

## Quecksilber in Lebensmitteln Untersuchungen an täglicher Gesamtnahrung

Rieder Schelenz, Johannes Friedrich Diehl\*

Institut für Strahlentechnologie der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung,  
Karlsruhe (BRD)\*\*

Eingegangen am 29. Juni 1973

### Mercury in Foodstuffs; Studies on Total Daily Diets

*Summary.* The mercury contents of the complete daily rations of 4 adult males were determined over a period of one week each; weekly intake (with beverages) was 57, 70, 21, and 192  $\mu\text{g}$ , respectively. Compared to the other three individuals, the last one had consumed considerably more fish and more mushrooms, these being foodstuffs with a relatively high mercury concentration. Even this person did not exceed the "acceptable weekly intake" of 300  $\mu\text{g}$  of total Hg, as recommended by WHO/FAO. Together with other evidence, these results strengthen the impression that no "mercury problem" exists with respect to nutrition in the Federal Republic of Germany.

*Zusammenfassung.* Der Quecksilbergehalt der Gesamtnahrung von 4 männlichen Erwachsenen wurde jeweils eine Woche lang täglich bestimmt; es ergab sich eine wöchentliche Aufnahme (mit Getränken) von 57, 70, 21 und 192  $\mu\text{g}$ . Die Versuchsperson mit der höchsten Hg-Aufnahme verzehrte im Vergleich zu den 3 anderen Versuchsteilnehmern erheblich mehr Fisch und Pilze – Lebensmittel, die relativ hohe Quecksilbergehalte aufweisen. Selbst bei dieser Person wurde der von der WHO/FAO als "annehmbare Wochendosis" angesehene Wert von 300  $\mu\text{g}$  Gesamt-Hg nicht überschritten. Diese Ergebnisse stärken den bereits aufgrund früherer Untersuchungen gewonnenen Eindruck, daß es in der Bundesrepublik Deutschland ein nahrungsbedingtes "Quecksilberproblem" nicht gibt.

### Einleitung

Als „annehmbare Wochendosis“ wird gegenwärtig von der World Health Organization (WHO) und der Food and Agriculture Organization (FAO) die nahrungsbedingte Zufuhr von 300  $\mu\text{g}$  Gesamtquecksilber (davon 200  $\mu\text{g}$  Methylquecksilber) pro Woche und Person angesehen. Zur Abschätzung der Quecksilberbelastung des Menschen kann man den Hg-Gehalt in einer Vielzahl von Einzellebensmitteln bestimmen und anhand der offiziellen Lebensmittel-Verbrauchsstatistik die durchschnittliche Hg-Aufnahme berechnen. Wir haben mit Hilfe der sehr empfindlichen und genauen Neutronenaktivierung derartige Untersuchungen durchgeführt [1–3] und eine nahrungsbedingte wöchentliche Quecksilberbelastung – ohne Getränke – von 53  $\mu\text{g}$  pro Durchschnittsverbraucher ermittelt [3].

Eine entsprechende britische Untersuchung ergab für die Hg-Zufuhr durch die Nahrung, einschließlich Milch, ausschließlich sonstiger Getränke 49–56  $\mu\text{g}$ /Woche und Person [4]. Die Autoren einer in den Jahren 1966–67 in England und Wales durchgeführten Arbeit über den Hg-Gehalt von Gesamtdiät ermittelten eine wöchentliche Hg-Belastung des Menschen von 98  $\mu\text{g}$  [5].

Die eingangs erwähnte Methode der Berechnung der Quecksilberbelastung aus Einzelanalysen an Lebensmitteln und aus der Verbrauchsstatistik hat verschiedene Nachteile. Insbesondere bleibt, da die Analysen im allgemeinen an rohen Lebensmitteln durchgeführt werden, ein möglicher Einfluß der Zubereitung auf den Quecksilbergehalt der Nahrung unberücksichtigt. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es daher, unter Berücksichtigung solcher Einwirkungen der Zubereitung, die tatsächliche Quecksilberaufnahme einiger „Normalverbraucher“ zu ermitteln.

\* Herrn Prof. Dr. J. Schormüller zum 70. Geburtstag gewidmet.

\*\* Fräulein I. Hiller, Fräulein U. Turck und Herrn K. Anspurger danken wie für die geschickte und sorgfältige Mitarbeit.

