Heisse Ware : Lebensmittelbelastung, Hot Spots, Akutfolgen

Autor(en): **Kirski, Thomas / Rössler, Ernst / Stein, Bernhard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft**

Band (Jahr): **9 (1987)**

Heft 32

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-652809

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

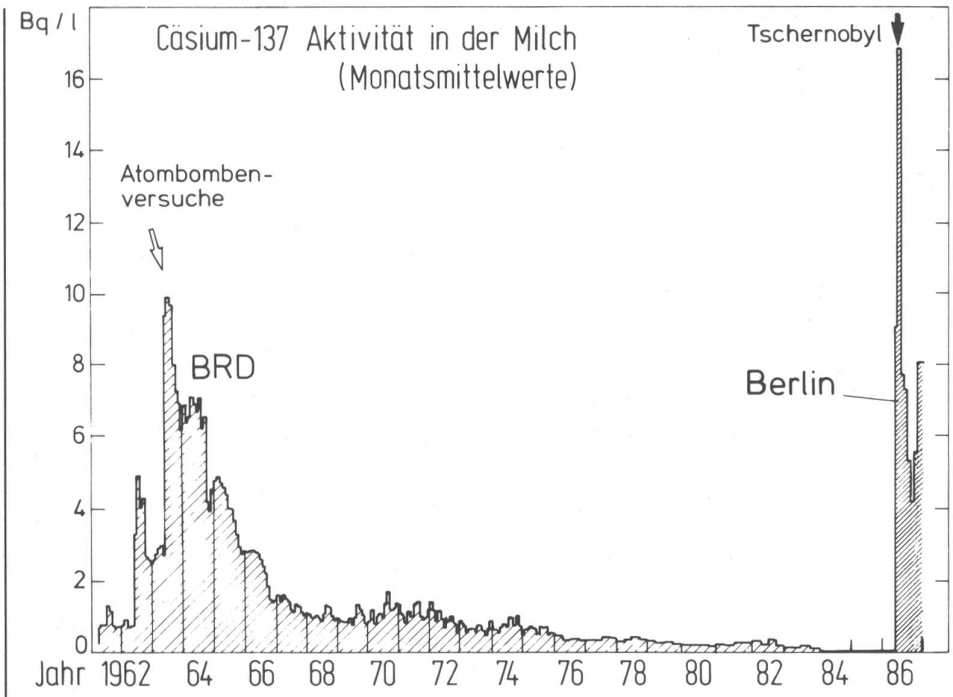

Abb. 2

Lebens-mittel-belastung Hot Spots Akutfolgen

Heiße Ware

Nachdem in der WW Nr. 30 vom August 1986 der Versuch einer Bilanz des Reaktorunglücks von Tschernobyl vor allem auf der Basis der Bodenbelastung vorgenommen wurde, soll im ersten Teil dieses Beitrags an einigen Beispielen die Belastung der Lebensmittel aufgezeigt werden. Neun Monate nach dem Unglück hat die Radioaktivität alle Lebensmittel erreicht und es liegen genügend Daten vor, um z.B. den zeitlichen Verlauf der Belastung zu studieren. Im zweiten Teil wird auf die akuten Folgen von Niedrigstrahlung eingegangen. Krebs als Spätfolge von Strahlenbelastung ist anerkannt; umstritten ist nur die Höhe des Risikos. In der öffentlichen Diskussion wie auch in der ersten Empfehlung der Strahlenschutzkommission vom 2. Mai 1986 wurden jedoch akute Schäden für die Bevölkerung der BRD immer ausgeschlossen. An dieser Meinung sind Zweifel angebracht.
Die Autoren arbeiten am Institut für Festkörperphysik der FU Berlin.

von Thomas Kirski, Ernst Rößler, Bernhard Stein

Bei den Recherchen zu diesem Bericht fiel uns auf, wie wenig systematische Auswertungen von Meßdaten vorliegen. Zum einen erlauben die wenigen Proben eines ausgewählten Lebensmittels keine Mittelwertbildung, zum anderen mangelt es offensichtlich an Möglichkeiten, das vorliegende Datenmaterial zu ordnen. Zum dritten ist die Informationspolitik vieler offizieller Stellen sehr zurückhaltend. Nur selten gibt es eine Aufklärung der Bevölkerung auch noch Monate nach dem Unglück von Tschernobyl. In Berlin gibt der Senat Monatsberichte zum Thema Radioaktivität heraus. Sie ermöglichen einen Überblick über die Belastung der Berliner Lebensmittel. Weiterhin gibt es seit dem Unglück von Tschernobyl eine Meßstelle am Fachbereich Physik der Freien Universität Berlin und seit Dezember eine aus dem alternativen Spektrum finanzierte unabhängige Meßstelle.

