

Handbuch der Umweltgifte CD Ausgabe 6/06

Auszug Kapitel: Radioaktivität

Inhalt:

- 1) [Radioaktivität - Beschaffenheit](#)
- 2) [Radioaktivität - Maßeinheiten für die Strahlenbelastung des Menschen](#)
- 3) [Radioaktivität - Vorkommen, Definitionen](#)
- 4) [Radioaktivität - Tschernobyl](#)
- 5) [Radioaktivität - Strahlenbelastung in der Medizin](#)
- 6) [Radioaktivität - Atomwaffen](#)
- 7) [Radioaktivität - Wirkungscharakter](#)
- 8) [Radioaktivität - Symptome](#)
- 9) [Radioaktivität - Nachweis, Erforderliche Meßwerte](#)
- 10) [Radioaktivität - Tragbare Kontaminationsmonitore](#)
- 11) [Radioaktivität - Therapie, Erste und letzte Hilfe](#)
- 12) [Radioaktivität - Radioaktive Unfälle](#)
- 13) [Radioaktivität - Cäsium-Dekontamination von Fleisch \(Kreuzer\)](#)
- 14) [Radioaktivität - Enterohepatische Elimination von Radiocäsium](#)
- 15) [Radioaktivität - Prophylaxe, Schilddrüsenprophylaxe mit Jod bei Reaktorzwischenfällen](#)
- 16) [Radioaktivität - Maßnahmen beim Kernunfall](#)
- 17) [Radioaktivität - Wasser](#)
- 18) [Radioaktivität - Lebensmittel-Vorratshaltung, Trockenvorräte und Konserven](#)
- 19) [Radioaktivität - Radioaktive Gefahrenquellen, Transportunfälle](#)
- 20) [Radioaktivität - Rundfunk- oder Lautsprecherwarndurchsage \(Beispiel\) »Achtung, Achtung!](#)
- 21) [Radioaktivität - Panikverhütung, Nur keine Panik!](#)
- 22) [Radioaktivität - So bereiten Sie sich auf den Tag vor, den Sie niemals erleben wollen](#)
- 23) [Radioaktivität - Grundausrüstung](#)
- 24) [Radioaktivität - Lebensmittelvorrat](#)
- 25) [Radioaktivität - Risikobewertung, Risiko für Ungeborene, Schutz vor zusätzlicher Kontamination](#)
- 26) [Radioaktivität - Besonderheiten, Mittlerweile haben über 7000 Atomtest-Veteranen ihre Gesundheitsprobleme](#)
- 27) [Radioaktivität - Uranmunition](#)
- 28) [Radioaktivität - Literatur](#)

Radioaktivität

Beschaffenheit:



Tab. 1: Übersicht über die wichtigsten Radionukleide

^{137}Cs

Caesium 137,

Gesium 137, Halbwertszeit 33 Jahre, Anreicherung in Pflanzen und Pilzen; betroffen sind Muskeln, kann aber auch in allen anderen Zellen eingebaut werden; erhöht allgemein das Krebsrisiko.

^{90}Sr

Strontium 90, Halbwertszeit 28 Jahre, wird ähnlich wie Jod über radioaktiven Niederschlag von den Pflanzen aufgenommen; reichert sich in der Kuhmilch an; ähnelt chemisch dem Kalzium und wird statt dessen in die Knochensubstanz eingebaut; schädigt hauptsächlich die blutbildenden Zentren im Knochenmark (Leukämie); Knochenkrebs.

^{85}Kr

Krypton 85, Halbwertszeit 10 Jahre, Edelgas; kann mit Filtern kaum zurückgehalten werden; lagert sich, weil schwerer als Luft, in Bodennähe an und kommt von da in die Pflanzen; Anreicherung im Fettgewebe; löst sich in der Körperflüssigkeit; erhöht allgemein das Krebsrisiko.

^{90}Y

Yttrium 90, Halbwertszeit 64 Stunden, Zerfallsprodukt von Strontium 90; Anreicherung in empfindlichen Organen wie Leber, Bauchspeicheldrüse und Keimdrüsen; verschiedene Krebsarten; Erbschäden.

^{14}C

Kohlenstoff 14, Halbwertszeit 5700 Jahre, Aufnahme über Luft und vor allem über Nahrungsmittelkette; die zu erwartenden Gesundheitsschäden sind 20mal größer als durch Tritium und 40mal größer als durch Krypton 85.

^3H

Tritium, Halbwertszeit 12 Jahre, radioaktiver Wasserstoff, der sich mit Sauerstoff zu Wasser verbindet und auf diese Weise in den Körper gelangt; es ist ein Gas, das aus jedem Tank entweicht, weil es durch Stahl, Beton und andere Schutzwände hindurchtritt; da jede Zelle zum größten Teil aus Wasser besteht, findet es sich überall; größte Gefahr durch den Einbau in Chromosomen (Teile der Keimzellen, die die Erbinformationen beinhalten); dort ist die Belastung 50- bis 50 000mal höher, als wenn Tritium in Wasser gebunden vorliegt.

^{239}Pu

Plutonium 239, Halbwertszeit 24 400 Jahre, das giftigste Element überhaupt; kommt in der Natur nicht vor; Brennstoff des Schnellen Brütters und Grundsubstanz für den Bau einer Atombombe; Anreicherung in der Lunge; 500 Gramm in der Atmosphäre feinverteiltes Plutonium kann bei 9 Milliarden Menschen Lungenkrebs auslösen.

^{129}I

Jod 129, Halbwertszeit 17 Mio. Jahre; gelangt über die Nahrungskette Gras - Kuh - Milch in den menschlichen Körper; Anreicherung in der Schilddrüse; wird in das Wachstumshormon Thyroxin eingebaut; die Folgen sind Schilddrüsenkrebs und schwere Wachstumsstörungen bei Kindern; durch das Thyroxin gelangt das Jod auch in die Keimdrüsen und bewirkt dort Veränderungen des Erbguts; Störungen des Stoffwechsels.

^{131}I

Jod 131, Halbwertszeit 8 Tage, sonst wie Jod 129.

(Halbwertszeit: Zeit, in der von einer Menge eines radioaktiven Stoffes die Hälfte zerfallen ist. Halbwertszeiten reichen von Bruchteilen einer Sekunde bis zu vielen tausend Jahren)

Tab. 2: Radiologische Einheiten

| | Einheiten | Umrechnung |
|-----------------|---|----------------------------------|
| Aktivität | SI-Einheit: Becquerel (Bq) 1 Bq = 1 Zerfall/s | 1 Bq = $2,7 \times 10^{-11}$ Ci |
| | alte Einheit: Curie (Ci) | 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq |
| Energiedosis | SI-Einheit: Gray (Gy) 1 Gy = 1 Joule/kg | 1 Gy = 100 rd |
| | alte Einheit: Rad (rd) | 1 rd = 0,01 Gy |
| Äquivalentdosis | SI-Einheit: Sievert (Sv) 1 Sv = 1 Joule/kg | 1 Sv = 100 rem |
| | alte Einheit: Rem (rem) | 1 rem = 0,01 Sv |
| Ionendosis | SI-Einheit: Coulomb/kg | 1 C/kg = 3876 R |
| | alte Einheit: Röntgen (R) | 1 R = $2,58 \times 10^{-4}$ C/kg |

Maßeinheiten für die Strahlenbelastung des Menschen

1) Die Energiedosis mißt die Energieabgabe von Strahlung an Materie, bezogen auf die Masse der Materie. Einheit ist das Gray. 1 Gray, abgekürzt 1 Gy, ist die Energieabgabe von 1 Joule pro Kilogramm Materie. Bis Ende 1985 wurde für die Energiedosis die um einen Faktor 100 kleinere Einheit rad verwendet.

1 Gy = 100 rad; 1 rad = 1/100 Gy.

2) Die Äquivalentdosis berücksichtigt neben der Energieabgabe an Materie noch die unterschiedliche Wirkung verschiedener Strahlenarten auf das Zellgewebe eines lebenden Organismus, indem die Energiedosis mit einem »Qualitätsfaktor« multipliziert wird. Einheit ist das Sievert. 1 Sievert, abgekürzt 1 Sv, ist die Energiedosis (ausgedrückt in Gray) multipliziert mit dem Qualitätsfaktor. Bis Ende 1985 wurde für die Äquivalentdosis die um einen Faktor 100 kleinere Einheit rem verwendet.

1 Sv = 100 rem; 1 rem = 1/100 Sv.

3) Die effektive Äquivalentdosis bewertet das gesamte Langfristisiko einer Einzelperson aus ihrer Strahlenbelastung unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Empfindlichkeit der verschiedenen Organe des Körpers. Sie wird errechnet, indem die einzelnen Organdosen, mit einem Wichtungsfaktor multipliziert, addiert werden.

Einheit ist wie bei der Äquivalentdosis das Sievert (früher das rem).

Tab. 3: Umrechnung

| | | | | | |
|---|---|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Radioaktivität: Curie – Becquerel | 2. Strahlendosis: Gray – rem | G Giga mia | M Mega mio | k Kilo 1000 | |
| 1 pCi = 0,037 Bq 1 nCi = 37 Bq 1 µCi = 37 000 Bq 1 mCi = 37 mio Bq 1 Ci = 37 mia Bq | 1 pGy = 1/10 mia rem 1 nGy = 1/10 mio rem 1 µGy = 1/10 000 rem 1 mGy = 0,1 rem 1 Gy = 100 rem | m milli 1/1000 | µ mikro 1/mio | n nano 1/mia | p pico 1/bio |

Tab. 4: Radiotoxikologische Einteilung der Isotope

| | |
|--------------------------------|--|
| relativ geringe Radiotoxizität | ⁷ Be, ¹⁸ F, ²⁴ Na, ⁴² K, ⁵¹ Cr, ⁵² Mn, ⁵⁶ Mn, ⁶⁴ Cu, ⁷¹ Ge, ⁷⁶ As, ⁷⁷ As, ⁸⁵ Kr, ¹⁹⁷ Hg, ²⁰¹ Tl |
| mittlere Radiotoxizität | ³ H, ¹⁴ C, ³² P, ²³ Na, ³⁵ S, ³⁶ Cl, ⁴⁶ Sc, ⁴⁷ Sc, ⁴⁸ Sc, ⁴⁸ V, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁶⁴ Cu, ⁶⁵ Zn, ⁷² Ga, ⁷⁶ As, ⁸⁶ Rb, ⁹⁵ Zr, ⁹⁵ Nb, ⁹⁶ Tc, ⁹⁹ Mo, ¹⁰³ Pd u. ¹⁰³ Rh, ¹⁰⁵ Rh, ¹⁰⁵ Ag, ¹⁰⁹ Cd u. ¹⁰⁹ Ag, ¹¹¹ Ag, ¹¹³ Sn, ¹²⁷ Te, ¹²⁹ Te, ¹⁴³ Pr, ¹⁴⁷ Pm, ¹⁴⁷ Nd, ¹⁶⁶ Ho, ¹⁷⁷ Lu, ¹⁸² Ta, ¹⁸¹ W, ¹⁸³ Re, ¹⁹⁰ Jr, ¹⁹² Jr, ¹⁹¹ Pt, ¹⁹³ Pt, ¹⁹⁶ Au, ¹⁹⁸ Au, ¹⁹⁹ Au, ²⁰⁰ Tl, ²⁰² Tl, ²⁰³ Hg, ²⁰³ Hg, ²⁰⁴ Tl, ²⁰³ Pb |
| relativ starke Radiotoxizität | ⁴⁵ Ca, ⁵⁹ Fe, ⁵⁹ Ni, ⁸⁹ Sr, ⁹¹ Y, ¹⁰⁶ Ru u. ¹⁰⁶ Rh, ¹³¹ I, ¹³⁷ Sc u. ¹³⁷ Ba, ¹⁴⁰ La, ¹⁴⁰ Ba, ¹⁴⁴ Ce, ¹⁴⁴ Ce u. ¹⁴⁴ Pr, ¹⁵¹ Sm, ¹⁵⁴ Eu, ¹⁷⁰ Tm, ²³⁴ Th u. ²³⁴ Pa, natürliches Thorium, natürliches Uran |
| äußerst starke Radiotoxizität | ⁹⁰ Sr u. ⁹⁰ Y, ²¹⁰ Pb u. ²¹⁰ Bi (Ra D + E), ²¹⁰ Po, ²¹¹ At, ²²⁶ Ra (+ 55% Tochterprodukte) ²²⁷ Ac, ²³³ U, ²³⁹ Pu, ²⁴¹ Am, ²⁴² Cm |

Abgesehen von der Entfernung vom Unglücksort (meteorologische Verdünnungseffekte) und von der Menge des Uraninventars des durchgegangenen Reaktors ist für das Ausmaß der Kontamination und Inkorporierung entscheidend, wie lange die Brennstäbe zur Zeit des Unglücks in Betrieb waren, denn je länger der Abbrand, desto mehr radioaktive Spaltprodukte und die durch Kernaufbau entstandenen Transurane haben sich im Kernreaktor angereichert, insbesondere neben dem Jod-131 die wegen ihrer hohen effektiven Halbwertszeit biologisch besonders gefährlichen Radionuklide wie Strontium-90 und Plutonium-239. Neben Quantität (Messung der Zerfallsraten) muß man auch die Qualität (Art des Radionuklids) kennen, um ein ausgewogenes Urteil zur jeweiligen Gefährdungssituation abgeben zu können.

Vorkommen

Definitionen:

- **Störfall:** Ereignisse, die aus Sicherheitsgründen keine Fortsetzung des Betriebs erlauben
- **Unfall:** Eine oder mehrere Personen sind einer Strahlenexposition über den Grenzwert hinaus ausgesetzt.



- **GAU** (größter anzunehmender Unfall): Alle Betriebsangehörigen in der Anlage sind betroffen, die Bevölkerung ist jedoch durch das Funktionieren von Sicherheitsvorkehrungen im Werk geschützt.

- **Super-Gau:** durch einen Ausfall aller Sicherheitsvorkehrungen (Notkühlsysteme) treten große Mengen radioaktiver Substanzen ins Freie, es kommt zur nuklearen internationalen Katastrophe (Tschernobyl).

Das Ausmaß eines Super-Gaus ist abhängig von meteorologischen Verhältnissen:

a) Windstille oder Inversionslage:

höchste Strahlenaktivität im Umkreis des Kernkraftwerkes. Die Zentralzone hat einen Radius von etwa 5 km, dort sind die meisten Todesfälle zu erwarten. Die Augenzone hat einen Radius von 35-50 km (oder mehr).

b) starker Wind aus einer Richtung:

Die radioaktive Wolke kann bis zu einem Radius von 1000 km stark erhöhte Dosiswerte bringen.

c) Regen:

Beim Abregnen wird die radioaktive Wolke ausgewaschen, und der Bewuchs bzw. die Erde erreichen maximale Dosiswerte (Tschernobyl/Bayern). Hier kann die Nahrungskette wie in der Zentralzone radioaktiv verseucht werden.

Atomkraftwerke

Eine Studie von Professor Eberhard Greiser vom Bremer Institut für Präventionsforschung hat 1994 ergeben, daß im Umkreis von fünf Kilometern um den Reaktor des AKW das Risiko für Erwachsene, an Blutkrebs zu erkranken, um 78 Prozent größer ist als im Durchschnitt der umliegenden Kreise. In der Umgebung von Krümmel war in der Vergangenheit bereits eine Häufung von Leukämie-Fällen bei Kindern festgestellt worden: 1990 bis 1991 waren dort sechs Kinder erkrankt (Stuttgarter Nachrichten, 10.9.94).

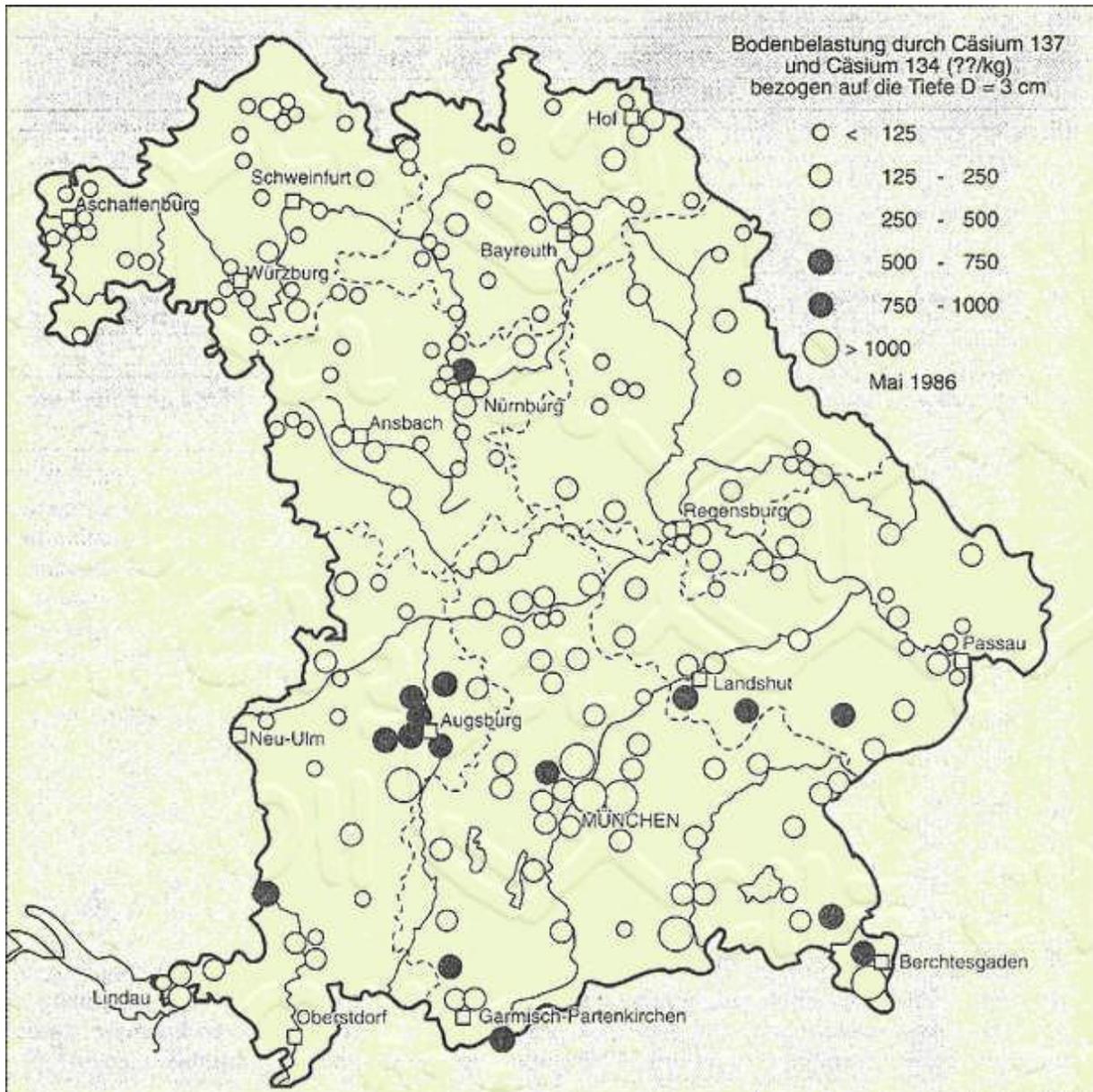


Abb. 1: Die radioaktive Bodenbelastung durch Cäsium in Bayern im Mai 1986

Auch die Leukämiehäufigkeit bei Kindern, die nahe bestimmter ostdeutscher Atomanlagen wohnen, ist erhöht. Das ergibt sich aus einer unveröffentlichten Studie von Mitarbeitern der Zweigstelle des Bundesgesundheitsamtes (BGA) in Berlin-Karlshorst, wo das Zentrale Krebsregister der DDR angesiedelt war. Demnach war für die Jahre 1979 bis 1988 das Leukämierisiko für Kinder, die im Umkreis von zehn Kilometern um die Atomanlage Dresden-Rossendorf lebten, mehr als doppelt so hoch wie in einer Vergleichsregion: Sechs Kinder erkrankten in dieser Zeit statt der erwarteten 2,84 Fälle. Ebenfalls zweifach erhöht war das Leukämierisiko für Kinder im Zehn-Kilometer-Umkreis des Atomreaktors Rheinsberg. In der Umgebung der Reaktoranlage von Greifswald war das Risiko um 50 Prozent erhöht. Alle Anlagen sind nach der Wende abgeschaltet worden. Nicht ausgeschlossen werden könne allerdings, so Mitarbeiter der Zweigstelle des BGA in Berlin-Karlshorst, daß andere Ursachen als die Strahlenbelastung zu der Risikoerhöhung beigetragen hätten. Denn in manchen Gebieten Ostdeutschlands, die weit von Nuklearanlagen entfernt seien, wie im Landkreis Eberswalde, sei das Leukämierisiko für Kinder in diesem Zeitraum



sogar dreifach erhöht gewesen. Dem amtlichen Strahlenbericht der Bundesregierung für 1990 zufolge war in Deutschland die Strahlenbelastung für die Bevölkerung in der Umgebung Rosendorfs mit Abstand am größten.

Tschernobyl

Am 25. April 1986 begann die Mannschaft im Reaktor IV des Atomkraftwerkes Tschernobyl den Reaktor »zurückzufahren«; um 14 Uhr wurde - ein Verstoß gegen alle Bedienungsvorschriften - das Notkühlsystem abgeschaltet. Sinn des gefährlichen Unternehmens: ein Experiment zur Leistungsreduzierung des Reaktors. Doch dieses Experiment geriet außer Kontrolle. Am Morgen des 26. April, um 1 Uhr 24 Minuten Ortszeit, explodierte der Reaktor, die Halle und das Turbinengebäude wurden zerstört. Insgesamt 31 Todesopfer forderten die Explosion und der sich unmittelbar anschließende Brand. Nach der Explosion in Block IV, damals drei Jahre in Betrieb, stieg eine Feuersäule zum Himmel empor, das radioaktive Inventar des Reaktors wurde in große Höhen emporgewirbelt und vom Wind fortgetragen. Zunächst herrschte Ostwind, dann Wind aus südlicher Richtung: die nördliche Ukraine und das heutige Weißrußland sind deshalb vom radioaktiven Niederschlag der nächsten Tage am stärksten betroffen. Doch auch in Westdeutschland ist nach dem Unfall erhöhte Radioaktivität meßbar. In München wurde in den ersten Maitagen eine Gesamtbodenaktivität von 290.000 Becquerel pro Quadratmeter gemessen.

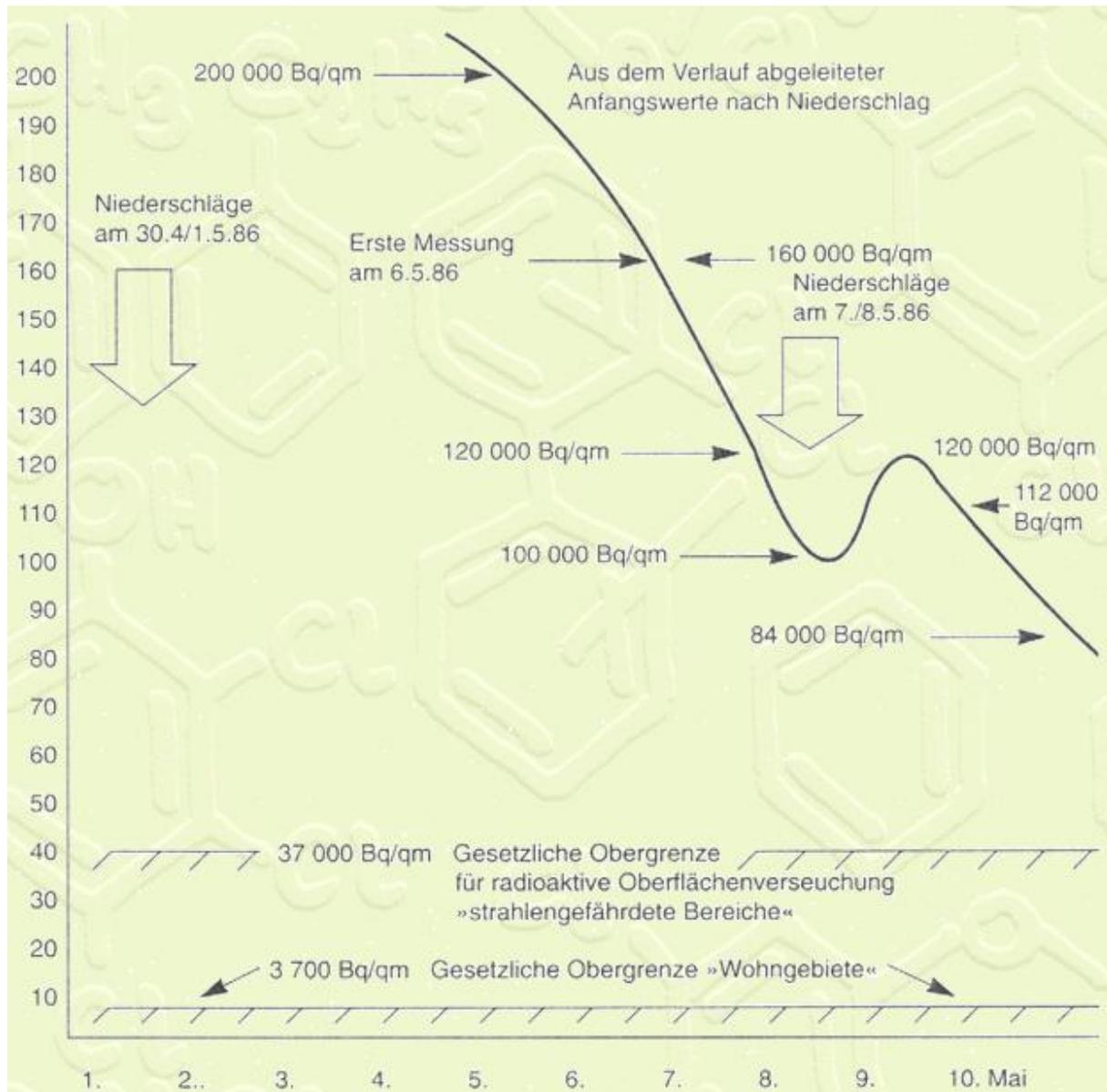


Abb. 2: Radioaktive Verseuchung eines Innenhofes in München im Mai 1986

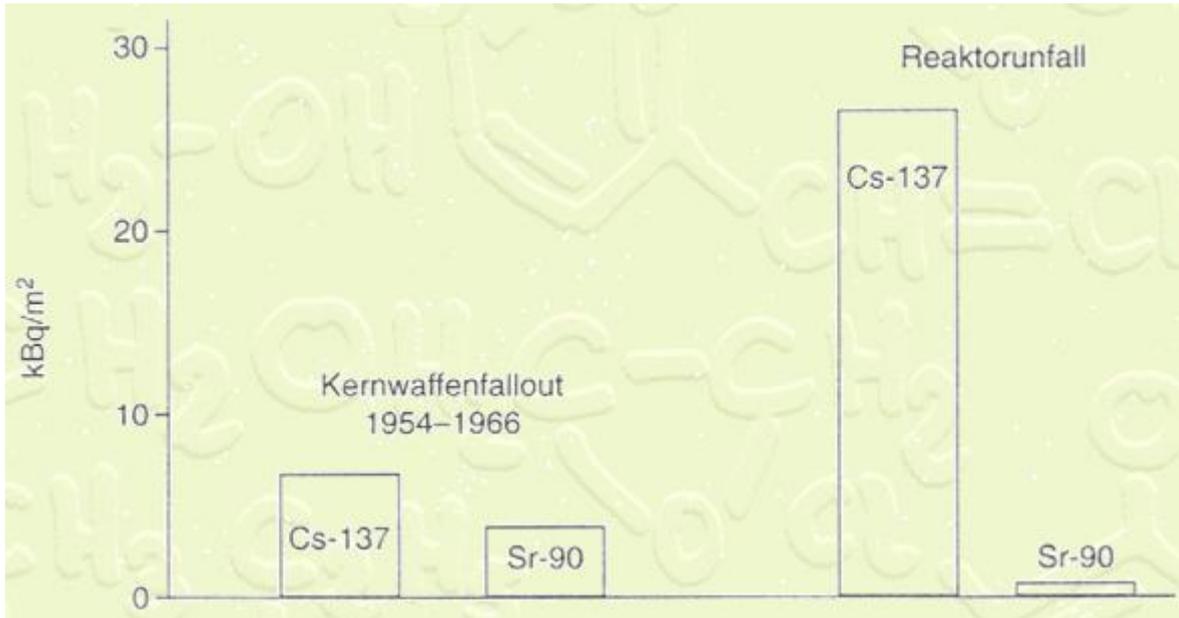


Abb. 3: Aktivitätszufuhr auf den Boden von Cs-137 und Sr-90 durch früheren Kernwaffenfallout sowie durch den Reaktorunfall in Tschernobyl in München (GSF).

Am 9. Mai 1986 betrug die Strahlung auf der Rasenoberfläche 60.000 Bq/qm, dies entspricht einer Dosisleistung für am Boden spielende Kinder von 80 Mikrorem/h. Der Cäsium-Fall-out nach Tschernobyl war mehr als fünfmal so hoch wie nach den Atombombenversuchen der 50er und 60er Jahre (Abb. 3). Während die tägliche Aufnahme von Cäsium 137 1981 bei 2,7 Bq (Abb. 4) lag (1964 bei 8,9), muß heute bei einem durchschnittlichen Speiseplan des Erwachsenen nach E. Wirth und C. Leising Institut für Strahlenhygiene, Abt. für Radioökologie, BGA) mit einer täglichen Strahlenbelastung von 100-150 Bq Gesamtcäsium gerechnet werden. Da bei einer Schwangeren davon etwa 20% in die Muttermilch übertreten, könnte die Muttermilch mit 30 Bq Cäsium 134 und 137 bei durchschnittlicher Ernährung belastet sein. Stichprobenartige Messungen der Muttermilch erbrachten bei den geringen Volumina Ergebnisse knapp oberhalb der Nachweisgrenze. Die Mütter hatten jedoch strikt alle bisher bekannt gewordenen Strahlenbelastungen vermieden.

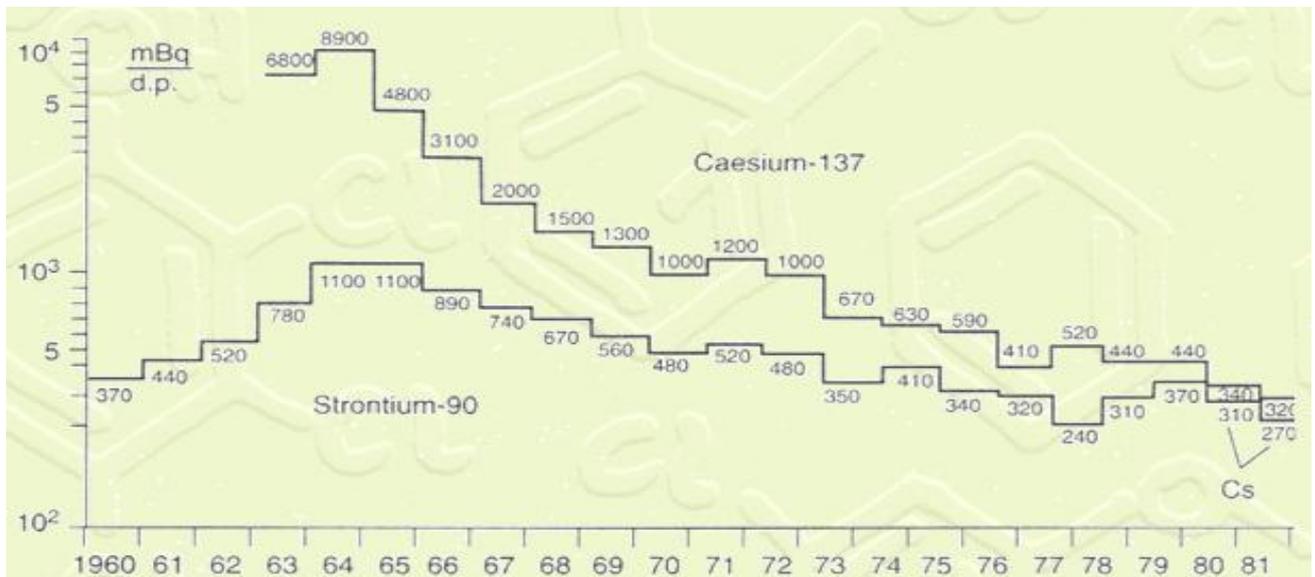


Abb. 4: Strontium-90- und Caesium-137-Aktivität der Gesamtnahrung (1960-1980)

Tab. 5: Abschätzung der effektiven Folgedosen im ersten Jahr (30.4.86 bis 29.4.87) bzw. 2. bis 50. Jahr für Kleinkinder und Erwachsene durch Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel (in mrem)

| Radionuklid | Zeitraum | Erwachsene | Kleinkind |
|---------------------------|-------------|------------|-----------|
| Cs-137 | 1. J. | 35 | 30 |
| | Rest | | 40 |
| Cs-134 | 1. J. | 20 | 20 |
| | Rest | | 3 |
| I-131 | 1. J. | 4 | 40 |
| | Rest | | - |
| Sr-90 | 1. J. | 0,1 | 0,3 |
| | Rest | | 3 |
| Summe (ca.) | 1. J. | 60 | 90 |
| | Rest | | 50 |
| Summe | 1.-50. Jahr | | 110 |
| (Schwankungs- bereich) | | | (50-200) |

Nicht immer kann jedoch die Vorsorge so optimal funktionieren. Sicher ist es ohne großes persönliches Engagement bzw. umfangreiche staatliche Vorsorgemaßnahmen nicht möglich, von den 50 bzw. 55 mrem Gesamtcäsium für Kleinkinder bzw. Erwachsene als Folgedosis durch Ingestion kontaminierter Nahrungsmittel herunter zu kommen.

