



1. Begleitumstände bei der Ausarbeitung des Kapitels

"Die Vertreter der DWK waren im allgemeinen zuvorkommend, aber wir können nicht sagen, daß sie die Arbeit unserer Gutachtergruppe unterstützt hätten. Fragen wurden nur nach längerem Zögern beantwortet oder überhaupt völlig ignoriert. In keinem Fall wurde mehr als das bloße Minimum an Informationen geliefert."

"Leider verweigerte uns das BMI die Genehmigung, mit der RSK/SSK zu sprechen."

2. Auffassung der DWK von denkbaren Unfällen und ihrer Hinnehmbarkeit; Haltung der Überwachungsorgane (RSK/SSK, TÜV)

"Die DWK hat im SB nur Unfälle betrachtet, die weniger schwerwiegend sind als andere, die sich bereits irgendwo ereignet haben oder die doch zumindest denkbar sind."

"RSK/SSK scheinen anzunehmen, daß die DWK und sie selbst entscheiden können, welche potentiellen Unfälle 'vorstellbar' und welche Risiken 'akzeptierbar' für die Öffentlichkeit sind."

Es scheint, daß die DWK, die RSK/SSK und das BMI einen Konsensus erreicht haben, der die folgenden Punkte umfaßt:

- Das Konzept der DWK hat Vorteile für die BRD.
 - Für die Konstruktion und den Betrieb der Anlage kann garantiert werden, daß unvorhergesehene Vorfälle ausgeschlossen sind.
 - Ungewöhnliche Ereignisse (wie z. B. Krieg, Absturz eines großen Flugzeugs, schwerwiegende Sabotage, Ausfall von Betrieb oder Überwachung) besitzen so eine geringe Wahrscheinlichkeit, daß sie ausgeschlossen werden können.
 - Jedes verbleibende Risiko aufgrund ungewöhnlicher Vorfälle ist 'akzeptabel' wegen der Vorteile, die die Anlage für die BRD bringt.
 - Experten der DWK und der Genehmigungsbehörden können und sollten Entscheidungen stellvertretend für die Öffentlichkeit treffen.
- Als Teil dieses Konsensus haben RSK/SSK die Tendenz, einige ihrer Meinungen ziemlich unkritisch von der DWK zu beziehen.
- Vom TÜV wird nur erwartet, das Konzept der DWK so zu analysieren wie es vorgelegt ist. Der TÜV geht mit einer äußerst engen Sicht-

weise an die zu untersuchenden Gefahrenmöglichkeiten heran. Er vertraut in großem Ausmaß auf die Befunde der RSK/SSK, obwohl diese viele ihrer Ansichten ziemlich unkritisch von der DWK übernehmen. Der TÜV interpretiert seine Rolle enger als er könnte."

3. Forderung nach Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Frage, welches Risiko akzeptierbar ist; Rolle der Experten

"Es ist eine neue Form von Risikoanalyse nötig, bei der nicht quantifizierbare Faktoren in spezifischer Weise behandelt werden, und zwar so, daß man auf dem Wege politischer Meinungsbildungs- und Entscheidungsprozesse zu einer Beurteilung ihrer Bedeutung kommen kann."

"Die konventionelle Risikoanalyse, wie sie die Atomindustrie betreibt, ist unzureichend, weil sie die Bedeutung nicht quantifizierbarer Risikofaktoren vernachlässigt und Vorannahmen über die allgemeine 'Zumutbarkeit' macht, die nicht zu rechtfertigen sind."

"Die herkömmliche Risikoanalyse berücksichtigt nicht, daß so folgenschwere Risikofaktoren wie die im folgenden genannten ihrem Wesen nach nicht quantifizierbar (rechnerisch erfaßbar) sind: Sabotage, Krieg, politische Unruhen, geistige Verwirrung beim Personal, Nichteinhalten von Vorschriften, Nichtvoraussehen von Unfällen, Fehler der Bedienungsmannschaft.

Die bisher verwendeten Zumutbarkeitskriterien vernachlässigen, daß die Öffentlichkeit Zumutbarkeit mit komplexeren Maßstäben mißt. Ein Beispiel: Wenn Schutz vor Sabotage durch intensive polizeiliche Überwachung gesichert werden soll, wird die Öffentlichkeit unter Umständen diese Überwachung selbst unzumutbar finden. Andere werden vielleicht nukleare Einrichtungen ablehnen, weil sie mit politischen Machtverhältnissen verflochten sind. Die Fachleute irren sich, wenn sie glauben, daß sie derartige Probleme in ihren Risikoanalysen nicht zu berücksichtigen brauchen. Die Entscheidungen, die getroffen werden sollen, müssen letztlich politischer Natur sein."

"Experten sollten lernen, ihre Aufgabe eher im Bereich von Information und Aufklärung zu sehen als darin, im Namen der Bevölkerung Urteile abzugeben. Wenn eine Entscheidung darüber ansteht, ob wir uns das Risiko leisten können, dann sollte die Meinung eines jeden Bürgers genausoviel Gewicht haben wie die Meinung von Experten."

4. Größenordnung und Besonderheiten der WAA

Das von der DWK beantragte Konzept beinhaltet, daß

- 3000 t abgebrannte Brennelemente (30 Reaktor-Cores) gelagert,
- davon 1400 t im Jahr (14 Reaktor-Cores) wiederaufgearbeitet,
- abgetrennte Spaltprodukte und Aktiniden, die etwa 7000 t abgebrannten Brennstoffs entsprechen, in Form von hochaktiver Abfall-Lösung aufbewahrt und
- bis zu 6 t Plutonium-Nitratlösung (entsprechend dem Plutonium von 6 Reaktor-Cores) gelagert werden müssen.

"Die kompakte Struktur der Anlage hat zur Folge, daß ein schwerer Unfall wahrscheinlich eine Kette von weiteren auslöst, insbesondere durch Freisetzung von Aktivität, durch die der Zugang (z. B. für Reparaturarbeiten) behindert wird."