Die Belastung der Lebensmittel

Mit Ausnahme von Pilzen war die Belastung der Lebensmittel 1986 nur durch äußerliche, flächenhafte Verseuchung von Obst, Gemüse und Futtermittel verursacht. Auch Ende 1986 befand sich die Radioaktivität noch in den obersten Zentimetern des Bodens, sofern keine Bearbeitung des Bodens stattgefunden hatte. Ein Transfer über die Wurzeln wird erst für 1987 erwartet.

Die radioaktive Staubschicht haftete meist sehr fest an der Oberfläche und drang im Laufe der Zeit ins Pflanzeninnere ein. Aus den verseuchten Knospen oder Blüten z.B. der Obstbäume wuchsen die Früchte. Danach sollte neben der Bodenbelastung auch der Durchmesser der Frucht entscheidend sein. Dies läßt sich deutlich demonstrieren (siehe Abbildung 1[1, 2]). Mit zunehmenden Durchmesser, der natürlich z.B. für Äpfel oder Birnen nur grob abgeschätzt werden kann, sinkt die auf die Masse bezogene Belastung. Die Werte für Bayern liegen um etwa den Faktor 5 oberhalb der Berliner Werte, dies entspricht den unterschied-

lichen Bodenbelastungen. Tabelle 1 gibt noch einmal einen Überblick für die Bodenbelastung. Natürlich muß bedacht werden, daß in Berlin nur ein kleiner Anteil des Obstes aus der Stadt selbst stammt. Andererseits wird wahrscheinlich das Berliner Obst überproportional oft z.B. in der mobilen Meßstation des Senats gemessen. Die Auftragung in Abbildung 1 demonstriert, daß trotz der zum Teil sehr großen Streuung für die einzelnen Obstsorten eine Mittelwertbildung sinnvolle Aussagen liefern kann. Für die Bodenbelastung muß noch angemerkt werden, daß nicht in allen Gegenden Deutschlands die Radioaktivität hauptsächlich durch den Regen abgelagert wurde. So liegt z.B. für Mainz der Anteil der trocken deponierten Radioaktivität bei 87%[3].

Für die Belastung der Milch mit Cäsium ist ein Vergleich mit der Verseuchung durch die Atombombenversuche der 60er Jahre möglich. Trotz der nach Tschernobyl vergleichsweise geringen Belastung des Berliner bzw. norddeutschen Raums übersteigt die Belastung der Milch im Juni 1986 deutlich den Spitzenwert von 1963 in der BRD (Abb. 2). Es fällt auf, daß sowohl der zeitliche Anstieg als auch die Abnahme nach Tschernobyl wesentlich steiler verläuft als in den 60er Jahren. Dies ist die Folge der einmaligen Zufuhr der Radioaktivität nach Tschernobyl. Im Gegensatz dazu erstreckte sich der Atombomben-Fallout über Jahre, das Maximum lag 1963.

Abbildung 3 zeigt einen Vergleich der Gesamtcäsiumbelastung der Milch aus verschiedenen Regionen und macht noch einmal die relativ geringe Belastung der Berliner Milch deutlich [1,2,4,5]. Die Belastung in der Südschweiz liegt etwa um den Faktor 9 oberhalb der von Süddeutschland bzw. um den Faktor 25 oberhalb der von Berlin. Offensichtlich ist die Milchverseuchung nicht mehr eindeutig mit der Bodenbelastung korreliert. So liegt die Bodenbelastung im Tessin in der Größenordnung der von Süddeutschland, die Milch ist jedoch wesentlich höher belastet. Während in Süddeutschland die Kühe einige Zeit nach dem Unglück nicht auf die Weide getrieben wurden, war diese Vorsichtsmaßnahme in der Schweiz nicht getroffen worden. Ein ähnlicher Unterschied ergibt sich auch beim Vergleich zwischen Milch aus der Nordschweiz und dem Konstanzer Raum[6]. Dies veranschaulicht die Wirkung rechtzeitig ergriffener Maßnahmen.

