

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

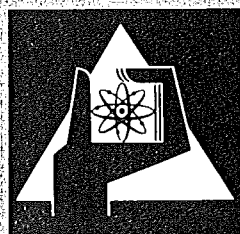
April 1973

KFK 1799

Medizinische Abteilung

**Medizinische Infrastruktur bei der Unterbringung
und Behandlung Strahlenunfallverletzter**

L. Ohlenschläger



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 1799

Medizinische Abteilung

Medizinische Infrastruktur bei der Unterbringung
und Behandlung Strahlenunfallverletzter

von

Lothar Ohlenschläger

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe

Kurzfassung

Die Studie stellt einen Diskussionsbeitrag zur medizinischen Notfallplanung bei Reaktorstörfällen dar. Sie orientiert sich an Reaktorunfallsituationen verschiedener Schweregrade.

Es wird die Annahme zugrunde gelegt, daß im Falle eines größten anzunehmenden Unfalls die personellen und sachlichen Unfallfolgen auf das Kernkraftwerk selbst oder dessen unmittelbare Umgebung lokalisiert bleiben. Das Ausmaß des Ereignisses ist abschätzbar und abgrenzbar.

Für die technisch nahezu unwahrscheinliche Situation eines über den größten anzunehmenden Unfall hinausgehenden Reaktorstörfalls wird auch die Umgebung des Kernkraftwerkes in die medizinische Notfallplanung mit einbezogen.

Für den gezielten Einsatz von medizinischen Notfallmaßnahmen wird ein Dreistufenplan erörtert, der auf drei Ebenen wirksam werden kann. Es sind dies lokale Einrichtungen im Bereich des Kernkraftwerks selbst, regionale Kliniken, von denen jeweils ein Krankenhaus einem Kernkraftwerk zur Betreuung Strahlenunfallgeschädigter zugeordnet wird, und ein überregionales Behandlungszentrum, welches für die Therapie des schweren akuten Strahlensyndroms zuständig ist. Darüber hinaus wird auch in bestimmten Fällen der Einsatz mobiler Lazaretteinheiten zur Diskussion gestellt.

Abstract

Medical Infrastructure for Hospitalisation and Treatment of Accidentally Exposed Persons

This study is a contribution to the discussion about medical emergency planning for reactor incidents. It is based on reactor accident situations of different severity.

The assumption is made that in case of a maximum credible accident the consequences following the accident on persons and property remain localized to the nuclear power station proper or to its immediate surroundings. The extent of the event can be estimated and delimited.

In case of the technically almost improbable situation of a reactor incident exceeding the maximum credible accident, the neighboring zone is included in medical emergency planning as well.

A three-stage plan is discussed for specific adoption of medical emergency measures to become effective on three levels. These are local facilities within the nuclear power station, regional hospitals one of them being assigned to a nuclear power station for care of accidentally exposed persons, and a supra-regional hospital center responsible for the therapy of the severe acute radiation syndrome. In addition, the intervention of mobile hospital stations in certain cases is being discussed.

Inhalt

Seite

1. Einleitung	1
2. Lokale Einrichtungen	4
3. Regionale Behandlungszentren und ihre Funktion	6
4. Regionale Beratungsstellen	8
5. Überregionales Behandlungszentrum für schwere Strahlenunfälle	9



1. Einleitung

Die zunehmende Einbeziehung der Kernenergie in die Energiebedarfsplanung der Bundesrepublik hat zur Errichtung einer ständig wachsenden Zahl von Kernkraftwerken geführt. In diesem Zusammenhang werden Fragen einer zweckmäßigen Notfallplanung zum Schutze der Bevölkerung bei Reaktorstörfällen diskutiert. Obwohl die Sicherheitsphilosophie gerade bei der Planung und Errichtung von Kernkraftwerken wie kaum auf einem anderen Gebiet der Industrie Eingang gefunden hat, können Notfälle nicht ausgeschlossen werden. Während physikalisch-technische Überlegungen bei der Eindämmung und Beseitigung von Störfällen schon weitgehend Berücksichtigung gefunden haben, sind speziell medizinische Aspekte zur Unterbringung und Behandlung Strahlenunfallgeschädigter weniger berücksichtigt worden.