Wie gravierend schon kleine freigesetzte Aktivitätsmengen dafür sind, daß dann kein Arbeiter mehr Reparaturen durchführen und größere Katastrophen verhindern kann, zeigt ein kleines Beispiel, das die Gutachter untersucht haben: Wenn nur 1 m³ Abfall-Lösung aus einem der 7 Tanks von je 1000 m³ Fassungsvermögen ausläuft, ist die Strahlenbelastung in der Nähe der ausgelaufenen und bald eintrocknenden Lache in der Größenordnung von 100 000 rem/Stunde. Bei Strahlendosen über 10 000 rem aber treten schon innerhalb einiger Stunden Krämpfe, Koma und der Tod ein!

"Das Konzept der DWK vertraut völlig auf die ständige Gegenwart von erfahrenem Personal und auf einen kontinuierlichen Betrieb, der elektrische Leistung und Kühlwasser liefert."

"Während einer Diskussion zwischen dem GIR-Ausschuß und dem TÜV stellte der Beauftragte des Niedersächsischen Sozialministeriums (Herr Zur Horst) fest, daß das Streikrecht der in der WAA beschäftigten Arbeitnehmer nach dem vorliegenden DWK-Konzept eingeschränkt werden muß."

5. Welche Größenordnung und welche Ursachen kann ein denkbarer Unfall in der WAA haben?

"Das Konzept der DWK kann zu Freisetzungen von Radioaktivität in die Atmosphäre von katastrophalem Ausmaß führen. Gebiete, in denen eine sofortige Evakuierung notwendig wird, erstrecken sich über mehr als 100 000 km² und bis in Entfernungen von über 1000 km von Gorleben. Gebiete von mehr als 400 000 km² bis in Entfernungen von mehr als 2000 km von Gorleben müssen wegen Caesium-Kontamination langfristig evakuiert werden. Mit einer großen Zahl von Opfern muß in den Gebieten gerechnet werden, die nicht rechtzeitig evakuiert werden können.

Auslösende Ursachen für solche Freisetzungen können unter anderem sein:

- eine wenige Tage dauernde Nachlässigkeit
- Ausfall der Versorgung für einige Tage
- unvorhergesehene Zwischenfälle im Verarbeitungsprozeß (z. B. Explosionen)
- relativ kleine Kriegshandlungen
- Absturz eines großen Flugzeuges
- Sabotagehandlungen."

6. Besonders risikoreiche Teile und Verfahrensschritte der WAA

- Brennelement-Lagerbecken
(Gefahr des Kühlungsausfalls, Verdampfen des Beckenwassers, Zircalloy-Dampf-Reaktion und Knallgasexplosion, Schmelzen der Brennstäbe)
- Plutoniumnitrat-Zwischenlager
(Gefahr von Kritikalität durch Wassereinbruch oder Deformation der Tanks; Gefahr der Freisetzung von Plutonium aufgrund der Kritikalitäts-Explosion)
- Tanks mit hochaktiver Abfall-Lösung
(Gefahr des Kühlungs- und Ventilationsausfalls, Knallgasexplosion und Eindampfen der Lösung, Schmelzen der Tanks)
- Purex-Prozeß
(Gefahr von Kritikalität aufgrund der großen Plutonium-Mengen, Entstehung von red oil und Explosion desselben)

7. Flugzeugabsturz

Die Konstruktion der WAA gründet sich laut DWK-Sicherheitsbericht auf ein Flugunfall-Kriterium, nach dem das Gebäude den Aufprall eines 20 t schweren Objektes (Phantom-Flugzeug) mit einer Geschwindigkeit von ca. 750 km/h aushalten soll.

Dazu bemerken die Gutachter:

"Dieses Kriterium ist erstens bestreitbar, weil das Fliegen über die DDR-Grenze, an der Gorleben liegt, für Militärflugzeuge wie etwa die Phantom verboten ist. Dagegen wurde der Absturz einer Zivilmaschine nicht berücksichtigt, obwohl Gorleben unter dem bedeutenden Luftkorridor Bremen-Hamburg-Berlin liegt. Große zivile Transportflugzeuge mit einer Masse von gut über 150 t werden aber in den kommenden Jahren die Luftflotte bestimmen, die von dem Korridor Gebrauch machen werden."

"Zweitens berücksichtigt das Kriterium nicht, daß die größere Masse und die viel längere Aufschlagsdauer eines großen Zivilflugzeuges, gerade wenn die Aufschlagsgeschwindigkeit nur halb so hoch wie die von Militärmaschinen ist, eine allgemeine Deformierung großer ziemlich freitragender Gebäude (wie die für die Brennelement-Lagerbecken) bewirken kann."

Eine solche allgemeine Deformation wird aber ein Zurückschwingen des Gebäudes bewirken, das sehr gefährlich werden kann, wenn die Schwingungsdauer in dem Gebiet der Gebäuderesonanz liegt, was bei einer längeren Aufschlagsdauer der Fall sein kann.

Gegen den Durchschlag von Triebwerken der Flugzeuge sind die Gebäude nicht ausreichend geschützt:

"Die Betonwände der besonders risikoreichen Teile (Brennelement-lagerbecken, Tanks für die Abfall-Lösung, Plutoniumnitratlager) sind nicht gegen den angenommenen Flugkörper (2 t schweres Triebwerk) geschützt. Wenn man die Unsicherheiten der verwendeten Rechenmethoden berücksichtigt, ist das Konzept der DWK unbefriedigend."

8. Gebäudezerstörung durch andere Gründe als Flugzeugabsturz

"Die DWK hat das Druckwellenkriterium der RSK als Grundlage für den Schutz gegen eine Explosion übernommen. Dieses Kriterium wurde eingeführt, um Reaktoren gegen die Explosionswirkungen einer Gaswolke außerhalb des Reaktorgebäudes zu schützen. Weder die DWK noch RSK/SSK, BMI oder TÜV scheinen zu erkennen, daß dieses Kri-

terium für die WAA, bei^{der} sich eine innere Explosion ereignen könnte, nicht angemessen ist. Solch eine Explosion könnte zu einer weitgehenden Freisetzung eines beträchtlichen Teils des aktiven Inventars führen."

"Es scheint vernachlässigt worden zu sein, daß die WAA selbst eine chemische Einrichtung ist, die erhebliche Mengen an brennbarem Material enthält." (Die Wiederaufbereitung geht u. a. unter Verwendung großer Mengen von Kerosin, also Flugzeugtreibstoff, vor sich!)