Während 50 mrem zusätzliche Strahlenbelastung für Erwachsene höchstwahrscheinlich ohne große Bedeutung ist, gibt es derzeit keine gesicherten Studien über die Folgeerscheinungen bei Ungeborenen und Kleinkindern. Alle unsere heutigen und zukünftigen Maßnahmen sollten sich daher darauf konzentrieren, die Strahlenbelastung Schwangerer und Kinder bis 18 Jahre zu minimieren. Auf jeden Fall sollte man von diesen Bemühungen Raucher ausschließen, da sie ein 2000fach höheres Krebsrisiko haben und auch Personen über 40 Jahre ausklammern, da sie ihren Krebs wahrscheinlich nicht mehr erleben. Die unterschiedlichen Regenfälle erbrachten, daß im südlichen Bayern die Meßwerte doppelt so hoch als hier angegeben und in Norddeutschland bis 1/10 so hoch lagen. In der derzeit gültigen Strahlenschutzverordnung wird ein Maximalwert von 54 Bq Cäsium als Strahlenbelastung täglich toleriert. Zur Verminderung der anfänglichen inhalativen und späteren oralen Jodbelastung war für die große Anzahl von Patienten insbesondere in Süd- und Westdeutschland mit Jodmangelerscheinungen eine Substitution mit physiologischen (100 µg) Mengen von Kaliumjodid oder Weiterführung der Schilddrüsenhormonsubstitution wesentlich, da hierdurch die Aufnahme von radioaktivem Jod um bis zu 70% reduziert werden konnte. Für die Zukunft ist es wichtig zu wissen, wer zur Hyperthyreose oder Jodallergie neigt, um Zwischenfälle durch kontraindizierte Jodgabe zu vermeiden.

Tab. 6: Radioaktivität (Bq/kg) in einigen Anfang Mai gemessenen Nahrungsmittelproben

| Nahrungsmittel | Cs-137 | Cs-134 | I-131 |
|-------------------------------|-------------|----------|-----------|
| Freilandsalat | bis 4000 | bis 2000 | bis 12000 |
| Schnittlauch | bis 4000 | bis 2000 | bis 12000 |
| Petersilie | bis 4000 | bis 2000 | bis 12000 |
| Honig | ca. 200-300 | 100-150 | - |
| Salat unter Folie | bis 600 | bis 300 | bis 1500 |
| Frühbeetsalat | bis 100 | bis 50 | bis 1000 |
| Rhabarber (Stengel, geschält) | bis 60 | bis 30 | bis 300 |
| Pilze | bis 35 | bis 20 | bis 75 |
| Eier (freilaufende Hühner) | bis 15 | bis 8 | bis 300 |
| Rehfleisch | ca. 2000 | ca. 1000 | bis 700 |
| Stallhase | 300 | 150 | - |

Von den verbleibenden Nukliden des Reaktorunfalls ist Cäsium als einziges bedeutungsvoll, da es einerseits mengenmäßig relevant ist und andererseits gute Eliminationsmöglichkeiten bestehen. Während in Bayern Zehntausende von Schweinen, die unglücklicherweise mit hochgradig kontaminierter Molke gefüttert werden, mit Berliner Blau als Antidot versorgt werden, um später ihr Fleisch verkaufen zu können und Tausende von Milchkühen ebenfalls mit Berliner Blau behandelt werden, um eine cäsiumfreie Milch zu erhalten, ist dies bei Gynäkologen oder Kinderärzten unbekannt, obwohl seit Jahren für diesen Verwendungszweck in der BRD ein Handelspräparat vorliegt, das weitgehend nur im Ausland bekannt und verwendet wird (Radiogardase Cs, Fa. Heyl, Berlin, siehe auch II-2.4 Gegengifte, G3).

Wirkungscharakter

Die Beobachtung, daß durch die Verabreichung von oralem Berliner Blau (BB) der enterosystemische Kreislauf des Cs-137 durchbrochen und damit die biologische Halbwertszeit erheblich reduziert wird, führte seinerzeit überhaupt erst zu den Überlegungen, Berliner Blau auch zur Therapie von Intoxikationen mit Thallium, welches ebenfalls einem ausgeprägten enterosystemischen Kreislauf unterliegt, anzuwenden. In ersten tierexperimentellen Untersuchungen zeigten Nigrovic (1963, 1965) und Nigrovic et al. (1966), daß die Ausscheidung von Cs-137 in Ratten erheblich beschleunigt wurde. Während in den Kontrollierten die Ausscheidung im Urin dominierte, überwiegt bei den mit BB behandelten Tieren die fäkale Ausscheidung. Auch an anderen Spezies wie Hunden (Madshus et al., 1966, 1968) und Ziegen (Havlicek et al., 1966) konnte die beschleunigte Dekorporierung von Cs-137 durch BB nachgewiesen werden. Die biologische terminale Halbwertszeit wurde dabei um etwa 50%, von durchschnittlich 10 Tagen auf circa 5 Tage, gesenkt (Nigrovic et al., 1966; Müller, 1974; Madshus et al., 1966, 1968). Den experimentellen Nachweis der Wirksamkeit von BB bei der Reduktion der Verweildauer von Radiocaesium im Menschen erbrachten Madshus et al. (1966, 1968) in Selbstversuchen. Die biologische Halbwertszeit des Cs-137, die beim Menschen 110-115 Tage beträgt, konnte auf 40 Tage gesenkt werden.

Messungen der radioaktiven Belastung des Stuhls mit Germanium-Gamma-Spektrometrie bei 24 Patienten aus dem Münchner Raum ergaben:

Tab. 7: Unbehandelte Patienten Bq/kg im Stuhl

| | Zahl | Cäsium 134 | Cäsium 137 | Rutenium 103 |
|-------------------|------|------------|------------|--------------|
| Männer | 7 | 0-11 | 0- 9 | 0- 7 |
| Frauen | 8 | 5-28 | 4-23 | 4-18 |
| Schwangere Frauen | 4 | 16-36 | 13-25 | 9-12 |
| Kinder | 5 | 24-42 | 21-32 | 12-22 |

Alle Patienten ernährten sich und lebten außerordentlich strahlenbewußt. Das Alter der erwachsenen Patienten lag zwischen 21 und 41 Jahre. Nachträgliche Befragungen ergaben, daß die höheren Belastungen bei den Patienten gemessen wurden, die schon früher mehr pflanzliche Nahrungsbestandteile aßen. Nach den Atombombenversuchen war die Häufigkeit leukämiekranker Säuglinge bei Vegetarierinnen, die eine erhöhte radioaktive Ganzkörperbelastung aufwiesen, höher.

Dosierung

Alle Patienten mit einer über 20 Bq/kg Stuhl erhöhten Gesamtcäsiumausscheidung wurden mit Berliner Blau behandelt. Wir gaben statt der üblichen Dosierung von 6 mal 0,5 g wegen der geringeren Werte nur 3 mal 0,5 g gleichmäßig über den Tag verteilt. Wir wiesen darauf hin, daß die Kapseln nicht mit stark sauren (Wein) oder stark alkalischen Substanzen oder schwarzem Tee eingenommen werden sollen. Laugen oder Säuren könnten unter Extrembedingungen Blausäure freisetzen. Da Berliner Blau eine leicht stopfende Wirkung hat, sollen ähnlich wirkende Nahrungsmittel gemieden werden. In der derzeitigen Situation mit einem Verhältnis der beiden Cäsiumisotope 134 und 137 von etwa 1 : 2 führt ein Wert von 100 Bq in der aufgenommenen Nahrung zu einer effektiven Dosis von 0,16 mrem. Der Transferfaktor bei Cäsium liegt je nach Fruchtart zwischen 0,002 und 0,2, d.h., in Südbayern ist 1987 eine durchschnittliche Cäsiumbelastung der Pflanzen von etwa 0,1 Bq/kg bis etwa 1,1 Bq/kg Frischsubstanz zu erwarten. Der Transferfaktor drückt das Verhältnis zwischen Radioaktivitätskonzentration (Bq) je kg Pflanze (Frischsubstanz) zu der Trockensubstanz je kg Boden in Bq aus. 40 Bq Gesamtcäsium in 1 kg Stuhl entsprechen etwa 5770 Bq Gesamtkörpercäsium.

Tab. 8: Strahlenexposition infolge des Tschernobyl-Unfalls, bezogen auf die Falloutwerte im Raum München



a) Äquivalentdosis im 1. Folgejahr (Mai 86 – April 87)

| Altersgruppe Art der Exposition | Äquivalentdosis, mrem | | |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| | Schilddrüse | Knochenmark Gonaden | effektiv |
| Kinder (0–10 J.) | | | |
| Ingestion, Inhalation | 300–1200 | 30– 70 | 40–100 |
| Ext. γ -Strahlung | 30– 60 | 30– 60 | 30– 60 |
| insgesamt | 330–1300 | 60–120 | 70–150 |
| Erwachsene | | | |
| Ingestion, Inhalation | 50–250 | 30– 60 | 40– 80 |
| Ext. γ -Strahlung | 10– 30 | 10– 30 | 10– 30 |
| insgesamt | 60–280 | 40– 90 | 50–110 |

b) Effektive Lebenszeit-Äquivalentdosis:

| | | |
|--------------------------|---------|----------------|
| Kinder (0–10 J.) | | |
| Ingestion, Inhalation | 100–250 | } 300–550 mrem |
| Ext. γ -Strahlung | 200–300 | |
| Erwachsene | | |
| Ingestion, Inhalation | 50–200 | } 150–400 mrem |
| Ext. γ -Strahlung | 100–200 | |

Nukleare Wiederaufbereitungsanlagen

Nukleare Wiederaufbereitungsanlagen können geringe, aber meßbare Mengen radioaktiven Materials freisetzen, die in die menschliche Nahrungskette übergehen. Das ist das wesentliche Ergebnis von Messungen, die schottische Wissenschaftler anstellten. Im Rahmen einer Blutdruckstudie waren zunächst Elektrolyt-Konzentrationen im Blut von Hypertonikern gemessen worden, die auf dem schottischen Festland und auf den Inseln der Äußeren Hebriden wohnten. Dabei zeigten sich als Nebenbefund bei Inselbewohnern im Mittel etwa fünfmal so hohe Werte an Cäsium 137 wie bei Patienten vom schottischen Festland. Das gleiche Verhältnis fand sich im Urin, über den das Cäsium ausgeschieden wird. Die von Cäsium ausgehende Strahlung lag weit unterhalb kritischer Grenzwerte. Die Inselbewohner ernährten sich überwiegend von lokal erzeugten Lebensmitteln, darunter viel Milch und Schaffleisch, aber kaum Fisch. Nachforschungen ergaben, daß das Gras aus dem Küstenbereich und von Heidegebieten einer Insel hohe Konzentrationen radioaktiven Cäsiums, und zwar der beiden Isotope Cs 137 und Cs 134 enthielt. Der Hauptteil stammte aus den Atombombenversuchen in der Atmosphäre, die in den 50er Jahren durchgeführt wurden. Allerdings entsteht dabei nur Cs 137. Die Anwesenheit des Isotops mit der Massenzahl 134 beweist die Herkunft aus einer atomaren Wiederaufbereitungsanlage. »Günstige« Meeresströmungen transportieren Abwässer der Anlage Sellafield im Norden Englands bis zu den fernen Hebriden-Inseln, ohne sie stark zu verdünnen. Offenbar bekommt vor allem die Vegetation der Küstenbereiche, wo auch höhere Cs-134-Werte gemessen wurden, genug Seewasser ab, um das Cäsium anzureichern und in die menschliche Nahrungskette einzuführen (Isles, C.G. et al., 1991).

Sprengstoffproduktion

Anfang der 90er Jahre schlugen deutlich erhöhte Leukämieraten im ehemaligen Sprengstoffproduktionsort Stadtallendorf hohe Wellen. Insbesondere für ältere Männer errechneten die Marburger Krebsforscher im Vergleich zu Gießen ein



neunmal höheres Risiko, an chronischer myeloischer Leukämie zu erkranken. Allerdings sind die Fallzahlen insgesamt niedrig. In den vergangenen 15 Jahren diagnostizierten die Ärzte bei 26 Menschen aus Stadtallendorf Blutkrebs. In der 20 000 Einwohner-Stadt befanden sich während des zweiten Weltkrieges zwei der größten Sprengstoffwerke Europas. Ein Zusammenhang zwischen der Produktion des hochgiftigen Sprengstoffs Trinitrotoluol (TNT) - ein Benzolderivat -, mit dem die Erde hier noch immer verseucht ist, und den hohen Leukämieraten lag nahe. Den Ursachen auf den Grund gehen wollten Havemann und Kilian mit der Fallkontrollstudie, in der 40 Leukämiepatienten beziehungsweise deren Angehörige aus Stadtallendorf und Kirchhain sowie eine Kontrollgruppe aus 80 gesunden Bürgern nach Lebensgewohnheiten und Krebsrisiken befragt wurden. Ein erstes vom Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg bestätigtes Ergebnis liegt vor: Während denkbare Belastungen wie Arbeit auf dem Gelände der ehemaligen Sprengstoff-Fabriken, Rauchen, Strahlenbelastung und Krebserkrankungen in der Familie keine Auffälligkeiten ergaben, ist nach Angaben von Prof. Havemann bei den Nutzgärten ein »deutlicher Trend« erkennbar. Danach haben sich die Stadtallendorfer Leukämie-Patienten deutlich häufiger mit Obst und Gemüse aus dem eigenen Garten ernährt als die Vergleichsgruppe der Gesunden (Deutsches Ärzteblatt, 28.7.1995).

Strahlenbelastung durch Fliegen

Fliegendes Personal und sog. »Vielflieger« sind deutlich mehr Strahlung aus dem Weltraum ausgesetzt als bisher angenommen. Die Exposition übersteigt unter Umständen die durchschnittliche Belastung von Beschäftigten in kerntechnischen Anlagen. Das bedeutet unter anderem, daß ein Pilot eher an einer strahleninduzierten Krebserkrankung stirbt, als daß er bei einem Flugzeugabsturz umkommt. Zu diesem Ergebnis kamen D. Schalch und A. Scharmann, die 1992 am Physikalischen Institut der Universität Gießen unabhängige Messungen über die Strahlenbelastung in Reiseflughöhen durchgeführt haben. Die Wissenschaftler maßen die Strahlung während sechs Flügen auf häufig frequentierten Nordatlantikrouten, beispielsweise zwischen Düsseldorf und San Francisco. Alle Meßdaten wurden dabei derart korrigiert, daß die natürlichen und meßtechnisch bedingten Schwankungen in Richtung des »worst case« ausgeglichen wurden. Dabei ergaben sich Meßwerte von 4 bis 9 mSv/a, die sehr nahe an den tolerierten jährlichen Maximaldosen für beruflich strahlenexponierte Personen liegen. Ohne Zweifel müssen damit das Flugpersonal und die sogenannten Vielflieger zu diesem gefährdeten Personenkreis gezählt werden (Schalch, D. et al., 1992).

Strahlenbelastung in der Medizin

In der Ausgabe 63/95 berichteten die »Umweltnachrichten« vom 2. Internationalen Kongreß der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.:

1958 hatte Alice Stewart in einer Fall-Kontroll-Studie ein erhöhtes Risiko für kindliche Krebserkrankungen durch Röntgendiagnostik in der Schwangerschaft erkannt. Diese Arbeit ist ein Meilenstein in der Erforschung des Kongreßthemas. Ihre damaligen Aussagen hat sie in ihrem Eröffnungsvortrag weiter präzisiert: so ist ein Röntgen-Untersuchungszeitpunkt nahe der Konzeption (Zeitpunkt der Empfängnis) besonders riskant, und es besteht nicht nur eine erhöhte Inzidenzrate für kindliche Leukämien, sondern in gleichem Maße auch für kindliche Krebserkrankungen im allgemeinen. Wichtig ist auch ihre Aussage, daß die Hälfte der kindlichen Krebserkrankungen durch die natürliche Hintergrundstrahlung bedingt sei. Susan Preston-Martin hat durch die ausgezeichnete Darstellung ihres methodischen Vorgehens die Aussage



ihrer Ergebnisse besonders unterstützt: Akute und chronische Leukämien des Erwachsenen werden begünstigt durch Röntgen-Untersuchungen mit einer höheren Strahlenbelastung wie Magen-Darm-Kontrastmittel-Passagen und wiederholten Lendenwirbelsäulen-Darstellungen (nicht durch Lungenbilder oder Mammographie). Bei mehr als 5 Lendenwirbelsäulenaufnahmen ergab sich ein 12faches Risiko für chronische Leukämie (= CML). Das ist eine für derartige Studien ungewöhnlich hohe Risikomaßzahl. Da methodische Probleme kontrolliert erscheinen und auch andere Risikofaktoren in die Berechnung aufgenommen wurden (Multivariates Modell), sind ihre Ergebnisse ein Alarmsignal. Nach ihren Angaben hat sich in USA die altersadjustierte CML-Häufigkeitsrate von 1947-1977 verdoppelt. 15-23% dieser Erkrankungen werden laut Preston-Martin durch Röntgendiagnostik ausgelöst. Außer dem roten Knochenmark ist die Schilddrüse ein besonders strahlensensibles Organ. Gun Wingren aus Schweden berichtete von Risikoerhöhungen für Schilddrüsenkrebs bei Frauen um das 2- bis 3,8fache durch Röntgenuntersuchungen der oberen Körperhälfte, insbesondere wiederholter Röntgenaufnahmen der Zähne. Schilddrüse, blutbildendes Knochenmark und Mamma erscheinen in vorgetragenen epidemiologischen Studien aus der Umgebung von Atomkraftwerken durch erhöhte Krebsinzidenzzahlen als gefährdet (Mangano, für Connecticut, Greiser, für Krümmel und Gould, für USA). Helga Dieckmann, Lüneburg, verweist mit Recht auf das methodische Problem, daß erhöhte Inzidenzen ein Warnsignal sind, aber keine kausalen Zusammenhänge erlauben. W. Köhnlein, Münster, und J. Schmitz-Feuerhake, Bremen, weisen in ihrer Abschätzung der Spätschäden durch diagnostisches Röntgen darauf hin, daß nach dem neuesten Bericht des Bundesministeriums für Umwelt von 1993 die Strahlenexposition der Bevölkerung in der BRD auf 4 mSv/a (1981: 1,7 mSv/a) angestiegen ist. Ausschlaggebend dafür ist die Berücksichtigung von Radon in der Außenluft seit 1985 und die Zunahme der medizinischen Exposition von 0,5 mSv/a (1982) auf 1,5 mSv/a (1993). Karl-Heinrich Adzersen, Heidelberg, berechnete für die mittlere effektive jährliche Äquivalentdosis durch diagnostische Strahlenanwendung sogar einen Wert von 2,1 mSv/a. Damit ist im Vergleich zu anderen Industrienationen die medizinisch-diagnostische Strahlenbelastung in der BRD besonders hoch (GB: 0,3; USA 0,48; Belgien: 0,78 mSv/a). Siehe Grafik. Die höchste kollektive Dosis wird bei der Computertomographie (CT), insbesondere der Wirbelsäulen-CT erreicht (14.000 Pers.Sv). Mit dem drastischen Anstieg der CT-Geräte und ihrer Anwendung seit 1992 (38%) werden sich mögliche Spätschäden, wie Krebserkrankungen und Krebstodesfälle, erst ab dem Jahr 2015 manifestieren. Kinder bis zu 10 Jahren gehen das höchste zusätzliche Risiko (15%) ein. Für Erwachsene ab dem 40sten Lebensjahr sinkt das Risiko drastisch auf 2-3%. Grundlage für Berechnungen von Langzeitfolgen ist das geschätzte Lebenszeitrisko von 1.700 Krebstodesfällen pro 10.000 Personen und Gray, das sich aus den Langzeitbeobachtungen der Hiroshima-Nagasaki-Überlebenden durch die Radiation-Effects-Research-Foundation (RERF) ergibt. Köhnlein und Schmitz-Feuerhake rechneten aber vor, daß sich bei Belastungen von weniger als 0,2 Gy (relevanter Dosisbereich in der diagnostischen Medizin) aus den Daten der RERF ein Risiko von 3.000 Krebstodesfällen/10.000 Pers.Gy ergibt. Es sei zu berücksichtigen, daß die medizinische Röntgenstrahlung im Energiebereich von 30-75 kV liegt (Gamma-Strahlung der Atombombe: 0,8-1 MV) und deshalb der effektive Qualitätsfaktor mehr als doppelt so hoch sein kann wie der üblicherweise verwendete mit $Q = 1$. Die aus dem Hiroshima-Nagasaki-Kollektiv abgeleiteten Risikowerte mußten also für diagnostische Röntgenstrahlung mindestens um den Effektivitätsfaktor 2 erhöht werden. Eine erste Abschätzung ergibt 40.800 Krebstodesfälle pro Jahr. (Risikofaktor



(REF) * Kollektivdosis in BRD (BMU) * Effektivitätsfaktor = (1.700 Krebstodesfälle / 10.000 Pers.Sv) * (80 Mio Pers. * 1,5 mSv/a) * 2). Dieser ermittelte hohe Wert wird durch die Beachtung der Altersverteilung der Patienten, die nicht der Allgemeinbevölkerung entspricht, zwar verringert, liegt aber selbst bei Halbierung noch um den Faktor 10 höher als der vom Bundesamt für Strahlenschutz mitgeteilte Wert von 2.126 Krebstodesfällen durch diagnostisches Röntgen. Weiter erhält man, ausgehend von einer derzeitigen Krebssterblichkeit von 25%, eine Erhöhung des relativen Krebsrisikos durch medizinisch-diagnostische Strahlenbelastung um 13%. Die zitierten Vorträge zeigen beispielhaft Effekte der Niedrigstrahlung.
(Quelle: Umweltinstitut München e.V.: Umweltnachrichten 63/95)

Daraus entstehende Risiken können gemindert werden durch zwei Maßnahmen:

Verbesserung der Röntgen-Technik

Ziel der Röntgenverordnung ist eine Reduktion der Strahlenexposition durch Qualitätssicherung. R. Saure von der Ärztlichen Stelle Niedersachsen gibt aber zu bedenken, daß die Röntgenverordnung nur eine Empfehlung ist, die keine Sanktionen möglich macht. Bei gravierenden Fällen kann die Aufsichtsbehörde eingeschaltet und eventuell eine Stilllegung erreicht werden. Eine verbesserte Röntgentechnik wird erreicht durch die Verwendung höherer Aufnahmespannungen, einer exakteren Aufnahmetechnik, höher verstärkender Film-Folien-Systeme und einer optimierten Filmverarbeitung, ist aber erst bei rund 60% der Röntgenuntersuchungen realisiert. Auf der Basis der Leitlinien der Bundesländer ist gezeigt worden, daß eine Reduktion der Patientendosis auf etwa 1/4 der früheren Werte ohne diagnostischen Informationsverlust erreichbar ist. Karl Schneider, Universitäts-Kinderklinik München, berichtete von der Lake-Starnberg-Group, die dosimetrische Untersuchungen in Kliniken und Praxen durchgeführt hat mit dem Ziel, die bei Kindern und Säuglingen verursachte Strahlenbelastung zu minimieren. Die mit den niedrigen Ausnahmedosiswerten erzeugten Bilder waren von ausreichend guter Qualität, die mit den höchsten Dosiswerten meist schlechter wegen Überschwärzung und Bewegungsunschärfe. Hohe Dosiswerte wurden meist durch grobe Fehler der Aufnahmetechnik (Feldgröße, Richtvisiere, Belichtungsautomatik, Entwicklung) und durch fehlende Kenntnisse verursacht. Erst in zweiter Linie ist eine veraltete Gerätetechnik dafür verantwortlich. Von leistungsfähigeren Röntgenstrahlern und der verbesserten Spiral-CT berichteten Rainer Klöppel, Leipzig, und Nico Hidajat, Berlin, u.a.

Beschränkung des Einsatzes

Die aufgezeigten Risiken rechtfertigen den Einsatz der Röntgendiagnostik nur aus amtlicher Indikation. Hans-Stephan Schneider von der medizinischen Hochschule Hannover wies darauf hin, daß ca. 50% der durchgeführten Röntgenuntersuchungen diagnostisch unergiebig oder ohne therapeutische Konsequenz sind. Anamnese, Befunderhebung und Wissen um die Effizienz der Röntgenmethode in der spezifischen Krankheitssituation sind die notwendigen Voraussetzungen für ihren Einsatz, also nicht Routine z.B. bei stationärer Aufnahme, Einstellungsuntersuchungen oder zum Auffinden von Tuberkulose bei der Bevölkerung. Gerade der Schaden von Röntgenreihenuntersuchungen, wie sie bis Anfang der 80er Jahre durchgeführt wurden, habe den Nutzen um das 3,6fache überstiegen. Eine behutsame Nutzen-Risiko-Analyse erfordert demnach auch die Mammographie als »screening«- (also »Such«-)Methode zum Auffinden von

Brustkrebs in einem frühen Krankheitsstadium, das noch eine gute Heilungschance erlaubt.

Zumal es eine Reihe von Alternativen dazu gibt. Völlig abzulehnen sind Einzelaufnahmen von Zähnen beim Zahnarzt. Besonders bei der Aufnahme im Unterkiefer wird der ganze Körper intensiv bestrahlt. Die hundertfache Streustrahlung entsteht dadurch, daß die Strahlen vom Brustbein zur Wirbelsäule hin und her reflektiert werden. Eine sinnvolle Alternative ist die Panorama-Aufnahme (Rundum-Aufnahme), bei der statt der Eingeweide nur der Hinterhauptknochen bestrahlt wird (1/100 der Dosis, gleicher Preis).

Strahlenbehandlung von Lebensmitteln

Tab. 9: Strahlenbehandlung von Lebensmitteln (Quelle: BUNDFakten, August 1987)

| Lebensmittel | Zweck | Dosis (kGy) |
|-------------------|--|-------------|
| Gewürze | Keimverminderung | 5 |
| Shrimps, Garnelen | Keimverminderung | 1-2 |
| Champignons | Verzögerung der Hutöffnung | 2 |
| Weizen | Erhöhung des Brotvolumens | 2 |
| Südfrüchte | Reifeverzögerung und Farbverbesserung | 0,2-1 |
| Wein | Erhöhung der Saftausbeute aus Trauben | 5 |
| Kartoffeln | Verhinderung des Auskeimens | 0,1 |
| Zwiebeln | Verhinderung des Treibens | 0,1 |
| Kaffee | Verkürzung der Röstdauer | 5-10 |
| Sojamehl | Geruchsverbesserung bei fischelnder Ware | 5 |
| Dörrobst | Verlust der Zähigkeit | 5 |
| Fertigsuppen | Verkürzung der Kochzeit von Trockengemüsen | 3-30 |
| Bohnen und Erbsen | Verminderung von Blähungen nach Verzehr | 10 |
| Alkoholika | Künstliche Alterung von Cognac | |

Tab. 10: Strahlenwirkung in Abhängigkeit von der Strahlendosis (Quelle: BUNDFakten, August 1987)

| Dosis in Kilogray | Tödliche Dosis für | Anwendung |
|-------------------|--------------------|---|
| 0,005-0,01 | Menschen | - |
| 0,01-0,2 | | Verhindert Treiben von Kartoffeln, Zwiebeln |
| 0,2-1 | Insekten | Entwesung von Getreide, Früchten, Kaffee; Reifeverzögerung von Früchten |
| 1-10 | Mikroorganismen | Pasteurisation (Verlängerung der Kühlagerfähigkeit), Gewürzentkeimung, Salmonellenabtötung |
| 10-70 | Bakteriensporen | Sterilisation von medizinischen Artikeln, Lebensmitteln, Enzympräparaten; Polymerisation von Kunststoffen |
| 10-150 | Viren | - |
| ab 100 | | Radiolyse: gezielter Einsatz zur Gewinnung von Zersetzungsprodukten (z.B. Alkohol, Oxalsäure, Vanillin) aus Lebensmitteln bzw. Biomasse |
| 200-300 | | Herstellung von Spezialkunststoffen |
| bis 1000 | Enzyminaktivierung | - |



Atomwaffen

Golf-Krieg-Syndrom - Radioaktivität im Spiel

Sieger und Besiegte sind zugleich betroffen

Sieben Jahre nach dem Golfkrieg haben im Süden, rund um die irakische Provinzhauptstadt Basra, die Krebserkrankungen deutlich zugenommen. In den USA räumt

das Pentagon, Abtlg. »Untersuchung von Golfkriegskrankheiten« ein, möglicherweise seien auch »Tausende« von US-Soldaten betroffen (US-Veteran Dan Fahey schätzt: 40.000). Wie erst jetzt eingeräumt wird, setzten die USA und ihre Alliierten über eine Million Granaten ein, »die zur Erhöhung der Durchschlagskraft einen Kern aus abgereichertem Uran («depleted Uranium«, Militärkürzel DU) enthielten. Allein amerikanische Panzer verschossen ca. 4.000 schwere DU-Granaten.

950.000 Uran-Geschosse kleineren Kalibers feuerten A-10 »Panzerknacker«-Flugzeuge ab, so der SPIEGEL. »Abgereichertes Uran ist fast dreimal so dicht wie der härteste Stahl und daher bestens geeignet, Panzerplatten zu durchschlagen. Beim Durchbohren des Ziels werden kleine Staubwolken hochgiftiger, radioaktiver Teilchen freigesetzt.«

Quelle: Spiegel, 13/1998, S. 188f.

Atomkrieg in Jugoslawien

Stillschweigend toleriert von der Weltöffentlichkeit führten die USA in Jugoslawien monatelang einen Atomkrieg mit radioaktiven Raketen und Granaten. Somit entsorgten sie ihr Land kostenlos von radioaktiven Abfallprodukten. Moralisches Argument ist, »daß es keine Studien über die Folgen dieses Atomkrieges gäbe«. Dies kann nicht stimmen, denn 80000 radioaktiv verseuchte Kriegsveteranen aus dem Golfkrieg reichen doch längst für Studienzwecke. Die Wirkung von Millionen von Granaten und Raketen übertrifft die Wirkung einer Atombombe bei weitem durch ihre größere Flächenverteilung. Nach Ende des Krieges sind die Nachwirkungen in Europa durch die jahrzehntelange Halbwertszeit der Spaltprodukte noch jahrhundertlang gravierend. Die atomare Verseuchung von Serbien und Kosovo verbietet schon heute den ungeschützten Einsatz von zivilen Helfern und für später den Besuch von Zivilisten am Badestrand. Nicht verwunderlich ist durch diesen »atomaren Weltkrieg«, daß die Russen 750 Atomraketen auf Deutschland gerichtet haben, um ihren bedrohten Freunden beistehen zu können, zumal Deutschland diesen Atomkrieg toleriert. Bodentruppen sind auf jeden Fall der Strahlenkrankheit ausgesetzt und müssen mit verheerenden Spätschäden wie chronischer Müdigkeit, Blutkrankheiten, Zeugungsunfähigkeit und Krebs rechnen.

Tab. 11: Unterschiede zwischen einer Kernwaffendetonation und einem extremen Kernkraftwerksunfall

| Wirkung | Kernwaffendetonation | Kernkraftwerksunfall |
|---|--|---|
| Druckwelle | 1,5-10 km | keine Druckwelle |
| Hitzestrahlung Flächenbrände | 1,6-15 km | keine Brände |
| Direktstrahlung | 1,5-3 km | nur am KKW-Gelände |
| Anfangsdosisleistung aus Fallout (Rückstandstrahlung) | 1000-3000 mSv/h in 10 bis 120 km Entfernung Akutschäden bei ungeschütztem Aufenthalt | etwa 0,1 mSv/h in 30 km Entfernung keine Akutschäden möglich, Reduktion der Spätschäden (Dosisreduktion) |
| Schutzraum | auch noch in großen Entfernungen erforderlich (100-300 km) Evakuierung 2-3 Wochen nicht möglich | erforderlich bis ~4 km oder Evakuierung aus dieser Zone in größerer Entfernung nicht erforderlich |
| Aufenthalt im Freien zur Lebensmittelversorgung | 2-3 Wochen nicht möglich, Vorsorge von Lebensmitteln erforderlich | für Erwachsene möglich, Engpässe bei der Lebensmittelversorgung möglich |
| Trinkwasserversorgung | möglicherweise Leitungen zerstört, Vorsorge erforderlich | kaum gefährdet, keine Vorsorge erforderlich |
| Stromversorgung | möglicherweise zerstört | funktioniert |

Das Tox Center fordert daher

- unverzügliche Ächtung der Atomgeschosse
- sofortige Information aller Helfer und Journalisten über die Gefahren vor Ort
- radioaktive Messung aller Flüchtlinge in den Anrainerstaaten
- sofortige Dekontamination aller aus den atomverseuchten Gebieten kommenden Soldaten, Waffen und Zivilisten
- Information über die Verteilung und Menge der radioaktiven Spaltprodukte
- Angabe des radioaktiven Fall-out bei meteorologischen Einflüssen aus dem Balkan
- Helfer dürfen nur mit Geigerzähler und Strahlenschutzkleidung ausgerüstet in Krisengebiete
- laufende Information der Bundesrepublik über die zusätzliche Strahlenbelastung der deutschen Bevölkerung
- Dekontaminationszentren für Jugoslawien-Helfer
- Information der Bevölkerung über die jetzt bestehenden Langzeitgefahren durch die Folgen dieses Atomkrieges.

TOX-CENTER e.V., Giftnotruf, 23. April 1999

Rußland - das radioaktive Risiko

Moskaus mysteriöses Machtpotential

Nach neuesten Erkenntnissen soll Rußland über weit mehr Uran und Plutonium verfügen, als in den Atomwaffen des Landes enthalten ist. 675 Tonnen der beiden Stoffe sollen darüber hinaus in Lagern der Atommacht untergebracht sein, wie der Nationale Forschungsrat der USA berichtet. Was den Experten Sorgen macht: Um die Sicherheitsvorkehrungen zum Schutz des hochexplosiven Materials soll es mehr als schlecht bestellt sein. Besondere Gefahrenquellen sieht der Forschungsrat vor allem in der schlechten Bezahlung von Mitarbeitern russischer Atomanlagen. »Dies erleichtert es Terroristen, an Plutonium oder hochangereichertes Uran zu kommen«, sagte der Vorsitzende des Rats. Nach Einschätzung von Richard Meserve könnten »ungenügend oder gar nicht bezahlte« Mitarbeiter der Versuchung unterliegen, atomwaffenfähiges Material unter der Hand zu verkaufen. Meserve forderte die US-Regierung deshalb auf, mindestens zehn weitere Jahre eng mit Rußland in Fragen



der Atomsicherheit zusammenzuarbeiten. Unverzichtbar sei vor allem die Kontrolle der zusätzlichen Mengen an atomwaffenfähigem Material: Nach den Worten des Ratsvorsitzenden sollte diese Überprüfung eine »sehr hohe Priorität für die nationale Sicherheit der USA« genießen.

