

Otto Hug Strahleninstitut

Strahlenexposition und -risiko sowie
Sicherheit bei der sog. 'schadlosen
Verwertung' von bestrahlten
Brennelementen im Ausland

Gutachten

erstellt im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg

Bonn, September 1990

Otto Hug Strahleninstitut e.V.

Geschäftsstelle:

Im Rheingarten 7

Postfach 30 02 20

53225 Bonn

Inhaltsübersicht

- I Vorbemerkungen und Inhaltsübersicht**
- II Autorenregister**
- III Kurzfassung**
- IV Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente: vom Inland zum Ausland**
- V Emissionen und Immissionen durch die Wiederaufarbeitungsanlage La Hague, Frankreich**
- VI Ermittlung der Emissionen und Immissionen der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield**
- VII Vorkommnisse und Unfälle in den Wiederaufarbeitungsanlagen La Hague und Sellafield**
- VIII Erkenntnisse zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Wiederaufarbeitung**
- IX Abschätzung der Gesundheitsschäden in der Bevölkerung und bei Beschäftigten durch die Wiederaufarbeitung**
- X Offene Fragen**
- XI Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**

Inhalt

I	Vorbemerkungen und Inhaltsübersicht.....	I-1
II	Autorenregister	II-1
III	Kurzfassung	III-1
1	Emissionen und Immissionen durch die Wiederaufarbeitungsanlage La Hague, Frankreich.....	III-1
2	Emissionen und Immissionen durch die Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield, Großbritannien	III-5
3	Vorkommnisse und Unfälle in den Wiederaufarbeitungsanlagen La Hague und Sellafield	III-9
4	Erkenntnisse zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Wiederaufarbeitung	III-12
5	Abschätzung der Gesundheitsschäden in der Bevölkerung und bei Beschäftigten durch die Wiederaufarbeitung	III-15
IV	Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente: vom Inland zum Ausland... IV-1	
V	Emissionen und Immissionen durch die Wiederaufarbeitungsanlage La Hague, Frankreich	
1	Einleitung	V-1
1.1	Überblick über die Anlagen in La Hague	V-1
1.2	Wiederaufarbeitung deutscher Brennstoffe	V-5
1.3	Behörden und Institutionen in Frankreich.....	V-7
2	La Hague: Emissionen	V-9
2.1	Grenzwerte für Emissionen	V-10
2.1.1	Grundsätze bei der Festlegung von Emissionsgrenzwerten	V-10
2.1.2	Abgaben mit dem Abwasser.....	V-10
2.1.3	Abgaben mit der Abluft.....	V-11
2.1.4	Ergänzende Bemerkungen zu den Grenzwerten.....	V-12
2.1.5	Vergleich der auf die Energieausbeute aus den durchgesetzten Brennstoffen normierten Grenzwerte für La Hague und das Wackersdorf-Projekt.....	V-13

2.2	Übersicht über die Abgaben seit 1966	V-15
2.2.1	Abgaben mit dem Abwasser.....	V-15
2.2.2	Abgaben mit der Abluft.....	V-20
2.3	Ermittlung der Rückhaltefaktoren.....	V-22
2.4	Unvollständigkeiten und Unstimmigkeiten.....	V-26
2.4.1	Unfallbedingte Emissionen und "diffuse Emittenten"	V-26
2.4.2	Emissionen von Pu-241.....	V-26
2.4.3	Emissionen von Kr-85	V-27
2.5	Zukünftige Entwicklung der Emissionen.....	V-29
2.5.1	Entwicklung des Durchsatzes.....	V-29
2.5.2	Das Problem kurzlebiger Jod-Isotope	V-30
2.5.3	Neuartige Anlagenteile	V-33
2.5.4	Entwicklung der Rückhaltetechnik	V-33
3	La Hague: Immissionen.....	V-36
3.1	Ausbreitung am Standort La Hague.....	V-36
3.1.1	Ableitungen ins Meer.....	V-36
3.1.2	Ableitungen in die Atmosphäre	V-41
3.2	Zusammenstellung der verfügbaren Daten zur Umgebungsüberwachung	V-43
3.2.1	Zur Datengrundlage	V-43
3.2.2	Entwicklung der Umgebungsradioaktivität während der Betriebsdauer	V-45
3.2.3	Radioaktivität in einigen ausgewählten Umweltmedien	V-48
3.3	Bewertung der Vollständigkeit der Immissionsüberwachung	V-56
3.4	Strahlenbelastung im bestimmungsgemäßen Betrieb	V-58
3.4.1	Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung	V-58
3.4.2	Erwartungswerte der Strahlenexposition im bestimmungsgemäßen Betrieb	V-60
4	Fazit: "Schadlose Verwertung"?	V-66
5	Quellenverzeichnis	V-68
VI	Ermittlung der Emissionen und Immissionen der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield	
1	Der Nuklearkomplex Windscale/Sellafield.....	VI-1
2	Fragestellung	VI-4
3	Emissionen durch die existierenden Anlagen	VI-5
3.1	Emissionen mit dem Abwasser.....	VI-5
3.2	Emissionen mit der Abluft.....	VI-5
3.3	Grenzwerte	VI-7
3.3.1	Dosis-Grenzwerte	VI-7
3.3.2	Emissions-Grenzwerte der existierenden Anlagen	VI-9
4	Emissionen durch Thorp.....	VI-10

5	Strahlenbelastung durch die im Betrieb befindliche Anlage B 205	VI-11
5.1	Dosis durch Ableitungen mit dem Abwasser	VI-11
5.2	Dosis durch Emissionen mit der Abluft	VI-13
6	Berechnung der Strahlenbelastungen durch den Betrieb von THORP	VI-14
6.1	Strahlenbelastungen durch Emissionen mit dem Abwasser	VI-14
6.1.1	Belastungspfade	VI-14
6.1.2	Lebensgewohnheiten	VI-18
6.1.3	Resultate.....	VI-19
6.2	Strahlenbelastungen durch Emissionen mit der Abluft	VI-20
6.2.1	Belastungspfade	VI-20
6.2.2	Modellierung der atmosphärischen Dispersion.....	VI-20
6.2.3	Lebensgewohnheiten	VI-22
6.2.4	Resultate.....	VI-22
7	Zusammenfassung	VI-23
8	Literatur	VI-24
9	Abbildungen	VI-30
10	Tabellen.....	VI-43
VII	Vorkommnisse und Unfälle in den Wiederaufarbeitungsanlagen La Hague und Sellafield	
1	Zielsetzung; Klassifizierung von Vorkommnissen	VII-1
1.1	Einleitung	VII-1
1.2	Klassifikations-Skalen	VII-3
1.2.1	Klassifikations-Skala in der Bundesrepublik.....	VII-3
1.2.2	Klassifikations-Skala in Frankreich	VII-4
1.2.3	Klassifikations-Skala in Großbritannien.....	VII-7
1.2.4	Internationale Klassifikations-Skala	VII-10
2	Auflistung von Vorkommnissen	VII-11
2.1	Auswahl der Vorkommnisse	VII-11
2.2	Klassifikation der Vorkommnisse	VII-12
2.3	Vorkommnisse in La Hague 1978 - 1989	VII-15
2.4	Vorkommnisse in Sellafield 1978 - 1989	VII-26
2.5	Auswertung nach Jahren und Kategorien	VII-41
2.5.1	Verteilung der Ereignisse über den Jahren 1978 bis 1989	VII-41
2.5.2	Verteilung der Ereignisse nach technischen Kategorien.....	VII-42
2.5.3	Häufig eingetretene Ereignisse.....	VII-43
2.5.4	Häufigkeit nach Schweregrad und Auswirkung	VII-44

3	Betrachtung ausgewählter Störfälle	VII-46
3.1	Zielsetzung der Betrachtung.....	VII-46
3.2	Vorkommnisse mit großen Freisetzen.....	VII-47
3.3	Vorkommnisse mit hoher Strahlenbelastung von Arbeitern	VII-54
3.4	Potentielle Vorläufer für schwere Unfälle	VII-58
3.5	Hinweise auf Auslegungsmängel	VII-59
3.6	Zusammenfassende Diskussion von Unvollständigkeiten und Unstimmigkeiten	VII-60
4	Perspektiven für den zukünftigen Betrieb.....	VII-63
4.1	Werkstoffprobleme	VII-63
4.2	Betriebsführung und Sicherheitsphilosophie in Sellafield.....	VII-64
4.3	Einschätzung der Sicherheit beim zukünftigen Betrieb alter und neuer Anlagen.....	VII-66
4.4	Sensitive Anlagenbereiche - heute und in der Zukunft	VII-67
4.4.1	Lager für hochaktive Spaltproduktlösungen	VII-68
4.4.2	Eingangslager für abgebrannten Kernbrennstoff.....	VII-73
4.4.3	Die Problematik aktiver Kühlsysteme.....	VII-75
5	Fazit: Schadlose Verwertung	VII-76
6	Quellenverzeichnis	VII-79
VIII	Erkenntnisse zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Wiederaufarbeitung	
1	Der Wandel im Erkenntnisstand über stochastische Strahlenwirkungen im Niederdosisbereich.....	VIII-1
1.1	Klassifikation und Quantifizierung der Effekte.....	VIII-1
1.1.1	Einleitung und Übersicht.....	VIII-1
1.1.2	Genetische und teratogene Effekte	VIII-3
1.1.3	Krebserkrankungen nach vorgeburtlicher Bestrahlung	VIII-7
1.1.4	Krebserkrankungen nach Belastung im Kindes- und Erwachsenenalter	VIII-8
1.2	Dosis- und Dosisraten-Effektivitätsfaktor (DDREF): Wissenschaftliche Kontroverse oder Glaubenskampf?	VIII-11
1.2.1	Einleitung	VIII-11
1.2.2	Dosisrateneffekte bei dicht ionisierenden Strahlen.....	VIII-13
1.2.3	Das linear-quadratische Dosiswirkungsmodell der ICRP.....	VIII-14
1.2.4	Locker ionisierende Strahlen und stochastische zelluläre Effekte	VIII-15
1.2.5	Tumore durch locker ionisierende Strahlung im Tierexperiment	VIII-17
1.2.6	Epidemiologische Befunde nach Belastung durch locker ionisierende Strahlen	VIII-20
1.3	Ableitung von Verdopplungsdosen für stochastische Effekte	VIII-27

2	Epidemiologische Studien zum Krebsrisiko durch Wiederaufarbeitungsanlagen Methodik und Ergebnisse	VIII-29
2.1	Vorbemerkungen.....	VIII-29
2.2	Methoden und ihre Probleme im Niedrigdosisbereich	VIII-30
2.2.1	Einleitung.....	VIII-30
2.2.2	Typen epidemiologischer Studien.....	VIII-31
2.2.3	Analyse epidemiologischer Studien	VIII-34
2.2.4	Das Konzept des Relativen Risikos	VIII-34
2.2.5	Testen und die Bedeutung der Signifikanz.....	VIII-36
2.2.6	Stichprobenumfang	VIII-37
2.2.7	Mißklassifikation.....	VIII-39
2.3	Studien zum Krebsrisiko für die Bevölkerung in der Umgebung von Sellafield	VIII-40
2.3.1	Einleitung.....	VIII-40
2.3.2	Probleme der Untersuchungen in der Umgebung	VIII-41
2.3.3	Mortalitäts- und Inzidenzraten in der Umgebung von Sellafield.....	VIII-42
2.3.4	Die Fall-Kontrollstudie von Gardner et al. (1990)	VIII-48
2.4	Studien zur Sterblichkeit der Beschäftigten in nuklearen Anlagen, insbesondere Sellafield	VIII-52
2.4.1	Die Kohortenstudie von Smith & Douglas (SMITH 1986)	VIII-52
2.4.2	Weitere Berufskohortenstudien	VIII-57
2.5	Untersuchung über die Krebssterblichkeit in der Nähe von La Hague.....	VIII-60
2.6	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse.....	VIII-63
3	Manifeste Gesundheitsschäden in der Umgebung der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield: Diskussion des Kausalzusammenhangs	VIII-65
3.1	Vermeintliche Widersprüche zur Hypothese des genetischen Effektes.....	VIII-65
3.2	Die Stellungnahme der deutschen Strahlenschutzkommission.....	VIII-73
3.3	Zusammenfassende Bewertung.....	VIII-76
4	Quellenverzeichnis	VIII-78
IX	Abschätzung der Gesundheitsschäden in der Bevölkerung und bei Beschäftigten durch die Wiederaufarbeitung	IX-1
1	Strahlenschäden in der Allgemeinbevölkerung.....	IX-1
1.1	Methodik zur Ermittlung der Kollektivdosis.....	IX-1
1.1.1	Die Berechnungsmethode der CEC und UNO	IX-1
1.1.2	Begründung zur Berechnung der Kollektivdosis.....	IX-4
1.1.3	Schadensarten und Schadenserwartungsfaktoren	IX-5
1.1.4	Belastungspfade bei Abgabe in die Luft.....	IX-6
1.1.5	Belastungspfade bei Abgabe in einen Vorfluter.....	IX-10
1.1.6	Globale Zirkulation von Radionukliden.....	IX-14