Die Gefahr liegt darin, daß eingeschlossene entzündliche Gemische, eben weil sie sich nicht ausbreiten können, nicht verbrennen, sondern explosionsartig detonieren. "Nach dem oben Gesagten ist klar, daß die dicken Betonwände (2 m) der WAA ideale Bedingungen für eine Detonation entzündlicher Gemische darstellen."

"Im Sicherheitsbericht gibt es keine Diskussion der Auswirkung eines einstürzenden Schornsteins." Die Gutachter zitieren eine Arbeit, der zu folge ein einstürzender 100 m hoher Kamin auf ein Reaktorcontainment eine Wirkung hat, die mit dem Aufschlag einer Boeing 707 mit 360 km/h vergleichbar ist. Bei der WAA ist aber ein 200 m hoher Kamin vorgesehen, der sich 60 m vom Gebäude für die Abfall-Lösungstanks entfernt befindet."

"Der Vollständigkeit halber ist es noch wert zu erwähnen, daß schwere Gebäude, die auf einem Salzbergwerk stehen, durch Bodensenkung bedroht sind, die durch Wasser in dem Bergwerk ausgelöst wird."

9. Krieg

"Im Falle eines Territorialkrieges zwischen NATO und Warschauer Pakt ist die Grenze zwischen BRD und DDR ein Hauptkonfliktpunkt. Die Tiefebene der Elbe nördlich von Gorleben wurde lange Zeit als Hauptkampfgebiet, vor allem von Panzerarmeen, angesehen. Ob nun der Krieg mit taktischen Atomwaffen geführt wird oder nicht, in jedem Fall ist das Gebiet von Gorleben in besonderer Gefahr, zum Kampfplatz zu werden."

"Das DWK-Konzept liefert allenfalls einen eingeschränkten Schutz gegen Sabotage oder Krieg. Solche Ereignisse, auch in ziemlich kleiner Größenordnung, können zu erheblicher Freisetzung von Radioaktivität führen."

Bei Kriegshandlungen könnten die Anlagen direkt zerstört werden und das radioaktive Inventar freigesetzt werden. "Die 2 m dicken Betonwände der Gebäude können mit leicht erhältlichen (konventionellen) Waffen durchbrochen werden." Es genügt aber schon, daß Kühlungs- und Lüftungssysteme zerstört werden oder ausfallen, um eine katastrophale Freisetzung von Radioaktivität zu ermöglichen (siehe Punkte 10. und 11.). Auch einfache Betriebsausfälle während eines Krieges könnten katastrophal sein.

Die freigesetzte Radioaktivität aus der WAA würde aber selbst einen begrenzten Nuklearkrieg in Europa noch bedeutend übertreffen. Wenn angenommen wird, daß bei einem solchen Krieg 1000 Bomben zu je 20 kt gezündet werden, "ist das Gesamtinventar der WAA mehrere 100-mal so groß wie die gesamten langlebigen Spaltprodukte sämtlicher explodierter Atombomben".

Die Gutachter zitieren aus dem 6. Bericht der Royal Commission on Environmental Pollution, Sept. 1976: "Wenn die Kernenergie früher entwickelt worden wäre und sie^{sich} zur Zeit des letzten Krieges in großem Maßstab in Anwendung befunden hätte, wären wahrscheinlich einige Gebiete Mitteleuropas wegen der Bodenkontamination durch Caesium immer noch unbewohnbar."

10. Wie sich der denkbar größte Unfall in einem Lagertank für hochaktive Abfall-Lösung entwickeln könnte und welche Auswirkungen er haben könnte.

Im vorgesehenen Betrieb gibt es 7 Lagertanks für hochaktive Abfall-Lösung, von denen 5 tatsächlich gefüllt sind. Für das folgende Beispiel wird vereinfachend angenommen, daß die Tanks mit Lösung gefüllt sind, welche aus verbrauchtem Brennstoff stammt, der 1, 2, 3, 4 bzw. 5 Jahre alt ist seit Entnahme aus dem Reaktor. (Dies dürfte den tatsächlichen Verhältnissen ziemlich gut entsprechen, da jeder Tank die Abfall-Lösung von einem Jahresdurchsatz der WAA, d. h. 1400 t Brennstoff, enthält.)

Die Gutachter stellen fest: "Der Sicherheitsbericht der DWK enthält keine ausreichende Information, um das Gefährdungspotential von hochaktiver Abfall-Lösung abzuschätzen. Deshalb geben wir einen Modellfall an."

Angenommen, die Kühlung und Ventilation eines Tanks fällt aus. Die Wärmeleistung der Lösung in einem Tank beträgt zwischen 14 MW (für den 1 Jahr alten Brennstoff) und 2,1 MW (für den 5 Jahre alten Brennstoff). Wenn der Tank also nicht mehr gekühlt wird, erhitzt sich die Lösung aufgrund der Zerfallswärme. Ebenso wichtig ist die Ventilation, da das aufgrund der radioaktiven Strahlung aus dem Wasser der Lösung sich bildende Wasserstoffgas ständig abgeführt werden muß, da sich sonst hochexplosives Knallgas zusammen mit der Luft bildet. Wenn also Kühlung und Ventilation ausfallen, passiert folgendes: Je nach Tank ist zwischen einer halben und 3 Stunden der Punkt erreicht, wo die Konzentration des Knallgases hoch genug (4 %) für eine Explosion ist. Dies ist sehr wichtig, da eventuelle Reparaturarbeiten an der Kühlung und Ventilation betroffen sein könnten. Nach Ausfall der Kühlung hat sich außerdem die Lösung in 3 bis 22 Stunden (je nach Tank) bis zum Siedepunkt erhitzt und beginnt zu sieden. Innerhalb von 48 bis 320 Stunden dampft sie bis auf die Rückstände, 57 t Spaltprodukte und Aktiniden, ein. Die Rückstände verwandeln sich unter weiterer Hitzeentwicklung von der Nitrat- in die Oxidform (ähnlich dem Kalkbrennen) und beginnen schließlich bei 1500 °C den Edelstahltank zu schmelzen. Dies geschieht in 62 bis 408 Stunden. Eine erhebliche Knallgasexplosion, bei der das Betondach abheben kann und der Tank somit eine direkte Öffnung zur Atmosphäre hat, ist in ca. 8 Stunden nach Ventilationsausfall möglich (Wasserstoff-

konzentration in der Luft 30 %). Dann würde auch jegliche Einrichtung so schwer beschädigt, daß keine Reparatur mehr möglich wäre. Während des Siedens der Lösung und der Aufheizung der Rückstände können erhebliche Mengen der flüchtigen Spaltprodukte freigesetzt werden.