Die Voraussetzung einer medizinischen Notfallplanung ist die Definition eines solchen Notfalls. Erst dann können die von medizinischer Seite zu ergreifenden Maßnahmen klarer als bisher formuliert und in einen konkreten Organisationsplan einbezogen werden.

Der größte anzunehmende Unfall stellt eine Variante mit Freisetzung radioaktiver Stoffe dar, wobei die Folgen des Störfalles unmittelbar auf das Kernkraftwerk beschränkt bleiben. Eine Gefährdung der in den benachbarten Wohngebieten lebenden Bevölkerung wäre dann nicht zu erwarten.

Bei einem theoretisch zwar denkbaren, aber praktisch unwahrscheinlichen Störfall, der über dieses Ausmaß hinausginge, wäre die medizinische Notfallplanung auch auf die Umgebung des Kernkraftwerkes auszudehnen.

Manuskript am 9.3.1973 zum Druck eingereicht

Bei dem derzeitigen Stand des Reaktorbaus sind sowohl vom Gesetzgeber als auch von physikalisch technischer Seite alle nur denkbaren Vorkehrungen zur Verhinderung eines größeren Unfalls getroffen worden. Die medizinischen Überlegungen, die sich mit der Notfallplanung für eine Störfallsituation befassen, die über den größten anzunehmenden Unfall hinausgehen, sind daher vorwiegend von theoretischem Interesse.

Als Definition eines Strahlenunfalls im medizinischen Sinne wird jede ungewollte Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Organismus verstanden.

Dabei ist ärztlicherseits zwischen fünf möglichen Grundformen eines Strahlenunfalls zu differenzieren:

Kontaminationen

Inkorporationen

Kontaminierte Verletzungen

Äußere lokale und generalisierte Strahlenüberbelastungen

Kombinationsschäden, worunter man einen Strahlenunfall mit konventioneller Verletzung versteht.

In der Unfallsituation ist mit einer Kombination mehrerer Grundformen zu rechnen.

Der bei einem größten anzunehmenden Unfall potentiell gefährdete und medizinisch zu betreuende Personenkreis beschränkt sich in erster Linie auf die Belegschaft des vom Störfall betroffenen Kraftwerks und schlimmstenfalls auf dessen unmittelbare Umgebung. Die zu erwartenden Strahlenunfälle dürften sich aus Kombinationen der Grundformen einer Strahlenschädigung zusammensetzen, wobei mit allen Schweregraden gerechnet werden muß.

Aus diesen Überlegungen leiten sich die nachfolgenden Vorschläge zur Verbesserung der medizinischen Infrastruktur ab, wobei die bereits vorhandenen personellen, räumlich-apparativen und pflegerischen Kapazitäten zweckmäßig in eine medizinische Notfallplanung einbezogen werden sollten.

Da ein Strahlenunfall ein nicht alltägliches Ereignis ist, wird einer der Schwerpunkte in der medizinischen Notfallplanung die Aus- und Weiterbildung von Ärzten, Pflegepersonal und Rot-Kreuz-Helfern sein, um ein gezieltes Eingreifen während des Ereignisses zu ermöglichen. Darüber hinaus sollten möglichst alle Angehörigen eines Kernkraftwerks in Erster-Hilfe unter besonderer Berücksichtigung des Strahlenunfalls ausgebildet werden. Erfahrungsgemäß kann dadurch das Verantwortungsbewußtsein der Mitarbeiter sich selbst und anderen gegenüber gestärkt werden, was dazu beiträgt, planloses Handeln zu verhindern.

