

Autor: M. Zehringer

Humanmilch / Radioaktivität

untersuchte Proben: 25 beanstandet: 0

Ausgangslage

Im rechtlichen Sinne gehört Muttermilch nicht zu den Lebensmitteln. Sie ist jedoch die erste Nahrung eines Kindes und ist von grosser physiologischer Bedeutung (z.B. enthält sie neben den Nährstoffen, Antikörper und abwehrfördernde Enzyme). Beim Stillen werden Nährstoffe und auch Schadstoffe von der Mutter auf das Kind übertragen. 1986 gelangte der vom Reaktorbrand in Tschernobyl emittierte Fallout auf die Schweizer Böden. Über den Verzehr von lokalem Gemüse gelangten die Radionuklide in die Muttermilch. So konnte beispielsweise 14 bis 25 Tage nach dem Unfall radioaktives



Iod (^{131}I) in Muttermilchproben nachgewiesen werden ($17\pm 8 \text{ Bq/L}$)¹. Eine lang anhaltende Kontamination von landwirtschaftlichen Produkten resultiert aus dem abgelagerten Fallout der oberirdisch durchgeführten Atombombentests.

Untersuchungsziele

Im Rahmen einer in Basel durchgeführten Kampagne sollte der momentane Kontaminationslevel der Basler Muttermilch festgestellt werden.

Gesetzliche Grundlagen

In der Strahlenschutzverordnung (StSV)² sind in Anhang 5 die Dosisfaktoren für die Bevölkerung für die Inkorporation von Radionukliden via Inhalation und Ingestion aufgelistet. Anhand dieser Faktoren können Folgedosen (mit Integrationszeiten von 70 Jahren für Kinder) abgeschätzt werden.

Die untersuchten Radionuklide werden vorwiegend über die Nahrung aufgenommen, weshalb im Folgenden nur die Ingestionsfaktoren aufgeführt sind.

Radionuklid/Dosis		Ingestionsfaktoren ($\mu\text{Sv/Bq}$)		
		Kind (bis 1 J.)	Kind (1-10 J.)	Erwachsener
^{90}Sr	Ganzkörperdosis	0.073	0.06	0.028
^{90}Sr	Organdosis (KM)	0.73	1.0	0.41
^{137}Cs	Ganzkörperdosis	0.012	0.01	0.013
^{137}Cs	Organdosis (DD)	0.023	0.023	0.015

KM: Knochenmark (meist betroffenes Organ für ^{90}Sr), DD: Dickdarm (für ^{137}Cs)

Probenbeschreibung

Muttermilch wurde von der Elternberatungsstelle Basel-Stadt und dem Universitäts-Kinderspital beider Basel (UKBB) zur Verfügung gestellt. Insgesamt 53 Muttermilchproben konnten innerhalb zweier Jahre gesammelt werden. Die Mütter waren in Basel und den umliegenden Gemeinden wohnhaft. Vier Mütter waren im nahen Ausland wohnhaft (je 2 aus Deutschland und Frankreich).

Die Proben wurden im Labor mit Zusatz von Formaldehyd stabilisiert und anonymisiert. Die Proben des Universitätsspitals wurden in der Milchproben-Bank des Spitals tiefgefroren gehalten.

¹ Kantonales Labor Basel-Stadt Jahresbericht 1986, p. 52

² Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017

Die 53 Milchproben wurden zu Poolproben vereinigt, sodass ein Mindestvolumen von 500 mL resultierte. Dies war notwendig, um eine tiefe Nachweisgrenze für die Beta- und Gammaskpektrometrie zu erreichen. Sämtliche Aussagen beziehen sich deshalb auf die Poolproben.

Herkunft der Milch	Anzahl Proben
Einzel-Proben	53
Pool-Proben	25

Prüfverfahren

Gammaskpektrometrie

Zur Bestimmung des Radiocäsiums und der natürlichen Radionuklide wurden die Proben in 500mL Semadeni-Runddosen abgefüllt und mit hochauflösenden Gammaskpektrometern während zwei bis drei Tagen ausgezählt. Für die Identifizierung und Quantifizierung des Radiocäsiums wurden folgende Emissionslinien (Emissionswahrscheinlichkeit in %) verwendet: ¹³⁴Cs: 569 keV (15.4), 605 keV (97.6) und 796 keV (85.5), ¹³⁷Cs: 662 keV (84.6).