Die Rückstände werden, nachdem sie die Edelstahlauskleidung des Tanks durchgeschmolzen haben, die Betonfundamente durchdringen (bei 760 °C hat Beton praktisch keine Festigkeit mehr). Dabei entwickelt sich aus dem Kalk des Betons Kohlendioxid-Gas, welches weitere Spaltprodukte in die Luft mitführen wird.

Der Rückstand wird allmählich in den Boden unter dem Gebäude eindringen. In Gorleben liegt der Grundwasserspiegel ziemlich nahe unter der Oberfläche; der entstehende Dampf wird an die Oberfläche treten und weitere Aktivität mitführen. Die ins Grundwasser eintretende Aktivität wird wahrscheinlich innerhalb von 100 oder weniger Jahren die Elbe erreichen.

Zusammenfassend ist zu sagen: Bei dem betrachteten Fall wird praktisch die gesamte in der Abfall-Lösung vorhandene Aktivität biologisch verfügbar.

(Die Tatsache, daß der Gorlebener Sandboden leicht durchlässig und der Grundwasserspiegel ziemlich nahe unter der Oberfläche liegt, ist für die Gutachter allgemein ein Argument, den Standort Gorleben für eine WAA abzulehnen, da Radionuklide, auch wenn sie nicht aus katastrophalen Freisetzungen stammen, sondern "nur" aus Lecks von Rohren, Behältern o. dgl., sehr schnell dem Grundwasser verfügbar werden, d. h. in Brunnen und Flußsysteme wandern.)

In einem Abschnitt des Kapitels werden die Auswirkungen der atmosphärischen Freisetzung der oben betrachteten Mengen von Radionukliden untersucht. Dieser Abschnitt ist äußerst kritisch zu lesen, da er die Auswirkungen auf alle mögliche Weise herunterspielt. Nur zwei der sehr zahlreichen freigesetzten Nuklide, nämlich Caesium-137 und Ruthenium-106, werden betrachtet und nur drei mögliche Arten der Einwirkung auf den Menschen, nämlich die unten aufgeführten. Es fehlt die Abschätzung, in welchem Gebiet eine sofort tödliche Strahlenbelastung nach dem Unfall herrscht, sowie gänzlich die Auswirkungen verseuchter Nahrungsmittel, obwohl bekannt ist, daß diese Auswirkungen wegen der Anreicherung der Nuklide in den Nahrungsketten äußerst gravierend sind. Trotzdem behauptet der Gutachter: "Drei Dosis-Typen sind herausge-

sucht worden, die die Folgen einer Abgabe von radioaktiven Nukliden an die Luft im wesentlichen beeinflussen."

Die betrachteten, möglicherweise wegen ihrer leichten rechnerischen Handhabbarkeit ausgewählten Beispiele für die Auswirkungen sind:

1. Äußere Ganzkörperbestrahlung durch auf dem Boden abgelagertes Caesium-137.

Es wird die Größe des Gebiets berechnet, in dem langfristig die Ganzkörperbestrahlung durch abgelagertes Caesium-137 den Wert von 10 rem in 30 Jahren übersteigt (etwa das 3-fache der natürlichen Umgebungsstrahlung). "Dieser Verseuchungsgrad wurde von der U.S.-Reaktorsicherheitsstudie als der Wert vorgeschlagen, oberhalb dessen in ländlichen Gebieten Dekontamination oder Umsiedlung der Bevölkerung durchgeführt werden müßte. Die Auswahl der Verseuchungsstufe geschieht ziemlich willkürlich (ein Kompromiß zwischen öffentlicher Gesundheit und ökonomischen Gesichtspunkten), und es sind auch schon andere Stufen vorgeschlagen worden." "Die betrachtete Verseuchung könnte die Wahrscheinlichkeit, an Krebs zu sterben, um wenige Zehntel Prozent erhöhen." Das verseuchte Gebiet wäre bei einer Freisetzung von $3 \cdot 10^8$ Ci Caesium-137, bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/sec und unterschiedlichen Ablagerungsgeschwindigkeiten der Nuklide aus der Wolke

zwischen 370 000 und 680 000 km², mit einer größten Entfernung von der WAA zwischen 1800 und 2400 km.

Der Gutachter hat, wie auch bei den folgenden betrachteten Auswirkungs-Beispielen, das betroffene Gebiet auf einer Karte von Europa dargestellt. Bemerkenswerterweise bläst der Wind immer nach Osten oder Nordosten (?!?). Das Gebiet reicht in jedem Fall weit in die Sowjetunion hinein. Dazu sagt er: "Da diese Bilder so dramatisch sind, mögen sie sehr wohl eine weite Öffentlichkeit in der BRD erreichen. Das Niveau der Diskussion wird aber sinken, wenn man aus diesen Bildern eine Sensation macht und ihre Bedeutung übertreibt. Die Stufe der Landverseuchung ist nicht so hoch, daß ihre Auswirkungen leicht entdeckt werden könnten, selbst wenn keine Linderungsmaßnahmen nach dem Unfall getroffen würden. Es würde einen leichten Anstieg der Krebsraten, von Krankheiten, spontanen Fehlgeburten und Mißbildungen geben. (In absoluten Zahlen

würden die Zunahmen allerdings sehr beunruhigend sein und möglicherweise große Angst in der betroffenen Bevölkerung auslösen.)"