Wirkungscharakter

Im radioaktiven Fallout befinden sich etwa 200 Isotope von 35-40 Elementen. Im Organismus haben die Radionukleide ungeachtet ihrer Strahlungseigenschaften die gleichen biologischen Eigenschaften und Ablagerungsorte in den Organen wie die natürlichen Isotope: Jod wandert in die Schilddrüse, Strontium und Calcium in die Knochen. Stoffe mit langer physikalischer Halbwertszeit können am Ort der Ablagerung durch Dauerbestrahlung Dauerschäden bis zur Malignombildung auslösen. Während es sich bei der Alpha- und Betastrahlung um eine Teilchen- und Korpuskularstrahlung handelt, ist die Gamma-Strahlung als elektromagnetische Wellenstrahlung sehr durchdringend und erreicht damit auch tiefliegende Organe. Die Alphastrahlung hat wegen ihrer hohen Ionisationsdichte eine besonders intensive Wirkung, die im Vergleich zur Gammastrahlung zu einer um den Faktor 10 höheren Äquivalentdosis in rem führt. Eine Einzelperson wird in der Regel nicht so große Mengen radioaktiver Substanzen inhaliert oder verschluckt haben bzw. die Körperoberfläche damit kontaminiert sein, daß ein Retter gefährdet wäre. Den Rettern wird eine Dosis von 25 rem zugemutet. Zur Verhinderung der Inhalation von Radionukleiden in Aerosolform müssen Retter mit Atemschutzgeräten und Feinstaubfiltern ausgerüstet sein. Das Ausmaß der Strahlenschädigung der Bevölkerung hängt davon ab, wie lange sich die Bevölkerung ungeschützt in dem kontaminierten Gebiet aufhält. Die Kontamination, die 1 km vor dem Unfallort 100 Curie pro m² beträgt, fällt nach 10 km erst auf etwa 1 Curie ab. Die Dosisleistung geht jeweils in der siebenfachen Zeit im Falloutfeld auf den zehnten Teil zurück. Ursache für die initialen gastrointestinalen Symptome ist der sofort einsetzende Mitose-Stopp der proliferierenden Zellen in den Lieberkühnschen Krypten des Dünndarmepithels. Der sistierende Nachschub für die sich laufend abstoßenden Epithelzellen führt zu ausgedehnten Schleimhautdefekten mit nachfolgenden Elektrolyt- und Flüssigkeitsverlusten. Nach Tagen oder in leichteren Fällen nach einer mehr als 3wöchigen Latenzzeit kommt es zu einer Störung bzw. Versagen der Blutzellbildung. Das Ausmaß ist abhängig von der Dosisrate. Die Auswirkung auf die Erythrozytenzahl ist wegen der langen Lebensdauer von 120 Tagen anfangs gering. Die Leukozyten, insbesondere Granulozyten mit einer Lebensdauer von 6-7 Stunden, die Lymphozyten sowie die Thrombozyten, mit einer Lebensdauer von etwa 10 Tagen, sinken schnell ab und sind ein früheres Zeichen für die Schädigung des Knochenmarks. Das Blutbild erholt sich u.U. erst nach Monaten. Als Folge der Granulozytopenie treten lokale Infekte im Rachen, in der Lunge im Magen-Darm-Trakt, an der Haut oder generalisiert als Sepsis mit hohem Fieber auf. Ein Pilzbefall ist häufig. Die Thrombozytopenie führt zu Petechien in Haut und Schleimhäuten, zu blutigem Erbrechen und Durchfällen, blutigem Urin und Blüten aus Wunden. Der Anämie (Panzytopenie) folgt der Haarausfall. Als gefährliche Komplikationen treten Pleuraempyeme, Lungenabszesse und -gangrän sowie chronische Colitiden auf. Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Strahlenwirkungen und Strahlenfolgen erhärten den Verdacht, daß Radioaktivität im niedrigen Dosisbereich wesentlich gefährlicher ist, als offiziell verkündet wird.



1. Nach Dosisrevision und Fortschreibung der Krebsstatistik bei den Überlebenden von Hiroshima/Nagasaki ergibt sich aus den jüngsten Veröffentlichungen des Hiroshima-Instituts für die einmalige Strahlenbelastung mit hohen Dosen durchdringender Wellenstrahlung ein gegenüber dem ICRP-Risikokoeffizienten von 1977 10fach höheres Krebsrisiko.
2. Analysen dieses Datenmaterials durch Wissenschaftler, die nicht den Strahlenschutzkommissionen der Exekutive oder der Strahlenanwender angehören, zeigen eine überlineare Dosis-Risiko-Beziehung im niedrigen Dosisbereich. Das Strahlenkrebsrisiko für Gamma- und Röntgenstrahlen könnte demnach bei diagnostischer Strahlenanwendung und bei Emissionen aus Atomanlagen mindestens 30fach höher sein, als bislang angenommen wird.
3. Experimente mit Zellkulturen widerlegen die Behauptung, bei niedriger Dosisleistung sei die mutagene Wirkung von energiereicher Strahlung weniger wirksam als bei hohen Dosen. Das Gegenteil ist der Fall. Die »Dosisleistungs-Effektivitäts-Faktoren«, mit deren Hilfe die neueren Erkenntnisse aus Hiroshima heruntergespielt werden, entbehren somit jeder Grundlage.
4. Epidemiologische Untersuchungen in Fallout-Gebieten nach Atombombentests und bei den Arbeitern in Atomwaffenfabriken lassen ein Krebsrisiko der Betroffenen erkennen, das deutlich höher ist, als nach den Erfahrungen von Hiroshima/Nagasaki zu erwarten wäre. Eine Dauerbelastung - vorwiegend mit inkorporierter Radioaktivität - könnte wesentlich folgenreicher sein als die einmalige Bestrahlung von außen.
5. Der Anstieg bei Schilddrüsenkrebs und Leukämien, der sich in Belorußland und in der Ukraine bereits 5 Jahre nach Tschernobyl abzeichnet, gibt Grund zu der Befürchtung, daß dieser AKW-Unfall langfristig mehr Opfer fordern wird als Hiroshima.
6. Die bisherige Einteilung der Strahlenfolgen in akute Strahlenkrankheit einerseits und stochastische Langzeitschäden (Krebs, Leukämie) andererseits muß ergänzt werden. Die Gesundheitsschäden, unter denen die Bevölkerung in den vom Tschernobyl-Unfall besonders stark belasteten Regionen leidet, sind nicht darin unterzubringen. Die Symptome, die in zunehmender Häufigkeit und Schwere beobachtet werden, lassen sich als chronische Knochenmarksdepression beschreiben und sind wahrscheinlich durch Akkumulation knochensuchender Radionukleide (Strontium u.a.) verursacht.
7. Das Risiko, aufgrund einer bestimmten Strahlendosis vorzeitig an Krebs zu erkranken, ist folglich um so größer, je stärker die Umwelt mit mutagenen Schadstoffen belastet ist.

(Quelle: Scholz, R.: Bedrohung des Lebens durch radioaktive Strahlung. Ärzte J. Atomkrieg 37, 4/92).

Symptome

Die Erscheinungen der Strahlenkrankheit sind abhängig von der perkutan, oral oder inhalatorisch aufgenommenen Dosisleistung. Da diese im Einzelfall nicht rechtzeitig



bekannt ist, muß sich die Therapie nach Symptomen und klinischen Zeichen (Blutbildveränderungen) orientieren.

Spätschäden

Im Gegensatz zur natürlichsten Strahlung oder Röntgenstrahlung ist die inhalatorische oder perorale Aufnahme von Radionukleiden in den Körper wesentlich gefährlicher, da sie entsprechend ihrer Halbwertszeit in der Schilddrüse (Jod) bzw. im Knochenmark (Strontium) lange strahlen und damit zu Karzinomen bzw. Leukämie führen.

Das Risiko, an einem Malignom zu erkranken, soll pro einem rem um 0,1% erhöht sein. Nach einer Latenzzeit von 3 Jahren steigt die Leukämierate; Magen-, Bronchial- und Mammakarzinome treten nach 8-10 Jahren auf; Schilddrüsenkarzinome nach 15 Jahren. Haarausfall, Sterilität und Blutbildveränderungen können lang anhalten, sind jedoch reversibel.

Begleitschäden

Sehr gefährlich, auch durch ihren verzögerten Heilungsverlauf, sind Kombinationsschäden mit chemischen, thermischen oder physikalischen Schäden beim Entstehen der radioaktiven Wolke im Epizentrum. Die Druckstoßwelle führt zum Trommelfellriß (0,5 atü), Einbrüchen der Stirn- und Augenhöhlen, zu Einrissen der Alveolarwände mit Lungenblutungen und Luftembolien, zu Einrissen von Milz, Leber oder Mesenterium. Ferner ereignen sich durch das Zusammenstürzen von Häusern Frakturen des Schädels, der Wirbelsäule, der Rippen, der Extremitäten, Zerreißen der inneren Organe und äußere Blutungen (Glassplitterverletzungen). Bei abrupter Freisetzung kommt es wie bei einer Atombombe zu Blitzverbrennungen, einer vorübergehenden Erblindung (tagsüber 3-10 Minuten lang, nachts für 15-30 Minuten).

Hierdurch nötige operative Eingriffe können entweder sofort oder bei Panzytopenie erst nach Wochen durchgeführt werden.

Tab. 12: Akute Strahlenkrankheit

| | leicht | mittel | schwer |
|---------------|---------------------------------------|---|---|
| Symptome | 50-100 rd: keine Initialsymptome | 100-150 rd: Frühsymptome: Erbrechen, Übelkeit, Schwindel, Abgeschlagenheit, Fieber, Durchfälle. Je höher die Dosis, desto früher und stärker die Symptome | > 5000 rd: Krämpfe, zentralnervöse und kardiovaskuläre Symptome: Tod in einigen Stunden bis 2 Tagen 1000-5000 rd: gastrointestinale und Kreislaufsymptome, Tod in 3-8 Tagen 500-1000 rd: schweres Erbrechen, innerhalb 1-2 Std. Schwäche; |
| | Schwaches Hauterythem | | starkes Hauterythem |
| Latenzzeit | > 3 Wochen | ca. 2 Wochen | ca. 1 Woche |
| Absinken von: | | | |
| Lymphozyten | in 1-2 Tagen auf 1200/mm ³ | am 1. Tag auf 1200-300 | in Stunden unter 300 |
| Granulozyten | in 45 Tagen 40-50% der Norm | initiale Granulozytose in 1-3 Wochen auf 20% d. Norm | initiale Granulozytose in 1 Woche auf 10% der Norm |
| Thrombozyten | in 30 Tagen auf 50% | in 20 Tagen auf 30-10% | in 14 Tagen auf fast 0% der Norm |
| Retikulozyten | kaum | deutlich in wenigen Stunden | drastisch |
| Knochenmark | vereinzelte Mitoseanomalien, gering | Mitoseanomalien in 1-2 Tagen, Markhypoplasie | innerhalb von Stunden Zellerfall, Nekrosen, Markhypoplasie |
| Folgesymptome | keine | Epilation ab 300 rd., Fieber, Hämorrhagien ab der 2. Woche | Epilation, Fieber, Blutungen und Abdomenschmerzen nach der 1. Woche |

Zur Prophylaxe eines Verbrennungsschocks ist die möglichst frühzeitige Zufuhr elektrolytreicher Getränke, später eine intensive Infusionstherapie notwendig. Hautverbrennungen werden mit Tannin gegerbt. Als Trinklösung bietet sich physiologische Kochsalzlösung mit Natriumbikarbonat an. Zur Infusion innerhalb der ersten 24 Stunden: Prozent verbrannte Körperoberfläche mal kg Körpergewicht als Elektrolytlösung, als Kolloide und als 0,5%ige Glukose (bzw. 3mal als Elektrolytlösung); die Hälfte davon in den ersten 8 Stunden. Bei Kindern ist Plasma vorzuziehen.

Verbrannte Hautflächen werden am Unfallort mit sauberen trockenen Tüchern oder Metalline bedeckt. Sedativa und Analgetika sind wichtig.

Nachweis

Erforderliche Messwerte:

- Ortsdosisleistung: Dosiswarner, Stabdosisimeter (2 kSv-5 kSv), für exakte Langzeitmessungen am Körper, anstelle der nicht eichbaren, jedoch robusten und billigen kleinen Geiger-Müller-Zähler.
- Oberflächenkontaminationsmessung: Großflächen-Proportionalzähler, messen bei Kenntnis des Radionukleids in Bq/m² mit akustischer Einzelimpulsanzeige
- Konzentration der freigesetzten radioaktiven Stoffe in der Luft und ihre Art

Gehalt radioaktiver Stoffe im Bewuchs (Obst, Gemüse), in der Frischmilch und im Trinkwasser: Bestimmung durch die regionalen Strahlenschutzzentren:

Institut für Strahlenschutz und Nuklearmedizin im Allgemeinen Krankenhaus St. Georg, Hamburg, Telefon (040-24) 8292371



Medizinische Hochschule Hannover, Abt. IV Nuklearmedizin und spezielle Biophysik,
Hannover, Telefon (0511) 5323197
Abteilung für Nuklearmedizin in der Radiologischen Klinik, Universitätskliniken im
Landeskrankenhaus, Homburg/Saar, Telefon (05841) 162201
Institut für Medizin der Kernforschungsanlage Jülich GmbH, Telefon (02461) 615-763
Kernforschungszentrum Karlsruhe, Telefon (07247) 823333
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, Oberschleißheim, Telefon (089)
3874-333

»Geigerzähler«

Mit »Geigerzählern« werden gewöhnlich sehr einfache Geräte mit Miniatur-GM-Zählrohren bezeichnet. Solche Geräte können weder eine Kontamination noch eine Dosisleistung messen. Sie dienen nur dem Nachweis von Gamma-Strahlung. Die Anzeige ist oft primitiv, lediglich akustisch (»Ticker«) oder mit Skalen versehen. Gelegentlich sind zusätzliche Impulszählgeräte anschließbar. Damit ein derartiges Gerät auf die J-131-Aktivität in beispielsweise einem Salatkopf erkennbar anspricht (etwa Verdoppelung der Nulleffektsanzeige), müßte eine Aktivität von ca. 50.000 Bq vorliegen.

Geigerzähler sind demnach:

- geeignet höchstens für grob orientierende, aber nicht zahlenmäßig auswertbare Kategorisierungen bei sehr hohem Befall an Aktivität;
- ungeeignet zur Messung von Dosisleistungen oder Kontaminationen.

Dosisleistungs-Meßgeräte

Diese Geräte messen die Dosisleistung durch von außen einwirkende Gammastrahlung (»Strahlenpegel«), wie sie zum Beispiel durch den auf der Bodenoberfläche abgelagerten radioaktiven Fallout hervorgerufen wird. Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Anzeige wird, im Gegensatz zum oben beschriebenen »Geigerzähler«, durch eine aufwendige Detektorkonstruktion gewährleistet. Dosisleistungsmeßgeräte unterliegen in der Bundesrepublik der Eichpflicht und müssen von der PTB (Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig) bauartgeprüft sein, wenn sie für rechtsverbindliche Messungen verwendet werden. Dosisleistungsmeßgeräte zeigen in der Einheit $\mu\text{Sv/h}$ (Mikrosievert pro Stunde) an (alte Einheit mrem/h , $1 \text{ mrem/h} = 10 \mu\text{Sv/h}$). Der natürliche »Nullpegel« liegt je nach Örtlichkeit zwischen 0,08 und 0,12 $\mu\text{Sv/h}$. Geräte, die zur Messung der Umgebungsstrahlung benutzt werden, sollten so empfindlich sein, daß sie im kleinsten Meßbereich den Wert des natürlichen Pegels bei etwa einem Drittel der Skala anzeigen. Mit Dosisleistungsmeßgeräten können in der Regel keine Kontaminationswerte in Bq/cm^2 oder Bq/l angegeben werden. Da sie nur Gamma- und keine Betastrahlen messen, sind Dosisleistungsmeßgeräte weit weniger empfindlich als Kontaminationsmonitore. Außerdem sind definierte Meßbedingungen wegen des weiten Einzugsbereichs der durchdringenden Gammastrahlung schwer zu realisieren. Es gibt zwei Grenzfälle, bei denen ein Dosisleistungsmeßgerät auch für orientierende Bestimmung der Aktivität eingesetzt werden kann: die Belegung der Bodenoberfläche, und die Aktivität in der Milch einer Milchkanne. Beides ist nur bei hohen Aktivitätsbelastungen möglich. Zwischen der Belegung der Bodenoberfläche in Bq/cm^2 und der Dosisleistung in einer bestimmten Höhe, z.B. 1 m über Grund, gibt es einen Zusammenhang; der Wert ist allerdings von der Beschaffenheit der Bodenfläche abhängig. Als Richtwert kann gelten: 10.000 Bq/m^2 J-131 ergibt 0,02 $\mu\text{Sv/h}$ in 1 m Höhe



Wird ein Dosisleistungsmeßgerät auf etwa halber Höhe seitlich an eine Milchkanne von ca. 30 l Inhalt gehalten, so entspricht eine J-131-Belastung der Milch mit 10.000 Bq/l einer Dosisleistung (- zusätzlich zum Nullpegel, dessen Wert vorher am Meßort mit einer wassergefüllten Milchkanne bestimmt werden muß!) von ca. 0,3 $\mu\text{Sv/h}$ entsprechend dem 3fachen üblichen Nullpegel-Wert.

Dosisleistungsmeßgeräte sind demnach:

- sehr gut geeignet zur Messung des äußeren Gamma-Strahlungsfeldes in $\mu\text{Sv/h}$; leider ist diese Angabe verhältnismäßig uninteressant, da die wesentliche Belastung des Menschen durch innere Bestrahlung nach Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper erfolgt;
- gut geeignet zur Messung der äußeren Strahlenbelastung durch Gegenstände, die die Radioaktivität aufkonzentrieren: Luftfilter, Klärschlamm etc. (- aber nicht zur Bestimmung der Radioaktivität in Bq in diesen Gegenständen).
- nicht geeignet zur Messung von Aktivitäten, sei es in Bq/cm² (Flächenaktivitäten) oder in Bq/l (Volumenaktivitäten).

Tragbare Kontaminationsmonitore

Kontaminationsmonitore haben flächige Detektoren mit einem so dünnen Fenster, daß Beta-Strahlung erfaßt werden kann. Üblich sind Fensterflächen von 100 cm² oder größer. Diese Geräte werden normalerweise dazu benutzt, in einem Radionuklidlabor die Kontamination (radioaktive Verschmutzung) von Oberflächen und Gegenständen zu messen. Die »Oberflächen-Kontamination« wird in Bq/cm² (oder Bq/m²) angegeben. Was jedoch ein Kontaminationsmonitor - der ja auf den Detektor treffende Beta-Teilchen zählt - üblicherweise anzeigt, sind Impulse pro Sekunde (s⁻¹) oder pro Minute (min⁻¹). Zur Umrechnung braucht man einen »Kalibrierfaktor«. Der Kalibrierfaktor ist je nach Radionuklid verschieden und wird in Tabellen angegeben. Mit diesem Faktor muß die Anzeige in s⁻¹ multipliziert werden, um die Bq/cm² zu erhalten. Es sind auch Geräte auf dem Markt, bei denen die Umrechnung automatisch - über bereits im Gerät »eingebaute« - Kalibrierfaktoren vorgenommen wird. Bei diesen Geräten erfolgt die Anzeige direkt in Bq/cm². Wenn nicht die Oberflächenkontamination, sondern die »Volumen-Kontamination« in Flüssigkeiten wie Milch, oder in Lebensmitteln - also die Bq/l oder Bq/kg - bestimmt werden soll, müssen die Kontaminationsmonitore mehr oder weniger zweckentfremdet benutzt werden. Die Kalibrierfaktoren für die Oberflächenkontamination sind nicht mehr anwendbar. Das einfache, aber häufig verwendete »Absuchen« von Lebensmitteln wie Salat, Gemüse, Kräutern etc. erlaubt bestenfalls die Aussage »stark kontaminiert«, wenn das Gerät eine über den Nulleffektswert liegende Anzeige ergibt. Ein definierter und reproduzierbarer, d.h. nachvollziehbarer und nachprüfbarer Meßwert oder gar eine Angabe in Bq/kg kann so nicht gewonnen werden.

(Quelle: Gerosa K.: Schutz bei Atomunfällen. Bastei-Lübbe 1986)

Um mit einem Kontaminationsmonitor Volumenkontaminationen bestimmen zu können, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein

- das Meßgut muß in einer vorgegebenen Art und Weise vor den Detektor des Geräts gebracht werden (Meßschale, Zerkleinern oder Pürieren von Gemüse); und
- für eben diese »Meßanordnung« muß der Kalibrierfaktor bekannt sein. Dieser Kalibrierfaktor, der den Zusammenhang zwischen der gezählten Impulsrate (in s⁻¹) und der Aktivität (in Bq/l oder Bq/kg) angibt, ist verschieden vom



Kalibrierfaktor für die Oberflächenkontamination, aber wie dieser vom Radionuklid abhängig. Die Aktivitäten, die sich noch nachweisen lassen (»Nachweisgrenzen«), sind sehr stark durch die Art des Radionuklids und der Probenaufbereitung bestimmt. Man kann daher generell nur Richtwerte angeben.

Es gelten als Nachweisgrenzen:

Für Oberflächenkontaminationen: ca. 1000 Bq/m² (zum Vergleich: der Grenzwert der Strahlenschutzverordnung liegt bei 3.700 Bq/m²).

Für Kontaminationen in Milch oder Wasser: ca. 500-1000 Bq/l (J-131 oder Cs-137)

Für Kontaminationen in Lebensmitteln wie Gemüse: ca. 1000 Bq/kg (J-131 oder Cs-137)

Darüber hinaus bieten Kontaminationsmonitore auch die Möglichkeit, direkt die Aktivität von J-131 in der Schilddrüse von Menschen oder Tieren zu messen. Dazu wird das Gerät mit dem Fenster des Detektors seitlich an den Hals gehalten. Ca. 5000 Bq lassen sich noch nachweisen.

Kontaminationsmonitore mit Detektoren von mindestens 100 cm² Fläche sind demnach:

- sehr gut geeignet zur Messung von Oberflächenkontaminationen ab ca. 1000 Bq/m²
- geeignet für orientierende Übersichtsmessungen an Lebensmitteln unmittelbar nach einem Befall an Aktivität
- bei richtigem Gebrauch geeignet zur Messung von Volumen-Kontaminationen im (verhältnismäßig hohen) Bereich ab ca. 500-1000 Bq/l oder 1000 Bq/kg
- geeignet zur Messung der J-131-Aktivität in der Schilddrüse im Bereich ab ca. 5000 Bq.

Kombinierte Dosisleistungs- und Kontaminationsmeßgeräte

Es gibt auch tragbare Geräte, mit denen sowohl die Gamma-Dosisleistung als auch die Impulsrate für Gamma- oder Betastrahlung angezeigt werden kann. Dies wird erreicht entweder durch verschiedene Detektoren, die von außen über Kabel an das Gerät angeschlossen werden, oder durch ein im Gerät eingebautes Endfenster-GM-Zählrohr mit einem Metallschieber, der zur Dosisleistungsmessung geschlossen werden muß. Solche Geräte sind zwar universell einsetzbar; sie stellen aber im Hinblick auf Empfindlichkeit und Genauigkeit sowohl der Dosisleistungs- wie der Kontaminationsmessung nur einen Kompromiß dar. Kleine Änderungen des natürlichen Umgebungspegels sind nicht ablesbar. Oberflächenkontaminationen lassen sich ab ca. 5000 Bq/m², Aktivitäten in Milch und Wasser ab ca. 5000 Bq/l nachweisen.

Kombinierte Dosisleistungs- und Kontaminationsmeßgeräte sind demnach:

- bedingt geeignet für orientierende Übersichtsmessungen ohne besondere Ansprüche an die Meßgenauigkeit bei hohem Befall an Aktivität.

Tragbare Kontaminationsmonitore mit Szintillationsdetektor-Sonde

Tragbare Szintillationsmeßgeräte sind besonders nützlich zur Bestimmung der Radioaktivität von gammastrahlenden Radionukleiden, wie J-131 oder Cs-137, in Milch direkt beim Bauern, oder in Regenwasserspeichern, Oberflächengewässern und Flüssigkeiten generell. Solche Geräte kosten um die 10.000,- DM. Zur Messung wird der - in einem Edelstahlrohr von ca. 80 cm Länge befindliche - Detektor in einem



Behälter von mindestens 10 l Inhalt mit der auszumessenden Flüssigkeit, z.B. eine Milchkanne, eingebracht.

Die Nachweisgrenzen liegen bei ca. 20 Bq/l.

Tragbare Szintillationsmeßgeräte sind demnach:

– besonders geeignet zum verhältnismäßig empfindlichen Nachweis von Gammastrahlern in Flüssigkeiten, wobei mindestens 10 l, besser ca. 30 l Flüssigkeit zur Verfügung stehen muß.

Labormessplätze mit Szintillationsdetektor und Ringschale zur Bestimmung der Gamma-Aktivität

Wenn Aktivitätskonzentrationen im Bereich unter 100 Bq/l sicher und mit guter Genauigkeit nachgewiesen werden müssen - wie das beispielsweise der Fall ist für die langlebigen Radionuklide im »Fallout« von Tschernobyl -, dann kann dies nur an Einzelproben im Labor erfolgen. Dazu wird ein Szintillationsmeßplatz mit Bleiabschirmung und einer Ringschale mit 0,4 bis 1,5 l Inhalt für das Probengut benutzt. Es lassen sich alle flüssigen Proben, wie Milch, Saft, Wasser, und ferner solche Proben ausmessen, die in die Schale eingefüllt werden können, wie Mehl, Zucker, Getreide oder püriertes Obst und Gemüse. Moderne Geräte mit Mikroprozessor-Elektronik liefern und dokumentieren das Meßergebnis direkt in Bq/l. Dazu muß allerdings der Kalibrierfaktor bekannt und dem Gerät eingegeben worden sein. Der Kalibrierfaktor hängt vom spezifischen Gewicht der Probe, vom Füllgrad der Ringschale und natürlich vom Radionuklid ab. Mit solchen Anordnungen wird in der Regel die Gesamt-Gammaaktivität bestimmt. Die spezifische Messung einzelner Radionuklide ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich, ebenso das Erkennen (»Identifizieren«) von Radionukliden. Die Nachweisgrenzen liegen bei einigen Bq/l für 1 Stunde Meßzeit.

Szintillationsmeßplätze mit Ringschale sind demnach:

– sehr gut geeignet zur genauen Bestimmung auch kleiner Gamma-Aktivitäten in einer Vielzahl von Proben.

– bedingt geeignet zur Spektroskopie, d.h. zum Erkennen und Unterscheiden einzelner Radionuklide.

Labormessplätze zur hochauflösenden Gammaskopie

Das Erkennen und Messen einzelner Radionuklide, auch in geringsten Mengen, ist eine analytische Aufgabe, die den Fachmann erfordert. Diese Aufgabe sollte daher professionellen Labors, wie staatlichen Lebensmitteluntersuchungsämtern oder wissenschaftlichen Instituten, vorbehalten bleiben. Labormessplätze zur hochauflösenden Gammaskopie arbeiten mit Reinstgermanium-Detektoren, die verhältnismäßig teuer sind und während der Messung mit flüssigem Stickstoff gekühlt werden.

Low-level-Labormessplätze mit Großflächen-Proportionaldetektoren zur Bestimmung der Beta- und Alpha-Aktivität

Zur Bestimmung der Beta-Aktivität mit der höchstmöglichen Empfindlichkeit in einer Vielzahl von Proben, wie Luftfiltern, Eindampfrückstand von Wasser, Boden, getrockneten oder veraschten Pflanzen, dienen die sogenannten low-level-Messplätze. Mit diesen Geräten lassen sich, je nach der Art der Aufkonzentrierung, Aktivitäten von weniger als 0,1 Bq/l oder 0,1 Bq/kg nachweisen.



Wie schon bei den Spektroskopiemessplätzen, bleibt ihr Gebrauch den professionellen Labors vorbehalten.

Therapie

Erste und letzte Hilfe

Pierre Curie, der mit seiner Frau Marie und Henri Becquerel 1903 für die Forschungserfolge um die geheimnisvolle »radioaktive« Strahlung den Nobelpreis erhielt, war sich nicht sicher, ob die Menschheit reif genug sei, sich der Geheimnisse der Natur zu bedienen. Heute stehen wir vor der Frage: Darf sich eine Menschengeneration das Recht anmaßen, die Bewohnbarkeit dieses Planeten und alles Leben in Frage zu stellen?! Denn um nichts Geringeres geht es bei der Nutzung der Atomkraft.

Als erstes muß festgestellt werden, daß es bei der Radioaktivität keinen »Schwellenwert« gibt, vor dessen Überschreitung die Einwirkung radioaktiver Strahlen unschädlich wäre. Selbst die geringe »natürliche Radioaktivität« schädigt die Zellen des Körpers.

Fünf Möglichkeiten

1. Die Strahlung beschädigt die Zelle nicht.
2. Die Strahlung tötet die Zelle.
3. Die Zelle wird funktionsunfähig, überlebt aber.
4. Die Zelle wird beschädigt, wird jedoch durch bestimmte Körperenzyme repariert.
5. Die beschädigte Zelle vervielfältigt sich in der neuentstandenen Struktur so lange, bis die Zellart als Krebsgeschwulst andere Organe in Funktion oder Erhalt bis zum Ausfall beeinträchtigt.

Die Belastung durch »Inkorporation« auf dem Nahrungspfad ist viel gefährlicher als eine erhöhte unmittelbare Strahlenbelastung. Denn wenn Sie von Strahlen »beschossen« werden, wie beispielsweise bei einem Röntgenapparat, so können Sie sich der Strahlung entziehen oder auch das Gerät ausschalten. Wenn Sie aber verseuchte Lebensmittel essen (inkorporieren), dann nehmen Sie die Strahlungsquelle in Ihren Körper auf! Angenommen, Sie schlucken mit einem verseuchten Glas Milch einige strahlende Atome Strontium 90, so werden diese in Ihren Körper eingebaut und bestrahlen dann intensiv »aus nächster Nähe« Ihre Körperzellen - lebenslänglich!

Manche Experten glauben, daß mit einer hochgradigen Verdünnung das Problem aus der Welt zu schaffen sei. Bei der Wiederaufbereitungsanlage in Gorleben war ein 400 Meter hoher Schornstein geplant, um die radioaktiven Abgase möglichst weit zu verteilen. In Wackersdorf soll er immerhin noch 100-150 Meter hoch werden.

Sicherlich werden dann die Werte im »Normalbetrieb« nicht so hoch wie nach dem GaU von Tschernobyl liegen, als von der Hessischen Lebensmittelüberwachung in der Schilddrüse eines Rehs 17 Millionen Bq Jod 131 und 3,3 Millionen Bq Cäsium gemessen wurden. Trotzdem braucht man sich von der Verdünnung nicht allzuviel zu versprechen. Diejenige Menge an Strontium 90 etwa, die notwendig ist, um allen Menschen der Erde ihre erlaubte Höchstdosis zu verabreichen, paßt in einen Eßlöffel! Zu den gefährlichen Wirkungen selbst einer geringen radioaktiven Strahlung zählen nicht nur die Krebsgefahr oder die genetische Veränderung, sondern vor allem auch die Herabsetzung der Abwehrkräfte des Körpers gegen Krankheiten. Eine ganze Reihe wissenschaftlicher Arbeiten weist auf den schädlichen Einfluß der



Strahlen auf die Abwehrmechanismen gegen Infektionskrankheiten hin, die durch Bakterien und Viren ausgelöst werden. Übrigens mehren sich Befürchtungen, daß nicht nur der Mensch, sondern auch andere »biologische Systeme« darunter leiden; so wird die These erhoben, daß auch das Waldsterben mit der Schwächung der Bäume durch radioaktive Strahlung zusammenhänge. Ist schon der Normalbetrieb von Kernkraftwerken ein Risiko für die Gesundheit, so wäre ein GaU eine Katastrophe, die die meisten sich nicht vorzustellen wagen. Ein überraschender GaU und eine für Sie ungünstige Windrichtung - und Sie befinden sich in Lebensgefahr. Können Sie sich nicht in einen Bunker retten, wäre die Flucht das Vernünftigste. In einer Stadt jedoch oder bei wenigen Ausfallstraßen kommt diese Möglichkeit wohl kaum in Betracht. Wer von einer zu starken radioaktiven Strahlung erfaßt wird, stirbt. Da gibt es keine Chance mehr. Aber dies geschieht nicht sofort. Es gibt eine qualvolle Zeit des Leidens, der Hoffnung und des Siechens. Das Schreckliche dabei ist, daß es bei einem GaU mit sehr vielen Verletzten für die meisten von ihnen keine Hilfe geben wird. Es gibt sogar Szenarien, die ausmalen, wie verstrahlte Menschen mit Waffengewalt daran gehindert werden, unverstrahltes Gebiet zu erreichen: weil sie selbst »Strahlende« geworden sind! Was können Sie tun? Niemals die Hoffnung aufgeben, weder für sich, noch für andere - denn Sie wissen niemals, wie hoch Sie verstrahlt wurden und ob Sie nicht doch eine Chance haben, die Strahlenkrankheit zu überstehen.

Akute Strahlenkrankheit

Geringe Belastung

In der Frühphase verspüren Sie die Symptome eines »Strahlenkaters«. Er wird spürbar rund vier bis zwölf Stunden, nachdem Sie einer Strahlung ausgesetzt waren. Diese muß auf etwa 25-50 Rem (0,25-0,5 Sv) geschätzt werden, höchst selten vertragen Betroffene 100 Rem (1 Sv) bei gleichen Krankheitszeichen. Der Strahlenkater kann etwa drei bis vier Tage andauern. Symptome. Zuerst werden Sie Kopfschmerzen, Nervosität und Reizbarkeit empfinden. Der Zustand steigert sich wie bei einer schweren Migräne zur Übelkeit mit Erbrechen und Durchfall. Appetitlosigkeit und Mattigkeit stellen sich ein.

Erklärung: Durch die Bestrahlung verändert sich das Blutbild. Es werden weniger weiße Blutkörperchen, weniger Lymphozyten und Blutplättchen gebildet. Die Darmschleimhäute erneuern sich nicht mehr rasch genug.

Behandlung: Jede weitere Strahlendosis ist zu meiden. Schonen Sie Ihre Kräfte. Bekämpfen Sie die Symptome, zum Beispiel den Durchfall mit dünnem schwarzen Tee oder Kamillentee. Schonkost!

