr, dass der marode Sarkophag zusammenbricht. Durch die Stabilisierungsmaßnahmen ist beabsichtigt, die Einsturzgefahr zu verringern. Noch ist nicht sicher, ob dieses gelingt. Bei den bisherigen Arbeiten zeigte sich, dass die Baustrukturen an einigen Stellen instabiler sind als erwartet^{clxxv}.

In der Ruine befinden sich riesige Mengen an radioaktivem Staub, die bei einem Einsturz teilweise freigesetzt würden. Ein Einsturz kann zu nennenswerten Strahlenbelastungen bis in Entfernung von mindestens 50 Kilometern führen. In Entfernungen bis 20 Kilometern werden gravierende Auswirkungen erwartet. Viele Menschen leben illegal in der "gesperrten" Tschernobyl-Zone (30 Kilometern Umkreis). Außerdem arbeiten Hunderte, wenn nicht Tausende, täglich auf einer der vielen Baustellen auf dem AKW-Gelände oder der

clxv Arcadis 2000, s. o.

clxvi Bachner 1997, s. o.

clxvii Nucleonics Week, October 6, 2005

clxviii Kondratyev 2003: Status of the SIP Design and their Technical Evaluation; Eurosafe 2003

clxix WISE News Communiqué, June 18, 1999

clxx ChNPP Information Department <http://new.chnpp.gov.ua> eingesehen im Februar 2006

clxxi Nucleonics Week, April 28, 2005

clxxii Nucleonics Week, July 28, 2005

clxxiii Nucleonics Week, July 28, 2005; Nucleonics Week, December 16, 2004

clxxiv Nucleonics Week, January 19, 2006

clxxv Nucleonics Week, November 17, 2005

Umgebung.

Eine bei einem Einsturz freigesetzte radioaktive Wolke gefährdet vor allem das Leben der Beschäftigten am Standort. Die ermittelte Inhalationsdosis in unmittelbarer Nähe des Reaktorblocks 4 ist sehr hoch – etwa fünf Sievert, eine für viele Menschen tödliche Dosis. Noch in Entfernungen von mehreren Hundert Metern sind Strahlendosen zu erwarten, bei denen ein Mensch sichtbar strahlenkrank wird^{clxxvi}.

Sollte es erst zu einem Einsturz des Sarkophags kommen, wenn das New Safe Confinement errichtet ist, wird voraussichtlich weniger radioaktiver Staub freigesetzt. Zumindest für die Bevölkerung könnte die Gefahr dann sinken. Für die vor Ort Beschäftigten wird die Gefahr aber kaum geringer, sondern sogar zum Teil größer^{clxxvii}.

Aber nicht nur durch einen Zusammenbruch wird Radioaktivität in die Umwelt freigesetzt, auch jetzt dringt permanent radioaktiver Staub aus den Öffnungen des Sarkophags. Schlimmer ist aber noch, dass durch die Öffnungen große Mengen an Niederschlag eindringen. Wasser ist die größte Bedrohung für die Ruine. Wasser beschleunigt den Verfall der Gebäudestruktur und erhöht damit signifikant die Einsturzgefahr. Weiterhin kann Wasser im Inneren des Sarkophags zur Gefahr einer erneuten Kettenreaktion beitragen. Ein solches Wiederaufleben einer nuklearen Kettenreaktion wird als sehr unwahrscheinlich, aber nicht vollkommen ausgeschlossen angesehen. Die Messgeräte, die den Zustand der brennstoffhaltigen Massen überwachen sollen, funktionieren seit Jahren nicht zuverlässig^{clxxviii}.

Wasser verbindet sich mit radioaktivem Staub im Gebäude. Im unteren Bereich des Sarkophags hat sich ein Tümpel aus flüssigen radioaktiven Abfällen gebildet. Durch die Einwirkung von Feuchtigkeit auf die brennstoffhaltigen Massen entsteht zudem weiterer radioaktiver Staub. Erst kürzlich wiesen Studien nach, dass aus der Ruine austretende radioaktive Flüssigkeiten zur Belastung des Grundwassers beitragen. Nach Errichtung des New Safe Confinement wird erwartet, dass die Flüssigkeiten verdunsten und sich die Probleme dadurch lösen^{clxxix}.