2. Langfristige Belastung der Lunge durch eingeatmete Teilchen von Ruthenium-106.

Es wird die Größe des Gebietes untersucht, in dem die Langzeit-Lungendosis durch Ru-106 den Betrag von 100 rem überschreitet (hierbei gibt es 1 - 10 verzögerte Krebstode unter 1000 exponierten Menschen). Das betroffene Gebiet wäre bei einer Freisetzung von $5 \cdot 10^8$ Ci Ru-106, bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/sec und unterschiedlichen Ablagerungsgeschwindigkeiten der Nuklide aus der Wolke

zwischen 77 000 und 280 000 km², mit einer größten Entfernung von der WAA zwischen 900 und 1900 km.

Hier macht sich der Gutachter Gedanken über eine Evakuierung: "In diesen Gebieten könnten die Behörden sofortige Evakuierung anordnen, um das Einatmen von Radioaktivität zu verhindern. (Da sich die Radioaktivität ziemlich langsam fortbewegt, gäbe es Zeit für die Evakuierung. Die Zahl der betroffenen Personen wäre jedoch unglaublich groß.) Außerhalb dieser Gebiete würden nicht-evakuierte Menschen eine Lungenbelastung unterhalb von 100 rem erhalten. Auch diese Dosis würde noch eine große Zahl von verzögerten Todesfällen an Lungenkrebs verursachen (zwischen 3000 und 100 000). Das individuelle Risiko wäre jedoch klein, da es sich bei der bestrahlten Bevölkerung um 30 - 100 Millionen handelt. Selbst wenn es möglich wäre, wäre es nicht sinnvoll, diese zweite Gruppe von Menschen zu evakuieren. Denn die Anzahl von Unfallopfern aufgrund der Evakuierung könnte größer sein als die Anzahl der Todesfälle durch inhalierte radioaktive Teilchen." Die ganze Diskussion um die Evakuierung wird aber allein dadurch sehr fragwürdig, daß man nicht im voraus wissen kann, wann der Wind dreht. Das kann dann auch bedeuten, daß die weiteste Ausbreitung der Verseuchung reduziert wird und sich die Nuklide mehr in allen Richtungen rings um die Anlage absetzen. Interessanterweise fällt diese Möglichkeit dem Gutachter nur bei Westwind ein: "Eine Folge der langen Ausbreitungszeit ist, daß das Drehen des Windes bedeutsam werden kann und die weiteste Ausbreitung der Verseuchung reduziert werden könnte. Das ist wichtig, wenn man

Winde betrachtet, die zunächst in die westliche Richtung wehten. Man sollte nicht einfach die ganzen Flächen in den Abbildungen (die Verseuchungsgebiete auf der Landkarte Europas) nach Westen drehen, ohne die Wahrscheinlichkeit zu betrachten, mit der der Wind viele Tage lang in diese Richtung weht. Auf jeden Fall aber ist jeder Teil der Bundesrepublik nahe genug am Standort, so daß Betrachtungen über die Windrichtungen nicht bedeutsam sind, soweit deutsches Gebiet betroffen ist."

3. Kurzfristige Lungenbelastung durch eingeatmetes Ruthenium-106. Es wird die Größe des Gebietes berechnet, in dem die sofortige Lungenbelastung beim Unfall 10 000 rem überschreitet (das bedeutet 10%-iges Risiko für frühzeitigen Tod). Diese Fläche wäre bei einer Freisetzung von $5 \cdot 10^8$ Ci Ru-106, bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/sec und unterschiedlichen Ablagerungsgeschwindigkeiten der Nuklide aus der Wolke

zwischen 100 und 118 km², mit einer größten Entfernung von der WAA zwischen 42 und 45 km.

Der Gutachter stellt fest, daß "sehr große Unfälle in der WAA in Gorleben buchstäblich die Karte Europas verändern könnten" und daß solche Ereignisse "nie dagewesene Umweltkatastrophen sein würden".

11. Wie sich der denkbar größte Unfall in einem Brennelement-lagerbecken entwickeln könnte.

Es gibt 6 Lagerbecken, jedes mit einer Kapazität von 500 t Brennstoff. Die Brennelemente stehen vertikal auf dem Boden des Beckens in einem Gestell; die Wasserhöhe in dem Becken beträgt 14 m, d. h. bei einer Brennstablänge von 5 m stehen über den Brennstäben noch 9 m Wasser. Je nach Alter der Brennstäbe seit Entnahme aus dem Reaktor beträgt die Wärmeentwicklung in den Becken aufgrund der radioaktiven Zerfälle zwischen 13,25 und 4,9 MW, bei allen 6 Becken zusammen 48 MW.

Bei einem angenommenen Kühlungsausfall erhitzt sich das Beckenwasser je nach Becken in der Zeit von 12,7 bis 33,3 Stunden bis zum Siedepunkt und beginnt dann zu verdampfen. Bis soviel Wasser verdampft ist, daß die Brennelemente halb aus dem verbleibenden Wasser herauschauen, vergehen 80,3 bis 217 Stunden. Dann aber erhitzen sich die Brennelemente über 1000°C , weil nun der obere Teil nicht mehr gekühlt ist. Bei 1000°C beginnt eine chemische Reaktion zwischen dem Metall Zircon aus der Zircalloy-Legierung der Brennstab-Hüllrohre und dem Dampf, wobei Zircondioxid entsteht und Wasserstoffgas und eine erhebliche Reaktionswärme freierwerden. Wenn diese Reaktion ausreichend schnell verläuft, wird soviel Wärme auf die Brennstoffpellets in den Brennstäben übertragen, daß sie schmelzen (bei 2800°C). Die im Gebäude durch die Dampf-Zircalloy-Reaktion entstehende Wärme übersteigt bei weitem die Zerfallswärme (600 MW gegenüber 48 MW!). Der resultierende Temperaturanstieg führt zu einer Verminderung der Tragfähigkeit des Betons; ein völliger Verlust der Tragfähigkeit tritt bei 777°C ein. Außerdem entsteht sehr schnell genug Wasserstoffgas, um eine erhebliche Knallgasexplosion zu ermöglichen; dabei würde das Gebäude aufgerissen werden und die Aktivität könnte direkt in die Atmosphäre entweichen.