Das Gesundheitswesen der Bundesrepublik Deutschland gehört in den Zuständigkeitsbereich der Länder. Die Gesundheitsämter sind nach der 3. Verordnung zur Durchführung des Reichsgesetzes über die Vereinheitlichung des Gesundheitswesens vom 30. März 1935, was heute noch als Landesrecht Gültigkeit hat, gemäß § 47 Abs. 7 u. 8 zu Planungen für den Ausbau und die Errichtung von Krankenhäusern, sowie für die Einleitung ärztlicher Maßnahmen zum Schutze gegen chemische und biologische Gifte wie auch zu beratender Tätigkeit auf dem Gebiet des Strahlenschutzes verpflichtet.

Das bedeutet, daß bei Reaktorstörfällen die medizinische Notfallschutzorganisation von den zuständigen Gesundheitsämtern in Zusammenarbeit mit den regionalen Ämtern für Zivilschutz eingeleitet und durchgeführt werden müßte.

2. Lokale Einrichtungen

Als lokale Einrichtung ist die Erste-Hilfe-Station an einem Kernkraftwerk zu verstehen. Sie wird betreut von dem für den Reaktor zuständigen ermächtigten Arzt und ausgebildetem Hilfspersonal. Ihr kommt besondere Bedeutung zu bei der Versorgung von Bagatellfällen, wie sie besonders bei Reparatur- und Wartungsarbeiten an Kernkraftwerksanlagen gehäuft auftreten können. Darunter fallen alle Ereignisse, die keine Arbeitsunfähigkeit zur Folge haben. Hierzu zählen äußere Teil- und Ganzkörperkontaminationen sowie kleinere, nicht mit Transuranen kontaminierte Verletzungen.

2.1. Duschraum mit Vorraum

Der Duschraum sollte zur Dekontamination von Ganzkörperkontaminierten mit mindestens zwei Duschen zu je 9 feststehenden Duschköpfen, 4 zur linken und rechten des Körpers sowie einer Kopfdusche, ausgestattet sein. Durch einen Plastikfußrost muß gewährleistet sein, daß der Kontaminierte nicht in ablaufendem kontaminierten Wasser steht.

Für lokale Dekontaminationen der Hände und Arme sind zwei Doppelwaschbecken aus Plastik mit einsteckbarer Handbrause und fußgesteuerter Wassereinlaßvorrichtung zu installieren. Schließlich sind zur Dekontamination der Kopfhaare zwei Spezialhaarwaschbecken unerlässlich, da nur so eine Verschleppung der kontaminierten Spülflüssigkeit verhindert werden kann. Eine Toilette sollte im Duschraum nicht fehlen.

2.2. Standardausrüstung für die lokale Dekontamination

Da vor jedem Waschvorgang Art und Ausbreitung der Kontamination meßtechnisch erfaßt werden muß, gehören zwei Argon-Methan gespülte α/β -Handzählrohre zur Ausrüstung. An Dekontaminationsmitteln können verwendet werden:

- 2.2.1. Wasser und Seife
- 2.2.2. Komplexbildner: Na-EDTA (Dinatriumsalz der Äthylendinitrilotetraessigsäure)
- 2.2.3. Oxidationsmittel: NaCl = Natriumhypochlorit = Natronbleichlauge: 5%ig. KMnO_4 = Kaliumpermanganatlösung 4 %ig. Nachbehandlung mit Natriumbisulfit zur Entfernung des Braunsteins.
- 2.2.4. Pasten: Dekontacoll-Handwaschpaste
- 2.2.5. Shampoo zur Haarwäsche

Aus- und Ankleiden sowie die notwendigen Aktivitätsmessungen werden im Duschvorraum vorgenommen, der auch als Kleiderdepot dient. Hier sollte in jedem Falle ein Sortiment von Unterwäsche und Oberkleidung sowie Schuhe und Strümpfe verschiedener Größe vorrätig sein. Ebenso gehört ein Haartrockner zur Ausrüstung.