Folgen: Sie erholen sich nach etwa zwei bis drei Wochen, wenn keine weitere Belastung durch Strahlen erfolgt. Dann heilen die aktuellen Schäden ab, wobei eine erhöhte Krebsbereitschaft für Ihr restliches Leben bleibt!

Höhere Belastung: Die geschilderten Symptome können auch der Beginn einer schweren Strahlenkrankheit sein. Bei ihr verlaufen die Anfangszeichen wie bei einem Strahlenkater. Dann tritt sogar eine Phase der Erholung ein. Die Betroffenen befinden sich in einer guten Verfassung. Je nach erhaltener Dosis dauert diese Zeit, in der die Strahlenkrankheit sich weiter entwickelt, etwa zwei bis drei Wochen. Jede Anstrengung kann die Krankheit, die dann wieder ausbricht, verschlimmern. Deswegen muß der Patient vollkommene Ruhe bewahren. Jede Bewegung würde



Abwehrkräfte verbrauchen, auf die der Verstrahlte angewiesen ist. Der weitere Verlauf hängt davon ab, ob man von einer hohen Dosis von etwa 100-400 Rem (1-4 Sv) (Ganzkörperdosis) getroffen wurde oder ob die Dosis doch darunter lag.

Symptome: Das Krankheitsbild ist je nach dem Schweregrad verschieden. Es kann sich sofort oder erst nach einer »Latenzphase« von einigen Wochen ausbilden. Zu den Krankheitsanzeichen des Strahlenkaters gesellen sich Fieber, blutig-schleimige Durchfälle, Blutungen in und unter der Haut; die Schleimhäute, auch im Mund- und Rachenbereich, werden rissig. Infektionen können den entkräfteten Körper befallen.

Erklärung: Alle Organe mit rascher Zellteilungsrate sind geschädigt. Das sind die Schleimhäute der Luftwege, im Magen- und Darmtrakt sowie die Keimdrüsen. Diejenigen Zellen des Knochenmarks, die neue Zellen produzieren sollen, sind zerstört. Deswegen gibt es keinen »Nachschub«, so daß sich Infekte und Fieber einstellen. Die Blutgerinnung ist gestört, da sich keine Blutplättchen mehr bilden. Daraus erklärt sich auch die Neigung zu spontanen Blutungen. Es gibt auch keine Neubildung von Darmzellen. Dadurch ist die Funktion des Darms nachhaltig gestört, so daß der Elektrolythaushalt des Körpers entgleist. Es kann sogar die Darmwand reißen.

Behandlung: Wie in der Frühphase. Verletzungen müssen vermieden werden, desgleichen Druck auf den Körper (Blutungsneigung); der Kontakt zum Kranken und seinen Ausscheidungen ist zu meiden, da alles radioaktiv verseucht ist!

Große Vorsicht: Atemschutz, Schutz bei Kontakt!

Folgen: Etwa 5 bis 10% der Kranken werden sterben. Die anderen erholen sich nach Wochen, wobei sie lebenslänglich an den Spätschäden leiden werden. Die am stärksten geschädigten Organe haben eine verminderte Leistung; es besteht erhöhtes Krebsrisiko und eine verminderte Lebenserwartung.

Hohe Belastung: Eine hohe Belastung wird hervorgerufen durch eine Ganzkörperdosis von 400-600 Rem (4-6 Sv).

Symptome: Die bereits beschriebenen Symptome verschärfen sich. Durch die Geschwüre im Mund- und Rachenbereich wird die Nahrungsaufnahme sehr erschwert. Es gibt spontane innere Blutungen. Der Patient liegt apathisch da, seine Haare fallen aus.

Erklärung: Wie oben angegeben. Daß die Haare ausfallen, hängt damit zusammen, daß die durch die Strahlung zerstörten Haarzellen sich nicht mehr neu bilden.

Behandlung: Der Flüssigkeitshaushalt des Körpers muß sorgsam aufrecht erhalten werden. Schmerzstillende Mittel sollten verabreicht werden, stets mittels Ampullen (Tabletten sind wegen der gestörten Magen- und Darmresorption nicht einsetzbar); Antibiotika, um die Infektionen zu beherrschen; Kreislaufmittel. Das Pflegepersonal muß sich gegen die Körperstrahlung schützen.

Folgen: Es wird schwierig, diese Belastung zu überleben. Bei einer Ganzkörperdosis bis zu 300 Rem (3 Sv) wird es bis zu 20% Todesfälle geben; die andern erholen sich erst innerhalb mehrerer Monate. Bis 400 Rem (4 Sv) gibt es etwa 50% Tote. Die



Überlebenden benötigen mindestens fünf Monate zur Erholung, bleiben dann aber in schlechter Verfassung und haben mit Sicherheit Folgeschäden erlitten: Sterilität, Krebs, Leukämie.

Übersicht: Strahlenschäden

| Ganzkörperdosis | Schäden |
|--------------------------|---|
| Niedrigstrahlung | Embryonalschäden, Langzeitschäden wie Leukämie und andere Krebsarten |
| 25- 50 Rem (0,25-0,5 Sv) | »Strahlenkater« |
| 50-100 Rem (0,5-1 Sv) | Schwerer »Strahlenkater« |
| 100-200 Rem (1-2 Sv) | Strahlenkrankheit |
| 200-400 Rem (2-4 Sv) | schwere Strahlenkrankheit, Todesfälle möglich |
| 400 Rem (4 Sv) | 50% Todesfälle |
| 600 Rem (6 Sv) | 100% Tote |
| Teilkörperdosis | Schäden |
| bis 500 Rem (5 Sv) | keine Schäden auf der Haut des Körpers; an der Binde- und Hornhaut der Augen ergeben sich Entzündungen und Linsentrübung |
| bis 800 Rem (8 Sv) | nach 2-4 Tagen: Kribbeln, Jucken, Brennen; dann gibt es tage- bis wochenlang Ruhe, bis sich die Haut entzündet und die betroffenen Stellen schließlich abschuppen |
| bis 1000 Rem (10 Sv) | nach wenigen Stunden werfen sich Hautblasen wie bei starken Verbrennungen auf; hinterher Vernarbung und bleibende Verfärbung der Haut |
| über 1000 Rem (100 Sv) | je nach Dosis schnelle Anschwellung und starke Rötung der Haut, anschließend schmerzhaftes Geschwür; der Heilvorgang dauert Monate |

Tödliche Bestrahlungsdosis

Wer eine Ganzkörperdosis von über 600 Rem (6 Sv) erleidet, stirbt. Starke Blutungen in kürzester Zeit, besonders im Magen-Darm-Bereich, führen zum Kreislauf-Zusammenbruch. In Einzelfällen soll es vorgekommen sein, daß Erkrankte überlebten ... doch in Katastrophenfällen sind ärztliche Bemühungen, auch die höher verstrahlten Patienten noch zu retten, nicht denkbar.

Strahlen-Spätschäden

Schon bei geringer radioaktiver Strahlung treten Spätschäden auf, die erst nach Jahren oder Jahrzehnten sichtbar werden. In Japan stiegen die Krebsraten nach Hiroshima erheblich an:

| Krebsart | Zunahme |
|--------------------------|---------|
| Knochenkrebs | 250% |
| Prostatakrebs | 900% |
| Bauchspeicheldrüsenkrebs | 1200% |
| alle anderen | 60% |

Weitere Spätschäden sind: Linsentrübung am Auge, vorzeitiger Alterungsprozeß, Vererbung von Genschäden, Sterilität, verminderte Lebenserwartung.

Erste Hilfe - Letzte Hilfe?

Die Auflistung der möglichen Strahlenschäden zeigt: Wenn Sie vorbeugen wollen und beispielsweise für eine Familie mit mehreren Mitgliedern Medikamente, Verbands- und Entorgungsmaterial einkaufen müssen, so stehen Sie vor einem fast nicht lösbaren Problem. Erstens kostet dieses medizinische Material eine Menge Geld, zweitens haben Sie vermutlich keine Ausbildung, im Ernstfall alles fachgerecht einzusetzen. Ganz zu schweigen von dem Problem, krankenscheinpflichtige Medikamente wie starke Schmerzmittel, Antibiotika und so weiter in größeren Mengen zu erhalten. Manche Fachleute gehen davon aus, daß ein GaU in unserem Lande, der einige Großstädte mit starker radioaktiver Strahlung erfaßt, 20000 oder noch mehr Tote verursachen kann. Die Zahl der Schwer- und Leichtverletzten soll hier gar nicht geschätzt werden. In Hamburg beispielsweise gaben nach Tschernobyl die für einen solchen Notfall Zuständigen zu, daß es eine Unmöglichkeit wäre, Hamburg innerhalb kürzester Zeit zu evakuieren. Bundeswehr und Bundesgrenzschutz müßten eingesetzt werden, um radioaktiv verstrahlte Bevölkerungsgruppen daran zu hindern, ihren Stadtteil zu verlassen. Viele Menschen, die von einem GaU in Mitleidenschaft gezogen werden, haben nur dann gute Chancen, ihre Gesundheit bestmöglich zu schützen, wenn sie sich richtig verhalten und mit richtig ausgeübter Erster Hilfe bei sich und anderen Schäden durch radioaktive Strahlen mindern.

Die Nahrungskette: eine wachsende Gefährdung Nach Tschernobyl gab es monatelang Diskussionen, was man noch alles essen könnte. Die Aussagen der Fachleute schwankten von »jetzt unbedenklich« bis zur Empfehlung, einen »Becquerel-Speiseplan« aufzustellen. Da die Strahlenbelastung im höchsten Maß unterschiedlich ausfiel, ist die Ausgabe von regionalen Belastungstabellen - die auch noch in nächster Zeit Gültigkeit besitzen sollen - nicht seriös. Selbst die von den Behörden für Lebensmittel herausgegebenen Becquerel-Grenzwerte unterschieden sich von Bundesland zu Bundesland: Bayern duldet als Grenzwert je Liter Milch 500 Bq, Hessen 20 Bq, Hamburg 50 Bq - und die EG schließlich »einigte« sich auf 600 Bq je Liter. Wer gesundheitsbewußt war, verzichtete auf seine Milch. Die Mütter kauften Milchpulver, um ihrem Nachwuchs die radioaktive Belastung zu ersparen. Doch als ein mißtrauischer Bürger darauf bestand, daß das von ihm erworbene

Milchpulver überprüft wurde, ermittelte man 3.320 Bq je Kilogramm. Zwei behördliche Stichproben ergaben immer noch 2000 und 1520 Bq/kg ... Außerdem warnten die Kinderärzte vor ausschließlicher Benutzung. Wer »Sojamilch« anpries, mußte sich von Ärzten sagen lassen, daß übermäßiger Genuß die Krebsgefahr der Bauchspeicheldrüse erhöhe.

Auch wer Dosenmilch hortete, konnte nicht sicher sein: Die Kondensmilch konzentrierte die Becquerel geradezu. Und die Molke in den Molkereien wurde als »Sondermüll« verfrachtet. Gibt es also keinen Ausweg?

Therapieplan:

| | leicht | mittel | schwer |
|---|---|--|-----------------------|
| Ort | ambulant | stationär: Hämatologie | Sterilizelltherapie |
| Dekontamination | Duschen, Haare waschen, Ersatzkleider, Schneuzen, Laxantien, Erbrechen | | |
| Latenzzeit | | extreme Ruhigstellung | extreme Ruhigstellung |
| Gegengifte | Nach Einatmen Dexamethason-Spray Nach Verschlucken oder Einatmen: 1. Radiojod – Jod 2. Caesium – Kalium 3. Strontium – Calcium, Alginat 4. Caesium – Berliner Blau 5. Blei u.a. – DMPS 6. Plutonium – (Zn) DTPA | | |
| Gastroent. Infektabwehr Blutungen | | Volumen- und Elektrolytsubstitution Antibiotika nach Austestung Frischbluttransfusionen, Thrombozytenkonzentrate, Infusion von homologem Knochenmark | |
| Unterstützung | Physiologische Jodzufuhr in endemischen Jodmangelgebieten: 100 µg/KJ täglich | 1. Erw. 100 mg 8stdl., Kinder die Hälfte, Säugl. ein Viertel 2. Erw. 25 mval, 12stdl. 3. Erw. 500 mg 12stdl., Kinder die Hälfte, Säugl. ein Viertel 4. Erw. 500 mg 6stdl., Kinder 8stdl., Säugl. ein Viertel 5. Erw. 100 mg 8stdl., Kinder die Hälfte, Säugl. ein Viertel 6. Erw. 1000 mg 6stdl. i.v. | |
| Verlaufsbeobachtung | Differentialblutbild | Differentialblutbilder, Knochenmarkpunktionen, Chromosomenbestimmung | |

Radioaktive Unfälle

- Während einer Röntgenaufnahme hat sich ein Kind unbemerkt im Strahlengang aufgehalten.
- Ein ganz »normaler« Autounfall verwandelt sich zum Atomunfall, weil Gefäße mit illegal geschmuggeltem Plutonium beschädigt wurden.

Zwei Fälle mit noch nicht einschätzbarem Risiko für die Betroffenen und unter Umständen auch für den Helfer. Dennoch droht dem zunächst offenbar unverletzten Patienten im Moment keine akute Gefahr am Unfallort wie bei anderen Notfällen. Der



gerufene Arzt hat vor allem damit zu tun, die erfolgten Strahlenbelastungen rechnerisch zu rekonstruieren und schriftlich festzuhalten. Derartige Angaben sind unumgänglich, damit in der Klinik das Strahlenrisiko für den Patienten abgeschätzt und die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet werden können.

(Quelle: Therapiewoche 10/1995)

Für derartige Unfälle gelten als erste Sicherheitsmaßnahmen:

- genügend Abstand zur Strahlenquelle zu schaffen (hier gilt das Abstandsquadratgesetz, nach dem schon der verdoppelte Abstand zur Strahlenquelle das Risiko erheblich reduziert)
- Abschirmungen durch große Gegenstände auszunutzen
- den Aufenthalt im Strahlenbereich zu begrenzen
- bei der Patientenversorgung Schutzkleidung, z.B. OP-Kleidung mit OP-Maske, zu tragen

Bei der beispielhaft erwähnten ersten Strahlenquelle, dem Röntgengenerator, handelt es sich um einen umschlossenen Nuklid. Hier muß als erstes die Strahlenquelle abgeschaltet, verschlossen oder abgeschirmt und/oder der Patient aus dem Einwirkungsbereich genügend weit entfernt werden. Danach geht weder von der Strahlenquelle noch vom Patienten eine Strahlungsgefahr aus. Im Fall des illegalen Plutoniumtransports haben wir es - sofern es sich tatsächlich um Plutonium handelt - mit einem sehr viel gefährlicheren, offenen Nuklid zu tun. Hier muß an Eigenschutz des Helfers gedacht werden, da die Gefahr der Kontaminationsverschleppung besteht. Haut, Kleidung sowie Gegenstände in unmittelbarer Umgebung sind kontaminiert und strahlen weiter, wenn nicht sofort Gegenmaßnahmen getroffen werden. Nachdem der Patient aus dem Einwirkungsbereich der Strahlenquelle entfernt worden ist, muß ihm die Kleidung ausgezogen werden. In Plastikbeuteln verpackt muß sie zur weiteren Untersuchung geführt werden. Der Körper des Patienten ist mit Wasser und Seife, evtl. mit Dekontaminationsmitteln, sehr gut abzuwaschen. Bei offenen Wunden sollte am Unfallort eine wundnahe venöse Stauung sowie eine Wundspülung erfolgen. Zur rechnerischen Rekonstruktion der erfolgten Strahlenbelastung ist unbedingt ein Strahlenschutzbeauftragter über die Rettungsleitstelle anzufordern. Als Ansprechpartner gelten die elf regionalen Strahlenschutzzentren der Bundesrepublik oder auch das nächstgelegene Kernkraftwerk. Sind Strahleneinwirkungen wahrscheinlich, muß der Patient in eine Unfallklinik eingewiesen werden, wo eventuelle Symptome zunächst exakt beobachtet werden. Zu diagnostischen Zwecken ist dort sofort ein komplettes Blutbild mit Thrombozytenbestimmung anzufertigen, außerdem empfiehlt sich eine Chromosomenanalyse und eine HLA-Typisierung. Übelkeit und Erbrechen in den ersten zwei Tagen oder auch ein Lymphozytenabfall unter $100/\text{mm}^3$ weisen auf eine gefährliche Strahlendosis von mehr als 1 Gy hin. Die Strahlenwirkung hängt von den bestrahlten Organen, dem Funktionszustand der betroffenen Körperstellen, den Bestrahlungsbedingungen, dem Alter der Betroffenen und der Strahlenart ab. Alpha- und Neutronenstrahlung besitzt im Vergleich zu Gamma-, Röntgen- und Elektronenstrahlung bei gleicher Energie eine höhere biologische Wirksamkeit.

Für den Arzt sind heute zwei Meßeinheiten wesentlich: die in Gray (Gy) berechnete Energiedosis und die in Sievert (Sv) gemessene effektive Dosis, die die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Organe in bezug auf das



Krebsrisiko und genetische Veränderungen berücksichtigt. Ausgehend von den unterschiedlichen Dosiswirkungsbeziehungen wird zwischen deterministischen (nichtstochastischen) und stochastischen Strahlenschäden unterschieden. Bei den deterministischen Strahlenwirkungen, hier sind das akute Strahlensyndrom, entzündliche Frühreaktionen und fibrosierende Spätschäden bestrahlter Organe zu nennen, steigt der Schweregrad der Erkrankung nach Überschreiten einer Schwelle mit der Dosis an. Unterhalb der Schwellendosis ist keine Erkrankung zu erwarten. Bei den stochastischen Strahleneffekten ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von der Dosis abhängig; hier besteht nach heutigem Kenntnisstand keine Schwellendosis. Zu den stochastischen Strahlenwirkungen gehören strahlenbedingte Krebserkrankungen und vererbare Mißbildungen, für die ein Risiko selbst nach geringer Strahleneinwirkung besteht. Bei einer Dosis von 1-3 Gray kommt es zur Störung der Blutzellneubildung, die nach etwa 28 Tagen ihr Maximum erreicht hat (hämatopoetische Verlaufsform). Die Pathologie ist ähnlich einer Chemo- oder Radiotherapie: Leukozytenabfall, Lymphozytensturz, Infektionen, Blutungen und schließlich Verödung des Knochenmarks. Die Symptome, hauptsächlich Haarausfall, Schwäche, Diarrhoe und Mattigkeit, treten in der Regel ab der dritten Woche auf. Bei Behandlung hat der Patient eine gute Prognose.

Bei einer Dosis von etwa 5 Gy sind zudem die empfindlichen Zellen des Magen-Darmtraktes betroffen. Mit der Zerstörung des Darmepithels und Eindringen von Keimen kommt es sehr schnell zu Diarrhoe, Erbrechen mit Blut, Fieber, Spasmen und Kreislaufkollaps. Die Diagnose ist schlecht, die Hälfte der Betroffenen stirbt nach zwei bis drei Wochen. Sehr hohe Strahlungsdosen von über 20 Gy, bisher nur bei sehr großen Ereignissen wie der Tschernobyl-Katastrophe aufgetreten, führen innerhalb von wenigen Stunden bis Tagen zum Tod (zerebrale Verlaufsform). Es kommt zu Entzündungen des Knochenmarks und des ZNS und schließlich zum Hirnödem. Durch die übliche molkereitechnische Verarbeitung von kontaminierter Vollmilch können weitgehend dekontaminierte Milchprodukte (z.B. Butter und Sauermilchquark) hergestellt werden. Der Hauptteil der Radionuklide verbleibt in der Molke.

Cäsium-Dekontamination von Fleisch [\(Kreuzer\)](#)

Nach radioaktiven Unfällen ist die Kontaminierung von Fleisch durch Cäsium 134 und Cäsium 137 im gealterten fallout von besonderer Bedeutung. Die Cs 137-Kontamination des Fleisches übertrifft dann die anderer Lebensmittel wesentlich, da Caesium über eine außerordentlich hohe Affinität zur Muskelzelle verfügt. Unter optimalen Verhältnissen kann Caesium vom tierischen wie auch vom menschlichen Darm bis zu 100 Prozent aufgenommen werden.

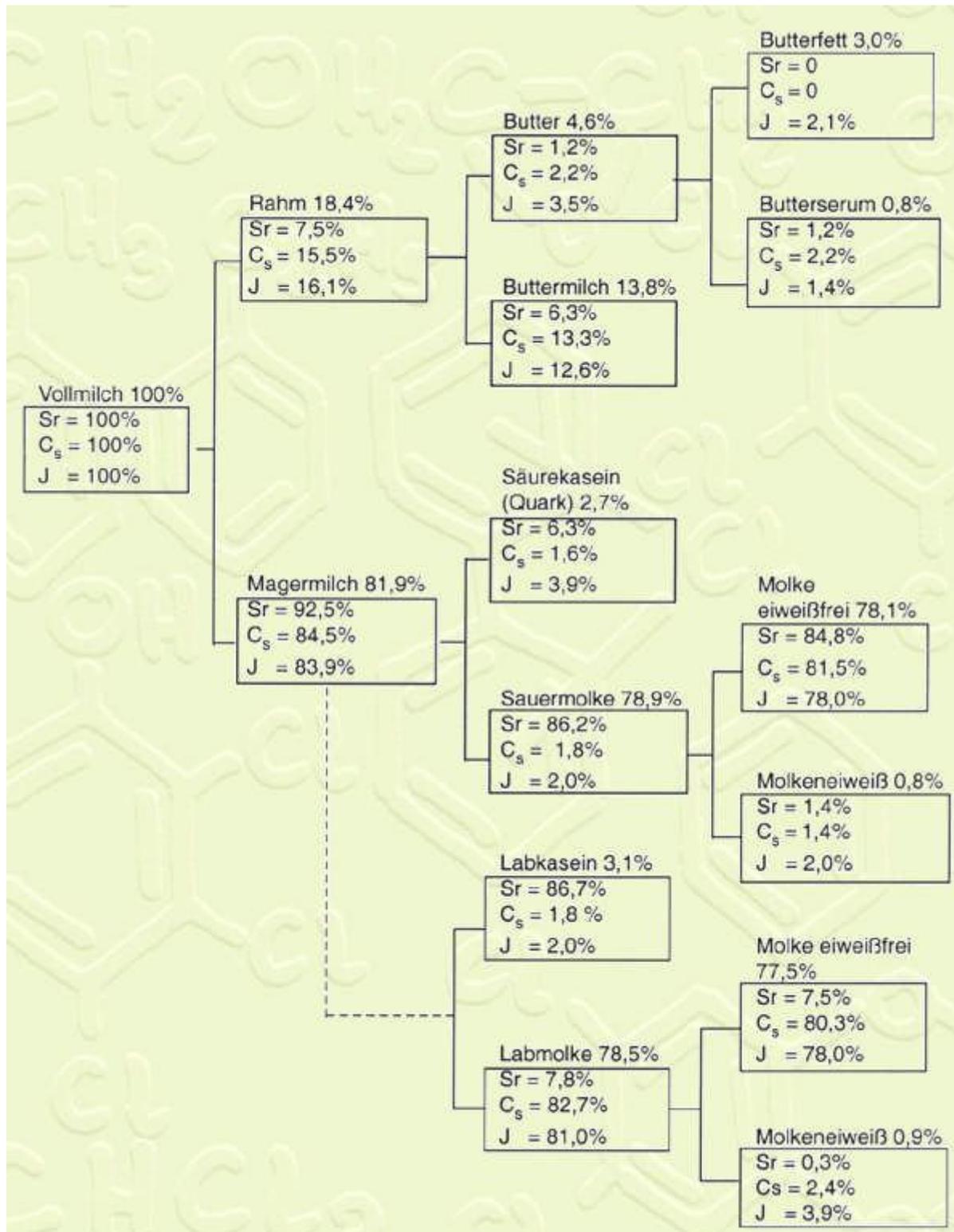


Abb. 5: Dekontamination von Milch

CS 137 liegt im Fleisch ional gebunden oder frei vor und ist deshalb einer Dekontamination durch Diffusion, Osmose und auch Ionenaustausch relativ leicht zugänglich.

Pökeln, Kochen oder Dämpfen sind Bearbeitungs- bzw. Zubereitungsverfahren für Fleisch, bei denen Diffusions-, Osmose- und Ionenaustausch-Vorgänge stattfinden. Bei der gewerbeüblichen Pökellung (Lake-Fleisch-Verhältnis von 3 : 1) können 10 bis 20 Prozent der Cs 137-Kontamination aus dem Fleisch entfernt werden. Durch



diffusionsfördernde und dabei noch gewebeauflockernde, aber auch Osmose und Ionenaustausch begünstigende Maßnahmen (Lakewechsel, Erweiterung des Lake-Fleisch-Verhältnisses oder Pökeln in Lake steigender Konzentration) kann der Dekontaminationseffekt gesteigert werden. Durch hochprozentige Salzlösungen wird Cs 137 aus den Muskelfasern über die Zwischenzellräume nach außen befördert. Eine praktisch 100prozentige Dekontamination wird erreicht bei einem auf 10 : 1 erweiterten Lake-Fleisch-Verhältnis und einem Pökeln des Fleisches mit Lakewechsel (22 Stunden in 2prozentiger, 8 Stunden in 4prozentiger, 14 Stunden in 10prozentiger und abschließend 24 Stunden in 8prozentiger Lake). Je kleiner das Fleischstück, desto schneller ist die Dekontamination. Gekochtes oder nach 1- bis 2stündigem Wässern geschmortes Pökelfleisch weist keine deutliche Beeinträchtigung des Genußwertes auf. Weitere Dekontaminationsmöglichkeiten sind bei der küchenmäßigen Zubereitung von Fleisch gegeben. Durch Kochen können aus Rindfleisch bis zu 72% seiner ^{137}Cs -Aktivität dekontaminiert werden, bei Schweinefleisch etwas weniger. Kochen stellt einen Extraktionsvorgang dar, der optimal wirkt, wenn das Fleisch kalt zugesetzt und die Kochflüssigkeit bis zum Weichwerden des Fleisches mehrmals gewechselt wird. Dabei sollte das Erhitzen bis auf 40 °C möglichst schonend erfolgen, da eine vorzeitige Eiweißkoagulation die Extraktionswirkung des Kochprozesses wesentlich einschränkt. Genußwert und Kochverlust unterscheiden sich kaum vom üblichen Kochen, weil Fett, aromagebende Extraktionsstoffe, wie Kreatin und Kreatinin, erst bei Temperaturen über 80 °C in nennenswerter Menge in das Kochwasser abgegeben werden. Die erhaltene Bouillon dürfte sich daher qualitativ kaum von der unterscheiden, wie man sie bei nach Hausfrauenart kalt zugesetztem Fleisch erhält. Im Wesen dem Kochen vergleichbare Vorgänge sind Dämpfen und Dünsten. Normales Dünsten und Dämpfen ergibt Dekontaminationsquoten zwischen 43 und 53%. Man erhält jedoch Dekontaminationsquoten für ^{137}Cs zwischen 55-70%, wenn zum Dünsten und Dämpfen etwas mehr Wasser als sonst üblich benutzt und das Wasser im Verlaufe der Zubereitung ein- bis zweimal gewechselt wird. Außerdem empfiehlt es sich, das Fleisch in Scheiben zu erhitzen, weil dann deren große Oberflächen, vor allem in Gegenwart größerer Mengen Kochwassers, die ^{137}Cs -Dekontamination begünstigen. Am geringsten ist die Dekontaminationswirkung beim Braten, insbesondere dann, wenn das Fleisch scharf angebraten wird, es also kurzfristig zu einer der Extraktion hinderlichen Koagulation an der Oberfläche kommt. Die Dekontaminationsquote beträgt dann nicht mehr als 19%. Fettgewebe oder aus ihm gewonnene Produkte, wie zum Beispiel Speck, können, da sie kaum mit ^{137}Cs inkorporiert sind, auch von kontaminierten Schlachtkörpern sofort dem Verzehr zugeleitet werden. Durch Ausschmelzen von Schweinefett zu Schweineschmalz lassen sich mit den letzten Wasserresten auch eventuelle Spuren von ^{137}Cs im Fettgewebe entfernen. Alternativ kann Fleisch in eine 10%ige Berliner Blau-Lake eingelegt werden. Das Eisen aus dem Eisen III-hexacyanoferrat II wird gegen Cäsium aus dem enterohepatischen Kreislauf ausgetauscht. Berliner Blau ist unlöslich und wird nicht resorbiert. Im Anschluß an eine Essig-Lake (10%ig) ist Cäsium nach 8 Std. zu 100% eliminiert. In umfangreichem Maße hat sich das Zumischen von Berliner-Blau (2x 1,5 g) zu radioaktiv verseuchtem Futter bei Schweinen (Molke) und Kühen in Südbayern bewährt, da hierdurch das Fleisch bis zum Schlachten 100% frei von radioaktivem Cäsium wird (Giese).



Enterohepatische Elimination von Radiocäsium

Schwangere, Kleinkinder oder Ostblockreisende sowie stillende Mütter, die eine mehr oder minder begründete Angst vor radioaktivem Cäsium haben, können mit Berliner Blau (BB) behandelt werden. BB (K-Fe-III-hexacyanoferrat-II) ist ein unlöslicher Komplex, der im Magen-Darm-Trakt nicht resorbiert oder aufgespalten wird und über den Stuhl den Körper bei Nichtvorhandensein von Cäsium oder Thallium wieder verläßt. Falls Blut aus Muskeln oder anderem Gewebe in der Leber umgebaut wird und Cäsium über die Galle in den Darm gelangt (enterohepatischer Kreislauf), wird Kalium und Eisen gegen Cäsium im BB ausgetauscht und verläßt in dem Zyankomplex über den Darm den Körper. Da BB als völlig ungefährlich gilt, kann diese Behandlung jederzeit empfohlen werden. Als Radiogadase Cs (Fa. Heyl, 60 K. à 0,5 g, 66,- DM; Generic: 100 K. 67,- DM) ist BB zu dieser Indikation in der BRD zugelassen und eingehend untersucht. 70% des aufgenommenen Cäsiums werden aus dem Körper eliminiert. Dosis und Behandlungsdauer richten sich nach den gemessenen Urinwerten.

Tab. 13: Antidottherapie nach Inkorporation von Radionukleiden

| Element | Resorption % | Ausscheidungsbeschleunigung | Resorptionshemmung |
|-------------|--------------|---|-----------------------------------|
| Actinium | 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Astatin | 100 | | Kaliumjodid |
| Americium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Antimon | 10 | DMPS/Metalcaptase | |
| Arsen | 50 | DMPS | |
| Barium | 10 | | Natriumsulfat |
| Berkelium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Blei | 20 | DMPS | Natriumsulfat |
| Cadmium | 5 | Zn-Ditripentat | |
| Calcium | 30 | Calciumglukonat | Calciumglukonat |
| Californium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Cer | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Cäsium | 100 | Berliner Blau (auch nach Resorption) | Berliner Blau |
| Chrom | 10 | Zn-Ditripentat (nur als Kation) | |
| Curium | < 0,1 | Zn-Ditripentat (nur als Kation) | |
| Eisen | 10 | Desferroxamin | Desferroxamin oral |
| Einsteinium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Europium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Fluor | 1 | | |
| Gold | 10 | DMPS/Metalcaptase (nicht kolloidal) | |
| Indium | 2 | Zn-Ditripentat | |
| Jod | 100 | Kaliumjodid | Kaliumjodid |
| Kalium | 100 | Diuretika (Furosemid) | Kaliumsubstitution |
| Kobalt | 30 | DMPS/Zn-Ditripentat | |
| Kupfer | 50 | DMPS/Metalcaptase | Eiweiß in Milch |
| Lanthan | 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Mangan | 10 | Zn-Ditripentat | |
| Natrium | 100 | Kochsalz-Infusionen | Kochsalz |
| Neptunium | 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Nickel | 5 | DMPS/Metalcaptase | |
| Phosphor | 80 | Natriumphosphat | Aluminiumhydroxyd, Parathormon |



| | | | |
|-------------|-------|--------------------------------------|------------------------------|
| Plutonium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Polonium | 10 | DMPS/Metalcaptase | Natriumsulfat |
| Promethium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Quecksilber | 100 | DMPS/Metalcaptase | Eiweiß in Milch |
| Radium | 20 | Calciumglukonat | Natriumsulfat |
| Rubidium | 100 | | Berliner Blau |
| Scandium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Strontium | 30 | Calciumglukonat | Natriumsulfat |
| Technetium | 80 | | Kaliumpermanganat |
| Thallium | 100 | Berliner Blau | Berliner Blau |
| Thorium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Tritium | - | Wasserzufuhr | Wasserzufuhr |
| Uran | 5 | Zn-Ditripentat, Natriumbikarbonat | Ditripentat in ersten 4 Std. |
| Yttrium | < 0,1 | Zn-Ditripentat | |
| Wismuth | 5 | DMPS/Metalcaptase | |
| Zink | 50 | Zn-Ditripentat | |
| Zirkon/Niob | < 1 | Zn-Ditripentat | |

Nach unseren bisherigen Erfahrungen genügt bei Erwachsenen die Gabe von 3 \times 0,5 g täglich, bei Säuglingen 0,5 g einmal täglich 10 Tage lang in wiederholten Intervallen.

Vor den (Privat-)Krankenkassen läßt sich die Antidotgabe nur bei entsprechend hohen Cäsiumwerten im Körper rechtfertigen. Umfangreiche klinische Erfahrungen mit BB liegen bei der Thalliumvergiftung vor, die den gleichen pharmakologischen Wirkungsmechanismus wie die Aufnahme von Cäsium hat. Passionierten Wildfleisch- oder Innereien-Konsumenten bzw. Pilzliebhabern kann man die wissenschaftlich erwiesene Elimination mit BB empfehlen: Einlegen des Fleisches oder der Pilze in 5%ige Essigsäure (zum Öffnen der Zellwände), abwaschen, einlegen in 10%ige BB-Lösung.