Die entweichenden Nuklide sind arten- und mengenmäßig von ähnlicher Größenordnung wie bei einem Unfall in einem Lagertank für hochaktive Abfall-Lösung; die Auswirkungen also vergleichbar.

(Genauer: Es wird angenommen, daß eine Dampf-Zircalloy-Reaktion, wenn sie einmal in einem Becken begonnen hat, auf alle 6 Becken übergreift und damit insgesamt 3000 t Brennstoff betroffen sind, gegenüber 1400 t in einem Tank. Bei den Brennelementen ist allerdings die Freisetzung von Plutonium erheblich höher, da in den

abgebrannten Brennstäben noch das Plutonium vollständig enthalten ist, während es in der Abfall-Lösung nur noch zu einem ganz geringen Prozentsatz vorkommt.)

Im Unterschied zu einem Lagertank für hochaktive Abfall-Lösung kann durch die gewaltige Wärmeerzeugung bei der Dampf-Zircalloy-Reaktion die Wolke der entweichenden Nuklide bis zu einer Höhe von 300 m emporgetragen werden, was ihre größere Verbreitung ermöglicht.

12. Freisetzungen aus dem Plutoniumnitratzwischenlager und ihre Auswirkungen

Die Lagerkapazität des Plutoniumnitrat-Zwischenlagers beträgt 6 t Lösung. Bei Atomexplosionen aufgrund von Kritikalität der Lösung können Teile dieses Inventars freigesetzt werden. Der Sicherheitsbericht enthält keine Aussagen über die damit verbundenen Gefahren. "Die RSK/SSK scheint damit zufrieden zu sein, daß prinzipiell wegen der 2 m dicken Stahlbetonwände des Gebäudes keine Freisetzung 'vorstellbar' ist."

Die Gutachter berechnen die Folgen, wenn 25 % des Inventars (1,5 t) in die Atmosphäre freigesetzt würden: "Es zeigt sich, daß bestrahlte Personen Dosen erhalten, die weit über den gesetzlichen Grenzwerten liegen. Es ist zu erwarten, daß alle Personen entlang des Ausbreitungsweges der Wolke bis in Entfernungen von 100 km oder mehr von der Anlage von tödlichem Knochenkrebs betroffen sind."

13. Unfälle beim Prozeß der Wiederaufarbeitung

"Obwohl inzwischen einige Erfahrung mit Wiederaufbereitungsverfahren gesammelt worden ist, ist diese doch begrenzt. Die Planung für Gorleben aber läßt selbst diese Erfahrung weit hinter sich, indem sie einen ständigen hohen Durchsatz hochabgebrannter oxidischer Brennstoffe in einem sehr kompakten System voll wechselseitiger Abhängigkeiten vorsieht." Noch dazu analysiert der Sicherheitsbericht nur denkbare Unfälle von kleinerer Größenordnung als solche, die schon tatsächlich vorgekommen sind: "Die bei einem Unfall freigesetzte Energie, die die DWK annimmt, ist 100-mal kleiner als bei dem Unfall in Savannah River 1975, bei dem ein Urandenitrator explodierte."

"Bei der Verarbeitung von Plutonium ist die garantierte Unterkriti-

kalität der Anlage von besonderer Bedeutung für die Unfallverhütung. Keine Anlage, die mit solch großen Mengen von Plutonium arbeitet, kann aber vollständig sicher vor Kritikalität sein. Der Grund zur Besorgnis liegt erst einmal darin, daß überhaupt aus dem verbrauchten Brennstoff Plutonium abgetrennt werden soll, dann darin, daß hierzu der Purex-Prozeß verwendet werden soll. Falls der Brennstoff nicht wiederaufgearbeitet würde, würde sich das Kritikalitätsproblem auf das recht gut verstandene Verfahren der richtigen geometrischen Anordnung von verbrauchten Brennstäben reduzieren. Das vollständige Plutoniuminventar der geplanten WAA liegt um eine Größenordnung höher als dasjenige aller genehmigten kommerziellen Plutoniumanlagen in den USA zusammen. Allein zwischen den Prozeßschritten sind an einem normalen Arbeitstag 250 - 350 kg Plutonium (gereinigtes!) in Bewegung. Man muß sich also auf geometrisch vorteilhafte Lösungen für Transport und Lagerung verlassen zusätzlich zu administrativen und Kontrollmaßnahmen. Die Frage ist, ob diese Lösungen wirklich unter allen denkbaren Umständen vorteilhaft sind und auch in allen hinreichend wahrscheinlichen Unfällen." "Bei Gesprächen mit Vertretern des TÜV war es nicht möglich, eine definitive Aussage über die Konstruktion des Auflösers zu erhalten. Kritikalität im Auflöser, in den Zentrifugen oder im Mischabsetzer kann allein dadurch möglich werden, daß die Anlage mehrere Tage stillsteht."

"Was aber weiter fehlt, ist eine Angabe darüber, welche Folgen ein Ausfall der Überwachung hat bzw. darüber, ob Überwachungsmaßnahmen rechtzeitig wirken, um einen Kritikalitätsunfall zu verhindern, oder lediglich melden, daß gerade einer im Gange ist." Über den Purex-Prozeß schreibt Fostner von der Wiederaufarbeitungsanlage Savannah River Plant: "Der kontinuierliche Extraktionsprozeß in Lösung ist ein sorgsam balanciertes System, das die Trennung verschiedener Arten von Ionen bewirkt. Der Transport von Plutonium zwischen den Phasen wird hauptsächlich durch Regelung der Salpetersäurekonzentration kontrolliert. Die korrekte Funktion eines solchen Systems hängt ab von der exakten Regelung des Nachschubs der Lösungsbestandteile und der Durchflüssen. Wenn z. B. bei einem Mischabsetzer eine dieser Variablen nicht stimmt, kann sich bereits in bestimmten Teilen der Anlage Plutonium ansammeln. In einigen Stunden können kritische Konzentrationen erreicht sein. Die kontinuierliche Betriebsart macht

die Einhaltung von Massenbegrenzungen unmöglich." Die Gutachter fahren fort: "Ähnliche Überlegungen könnte man auch auf die Oxidverarbeitung, Lagerung und Brennelementherstellung anwenden, obwohl hier das Problem weniger in einer möglichen Ansammlung als darin liegt, daß ständig mit Materialmengen oberhalb der kritischen Masse hantiert wird." (Anm. d. Red.: Hieraus geht klar hervor, daß ein Grund dafür, daß in militärischen Anlagen bislang relativ wenig Unfälle passiert sind, darin besteht, daß man dort dafür Sorge trägt, die Mengen spaltbaren Materials in einzelnen Anlageteilen auf Werte unterhalb der kritischen Masse zu begrenzen.)