1.2	Grenzen und Fehler der Berechnungsmethoden - Ergebnisse einer kritischen Betrachtung.....	IX-18
1.2.1	Allgemeines	IX-18
1.2.2	Bevölkerungsgröße und Integrationszeitraum	IX-21
1.2.3	Dosisfaktoren	IX-26
1.2.4	Schadenserwartungsfaktoren	IX-29
1.3	Ergebnis und zusammenfassende Bewertung	IX-32
2	Strahlenschäden bei den Beschäftigten	IX-35
2.1	Einleitung und thematische Abgrenzung	IX-35
2.2	Wiederaufarbeitung im europäischen Vergleich	IX-36
2.2.1	Einleitung	IX-36
2.2.2	Centre de Retraitement d'Eurochemic, Mol.....	IX-40
2.2.3	WAK	IX-41
2.2.4	UP1, Marcoule	IX-44
2.2.5	Sellafield	IX-45
2.2.6	La Hague	IX-48
2.3	Einige Probleme bei der Schadensberechnung.....	IX-55
2.3.1	Personendosis	IX-55
2.3.2	Schadenserwartungsfaktor	IX-56
2.3.3	Normierte Kollektivdosis	IX-57
2.4	Ergebnisse und zusammenfassende Bewertung	IX-58
2.4.1	Individualdosis - individuelle Gefährdung	IX-58
2.4.2	Kollektivdosis - konkrete Schadensgröße	IX-64
3	Quellenverzeichnis	IX-68
X	Offene Fragen	X-1
XI	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	
1.	Abbildungen	XI-1
2	Tabellen	XI-7

I Vorbemerkungen und Inhaltsübersicht

Der Auftrag zu diesem Gutachten wurde am 19.12.1989 von der Umweltbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg an das Otto Hug Strahleninstitut e.V. erteilt. Die Bearbeitung erfolgte z.T. durch Unterauftragnehmer, die im Einvernehmen mit dem Auftraggeber zugezogen wurden. Die Zuordnung der Autoren zu den verschiedenen Abschnitten ist im Autorenregister aufgeführt. Dort nicht ausdrücklich zugeordnete Teile liegen in der Verantwortung der Herausgeber des Gutachtens.

Struktur und inhaltliche Schwerpunkte entsprechen den Vorgaben des Auftrages. Die in sich geschlossenen Kapitel haben jeweils ein eigenes Quellenverzeichnis. Abbildungen und Tabellen sind, soweit ihr Umfang den Zusammenhang der Ausführungen nicht zu sehr sprengt, in den einzelnen Abschnitten dem Text zugeordnet, in dem sie angesprochen werden. Sonst finden sie sich jeweils am Ende eines Kapitels. Das Auffinden wird durch jeweils ein Verzeichnis aller Abbildungen und Tabellen erleichtert.

Die folgende kurze Übersicht soll zugleich die Struktur des Gutachtens und die Inhaltsschwerpunkte der einzelnen Kapitel erläutern. Eine ausführlichere Zusammenfassung findet sich in **Kapitel III**.

Kapitel IV gibt eine Einführung in die Fragestellung des Gutachtens, nämlich nach Strahlenexposition, Strahlenrisiko und Sicherheit bei der sog. 'schadlosen Verwertung' von bestrahlten Brennelementen aus deutschen Reaktoren im Ausland. Zwar ist die Wiederaufarbeitung im Ausland an sich nicht neu, aber nach der Aufgabe der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf gewinnen die mit der Wiederaufarbeitung untrennbar verbundenen Probleme der Strahlenbelastung durch die Verlagerung ins Ausland eine neue zeitliche und quantitative Dimension. Deshalb stellt sich die Frage nach einer "schadlosen" Verwertung der Brennelemente verschärft.

Zu ihrer Beantwortung werden zunächst in den Kapiteln V, VI und VII die beiden vorgesehenen Anlagenkomplexe in La Hague, Frankreich, und Sellafield, Großbritannien, einer näheren Betrachtung unterzogen. Beim Vergleich der beiden Kapitel V und VI, die jeweils dem sog. Normalbetrieb gewidmet sind, ist zu beachten, daß in La Hague ein laufender Betrieb beurteilt werden kann, dessen Umfang in Zukunft ausgeweitet werden wird, in Sellafield hingegen eine derzeit noch in Bau befindliche Anlage für die Wiederaufarbeitung der Brennstoffe aus bundes-

deutschen Reaktoren vorgesehen ist. In Sellafield sind daher die Planungen zu analysieren, wobei aus den Betriebserfahrungen der alten Anlage allerdings Schlüsse hinsichtlich des Managements und der Auswirkungen radioaktiver Abgaben auf die Umwelt möglich sind. Die für die beiden Anlagenorte unterschiedlichen Betrachtungsweisen finden sich auch im Kapitel VII wieder, das die Unfälle und Vorkommnisse behandelt.

Kapitel V widerlegt den vom Betreiber der WAA La Hague verbreiteten Anschein, die radioaktiven Emissionen bewegten sich unterhalb der Grenzwerte. Neben einer fortwährenden unvollständigen Erfassung der Abgaben ist vor allem eine 10-25fache Überschreitung 1981 festzuhalten. Da in planmäßigen Betriebsphasen die Grenzwerte bereits jetzt für einzelne Radionuklide bis zu 80% ausgeschöpft werden, ist ihre Einhaltung bei der vorgesehenen Ausweitung des Durchsatzes um den Faktor 4 und einer überproportionalen Zunahme der freigesetzten Schadstoffe durch die Erhöhung des Abbrandes beim jetzigen Stand der Rückhaltetechnik nicht möglich. Erschwerend kommt hinzu, daß, gemessen am deutschen Recht, die französischen Grenzwerte zu hoch angesetzt sind. Bei ihrer Ausschöpfung durch Jod-129 wird die in Deutschland maximal zulässige Schilddrüsenbelastung um das Dreifache überschritten werden. Im derzeitigen Betrieb werden die französischen Grenzwerte durch Jod-129 bis zu 30% ausgeschöpft. Dadurch wird das in Deutschland maximal zulässige Maß an Schilddrüsenbelastung bereits jetzt erreicht.

Kapitel VI zeigt, daß sich die Situation der WAA in Sellafield nicht besser darstellt. Trotz zahlreicher Nachrüstmaßnahmen überschreitet die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch die Emissionen der existierenden Anlage B205 die deutschen Grenzwerte. Die projektierten Rückhaltetechniken der in Bau befindlichen Anlage THORP entsprechen nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik, vor allem für die Abgaben in das Wasser und von Jod-129 in die Luft, das auch hier einen großen Teil der Strahlenbelastung der Bevölkerung verursacht. Die in Großbritannien verwandte Methode zur Berechnung von Individualdosen für eine "kritische Gruppe" eignet sich nicht, um die Strahlendosis am ungünstigsten Aufpunkt entsprechend dem deutschen Recht zu ermitteln. Die Belastung der Bevölkerung durch die geplante Anlage THORP wird auch bei Einhaltung der vorgesehenen Emissionsgrenzwerte sowohl über den Luftpfad als auch über den Wasserpfad die zulässigen Grenzen nach deutschem Recht überschreiten wird.

Inbetriebnahme und Betrieb der Anlagen an beiden Standorten wären also nach deutschem Recht nicht genehmigungsfähig. Die Aufarbeitung deutscher Brennelemente stellt deshalb in keiner der beiden Anlagen eine 'schadlose Verwertung' dar.

Kapitel VII listet die besonderen Vorkommnisse in beiden Anlagen auf und verdichtet damit den Eindruck, daß der Betrieb aus einer Aneinanderreihung von Pannen und Störungen besteht. Dabei sind sogar Belastungen der Bevölkerung über die Störfallgrenzwerte hinaus und erhebliche Überschreitungen der maximal zulässigen Personendosis bei den Beschäftigten zu beklagen gewesen. Eine Ursachenanalyse zeigt, daß auch für den zukünftigen Betrieb keine grundsätzliche Änderung im Gefahrenspektrum zum Besseren zu erwarten ist. Im Gegenteil: Die teilweise noch wachsenden Lagermengen an unverarbeitetem Brennstoff und hochradioaktivem Abfall bedeuten bei einem Versagen der notwendigen komplexen aktiven Sicherungseinrichtungen in zunehmendem Maße die Gefahr eines katastrophalen Großunfalls der höchsten Kategorie. Mehrfach war nur durch günstige Umstände in der Vergangenheit die Entwicklung eines Störfalls in diese Kategorie zu stoppen. Nach deutschem Recht könnte wegen der real möglichen Überschreitung der Störfallgrenzwerte der Betrieb beider Anlagenkomplexe nicht fortgeführt werden, er bedeutet also auch unter diesem Aspekt keine 'schadlose Verwertung' deutscher Brennelemente.

In **Kapitel VIII** macht eine Erläuterung neuer strahlenbiologischer Erkenntnisse verständlich, warum die in der Bevölkerung um Sellafield und bei Beschäftigten der dortigen Wiederaufarbeitungsanlage beobachteten Gesundheitsschäden auf die Strahlenbelastung durch die Anlage zurückgeführt werden müssen. Die Methodik der epidemiologischen Untersuchungen wird erläutert. Dies macht nachvollziehbar, daß es sich bei der Feststellung einer Häufung von Krebserkrankungen um ernstzunehmende wissenschaftliche Befunde handelt. Besonderes Aufsehen hat dabei der vermutliche Zusammenhang einer Strahlenbelastung noch im Rahmen zulässiger Grenzwerte von Vätern und einer Leukämieerkrankung ihrer Kinder erregt. Die Erfahrung im zeitlichen Längsschnitt und strahlenbiologische Gesetzmäßigkeiten lassen erwarten, daß das volle Ausmaß der Schäden erst nach einer weiteren Beobachtungszeit erkennbar wird. Eine kritische Durchsicht der strahlenbiologischen Literatur ergibt, daß der nun deutlich gewordene Einfluß einer Strahlenbelastung der Eltern auf die Leukämierate ihrer Kinder auch zur Erklärung weiterer, bislang überraschender Befunde von Krankheitshäufungen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen beitragen kann. Diese Erfahrungen und die Erkenntnis, daß man von einer mindestens zehnfach höheren Krebsgefahr durch Strahlenbelastung ausgehen muß, als es Anfang der 70er Jahre noch angenommen wurde, zwingen zu dem Schluß, daß Dosisbegrenzungen, die bislang als Garant ausreichender Sicherheit angesehen wurden, keine 'schadlose Verwertung' der Brennelemente zulassen.