Prophylaxe

Schilddrüsenprophylaxe mit Jod bei Reaktorzwischenfällen

In Deutschland nehmen Jodmangel- und Strumaendemiegebiete in Nord-Süd-Richtung an Dichte zu. Die unzureichende Versorgung mit Jod, dem Schlüsselement der Schilddrüse, geht bei jungen Männern (Rekruten) mit einer Kropfhäufigkeit von 15% einher. Bei Schulkindern soll sie bis zu 40% betragen. Zur individuellen Strumaprophylaxe wird eine Tagesdosis von 0,1-0,2 mg Jod (1 Tablette JODID 100 bzw. JODID 200) oder 1 Tablette THYROJOD DEPOT zu 1,5 mg/Woche oder verdünnte LUGOL'sche Lösung (vgl. a-t 7 [1989], 63) empfohlen. Genügende Jodversorgung beugt Kropf, Folgeerkrankungen der Schilddrüse und Funktions- und Entwicklungsstörungen vor. Sie schafft auch eine bessere Ausgangslage bei Reaktorzwischenfällen. Jod liegt in Kernreaktoren gasförmig vor. Bei Unfällen ist mit der Abgabe radioaktiven Jods in die Luft der Umgebung zu rechnen. Eine jodverarmte Schilddrüse nimmt nach Absorption über die Lungen im Mittel 60% bis 70% des Bedarfs an Jod in radioaktiver Form auf, eine ausreichend mit Jod versorgte Schilddrüse nur 20-30%. Um die Schilddrüse so mit Jod abzusättigen, daß sie



weniger als 1% des in der Blutbahn zirkulierenden radioaktiven Jods aufnimmt, wird zur Prophylaxe mit hochdosierten Jodid-Tabletten geraten. Diese soll einen Strahlenschaden der Schilddrüse, besonders ein Schilddrüsenkarzinom, verhindern. Die Wahrscheinlichkeit der Schädigung hängt von der Strahlenexposition ab. Der Hauptausschuß Atomenergie sieht eine anzunehmende Organdosis (Absorption durch Inhalation) von 200-1.000 mSv (Millisievert, entsprechend 0,02-0,1 rem) als Indikation für die hochdosierte Prophylaxe an. Diese darf nur gezielt nach Aufforderung durch die Behörden unter Berücksichtigung des zu erwartenden Expositionsrisikos vorgenommen werden. Die Vorbeugung beginnt am besten kurz vor der zu erwartenden Exposition mit radioaktivem Jod, kann aber auch bis sechs Stunden danach noch effektiv sein.

(Quelle: Arznei-Telegramm 2/91)

Die empfohlene Jodiddosis liegt rund 1.000fach über der zur Strumaprophylaxe gebräuchlichen

Nach initial 200 mg sollen Erwachsene alle acht Stunden nach den Mahlzeiten 100 mg bis zu einer Gesamtmenge von 1.000 mg einnehmen oder solange das Risiko der Aufnahme radioaktiven Jods besteht. Auch Tagesdosen zwischen 30 und 130 mg Kaliumjodid werden für ausreichend erachtet - allerdings nur für gut mit Jod versorgte Gebiete. Kinder von 20 kg bis 40 kg Körpergewicht (KG) erhalten die halbe Initial- und Erhaltungsdosis, Säuglinge und Kleinkinder bis 20 kg KG täglich 50 mg bis zu einer Gesamtdosis von 200 mg. Schwangere bekommen die Dosis für Erwachsene. Schon ab der 12. Woche, vor allem aber im letzten Drittel der Schwangerschaft speichert die fetale Schilddrüse über das mütterliche Blut erhebliche Jodmengen. Eine jodinduzierte Struma mit Hypothyreose kann post partum mit Levothyroxin (EUTHYROX u.a.) behoben werden. Ausgeprägte Formen machen unter Umständen eine Tracheotomie erforderlich. Geburtshelfer müssen daher von der erfolgten Hochdosisprophylaxe mit Jod während der Schwangerschaft wissen. Von der Eigenbevorratung mit hochdosierten Jodid-Tabletten wird abgeraten, da sie bei unzureichender Lagerung verderben können und die ungezielte Einnahme vermieden werden soll. Die Risiken der breit gestreuten hochdosierten Jodprophylaxe in Katastrophenfällen sind kaum überschaubar, da Erfahrungen fehlen. Es muß gewährleistet sein, daß Personen mit Jodüberempfindlichkeit oder Schilddrüsenkrankheiten sowie Dermatitis herpetiformis DUHRING von der Hochdosisprophylaxe ausgeschlossen werden. Alternativ kann die Jodaufnahme kompetitiv mit Perchlorat gehemmt werden: initial 3 Tabletten KALIUM PERCHLORAT BAER oder 45 Tropfen IRENAT, danach alle 5 Stunden jeweils 1 Tbl. bzw. 15 Tr.; Prophylaxedauer wie bei Jodid. Gefährdet durch Jodid sind Personen mit latenter Hyperthyreose. Hinter scheinbar harmlosen »Jodmangelstrumen« kann sich eine symptomlose Hyperthyreose verbergen. Schwere jodinduzierte Hyperthyreosen sind internistische Notfälle und nur in endokrinologischen Zentren zu betreuen, da die gängigen medikamentösen Maßnahmen oft nicht hinreichend wirksam sind. Bei Beeinträchtigung der zerebralen Funktion durch Psychose oder Koma und therapierefraktären kardialen Störungen besteht in der Regel eine Indikation zur sofortigen Schilddrüsenresektion. Mit Hautreaktionen ist bei bis zu 1% der Bevölkerung zu rechnen, ferner mit Magen-Darm-Störungen (Übelkeit, Abdominalschmerzen), Sialoadenitis und Geschmacksstörungen sowie allergieähnlichen

Reaktionen: Jodschnupfen, Jodfieber, Eosinophilie, Serumkrankheit-ähnliche Symptome und Vaskulitis. Gefährdet sind besonders Patienten mit



hypokomplementärer Vaskulitis. Wenig Beachtung als Folge einer Schilddrüsenblockade findet meist die Verlagerung der Strahlenexposition auf andere, im allgemeinen strahlensensiblere Organe. Möglicherweise vermindert gerade die Speicherwirkung der Schilddrüse eine kritische Ganzkörperbelastung. Gegen andere radioaktive Stoffe bietet die Jodprophylaxe keinen Schutz.

FAZIT: Durch rechtzeitige Blockade der Schilddrüse mit Jodid läßt sich bei Reaktorzwischenfällen die Einlagerung von Radiojod in die Schilddrüse vermindern. In den Richtlinien des Hauptausschusses für Atomenergie wird die Kaliumjodidprophylaxe für eine Organexposition von 200-1.000 mSv (0,02-0,1 rem) für sinnvoll erachtet. Welche Bedeutung in einer solchen Situation dem isolierten Schutz der Schilddrüse zukommt, läßt sich schwer abschätzen. Die hochdosierte Jodprophylaxe kann zwar die Schilddrüse vor Strahlenschäden bewahren, ist aber kein universell wirksamer Strahlenschutz. Im Ernstfall kann die Prophylaxe ein trügerisches Sicherheitsgefühl hervorrufen. Andere Maßnahmen wie Evakuierung werden durch die Jodeinnahme nicht überflüssig.

Jodprophylaxe bei kerntechnischen Unfällen

Der Deutsche Ärztetag hat zur Kenntnis genommen, daß neben anderen Wissenschaftlern auch die Strahlenschutzkommission beim Bundesumweltministerium (Empfehlungen der 136. Sitzung am 22./23. Februar 1996 - Bundesanzeiger Nr. 53 vom 18.3.1997) aus den Erfahrungen mit dem Reaktorunfall in Tschernobyl den Schluß gezogen hat, die Empfehlungen zur Einnahme von Jodtabletten zu überdenken. Da es auch weitab vom Ort einer Reaktorkatastrophe zu nennenswerten Inkorporationen von Radiojod und einer dadurch bedingten Steigerung der Krebshäufigkeit bei Kindern kommen kann, kommt die Strahlenschutzkommission neben einer Empfehlung, die deutschen Eingreifrichtwerte für die Jodeinnahme den (niedrigeren) internationalen anzupassen, auch zu der Empfehlung »entsprechender organisatorischer Maßnahmen, auch im Fernbereich von Kernreaktoren« im Hinblick auf die Bereitstellung der Kaliumjodidtabletten.

Der Deutsche Ärztetag fordert die Bundesregierung auf, die »Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen« hinsichtlich der Jodbevorratung so zu ändern, daß jeder Bundesbürger, für den im Katastrophenfalle die prophylaktische Kaliumjodideinnahme indiziert ist, auch eine realistische Chance hat, vor der Inkorporation von Radiojodid die für ihn bevorrateten Kaliumjodidtabletten zu erhalten. Das bisherige Konzept des Katastrophenschutzes, das eine dezentrale Bevorratung lediglich in unmittelbarem Umkreis der deutschen Kernkraftwerke vorgesehen hatte und darüber hinaus nur eine zentrale Bevorratung, ist nach Auffassung des Deutschen Ärztetages auch vor dem Hintergrund der Empfehlungen der Strahlenschutzkommission nicht mehr verantwortbar.

Direktstrahlung dringt durch Schutzanzüge

Die Schutzanzüge für die Einsatzkräfte bei Reaktorunfällen bieten keinen Schutz gegen die Direktstrahlung. Das geht aus der Antwort der Bundesregierung auf entsprechende Fragen der Grünen hervor. Die Pflichten von Helfern der Katastrophenschutzeinheiten bei kerntechnischen Unfällen seien in den Gefahrenabwehr- und Katastrophengesetzen der Länder geregelt. Deren Pläne des Katastrophenschutzes enthielten bei Reaktorunfällen keine besonderen Regelungen über Hilfspflichten der Bevölkerung. Für einen solchen Einsatz seien Personengruppen aus Berufsständen und freiwilligen Hilfsorganisationen



vorgesehen, die entsprechend ausgebildet und mit den Strahlungswirkungen vertraut seien. Bei besonders schweren Unglücksfällen würden nach den Vorschriften des Strahlenschutzes Einheiten von Bundeswehr und Bundesgrenzschutz hinzugezogen.

Maßnahmen beim Kernunfall

1. Vorsorge

- alles schützen vor einer Vergiftung mit radioaktiver Strahlung
- Einstellen auf Ausfall von Strom, Wasser und Versorgung. Autark sein!
- keine Flucht wegen unbekannter Radioaktivität
- Vorräte aus robustem, luftdicht verpacktem, mechanisch verwendbarem Material
- kein Kunststoff, sondern Wolle oder Metall
- Leben wie auf einer Berghütte planen

1.1 Wasser (s.u.)

Regentonnenwasservorräte (1 Kristall Kaliumpermanganat auf 1 Liter)

Mineralwasser (Glasflaschen)

Wasserfilter

Micropur-Tabletten (Silber!)

Wasserstoffperoxid-Tbl. (Natriumperhydrid, Fa. Merck)

Kaliumpermanganat (Mangan!)

Wenn das Wasser verseucht ist, im Haus Absperrhahn verschließen, oben Hahn öffnen, unten auslaufen lassen (Trinkwasser),

Toilettenspülkasten voll Brauchwasser.

- WC nicht mehr benützen!

1.1.1 Fäkalien

Zugedeckter Wassereimer als Toilette. Umfüllen in Mülltonne, mit Torf oder Erde abdecken.

1.2 Essen (s.u.)

Dauerbrot in Dosen, Knäckebrot, Essigessenz

Grieß

Honig

Kartoffelbrei mit Milchpulver

Kartoffeln, Rote Rüben, Karotten einlagern

Kokosfett in Dosen

Linsen, Bohnen, Erbsen

Öl (Oliven, Sonnenblumen)

Nüsse

Reis (Sack)

Salz in Dosen

Suppen

Weizen (Mehl) und Weizenmühle

Zucker (am haltbarsten)

Konserven (auch Glas):

Sauerkraut, Aprikosen, Kirschen, Gemüse, Suppen, Fleisch, Rote Rüben, Erbsen,

Bohnen, Karotten, Saftextrakte (Hagebutte, Sanddorn u.ä.), Backpulver

(gefriergetrocknet in Alu-Tüten), Zuckerrohrmelasse

Feigen, Trockenobst

Rosinen



Keimling Saatgut
Petersilie und Schnittlauch im Blumentopf
Schokolade
Tee, Kaffee

1.3 Notfallapotheke

Alkohol (Isopropyl 50%)
Aspirin gegen Schmerzen
Binden, elastische
Brandwundenverbandpäckchen
chirurg.-Pflaster
Diazepam zur Beruhigung, bei Tetanie
Diclofenac gegen rheumat. Schmerzen
Melkfett zum Hauteinfetten
Nitro-Spray gegen Herzkranzgefäßverengung
Valoron N gegen Schmerzen

1.3.1 Antidote

Auxilosan-Spray gegen Lungenverätzung
Berliner-Blau gegen rad. Cäsium
Calcium gegen rad. Strontium
Jod gegen rad. Jod
Medizinalkohle gegen verschluckte Teilchen

1.4 Kleidung

- Unauffällig, nicht paramilitärisch!
Bergschuhe, wasserdicht, knöchelhoch
Einweghandschuhe
Gasmasken
Handschuhe, 1 Paar wasserdicht, Arbeitshandschuhe
Regenmantel und Regenkapuze
Wasserstiefel
Wolldecken
Wollhemd, Wollhose

1.4.1 Materialien

Alufolie
Dynamo
Eßbesteck
Feldflasche und Wassersack
feststehendes Messer
Handpumpe
Holzlatten, Bretter
Kerzen
Klebebänder
Kocher (Benzin, Petroleum)
Nähzeug
Plastikfolie, dick
Quetschtaschenlampe
Radio, Batterien
Rettungsfolie
Schreibzeug
Schutzbrille



Stahlgeschirr
Streichhölzer
Uhr, mechanisch
Wasserkanister

1.4.2 Werkzeug

Beil
Getreidemühle
Gießkanne
Hammer
Pickel
Säge
Schubkarre
Spaten
Wäschestampfer
Sandsäcke

1.4.3 Kochen/Heizen (s.u.)

Gaskocher
Herd (Holz, Kohle)
Brennmaterial
Zündhölzer
Kohleneimer, Ascheschaufel
Petroleum-Lampen

1.4.4 Info

Radio, Batterien
Bücher: Survival:
1) Lapp V.: Wie helfe ich mir draußen
2) Radioaktivität: Pschyrembel Wörterbuch
3) Pahlow: Eßbare Wildpflanzen
4) Werner D.: Wo es keinen Arzt gibt
Spielsachen, Kinderbücher

1.4.5 Löschgeräte

Kübelspritze
Löschdecke
Breachstange
Rettungsleine

1.4.6 Bastelkeller

Beißzange
Blechscheren und Bleche
Brecheisen
Dübel
Feilen und Raspel
Fuchsschwanz
Hammer
Handbohrmaschine
Hobel und Schleifpapier
Kombizange
Meißel
Nägeln
Schrauben
Schraubendreher
Schraubenschlüssel
Schraubzwingen



Holzleim, Pattex

1.5 Fahrrad

Fahrrad-Anhänger
Fahrradtaschen

Flickzeug

Glühbirne

Kette

Luftpumpe

Regenkleidung

Reifen-Ersatz

Schläuche-Ersatz

Ventile

Werkzeug

1.6 Tauschhandel

Medikamente

Obst und Gemüse aus dem Garten

Lebensmittel

Handwerkshilfe

Hilfsmittel

Werkzeug

(gute Qualität, lange Haltbarkeit, kleine Einzelmengen)

Bezugsquellen-Nachweis:

| | | | |
|---------------------------------------|--------|--------------|----|
| Allesöffner-Zange | 12,15 | Nr. 0506.1 | 3) |
| Alubox 85x45x35 | 299,00 | Nr. 16148-99 | 1) |
| Caesiumantidot (Fe4 (Fe(CN)6) 3.250 g | 17,75 | Nr. 7974.1 | 3) |
| Dosenöffner | 12,15 | Nr. 0505.1 | 3) |
| Dusche, Solar 3 l | 9,95 | Nr. 46485-99 | 1) |
| Falteimer 10 l | 16,95 | Nr. 46325-99 | 1) |
| Faltkanister 20 l | 8,15 | Nr. N370.1 | 3) |
| Faltkanister Zapfhahn | 2,00 | Nr. N371.1 | 3) |
| Handscheinerwerfer Akku, Halogen | 49,50 | Nr. 47100-99 | 1) |
| Jodkristalle (K.J) 250 g | 72,00 | Nr. 6750.1 | 3) |
| Kaliumpermanganat 1 kg | 47,00 | Nr. 8004 | 3) |
| Kaliumpermanganat 250 g | 21,25 | Nr. 8004.1 | 3) |
| Kapuze, weiß | 36,50 | Nr. L272.1 | 3) |
| Micropur 200T | 24,85 | Nr. 0591.1 | 3) |
| Milchpulver 5 kg | 88,50 | Nr. 5646 | 2) |
| Taschenlampe, rot, grün | 14,95 | Nr. 46477-99 | 1) |
| Trinkwasserfilter 3-Stufen | 139,00 | Nr. 12015-99 | 1) |
| Trinkwasserfilter Ersatzpatrone | 49,95 | Nr. 12017-99 | 1) |
| Volleipulver 1 kg | 17,75 | Nr. 14397 | 2) |
| Wasserkarister gefaltet 10 l | 9,95 | Nr. 46233-99 | 1) |
| Wassersack z. Aufhängen 20 l | 12,95 | Nr. 46494-99 | 1) |
| Wasserstoffperoxid Tbl. 500 g | 43,25 | Nr. 7641.1 | 3) |

1) Berger, Neumarkt, Tel. 0 18 05-33 01 00

2) Bäko, Taufkirchen, Tel. 0 89/66 69 00, Fax 0 89/66 69 02 49

3) Roth, Tel. 08 00/5 69 90 00, Fax 07 21/56 06-146



Wasser

Wasser hat für den menschlichen Körper vielerlei Nutzen - als Lösemittel, zum Temperatúrausgleich, als Baustoff für Körperzellen und als Transportmittel für Nährstoffe. Ohne Wasser könnte der Mensch selbst unter günstigsten Bedingungen nur 11 bis 20 Tage überleben. Also, denken Sie bei Ihrer Vorratshaltung immer an genügend Wasser. Es wird zum Trinken und Kochen gebraucht und darf in keinem Haushalt fehlen. Der Mensch braucht täglich etwa 2 Liter Flüssigkeit. Natürlich stellt sich die Frage, was man neben Wasser außerdem noch trinken könnte. Auch Fruchtsäfte, Limonade und andere Getränke wie z.B. Tee eignen sich für den persönlichen Vorrat. Nicht jedes Getränk ist gleich gut zum Durstlöschen geeignet. Viele Getränke enthalten neben Wasser eine Reihe von anderen Inhaltsstoffen z.B. Zucker, Alkohol, anregende Substanzen, die aus gesundheitlichen Erwägungen eher unerwünscht sind.

reichlich täglich:

Mineralwasser, Leitungswasser, Kräutertee, Früchtetee, Obstsäfte mit Wasser verdünnt

mäßig:

Obstsäfte pur, Gemüsesäfte pur, Kaffee, schwarzer Tee

eher wenig:

Fruchtsaftgetränke, colahaltige-Getränke, Limonaden/Brausen, Bier, Wein, hochprozentige Alkoholika

Tab. 14: Wasserbedarf

| Alter | Gesamt Wasseraufnahme ml/Tag |
|-----------------------|------------------------------|
| Säuglinge | |
| 0 bis unter 4 Monate | 780 |
| 4 bis unter 12 Monate | 1000 |
| Kinder | |
| 1 bis unter 4 Jahre | 1550 |
| 4 bis unter 7 Jahre | 1900 |
| 7 bis unter 10 Jahre | 2000 |
| 10 bis unter 13 Jahre | 2200 |
| 13 bis unter 15 Jahre | 2400 |
| Jugendliche | |
| 15 bis unter 18 Jahre | 2700 |
| Erwachsene | |
| 19 bis unter 25 Jahre | 2400 |
| 25 bis unter 50 Jahre | 2300 |
| 50 bis unter 65 Jahre | 2000 |
| 65 Jahre und älter | 1800 |
| Schwangere | 2500 |
| Stillende | 3200 |

Wasserfilter Taschenfilter

Von Katadyn stammt der Taschenfilter, der sich für Rucksackträger aufgrund seiner Größe und Lebensdauer sehr gut eignet. Dieser Taschenfilter ist komplett montiert in einem Kunstlederetui mit einer Reinigungsbürste untergebracht. Zum Gebrauch gibt man den Absaugschlauch, der mit einem Sieb versehen ist, in das zu entkeimende Wasser. Der Filter wird möglichst gerade gehalten und ca. 10 bis 20 Mal gepumpt, bis das entkeimte Wasser aus dem Auslauf fließt. Der Taschenfilter besteht aus einem Filtergehäuse, das mit einer Pumpe versehen ist. Im Inneren ist eine Keramikfilterkerze untergebracht. Diese Filterkerze besteht aus einem Keramikrohr, das die im Wasser vorhandenen Schwebstoffe und Bakterien auf seiner Außenseite zurückhält. In dieser Keramik befinden sich Silberanteile, die ein Durchwachsen von Bakterien durch die Poren der Keramik verhindern und den Keramik-Körper laufend desinfizieren. Das Innere der Filterkerze ist mit dem »Katadyn-Silberquarz« gefüllt. Dieser verhindert Eindringen und Wachstum von Bakterien von der Auslaufseite her. Bei diesem Taschenfilter werden also keine Chemikalien verwendet. Natürlich verfärbtes Wasser wird auch durch Filtration nicht farblos, jedoch mit diesem Filter zuverlässig entkeimt. Zum Filterkerzen-Wechsel wird die Pumpe mit Halterungen abgeschraubt und auch das Unterteil des Filters entfernt. Jetzt wird die neue Filterkerze eingesetzt und der Filter wieder zusammengebaut. Dieser Filterwechsel findet erst nach dem Entkeimen von 40- bis 100000 Litern statt, unterwegs muß man also mit keinerlei Nachschubproblemen rechnen. Wenn die Filterkerze schmutzig ist oder wenn nach einiger Benützung das Pumpen schwerer geht, ist die Filterkerze zu reinigen. Dazu wird der Taschenfilter in horizontaler Lage leer gepumpt und die



untere Verschlußschraube ausgeschraubt. Der Kunststoffmantel wird nun abgenommen und die Filterkerze mit der beiliegenden Bürste gereinigt, bis die helle Naturfarbe der Kerze wieder überall erscheint. Dieser Reinigungsvorgang kann ca. 200- bis 300mal wiederholt werden, ehe die Filterkerze erneuert werden muß. Dieser Filter ist also meist eine einmalige Anschaffung und vor allem für langjährige Dauerbenutzung zu empfehlen. Nachteilig ist der relativ hohe Preis von derzeit 295 bis 315 Mark. Rechnet man sich aber dagegen einmal aus, was man durch die lange Lebensdauer gegenüber Nachkäufen von Filterelementen anderer Produkte spart, ist der Preis sicher zu verkraften. Der Filter filtert Krankheitserreger wie Typhus, Cholera, Ruhr usw. zuverlässig heraus und klärt zusätzlich schmutziges, brackiges Wasser. Der Katadyn-Taschenfilter wiegt 650 Gramm, hat eine Länge von 25 und einen Durchmesser von 7 Zentimetern. Eine Ersatzfilterkerze erhält man für ca. 145 Mark. Dieser Filter ist der schnellste seiner Art im »Rucksack-Format«. Er entkeimt in der Minute etwa 3/4 Liter Wasser.

Kolbenpumpenfilter

Vom gleichen Hersteller stammt der größte mir bekannte Trinkwasserfilter. Dieser Filter ist ein Standmodell und für Rucksackträger aufgrund seiner Größe und seines Gewichts ungeeignet. Er ist für den Einsatz bei großen Unternehmen und Expeditionen gedacht. Das Arbeitsprinzip ist das gleiche wie beim Taschenfilter. Auch hier wird das verschmutzte Wasser mit einer Keramikfilterkerze gereinigt. Filterkerze und Pumpe sind in einem Edelstahlgehäuse untergebracht. Mit fast 60 cm Höhe, einer Breite von 14 x 20 cm und einem Gewicht von 5300 Gramm ist er für Einzelreisende oder Paare zu schwer, sein Einsatzgebiet bilden, wie gesagt, größere Gruppen mit Trägern oder auf Booten. Diesen Kolbenpumpenfilter erhält man zwischen 825 und 845 Mark, eine Ersatzfilterkerze kostet ca. 70 Mark.

Lebensmittel-Vorratshaltung

Trockenvorräte und Konserven

Lebensmittel sind nur begrenzt haltbar. Deshalb sollten Sie neue Vorräte stets hinten im Schrank oder Regal einsortieren und die älteren nach vorne rücken. Achten Sie dabei immer auf das Mindesthaltbarkeitsdatum. Wichtig ist, daß Sie Ihre Trockenvorräte und Konserven richtig lagern. Bewahren Sie Ihre Vorräte in Regalen oder Schrankfächern dunkel und luftig bei einer Temperatur von +15 bis 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 50-70% auf.

Lagerung:

- Temperatur: +15 - 20°C
- relative Luftfeuchtigkeit: 50-70%
- dunkel
- luftig

Tab. 15: Haltbarkeit von Trockenvorräten und Konserven



| | |
|----------------|---|
| 1 bis 2 Monate | Hartkäse, Schmelzkäse |
| 1/2 Jahr | Dauerwurst (Vollkonserve), Graupen, Grieß, Kakao, Mehl, Trockeneipulver |
| 1/2 bis 1 Jahr | Haferflocken, Rauchfleisch (mager), Tee, Teigwaren, Vollmilchpulver |
| 3/4 bis 1 Jahr | Trockensuppen, kochfertig |
| 1 Jahr | Gewürze, Honig, Hülsenfrüchte, Kaffee, Kondensmilch in der Dose, Magermilchpulver, Plattenfett, Schweineschmalz, Speiseöl, Speisestärke, Trockengemüse, Trockenobst, Zwieback |
| 1 bis 2 Jahre | Dauerbrot in Dosen, Fischvollkonserven, Fleischgerichte, Suppen, Kartoffeltrockenprodukte, Obstkonserven, Konfitüre |
| 2 Jahre | Reis, Gemüsekonserven |
| 3 bis 5 Jahre | Fleischvollkonserven, Kondensmilch (gezuckert), Zucker |

Tiefgekühlte Vorräte

Das Sortiment an Tiefkühlkost umfaßt praktisch das gesamte Angebot an Geflügel, Fleisch, Fisch, Obst, Gemüse, Teigen, Milchprodukten usw. bis zum tafelfertigen Gericht. Tiefgekühlte Vorräte können Sie bei mindestens -18°C im Tiefkühlschrank oder in der Tiefkühltruhe lagern. Achten Sie beim Einfrieren Ihrer Lebensmittel auf das richtige Verpackungsmaterial, es muß auf alle Fälle luftdicht, reißfest und lebensmittelecht sein. Flache Verpackungen beschleunigen den Einfrier- und Auftauvorgang. Zu beachten ist außerdem, ob das Gefriergut unaufgetaut, an- oder aufgetaut zubereitet werden kann. Die meisten Lebensmittel lassen sich unaufgetaut oder angetaut zubereiten; größere Fleischstücke, Geflügel, größere Fische müssen jedoch gut angetaut bzw. völlig aufgetaut sein; Kuchen sowie Obst zum Rohverzehr müssen ebenfalls auftauen.

Und so bereiten Sie Ihre Lebensmittel richtig zum Einfrieren zu:

- Fleisch: eventuell auskühlen und abhängen lassen, zweckmäßig portionieren; bis 3 kg pro Portion verpacken.
- Gemüse: putzen, waschen, zerkleinern, blanchieren, schnell abkühlen lassen; bis 1 kg pro Portion verpacken.
- Obst: waschen, entkelchen, entkernen, entstielen oder schälen, mit oder ohne Streuzucker oder Zuckerlösung einfrieren; bis 1 kg pro Portion verpacken.
- Speisen: geeignete und gut dosierte Zutaten (Fett, Gewürze, Mehl) verwenden; sachgemäß vor- und zubereiten; schnell abkühlen lassen; 0,5 bis 1 kg pro Portion verpacken.

Tab. 16: Haltbarkeit von Tiefkühlprodukten

| | |
|---------------|---|
| bis 2 Monate | Hefeteig, Rührmassen, Mürbteig, Torten |
| bis 3 Monate | Sahne, Hartkäse, Schweinefleisch (fett), Hammelfleisch (fett), Hackfleisch (fett), Speck (roh), Wurst (fett), Gans (gefüllt), Fisch (mittelfett und fett) |
| bis 4 Monate | Brötchen, Pasteten |
| bis 6 Monate | Brot, Bisquitboden, Hefengebäck, Obstkuchen, Rührkuchen, Weichkäse, Quarkspeisen, Speiseeis, Butter, Schweinefleisch (mager), Hackfleisch (mager), Innereien, Schmalz, Speck (geräuchert), Ente, Pute |
| bis 8 Monate | Knochen, Gans, Fisch (mager), Kalbfleisch, Pommes frites, Zucchini, Suppengrün, Spargel, Rosenkohl, Lauch, Pilze, Petersilie, Kräuter, Kohlrabi, Fenchel, Steinobst |
| bis 10 Monate | Wildgeflügel, Suppenhuhn, Hammelfleisch (mager), Möhren, Blumenkohl, Staudensellerie, Gurken, anderes Obst |
| bis 12 Monate | Quark, Rindfleisch (mager), Wild, Hähnchen, Bohnen, Broccoli, Erbsen (grün), Rosenkohl, Rote Bete, Spinat, Gemüsesäfte, Gemüsemais |

Frischvorräte

Die bekannteste Methode zur mittelfristigen Vorratshaltung von Frischprodukten ist das Einkellern von Kartoffeln, Obst und Gemüse. Dabei ist es wichtig, daß der Kellerraum eine Temperatur von +4 bis 12°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 85-90% hat und dazu dunkel und luftig ist.

Lagerung:

- Temperatur: 4-12°C
- relative Luftfeuchtigkeit: 85-90%
- dunkel
- luftig
- Lagerung im Tiefkühlschrank oder in der Tiefkühltruhe bei Temperaturen von -18°C und darunter

Tab. 17: Haltbarkeit von Frischprodukten

| | |
|----------------|-------------------------------|
| 1 bis 2 Monate | Sellerie |
| 1 bis 3 Monate | Birnen |
| 2 bis 3 Monate | Möhren, Rote Bete |
| 3 bis 4 Monate | Kartoffeln, Weiß- und Rotkohl |
| 3 bis 5 Monate | Äpfel |

Das Haltbarmachen von Lebensmitteln:

Leider sind nicht alle Lebensmittel unbegrenzt haltbar, doch es gibt eine ganze Reihe von Möglichkeiten, mit denen Sie Ihre Lebensmittel für eine ganze Weile haltbar machen können und sich somit einen Vorrat anlegen können. Die heute im Haushalt möglichen physikalischen Verfahren arbeiten mit Kälte oder Hitze, wie z.B. beim Kühlen, Gefrieren, Einkochen, oder mit Wasserentzug wie beim Trocknen. Zu den chemischen Verfahren gehören das milchsauer vergären, das Salzen, das Zuckern, das Pökeln, das Räuchern ebenso wie das Einlegen in Säure, in Alkohol oder in konservierenden Lösungen.

Tab. 18: Physikalisch haltbar machen

| Verfahren | Art der Konservierung | Lebensmittel | Lagerdauer |
|-------------------|---|---|--------------------------|
| Kühlen | Wärmeentzug auf +2 bis +15°C, Hemmung des Mikroorganismenwachstums | Butter, Eier, Milch, Fisch, Fleisch, Obst, Gemüse | 1 Tag bis mehrere Monate |
| Gefrieren | Wärmeentzug bis auf -18°C oder kälter, Unterbrechung des Mikroorganismenwachstums und Reduzierung der Enzymaktivität | Gemüse, Fisch, Fleisch, Obst, Backwaren, selbsthergestellte Speisen | einige Monate bis 1 Jahr |
| Einkochen | Hitzeeinwirkung zwischen 75°C und 100°C, teilweise Mikroorganismenabtötung, Hemmung des Mikroorganismenwachstums, Reduzierung der Enzymaktivität, teilweise Abtötung von Sporen | Frucht- und Gemüsesäfte, Marmeladen, Konfitüre, Gelee, Chutneys | bis zu 1 Jahr |
| Trocknen (Dörren) | Wärmezufuhr, Wasserentzug, Hemmung des Mikroorganismenwachstums und der Enzymaktivität | Trockenobst, Hülsenfrüchte, Kräuter, Getreide | bis zu 1 Jahr |

Tab. 19: Chemisch haltbar machen

| Verfahren | Art der Konservierung | Lebensmittel | Lagerdauer |
|---|--|---|--------------------------|
| Zuckern | Zuckerzusatz, Hitzeeinwirkung, Wasserentzug, Hemmung des Mikroorganismenwachstums | Marmelade, Konfitüre, Gelee, Fruchtsirup, kandierte Früchte | einige Monate bis 1 Jahr |
| Säuern (Einl. in Essig oder in Essig-Zucker-Lösung) | Zusatz von Essig bzw. Essigsäure, pH-Wert-Absenkung, Hemmung des Mikroorganismenwachstums, Abtötung von Mikroorganismen bei hoher Konzentration | Gurken, Mixed Pickles, Fisch, süß-sauer eingelegtes Obst und Gemüse | einige Monate |
| Einlegen in Alkohol | Zusatz von Alkohol, Hemmung des Mikroorganismenwachstums, Mikroorganismen sterben bei hohen Konzentrationen ab | Rumtopf, Früchte in Alkohol | einige Monate |
| Einl. in kons. Lösungen (Kalk, Wasserglas, Öl) | Verhindern des Luftzutritts, Hemmung des Mikroorganismenwachstums | Eier, Kräuter, Schafskäse | Wochen bis Monate |
| Milchsäuregärung | Bildung von Milchsäure durch Milchsäurebakterien, Hemmung des Wachstums anderer Mikroorganismen, pH-Wert-Absenkung | Sauerkraut, saure Bohnen | einige Monate |
| Salzen | Kochsalzzusatz, Hemmung des Mikroorganismenwachstums durch Wasserentzug und teilw. Abtötung von Mikroorganismen durch Nitrit | Fisch, Fleisch, Fleischwaren | Wochen bis Monate |
| Pökeln | Pökelsalzzusatz, Wasserentzug, Hemmung des Mikroorganismenwachstums und teilw. Abtötung von Mikroorganismen durch Nitrit | Fleisch, Fleischwaren | einige Wochen |
| Räuchern | Zusatz von Räucherrauch und Wärme, Wasserentzug, Hemmung des Mikroorganismenwachstums durch Wasserentzug und teilw. Abtötung von Mikroorganismen durch bakterienabtötende Rauchinhaltsstoffe | Fleisch, Fisch | Wochen bis Monate |

Fertigessen

Tab. 20: Doppelpackungen

| Nährstoffe der Doppelpackungen | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|------|-------------------|------|
| Name | Füllgewicht | Fertig- gewicht | Eiweiß (alle in g) | Fett | Kohle- hydrate | KCAL |
| Rindfleisch Stroganoff/Reis | 250 g | 850 g | 42,4 | 22,6 | 142,6 | 760 |
| Kartoffeleintopf/Rind | 200 g | 850 g | 36 | 22 | 112 | 800 |
| Jägertopf/Rind/Nudeln | 200 g | 850 g | 44 | 18 | 108 | 776 |
| Ungarntopf/Rind/Nudeln | 200 g | 850 g | 30 | 26 | 102 | 774 |
| Huhn in Curry/Reis | 250 g | 850 g | 37,5 | 17,6 | 145 | 780 |
| Indon. Reistopf/Huhn/Krabben | 250 g | 850 g | 40 | 17,6 | 152,6 | 942 |
| Chili con carne/Rind | 200 g | 850 g | 41,2 | 17,8 | 89,2 | 682 |
| Gemüserisotto | 230 g | 800 g | 27,6 | 6,9 | 193,2 | 950 |
| Kartoffeleintopf mit Tofu | 200 g | 850 g | | | | |
| Grüner Bohneneintopf mit Tofu | 200 g | 850 g | | | | |
| Rührei mit Zwiebel | 300 g | 750 g | 79,2 | 145 | 44,4 | 1700 |
| Pflanzlicher Gemüsemix | 250 g | 850 g | 25,3 | 43,4 | 36,9 | 640 |
| Vollmilchpulver | 500 g | 4,5 l | 126 | 131 | 190,5 | 2530 |
| Volleipulver | 270 g | 20 Eier | 124 | 113 | 6,5 | 1240 |
| Ind. Fladenbrot »Bannock« | 250 g | 340 g | 26,2 | 13,2 | 165 | 790 |
| Sojaöl-Kapseln | 20 Stk. | à 7 g | 9,3 | 6,0 | 60,1 | 60 |
| Blaubeerensuppe | 100 g | 820 g | 0,5 | 0,1 | 86 | 342 |
| Mousse au Chocolat | 200 g | 400 g | 22 | 44 | 112 | 956 |

Cathay Power Meal Pemmikan

Konzentriertes Lebensmittel - die Nahrung für unterwegs. Mit bis zu 2472 kJ/585 kcal, ideal für Expeditionen, Wintertouren etc., also immer, wenn es anstrengend wird und man verbrauchte Energie mit wenig Aufwand und Gewicht ersetzen muß. Natürlich auch für zuhause. Entweder als Brotaufstrich, in Suppen, mit Gemüse oder direkt aus der Packung.