Für den Berliner Raum zeigt sich auch deutlich der Wiederanstieg der Milch Ende 1986. Das in den Scheunen gelagerte hoch belastete Heu des ersten Schnittes führt dem Lebensmittelkreislauf noch einmal eine große Menge an Radioaktivität zu. Durch entsprechende Maßnahmen wäre auch hier eine Verringerung der Belastung möglich gewesen. Als letztes Beispiel soll die Belastung von Fleisch auf dem Berliner Markt aufgezeigt werden (Abb. 4). Im Gegensatz zu Milch hat die Belastung von Fleisch erst Ende 1986 ihr Maximum erreicht.

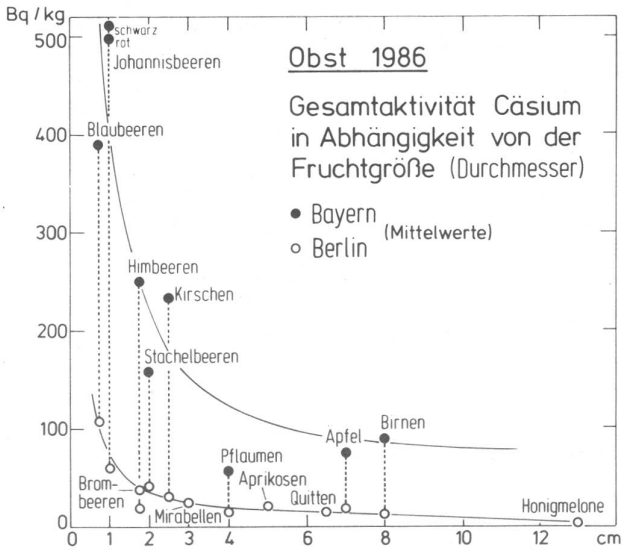

Abb. 1

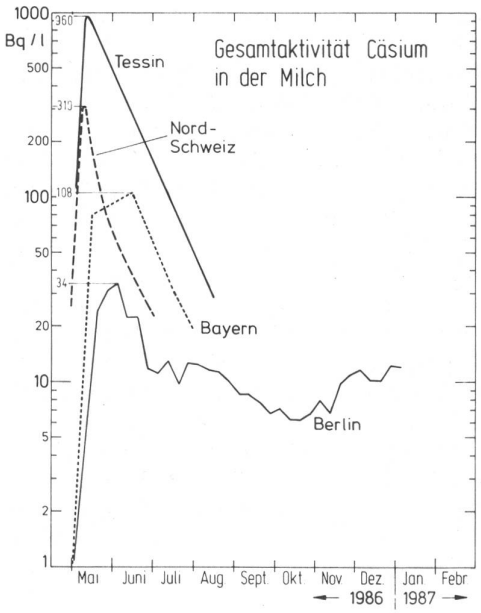

Abb. 3

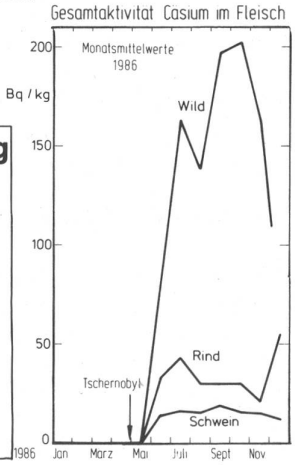

Abb. 4

Tabelle 1

Mittlere Bodenbelastung

Cäsium 137 Becquerel/m²

Berlin	2 000
Nordschweiz	8 000
Bayern	11 000
Tessin	22 000
Berchtesgaden	36 000
Schweden (Gävle)	120 000