Kapitel IX erläutert im ersten Teil ausführlich das Modell der britischen Strahlenschutzbehörde (NRPB) und der französischen Atomenergiekommission (CEA) zur Berechnung der Kollektivdosis der Bevölkerung, das die Kommission der Europäischen Gemeinschaft und die UNO weitgehend übernommen haben. Es besteht ein zwingender Bedarf nach einer Fortschreibung aufgrund neuer Erkenntnisse, da die alten Parameter von Ende der 70er Jahre zu erheblichen Dosisunterschätzungen führen. Die Anwendung dieses Modells ergibt schon bei zurückhaltender Abschätzung eine mindestens fünfstellige Anzahl von Krebsfällen in der Bevölkerung weltweit durch die geplante Bearbeitungsmenge deutscher Brennelemente. Im zweiten Teil befaßt sich Kapitel IX mit der beruflichen Strahlenbelastung der Beschäftigten und berechnet auch unter günstigsten Umständen durch die Wiederaufarbeitung der bisher für die zukünftige Verarbeitung kontrahierten Brennstoffmengen im Ausland etwa 70 zusätzliche Krebserkrankungen, wenn man die Arbeitsbedingungen in einer hypothetischen deutschen Anlage unterstellt. Bei den konkreten Betriebsbedingungen kommen durch die Verlagerung der Bearbeitung ins Ausland etwa 45 weitere Gesundheitsschäden, etwa zur Hälfte tödliche Krebsfälle, hinzu, durch die auch die Nachkommen der Belasteten betroffen sein werden. Dabei überschritt beim bisherigen Betrieb der Anlagen die individuelle Gefährdung in der Belastungsspitze das durchschnittliche Risiko, in Deutschland an einem Arbeitsunfall oder einer Berufskrankheit zu sterben, um etwa das Hundertfache. Auch hier liegt die Anzahl der Gesundheitsschäden wesentlich höher als sie sich bei der projektierten Verarbeitung im Inland errechnen hätte. Individualdosen wie Kollektivdosen der Beschäftigten und der Bevölkerung werden also durch die Verarbeitung im Ausland nicht nach dem Stand von Wissenschaft und Technik minimiert, eine 'schadlose Verwertung' liegt nicht vor.

In **Kapitel X** werden wichtige Fragen angesprochen, die in diesem Gutachten offen bleiben mußten. Es werden notwendige Projekte aufgeführt, mit denen die Strahlenbelastung durch die Wiederaufarbeitung im Ausland und deren gesundheitliche Folgen weiter untersucht werden sollten. Solche Untersuchungen sind auch dann angezeigt, wenn, wie es dringend geboten ist, auf eine Verarbeitung deutscher Brennelemente verzichtet wird.

Zum Abschluß danken wir allen technischen Mitarbeitern der beteiligten Arbeitsgruppen für die sorgfältige Bearbeitung.

Die Herausgeber

II Autorenregister

An diesem Gutachten haben folgende Autoren in der Reihenfolge ihres (ersten) Beitrages mitgewirkt:

Dr. rer. nat. Gerald Kirchner und Dipl.-Biol. Sabine Ehlken
Universität Bremen, Fachbereich 1, 28334 Bremen
Kap. IV, VI

Gruppe Ökologie, Gesellschaft für ökologische Forschung und Beratung mbH,
Immengarten 31, 3000 Hannover 1;
Bearbeiter: Ulrike Fink von Rabenhorst, Dr. Helmut Hirsch, Dr. Thomas Einfalt, Dipl.-Ing. Ulrich
Deppe
Kap. V, VII

Prof. Dr. rer. nat. Inge Schmitz-Feuerhake
Universität Bremen, Fachbereich 1, 28334 Bremen
Kap. VIII, 1, 3
sowie für das Otto Hug Strahleninstitut e.V. als Herausgeberin

Dr. rer. nat. Maria Blettner und Monika Heinzl
Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Institut für Dokumentation, Information und
Statistik, Abt. Epidemiologie
Kap. VIII, 2

Prof. Dr. med. Horst Kuni
Abteilung Klinische Nuklearmedizin, Med. Zentrum für Radiologie, Philipps-Universität
35033 Marburg
Kap. IX
sowie für das Otto Hug Strahleninstitut e.V. als Herausgeber

Nicht aufgeführte Kapitel werden von den Herausgebern verantwortet.

In VI befinden sich die Tabellen und Abbildungen am Ende des Kapitels.

III Kurzfassung

Die Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland ist an sich nicht neu, aber nach der Aufgabe der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf gewinnen durch die Verlagerung ins Ausland die mit der Wiederaufarbeitung untrennbar verbundenen Probleme der Strahlenbelastung eine neue zeitliche und quantitative Dimension. Deshalb stellt sich die Frage nach ihrer "schadlosen" Verwertung verschärft. Mit einer Reihe von Betrachtungen aus unterschiedlichen Blickwinkeln sollen Beiträge zu ihrer Beantwortung gegeben werden. Betrachtet werden dabei die für die Aufarbeitung vorgesehenen Standorte in Frankreich und Großbritannien.

Die Gliederung dieser Kurzfassung in die Abschnitte 1-5 korrespondiert inhaltlich mit den ausführlichen Kapiteln V-IX.

1 Emissionen und Immissionen durch die Wiederaufarbeitungsanlage La Hague, Frankreich

Das französische Wiederaufarbeitungszentrum La Hague befindet sich in der Normandie im Département de la Manche auf der Halbinsel Cotentin, etwa 20 km westlich von Cherbourg. Dort ist seit 1966 die UP2 (Usine Plutonium) in Betrieb, der 1985 den Nenndurchsatz von 400 Jahrestonnen erreichte. Von den bisher aufgearbeiteten Brennstoffen aus Leichtwasserreaktoren stammen ca. 1600 t aus der Bundesrepublik Deutschland, der größte Teil der bis 1998 vereinbarten Menge von insgesamt 1645 t. 1992 soll die 800Jahrestonnen-Eingangsstufe von UP2 in Betrieb gehen. Eine zweite komplette Anlage mit einer Nennkapazität von 800 Jahrestonnen ist in Bau, UP3, die in Zukunft die Verarbeitung deutscher Brennelemente übernehmen soll. Bis 1998 sind 3074 t vereinbart. Ab 1999 besteht eine verbindliche Option von 768 t, darüber hinaus eine "bedingt verbindliche" Option von 1537 t, zusammen also 5379 t.

Der überwiegende Teil der radioaktiven Abgaben wird ins Meer (Englischer Kanal), ein kleinerer Teil mit der Abluft in die Atmosphäre abgeleitet. Die Grenzwerte für die Emission sind so festgelegt worden, daß die Summe aller Transferpfade, die den Menschen erreichen, etwa ein Hundertstel der natürlichen Radioaktivität ausmacht, ohne daß die Rechenmodelle und die

Grundannahmen für die Öffentlichkeit überprüfbar und zugänglich sind. Eine maximale effektive Dosis von 5 mSv/Jahr für die Bevölkerung soll beachtet werden.

Die autorisierten Jahresgrenzwerte sind durchwegs hoch angesetzt. So liegen die Werte für Abgaben mit dem Abwasser für alle Nuklide um einige Größenordnungen über den jeweiligen Antragswerten für die Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf (s. Abbildung 1). Die Werte für Halogenabgaben mit der Abluft liegen ein bis zwei Größenordnungen über den Antragswerten, die anderen Grenzwerte für die Abluft liegen etwa in derselben Höhe (s. Abbildung 2).

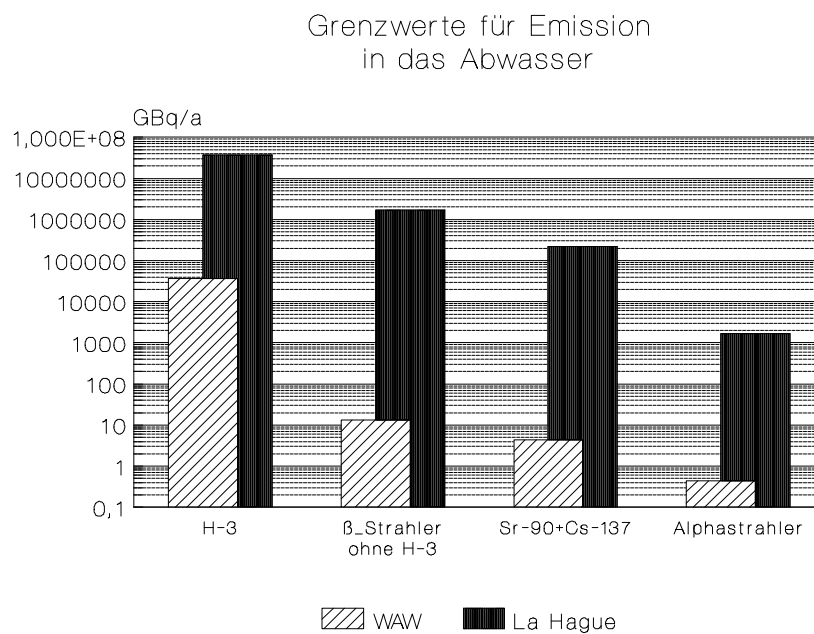


Abb. 1: Vergleich der seit 1981 genehmigten Grenzwerte für die Abgabe an das Abwasser für den Wiederaufarbeitungsanlage La Hague und der beantragten Grenzwerte für die projektierte Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf (WAW)

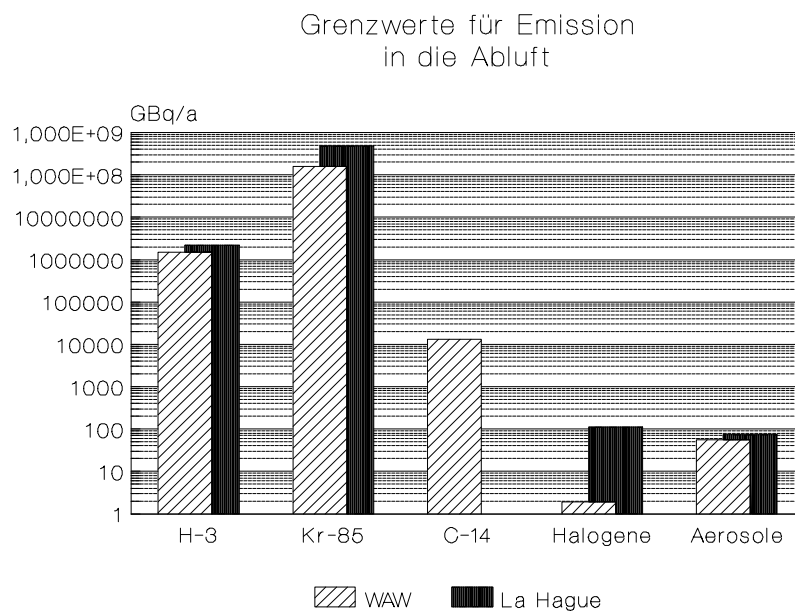


Abb. 2: Vergleich der seit 1981 genehmigten Grenzwerte für die Abgabe an die Abluft für den Wiederaufarbeitungscomplex La Hague und der beantragten Grenzwerte für die projektierte Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf (WAW)

Nach den offiziellen Angaben wurden die in La Hague jeweils gültigen Jahresgrenzwerte stets eingehalten. Diese Angaben sind allerdings in Einzelfällen nachweislich falsch - z.B. enthalten sie nicht die unfallbedingten Emissionen vom 6. Januar 1981, durch die die Jahresabgaben an Aerosolen in diesem Jahr beim zehnfachen bis 25fachen des Grenzwertes lagen. Weiterhin wurden die Emissionen von Krypton-85 in den letzten Jahren von COGEMA zu niedrig angegeben.

Der Großteil der veröffentlichten Emissionswerte konnte nicht überprüft werden. Es muß offen bleiben, wie exakt und belastbar diese Daten im Einzelnen sind.