"Die Konsequenz eines Kritikalitätsunfalls hängt davon ab, in welchem Teil der Anlage er stattfindet und wieviele Spaltungen erzeugt werden. Im Sicherheitsbericht wird gesagt, daß 10^{18} Spaltungen hinter 2 m Beton zu einer Dosis von ungefähr 200 mrem führen. Daraus schließen wir direkt, daß 10^{20} Spaltungen (was wir für einen realistischeren Wert halten) eine Dosis von 20 rem noch durch 2 m Beton verursachen würden, genug, um die Sicherheitsbestimmungen zu übertreten, aber nicht genug für sofortigen somatischen Schaden." "Mögliche Expositionen von Arbeitern, die entweder in dem betroffenen Teil oder in anderen Teilen der Anlage, die nicht durch dicke Betonwände oder große Abstände getrennt sind, werden weder berechnet noch geschätzt. Der gesamte Abschnitt über die Konsequenzen der Kritikalität befaßt sich nur mit den Belastungen der entfernten Öffentlichkeit (Zaun der Anlage). Und wie üblich gibt es keine Diskussion der möglichen Gefahren, Belastungen oder Zeiträume während der späteren Aufräumphase."

"Vergleiche mit den einzigen Anlagen vergleichbarer Größe, den militärischen Anlagen wie der Savannah River Plant, sind überhaupt nicht nützlich. In der Savannah River Plant z. B. gibt es zwei völlig unabhängige, völlig fernbediente und hinter schweren Abschirmungen gelegene Anlagen. Auch akzeptiert man höhere Risiken für militärische Operationen. Niemand würde die Öffentlichkeit mit einem Flugzeug fliegen lassen mit der Unfallrate der F14 oder F15 (vom Starfighter F104 ganz zu schweigen). Man muß sich auch vor Augen halten, daß die Hauptaufgabe dieser militärischen Anlagen die Plutoniumgewinnung ist und sich alle dort voll bewußt sind, daß Plutonium da ist und wie gefährlich

es ist. In Anlagen wie Eurochemic und NFS, was auch immer deren eigene Berichte sagen mögen, war der Betrieb immer etwas experimentell und stand daher unter scharfer Überwachung und Kontrolle. Für Gorleben sagt man dagegen, daß die Plutoniumproduktion sekundär sei und der Betrieb schnell Routine werden würde - da ist aber wahrscheinlich^{die} Gefahr von Bedienungsfehlern oder menschlichem Versagen erheblich größer als bei militärischen oder Versuchsanlagen. In Verbindung mit den übrigen Gefahren bei der Abtrennung des Plutoniums aus dem verbrauchten Brennstoff scheint uns das Risiko bei weitem zu groß, um die bestenfalls kleinen und schlimmstenfalls negativen Gewinne aus der Wiederaufarbeitung und dem Atommüll zu rechtfertigen."

Zu der Analyse von red-oil-Unfällen im Sicherheitsbericht der DWK sagen die Gutachter: "Wenn man sowohl die Auswahl der Ereignisse, als auch die Gründlichkeit der Analyse betrachtet, wird klar, daß das leitende Prinzip nicht so sehr das beantragte Konzept der DWK als vielmehr die Geschichte früherer Unfälle in kleineren WAAs in der ganzen Welt gewesen ist. Sobald einmal ein bestimmter Typ von Unfall aufgetreten ist, werden Maßnahmen ergriffen, um seine Wiederholung zu verhindern. Das ist natürlich bewundernswert. Aber deshalb wird das vorliegende Konzept noch lange nicht in der nötigen Gründlichkeit untersucht."

"Was die kollektive Strahlenbelastung betrifft, die mit der Abmilderung von Unfällen und Reparaturarbeiten verbunden ist, hat die DWK nicht sehr viel Informationen gegeben. Uns wurde wiederholt versichert, daß kein einzelner Arbeiter mehr als die gesetzliche Höchstmenge von 5 rem erhalten wird. Da dies dem Gesetz entspricht, müssen wir natürlich annehmen, daß die DWK dem genügen wird, und sie selbst muß auch davon ausgehen. Es macht aber einen Unterschied, ob die totale kollektive Strahlenbelastung des Personals im Gefolge eines Unfalls 50 oder 50 000 rem ist. Man beachte dabei, daß die Bezeichnung 'im Gefolge eines Unfalls' sämtliche Maßnahmen einschließt, die ergriffen werden müssen, um die Anlage rechtzeitig wieder in einen sicheren Betriebszustand zu setzen. Uns beunruhigt, daß gerade diese Definition im Sicherheitsbericht weggelassen worden ist. In Gesprächen mit der DWK gelang es uns nicht, Informationen darüber zu erhalten, wie wahrscheinlich die mehr alltäglichen,

aber für die Strahlenbelastung des Personals auf lange Sicht ernsteren Ausfälle der Verarbeitungseinrichtungen durch Korrosion oder Materialermüdung sind. Ein Beispiel, das Versagen von Schweißnähten, versuchten wir näher zu verfolgen; hier wurden wir zuerst informiert, daß die Wahrscheinlichkeit dafür im wesentlichen (wenn auch nicht exakt) Null sei; das wurde dann dahingehend korrigiert, daß die Wahrscheinlichkeit extrem niedrig sei. Irgendwelche Daten kamen nicht zum Vorschein.