Quelle: 5, 18, 19, 20

Das Strontium-Problem

Noch immer schwer zu beurteilen ist die Belastung der Lebensmittel mit Strontium. Die ersten Angaben für die Zusammensetzung des Fallout nach Tschernobyl lagen zwischen 1 und 10% für den Anteil von Strontium-90 in bezug zur Aktivität von Cäsium-137 (WW 30, S. 6). Wahrscheinlich ist ein Anteil von 10% jedoch zu hoch und der richtige Wert liegt zwischen 1-3%[7,8]. Im bayerischen Raum wurden Strontiumaktivitäten bis über 1 Bq/l in der Milch gemessen. Damit ist dort die Strontiumbelastung vergleichbar mit der in den 60er Jahren. In der Berliner Milch liegt die Strontiumbelastung zwischen 0,1 und 0,4 Bq/l[1]. Jedoch ist die Korrelation zur Cäsiumbelastung nicht eindeutig. Die Belastung der Lebensmittel mit Strontium-90 ist von größter Bedeutung, denn schon ein Anteil von 2% gegenüber der Cäsium-137-Aktivität führt laut gültiger Strahlenschutzverordnung zu einer höheren Dosis im entsprechenden kritischen Organ.

Hot Spots

Eine bisher kaum beachtete Gefahr stellen »heiße Partikel« dar. Das sind kleine Partikel reinen radioaktiven Materials aus dem Reaktorkern, die mit den Fallout-Wolken transportiert wurden. Eine Messung der Größenverteilung der Fallout-Partikel in der Schweiz[9] ergab für Cäsium-137, Tellur-132 und Ruthenium-103 enthaltende Partikel ein Maximum zwischen 0,7 μm und 0,9 μm. Die größten Teilchen hatten einen Durchmesser von 4-7 μm. Eben diese Größen besitzen auch Hot Spots mit Aktivitäten zwischen weniger als hundert und einigen Tausend Becquerel. Diese Teilchen bestrahlen ihre Umgebung mit hohen Dosen. Wird etwa ein Ruthenium-103 Partikel eingeatmet und in der Lunge abgelagert, so bestrahlt es das Gewebe in einer Entfernung von 0,1 mm mit einigen 10000 rad, in einer Entfernung von 1mm noch mit einigen 100 rad. (Für beta-Strahlung gilt: 1 rem = 1 rad). Es besteht Uneinigkeit darüber, ob durch einen solchen Hot Spot die Zellen in der Umgebung ausschließlich ganz zerstört werden, oder ob Zellen in größerer Entfernung auch so bestrahlt werden, daß sie Schäden erhalten, aber weiterleben und in der Folge Krebs entwickeln können.

Um eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit, einen Hot Spot eingeatmet zu haben, machen zu können, wäre eine besondere Analyse der zur Messung der Luftaktivität verwendeten Filter erforderlich. Die Tatsache, daß Hot Spots auf Kleidungsstücken von Reisenden aus dem Ostblock[10], in Schweden[11] und in Filterproben in Süddeutschland[6] nachgewiesen wurden, deutet darauf hin, daß es sich um ein bisher unterschätztes Gesundheitsrisiko handelt. Raucher sind durch Hot Spots etwa 100 mal stärker gefährdet. Wegen der fehlenden Flimmerhärchen ist ihr Risiko, daß sich ein Teilchen in den besonders gefährdeten Bronchien absetzt, besonders groß[12].

Akute Folgen von Niedrigstrahlung

Krebs und genetische Schäden als Spätfolgen von radioaktiver Niedrigstrahlung, d.h. von radioaktiver Belastung unterhalb der zur Auslösung der akuten Strahlenkrankheit notwendigen Dosis von ca. 25 rem, ist heute allgemein anerkannt. Auch gehen die meisten Wissenschaftler davon aus, daß kein Schwellenwert existiert. Umstritten ist nur die Art der Extrapolation zu niedrigen Dosen. Auf diese Weise erklärt sich die große Streuung der Risikofaktoren in der Literatur. Tabelle 2 macht dies deutlich[8]. Abgelehnt werden bislang akute Folgen unterhalb einer Dosis von 25 rem.