Auch wenn unterstellt wird, daß die bisher veröffentlichten Abgabewerte weitgehend korrekt sind, ist es fraglich, ob die heute gültigen Jahresgrenzwerte, die 1980 festgelegt wurden und auch für die Erweiterung der Anlagen - UP3 und UP2-800 - gültig bleiben sollen, in Zukunft eingehalten werden können, wenn der Gesamtdurchsatz vervierfacht und der mittlere Abbrand na-

hezu verdoppelt werden. Kritisch sind dabei vor allem die Abgaben mit dem Abwasser (ohne Tritium), die bisher bei 20 bis 80% des zulässigen Wertes lagen, sowie die Abgabe von Jod-129 mit der Abluft (bisher 10 bis 30% des Grenzwertes), zu der in Zukunft auch stark erhöhte Abgaben kurzlebiger Jodisotope kommen werden.

Die radioaktiven Abgaben mit dem Abwasser tragen zur Individualdosis von Personen weniger bei als die Abgaben mit der Abluft. Sie führen jedoch zu einer weiträumigen Kontamination der Meere, die bis in die Nordsee nachweisbar ist. Allein von 1966 bis 1981 stieg im Meerwasser an der Küste der Halbinsel Cotentin die Konzentration künstlicher Radionuklide auf mehr als das 45fache an.

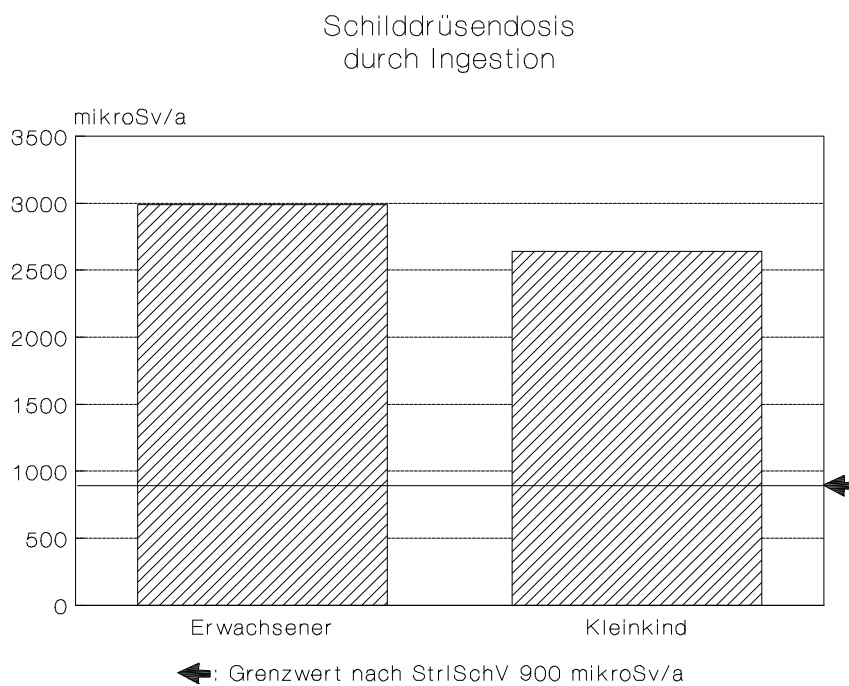


Abb. 3: Erwartungswerte für die Schilddrüsendosis durch Ingestion im bestimmungsgemäßen Betrieb in La Hague mit 1600 Jahrestonnen

Für die Auswirkungen der Abgaben mit der Abluft wurde das sehr wichtige Radionuklid Jod-129 betrachtet. Bei Ausschöpfung des Grenzwertes resultiert in der Umgebung der Anlage über den Ingestionspfad eine jährliche Strahlenbelastung der Schilddrüse, die sowohl für Kleinkinder als auch für Erwachsene bei etwa dem Dreifachen des in der Bundesrepublik für dieses Organ gültigen Grenzwertes liegt (s. Abbildung 3). Dies resultiert aus einer Berechnung nach der offiziell in der Bundesrepublik vorgeschriebenen Methodik.

Von einer schadlosen Verwertung abgebrannter Kernbrennstoffe in La Hague im Sinne der bundesdeutschen Vorschriften kann in keiner Weise die Rede sein. Ein Betreiben der Wiederaufarbeitungsanlage mit Einhalten bundesdeutscher Grenzwerte für die Strahlenbelastung erscheint nicht möglich, insbesondere nach den geplanten Durchsatz- und Abbranderhöhungen.

Ausführlich wird der in diesem Abschnitt behandelte Inhalt im Kapitel V erläutert.

2 Emissionen und Immissionen durch die Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield, Großbritannien

Der englische Nuklearkomplex Sellafield liegt in Cumbria an der Irischen See. Dort ist für 1992 die Inbetriebnahme der Wiederaufarbeitungsanlage THORP geplant, die für eine Kapazität von 1200 Jahrestonnen ausgelegt ist. Das Eingangslager für Brennelemente wurde 1988 in Betrieb genommen. Insgesamt wurde für deutsche Brennelemente eine Kapazität von 1768 t vertraglich vereinbart, 758 t bis zum Jahr 2002, zuzüglich eines Kapazitätsangebotes von 126 t, für die Zeit danach ein solches von 884 t.

Das in Großbritannien zur Ermittlung von Individualdosen in der Bevölkerung durch den Betrieb kerntechnischer Anlagen angewendete Konzept der "kritischen Gruppe" ist aufgrund der sich häufig ändernden Charakterisierung dieses Personenkreises für eine prospektive Ermittlung von Strahlendosen durch geplante Nuklearprojekte nicht geeignet. Insbesondere kann es die in der bundesdeutschen Strahlenschutzverordnung geforderte Ermittlung der Strahlendosen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen (so § 45(2) StrlSchV) nicht erfüllen.

Während in La Hague ein laufender Betrieb beurteilt werden konnte, dessen Umfang in Zukunft ausgeweitet werden wird, handelt es sich in Sellafield also um eine projektierte Anlage. In Sellafield sind daher lediglich die Planungen zu analysieren, wobei aus den Betriebserfahrungen

gen der alten Anlage allerdings Schlüsse hinsichtlich des Managements und der Auswirkungen radioaktiver Abgaben auf die Umwelt möglich sind.

Trotz zahlreicher Nachrüstmaßnahmen während der letzten zwei Jahrzehnte überschreiten Strahlenbelastungen durch Radionuklidabgaben mit dem Abwasser aus der existierenden Wiederaufarbeitungsanlage B 205 bis heute die für Mitglieder der Bevölkerung geltenden Grenzwerte der bundesdeutschen Strahlenschutzverordnung. Ein Betrieb dieser Anlage wäre daher in der Bundesrepublik Deutschland nicht genehmigungsfähig.

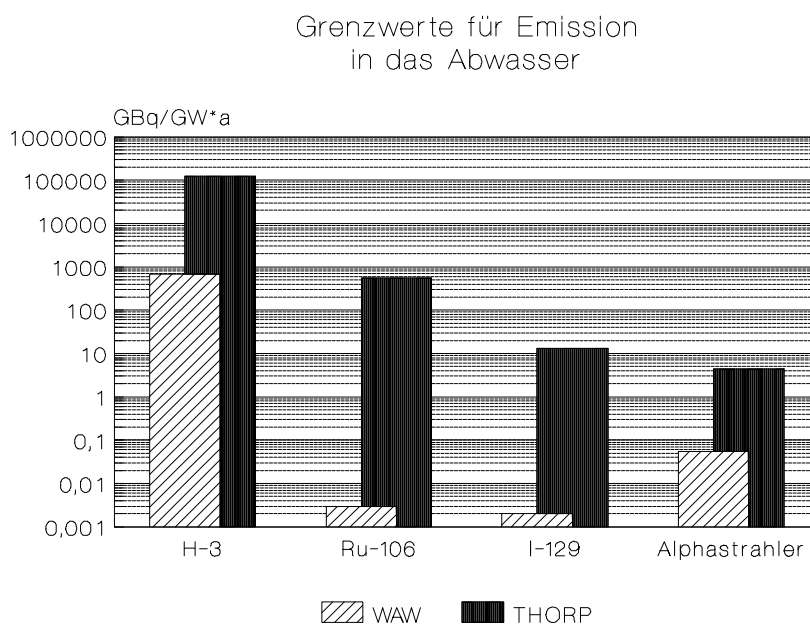


Abb. 4: Vergleich der Planungswerte für die normierten Abwasseremissionen durch THORP mit denen der bundesdeutschen Anlage Wackersdorf (WAW)

Die Rückhaltetechniken der in Bau befindlichen Anlage THORP, in der zukünftig auch bundesdeutsche Brennelemente wiederaufgearbeitet werden sollen, entsprechen sowohl für die Ra-

dionuklidemissionen mit dem Abwasser als auch für die Jod-Abgaben mit der Abluft nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik (s. Abbildungen 4 und 5).

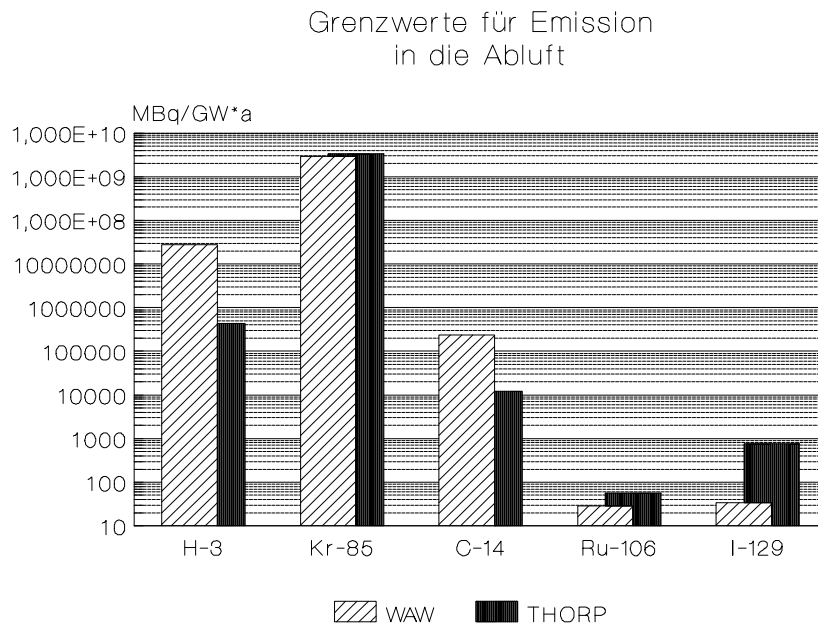


Abb. 5: Vergleich der Planungswerte für die normierten Abluftemissionen durch THORP mit denen der bundesdeutschen Anlage Wackersdorf (WAW)

Sowohl für die geplanten Radionuklidemissionen mit dem Abwasser als auch für die mit der Abluft berechnen sich unter weitestgehender Benutzung der nach der bundesdeutschen Strahlenschutzverordnung vorgeschriebenen Modelle und Daten Überschreitungen der dort spezifizierten Jahresgrenzwerte der Strahlenexposition für Mitglieder der Bevölkerung (s. Abbildung 6).