Radiostrontium

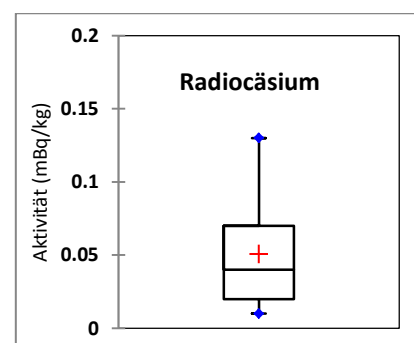
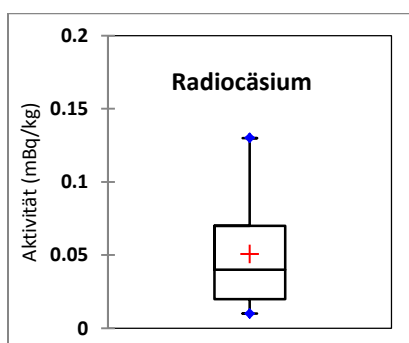
Die Bestimmung von Radiostrontium (⁹⁰Sr) erfolgte über das Tochternuklid Yttrium-90 (⁹⁰Y). Diese beiden Radionuklide stehen im Gleichgewicht, vorausgesetzt, dass die Probe mindestens 20 Tage alt ist. Zuerst wurden ⁹⁰Sr und ⁹⁰Y aus der Milchflasche extrahiert und durch gezielte Fällungen gereinigt. Dann wurde das ⁹⁰Y durch Fällung mit Oxalsäure von ⁹⁰Sr abgetrennt und mit dem Gasproportionalzähler (β-Counter) während drei Tagen ausgezählt.

Ergebnisse

- Die Belastung der untersuchten Muttermilch von Müttern aus Basel und Umgebung ist erwartungsgemäss gering.
- Der Radiocäsiumgehalt beträgt zwischen 10 und 130 mBq/L mit einem Mittelwert von 51± 37 mBq/L.
- Der Radiostrontiumgehalt von 19 untersuchten Muttermilchproben beträgt 32±12 mBq/L. Die Werte liegen in einem engen Bereich zwischen 10 bis 54 mBq/L.

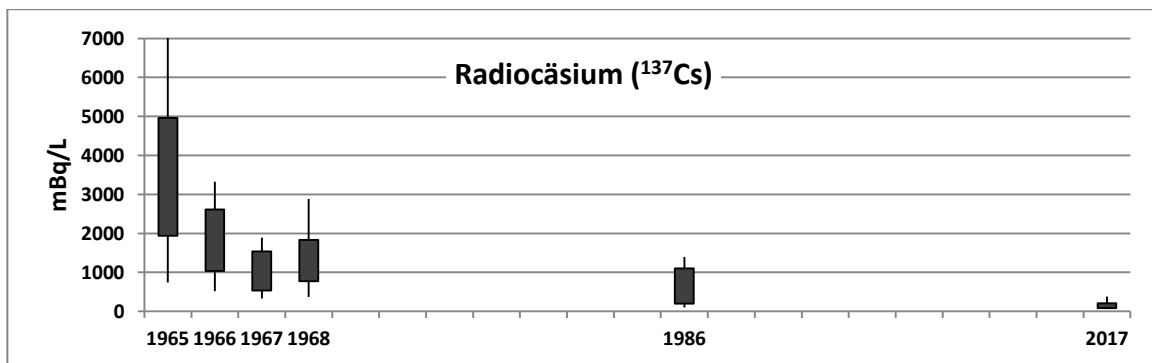
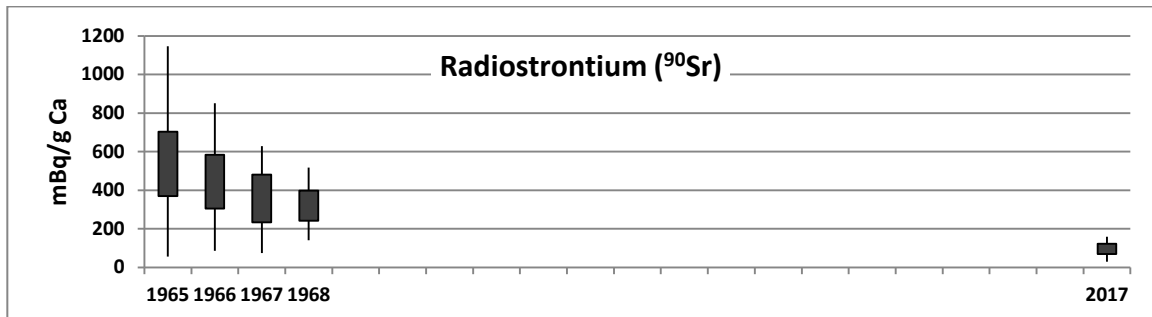
Radionuklid	Anzahl positiver Proben	Mittelwert ± SD mBq/kg FG	Median mBq/kg FG	Mittelwert ± SD mBq/g Ca *	Median mBq/g Ca *
¹³⁴ Cs	0	< 20	<20		
¹³⁷ Cs	13 von 24	51 ± 37	40		
⁹⁰ Sr	19 von 25	32 ± 12	30	94 ± 35	88