Risikofaktoren für Krebsfälle pro Million Personenrem

UNSCEAR 1977 (UN-Kommission; Hiroshima-Folgen)	100
IRCP 1977 (Internat. Strahlenschutzkommission)	345
BEIR-III 1980 (US-Akad. der Wissenschaften)	719
Bertell Handbuch 1984	549 - 1648
Gofman 1981	3333 - 4255

Tabelle 2

Die akuten Folgen von radioaktiver Bestrahlung eines Gewebes hängen von seiner Zellteilungsrate ab. Je schneller sich die Zellen teilen, desto empfindlicher sind sie. Beim Erwachsenen sind das z.B. Dünndarmzellen oder die Zellen, die für das Haarwachstum sorgen. Deshalb gehören Übelkeit und Haarausfall zu den ersten Symptomen der Strahlenkrankheit. Auch die Strahlentherapie basiert auf dem Prinzip, daß die sich rasant teilenden Zellen einer Krebsgeschwulst besonders strahlenempfindlich sind. Dieses Prinzip gilt aber nicht nur für den Bereich hoher Strahlendosen.

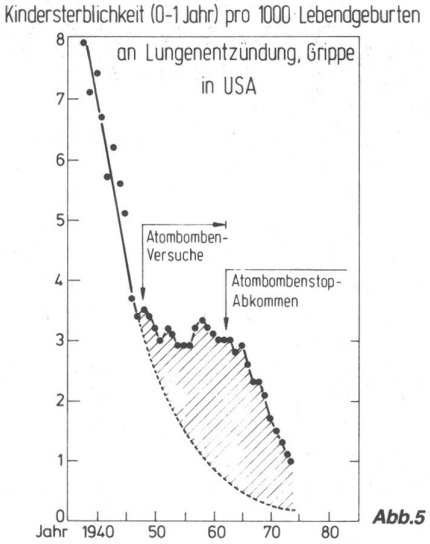

Abb.5

Der US-amerikanische Radiologe J.F. Sternglass wies schon in den 60er Jahren darauf hin, daß auch durch Niedrigstrahlung nicht nur Spätschäden ausgelöst werden, sondern daß bei Kindern und vor allem bei Embryos wegen ihrer hohen Zellteilungsrate akute Schäden enstehen. Er belegte in zahlreichen Studien einen Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Strahlenbelastung durch Atombombentests und Atomkraftwerke und einer Erhöhung der Kindersterblichkeit.

In einer Untersuchung[13] verglich er die Kindersterblichkeit an Lungenentzündung und Grippe in den gesamten USA mit der in Staaten wie New Mexico, die wegen ihrer geographischen Lage und der klimatischen Verhältnisse vom Fallout der Atombombenversuche kaum betroffen waren. Während dort die Kindersterblichkeit mit diesen Ursachen kontinuierlich abnahm, wurde dieser Trend USA-weit 1950 mit Beginn der Atombombentests unterbrochen und setzte sich erst 1963 nach dem Teststopp wieder fort (Abb. 5). Von Seiten der Atomindustrie wurde Sternglass heftig angegriffen. Seine Berechnungen werden aber durch die Ergebnisse einer staatlichen Untersuchungskommission und durch neuere Studien unterstützt. So wies Rosalie Bertell in einer 1984 vorgelegten Untersuchung[14] eine höhere Sterblichkeit von Kindern mit einem Geburtsgewicht unter 2500 g in Gebieten nach, die ra-

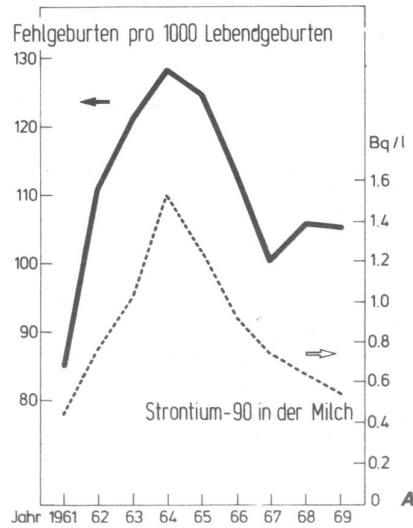

Abb.6

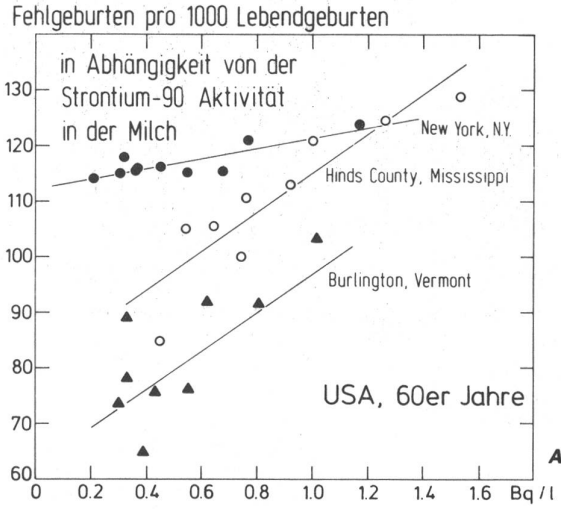

Abb.7

dioaktiven Edelgasen ausgesetzt waren, nachdem dort Atomkraftwerke in Betrieb genommen wurden.