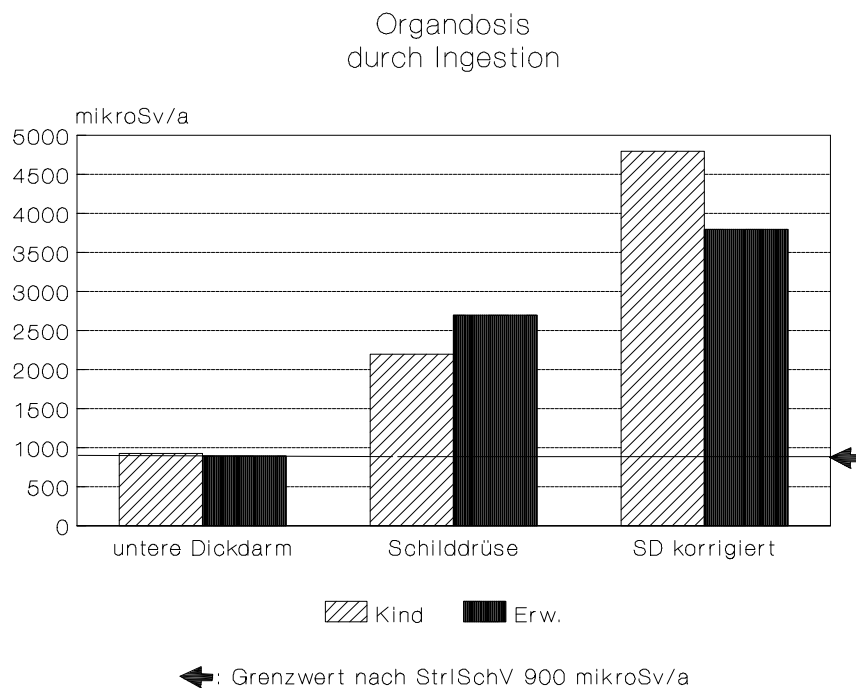


Abb. 6: Dosis durch Emissionen von THORP mit der Abluft (Summe aller Belastungspfade) Schilddrüse korrigiert: Berücksichtigung abweichender Verzehrraten nach englischen Angaben

Hervorzuheben ist:

- Grenzwerte der bundesdeutschen Strahlenschutzverordnung für Strahlenbelastungen einzelner Organe werden für den unteren Dickdarm und - signifikant - für die Schilddrüse überschritten.
- Dominierende Beiträge zu den berechneten Strahlendosen liefern Emissionen durch Ru-106 und I-129, denen infolgedessen bei einer Verbesserung der Rückhaltevorrichtungen primäres Gewicht beigemessen werden sollte.
- Die Überschreitung des Schilddrüsen-Grenzwerts reflektiert die Tatsache, daß die in THORP eingebauten Jodfilter nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

- Die berechneten Strahlendosen unterscheiden sich für Erwachsene und für Kleinkinder nicht wesentlich. Dies ändert sich allerdings, wenn die von englischen Autoren angegebenen höheren Verzehraten von Kleinkindern den Berechnungen zugrundegelegt werden.

Eine Wiederaufarbeitungsanlage THORP wäre auf der Basis der bundesdeutschen Strahlenschutznormen nicht genehmigungsfähig.

Ausführlich wird der in diesem Abschnitt behandelte Inhalt im Kapitel VI erläutert.

3 Vorkommnisse und Unfälle in den Wiederaufarbeitungsanlagen La Hague und Sellafield

Nach dem die vorangegangenen Abschnitte dem bestimmungsgemäßen Betrieb gewidmet waren, soll in diesem Abschnitt für beide Anlagenstandorte eine Analyse der bisher bekanntgewordenen Vorkommnisse und Unfälle durchgeführt werden. Zielsetzung dieser Analyse ist eine Bewertung der Sicherheit beider Anlagen. Darauf basierende weiterführende Betrachtungen geben einen Ausblick auf die Risiken des zukünftigen Betriebes. Die unterschiedlichen Betrachtungsweise, die den beiden vorangegangenen Abschnitten dadurch aufgezwungen wurde, daß in La Hague eine existierende, in Sellafield dagegen eine projektierte Anlage zu beurteilen ist, charakterisiert auch diesen Abschnitt.

Die Liste der Vorfälle führt viele in unteren Kategorien und einige in höheren auf. Die Betriebsdauer reicht aber bei weitem nicht aus, um den Eintritt von Unfällen der schwersten Art statistisch auszuschließen. Im Gegenteil, einige von den eingetretenen Ereignissen wären unter weniger glücklichen Umständen als den tatsächlichen geeignet gewesen, wesentlich größere Folgen zu verursachen.

Von der Vielzahl von möglichen Störfällen in einer Wiederaufarbeitungsanlage treten besonders häufig Leckagen radioaktiver Flüssigkeiten nach Versagen von Dichtungen oder nach Korrosion auf.

Fehlsteuerung von Stoffströmen und andere Bedienungsfehler führten wiederholt zur Abgabe von Radioaktivität. Zu den häufigsten technischen Pannen zählt das Überlaufen von Behältern.

Durch die Störfälle kam es häufig zu Strahlenexposition von Beschäftigten, teilweise weit über die Grenzwerte hinaus. Gerade in Sellafield ist die Meldung derartiger Fälle so häufig, daß man sie schon zum üblichen Betriebsablauf zählen kann. Für La Hague gilt ähnliches für Leckagen an Leitungen und Behältern. Berücksichtigt man die unterschiedliche Handhabung und Schwerpunkte der Melde- und Veröffentlichungspraxis, so kann vermutet werden, daß in beiden Anlagen sowohl die unplanmäßige Strahlenexposition von Beschäftigten als auch Leckagen regelmäßig vorkommen.

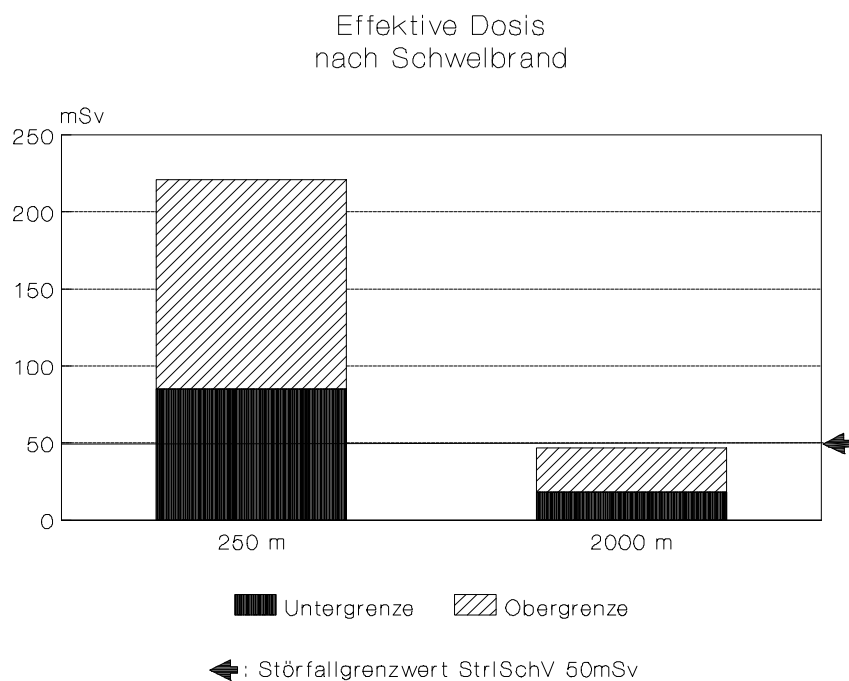


Abb. 7: Effektive Folgeäquivalentdosen nach einer Freisetzung von Radiocäsium durch einen Schwelbrand in La Hague am 06.01.1981, berechnet für zwei verschiedene Entfernungen

Mehrfach kam es in der Vergangenheit zu Freisetzungen in die Umgebung, die über die Grenzwerte hinausgingen. Nach entsprechenden Abschätzungen wurde dabei auch der bundesdeutsche Störfallgrenzwert überschritten (s. Abbildung 7).

Informationen über Vorfälle in den Wiederaufarbeitungsanlagen sind, wie in einigen Fällen nachgewiesen werden konnte, offenbar häufig schöngefärbt oder werden zurückgehalten. Das läßt die Vermutung zu, daß es eine Dunkelziffer bezüglich der Vorfälle und der Höhe der Freisetzungen gibt. Daraus folgt, daß die tatsächliche Situation möglicherweise noch bedenklicher ist, als sie sich aus den zugänglichen Informationen darstellt.

Es erscheint fraglich, ob mit einer grundlegenden Änderung der Praxis der Betriebsführung in Hinsicht auf verbesserte Arbeitsbedingungen und Sicherheitvorkehrungen sowie die Einhalten von Sicherheitsvorschriften zu rechnen ist.

Der Betrieb neuer Anlagen birgt auch neue Risiken, die bei Beibehaltung der bisherigen Managementpraktiken weiter zu Störfällen führen werden, auch wenn alte Fehlerquellen vermindert werden. Wichtige Probleme sind nach wie vor nicht endgültig gelöst. Dazu zählen z.B. die Anwendung von Zirkon und andere Anstrengungen, der Korrosion zu begegnen.

Weiterhin ist mit dem Betrieb der neuen Anlagen die Lagerung großer Mengen radioaktiver Stoffe untrennbar verbunden, die das zuverlässige Funktionieren komplexer Sicherheitssysteme erforderlich macht. Es sei daran erinnert, daß eine Lagerung von Brennelementen und Spaltproduktlösungen in Gorleben, die vom Funktionieren technischer Apparaturen (Kühlung, Lüftung usw.) oder menschlicher Zuverlässigkeit abhängt, 1979 vom niedersächsischen Ministerpräsidenten Albrecht strikt abgelehnt worden war. Flüssige Spaltproduktlösungen sollten im Normalbetrieb überhaupt nicht gelagert werden.

Auch in Zukunft ist daher in La Hague wie in Sellafield zu erwarten, daß

- Pannen und Störungen auf der Tagesordnung stehen,
- Ereignisse eintreten werden, die zur Überschreitung von Grenzwerten - auch des bundesdeutschen Störfallgrenzwertes - führen können,
- katastrophale Großunfälle möglich sind und nicht einem Bereich des vernachlässigbaren Restrisikos zugeordnet werden können.

Die Anlagen sind nach deutschem Maßstab nicht ausreichend sicher: Ihre Auslegungsgrundsätze haben es bisher gestattet, daß Unfälle aufgetreten sind, bei denen der deutsche Störfallgrenzwert überschritten wurde; dies ist auch in Zukunft zu erwarten.

Der deutsche Störfallgrenzwert ist ein Planungswert für die Auslegung. Bei seiner Festlegung hat aber naturgemäß auch eine Rolle gespielt, welche Strahlenbelastungen bei Unfällen unter Berücksichtigung der schädlichen Wirkung von Strahlen unter bestimmten Umständen noch als akzeptabel angesehen werden kann. Insofern ist auch hier der Gesichtspunkt der Schadlosgkeit berührt und eine Wiederaufarbeitung in Anlagen, bei denen mit wiederholten Überschreitungen des Störfallgrenzwertes zu rechnen ist, kann nicht als schadlose Verwertung bezeichnet werden.

Ebensowenig, wie bisher die Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen in La Hague und Sellafield als "schadlose Verwertung" bezeichnet werden konnte, ist in Zukunft mit einem Betrieb dieser Anlagen zu rechnen, der den Anforderungen des bundesdeutschen Atomgesetzes entspricht.

Ausführlich wird der in diesem Abschnitt behandelte Inhalt im Kapitel VII erläutert.

4 Erkenntnisse zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Wiederaufarbeitung

In den vorangegangenen Abschnitten waren die zu erwartenden Belastungen durch den bestimmungsgemäßen Betrieb und durch mögliche Unfälle an den derzeit gültigen Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung gemessen worden. Der Erkenntnisstand über strahleninduzierte Spätschäden beim Menschen hat in den letzten Jahren eine geradezu dramatische Erweiterung erfahren. Dies hat auch zu einer Kontroverse über die Maßstäbe zur Beurteilung der Gefahren durch freigesetzte Radioaktivität bei der Wiederaufarbeitung geführt. Auf die derzeit wichtigsten Streitfragen im Hinblick auf die Ableitung quantitativer Angaben bei niedriger Dosis muß deshalb auch hier eingegangen werden, wenn es gilt, die Frage nach einer 'schadlosen Verwertung' der Brennelemente zu beantworten.