Ein Vorrat von Plastikhandschuhen, Plastiküberziehschuhen und Plastiküberwurfsmänteln (bei Ganzkörper-Kontaminierten) vervollständigt die Ausrüstung. Sie findet Anwendung beim Transport Kontaminierter und dient zur Abdeckung kontaminierter Körperstellen zwecks Vermeidung einer Verschleppung von Aktivität.

2.3. Erster-Hilfe-Raum

Der Erste-Hilfe-Raum muß entsprechend seiner Funktion als Unfall-Hilferaum ausgestattet sein.

Neben einem entsprechenden Mobiliar sollte Wert auf ausreichende instrumentelle und apparative Ausrüstung gelegt werden, wobei das ärztliche Notinstrumentarium für akute Notfälle nicht fehlen darf. Hierzu zählen:

Ein kleines chirurgisches Besteck

Ein Intubationsbesteck

Ein Sauerstoffinsufflator

Ein Herzdefibrillator mit Schrittmacher

Infusionslösungen, Herz- und Kreislaufmittel, krampflösende und Beruhigungsmittel.

Ein Vorrat von Kaliumjodidtabletten sollte an einem lichtgeschützten kühlen Platz eingerichtet werden, um unter den gegebenen Bedingungen rasch mit der Jodprophylaxe beginnen zu können.

Alle an einem Kernkraftwerk Tätigen in erweiterter Erster-Hilfe auszubilden, ist ein dringendes Anliegen.

Übersteigt das Ausmaß eines Strahlenunfalls die lokalen Möglichkeiten des räumlich-personellen und apparativen Einsatzes, dann kommen die regionalen Einrichtungen zum Tragen.

2.4. Transport Kontaminierter

Die Verbindung zwischen der lokalen Ersten-Hilfe-Station und des für sie zuständigen regionalen Krankenhauses muß durch ein schnelles und gut funktionierendes Transportsystem gewährleistet sein. In Frage kommen die örtlich zuständigen Organisationen wie Rotes Kreuz, Malteser Hilfsdienst, Arbeiter Samariterbund und Johanniter Unfallhilfe, mit denen entsprechende Vereinbarungen getroffen werden sollten.

3. Regionale Behandlungszentren und ihre Funktion

Unter regionalen Behandlungszentren werden geeignete Krankenhäuser und Kliniken verstanden, welche die räumlichen und personell-apparativen Voraussetzungen für die Behandlung leichter und mittelschwerer Strahlenunfälle bieten. Hierzu zählen:

Inkorporationen mit langlebigen und radiotoxischen Substanzen,

kontaminierte Verletzungen mit radiotoxischen Isotopen sowie leichte und mittelschwere äußere lokale und generalisierte Strahlenüberbelastungen.

Diese Einrichtungen könnten insbesondere für Reaktorballungszentren an Bedeutung gewinnen. Sie sollten nicht weiter als 30 km vom Reaktorzentrum entfernt sein, damit die wichtige Zusammenarbeit zwischen behandelnden Ärzten und Strahlenschutzphysikern aufrecht erhalten werden kann. Jedem Kraftwerk sollte ein solches regionales Krankenhaus als vertragliche Behandlungsstelle bei Strahlenunfällen zugeordnet werden.

Die Aufgabe dieser regionalen Behandlungszentren besteht vor allem unter Mitarbeit von Experten in der diagnostisch-prognostischen Abklärung des Strahlenunfalls sowie der Durchführung der Therapie.

Bei der medizinischen Notfallplanung für die Umgebung eines Kernkraftwerks wäre auch an den Einsatz mobiler Lazaretteinheiten zu denken. In diesem Rahmen könnte die Durchführung der Erstmaßnahmen, wie Feststellung der Ausdehnung von Kontaminationen und Inkorporationen, erste Blutbildanalysen und die Durchführung der Dekontaminationen sowie die Abwicklung einer prophylaktischen Jodmedikation vorgenommen werden.

Eine solche mobile Lazaretteinheit, wie sie beispielsweise von der Bundeswehr verwendet wird, könnte zudem als Auffangstation dienen und die Weiterbetreuung Strahlenunfallgeschädigter nach Art und Schwere des klinischen Bildes in geeigneten Kliniken veranlassen.