D. Pisello und R. Piccioni veröffentlichten 1984 eine Studie[15], in der sie quantitative Aussagen über den Zusammenhang zwischen der Strontium-90-Belastung der Milch durch den Fallout der Atombombentests und der Erhöhung der Fehlgeburtenrate in drei verschiedenen Gebieten der USA machen. Solche Untersuchungen sind in den meisten Ländern nicht möglich, weil keine ausreichenden Daten über die Fehlgeburtenstatistik zur Verfügung stehen. In den USA werden Fehlgeburten in den »vital statistics« aufgeführt. In New York sind sie sogar schon seit 1939 meldepflichtig.

Im Bezirk Hinds County, Mississippi, einer ländlichen Gegend im Südosten der USA, stieg die Fehlgeburtenrate zwischen 1961 und 1964 von 8,5% auf 12,8%, während der Strontium-90 Gehalt der Milch auf 1,53 Bq/l anstieg (Abb.6).

Trägt man die Erhöhung der Fehlgeburtenrate gegen den Strontium-Gehalt der Milch auf, so deuten die Werte auf einen linearen Zusammenhang zwischen den beiden Größen hin (Abb. 7). Die Werte für New York streuen weniger stark, weil dort die beobachtete Bevölkerung etwa 50 mal größer ist. Die geringere Steigung der Geraden könnte darauf zurückzuführen sein, daß in New York weniger Milch getrunken wird als in den ländlichen Gebieten. Pisello und Piccioni berechneten für New York einen Anstieg der Fehlgeburtenrate um 0,93 ± 0,48% pro Becquerel/l Strontium-90 in der Milch, für Hinds County, Mississippi, und Chittenden County, Vermont, um 3,48 ± 1,48% bzw 3,33 ± 2,43%. Sie schätzen die Zahl der Fehlgeburten in den USA, die zwischen 1961 und 1967 durch die Atomtests insgesamt verursacht wurden, auf 400 000.

Eine Umrechnung dieser Ergebnisse auf deutsche Milch nach Tschernobyl ist aus zwei Gründen problematisch: Zum einen liegen uns nicht genügend Daten über den Strontium-Gehalt der Milch vor, zum anderen enthält die Nahrung heute wesentlich mehr Cäsium. Während damals das Cäsium-137/Strontium-90-Verhältnis 1,6[16] betrug, beträgt es jetzt 32 bis 100[7,8]. Zudem führte das Unglück von Tschernobyl zu einem schnelleren Anstieg der Radioaktivität in den Lebensmitteln, bei dem das kurzlebige Jod 131 zunächst die Hauptbelastung brachte, während die Belastung in den 60er Jahren langsamer stieg und Jod nur eine untergeordnete Rolle spielte.

Schätzt man den Strontium-Gehalt der Milch mit Hilfe des damaligen Cäsium-137/Strontium-90 Verhältnisses von 1,6 im Fallout und 2,5 bis 5 in der Milch und des heutigen Cs-137/Sr-90 Verhältnisses im Fallout von 32 bis 100 ab, so erhält man für Milch mit 49 Bq/l Cäsium-137[2] einen Strontium-Gehalt von 0,16 Bq/l bis 0,98 Bq/l. Dies ist der Mittelwert für Milch aus München von Mai bis Juli. Daraus ergibt sich eine Erhöhung der Fehlgeburtenrate um 0,15% bis 0,91% wenn man das für New York berechnete Risiko zugrunde legt und um 0,56% bis 3,4% mit dem Ergebnis der ländlichen Gebiete. Bei 28048 Geburten/Vierteljahr (Bayern Okt. bis Dez. 1981)[17] entspricht das 42 bis 956 Fehlgeburten zusätzlich in Bayern über diese drei Monate. Dabei ist der höhere Jod- und Cäsium-Anteil nicht berücksichtigt.