Zutaten: neben Rind- und Schweinefleisch, Rinder- und Kalbsfett, Flomen, Speck, Schinken, Weizenkeimöl, auch Suppengemüse und Gemüse, für Geschmack sorgen Kräuter und Gewürze, Sesam, Senfkörner, Kochsalz, schw. Johannis- und Heidelbeeren, Brennessel und Rauch, als Ballaststoffe: Weizenkleie, Leinsamen.

Tab. 21: Reiter Adventure Lunch

| Nährstoffe pro 100g Einwaage | | | | | | |
|------------------------------|-------------|----------------|--------------------|------|---------------|------|
| Name | Füllgewicht | Fertig-gewicht | Eiweiß (alle in g) | Fett | Kohle-hydrate | KCAL |
| Linseneintopf m. Speck | 125 g | 500 g | 18,8 | 24,8 | 43,5 | 472 |
| Erbseneintopf m. Speck | 125 g | 525 g | 15,2 | 30,3 | 40,1 | 494 |
| Fleischpflanzerl m. Püree | 125 g | 425 g | 19,9 | 22,1 | 46,7 | 465 |
| Nudeltopf Carbonara m. Speck | 125 g | 500 g | | | | |
| Süße Orangencreme | 100 g | 250 g | | | | |
| Trekkingbrot Mandel | 200 g | 300 g | | | | |
| Trekkingbrot Speck | 200 g | 300 g | | | | |
| Müsli m. Rosinen | 125 g | | | | | |

So könnte der Notvorrat für eine Person für 14 Tage aussehen

Es ist ganz wichtig, mindestens einen Vorrat für einen Zeitraum von 14 Tagen im Hause zu haben. So stehen Sie bei einem »Notfall« nicht mit leeren Händen da und können Ihrer Familie auch weiterhin einen gedeckten Tisch bieten.

Bei der Berechnung des vierzehntägigen Vorrats für 1 Person mit 2000 kcal Tagesbedarf geht man von folgenden Standardwerten aus:

| | |
|----------|--------|
| Getreide | 4,5 kg |
| Fleisch | 2,0 kg |
| Gemüse | 2,0 kg |
| Obst | 2,0 kg |
| Fette | 0,5 kg |
| Milch | 4,5 kg |
| Getränke | 21 l |

Aber natürlich haben nicht alle Familienmitglieder den gleichen Tagesbedarf an Kalorien

Während ein Jugendlicher einen höheren Bedarf hat, muß ein älterer Mensch ab 65 Jahren sowie ein Kleinkind weniger Kalorien zu sich nehmen. Aufgrund der Altersangabe der einzelnen Familienmitglieder werden diese in Altersgruppen eingeteilt.



Tab. 22: Kalorienbedarf

| Altersgruppen (Jahre) | Energiebedarf (kcal) | Multiplikationsfaktor |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 1-3 | 1300 | 0,7 |
| 4-6 | 1800 | 0,9 |
| 7-9 | 2000 | 1 |
| 10-12 | 2200 | 1,1 |
| 13-14 | 2400 | 1,2 |
| 15-18 | 2700 | 1,4 |
| 19-24 | 2400 | 1,2 |
| 25-50 | 2200 | 1,1 |
| 51-65 | 2000 | 1 |
| > 65 | 1800 | 0,9 |

Für jede Altersgruppe ergibt sich ein Multiplikationsfaktor. Diese werden addiert und sind die Grundlage der Berechnung des Standardvorrats für die Familie.

Beispiel:

Erwachsener, 38 Jahre (Multiplikationsfaktor 1,1)

Erwachsener, 30 Jahre (Multiplikationsfaktor 1,1)

Kleinkind, 2 Jahre (Multiplikationsfaktor 0,7)

Jugendlicher, 13 Jahre (Multiplikationsfaktor 1,2)

Diese vierköpfige Familie hat somit einen Multiplikationsfaktor von 4,1 und benötigt:

18,5 kg Getreide, 8,2 kg Fleisch, 8,2 kg Obst, 2,05 kg Fette, 18,5 kg Milch, 86 l

Getränke und 8,2 kg Gemüse. Die hier angegebenen Lebensmittel sind Beispiele. Ihr

persönlicher Lebensmittelvorrat wird sich je nach Geschmack, diätetischen

Bedürfnissen und individuellen Vorlieben der einzelnen Familienmitglieder anders

zusammensetzen. Da mit bestimmten Gefahrensituationen manchmal auch

Stromausfall verbunden ist, berücksichtigt das folgende Beispiel nicht die

Möglichkeiten tiefgekühlter Vorräte. Getreide, Getreideprodukte, Brot, Kartoffeln (4,5

kg)



| | |
|---|-----------|
| 1 P. Vollkornbrot | 500 g |
| 1 P. Zwieback | 500 g |
| 1 P. Teigwaren | 250 g |
| 1 P. Reis | 500 g |
| 1 P. Hafer-/Getreideflocken | 500 g |
| 1 P. Mehl | 1000 g |
| 1 P. Hartkekse | 250 g |
| 1 P. Salzstangen | 125 g |
| Kartoffeln frisch | 1000 g |
| Eier, Fisch, Fleisch: | |
| 2 Dosen Thunfisch | 50 g |
| 1 Dose Makrelenfilet | 90 g |
| 1 Dose Ölsardinen | 35 g |
| 1 Dose Hering in Soße | 110 g |
| 2 Dosen Bockwürstchen | à 200 g A |
| 1 Dose Corned-Beef | 340 g |
| 1 Dose Kalbsleberwurst | 160 g |
| 6 Baby-Salamis | 150 g |
| 6 Eier | |
| Früchte: | |
| 1 Glas Kirschen | 370 g |
| 1 P. Rosinen | 200 g |
| 1 P. Haselnußkerne | 200 g |
| 1 P. Trockenpflaumen | 250 g |
| 1 kg Obst, frisch (Äpfel, Birnen, Zitrusfrüchte, Bananen) | |
| Fette, Öle (0,5 kg): | |
| Maiskeimöl | 0,5 l |
| Butterschmalz | 250 g |
| Streichfett | 250 g |
| Milch, Milchprodukte (4,5 kg): | |
| 4 P. H-Milch | 4 l |
| Hartkäse | 0,5 kg |



| Getränke: | |
|---------------------------|---------------|
| 2 Kasten Mineralwasser | 15,8 l |
| 1 Fl. Zitronensaft | 0,2 l |
| 1 P. Kaffee | 250 g = 6,0 l |
| 1 P. Tee | 125 g = 6,0 l |
| 2 Fl. Fruchtsaft | |
| Gemüse, Hülsenfrüchte: | |
| 1 kl. Dose Bohnen | 285 g A |
| 1 kl. Dose Erbsen/Möhren | 285 g A |
| 1 kl. Dose Mais | 170 g A |
| 1 kl. Dose Pilze | 170 g A |
| 1 kl. Glas Saure Gurken | 190 g A |
| 1 kl. Glas Rote Bete | 190 g A |
| 1 Beutel Zwiebeln, frisch | 500 g |
| 1 Knoblauchzwiebel | 50 g |

Sonstiges nach Belieben:

Zucker/Süßstoff, 1 Gl. Honig, 1 Gl. Konfitüre, 1 Tafel Schokolade, 1 Fl. Essig (0,5 l), 1 Gl. Senf, Jodsalz, Gewürze, getr. Kräuter, 1 P. Backpulver, 3 P. Trockenhefe, Tomatenmark, Fertiggerichte, z.B. Ravioli, Tortellini, Fertigsuppen, Instantbrühe, Kräutertee, Kakaopulver, 1 P. Pudding, Ketchup, Mayonnaise, Kartoffeltrockenprodukte.

Brennstoffe im Vergleich:

| Vorteile | Nachteile |
|--|---|
| Benzin <ul style="list-style-type: none">- verschüttetes Benzin verfliegt schnell- Brennstoff dient gleichzeitig zum Vorheizen- ist überall erhältlich- hohe Brennleistung | <ul style="list-style-type: none">- Vorheizen erforderlich- verschüttetes Benzin leicht entzündbar- Kocher ohne Pumpe müssen gegen Bodenkälte isoliert werden |
| Petroleum <ul style="list-style-type: none">- verschüttetes Petroleum nicht leicht entzündbar- Kocher kann direkt im Schnee stehen- Brennstoff fast überall erhältlich- hohe Brennleistung | <ul style="list-style-type: none">- Vorheizen erforderlich- verschüttetes Petroleum verfliegt nur langsam |
| Butangas <ul style="list-style-type: none">- kann nicht verschüttet werden- kein Vorheizen- sofort volle Brennleistung | <ul style="list-style-type: none">- hohe Unterhaltskosten- Kartuschenbeseitigung problematisch- Brennstoff muß zur effektiven Nutzung immer über Gefrierpunkt gehalten werden- Kartusche läßt sich meist nicht austauschen, bevor sie nicht ganz aufgebraucht ist- niedrige Brennleistung |
| Spiritus <ul style="list-style-type: none">- kein Vorheizen- sofort volle Brennleistung- einfache Bedienung- verschütteter Spiritus verfliegt schnell | <ul style="list-style-type: none">- höhere Brennstoffkosten- hohes Gewicht des Brennstoffs- ungenaue Regulierung- niedrige Brennleistung |



Radioaktive Gefahrenquellen

Transportunfälle

Wenn radioaktive Stoffe auf der Straße oder Schiene transportiert werden, so unterliegen sie sehr strengen Sicherheitsvorschriften. Trotzdem könnte es bei einem Unfall zu Austritt von Radioaktivität kommen. Dies betrifft aber nur einen sehr kleinen Bereich um die Unfallstelle.

Bei einem Unfall gilt daher:

- Halten Sie sich nicht an der Unfallstelle auf und gehen Sie nicht umher.
- Von Transportbehältern Abstand halten (50 m sind ausreichend).

Beim Transport höherer Aktivitäten müssen die Transportbehälter so beschaffen sein, daß sie auch bei schwersten Unfällen dicht bleiben, was durch Prüfungen überwacht wird. Ein Austritt von Radioaktivität ist daher hier praktisch ausgeschlossen. Dies betrifft auch Transportbehälter von abgebrannten Brennelementen.

Dennoch gilt auch hier: Im Falle eines Unfalls von Transportbehältern und Fahrzeugen Abstand halten.

Satellitenreaktorabsturz

Satelliten mit höherem Energiebedarf werden mitunter mit Kernreaktoren ausgerüstet. Die Leistung dieser Reaktoren ist jedoch erheblich geringer als die von Kernkraftwerksreaktoren (10-100 kW statt 3000 MW), dementsprechend kleiner ist auch das Inventar radioaktiver Stoffe. Diese Satelliten werden am Ende ihrer Lebensdauer in eine höhere Bahn geschossen, damit die in ihnen vorhandene Aktivität abklingen kann. Sollte dieser Mechanismus versagen, kommt es zu einem Absturz. Dies ist bereits zweimal bei russischen Satelliten der Fall gewesen. Wegen der wesentlich niedrigeren Aktivitätsmenge ist auch die Gefährdungsmöglichkeit sehr viel geringer als bei einem Kernkraftwerk. Allerdings wird bei einem Satellitenabsturz 100 Prozent der Aktivität, bei einem Reaktorunfall maximal einige Prozent der radioaktiven Stoffe freigesetzt.

Beim vollständigen Verglühen des Satelliten wäre die Gefahr gering, es ist jedoch zu erwarten, daß auch nicht verglühte Teile und Bruchstücke des Reaktors die Erdoberfläche erreichen. Der längere Aufenthalt in unmittelbarer Umgebung solcher Bruchstücke kann gefährlich sein, d.h. zu hohen Strahlendosiswerten führen.

Da diese Satelliten durch Bodenstationen aber laufend beobachtet werden und das Absturzgebiet relativ genau eingegrenzt werden kann, ist eine rechtzeitige Warnung vor dem Absturz möglich.

In einem solchen Fall gilt daher:

- Keine unbekanntes Stücke angreifen, vor allem,
- wenn sie Verglühungserscheinungen aufweisen. Nicht in deren Nähe aufhalten.
- Generell sollte man sich beim Aufenthalt im Freien in den ersten Wochen,
- solange die behördlichen Suchaktionen nach den Reaktorbruchstücken andauern,
- nicht länger an ein und derselben Stelle aufhalten (z.B. nicht auf Wiesen liegen oder sitzen).



Im Inneren von Gebäuden ist wegen der guten Abschirmwirkung eine Gefährdung ausgeschlossen. Es werden auch keine radioaktiven gasförmigen Stoffe und Aerosole freigesetzt, die in das Innere von Gebäuden eindringen. Das Geschlossenhalten von Fenstern ist in diesem Fall nicht erforderlich. Nahrungsmittel können nur dann radioaktiv verunreinigt sein, wenn sie im Freien dem Fall-out direkt ausgesetzt waren. Dies betrifft Gemüse, Salat und Obst knapp vor der Ernte. Die Kontamination ist jedoch nur äußerlich auf der Oberfläche.

Daher gilt:

- Reinigen aller Nahrungsmittel, die während des Fall-outs im Freien waren,
- durch Waschen, Abschälen oder Entfernen der Deckblätter (z.B. Salat).

Alle anderen Nahrungsmittel sind nicht kontaminiert. Wegen der geringen Löslichkeit der betroffenen Radionuklide sind vor allem tierische Nahrungsmittel (Milch, Milchprodukte, Fleisch) nicht radioaktiv verunreinigt.

Rundfunk- oder Lautsprecherwarndurchsage (Beispiel)

»Achtung, Achtung!

Wichtige Durchsage der Katastropheneinsatzleitung der Stadt A und des Landkreises B! Im Kernkraftwerk C hat sich ein kerntechnischer Unfall ereignet. Die Bevölkerung wird zum Schutze ihrer Gesundheit gebeten, in die Häuser zu gehen und alle Fenster und Türen zu schließen. Be- und Entlüftungsanlagen sind abzustellen, um eine Verseuchung Ihres Körpers, Ihrer Kleidung, Ihrer Wohn- und Wirtschaftsräume zu vermeiden. Schließen Sie Haustiere sofort in Wohnung oder Stall ein! Gehen Sie vorerst nicht mehr ins Freie! Wenn Sie im Freien waren, ziehen Sie sofort Ihre Oberbekleidung und Schuhe aus, und legen Sie sie vor dem Betreten der Wohnung im Freien ab! Reinigen Sie alle unbedeckten Körperteile wie Gesicht, Kopf und Hände mit Seife und unter fließendem Wasser! Ziehen Sie zu Hause nur Kleidung und Schuhe an, die Sie in Ihrer Wohnung hatten! Essen und trinken Sie vorerst möglichst nichts oder nur aus im Hause vorhandenen Dosen, Gläsern oder staubdichten Packungen. Getränke nur aus verschlossenen Behältern und Flaschen! Essen Sie kein frisch geerntetes Obst und Gemüse, trinken Sie keine frisch gemolkene Milch und kein Wasser aus offenen Brunnenanlagen! Verfüttern Sie an Haustiere nur im Haus, in Scheune oder Stall gelagerte Futtermittel. Spülen Sie vor dem Tränken des Viehs die Tränkeimer oder -anlagen gut durch! Aus Sicherheitsgründen wird der Bevölkerung, die in der Umgebung der betroffenen Gemeinden lebt, empfohlen, sich in die Häuser zu begeben. Es wird davor gewarnt, sich außerhalb des Gemeindegebietes zu bewegen. Kraftfahrer werden gebeten, die genannten Gebiete im Raum D zu meiden. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß folgende Straßen für den überörtlichen Verkehr gesperrt sind: E, F, G. Bleiben Sie ruhig und besonnen! Sie erhalten in Kürze weitere Mitteilungen.«
(Auszüge aus: Klaus Gerosa: Schutz bei Atomunfällen. Bastei-Lübbe 1986)

Sirenensignale:



...im Frieden

Rundfunk einschalten –
auf Durchsage warten



1 Minute Heulton

Feueralarm

1 Minute Dauerton einmal
ununterbrochen



Katastrophenalarm

1 Minute Dauerton zweimal
unterbrochen nach 12 Sekunden
Pause 1 Minute Dauerton



...im Verteidigungsfall

Luftalarm

1 Minute Heulton



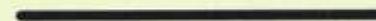
ABC-Alarm

1 Minute Heulton zweimal unter-
brochen, nach 30 Sekunden Pause -
Wiederholung



Entwarnung

1 Minute Dauerton



Da schnelles Handeln nach einer Katastrophe lebensrettend sein kann und wichtige Informationen auf Behördenwegen oftmals nur langsam und gefiltert an die Öffentlichkeit gelangen, ist Ihre Eigeninitiative unerlässlich.



Am besten kann man sich schützen, wenn man die Gefahr frühzeitig erkennt. Welche Möglichkeiten haben Sie?

- Auswertung der üblichen Nachrichten. Wenn Sie aufmerksam die Presse verfolgen, werden Sie den Zustand mancher Atomkraftwerke mitbekommen: Es häufen sich die Meldungen über kleinere Störfälle oder »Stilllegungen auf Zeit« wegen sogenannter Routinearbeiten oder Reparaturen.
- Kaufen Sie sich einen Geigerzähler. Es gibt bereits preiswerte Geräte, die zwar nicht die »letzten Feinheiten« anzeigen, aber eine massive Störung auf jeden Fall registrieren.
- Kaufen Sie sich eine Zimmerpflanze als »Warnpflanze«: die Tradeskantie.

Diese pflegeleichte und hübsche Zimmerpflanze reagiert auf Radioaktivität! Wie die Deutsche Presse-Agentur im Mai 1983 meldete, ist diese Pflanze sogar empfindlicher als viele aufwendige Meßapparaturen. Eine Arbeitsgruppe aus Biologie- und Physikstudenten der Universität Bremen hat bei einem halbjährigen Versuch mit dieser Pflanze bestätigt bekommen, was schon aus Japan bekannt war: daß die feinen Staubblatthärchen der Tradeskantie bei überhöhter Radioaktivität ihre Farbe durch eine spontane Änderung der Erbsubstanz (Mutation) verändern. Die Mutationsrate stieg im Einflußbereich der Abluffahne eines Reaktors zeitweise auf das Doppelte des normalen Wertes, wie die Universität Bremen berichtete. Als Ursache dafür wurde ein erhöhter Ausstoß von radioaktiven Stoffen aus dem Kernkraftwerk nach einem Test des Reaktor-Sicherheitssystems vermutet. Geben Sie Ihr Wissen rechtzeitig Ihren Angehörigen und Freunden weiter, damit diese im Ernstfall bereits vorgewarnt sind und bei Eintreffen einer eventuellen Hiobsbotschaft rascher reagieren können.

Panikverhütung



Nur keine Panik! Panik ist ein plötzlicher Zusammenbruch der seelischen Widerstandskraft. Sie wird durch überwältigende Eindrücke ausgelöst und tritt meist überraschend auf. Durch panisches Verhalten werden nicht nur die davon Erfaßten selbst gefährdet, sondern auch die Besonnenen. Die Tatsache, daß uns ein großer Atomunfall jeden Tag, jede Stunde überraschen kann und wir dann möglicherweise um unsere Gesundheit oder gar um unser Leben kämpfen müssen, haben die meisten von uns verdrängt.



Dabei weiß jeder - zumindest theoretisch - um die unheimliche Bedrohung und die heimtückisch wirkenden Strahlen, die wir nicht sehen, nicht fühlen, nicht riechen, nicht schmecken und nicht sehen können. Wenn eine Gefahr, ihr Wesen und ihr Entstehen, nicht ausreichend bekannt ist und sie plötzlich tatsächlich - wenn auch in tödlicher Ruhe - eintritt, können Menschen leicht in Panik verfallen. Die Folgen können dann schrecklicher sein als die der Strahlenbelastung! Bei Panik ist Selbstbesinnung und Kaltblütigkeit die einzige Gegenwehr. Rechtzeitige Aufklärung, Gewöhnung an die Gefahr und klare Aufgabenstellungen beugen vor. Auch wenn der Atomunfall in nächster Nähe stattfand, ändert sich für die Menschen das gewohnte Bild ihrer Umgebung nicht. In Erregung versetzt werden die Betroffenen vermutlich durch die Art der Alarmierung, durch ein lang andauerndes Sirenengeheul etwa. Viel zuwenig Bürger werden dann wissen, was sie zu tun und zu lassen haben. Ergehen durch die Behörden keine oder zuwenig konkrete Anweisungen, sind Gerüchte schnell verbreitet. Eventuell steigern Flüchtende das Chaos. Geht man davon aus, daß es zahlreiche Mitbürger nicht gewohnt sind, sich diszipliniert ein- oder unterzuordnen, ist es sehr wahrscheinlich, daß örtlich oder regional Panik ausbricht. Dann kann es dazu kommen, daß diese angstvolle, unsinnige und kopflose Erregung Situationen herbeiführt, die echte Chancen, aus der Katastrophenlage unbeschadet oder nur leicht geschädigt zu entkommen, zunichte machen. Auch wer über eine Gefahr aufgeklärt und seelisch stabil ist, kann durch die Panik seiner Mitmenschen mitgerissen, geschädigt oder gar um seine Chancen gebracht werden!

Es ist gleichgültig, ob Sie die Katastrophe auf der Straße, in Ihrer eigenen oder in einer fremden Wohnung, im Bunker oder der U-Bahn erleben: Panik ist überall möglich!

Man kennt zwei unterschiedliche Reaktionen, die Menschen in Panik zeigen. Einerseits gibt es ein angstgepeitschtes Verhalten, den »Panik-Sturm«, andererseits ein schreckgelähmtes, die »Panik-Starre«. Der Panik-Sturm einer Menschengruppe wird meist durch Angst hervorgerufen: Die Menschen laufen sinnlos hin und her: schreien, drängen, schieben sich und verhalten sich rücksichtslos. Diese unruhevolle Angst schwillt bis zum Höhepunkt einer oft sinnlosen Aktivität an: Die Vernunft wird regelrecht »abgeschaltet«. Die primitivsten Triebe wie der Selbsterhaltungs- und Gefahrenschutztrieb regieren. Es kann zu unmenschlichem Verhalten kommen, man »geht über Leichen«. Sie können brutal zusammengeschlagen werden, nur weil sich eine Gruppe Ihren Wagen als Fluchtfahrzeug aneignen will; oder die Bunkertür wird verschlossen, obwohl noch ausreichend Platz für andere vorhanden ist. Auslöser für diese Panik sind meist akustische Reize. Die Panik-Starre entsteht in einzelnen Menschen, die dann »vor Schreck wie gelähmt« sind. Sie ist eine Art »Totstell-Reflex«. Manche Menschen fallen in Ohnmacht. Wer nicht, ist »starr vor Entsetzen« und

verharrt in Furcht und Grauen. Nicht nur der Körper gehorcht nicht mehr, sondern auch der Geist ist »abgeschaltet«. Das kann, wenn schnelles Handeln erforderlich ist, fatale Folgen haben! Es gibt eine »Panik-Stimmung«, eine allgemeine Unruhe oder Nervosität; umlaufende Gerüchte, unklare, sich widersprechende Anweisungen von Behörden fördern diesen Zustand. Auslöser einer Panik sind gefühlsbetonte Menschen mit übersteigerten Reaktionen, die oft noch phantasiebetont sind (Labile, Unbeherrschte, Hysteriker, Süchtige - auch Alkoholiker) und zu lautstarken Äußerungen neigen.

(Quelle: Klaus Gerosa: Schutz bei Atomunfällen. Bastei-Lübbe 1996)



Wie bekämpfen Sie eine Panik? Ein nicht kontrollierbarer akustischer Reiz, beispielsweise ein Schrei, muß - auch wenn er eine bewegte Panik bereits ausgelöst hat - durch einen möglichst noch weit lauteren Reiz übertönt werden! Wer sich panisch Erregten entgegenwirft, muß seine Stimme gebrauchen! Grundlosem Rufen und Schreien muß mit einer klaren, lauten (aber nicht überkippenden) Stimme entgegengetreten werden! Anschließend beruhigende Worte finden! Eine Massenflucht bei einem Atomunfall können nur die Polizei, der Bundesgrenzschutz oder die Bundeswehr aufhalten oder lenken. Bei einer kleinen Gruppe jedoch können sie durch Ihre laute, gefolgschaftsfordernde Stimme, klare Anweisungen und Ihr persönliches, beispielgebendes Handeln das Verhalten der Gruppe ändern! Ein in Panik-Starre befindlicher Mensch muß wacherüttelt und angefeuert werden! Das kann auch durch durchdringende akustische oder optische Reize geschehen.

- Panik rechtzeitig erkennen

Die Menschen sind so nervös, daß sie bei jedem Geräusch zusammenfahren. Die Gesichter zeigen eine starre und ängstliche Spannung. Die Blicke irren umher, die Hände zucken, manche Körperbewegungen sind unmotiviert. Man spricht betont laut, lacht sinnlos.

- Panik verhüten

Drohende Gefahren dürfen weder unter- noch übertrieben dargestellt werden. Belastungen sollen, wenn möglich, rechtzeitig und ruhig angekündigt werden. Ein Scherz kann eine Spannungssituation lösen. Wenn möglich, sollten entdeckte »Panikmacher« den anderen als solche bekannt gemacht werden.

- Panik bekämpfen

Ruhe bewahren und sich furchtlos zeigen! Heben Sie sich, wenn möglich, durch geschickte Ortswahl aus der Menge heraus. Mit lautester Stimme, durch eine deutliche Gebärde unterstützt, geben Sie klare Anweisungen und ein sinnfälliges Beispiel!

So bereiten Sie sich auf den Tag vor, den Sie niemals erleben wollen

Ist die Atom-Katastrophe erst einmal eingetreten, ist es für alle Vorbereitungen zu spät: Man muß dann mit dem auskommen, was gerade vorhanden ist. Das gilt nicht nur für Lebensmittel, Geräte und Kleidung, sondern auch für die vielen Kleinigkeiten, die man jeden Tag ganz selbstverständlich benutzt. Schon wenn die Zahnbürste oder ein Messer im (Behelfs-)Schutzraum fehlt, kann das recht unangenehm sein. Oft sind Kleinigkeiten Auslöser großer Wirkungen. Ein Reaktorunfall mit seinen Folgen kann Sie oder andere psychisch so sehr belasten, daß geringfügige Umstände ausreichen, um eine verzweifelte Stimmung auszulösen. Gerade dies aber muß vermieden werden. Auch der notwendige Aufenthalt im Schutzraum kann bei entsprechender Vorbereitung erträglich gestaltet werden. Konkret heißt das: All die Dinge, die man im Notfall einmal benötigen dürfte, müssen überlegt zusammengestellt, gekauft und bereitgelegt werden. Regelmäßig müssen dann die Utensilien auf ihre Funktion hin überprüft werden, der angeschaffte Lebensmittel-

Vorrat muß verbraucht und ersetzt werden. Denn im Ernstfall nützen Ihnen weder eine brüchige Schutzkleidung noch ungenießbare Lebensmittel. Überprüfen Sie sorgfältig die untenstehenden Listen und kontrollieren Sie Ihre Bestände. Ergänzen Sie gegebenenfalls fehlende Artikel! Finanziell wird Ihnen manches jetzt als überflüssige Ausgabe vorkommen, aber: Lebensmittel in Dosen werden im Laufe der Monate immer wieder verbraucht und müssen dann nur wieder ergänzt werden. Das gleiche gilt für Hygiene-Artikel und Reinigungsmittel. Was anderes Material betrifft, so ist zu prüfen, ob Sie nicht durch überlegten Einkauf eine Mehrfach-Nutzung erreichen können. So kann notwendiges Werkzeug im Alltag genauso genutzt werden wie ein Camping-Kocher, Medikamente, Schutzbekleidung (beim Besprühen von Gartenbäumen mit einem Pflanzenschutzmittel oder ähnlichem) und so fort. Nur die Anschaffung eines Geigerzählers oder von Atemschutzmasken könnte Ihnen als Zusatzausgabe erscheinen. Aber zu den Gefährdungen in unserer Zivilisation gehören auch Chemie-Unfälle, die ebenfalls einen derartigen Schutz erfordern. (Quelle: Klaus Gerosa: Schutz bei Atomunfällen. Bastei-Lübbe 1996)

Schutzbekleidung

Feuerwehr, Technisches Hilfswerk und andere Organisationen verstehen unter einem »Schutzanzug« eine sogenannte ABC-Ausrüstung - wobei das ABC für atomare, biologische und chemische Gefahren steht. Zur offiziellen ABC-Ausrüstung gehören ein Strahlenschutzanzug (mit Kapuze), eine Atemmaske und dazugehörige Filter sowie abwaschbare Stiefel und Handschuhe. Letztere sind aus luftundurchlässigem, schwer entflammbarem Material mit glatter Oberfläche.

Wenn Sie sich eine ABC-Schutzausrüstung kaufen wollen, müssen Sie mit folgenden Preisen rechnen:

| | | |
|-----------------|----|--------|
| Schutzanzug | ab | DM 200 |
| Stiefel | | DM 70 |
| Handschuhe | | DM 20 |
| Atemschutzmaske | ab | DM 200 |

Für rund DM 500 pro Person ist eine komplette Schutzkleidung zu erwerben. Aber es gibt auch genügend Ersatzmöglichkeiten: Hobbysegler können ohne weiteres ihren wasserdichten Segelanzug nehmen, und nicht nur sie, sondern auch viele andere Bürger haben wasserdichte Gummistiefel und einen »Ostfriesen-Nerz« zu Hause. Die Gummihandschuhe sind beim Strahlenschutz-Anzug besonders stabil, aber Küchenhandschuhe tun's im Notfall auch. Auch für die Atemschutzmaske mit mehreren Filtern gibt es bisweilen »zivile« Einsätze, beispielsweise beim Umgang mit ätzenden Substanzen, beim Abbeizen alter Möbel und ähnlichem. Es geht also auch anders - und daran sollten Sie denken, wenn Sie jetzt die folgenden Listen durchgehen.

Als Behelfsschutzanzug können verwendet werden:

- Sporttaucheranzug
- Surfanzug
- Motorradbekleidung aus Gummi oder Leder
- gut imprägnierter Ski-Anzug



- Ledermantel
- Gummimantel, »Ostfriesen-Nerz«
- Anglerhose mit angesetzten Stiefeln und gummierter Jacke
- gummierter Regenanzug für Wassersportler.

Als Handschuhe eignen sich:

- Haushalts-PVC-/Gummihandschuhe
- lange und dichte Lederhandschuhe.

Als Stiefel kann man verwenden:

- Gummistiefel
- Reitstiefel aus Gummi oder Leder
- Hohe Lederstiefel
- Kunststoff-Ski-Stiefel
- Hohe Wanderstiefel
- Fallschirmspringerstiefel
- Anglerstiefel.

Als Kopfbedeckung sind geeignet:

- große Gummibadehauben
- dichte Plastiktrockenhauben
- Plastiktüten (jedoch nicht über Nase und Mund!)
- Lederhüte mit breitem Rand
- Feuerwehrhelme mit Nackenschutz
- Stahl- und Plastikschutzhelme.

Entscheidend ist, daß der Körper vollständig bedeckt werden kann. Sind die Schuhe oder Handschuhe nicht völlig dicht, muß man Plastiktüten darüberziehen. Sie werden mit einem Einweckgummi, einem festen Bindfaden oder Strick am Arm oder Bein festgeknotet. Achten Sie auch darauf, daß das Obermaterial der Kleidung fest, wasserundurchlässig und glatt ist. Auch sind glatte Sohlen, wie beispielsweise bei manchen Gummistiefeln, vorteilhaft. Denn glatte Oberflächen lassen sich einfacher und gründlicher reinigen, auch von verstrahlten Teilchen, die durch radioaktiven Staub oder Flüssigkeit an die Kleidung gelangen. Das Material wird im Lauf der Lagerzeit leicht brüchig. Schon kleine Löcher oder Risse können Strahlen auf die bloße Haut durchlassen und Sie im Ernstfall verstrahlen. Pflegen und überprüfen Sie deshalb

regelmäßig die Kleidungsstücke, die Sie sich als Schutzkleidung ausgewählt haben. Schutzmasken gibt es nur im Fachhandel. Wenn Sie nicht wissen, wo Sie sie erwerben können, rufen Sie einfach die Polizei oder Ihre zuständige Feuerwehr an. Sicherlich gibt es da hilfsbereite Mitbürger, die Sie beraten.