Insbesondere betrifft das die Neubewertung der Krebsinduktion durch ionisierende Strahlen nach der Dosisrevision bei den Überlebenden von Hiroshima und Nagasaki. Die Gefahr eines

Strahlenkrebses muß danach wesentlich höher eingeschätzt werden als bisher. Es läßt sich nachweisen, daß internationale und nationale Strahlenschutzgremien die Konsequenzen daraus, vor allem eine Senkung der Grenzwerte, nicht in der gebotenen Weise ziehen. Sie argumentieren dabei mit einem Dosisratenreduktionsfaktor, der bei der Übertragung der Beobachtungen an den Bombenopfern auf niedrigere Dosisleistungen zu beachten sei. Eine Untersuchung der Argumente für einen solchen Dosisratenreduktionsfaktors zeigt, daß sich ein solcher für die Krebsinduktion weder aus theoretischen noch aus experimentellen und epidemiologischen Befunden absichern läßt. Die überwiegend herangezogene Begründung durch Ergebnisse der experimentellen Tumorforschung (NCRP No. 64) erweist sich als überholt, da neuere Daten und andere Interpretationen, z.T. von denselben Autoren, vorliegen. Weiterhin kann das vielgehörte Argument widerlegt werden, Radiojod habe sich als weniger karzinogen erwiesen als Röntgenstrahlen bei gleicher Dosis. Insgesamt verdichtet sich damit der Eindruck, daß internationale und nationale Strahlenschutzgremien die gebotene Objektivität in der Beurteilung neuer Tatsachen vermissen lassen.

Für die verschiedenen Arten stochastischer Effekte werden als grobe Richtwerte in Tabelle 1 Verdopplungsdosen angegeben. Diese geben einen Anhaltspunkt, in welchen Fällen bei niedriger Dosis ein statistisch erkennbarer Effekt erwartet werden kann.

Tab. 1: Verdopplungsdosen für stochastische Effekte

Effekt	Verdopplungsdosis [mSv]
Dizentrische Chromosomen in weißen Blutkörperchen (Biologische Dosimetrie)	20
nach Oxford-Survey:	
Leukämie, pränatal, alle Trimester	3,3
Leukämie, pränatal, 1. Trimester	1,1
nach RERF 5-88 (japan.):	
alle Krebsarten, alle Alter	720
Leukämie, alle Alter	200
Leukämie, unter 10 Jahren	50
Genetische Effekte nach BEIR V	>= 1000

Da in der Bevölkerung bei Sellafield und bei Arbeitnehmern der Wiederaufarbeitungsanlage Spätschäden aufgetreten sind, ist es angezeigt, zur Beurteilung der Frage einer 'schadlosen

Verwertung' die Methodik und Aussagefähigkeit epidemiologischer Studien zu behandeln. Danach muß die Häufung kindlicher und jugendlicher Leukämien und anderer Krebserkrankungen in der Umgebung von Sellafield als gesichert angesehen werden und die Deutung des Leukämieauftretens als genetischer Effekt nach einer beruflichen Strahlenbelastung der Väter als wahrscheinlich gelten (s. Abbildung 8).

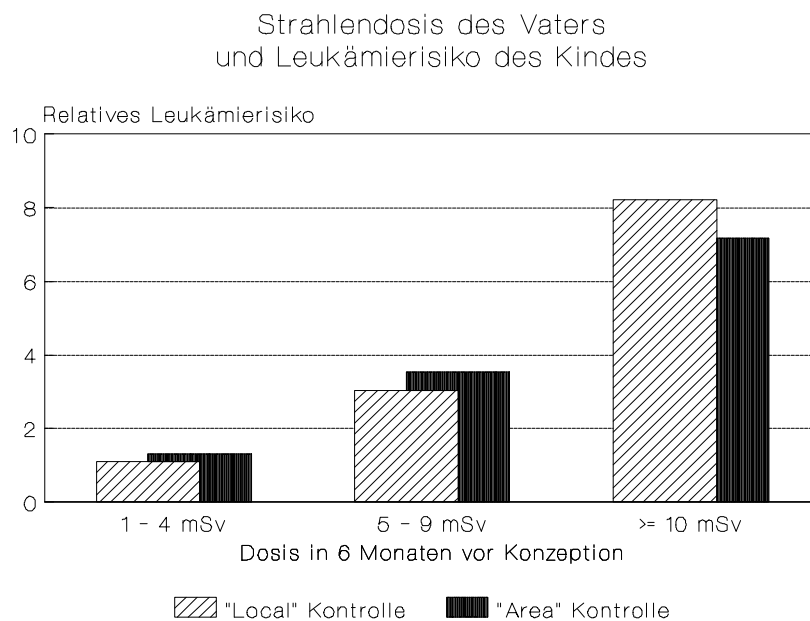


Abb. 8: Relatives Leukämierisiko der Kinder in der Umgebung von Sellafield in Abhängigkeit von der Strahlenbelastung des Vaters in den letzten 6 Monaten vor der Konzeption. Verglichen wurde mit Kontrollen aus der Region (Area) und mit Kontrollen aus demselben Wohnort wie die Mutter (Local)

Bezüglich der Gesundheitsfolgen von Beschäftigten ergibt eine Analyse der Kohorten-Studie von Smith und Douglas 1986 über die Beschäftigten der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield einen signifikanten Trend der Zunahme von Krebserkrankungen in Abhängigkeit von der Le-

bensdosis, der im Zusammenhang mit entsprechenden Studien aus anderen Nuklearanlagen plausibel ist. Untersuchungen über die Auswirkungen der Wiederaufarbeitungsanlage La Hague haben nicht zu einer Bestätigung von strahlenbedingten Gesundheitsfolgen geführt. Hier ist jedoch auf die begrenzte Aussagefähigkeit der wenigen vorliegenden Studien zu verweisen, die vor allem auf die kürzere Betriebszeit der Anlage und die niedrigeren Kollektivdosen zurückzuführen ist.

Wegen der aktuellen, sehr heftigen Diskussion über die Deutung der Leukämien bei Sellafield als genetischen Effekt durch Gardner und Mitarbeiter, wobei diese These im allgemeinen bei der Fachwelt auf Ablehnung stieß, erscheint es geboten, diese Diskussion aufzunehmen und die verschiedenen Gegenargumente zu prüfen. Kein Argument erweist sich dabei so abgesichert oder stichhaltig, daß es geeignet wäre, die Deutung des Befundes als genetischen Effekt zu widerlegen. Dies trifft auch auf die Stellungnahme der Strahlenschutzkommission vom August 1990 zu, in der Konsequenzen für den Strahlenschutz, vor allem eine drastische Senkung der Grenzwerte, unverständlicherweise nicht gezogen werden. Man muß also davon ausgehen, daß auch die Gefahr genetischer Strahlenschäden bislang sehr stark unterschätzt worden ist.

Ausführlich wird der in diesem Abschnitt behandelte Inhalt im Kapitel VIII erläutert.

5 Abschätzung der Gesundheitsschäden in der Bevölkerung und bei Beschäftigten durch die Wiederaufarbeitung

Da zur Beurteilung der Gesundheitsgefährdung durch kerntechnische Anlagen im deutschen Strahlenschutzrecht die Individualdosen im Vordergrund stehen, muß eingangs hervorgehoben werden, daß im Kontext mit dem europäischen Recht das Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung sich nicht nur auf Individualdosen, sondern auch auf Kollektivdosen erstreckt. Deshalb wird zunächst die Kollektivdosis der Bevölkerung durch die Wiederaufarbeitung im Ausland abgeschätzt und daraus eine Schadenserwartung abgeleitet. Durch einen Vergleich mit den Werten, die bei dem im Inland projektierten Stand der Technik zu erwarten waren, ist zu prüfen, ob dem Minimierungsgebot der Strahlenschutzverordnung als Kriterium für eine 'schadlose Verwertung' Rechnung getragen wird.

Für die Berechnung der gesamten Schadenserwartung beschränken wir uns beim Standort La Hague auf UP 3, da nur Schäden aus zukünftiger Verarbeitung betrachtet werden sollen und die Verarbeitung in der UP 2 als bereits geschehen oder nicht mehr änderbar angesehen wird.

Dabei stützen wir uns auf eine Methodik, die im Auftrag der Kommission der Europäischen Gemeinschaft (CEC) in einem gemeinsamen Report der National Radiological Protection Board, Großbritannien, und das Commissariat a l'Energie Atomique, Frankreich, vorgeschlagen haben, um die Kollektivdosen für die Allgemeinbevölkerung der Staaten der Europäischen Gemeinschaft durch die dort betriebenen Kernenergieanlagen zu berechnen. Die Bedeutung dieses Berichtes geht schon daraus hervor, daß das United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR sowohl in seinem Bericht 1982 als auch 1988 unverändert auf dieser Methodik aufbaut, um die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch europäische Kernenergieanlagen zu beurteilen. Ein bedeutsamer Mangel der Berechnungsmethode liegt in der Beschränkung der Berechnung der Kollektivdosis auf die Bevölkerung der Staaten der europäischen Gemeinschaft von 1979. Für einen wesentlichen Dosisbeitrag, nämlich der Strahlenbelastung durch global zirkulierende Radioaktivität, läßt sich dies aber korrigieren. Auch veraltete Dosisfaktoren können auf den heutigen Stand der Wissenschaft gebracht werden.

Berechnet man die Kollektivdosis für die Allgemeinbevölkerung aus den radioaktiven Schadstoffen, die durch die Verarbeitung der deutschen Brennelemente im Ausland freigesetzt werden, ergeben sich die in Abbildung 9 demonstrierten Ergebnisse. Für die Annahme der Aktivitätsabgaben aus La Hague wurde vom Status quo ausgegangen, während für Sellafield zwei verschiedene Literaturquellen verwendet wurden. Vergleichsweise wurde berechnet, wie groß die Kollektivdosis bei einer ausschließlichen Verarbeitung dieser Brennelemente im Projekt Wackersdorf gewesen wäre. Für den Vergleich mit dem Projekt Wackersdorf wurden die Kollektivdosen aus den beiden ausländischen Anlagen addiert.

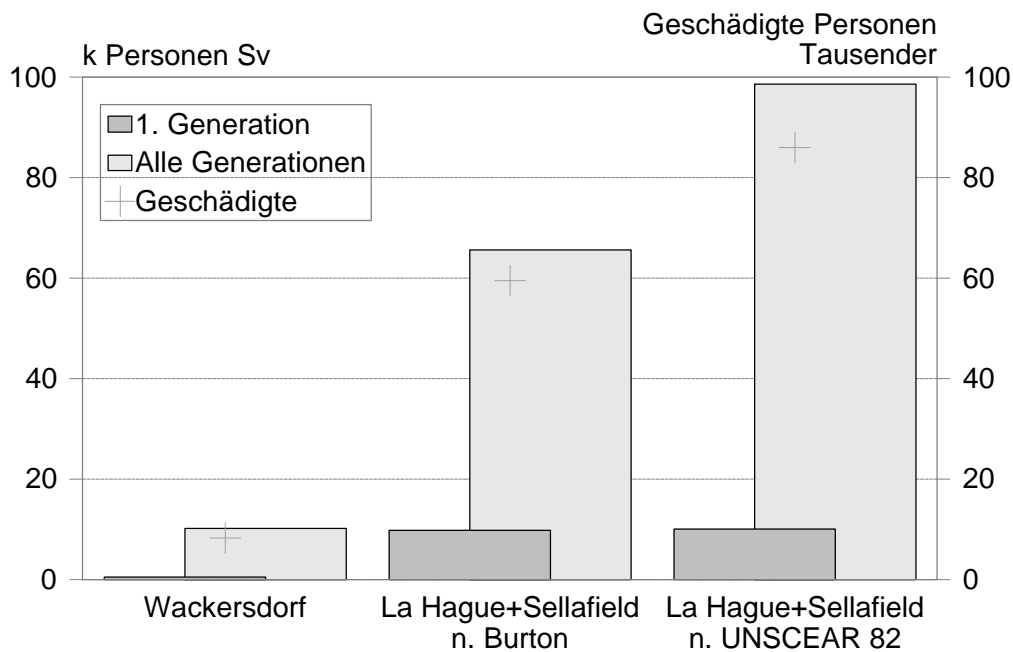


Abb. 9: Kollektivdosis und Anzahl der dadurch in allen Generationen ausgelösten Krankheitsfälle durch die Gesamtmenge der bisher für UP3 und THORP kontrahierten Brennelemente. Für THORP wurden zwei verschiedene Annahmen über die Radioaktivitätsabgaben berücksichtigt: 1 nach Burton, 2 nach UNSCEAR 82

Die Verlagerung der Wiederaufarbeitung in das Ausland bringt scheinbar eine Entlastung der deutschen Bevölkerung von der damit verbundenen regionalen Kollektivdosis. Allerdings muß man sich die Bedeutung der Modelldefinition "regional" vergegenwärtigen (Berechnung bis zum Radius von 3000 km!), um würdigen zu können, daß der beachtliche Anteil der lokalen und regionalen Dosis aus La Hague auch die deutsche Bevölkerung betrifft. Trotz der größeren Entfernung nimmt die Dosis zu. Die Planungsdaten für die neue Anlage in Sellafield gehen von einer rigorosen Senkung der lokalen und regionalen Dosis auf einen in der Relation vernachlässigbaren Wert aus, offenbar, um die Akzeptanz der Anlage vor Ort sicherzustellen. Betrachtet man nämlich den globalen Anteil der Dosis, der hauptsächlich die auswärtige Bevölkerung trifft, bleibt durchaus eine bemerkenswerte Schadenserwartung übrig.