Ein weiterer Bereich, wo nach unserem Eindruck ziemlich viel fehlt, ist die Unterbrechung des Aufarbeitungsprozesses. Erst einmal besteht die Notwendigkeit, den Prozeß in einer geordneten Weise einzustellen, falls die Versorgung mit Elektrizität oder Wasser unterbrochen ist, oder falls die Anlage aus einem anderen Grund abgeschaltet werden muß. Dann muß sie in abgeschaltetem Zustand ständig überwacht werden. Besondere Bedeutung haben auch Probleme, die bei einem Wiederanschalten auftreten können. Solche Probleme haben wesentlich sowohl zu dem red-oil-Unfall in Savannah River im Jahre 1953 als auch zu dem Ruthenium-Unfall in der HAO-Anlage in Windscale beigetragen."

Zu den Lagertanks für ^{die} hochaktive Abfall-Lösung merken die Gutachter an: "Die Tanks befinden sich im selben Gebäude wie andere Einrichtungen zur Behandlung von hochaktiven, mittelaktiven und schwachaktiven Müllsorten. Dies ist nicht gut durchdacht, da bei einer Freisetzung von Radioaktivität ein großer Teil des Betriebes kontaminiert werden kann und stillgelegt werden muß. Die Tanks können nicht inspiziert werden, wenn sie einmal gefüllt sind, da die Radioaktivität dies unmöglich macht. Wenn Abfall-Lösung in eine Betonzelle unter einem Tank ausläuft, kann ihre Kühlung und Umwälzung nicht mehr garantiert werden. Daher genügt es nicht, einfach zu gewährleisten, daß sich ein leerer Tank in die Zelle entleeren kann, auch nicht, die Zellen durch die eingebauten Sumpfpumpen zu entleeren.

Übrigens reicht es auch nicht aus, zu behaupten, daß das Kühlsystem arbeitet, da uns hier interessiert, was passiert, wenn es das nicht tut.

Die radiologischen Gefahren, die damit verbunden sind, eine Umwälzpumpe des Lagertanks zu reparieren, sind wahrscheinlich ungeheuer und verlangen die Erfindung einer völlig ferngesteuerten Schweißeinrichtung. Falls eine Umwälzpumpe kaputtgeht, gibt es

keine Möglichkeit, den Tank für die spätere Dekontamination und Stillegung zu reinigen.

Die DWK bezieht sich auf Arbeiten, die sich mit den Tanks von Windscale beschäftigen. In Windscale gibt es 8 Tanks zu je 70 m^3 und einen Tank zu 150 m^3 Fassungsvermögen. Alle sind wesentlich kleiner als die Tanks von Gorleben mit je 1000 m^3 . Zu den Tanks von Windscale wurde auch angemerkt, daß ihre Lebensdauer bis zu ihrer Ersetzung nicht vorhergesagt werden konnte.

14. Bemerkungen zu Krypton-85, Tritium und Kohlenstoff-14.

Diese Stoffe, die in keine feste endlagerfähige Form gebracht werden können, stellen ein besonderes Problem dar, auf das auch die GIR-Gutachter nur sehr wenig eingegangen sind. Über Kr-85 sagen die Gutachter: "Kr-85 muß in Flaschen gelagert werden. Dies ist gefährlich, da bei einem Unfall neben der globalen Verseuchung auch lokal ernste Auswirkungen eintreten können, bevor die Stoffe völlig verteilt sind. Die Lagerung in gasförmiger Form (Anm. d. Red.: Bei einem Edelgas wie Krypton ist praktisch keine andere Form möglich!) erfordert die Notwendigkeit zu ständiger Überwachung und Anwesenheit von Menschen."

15. Bemerkungen zu Alternativen

Prinzipiell äußern sich die Gutachter gegen die Wiederaufarbeitung und schlagen vor, die abgebrannten Brennstäbe in kleinen unterirdischen Lagern mit natürlicher Kühlung zu lagern. Hierzu muß aber gesagt werden, daß das auch keine langfristige Lösung ist, da die Hüllrohre der Brennstäbe mit Sicherheit irgendwann mal kaputtgehen und Spaltprodukte freiwerden.

Im einzelnen führen die Gutachter für die besonders gefährlichen Bereiche der WAA, nämlich die Brennelementlager, die Plutonium-nitrat-Zwischenlagerung und die Lagerung von hochaktiver Abfall-Lösung einige alternative, ihrer Meinung nach weniger gefährliche Methoden an. Für alle genannten Bereiche gehört dazu der Bau mehrerer kleiner, räumlich getrennter, eventuell unterirdischer Lager, ferner natürliche Kühlung für Brennelemente und Abfall-Lösung sowie die Verringerung der Wärmeentwicklung, indem die verbrauchten Brennelemente in den Reaktoren länger gelagert

werden, bevor sie zur WAA gebracht und wiederaufgearbeitet werden. Die Gutachter stellen fest: "Die DWK behauptet, daß einige dieser Möglichkeiten nicht durchführbar seien. Die RSK/SSK bestätigt diese Behauptungen ziemlich unkritisch. Der größte Teil der von uns erwähnten Möglichkeiten wird von DWK und RSK/SSK überhaupt nicht diskutiert. Das Ignorieren oder Ablehnen von möglicherweise sichereren Möglichkeiten scheint auf einem Übereinkommen zwischen DWK und RSK/SSK zu beruhen."

"Man behauptet, daß derartige Veränderungen entweder unökonomisch sind oder unlösbare technische Probleme aufwerfen. Aber solche Einwände sind widersprüchlich: Die ökonomischen und technischen Probleme, die der Atomtechnik im Wege stehen, werden zu einem späteren Zeitpunkt für lösbar gehalten; die ungelösten ökonomischen und technischen Probleme, die diese Entwicklung sicherer machen würden, aber sie verlangsamen würden, werden für unlösbar gehalten."

Insgesamt äußern sich die Gutachter wie folgt: "Durch einige alternative Möglichkeiten kann man eine höhere Sicherheit erreichen, wenn man schon an der Wiederaufarbeitung festhalten will. Noch sicherer ist es jedoch, die abgebrannten Brennelemente nicht aufzuarbeiten, da sie sicherer gelagert werden können als die bei der Aufarbeitung entstehenden Abfallstoffe. Die sicherste Entscheidung zur WAA von Gorleben wäre, sie nicht in Betrieb zu nehmen, und die sicherste Möglichkeit für die BRD wäre es, keine weiteren verbrauchten Brennelemente mehr zu produzieren."