Und darauf sollten Sie beim Kauf einer Schutzmaske (Preis: ab DM 200) achten:

- große Sichtscheibe
- klare Sicht: Doppelglas
- gute Paßform, auch für Brillenträger
- weiche Paßkanten
- bequeme Tragweise
- leichte Filterhandhabung
- pflegeleichtes Material.



Zusätzliche Hilfen

Auch Decken und Planen können ersten Schutz bieten. Sie können sich mit ihnen zudecken oder sie über sich stülpen, um so die ersten Strahlenteilchen behelfsmäßig abzuschirmen.

Gut geeignet sind:

- gummierte Autoschutzplanen, Motorrad- und Fahrradschutzdecken
- glatte, gummierte Tischdecken (Mindestgröße 140 x 180 cm)
- Plastikfolien, wie sie zur Abdeckung von Silos in der Landwirtschaft genutzt werden
- gummierte oder PVC-Duschvorhänge
- PVC-beschichtete Zeltplanen oder Dachzelte
- Isoliermatten für Dachabdichtungen
- große Plastiktüten oder Müllsäcke.

Nur beschränkt geeignet sind:

- große Garten-Sonnenschirme (schützen nur für wenige Minuten)
- umgedrehte PVC-Planschbecken, Badeboot oder Liegematratze
- Folie zum Abdichten von Zierteichen
- Teppich mit gummierter Unterseite, die nach außen gewendet wird.

Diese Materialien schützen nicht nur Sie, sondern können auch als Abdichtungsmaterial für Fenster, Türen, Lüftungen und Kamine verwendet werden. Sie sind in jedem Kaufhaus, Sport- oder Bastlerbedarfsgeschäft für wenig Geld zu erwerben.

Schutzräume

Wird man von der radioaktiven Strahlung überrascht, gibt es viele Möglichkeiten, sich in Räume, Häuser oder Schutzkeller zu begeben. Die Schutzwirkung ist jedoch je nach Material des Hauses oder Kellers unterschiedlich. Die Bewertung der Baumaterialien und ihre Schutzwirkung gegen Gammastrahlung wird in Zehntelwertdicken angegeben. Dieser Wert besagt, wie dick das entsprechende Material sein muß, damit die außen auftretende Strahlendosis auf ein Zehntel verringert wird. Die Zehntelwertdicke beträgt für Stahl 7 Zentimeter, für Beton 20 Zentimeter, für Vollziegel 26 Zentimeter, für Erde 30 Zentimeter, für Wasser 52 Zentimeter und für Tannenholz 93 Zentimeter. Daraus ist ersichtlich, daß Stahl und Beton für den Schutz vor Strahlung am besten geeignet sind. Schon jedes »normal« gebaute Haus hat Beton- oder Ziegelwände, die meist dicker als 20 Zentimeter sind. Das bedeutet, daß beim Aufenthalt in einem Haus oder in der Wohnung bereits ohne weitere Schutzmaßnahmen neun Zehntel der Gesamtstrahlung abgehalten werden, sofern nicht Fenster und Türen die Schutzwirkung der Mauer mindern. Für Schutzräume sind zwei Zehntelwertdicken vorgeschrieben. Aus diesen Überlegungen kann man bereits ableiten, wo der Aufenthalt bei auftretender Strahlung am sichersten ist. Alle Häuser und andere Aufenthaltsorte haben unterschiedliche Schutzfaktoren (s. Tabelle).

Die äußere Strahlung wird durch diesen geteilt - und der Wert, der dabei herauskommt, gibt die Strahlenbelastung an, die in den Raum eindringen kann.

| Aufenthaltsort | Schutzfaktor |
|--|---------------|
| Tiefkeller von Hochhäusern, Tunnel, Bergwerkstollen, Bunker und gehärtete Spezialschutzräume | 1000 und mehr |
| Keller mehrstöckiger Häuser, die völlig unter der Erde liegen | 250-1000 |
| Keller- und Mittelbereich (z.B. Flur) mehrstöckiger Häuser, deren Keller teilweise über die Erdoberfläche ragen; Zentralbereich im Erdgeschoß mehrstöckiger Häuser alter, massiver Bauart mit gut schließenden Fenstern mittlerer Größe | 50-250 |
| Keller ein- bis zweigeschossiger Häuser, die unter der Erdoberfläche liegen; Zentralbereich im Erdgeschoß von Häusern mit mehreren Stockwerken und dünnen Wänden und Fenstern | 10-50 |
| Keller von ein- bis zweigeschossigen Häusern, deren Keller teilweise über die Erdoberfläche ragen; Zentralbereich der unteren Stockwerke mehrgeschossiger Häuser mit großer Grundfläche; Zentralbereich im Erdgeschoß alter Häuser mit ein bis zwei Stockwerken und mit starken Wänden und normalen Fenstern | 2-10 |
| Obergeschosse von ein- bis zweigeschossigen Häusern, ebenerdigen Hallen usw. | 1,4-5 |
| Deckungsgräben mit Abdeckung durch Folie, Plane, Decke und dünner Erdschicht | 3,3-5 |
| Pkw, Lkw, wenn das Verdeck nur geringfügig verstrahlt ist | ca. 1,7 |

Überlegen Sie sich also vorher, wo welche Gebäude, die Sie als Schutzraum bei einer atomaren Katastrophe aufsuchen könnten, in der Nähe Ihrer Wohnung oder Ihres Arbeitsplatzes stehen. Besser ist es jedoch, einen eigenen Schutzraum zu planen. Um sich das Leben darin so erträglich wie möglich zu machen, benötigt man bestimmte Geräte, Werkzeuge und Möbel. Möglicherweise müssen Sie sich bis zu 14 Tage ohne Versorgung von außen in diesem Raum aufhalten können.

Ausstattungsgegenstände

Als Mindestausstattung ist erforderlich:

- Sitzmöglichkeiten für alle vorgesehenen Personen, Liegegelegenheiten für mindestens ein Drittel der geplanten Belegung; verwenden kann man Matratzen, Schlafsäcke, Decken oder Feldbetten
- Regale oder Ablagen für die notwendigen Vorräte
- Not-Abort und Waschgelegenheit
- Dekontaminationsplatz, wo auch der Abfall aufbewahrt wird.

Abdichtmaterial für Fenster, Türen, Lüftungen

Für das luftundurchlässige Abdichten von Öffnungen sind geeignet:

- Abdichtungsband
- Abdichtungsschaum
- jedes Klebeband, wenn es breit genug ist
- Schaumstoffbänder, die in die Innenkanten der Fenster und Türen geklebt werden
- Papier.

Zur zusätzlichen Abdeckung ganzer Flächen kann man verwenden:

- Plastikfolien
- Gummihaut
- PVC- oder Duschvorhänge
- Plastiktischdecken
- Teppiche, die an der Unterseite gummiert sind
- Aluminiumfolien
- Sandsäcke oder Erde.

Werkzeuge und Geräte



Mit den entsprechenden Gerätschaften kann man notwendig werdende Arbeiten ausführen.

So brauchen Sie für »alltägliche« Arbeiten:

- Taschenmesser, Universalmesser
- Sägen für Holz und Metall
- Hammer, (Stahl-)Nägel, Schrauben, Handbohrer
- Kneif-, Kombi-, Wasserpumpen- oder Beißzange
- Satz Schraubenzieher und -schlüssel, auch für kleine Schrauben und Muttern
- stabiles Seil
- Eimer, Bottiche
- Set für Arbeiten an elektrischen Geräten

zur Brandbekämpfung:

- Wassereimer
- Feuerlöscher (chemisch)
- Löschdecke
- Brandhaken
- Feuerpatsche

zur Selbstbefreiung:

- Schaufel
- (Klapp-)Spaten
- Spitzhacke
- Brechstange, Einreiß-Haken
- Bügelsäge oder Fuchsschwanz
- Metallsäge
- Meißel
- Axt.

Lüftung und Ventilation

In einem vollkommen abgedichteten Schutzraum wird die Luft schnell verbraucht sein - das kann Lebensgefahr bedeuten! Sie benötigen deshalb eine Lüftung.

Als Material wird gebraucht:

- ein Rohr (Material egal, mit ausreichend weitem Durchmesser)
- Filtermaterial
- Stroh
- kleine Steine, Kies
- Sand, Mehl
- Aktivkohle (auch Holz-, Braunkohle)
- Abdichtendes Material
- Abdichtmasse
- Gewebe, Stoffe
- Gitternetz.

Zur Herstellung eines Notventilators benötigen Sie wahlweise:

- Auto- oder Gaststättenventilator
- Staubsauger
- Dunstabzugshaube aus Einbauküche.



Dekontamination

Um die auf Kleidung und Körper haftenden Strahlenteilchen gründlich und vollständig zu entfernen, benötigt man Reinigungsmittel und geeignete Geräte.

Als Reinigungsmaterial kommen in Betracht:

jede Seifenart, auch Schmier-, Kern-, Leim- und Spezielseifen, alle Shampoos oder Duschgels, Spül-, Feinwasch-, Koch- und Universalwaschmittel, Industriereinigungsmittel und Scheuermittel.

An folgende Geräte sollte gedacht werden:

- Wattestäbchen zum Dekontaminieren der Ohren/Nase
- Maniküre mit Feile und Nagelschere
- Stielbürsten
- rauhe Kleiderbürsten
- Teppichklopfer
- Putzlappen, Stoffreste, Handtücher, Badetücher, saugfähige Haushaltspapiertücher
- Wassereimer, -wannen oder -bottiche
- luftdicht abschließbarer Behälter für verstrahlte Kleidung, gebrauchte und nicht mehr verwendbare Tücher (am besten aus Plastik)
- Ständer oder Wandhaken zum Trocknen und Ablegen der Schutzkleidung
- Lattenrost zum Trocknen des Schuhwerks
- Abfluß für Wasser bzw. Behälter für verstrahlte Flüssigkeit.

Notgepäck

Ihr persönliches Notgepäck ist darauf ausgerichtet, daß Sie im Ernstfall rund zwei Wochen ohne irgendeine Hilfe von anderen Personen überleben können. Nehmen Sie die Zusammenstellung deshalb sorgsam vor. Denn es geht hier einzig um Ihre Überlebenschancen und vielleicht noch die Ihrer Kinder. Die Zusammenstellung muß deshalb, von einer »Grundausrüstung« abgesehen, nach Ihrem eigenen Bedarf erfolgen. Achten Sie jedoch darauf, daß Sie wirklich nur das Notwendigste mitnehmen - denn im Fall der Flucht werden Sie froh sein, wenn das Gepäck nicht zu schwer ist! Außerdem ist es immer günstig, wenn Sie Ihre Hände frei haben - benutzen Sie deswegen einen Rucksack!

Grundausrüstung

- Zweckmäßige Kleidung; achten Sie darauf, daß sie strapazierfähig ist; sie muß so kombiniert werden können, daß Sie sich jeder Witterung anpassen können; denken Sie aber auch daran, daß bei einer radioaktiven Verseuchung die Bekleidung - auch bei heißem Wetter - immer geschlossen sein muß
- Garnitur Leibwäsche
- Schlafsack
- Kombigeschirr (Eßbesteck)
- Staub- und wasserdicht verpackte »Eiserne Ration«
- Arzneimittelpaket; denken Sie vor allem an Ihre persönlichen Medikamente sowie an Beruhigungsmittel und Jodtabletten
- Dokumententasche mit den wichtigsten Papieren, Verträgen und Wertsachen
- ABC-Schutzausrüstung
- Feuerzeug, Zündholzer, Taschenlampe, Ersatzbatterie und -lämpchen, Kerzen, Teelichter
- Dosenöffner und Taschenmesser



- Notizblock und Schreibzeug
- zwei Rollen Toilettenpapier
- Plastik-Abfalltüten
- Rundfunkgerät mit Batteriebetrieb.

Not-Hausapotheke

In dieser außergewöhnlichen Situation stört jedes Gesundheitsproblem! Deswegen nehmen Sie nicht nur Ihre üblichen Medikamente mit, sondern noch etwas mehr. Zum Beispiel alles das, was sich in einem Erste-Hilfe-Kasten für Autos befindet. Wichtig sind auch Schlaf- und Beruhigungsmittel, die Sie vielleicht sonst nie benutzen, schließlich Vitamin- und Jodtabletten. Stellen Sie eine Liste auf. Auf ihr müssen Menge, Dosierung und vor allem das Verfallsdatum der Medikamente eingetragen werden. Überprüfen Sie deshalb regelmäßig die Verfallsdaten und ersetzen Sie die noch nicht aufgebrauchten alten Medikamente durch neue. Nur so können Sie sicher sein, daß die Medikamente helfen und nicht schaden.

Wichtig: Da Sie dann ganz alleine auf sich gestellt sein können, sollten Sie ein Buch über Erste Hilfe sowie über Krankheiten und deren Behandlung durch den Laien kaufen!

Zumindest das sollten Sie auf Ihre Liste setzen:

- Santitätskasten, wie Sie ihn schon im Auto haben; überprüfen Sie den Inhalt auf Vollständigkeit und auf die Verwendungsfähigkeit der Mittel
- Beruhigungs- und Schlafmittel (Baldrian, Valium - nur auf Rezept erhältlich -, Kamille-Extrakt, jedes bisher von Ihnen benutzte Schlaf- oder Beruhigungsmittel)
- Kopfschmerztabletten
- Medikamente gegen Erkältungserscheinungen (Cremes zum Einreiben wie Wick, Aspirin - wobei die flüssigkeitslöslichen Tabletten mit Vitamin C allen anderen vorzuziehen sind -, Hustensaft, Halsschmerztabletten)
- Magenschmerzmittel (Nehmen Sie unbedingt ein Mittel mit, das die Magensäure abpuffert! Dabei sind halbflüssige Medikamente viel besser als Tabletten! An »Roll-Kur« denken.)
- Durchfall-Mittel (besonders wichtig ist die Behandlung von Durchfallerkrankungen. Nehmen Sie deshalb unbedingt Kohletabletten mit, aber auch Mittel gegen Verstopfung! Günstig sind hier Beutel mit einer Elektrolyt-Mischung zur Herstellung von Mineraldrinks.
- Kreislauf- und Herzmittel (Arzt fragen, da viele Mittel nur gegen Rezept erhältlich sind!)
- Wund- und Brandsalbe, Desinfektionsmittel
- Verbandsschere
- sterile Mullkompressen
- elastische Binden
- Hansaplast und Leukoplast
- Babyöl und -puder (gegebenenfalls)
- Fieberthermometer.

Diese Medikamente sollten Sie nur auf Anweisung einnehmen:

Jodtabletten: Sie dürfen nur im Ernstfall - am besten kurz vor dem Eintreffen der Strahlung - eingenommen werden. Vorsicht: Nebenwirkungen bei Überdosis!



»**Berliner Blau**«: Dies ist eisenhaltiges Ammoniumeisenhexacyanoferrat, das das radioaktive Cäsium binden kann. Die Einnahme dieser Tabletten bewirkt, daß über 90% der aufgenommenen Cäsiummenge nicht in die Organe gelangt und vorher ausgeschieden wird. Bislang wird dieses Präparat noch nicht für die Bevölkerung hergestellt, erkundigen Sie sich aber, ob diese Tabletten schon für den Markt freigegeben worden sind.

Multivitamin-tabletten: Bei einseitiger Ernährung können Sie die benötigten Vitamine ersetzen. Ob eine Überdosis schädlich ist, ist umstritten.

Dokumententasche

In einer wasserdichten und hitzebeständigen Mappe sollten Sie jederzeit die wichtigsten Dokumente im Original oder als beglaubigte Kopie bereitlegen haben. Sie brauchen sie sicherlich nach einer kurzfristig notwendig gewordenen Flucht oder im Fall einer Evakuierung.

Persönliche Papiere:

- Geburtsurkunde
- Ausweise
- Heirats-/Scheidungsurkunde
- Testament.

Beruflich bedeutsame Papiere:

- Anstellungs-, Dienstvertrag
- Schul-, Ausbildungs-, Arbeitszeugnisse
- betriebliche Altersversorgung
- Mitgliedschaften in Gewerkschaften oder Berufsverbänden
- Gewerbeanmeldung
- Gesellschaftsvertrag
- wichtige Firmendokumente.

Finanz- und Kapitalanlagen:

- Giro- und Sparkontounterlagen
- Bausparverträge
- Renten-, Pensions- und Einkommensbescheinigungen
- wichtige Steuerunterlagen
- Versicherungsunterlagen (Kranken-, Lebens-, Unfall-, Haftpflicht-, Rechtsschutz- und andere Versicherungen).

Haus- und Wohnungsunterlagen:

- Urkunden (Grundbuchauszüge u.a.)
- Finanzierungsunterlagen
- Mietvertrag
- Zusatzversicherungen.

Kraftfahrzeug-Unterlagen:

- Kfz-Papiere (Kfz-Brief und -Schein)
- Versicherungsscheine
- Schutzbriefe.

Für Kinder sollte ein Brustbeutel oder eine »SOS-Kapsel« mit dem Namen, persönlichen Angaben und der Adresse der Eltern/Verwandten vorbereitet werden.

Die »SOS-Kapseln« sind bei Sanitätsorganisationen, in Kaufhäusern und über den Versandhandel zu erhalten. Sie kosten sechs bis zehn Mark.

Lebensmittel:

In Ihren Rucksack legen Sie noch die sogenannte »Eiserne Ration«. Sie stellt das Minimum Ihrer Versorgung für etwa zwei Tage dar:

- 100 g Dosenwurst
- 100 g Leberwurst
- 100 g Schokolade
- 100 g Hartkekse
- 2 x 50 g ungesalzene vakuumverpackte Nüsse
- 20 g Getränpulver

Lebensmittelvorrat

Wenn Sie sich Lebensmittelvorräte für den Ernstfall anlegen, achten Sie auf folgende Grundregeln, die für die Verpackung gelten

Radioaktiver Niederschlag durchdringt nur poröse Stoffe. Papier- oder Kunststoffverpackung kann schon die ersten Strahlenteilchen abhalten. Besser jedoch ist luftdicht verschweißte oder mit einem gummiähnlichen Material überzogene Ware. Denn selbst bei Gläsern oder Flaschen mit einem Schraubverschluß wurde festgestellt, daß die Strahlenteilchen sich noch in den ersten Windungen des Verschlusses ablagern konnten.



Nur luftdicht verschweißte Packungen oder Vollkonserven kaufen. Auf eine glatte Oberfläche der Verpackung achten. Die Verpackung muß, bevor sie geöffnet wird, abgewaschen oder zumindest gründlich abgewischt werden. Sonst gelangen radioaktiv verstrahlte Staubteilchen, die sich in Rillen oder Falten der Verpackung abgelagert haben, unweigerlich in die Nahrung und somit in Ihren Körper.

Achten Sie bei der Einlagerung der Lebensmittel auf folgende Punkte:

- unbeschädigte, luftdicht verschlossene Packung
- Haltbarkeit
- Lagerfähigkeit bei warmer und schwankender Temperatur sowie hoher Luftfeuchtigkeit
- keine oder wenige Konservierungsmittel
- Kalorienreichtum
- hoher Nährwert und guter Geschmack
- konzentrierte Kraftnahrung
- keine zu großen Dosen, Packungen oder Gebinde, deren Inhalt nach dem Öffnen nicht voll verbraucht werden kann, denn die Aufbewahrung der Essensreste im feuchtwarmen Klima des Schutzraumes kann zu raschem Verderb und zu Lebensmittelvergiftungen führen.
- Alle Lebensmittel müssen auch kalt genießbar sein.



Achten Sie auf die Verfallsdaten der Konservennahrung. Stellen Sie eine Verbrauchsliste zusammen, die es Ihnen erleichtert, ältere Konserven rechtzeitig zu verbrauchen und den Vorrat gleichzeitig wieder aufzufüllen. So haben Sie die Sicherheit, daß die Reserven jederzeit verwertbar und ausreichend sind. Trockenvorräte sind sehr lange haltbar. Sie sollten möglichst kühl, trocken und lichtgeschützt aufbewahrt werden.

Lange lagerfähig sind vor allem:

- Fleisch- und Wurstkonserven
- Dauerwurst
- geräucherter Speck
- Fischvollkonserven
- Haferflocken
- Hartkeks
- Zwieback
- Knäckebrot
- Schmalz
- Speiseöl
- Zucker
- Honig
- Marmelade
- Kondensmilch
- Milchpulver
- Gemüse- und Obstkonserven
- Trockenobst
- Tomatenmark
- Kaffee-Extraktpulver
- Tee
- Kakao
- Schokolade
- Fruchtbonbons
- Trinkwasser.

Vorschlag für den Krisenvorrat
(für einen Erwachsenen, rund 14 Tage)

Vollkonserven

- 2 kg Fleisch-, Fisch- und Wurstkonserven
- 4 kg Fertiggerichte und Suppenkonserven
- 2 kg Obst- und Gemüsekonserven

Milch und Fette

- 1 kg Kondensmilch
- 0,5 kg Milchpulver
- 0,25 kg Käse (in Dosen)
- 0,5 kg Speiseöl, Pflanzenfett, Schmalz

Trockenvorräte

- 2 kg Dauerbrot, Knäckebrot oder Zwieback, Hartkekse, Biskuits, Dosenbrot
- 0,5 kg Nahrungsmittel, z.B. Haferflocken
- 0,5 kg Zucker
- 0,25 kg Salz, Gewürze

Eingemachtes

- 0,2 kg Marmelade
- 2 kg Obst und Gemüse

Flüssigkeit

42 Liter Wasser, Saft u.a.

Sonstiges

- 0,5 kg gemahlener Kaffee oder Kaffee-Extraktpulver, Schwarzer Tee oder Kräutertee, Kakao



Vorsicht bei Magermilchpulver! Als Säuglingsnahrung ist Magermilchpulver nur ersatzweise geeignet. Die Entfettung der Milch führt nämlich zu hohem Verlust an Kalorien, wertvollen Fettsäuren und fettlöslichen Vitaminen (speziell Vitamine A, E und D). Der Gehalt an Milchzucker und Mineralien steigt gleichzeitig unnatürlich hoch an. Bei längerem Einnehmen von Magermilchpulvernahrung befürchten Kinderärzte einen hohen Anstieg der Vitaminmangelkrankheit Rachitis. Auch können Darminfektionen entstehen. Denn Magermilchpulver wird nach dem Anbrechen der Packung meist nur noch offen gelagert. Dadurch aber stellt es, gerade wenn es warm ist, einen idealen Nährboden für gefährliche Krankheitserreger dar. Auch Schwangere sollten deshalb das Pulver nur ersatzweise oder als Nahrungsbeimischung verwenden.

Frisches Obst und Gemüse

Kurz vor einer Katastrophe geerntetes Obst und Gemüse wird meist noch genießbar sein. Sie sollten es jedoch sofort an einen geschützten Ort legen. Bei Blattgemüse die obersten Blätter abzupfen und vernichten! Werden Obst und Gemüse dann vor dem Verzehr noch gründlich gewaschen und geschält, sind sie eßbar. Längere Lagerung ist aus Gesundheitsgründen jedoch nicht ratsam.

Trinkwasser

Radioaktiv belastetes Trinkwasser zu entseuchen, ist nur begrenzt möglich. Es muß durch Aktivkohle gefiltert werden, wozu man ganz einfache Tee- oder Kaffeefilter verwenden kann. Anschließend wird das gefilterte Wasser gekocht. Der dabei aufsteigende Dampf wird durch einen Deckel aufgefangen, der über den Topf hinausragt. Das an den Seiten heruntertropfende Wasser ist so gut wie möglich entseucht.

Notenergiehaushalt

Hierzu zählen alle energieverbrauchenden Tätigkeiten, bei denen Sie normalerweise »Strom aus der Steckdose« benutzen. Wichtig sind Kochen, Beleuchtung und im Winter die Heizung. Hausgemeinschaft oder Hausbesitzer können sich ein Notstromaggregat anschaffen. Dieselfgeneratoren sind hierfür besonders geeignet. Sie arbeiten mit einer einzigen Tankfüllung 2 bis 3 Stunden und kosten je nach Größe und Zusatzgeräten DM 1500 bis DM 6000.
Notheizung.

Vom Stromnetz unabhängige Heizmöglichkeiten sind:

- Herkömmliche Öfen (Öl-, Kohle-, Holz-, Gas- und Allesbrenneröfen); denken Sie daran, rechtzeitig ausreichend Brennstoff-Vorräte einzulagern
- gasbetriebene Campingheizung
- Zeltheizung mit regulierbarer Heizleistung.

Leichte Heizgeräte wie beispielsweise eine Campingheizung kosten ab DM 70. Behelfskochgelegenheit. Sie kann gleichzeitig auch Wärmequelle sein.

In Frage kommen:

- robuste Benzin-, Petroleum- oder Spirituskocher
- kleine Einflammengaskocher (Campingkocher)
- Esbitkocher.

Kaufpreis: ab DM 14, Campingkocher ab DM 40.

Notbeleuchtung. Bei einem nächtlichen Stromausfall brauchen Sie eine Ersatz- oder Notbeleuchtung.

Besorgen Sie sich:

- Taschenlampen mit je zwei Sätzen Reservebatterien und Lämpchen
- Dynamo-Taschenlampen
- 50 Kerzen mit langer Brenndauer (an genügend Streichholzer oder Feuerzeuge denken)
- Gaslampen
- Petroleumlampen (an Docht und Petroleum denken). Geeignete Gas- und Petroleumlampen sind schon für DM 50 zu erwerben.

Hygiene

In einer solchen Lage muß die Hygiene peinlich genau beachtet werden.

Pro Person braucht man für einen Schutzraum-Aufenthalt von 14 Tagen:

| | |
|-----------|---|
| 1 Stück | Seife oder Duschgel |
| 2 Stück | Zahnbürsten |
| 1 Tube | Haarwaschmittel/Shampoo |
| 1 Dose | Körpercreme |
| 1 | Kamm/Haarbürste |
| 1 | Rasiergerät |
| 1 Packung | Tampons, Binden oder Einlagen |
| 1 Packung | luftdicht verschlossene, parfümierte Erfrischungstücher |

Denken Sie gegebenenfalls auch an die Pflege der Kinder und Babys. Windeln, Babyöl und -puder sowie die Mittel, die Sie gewöhnlich benutzen, sollten ausreichend vorrätig sein.

Für die Abfallbeseitigung benötigen Sie:

| | |
|----------|---|
| 10 Paar | Einweg-Handschuhe |
| 2 Rollen | Toilettenpapier |
| 10 Stück | große Müllbeutel |
| 1 Rolle | Haushaltspapier |
| 1 Stück | Camping-Trockentoilette mit Ersatzbeutel, Torfmull, Sägemehl oder Chlorkalk |
| 2 | Plastikeimer, die mit Plastiktüten ausgelegt werden. |

Sonstiges

Zusätzlich sollten Sie an folgende Gegenstände denken:

- Radio oder Fernseher, möglichst tragbar
- Uhr, Wecker



- Kalender
- Notizblock mit Stift
- Geigerzähler.

Risikobewertung

Risiko für Ungeborene

Als diejenige Embryodosis, die das spontane Risiko für vererbare Mißbildungen verdoppelt, werden circa 20 000 mrem angegeben. Damit sind die aktuell durch externe Bestrahlung auftretenden Embryodosen von wenigen mrem in Relation zu setzen. Bei einer Belastung mit einem rem für das Ungeborene während der pränatalen Phase erhöht sich das Krebsrisiko um 0,6 Promille, das Risiko für leichte bis schwere geistige Behinderungen um 0,4 Prozent. Nach einer Empfehlung der Deutschen Röntgengesellschaft ist eine Abtreibung bei einer Belastung unter einem rem keinesfalls angeraten. Die Hauptaktivität, die anfangs über die Nahrung aufgenommen werden könnte, ist auf das Jod 131 mit einer Halbwertszeit von 8 Tagen (biologische Halbwertszeit 6,4 Tage) zurückzuführen. 50 Prozent der von der Schwangeren aufgenommenen Gesamtaktivität werden vom Körper wieder ausgeschieden, 25 Prozent reichern sich in der Schilddrüse an. Von den im Körper darüber hinaus verbliebenen 25 Prozent können lediglich 5 Prozent die Plazentaschranke überwinden. Nur die Hälfte hiervon kann sich in der Schilddrüse des Ungeborenen anreichern (die Dosis der fetalen Schilddrüse ist dann in etwa gleich der der mütterlichen Schilddrüse), jedoch erst ab der 12. Woche, da vor diesem Zeitpunkt keine Schilddrüse entwickelt ist.

Schutz vor zusätzlicher Kontamination:

- Aufsuchen der Schutzräume bei einer Luftverseuchung über 0,01 Sv
- Abtransport Verseuchter in dekontaminierbaren Krankentransportwagen (nicht Notarztwagen)
- Sofortiges Abspülen der mit Atomstaub kontaminierten Gebrauchsgegenstände und Wohnflächen im Freien
- Abtragen der verseuchten Erd- und Kiesschichten
- Verfrachtung von verseuchtem Obst und Gemüse auf Sondermülldeponien
- Auswahl der Nahrungsmittel: insbesondere Kleinkinder müssen kontaminierte Baum- und Feldfrüchte, Milch und Milchprodukte meiden

Nach Eindringen in das Erdreich sind die folgenden Ernten betroffen

Bei belasteten Böden sollte auf Wurzel- und Blattgemüse verzichtet werden, z.B. Spinat und Salat. Rüben u.a. enthalten die höchsten Mengen an Schwermetallen. Dagegen können alle Obstsorten und Samengemüse wie Gurken, Tomaten angebaut werden, weil alle Pflanzen ihre generativen Teile vor Schadstoffen schützen. Gemüse- und Obstarten, die zum Anbau auf belasteten Böden nicht geeignet sind:

Blatt- und Stengelgemüse wie Mangold, Spinat, Blattsalat, Steckrüben, Kresse und Küchenkräuter; Wurzelgemüse wie Chicoree, Kartoffeln, Knoblauch, Lauch, Möhren, Pastinak, Petersilienwurzel, Radieschen, Rettich, Rote Bete, Schwarzwurzel, Sellerie, Spargel und Zwiebeln.

Bedingt geeignet sind: Blatt- und Stengelgemüse wie Blumenkohl, Fenchel, Grünkohl, Kohlrabi, Rosenkohl, Rotkohl, Weißkohl, Wirsing, Spitzkohl, Broccoli und Rhabarber.



Geeignet sind: Fruchtgemüse wie: Buchweizen, Buschbohnen, Erbsen, Erdbeeren, Getreide, Gurken, alle Obstarten, Paprika, Ackerbohnen (Saubohnen), Stangenbohnen, Tomaten und Zucchini.

- Retter tragen Staub-Atemschutzfilter und eine Gummischutzkleidung (Ersatz: Regenkleidung)
- Dekontaminationsschleusen vor Wohnräumen.

Ausblick

Bei allen bisherigen Unfällen haben die behandelnden Ärzte - wenn überhaupt, so doch viel zu spät - Daten über Art und Ausmaß der Strahlenbelastung betroffener Personen erhalten. Wie bei der Erstbehandlung von Vergiftungen wird man daher bis zur Einrichtung einer ausreichenden Anzahl bundesweiter, automatisch arbeitender Meßeinrichtungen mit einer Überfürsorge und Übertherapie rechnen müssen.

Trisomie 21

Die Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft stellt in ihrem 19. Bericht 1993 - ganz in Übereinstimmung mit der Lehrmeinung - fest, »daß bisher keine Beweise aus epidemiologischen Studien dafür vorliegen, daß die Exposition einer bestimmten Bevölkerungsgruppe zu einer Erhöhung der Häufigkeit von Erbkrankheiten geführt hat«. Deshalb war es sehr unwahrscheinlich, daß die Häufung von Trisomie-21-Fällen unter den Neugeborenen Berlins Januar 1987, neun Monate nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, in ursächlichem Zusammenhang damit stehen könnte. Jetzt wird die Frage erneut aufgeworfen. Dazu wurden für einen Zeitraum von zehn Jahren alle vor- und nachgeburtlich diagnostizierten Fälle mit Trisomie 21 in West-Berlin ausgewertet. Dank der Insellage der Stadt und der guten medizinischen Versorgung war die Erfassung praktisch vollständig. Während sich im monatlichen Durchschnitt zwei bis drei Fälle von Trisomie 21 fanden, stieg im Januar 1987 deren Zahl auf zwölf an. Dieser Unterschied war sowohl nach einer Zeitreihenanalyse als auch unter der Annahme einer Poissonverteilung hoch signifikant ($p < 0,01$).