Besonders deutlich wird diese nationale Optimierung mit Belassung des überwiegenden Schadensanteil im Ausland, wenn man die Kollektivdosen über alle Generationen betrachtet. Die ca.

60 000-80 000 Personenschäden (Krebserkrankungen und genetischen Schäden) verteilen sich weitgehend gleichmäßig auf die gesamte Weltbevölkerung, da der größte Anteil von der globalen Kollektivdosis bestimmt wird. Gemessen am gesamtdeutschen Anteil an der Weltbevölkerung fallen also etwa 400 Krankheitsfälle auf unsere Bevölkerung zurück.¹

Ebenso wie bei den Schäden unter den Beschäftigten sollte aber die nationale Zuordnung der ausgelösten Gesundheitsschäden auch bei der Allgemeinbevölkerung für ihre Beurteilung keine Rolle spielen, zumal der überwiegende Teil der Geschädigten lediglich den Schaden zu tragen haben wird, ohne vom Energienutzen partizipiert zu haben.

Die Bewertung der individuellen Gefährdung der Beschäftigten in Wiederaufarbeitungsanlagen erfolgt durch Vergleich mit dem Risiko eines Unfalltodes durch Arbeit (ohne Wegeunfälle) und eines Todes durch eine Berufskrankheit. Dieses Risiko ist in der Bundesrepublik Deutschland im Durchschnitt aller Sparten in den frühen 80er Jahre in Fortsetzung eines langjährigen Trends deutlich rückläufig gewesen. In den letzten Jahren stagnierte diese Entwicklung allerdings. Die Krebsgefährdung durch ionisierende Strahlen addiert sich zum konventionellen Unfallrisiko und zur Gefährdung durch konventionelle Berufserkrankungen hinzu.

Da über die Arbeitsbedingungen in der projektierten Anlage THORP in Sellafield nur spekuliert werden könnte, wird die vergleichende Betrachtung auf die Betriebserfahrung in La Hague beschränkt und optimistisch unterstellt, daß in der Anlage THORP der in La Hague praktizierte Stand des betrieblichen Strahlenschutzes mindestens eingehalten werden kann. Es muß allerdings angemerkt werden, daß der bisherige Betrieb in Sellafield diesen Optimismus nicht rechtfertigt.

Schon die durchschnittliche Krebsgefährdung der Beschäftigten durch die berufliche Strahlenbelastung in La Hague überragt (mit Ausnahme 1988) das berufliche Risiko konventioneller Todesfälle in Deutschland deutlich. Schließt man die Personen ohne nachgewiesene Strahlenbelastung aus der Mittelwertbildung aus, wird die etwa um den Faktor 6 überragende durchschnittliche Gefährdung der strahlenbelasteten Beschäftigten deutlicher. Geradezu abstrus mutet die Gefährdung besonders belasteter Einzelgruppen und Einzelpersonen an. Der Durchschnitt der

¹ Gegenüber der ursprünglichen Fassung wurden in diesem Kapitel neuere Erkenntnisse zur Schadenserwartung pro Kollektivdosis berücksichtigt.

mobilen Einsatzgruppe und erst recht einzelne Beschäftigte mit den Spitzenbelastungen haben eine um eine bis zwei Größenordnungen höhere Gefährdung zu ertragen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die strahlenbedingte Individualgefährdung durch die Wiederaufarbeitung das Risiko durch Arbeitsunfälle und konventionelle Todesfälle aufgrund von Berufserkrankungen weit übersteigt und deshalb zu den bereits vorhandenen konventionellen Berufsrisiken einen überproportionalen Steigerungsbetrag ausmacht. Die Strahlenbelastung des Durchschnitts der mobilen Einsatzgruppe und erst recht zahlreicher Einzelpersonen in La Hague liegt regelmäßig über 10 mSv/Jahr. Dieser Wert von 10 mSv/Jahr war in einem Gesetzentwurf der SPD-Bundestagsfraktion 1986 zur Novellierung der Grenzwerte als maximal zulässige Belastung einer Einzelperson in einer Anlage vorgesehen gewesen. Der bei der Novellierung der Strahlenschutzverordnung eingeführte Lebensdosisgrenzwert von 400 mSv kann in 40 Berufsjahren nur dann eingehalten werden, wenn die durchschnittliche Strahlenbelastung einer Person 10 mSv/Jahr nicht überschreitet.

Im Kollektiv konkretisieren sich die individuellen Risiken zu abzählbaren Schadensfällen, die allerdings zunächst nur theoretisch als Schadenserwartung zu errechnen sind. Wegen der Latenzzeit und wegen des unspezifischen Erscheinungsbildes einer Strahlenkrebserkrankung ist der Nachweis der Schadensfälle nur statistisch möglich. Wegen der im europäischen Vergleich herausragenden Expositionsbedingungen in der WAA Sellafeld kann es nicht überraschen, daß die Zahl der Tumorfälle den sonst in vergleichbaren Kollektiven zu beobachtenden "healthy worker"-Effekt (ca. 70% Standardmortalität) ausnivelliert hat und sich ein signifikanter Trend der Zunahme mit der Strahlenbelastung abzeichnet. Immerhin liegen hier über 30 Betriebsjahre mit nahezu 50 Personen Sv Kollektivdosis aus externer Bestrahlung pro Jahr vor, so daß im Gleichgewicht mindestens 32 zusätzliche Tumorerkrankungen pro Jahr, davon nahezu die Hälfte tödlich, zu erwarten sind. Wahrscheinlich liegen die tatsächlichen Dosen (vor allem wegen des Beitrages aus Inkorporation) höher.

Wegen der etwa zwei Jahrzehnte kürzeren Betriebszeit, der etwa Faktor 8 niedrigeren Kollektivdosis aus externer Quelle und der Verteilung auf ein in der Relation größeres Kollektiv kann ein statistischer Nachweis der durch die berufliche Strahlenbelastung induzierten Krebserkrankungen bei den Beschäftigten der Anlage La Hague nicht in vergleichbarer Weise erwartet werden.

Für die Berechnung der Kollektivdosis der Beschäftigten und damit der Schadenserwartung gehen wir von einer Verarbeitung mit den optimistischen Planwerten der WAA 700 im Inland und

der UP 3 im Ausland aus, die das KfK errechnet hat, und zwar für die UP3 von 0,75 und für die deutsche WA 700 von 0,3 Personen Sv pro GW(e)*a.

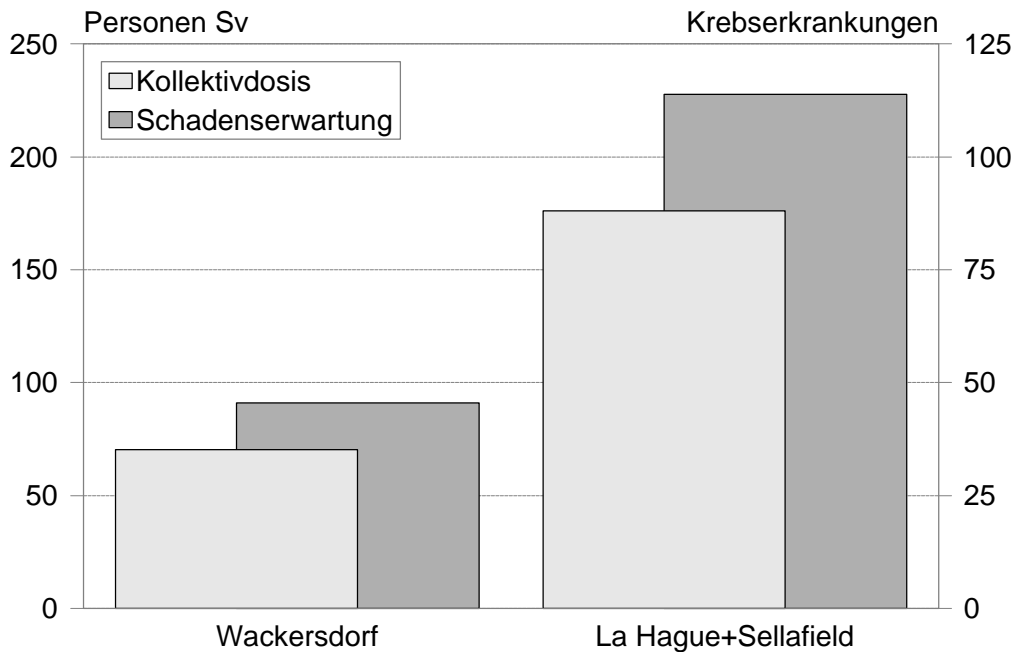


Abb. 10: Kollektivdosis durch Wiederaufarbeitung und Anzahl der dadurch induzierten Krebserkrankungen bei den Beschäftigten aufgrund der durch Vertrag für UP 3 und THORP festgelegten und reservierten Mengen und den Anlage-Planwerten
 WAW: WAA 700 Wackersdorf
 La Hague + Sellafield: UP 3 (auch für THORP angenommen)

Die Berechnung der Schadenserwartung macht zunächst deutlich, daß sich auch dann, wenn die FEMO-Technik in der WAW die in sie gesetzten hochgespannten Erwartungen erfüllt hätte, eine Wiederaufarbeitung durch die hohe Kollektivdosis vorhersehbare und grundsätzlich nicht vermeidbare Krebserkrankungen bei mehreren Beschäftigten zur Folge gehabt hätte. Geht man von einer jährlichen Verarbeitung von 700 t aus, übersteigt die dadurch verursachte Kollektivdosis auch unter günstigsten Annahmen den Wert von 4 Personen Sv pro Jahr, der in einem Ge-

setzentwurf der SPD-Bundestagsfraktion 1986 zur Novellierung der Grenzwerte als maximal zulässige Belastung der Beschäftigten in einer Anlage vorgesehen gewesen war.

Aus den in Abbildung 10 veranschaulichten Berechnungen folgt, daß diejenigen, die eine Wiederaufarbeitung für unverzichtbar halten, durch den bisher vorgesehenen Transfer ins Ausland etwa 70 zusätzliche Personenschäden durch beruflich Strahlenbelastete in den Anlagen in Kauf nehmen müssen, die bei einer Aufarbeitung in einer deutschen Anlage vermieden worden wären. Zugleich werden die auch in einer deutschen Anlage unvermeidbaren zusätzlichen 45 Personenschäden ins Ausland verlagert, insgesamt also etwa 115. Dazu kommen noch etwa neun Schadensfälle unter den Nachkommen dieser Beschäftigten hinzu.