Im AKW Tschernobyl liefen zur Zeit des Unfalls außer dem havarierten Reaktor 4 drei weitere Reaktoren. Diese nahmen bereits Ende 1986 bzw. Ende 1987 den Betrieb wieder auf^{clxxx}. Erst am 15. Dezember 2000 ist mit der endgültigen Abschaltung des Reaktors 3 das AKW vom Netz gegangen^{clxxxii}.

Mehrfach wurde in der Ukraine über eine Wiederinbetriebnahme diskutiert. Die produzierte Elektrizität soll die finanziellen Mittel liefern, um die erforderlichen Schutzmaßnahmen am zerstörten Reaktor 4 durchführen zu können^{clxxxii}. Die Betreiber planen zur Finanzierung der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen nun Anlagenteile des stillgelegten Atomkraftwerks zu verkaufen^{clxxxiii}.

Die Voraussetzung für die endgültige Stilllegung, die Entnahme der Brennelemente aus den Reaktorblöcken, verzögert sich seit Jahren. Die Entladung von Block 3 ist besonders wichtig, da dieser an den Sarkophag angrenzt. Das New Safe Confinement kann erst errichtet werden, wenn dieser Reaktor entladen ist^{clxxxiv}.

Seit 1999 ist Framatome ANP mit der Errichtung eines Zwischenlagers für die abgebrannten Brennelemente beauftragt. Ursprünglich war die Inbetriebnahme der Anlage für das Jahr

clxxvi Pretzsch 2004, s.o.

clxxvii IAEA 2005, s. o.

clxxviii Nucleonics Week, July 17, 2003

clxxix IAEA 2005, s. o.

clxxx GRS 1996, s. o.

clxxxii NEA 2002, s. o.

clxxxii Nuclear Engineering International, December 2002, Nucleonics Week, January 6, 2005

clxxxiii Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA): Tschernobyl Info, News vom 21.2.2005, www.chernobyl.info, eingesehen im Februar 2006

clxxxiv Nucleonics Week, September 15, 2005

2003 geplant. In diesem Jahr stellte das Unternehmen jedoch fest, dass das gewählte Lagerkonzept ungeeignet sei. Die Kosten des Projektes explodierten, ein geeignetes Lagerkonzept ist noch nicht gefunden. Seit Jahren gibt es einen heftigen Disput zwischen Framatome ANP und den Betreibern des AKW Tschernobyl. Ein unabhängiges Gremium wurde mit der Prüfung des Sachverhalts beauftragt. Eine Entscheidung wird nicht vor Mitte dieses Jahres erwartet^{clxxxv}.

Die Betreiber des Atomkraftwerks haben im Dezember 2005 angefangen, die abgebrannten Brennelemente in das vorhandene alte Nasslager (ISF-1) zu entladen^{clxxxvi}. Das Fehlen des Zwischenlagers kostet die Ukraine Millionen^{clxxxvii}.

Auf dem AKW Gelände errichtet ein europäisches Konsortium eine Anlage zur Verarbeitung von flüssigen radioaktiven Abfällen^{clxxxviii}. Die Inbetriebnahme soll demnächst, mit "nur" drei Jahren Verzögerung, erfolgen. Weiterhin errichtet das deutsche Unternehmen RWE Nukem GmbH eine Anlage für die Behandlung und Lagerung fester radioaktiver Abfälle. Im Rahmen des Projektes entsteht ein oberflächennahes Endlager für radioaktive Abfälle mit kurzen und mittleren Halbwertszeiten auf dem 13 Kilometern vom Standort entfernten

Atommülllagerkomplex, der "Vektor-Site"^{clxxxix}. Das Projekt hat bereits mehr als drei Jahre Verzögerung, die Inbetriebnahme wird zurzeit für Dezember 2008 erwartet^{cxc}.

clxxxv Nucleonics Week, December 22, 2005

clxxxvi Nucleonics Week, December 22, 2005

clxxxvii Nucleonics Week, September 15, 2005

clxxxviii Wehner 2004 Maßnahmen zu Verbesserung der ökologischen Situation in Tschernobyl- Das RWE Nukem Projekt ICSRM, Informationskreis KernEnergie, 2004

clxxxix Wehner 2004, s. o.

cxc ChNPP Information Department : Main SSE ChNPP tasks for 2006, 20/02/2006

<http://new.chnpp.gov.ua> eingesehen im Februar 2006