Die spezielle apparative Ausrüstung solcher regionaler Behandlungsstellen ist mit einem hohen finanziellen und wartungstechnischen Aufwand belastet. Da einerseits der Strahlenunfall ein relativ seltenes Ereignis darstellt und andererseits die Wartung einer solchen apparativen Ausrüstung in keinem vernünftigen Verhältnis zur Aus-

nutzung derselben steht, wird einer mobilen meßtechnischen Ausrüstung der Vorzug gegeben. Messungen auf inkorporierte Radioaktivität sowie Ausscheidungsanalysen bei Inkorporationen könnten über die zuständigen staatlich beauftragten Meßinstitute der Landesanstalten veranlaßt und teilweise auch durchgeführt werden.

4. Regionale Beratungsstellen

Es ist nicht auszuschließen, daß auch bei leichten und mittelschweren Strahlenunfällen diagnostische und therapeutische Schwierigkeiten für den nicht ausschließlich mit der Materie befaßten Arzt entstehen. Dies kann sowohl für den Werksarzt eines Kernkraftwerks wie auch für die Ärzte eines regional zuständigen Krankenhauses zutreffen. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, sollte die Möglichkeit der Beratung und des fachlichen Gesprächs mit einer regionalen Beratungsstelle geschaffen werden. Entsprechend dem komplexen Bild eines Strahlenunfalls setzt sich das Beraterteam aus Strahlenschutzphysikern, Strahlenbiologen, Toxikologen und Ärzten zusammen. Diese personellen Voraussetzungen sind beispielsweise in den beiden Kernforschungszentren der Bundesrepublik gegeben. Hinzu kommt noch die geographisch günstige Lage beider Zentren in Bezug auf die zu erwartenden Reaktorballungszentren im Nordwesten und Südwesten der Bundesrepublik.

4.1. Aufgabenbereich regionaler Beratungsstellen

Der Aufgabenbereich der Beratungsstelle könnte die Beratung des Werksarztes eines Kernkraftwerks bei Präventivmaßnahmen auf strahlenphysikalischem und strahlenschutzärztlichem Sektor beinhalten.

Für die regionalen Behandlungsstellen wäre beispielsweise eine beratende Funktion in diagnostischen und kurativen Fragen bei Inkorporationen, kontaminierten Verletzungen und erhöhten Ganzkörperbestrahlungen denkbar. Daraus könnte sich die Basis für einen späteren

regelmäßigen Gedanken- und Erfahrungsaustausch ergeben.

Gegebenenfalls sollte interessierten Werks- und Klinikärzten auch die Möglichkeit geboten werden, sich an praxisbezogenen Vortragsreihen zu orientieren und kurzfristig an geeigneten Institutionen zu hospitieren.

5. Überregionales Behandlungszentrum für schwere Strahlenunfälle

Die Sonderstellung des schweren Strahlenunfalls in seiner diagnostischen und therapeutischen Betreuung läßt die vorsorgliche Einrichtung einer überregionalen zentralen Behandlungsstelle für angebracht erscheinen.

Der schwere Strahlenunfall steht in jeder Hinsicht außerhalb des Rahmens konventioneller Unfälle und Erkrankungen. Dies bringt zusätzliche infrastrukturelle Anforderungen für ein Krankenhaus mit sich. Nur unter Ausnutzung aller diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen besteht für den schweren Strahlenunfall unter gewissen Voraussetzungen eine Überlebenschance.