Nicht vergessen werden sollte die Kollektivdosis von ca. 60 Personen Sv durch die bereits durchgeführte Aufarbeitung von ca. 1600 t Brennelemente aus deutschen Reaktoren in UP2, die weitere sechs Krebserkrankungen befürchten lassen muß.

Die Wiederaufarbeitung stellt also auch bei Betrachtung der Kollektivdosis sowohl für die Allgemeinbevölkerung als auch für die Beschäftigten keine schadlose Verwertung dar. Durch die Verlagerung ins Ausland wird bei dem derzeit dort praktizierten und auch projektierten Stand der Technik die Kollektivdosis und damit die Schadenserwartung noch weiter vergrößert.

Ausführlich wird der in diesem Abschnitt behandelte Inhalt im Kapitel IX erläutert.

IV Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente: vom Inland zum Ausland

Die Suche nach Wiederaufarbeitungskapazitäten für abgebrannte Brennstoffe aus bundesdeutschen Reaktoren hat eine lange und - zumindest in den letzten zwei Jahrzehnten - wechselvolle Geschichte hinter sich.

War in den siebziger Jahren das Konzept eines "Integrierten Entsorgungszentrums" entwickelt worden, das Wiederaufarbeitung, Abfallbehandlung, Brennelementefertigung und Endlagerung an einem Standort vorsah und in der Nähe von Gorleben verwirklicht werden sollte, so führte die Empfehlung des Niedersächsischen Ministerpräsidenten Ernst Albrecht in seiner Regierungserklärung vom 16. Mai 1979, "das Projekt der Wiederaufarbeitung nicht weiter zu verfolgen", zum Abbruch der Planungen für das Nukleare Entsorgungszentrum Gorleben.

Da aber an Gorleben als Endlagerstandort festgehalten werden sollte, wurde nach dem mit dieser Entscheidung erzwungenen Verzicht auf einen einzigen Standort schon wenige Monate später ein "Integriertes Entsorgungskonzept" den weiteren Planungen zugrundegelegt (Bulletin der Bundesregierung vom 11. Oktober 1979).

Auf dieser Grundlage wurden Anfang 1980 einvernehmlich zwischen Bund und Ländern "Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke" festgelegt, um im Rahmen atomrechtlicher Genehmigungsverfahren eine einheitliche Prüfung des § 9a Abs. 1 AtG sicherzustellen (Bulletin der Bundesregierung vom 26. März 1980). Bezüglich der Wiederaufarbeitung wurden dabei unter anderem folgende Regelungen getroffen:

"2.2.1 Der Nachweis der Entsorgungsvorsorge ist zu konkretisieren

a) durch Anpassung der Vorsorge an die Fortschritte bei der Verwirklichung des integrierten Entsorgungskonzepts nach Maßgabe des Beschlusses der Regierungschefs von Bund und Ländern vom 28. September 1979 (Anhang II), oder

b) durch Vorlage von Verträgen mit ausreichend ausgerüsteten Vertragspartnern mit der Verpflichtung zur endgültigen Übernahme der bestrahlten Brennelemente oder zur Wiederaufarbeitung im Ausland mit der Verpflichtung, die erzeugten radioaktiven Abfälle, sofern

sie in die Bundesrepublik Deutschland zurückgeliefert werden sollen, erst zu einem Zeitpunkt zurückzuliefern, zu dem ihre sichere Behandlung und Beseitigung gesichert ist, oder

c) durch eine vergleichbare andere Lösung."

"Nach dem 1. Januar 1985 wird bei Abstützung der Vorsorge auf die Verwirklichung des integrierten Entsorgungskonzeptes oder auf andere Entsorgungstechniken eine 1. Teilbetriebsgenehmigung nur erteilt, wenn die Voraussetzungen des Anhangs I Nr. 3 erfüllt sind; für Kernkraftwerke, für die am 28. September 1979 eine 1. Teilerrichtungsgenehmigung vorlag, gilt diese Regelung ab 1. Januar 1986."

Der zitierte Teil des Anhangs I lautet:

"3. Ab 1. Januar 1985 wird als zusätzliche Voraussetzung für die Erteilung von 1. Teilerrichtungsgenehmigungen verlangt, daß im Zuge der Errichtung einer oder mehrerer Wiederaufarbeitungsanlagen oder einer oder mehrerer Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente zur Endlagerung ohne Wiederaufarbeitung die Vorauswahl eines Standortes für eine dieser Anlagen getroffen worden ist."

Diese Zitate verdeutlichen, daß zum Zeitpunkt der Abfassung der - im übrigen bis heute nicht modifizierten - "Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge" der Schwerpunkt auf den möglichst zügigen Aufbau einer eigenen bundesdeutschen Wiederaufarbeitungskapazität (oder entsprechender Konditionierungsanlagen zur direkten Endlagerung) gelegt wurde und daß nur als Ergänzung dazu Verträge mit ausländischen Wiederaufarbeitern möglich waren.

Daß Verträge bundesdeutscher Energieversorgungsunternehmen zur Wiederaufarbeitung im Ausland nur Übergangscharakter haben könnten, war Anfang der achtziger Jahre unbestritten, waren doch insbesondere die umfangreichen Kapazitätserweiterungen der französischen Anlage La Hague nach den zu dieser Zeit geplanten Zuwachsraten französischer Kernreaktoren bemessen.¹

Während die Jahre ab 1980 in der Bundesrepublik Deutschland zunächst ganz im Zeichen der Planungen und Bauentscheidungen zur Verwirklichung des "Integrierten Entsorgungskonzeptes"

¹ Etwas anders stellte sich die Lage in Großbritannien dar, dessen Neubauprojekt THORP von Anfang an eine Kapazität von 600 t/a für die - zahlreichen - ausländischen Interessenten vorsah.

standen, wurde dieses Konzept durch die im April 1989 bekanntgewordene Entscheidung der bundesdeutschen Elektrizitätsversorgungsunternehmen, den Weiterbau der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf einzustellen und auf eine Wiederaufarbeitung in der Bundesrepublik zugunsten von Verträgen mit den Anlagen in Frankreich und Großbritannien gänzlich zu verzichten, über Nacht zur Makulatur.

Aus dem Bündel der möglichen Motivationen für diesen Schritt lassen sich zumindest zwei wesentliche unzweifelhaft benennen: Da waren zum einen die massiven Kostensteigerungen, die das Projekt in Wackersdorf unter der Ägide der mit Errichtung und Betrieb beauftragten Deutschen Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (DWK) erlitt, zum anderen zeichneten sich schon seit mehreren Jahren in La Hague signifikante Überkapazitäten ab, da die Neubaumentscheidungen für französische Kernreaktoren deutlich unter den Prognosen blieben - mit der Folge langfristiger, auch ökonomisch im Vergleich zu einem Weiterbau der Anlage Wackersdorf äußerst attraktiver Angebote an bundesdeutsche Elektrizitätserzeuger.

Auf Bitte des Bundesumweltministers wurde im Sommer 1989 von der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke eine zusammenfassende Übersicht der von der Elektrizitätswirtschaft nach der Aufgabe des Projektes Wackersdorf verfolgten Wiederaufarbeitungs-Strategie erstellt (VDEW 1989) ¹⁾.

¹⁾ VDEW: Strategieüberlegungen zur Brennelementeentsorgung und Verwertung von Plutonium und wiederaufgearbeitetem Uran - Gegenwärtige Situation und langfristige Perspektiven, Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, Frankfurt (1989)

Danach stellt sich die Situation folgendermaßen dar:

1. Wiederaufarbeitung in Frankreich (La Hague)	
fest kontrahierte Mengen bis 1998	4719 t
"verbindliche Option" ²⁾ ab 1998	768 t
"bedingt verbindliche Option" ³⁾ ab 2003	1537 t
2. Wiederaufarbeitung in Großbritannien (Sellafield)	
fest kontrahierte Mengen bis 2002	758 t
verbindliches Angebot der BNFL bis 2002	126 t
"verbindliche Option" ²⁾ bis 2012	884 t

Mitte 1990 wurde ein weiterer Vertragsabschluß zwischen COGEMA und bundesdeutschen Elektrizitätsversorgungsunternehmen bekanntgegeben ¹⁾, der für den Zeitraum zwischen den Jahren 2000 und 2010 (oder 2015, falls von bundesdeutscher Seite gewünscht) die Wiederaufarbeitung von rund 2000 t abgebrannter Brennelemente aus bundesdeutschen Kernkraftwerken in La Hague zusichert.

Angesichts einer derzeitigen Entlademenge von knapp 500 t/a (summiert über alle bundesdeutschen Kernkraftwerke) zeigen diese Zahlen, in welchem Ausmaß die Wiederaufarbeitung dieser Brennelemente in den nächsten Jahrzehnten ins Ausland verlagert wird.

Damit aber stellt sich die Frage neu - und gleichzeitig schärfer als bei der Beurteilung einer Übergangslösung -, ob die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennstoffe aus bundesdeutschen Kernreaktoren in den beiden ausländischen Anlagen La Hague und Sellafield die nach § 9a Abs. 1 AtG unabdingbare Voraussetzung der "schadlosen Verwertung" gewährleisten kann - mithin diese Verträge die für den Betrieb bundesdeutscher Reaktoren geforderte "Entsorgungsvorsorge" darstellen können.

²⁾ Diese müssen bundesdeutschen Unternehmen angeboten werden

³⁾ Diese müssen angeboten werden, wenn sie nicht von französischen Stromerzeugern in Anspruch genommen worden sind

¹⁾ Nuclear Fuel vom 23.7.1990

Diese Fragestellung gewinnt dadurch an zusätzlicher Bedeutung, daß beide Anlagen in der Vergangenheit wiederholt in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit sowohl der Öffentlichkeit als auch der Fachwelt geraten sind. Verursacht wurde dies durch eine Vielzahl von Störfällen unterschiedlicher Schwere und Auswirkungen auf die Umgebung und die Höhe der Ableitungen in die als Vorfluter dienende See. Weiterhin wurden in der Umgebung von Sellafield mehrfach Beobachtungen einer höheren Krebsinzidenz bei in der Anlage Beschäftigten und in der Bevölkerung bekannt. Die Verknüpfung dieser Beobachtungen mit dem Betrieb einer Wiederaufarbeitungsanlage ist bis heute strittig. Deshalb ist es wesentlich, die möglichen Zusammenhänge im Licht neuer strahlenbiologischer Erkenntnisse zu überprüfen.

Zunächst ist nach der klassischen Beurteilung von Kernenergieanlagen die Frage zu beantworten, ob das Individualrisiko beim sog. Normalbetrieb unter dem Niveau des 30 mrem-Konzeptes gehalten werden kann. Weiterhin ist zu prüfen, ob es wahrscheinlich ist, daß bei relevanten Vorkommnissen der Störfallgrenzwert überschritten wird.

Dabei wird so vorgegangen, daß für die untersuchten Anlagenkomplexe zunächst die Frage beantwortet wird, ob die im sogenannten Normalbetrieb zu erwartenden Emissionen mit Abluft und Abwasser die Dosisgrenzwerte der bundesdeutschen Strahlenschutzverordnung einhalten. Weiterhin wird überprüft, ob bei relevanten Störfällen in den Anlagen mit Überschreitungen der Störfallgrenzwerte der bundesdeutschen Strahlenschutzverordnung gerechnet werden muß.

Im strahlenbiologischen und medizinischen Teil wird untersucht, ob der aktuelle Kenntnisstand es erlaubt, quantitative Beziehungen zwischen der Strahlenbelastung im sog. Normalbetrieb und gesundheitlichen Schäden herzustellen. Ist dies der Fall, stellt sich schließlich die Frage, ob eine quantitative Abschätzung der Schäden an der Gesundheit der Bevölkerung und der Beschäftigten durch die vorgesehene Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente möglich ist und der Umfang dieser Schäden aus dem Bereich eines 'Restrisikos' herausfällt.

Zur Beantwortung dieser Fragen soll das vorliegende Gutachten aus naturwissenschaftlicher und medizinischer Sicht einen Beitrag leisten.