Kontaminationsgrad der Basler Muttermilch 2017. Alle Angaben in mBq/kg FG sowie in mBq/g Calcium für ⁹⁰Sr. FG: Frischgewicht, *die Werte wurden mit einem mittleren Calciumgehalt von 0.34 g/L³ umgerechnet.



³ Scientific Tables Ciba-Geigy limited, Basle, Switzerland, 7th ed., 1970, p 688.

Aus den nachfolgenden Darstellungen ist ersichtlich, dass die heutige Belastung der Basler Muttermilch, verglichen mit den Werten aus den 60er-Jahren mit dem höchsten Bombenfallout, deutlich geringer ist. Bereits 1966, drei Jahre nach Inkraftsetzung des Verbots von oberirdischen Kernwaffenversuchen⁴, gingen die Kontaminationen deutlich zurück.



Die Basler Muttermilch von 2017 im Vergleich zur Situation während dem stärksten Bombenfallout. Datenquelle 1965-1968, Frauenmilch aus diversen Ländern (ohne Schweiz): UNSCEAR-Report⁵, 1986: Venuti et al.⁶

Dosisabschätzung

Mit den Mittelwerten für ¹³⁷Cs und ⁹⁰Sr und den entsprechenden Ingestionsfaktoren für Säuglinge wurden Höchstwerte für die Ganzkörper-Folgedosen und die Organdosen abgeschätzt. Dabei wird ein täglicher Konsum von 800g Muttermilch angenommen⁷

Die Aufnahme von ¹³⁷Cs via Muttermilch führt demnach zu ca. 0.2 µSv/Jahr (Ganzkörperdosis) bzw. 0.4 µSv/Jahr (Dickdarm-Dosis).

Beim ⁹⁰Sr resultieren durchwegs höhere Dosen von ca. 0.7 µSv/Jahr (Ganzkörperdosis) bzw. 7 µSv/Jahr (Knochenmarksdosis).

Schlussfolgerungen

- Die Basler Muttermilch ist im Berichtsjahr mit den Radionukliden ¹³⁷Cs und ⁹⁰Sr schwach belastet. In den 60er-Jahren war Muttermilch, bedingt durch den nuklearen Fallout der oberirdisch durchgeführten Bombentests, um ein Vielfaches mehr belastet (bei ⁹⁰Sr ca. das 20fache, bei ¹³⁷Cs das 80fache des heutigen Werts).
- Die Folgedosis durch den Konsum von Muttermilch wird auf 0.2 bis 7 µSv/Jahr geschätzt.

⁴ Partial Test Ban Treaty from August 5th 1963.

⁵ Report of the United Nations Scientific Committee on the effects of atomic radiation. United Nations, New York, 1969

⁶ Campos Venuti et al. Radioactive Caesium contamination in human milk in Italy after the Chernobyl accident. Rad. Prot.Dos. 37 (1991), 43-49

⁷ Scientific Tables Ciba-Geigy limited, Basle, Switzerland, 7th ed., 1970, p 687.