5.1. Räumlich-technische und pflegerische Voraussetzungen

Die räumlichen und pflegerischen Voraussetzungen sollten für die Betreuung des akuten Strahlensyndroms gewährleistet sein. Für die Unterbringung müßten aseptische Räume, die durch Schleusen abgeschirmt sind, zur Verfügung stehen. Vollklimatisierte Zimmer mit gleitender Regulierung der Luftfeuchtigkeit wären Bestandteil dieser räumlichen Beschaffenheit. Im Umgang mit Strahlenunfallverletzten und im Rahmen der Betreuung des akuten Strahlensyndroms wäre geschultes Pflegepersonal unerläßlich. Zu fordern wäre ein medizinisches Labor, welches in der Lage sein sollte, neben den Routineuntersuchungen auch Chromosomenanalysen in Blutzellen und Aktivitätsanalysen in biologischem Material durchzuführen.

5.2. Apparative Zusatzausstattung

An zusätzlicher apparativer Ausrüstung würden in einem Bundesbehandlungszentrum benötigt:

Ein Ganzkörperzähler

Ein Lungenzähler

Ein Wundmeßplatz

Ein Flüssigkeitsszintillator für Tritiummessungen im Urin und Halbleiterdetektoren zur Messung von α -Aktivitäten in biologischen Proben nach deren Aufarbeitung.

Alle diagnostischen und therapeutischen Daten sollten gesammelt, kritisch ausgewertet und in einer zentralen Datenbank gespeichert werden, um jederzeit für vergleichende Betrachtungen dem interessierten Fachkreis zugänglich zu sein.

Die Behandlung selbst würde durch ein Expertenteam von Strahlenhaematologen, Dermatologen, Internisten und Chirurgen durchgeführt. Sie wären zu benennen und bei Eintritt des Unfallereignisses an das Bundesbehandlungszentrum zu berufen.

Bezogen auf die zu erwartenden Kernkraftwerksballungszentren im Norden und Süden der Bundesrepublik müßte eine zentrale Lage des Bundesbehandlungszentrums berücksichtigt werden. Da für den Transport des schweren Strahlenunfalls der Hubschrauber das Mittel der Wahl darstellt, wäre ein gut markierter Landeplatz von 50 x 50 m in unmittelbarer Nähe der Klinik anzulegen. Für die Wahl eines Bundesbehandlungszentrums käme eine Klinik in Frage, welche über eine entsprechende räumliche Ausstattung und pflegerisch-personelle Kapazität verfügt. Die apparative Ausrüstung könnte ergänzt werden.

Diese Voraussetzungen sind in modernen Unfallkliniken für Schwerebrandverletzte erfüllt und könnten auch in Kliniken mit moderner

Intensivpflegestation erfüllt werden. Darüber hinaus hat sich die Behandlung des akuten schweren Strahlensyndroms in einem Spezialisolerzelt (Life-Island), insbesondere im Hinblick auf die streng aseptische Isolierung solcher Fälle, bewährt.

Da einerseits der schwere Strahlenunfall sicher ein seltenes Ereignis ist und auch bleiben wird, andererseits aber bei Eintritt eines solchen Unfalls unter Umständen mit mehreren Strahlenunfallverletzten gerechnet werden muß, sollte in der für die Behandlung vorgesehenen Klinik eine Station mit 10 Betten für diesen Fall reserviert bleiben.

Zur sachlichen Unterrichtung der Öffentlichkeit bei Reaktorstörfällen wäre die Einführung einer Verbindungsstelle zwischen technischer Einsatzleitung und Ärzteteam einerseits und den öffentlichen Medien andererseits angezeigt. Sie sollte mit je einem kompetenten Vertreter aus dem physikalisch-technischen wie auch aus dem medizinischen Bereich besetzt sein, um so dem komplexen Geschehen eines Reaktorsturfs und seiner möglichen Folgen Rechnung tragen zu können. Dadurch könnte eine Fehlinformation der Öffentlichkeit in Zukunft weitgehend verhindert werden.

Literatur

- [1] Weißbuch zur zivilen Verteidigung der Bundesrepublik Deutschland, Bundesministerium des Innern, 1972
- [2] Ohlenschläger, L., Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Strahlenunfällen unter besonderer Berücksichtigung radioaktiv kontaminierter Verletzungen. Atompraxis, 16 (1970), H. 4, S. 1-6 (KFK 1311)