Die stärkste Auswirkung auf die Trisomie-21-Häufigkeit haben das mütterliche Alter und die Inanspruchnahme der vorgeburtlichen Diagnostik. Beide Faktoren konnten ausgeschlossen werden. Die Anamnese ergab als einzige Gemeinsamkeit die Exposition gegenüber der geringfügig erhöhten Strahlenbelastung Ende April bis Anfang Mai 1986 als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl. Nur ein Paar war zu dieser Zeit nicht in Berlin. In sieben Fällen konnte die Herkunft des zusätzlichen Chromosoms 21 bestimmt werden. Dabei trat der Fehler sechsmal während der Eizellbildung auf, das heißt, zum Zeitpunkt der Konzeption, einmal in der Spermio-genese und damit etwa zwei Monate vor der Empfängnis. Insgesamt konnte für acht der zwölf Fälle ein zeitlicher Zusammenhang zwischen der Entstehung der Trisomie 21 und der zusätzlichen

Strahlenbelastung nicht ausgeschlossen werden. Bemerkenswerterweise zeigte sich in einer unabhängigen Studie, die sich auf die vorgeburtlich durchgeführten Chromosomenanalysen in der Bundesrepublik stützte, daß die Empfängnis der meisten Trisomie-21-Fälle ebenfalls in die Zeit der höchsten Strahlenbelastung und den am stärksten betroffenen süddeutschen Raum fiel. Dies sprach deutlich gegen einen Zufallsbefund. Die Annahme eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen der Strahlenexposition und der Zunahme der Trisomie 21 setzt jedoch einen biologisch plausiblen Mechanismus voraus. Nach Ansicht der Autoren basiert dieser



im wesentlichen auf zwei Gegebenheiten: Der Ablauf der maternalen Reifeteilungen ist ein besonders störanfälliger Prozeß. Indirekte Hinweise darauf sind die hohe Spontanrate von Chromosomenanomalien (von 1000 befruchteten Eizellen weisen schätzungsweise 200 bis 300 einen aberranten Chromosomensatz auf) und deren deutliche Abhängigkeit vom mütterlichen Alter (so nimmt das Risiko für ein Kind mit Trisomie 21 vom 20. auf das 47. Lebensjahr etwa um den Faktor 100 zu). Eine Strahlenexposition um den Zeitpunkt der Empfängnis herum sollte sich deshalb wesentlich stärker auswirken als in der Zeit davor. Dies macht verständlich, weshalb sich unter den Nachkommen der in Hiroshima und Nagasaki den Atombombenexplosionen ausgesetzten Personen keine Zunahme an Chromosomenanomalien fand: sie wurden später gezeugt. Der zweite Punkt ist, daß für die Strahlenbelastung in Berlin die geringe externe Exposition kaum eine Rolle spielte, sondern insbesondere die Inhalation des kurzlebigen Radionuklides Jod 131, das im Körper akkumuliert wird. Dessen Aufnahme war in Deutschland - im Vergleich zu fast allen anderen europäischen Ländern - besonders hoch, da Deutschland ein ausgeprägtes Jodmangelgebiet ist. Vermutlich betrug die Strahlenbelastung in der kritischen Zeit ein mehrfaches der natürlichen. Die Autoren nehmen an, daß eine derartige Exposition zum Zeitpunkt der maternalen Reifeteilungen ausreicht, die Chromosomenaufteilung zu stören. Unterstützt wird diese Annahme durch zwei epidemiologische Untersuchungen aus bestimmten Gegenden in Indien und China. Dort war die Bevölkerung aufgrund thoriumhaltigen Gesteins einer erhöhten natürlichen Strahlenbelastung ausgesetzt, und es fand sich eine signifikant erhöhte Prävalenz von Trisomie 21. Wenn es zutrifft, daß so geringe Strahlendosen einen derartigen biologischen Effekt haben, so die Autoren, dürften auch andere exogene Faktoren die Häufigkeit der Trisomie 21 beeinflussen. Diese können nur durch epidemiologische Studien identifiziert werden. In diesem Zusammenhang sei hier auf eine Empfehlung des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesärztekammer hingewiesen, in der »die Überwindung dieses epidemiologischen Defizits« angemahnt wird.

Semipalatinsk und Tschernobyl

Erst seit wenigen Jahren gibt es die ersten brauchbaren Informationen über das größte Atomwaffentestgebiet der Erde, das Polygon bei Semipalatinsk in Kasachstan. Dort wurden von 1949 bis 1989 mindestens 583 atmosphärische, oberirdische und unterirdische Atomwaffentests durchgeführt. Die Gebietshauptstadt Semipalatinsk liegt nur 150 Kilometer entfernt. Betroffen waren und sind etwa 395.000 Menschen im Gebiet Semipalatinsk, 210.000 Menschen im Gebiet Pavlodar, 260.000 Menschen im Gebiet Karaganda und 100.000 Menschen in der Altai-Region. In Semipalatinsk wurde schon früh ein drastischer Anstieg von verschiedensten Infektionskrankheiten festgestellt. Die Krankheiten dauern länger, werden öfter chronisch, führen häufiger zu Komplikationen.

Spätere statistische Erhebungen bestätigten die ersten Eindrücke

Lungenentzündung, akute Atemwegsinfektionen, Angina, chronische Mandelentzündung sind 1969 in den belasteten Regionen um ein Mehrfaches häufiger als in einer unbelasteten Kontrollregion. Beruhigend ist, daß es 1979 zu einer deutlichen Erholung kommt, um dann 1989 wieder steil anzusteigen. In den besonders belasteten Regionen Shanasemeisk und Beskaragia stiegen in den vergangenen 30 Jahren Virusinfektionen der oberen Atemwege um das 14- bzw. 19fache an. Die Sterblichkeit an Grippe, Angina, Lungenentzündung und allen Arten



von Blutvergiftung ist in den belasteten Gebieten deutlich erhöht. Industrielle Luftverschmutzer gibt es dort nicht. Immunologische Untersuchungen bestätigen, daß in den belasteten Regionen T-Lymphozyten, T-Helferzellen und T-Suppressoren nur etwa 60 Prozent des Normwertes erreichen. Die Zahl der Toten, die die Katastrophe von Tschernobyl bis heute gefordert hat, ist schwer abzuschätzen - sicher ist nur, daß sie noch drastisch zunehmen wird. Schon im April 1992 gab der stellvertretende Gesundheitsminister der Ukraine bekannt, seines Wissens seien von den »Liquidatoren« (ihre Gesamtzahl beläuft sich nach Schätzungen der WHO auf ca. 800.000 Menschen) mindestens 7.000 verstorben - wegen einer bewußt unzureichend gestalteten statistischen Erfassung dieser Personengruppe durch die Behörden der damaligen UdSSR lassen sich nur Minimalzahlen angeben. Mittlerweile liegt die Zahl der in der Ukraine erfaßten Todesopfer - Selbstmorde eingerechnet - bei 15.000. In dem vom radioaktiven Niederschlag in besonderem Maße heimgesuchten Weißrußland (dort sind etwa 70% des radioaktiven Fallout niedergegangen) ließ sich schon 1992 ein deutlicher Anstieg der kindlichen Schilddrüsenkrebse verzeichnen. Diese extrem seltene Krankheit (früher wurden ein bis zwei Fälle jährlich unter den 2,3 Millionen weißrussischen Kindern registriert) ist in Weißrußland zwischen 1987 und 1994 271mal beobachtet worden (mit 82 Neuerkrankungen allein im Jahr 1994), und die Fallzahlen steigen weiter an. Das Schlimmste steht noch bevor...

In der Tschernobylregion verläuft Angina länger und schwerer als früher. Krankenhauseinweisungen werden erforderlich, Medikamente helfen nur schlecht. Infekte der oberen Atemwege nahmen drastisch zu. Die Belastung für die betroffenen Familien, für das Gesundheitswesen und für die Wirtschaft (Krankschreibungen) sind ganz erheblich.

In Semipalatinsk trat bei der belasteten Bevölkerung signifikant häufiger Anämie und Leukopenie auf als in den Vergleichsgruppen. Bei Kindern strahlenbelasteter Eltern (!) ist Leukämie doppelt so häufig wie in der Vergleichsgruppe. Anämie ist eine typische Erscheinung bei Tschernobylkindern. Die Daten steigen nach 86 steil an. Im Kreiskrankenhaus Korma (Belorußland) verfünffachte sich die Anämie bei Kindern von 1986-1989. Wird nach Tschernobyl nur sorgfältiger gezählt? Die Strahlenmediziner verweisen auf Ernährungsmängel und zu wenig frische Luft. Leukämie steigt langsamer an. 1980-85 gab es im Bezirk Gomel (Belorußland) 48 Leukämiezugänge bei Kindern, 1986-90 waren es 60 Kinder, Tendenz leicht steigend. In Semipalatinsk gibt es deutliche Hinweise auf erhöhte Sterblichkeit bei Herzinfarkt und Hypertonie. Im Zeitraum 1 bis 27 Jahre nach Beginn der radioaktiven Belastungen starben in den belasteten Regionen um Semipalatinsk 76 Prozent mehr Menschen an Herzinfarkt und 35 Prozent mehr an Hypertonie als in den untersuchten Vergleichsregionen. In der verbotenen Literatur taucht das schon von 1958 an immer wieder auf. Auf der Ukrainischen Tschernobyl-Seite wurden 1987 auf 100.000 betroffene Einwohner 2.236 Kreislauferkrankungen registriert. Die Kreislauferkrankungen stiegen steil an - 1992 waren es 98.363, also fast alle. Schon 1958 berichtete Balmuchanov in einem streng geheimen Report, daß die verbreitetsten Pathologien in den belasteten Rayons um das Testgebiet bei Semipalatinsk funktionelle Störungen des Nervensystems sind. Am häufigsten wird eine vegetative Labilität und allgemeine Asthenie beobachtet. Junge Menschen sind besonders stark betroffen. Bei meinen Besuchen in den belasteten Gebieten klagten sie über unaufhörliche Kopfschmerzen und ständige Müdigkeit. Bei der ersten Tschernobyl-Tagung in Berlin im Jahre 1990 fiel der Psychiatrie-Professor Kondraschenko aus Minsk auf. Seine größte Sorge bestand in den Veränderungen im Zentralnervensystem, die besonders bei jungen Leuten nach Tschernobyl immer



deutlicher werden. Sie wären sowohl mit den Standardtestverfahren der Psychologen und Psychiater als auch auf der organischen Ebene (EEG, Computertomographie) feststellbar. Er hielt diese Veränderungen für bedrohlicher als die zu erwartende Krebswelle. Nur 4 Prozent der Kinder aus belasteten Gebieten (5-120 Ci/km²) wiesen eine normale Entwicklung auf. Alle Krankheitsbilder waren mit geistiger Unterentwicklung, mit ersten Anzeichen von Schwachsinn verbunden. Auf der gleichen Tagung wurde von Arbeitsunfähigkeit wegen ständiger Müdigkeit berichtet - häufig mußten Kraftfahrer deshalb ihren Beruf aufgeben. Im Kreiskrankenhaus in Korma (Belorußland) gab es 1987 75 Erkrankungsfälle der Nerven und Sinnesorgane bei Kindern, zwei Jahre später waren es schon 494. Auf der ukrainischen Seite wurden 1987 auf 100.000 Einwohner 2.641 Nervenerkrankungen registriert - 1990 waren es 15.101. Psychische Störungen gab es 1987 auf 100.000 Einwohner 249, 1992 waren es 13.145. Müdigkeit in Zusammenhang mit Strahlenbelastung ist auch aus dem Uranbergbauggebiet der DDR bekannt. Das besonders belastete Dorf Oberrothenbach wurde von den Bewohnern der Region deshalb als »das müde Dorf« bezeichnet. Im Balmuchanov Report von 1958 wird auf ein Phänomen aufmerksam gemacht, dem man sonst in der Praxis der HNO-Ärzte selten begegnet: häufiges Nasenbluten. Jeder Kinderarzt im Gebiet um Tschernobyl erzählt von nahezu unstillbarem Nasenbluten bei Kindern. Bis heute fallen Tschernobylkinder, die sich in Deutschland zur Erholung aufhalten, mit unstillbarem Nasenbluten einfach um. Frau Prof. A.I. Njagu publizierte 1994 für das Tschernobyl-Ministerium und das Wissenschaftliche Zentrum für Strahlenmedizin der Akademie der Medizinischen Wissenschaften der Ukraine weitere Veränderungen von Erkrankungshäufigkeiten, die bei Opfern der Tschernobyl-Havarie registriert wurden. Endokrinologische Erkrankungen, Stoffwechselstörungen und Störungen des Immunsystems stiegen von 631 (1987) auf 16.304 unter 100.000 Einwohnern im Jahr 1992, Erkrankungen der Verdauungsorgane stiegen im gleichen Zeitraum von 1.041 auf 62.920 pro 100.000 Einwohner, Erkrankungen von Knochen, Muskeln und Bindegewebe von 768 auf 73.440. In der gleichen Studie berichtet Frau Prof. Njagu, wie sich der Anteil der gesunden Menschen unter den Opfern von Tschernobyl, die auf besondere Weise ärztlich betreut wurden, von 1987 bis 1992 verändert hat. Unter den Liquidatoren waren 1987 noch 78,2 Prozent gesund, 1990 waren es noch 53,3 Prozent und 1992 waren 27,5 Prozent der Evakuierten gesund. Von den Kindern radioaktiv belasteter Eltern waren 1987 noch 80,9 Prozent gesund, 1990 waren es noch 62,9 Prozent und 1991 nur noch 40,6 Prozent.

Besonderheiten

Mittlerweile haben über 7000 Atomtest-Veteranen ihre Gesundheitsprobleme, die auch von Ärzten mit der hohen Strahlenbelastung in Zusammenhang gebracht werden, offengelegt. Einer von ihnen ist Gene Curbow, der als Soldat insgesamt 43 Atomversuche miterlebt hat. Er ist auch bei Wasserstoffbomben-Explosionen des amerikanischen Militärs im Pazifik Anfang der fünfziger Jahre eingesetzt worden. Der 60jährige, der heute in Roanoke (US-Bundesstaat Virginia) wohnt, hat vier Herzinfarkte und eine Blutkrebserkrankung überlebt. Doch die Regierung, so berichtet er, »hat bisher keine Entschädigung« gezahlt. Lediglich 56 Dollar (etwa 80 DM) hat er erhalten - für seine verstrahlte Uniform, die er nach einem Atombombentest auf der Pazifik-Insel Rongerik zurücklassen mußte. »Ist das nicht verrückt«, fährt er fort, »für meine Kleidung habe ich ein paar Dollar erhalten, für mein Leben aber nicht einen Penny.« Ähnliche Erfahrungen haben die Testopfer machen müssen, die als Zivilisten vom Fallout der Atomexplosionen betroffen sind.



Mehr als 100.000 Menschen, die in den fünfziger und sechziger Jahren in Windrichtung des Testgeländes lebten (sogenannte »Downwinders«), sind teilweise hohen Strahlenbelastungen ausgesetzt worden. Doch auch sie warten noch heute größtenteils auf Entschädigungen. Eine von ihnen ist Janet Gordon, die in Cedar City (US-Bundesstaat Utah) lebt. Seit den sechziger Jahren fordert sie die »Anerkennung der gesundheitlichen Strahlen-Schäden durch die Regierung«. Aber die Administration habe »teilweise nicht nachvollziehbare Kriterien für Entschädigungsleistungen« erlassen. Denn nur wer »während umfangreicher Testserien in den Fallout-Gebieten gelebt« und in den nachfolgenden Jahren an einer von »13 festgelegten Krebserkrankungen« gelitten habe, könne mit einer einmaligen Entschädigung von 50 000 Dollar (etwa 85 000 DM) rechnen. Arbeiter, die Atomversuche vorbereiteten oder während der Explosionen auf dem Testgelände waren und später an strahlenbedingten Tumoren erkrankt sind, bekommen »75 000 Dollar« (rund 100 000 DM). Soldaten seien bisher per »Gesetz von derartigen Entschädigungszahlungen« ausgeschlossen, sagt Gordon. Diese bisher bekannt gewordenen Opfer atomarer Versuche sind aber »nur die Spitze des Eisbergs«, erklärt Dr. Arjun Makhijani, Präsident des Washingtoner Instituts für Energie und Umwelt (CIEER). Denn noch heute seien die Arbeiter in US-Atomwaffenfabriken »lebensbedrohlicher Radioaktivität« ausgesetzt. So seien bei einem Beschäftigten im nuklearen Zentrum von Fernald (US-Bundesstaat Ohio) Belastungen mit Uran-Staub gemessen worden, die »die zulässigen Grenzwerte um das 100 000fache überschreiten«. Nach Einschätzungen des Wissenschaftlers werden in den Atomfabriken der USA »zehntausende von Arbeitern gefährlicher Radioaktivität ausgesetzt«.

(Quelle: Hall-Böhme, P.: Hunderttausende waren zu hohen Strahlendosen ausgesetzt. Ärzte Zeitung Nr. 19/Donnerstag, 03.02.94)

Uranmunition

»Die biologische Halbwertszeit von abgereichertem Uran aus Kriegswaffen beträgt nach dem Einatmen in Wirklichkeit mehr als 10 Jahre«

Dr. Rosalie Bertell, Leiterin des Institut of Concern for Public Health in Toronto/Kanada und Trägerin des Right Livelihood Award, des sogenannten Alternativen Nobelpreises, untersucht seit 30 Jahren Gesundheitsfolgen durch ionisierende Strahlung. In einem Brief vom August dieses Jahres weist sie auf das besondere Risiko hin, das das Einatmen von abgereichertem Uran aus Kriegswaffen bedeutet. Dieses Uran stelle ein ernst zu nehmendes und größer werdendes Risiko dar, Schäden am Immunsystem und tödlich Krebserkrankungen zu erleiden. Sie fordert die Ächtung dieser Art von Kriegsführung und will die Aufmerksamkeit des Menschenrechtstribunals der Vereinten Nationen (UN) in Genf auf die Verwendung von abgereichertem Uran (depleted uranium, DU) lenken, wie es im Golfkrieg gegen Irak und von der NATO in Bosnien sowie im Kosovo-jugoslawischen Krieg verwendet wurde. Abgereichertes Uran, so Bertell, ist ursprünglich radioaktiver Abfall und hat wegen seiner hohen Dichte und der Geschwindigkeit von Raketen und Geschossen in denen es enthalten ist, die Eigenschaft, beim Aufschlag zu explodieren und sich selbst zu entzünden. Dabei entstehen so hohe Temperaturen, daß aus dem Material ein keramisches Aerosol werde, das sich 100 Kilometer weit vom Aufschlagpunkt ausbreiten könne. Weil die Strahlendosis sowohl von der Stärke der Radioaktivität als auch von der Dauer der Belastung abhängt, sei diese keramische Aerosolgestalt von besonderer Bedeutung, betont Bertell. Keramik oder Glas ist in der normalen Lungenflüssigkeit weitgehend unlöslich und verbleibe nach dem Einatmen für lange



Zeit in den Lungen und im Körpergewebe, bevor es wieder mit dem Urin ausgeschieden werden kann. Der von der US-Regierung als Reaktion auf die Kritik an der Verwendung abgereicherten Urans in Waffen in Auftrag gegebene Rand-Bericht habe es unterlassen, diese besondere Form von unlöslichem abgereichertem Uran zu berücksichtigen, kritisiert Bertell. Diese Form unterscheidet sich durchaus vom Uranstaub in Bergwerken oder bei der Metallverarbeitung und bedeute für das Uran und seine Zerfallsprodukte ein längeres Verweilen im Körper, wodurch die lokale Strahlendosis der Alphapartikel für das Gewebe verstärkt werde. Der überwiegende Teil des keramischen Aerosols aus abgereichertem Uran liegt Bertells zufolge in atembaren Partikelgrößen von 10 Mikrometer Durchmesser und kleiner vor und verbleibe zunächst mehr als zwei Jahre in der Lunge. Das im Rand-Bericht besprochene Uranoxid, besitze dagegen in der Lunge eine (biologische) Halbwertszeit von einem Jahr. Dabei erfolgten Belastungen des menschlichen Körpers durch Natururan meist über die Nahrung und zu einem geringeren Umfang auch über das Trinkwasser, nicht jedoch über die Lungen. Derart aufgenommenes Uran werde dann über den Stuhl ausgeschieden und gelange grundsätzlich nicht ins Blut oder ins Lymphsystem. Im Gegensatz dazu dringe das abgereicherte Uran, das im Krieg als keramisches Aerosol freigesetzt wurde, durch die Lunge schließlich direkt in die Lymph- und Blutbahn ein und zirkuliere durch den ganzen Körper. Die gesamte innerliche Kontamination werde dann mit dem Schweiß oder dem Urin ausgeschieden. Abgereichertes Uran emittiert sehr kräftig Alphateilchen, wobei jedes Teilchen ein Potential von etwa 4,2 MeV (Megaelektronenvolt = Millionen Elektronenvolt) transportiert, merkt Bertell an. Es genügen jedoch schon 6 bis 10 Elektronenvolt (eV), um einen Schaden an der Erbsubstanz (DNA) oder anderen großen Molekülen im Körper zu setzen. Die lange Verweildauer des aus Waffen stammenden abgereicherten Urans im Körper lasse sich mittlerweile durch Analysen von 24-Stunden-Urin nachweisen. Das Vorhandensein von abgereichertem Uran noch acht Jahre nach der Exposition im Golfkrieg bedeute, daß Organe wie Lunge, Lymphknoten, Knochenmark, Leber, Niere und Immunsystem deutlichen Schädigungen ausgesetzt waren. Untersuchungen des Urins von Veteranen des Golfkrieges und von Bürgern des Irak hätten die Langzeitbelastungen durch abgereichertes Uran bestätigt. Frauen (wegen der strahlenempfindlichen Gewebe von Brust und Gebärmutter) und Kinder (die wegen des Knochenwachstums mehr abgereichertes Uran aufnehmen als Erwachsene und bei denen sich wegen der größeren Lebensspanne auch noch Krebserkrankungen mit langer Latenzzeit entwickeln können) tragen die größeren Risiken aus den Waffenaktionen mit abgereichertem Uran, erklärt Bertell. Im Rahmen des Military Toxics Projekt (MTP) wurde Bertell 1997 mit der Untersuchung von Effekten von abgereichertem Uran bei Veteranen des Golfkrieges beauftragt. Sie prüfte verschiedene klinische Methoden auf deren Brauchbarkeit, das Problem zu erfassen. Zu den erfolgreichsten Methoden gehörte danach die Analyse des 24-Stunden-Urins. Dr. Hari Sharma, Nuklearchemiker an der Universität von Waterloo in Kanada, bestimmte als erster abgereichertes Uran im Urin von Kriegsveteranen. Wie Bertell berichtet, untersuchte er jeweils eine Urinprobe von 50 bis 200 Millilitern aus der gesamten Sammelausscheidung während 24 Stunden und berechnete danach die Mengen von Uran-238 und Uran-235. Er gibt Konzentrationen pro Liter Urin von jedem Isotop an, weil Bertell zufolge, die Tatsache der Kontamination als solche zunächst wichtiger schien als deren Gesamtbetrag. Die absoluten Beträge können jedoch aus den Originaldaten ermittelt werden, die in einem Abschlußbericht enthalten sein werden, erklärt Bertell.

(Quelle: 9/99: Umweltbüro Dr. Krüger, München. Mit freundlicher Genehmigung)

Tabelle nach Dr. Rosalie Bertell, August 1999

| | Mikrogramm Uran-235 | Mikrogramm Uran 238 | Verhältnis Uran-235/Uran-238 |
|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Natururan | 0,72 | 99,00 | 0,0073 |
| angereichertes Uran | 4,00 | 96,00 | 0,0417 |
| abgereichertes Uran | 0,20 | 98,00 | 0,0020 |
| Reines Uran-238 | 0,00 | 100,00 | 0,0000 |

Weil abgereichertes Uran in der Natur nicht vorkommt, sollte im Urin gefundenes Uran stets Natururan sein, es sei denn, es gibt eine spezifische Exposition mit abgereichertem oder angereichertem Uran, erklärt Bertell. Aus den Messungen der beiden Isotope könne man deshalb anhand der in der Tabelle gegebenen Übersicht eine aussage darüber treffen, ob abgereichertes Uran in einer Probe enthalten ist oder nicht: Unter Zulassung einiger Meßgenauigkeiten spreche jedes beobachtbare Verhältnis von Uran-235/Uran-238 kleiner als 0,0073 für eine Mischung, die abgereichertes Uran enthält. Diese erste Näherung einer Abschätzung weist auf die Anwesenheit von abgereichertem Uran im Urin sowohl von Veteranen des Golfkrieges als auch von einigen Personen der irakischen Bevölkerung hin, und zwar Bertell zufolge, in einer Menge von bis zu 10 Mikrogramm. Die Ermittlung der Strahlendosis unter der Aufnahme einer biologischen Halbwertszeit für unlösliches Uranoxid von 500 Tagen (nach Internationaler Strahlenschutzkommission ICRP) zeige bereits, daß es sich beim Einatmen von abgereichertem Uran um eine signifikante radiologische Gefahr handelt, erklärt Bertell. Abgereichertes Uran sei gleichzeitig ein Schwermetall und für Menschen auch chemisch giftig. Die echte, beobachtbare biologische Halbwertszeit des keramischen Urans betrage aber mehr als 10 Jahre und dies bedeute in Wirklichkeit noch viel größere chemische und radiologische Gefährlichkeit. So könne die Bandbreite für das individuelle Risiko einer tödlichen Krebserkrankung für einige der Kriegsteilnehmer zwischen 3 und 5 Prozent liegen. Dr. Sharma führte Bertell zufolge außerdem bei einigen Veteranen des Golfkrieges Nachuntersuchungen ein Jahr nach der ersten Urinuntersuchung durch, um Anhaltspunkte für das Ausscheidungsverhalten von abgereichertem Uran zu erhalten. Bei Kenntnis der Ausscheidungsrate, so Bertell, lasse sich rechnerisch rekonstruieren, wieviel abgereichertes Uran ursprünglich im Körper enthalten war. Dies werde helfen, die gesamte Strahlendosis einer Person seit der Exposition und bis zu 50 Jahren danach zu ermitteln. Erst dieses Ergebnis erlaube eine Abschätzung des Schadenspotentials. Die genauere Abschätzung der biologischen Halbwertszeit der speziellen keramischen Uranmischung aus der Ausscheidungsrate ist auch für das Geltendmachen künftiger Schadensersatzansprüche von Kriegsveteranen und Zivilisten von Bedeutung, meint Bertell. Erst seit die Natur der Belastung für alle Teilnehmer oder Akteure des Golfkrieges öffentlich wurde, sei es möglich, diese Ergebnisse für medizinische und juristische Zwecke zu nutzen. Die individuelle Strahlendosis hängt davon ab, wie lange sich das Uran im Körper befindet. Kennt man diesen allgemeinen theoretischen Parameter, so werden auch die individuellen abgereicherte Messungen aussagekräftiger, betont Bertell. Die bloße Messung des abgereicherten Urans in einer Urinprobe erlaube noch keine Aussage über die erlittene Strahlendosis. Die



beschriebenen umfangreichen Untersuchungen benötigen jedoch noch einige Zeit, die allerdings auch von den Hauptanwendern des abgereicherten Urans genutzt werden.

Verfeinerte Labortechniken, die Dr. Sharma selbst und mit Unterstützung anderer finanzierte, erlauben neuerdings eine Meßgenauigkeit von 0,1 Prozent für die Uranisotope, berichtet Bertell. Mit dieser Genauigkeit werde es nun möglich sein, den Anteil des abgereicherten Urans im Urin und die Menge im 24-Stunden Urin zu bestimmen. Zusammen mit den anderen theoretischen Parametern lasse dies dann eine Abschätzung der ursprünglichen Belastung im Jahre 1991 und der Gesamtdosis erwarten. Die übergeordnete Aussage, daß die innere Belastung der Veteranen mit abgereichertem Uran acht Jahre nach der Exposition im Golfkrieg augenscheinlich noch immer vorhanden ist, stehe jedoch in jedem Falle schon fest. Die Veröffentlichung der Einzelheiten des methodischen Vorgehens und der Ergebnisse wird von Dr. Sharma bis zum Ende dieses Jahres vorbereitet, heißt es in Bertells brieflicher Mitteilung. Der Prozess der Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen Zeitschrift werde voraussichtlich ein weiteres Jahr in Anspruch nehmen. Es sei empfehlenswert, anschließend individuelle Messungen in einem gut organisierten Programm für die Kriegsveteranen durchzuführen. Dies erfordere Unterstützung von außen. Es sollte möglich sein, von den Regierungen der Länder, in denen Expositionen durch abgereichertes Uran vorkamen, zu fordern, diesen Service für alle Bürger bereitzustellen, meint Bertell. Und es sollte ebenso möglich sein, weitere Labors zu schulen, daß sie derartige Messungen ebenfalls durchführen können. Zur Vorbeugung müsse jedoch bereits schnell reagiert werden, meint Bertell ordert den sofortigen Stopp der Verwendung von abgereichertem Uran und Bemühungen zur Entgiftung von Kriegsveteranen und Zivilisten, die vermutlich exponiert wurden. Methoden zur Entgiftung müßten entwickelt und deren Effizienz getestet werden. Schließlich sei es auch wichtig, daß die Erde in Irak, Bosnien, Kosovo und Jugoslawien auf abgereichertes Uran hin untersucht wird. Durch die noch vorhandenen Landminen sei eine Exposition der Bevölkerung mit abgereichertem Uran auch noch lange nach Kriegsende möglich, Das Aerosol könne durch Wind oder Fahrzeuge aufgewirbelt wieder von Menschen eingeatmet werden.

Referenz:

Rosalie Bertell: Depleted Uranium as a Weapon of War. Brief submitted by Dr. Rosalie Bertell, Toronto, August 1999.

Schwere Störfälle in Atomanlagen:

6.1.1981 - Bei einem Brand in der WAA La Hague (Frankreich) erleiden 20 Menschen Strahlenschäden.

4.1.1986 - In einer Uran-Konversionsanlage in Gore (Oklahoma/USA) wird ein Arbeiter nach einem Unfall mit Hexafluorid tödlich verletzt, etwa 101 Beschäftigte werden verstrahlt.

Januar-März 1986 - In der WAA Sellafield (Großbritannien) werden mehrere Arbeiter verstrahlt.

26.4.1986 - Explosion des Reaktors von Tschernobyl. Mindestens 4300 Menschen sind bis heute an den Folgen der Verstrahlung gestorben.

3.2.1997 - In Sellafield werden sechs Arbeiter leicht radioaktiv verseucht.

11.3.1997 - In der Wiederaufbereitungsanlage in Tokai gibt es eine Explosion - 37 Arbeiter werden verstrahlt.



14.4.1997 - Bei Nischni-Nowgorod (Russland) treten in der Nuclearfabrik "Awangard" giftige Gase aus. Mehr als 40 Menschen werden verletzt.

17.6.1997 - In der Atomfabrik Arsama-16 bei Nischni Nowgorod stirbt ein Wissenschaftler, nachdem er Neutronenstrahlen ausgesetzt war.

30.9.1999 - In Tokai-Mura in Japan, 130 km von Tokio entfernt mischten Arbeiter Salpetersäure mit 16 kg Uran. Bei der atomaren Kettenreaktion wurden 49 Menschen bestrahlt, drei davon lebensgefährlich.

Literatur

Bouillon, R., in Dukes, M.N.G. (Hrsg.): »MEYLER's Side Effects of Drugs«, Elsevier, Amsterdam: 882 (1988)

Giese, W.: Das Verhalten von Radiocaesium bei Laboratoriums- und Haustieren sowie Möglichkeiten zur Verminderung der radioaktiven Strahlenbelastung. Habil., Hann. (1971)

Grüter, H.: Dtsch. med. Wschr. 104: 827 (1979)

Havlicek, F., Kleisner, I., Dvorak, P., Pospisil, J.: Die Wirkung von Zynoferraten auf die Ausscheidung von Radiocaesium bei Ratten und Ziegen. Strahlentherap. 134: 123-129 (1967)

Henrichs, K., Elsasser, U., Schotala, C., Kauf, A.: Dosisfaktoren für Inhalation oder Ingestion von Radionuklidverbindungen. BGA. ISH Heft 81

Herrmann, J.: Dtsch. med. Wschr. 116: 99 (1991)

Hoegl, A.: Strahlenschutz-Meßtechnik, ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg (1985)

Hötzel, D.: Dtsch. Ärzteblatt 83: B-1791 (1986)

Isles, C.G. et al.: Body concentration of caesium-137 in patients from Western Isles of Scotland. Br. Med. J. 302: 1568-1571 (1991)

Jodmerkblätter: Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 5: 91 (1989)

Kallee, E.: Internist 22: 304 (1981)

Kirchhoff, R., Linde, H.-I.: Reaktorunfälle und nukleare Katastrophen. Perimed-Verlag, Erlangen, 2. Aufl. 1984

Kreuzer, W.: Dekontaminationsmöglichkeiten bei Nutztieren und Lebensmitteln tierischer Herkunft. GSF, Sept. 1981

Lagoni, H., Paakkola, O., Peters, K.H.: Untersuchungen über die quantitative Verteilung radioaktiver Falloutprodukte in der Milch. Milchwiss. 18: 340-344 (1963)

Madshus, K., Strömme, A.: Diminution of radiocaesium body-burden in dogs and human beings by Prussian Blue. Int. J. Rad. Biol. 10: 519-520 (1966)

Madshus, K., Strömme, A.: Increase excretion of Cs-137 in humans by Prussian Blue. Z. Naturf. 23 B, 391-392 (1968)

Müller, W.H., Ducouso, R., Causse, A., Walter, C.: Long-term treatment of caesium-137 contamination with colloidal and comparison with insoluble prussian blue in rats. Strahlentherap. 147: 319-322 (1974)

Nigrovic, V.: Enhancement of the excretion of radiocaesium in rats by ferric cyanoferrate (II). Int. J. Rad. Biol. 7, 307-309 (1963)

Nigrovic, V.: Retention of radiocaesium by the rat as influenced by Prussian Blue and other compounds. Phys. Med. Biol. 10: 81-91 (1965)

Nigrovic, V., Bohne, F., Madshus, K.: Dekorporation von Radionukleiden - Untersuchungen an Radiocaesium. Strahlentherap. 130: 413-419 (1966)

Pfannenstiel, P.: Dtsch. Ärzteblatt 83: B-1791 (1986), Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 5: 94 (1989)



Schalch, D., Scharmann, A.: Strahlenexposition in Reise Flughöhen - wie hoch ist die Strahlenbelastung für Flugzeugbesatzungen? Spiegel der Forschung 2: 2-6 (1992)

Sperling, K., Dörries, A., Plätke, R., Struck, E., Gaenge, M., Wegner, R.D.: Häufung der Trisomie-21-Fälle unter den Neugeborenen Berlins. Ann. Univ. Sarav. Med. 7(Suppl.): 305-306 (1987)

Sperling, K., Barnitzke, S., Edlinger, H., Geisler, M., Hager, H.-D., Held, K.R. et al.: Gemeinschaftsstudie zur saisonalen und regionalen Häufigkeit pränatal diagnostizierter Chromosomenanomalien für die Bundesrepublik Deutschland einschl. Berlin im Jahre 1986. Ann. Univ. Sarav. Med. 7(Suppl.): 307-313 (1987)

Sperling, K., Pelz, J., Wegner, R.-D., Dörries, A., Grüters, A., Mikkelsen, M.: Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident: temporal correlation or causal relation? BMJ 309: 158-162 (1994)

Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. Jahresbericht 1981. Bundesministerium des Inneren.

Umweltradioaktivität und Strahlenexposition in Südbayern durch den Tschernobyl-Unfall. GSF-Bericht 16/86.

Waterfall, W.K.: Brit. Med. J. 281: 988 (1980)

Wiss. Beir. BÄK: Zur Frage der ärztlichen Versorgung der Bevölkerung bei Kernkraftunfällen. Dtsch. Ärzte Vlg., Köln (1981)