Die Berechnung für einen so kurzen Zeitraum scheint zudem sinnvoll, da etwa 80% der Fehlgeburten in der oben genannten Studie in den ersten 20 Wochen der Schwangerschaft eintraten und die Erhöhung der Fehlgeburtenrate in allen drei untersuchten Gebieten direkt dem Verlauf der Aktivität in der Milch folgte.

Wir sind der Meinung, daß diese Ergebnisse die Forderung nach strahlenarmen Lebensmitteln für die Risikogruppen Schwangere und Kleinkinder unterstützen. Wie das Beispiel der Milchbelastung aus Konstanz und dem angrenzenden Schweizer Raum zeigt, läßt sich die Dosis durch rechtzeitige Maßnahmen verringern. Auch für diese Risikogruppen wäre das nach dem Unglück möglich gewesen. Angesichts der im jetzigen Winter wieder stark ansteigenden Milchbelastung sind solche Maßnahmen nach wie vor dringend. ♦

Anmerkungen

1 Der Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin, Monatsberichte zu den Radioaktivitätsmessungen, Juli bis November 1986

2 Helmut Pratzel; Institut für Balneologie und Klimatologie der LMU München, 2300 Radioaktivitätsmessungen nach Tschernobyl, September 1986

3 G. Herrmann; Institut für Kernchemie, Universität Mainz, Mainz 1986

4 Bundesministerium des Inneren, 30 Jahre Überwachung der Umweltradioaktivität in der BRD, Bonn 1985

5 Schweizerisches Bundesamt für Energiewirtschaft, Hauptabteilung für Sicherheit der Kernanlagen: Der Unfall Chernobyl, Würenlingen, November 1986

6 C. Hohenemser u.a., Preprint, Environment, Juni 1986

7 Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, Pressemitteilung, München, Mai 1986

8 Institut für Energie- und Umweltforschung, IFEU Bericht Nr. 43, Heidelberg 1986

9 D.T. Jost u.a.: Chernobyl fallout in size fractionated aerosol, Nature, 324,22, 1986

10 B. Holliday, Monitoring Minsk and Kiev Students after Chernobyl, Nature, 321,820, 1986

11 L. Devell u.a.: Initial observations of Fallout from the reactor accident at Chernobyl, Nature, 321,192, 1986

12 J.W. Gofman, Einige ungeklärte Fragen zur Wiederaufbereitung, in Holger Strohm. Warum auch geringe Radioaktivität lebensgefährlich ist, Frankfurt 1986

13 E.J. Sternglass, Health Effects of Environmental Radiation, in Ralph Graeub, Der Petkau-Effekt, Gümlingen 1985

14 Rosalie Bertell, Naomi Jacobson: Environmental Influence on survival of low birth weight infants in Wisconsin 1963-75. International Perspectives in Public Health (IPPH) Fall 1984

15 D. Pisello, R. Piccioni: Fetal mortality and global nuclear weapons fallout. IPPH Fall 1984

16 A. Aarkrog: Prediction models for Strontium-90 and Caesium-137 levels in the human food chain. Health physics Vol. 20 (1971) pp.300

17 Statistisches Bundesamt, Bevölkerung und Kultur, Zusammenfassung der Berichte bis 1981

18 IFEU-Bericht Nr. 45, Heidelberg 1986

19 I. Gans u.a.: Bundesgesundheitsamt, Berlin Mai 1986

20 SSI Rapport: Schweden, August 1986

Wir danken Andrea Kern für das Zeichnen der Abbildungen.

Teile des Artikels sind einer von den Autoren herausgegebenen Broschüre »Tschernobyl – Beispiel einer Katastrophe« entnommen, die gegen Vorauskasse bei Ernst Rößler, Flotowstr. 2, 1000 Berlin 45, Berliner Bank Kto.Nr. 2012925400 (BLZ 100 200 00), Kennwort: Babel, bestellt werden kann zum Preis von: 1 Broschüre DM 0,50 plus DM 0,50 Porto, 10 Broschüren DM 4,— plus DM 1,— Porto, 50 Broschüren DM 15,— plus DM 3,— Porto.