### Beschreibung der Versuche

Die Methode zur Hg-Bestimmung in biologischem Material mit Hilfe der Neutronenaktivierung wurde bereits an anderer Stelle beschrieben [6]; stichwortartig zusammengefaßt besteht sie aus folgenden Schritten:

Homogenisierte Lebensmittelproben in Quarzampullen drei Tage mit Reaktor-neutronen bestrahlen. Biologisches Material mit Gemisch aus  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$  naß veraschen und Hg als  $\text{HgCl}_2$  abdestillieren. Im Destillat das radioaktive Hg durch Isotopenaustausch auf amalgamierter Kupferfolie abscheiden und Intensität von  $^{203}\text{Hg}$  oder  $^{197}\text{Hg}$  gammaspektrometrisch bestimmen. Hg-Menge in der Probe durch Vergleich der Impulsraten der Probe und des unter identischen Bedingungen aufgearbeiteten Standards ermitteln. Nachweisgrenze:  $10^{-11}$ – $10^{-12}$  g Hg/100 mg Probengewicht. Streuung der Ergebnisse: 20–30% bei  $5 \mu\text{g Hg/kg}$ ; 5–10% bei  $100 \mu\text{g Hg/kg}$ . Genauigkeit der Methode durch Teilnahme an Ringversuch der IAEO bestätigt.

### Ergebnisse und Diskussion

Von vier männlichen Erwachsenen wurde die tägliche Gesamtnahrung über jeweils sieben Tage auf ihren Hg-Gehalt untersucht. Von allem, was die Versuchspersonen im Laufe eines Tages entsprechend ihren individuellen Eß- und Trinkgewohnheiten an Speisen und Getränken verzehrten, wurden gleich behandelte Duplikate nach Produkten getrennt in speziellen Kunststoffbehältern gesammelt, gewogen, anschließend zusammen homogenisiert und aliquote Teile des Homogenisats zur Hg-Analyse entnommen<sup>1</sup>.

Die mittlere tägliche Hg-Zufuhr der Versuchsperson A von  $8,2 \mu\text{g}$  (Tab. 1) wurde an einer fischlosen Diät ermittelt. Die leicht erhöhte Hg-Aufnahme der Versuchsperson B (Tab. 2) von  $34,7 \mu\text{g}$  am 2. 11. 1972 dürfte durch den Verzehr von Schweine- niere und Zander an diesem Tag bedingt sein. Aufgrund unserer Untersuchungen an

Tabelle 1. Nahrungsbedingte Hg-Zufuhr der Versuchsperson A (männl.); Gewicht: 91 kg

Versuchstag	Nahrungs- aufnahme kg	Mittlerer Hg-Gehalt der Nahrung $\mu\text{g/kg}$	Tägl. Hg-Zufuhr $\mu\text{g}$
22. 10. 72	2,690	3,86	10,38
23. 10. 72	3,269	1,54	5,03
24. 10. 72	3,094	1,49	4,61
25. 10. 72	2,186	3,05	6,67
26. 10. 72	3,364	4,12	13,86
27. 10. 72	2,129	2,75	5,85
28. 10. 72	2,465	4,47	11,02
Mittelwerte $\pm 1s$ : $2,742 \pm 0,509$			$3,04 \pm 1,20$
			$8,20 \pm 3,55$

Einzelnebensmitteln ist für beide Produkte, mit einem Hg-Mittelwert für Schweine- niere von  $66,5 \mu\text{g/kg}$  und für Zander mit  $283,6 \mu\text{g/kg}$ , eine erhöhte Hg-Belastung zu erwarten [3]. Die geringste mittlere tägliche Hg-Zufuhr wurde bei Versuchsperson C mit  $3 \mu\text{g Hg}$  ermittelt (Tab. 3). Dieser Proband hat gegenüber den anderen Ver- suchsteilnehmern wesentlich mehr flüssige und weniger feste Lebensmittel zu sich genommen. Aus Tab. 4 geht hervor, daß die Versuchsperson D erheblich mehr Queck- silber aufnahm als die anderen drei Versuchsteilnehmer. Der erhöhte Wert am 24. 11. 1972 ist auf den Verzehr von Forelle und Thunfisch mit mittleren Hg-Gehalten von

<sup>1</sup> Einzelheiten über die Zusammensetzung der Tagesdiäten können Interessenten auf Wunsch überlassen werden.

Tabelle 2. Nahrungsbedingte Hg-Zufuhr der Versuchsperson B (männl.); Gewicht: 73 kg

Versuchstag	Nahrungsaufnahme kg	Mittlerer Hg-Gehalt der Nahrung $\mu\text{g}/\text{kg}$	Tägl. Hg-Zufuhr $\mu\text{g}$
29. 10. 72	3,370	2,83	9,54
30. 10. 72	2,484	1,52	3,78
31. 10. 72	1,524	8,49	12,94
1. 11. 72	2,693	0,62	1,67
2. 11. 72	2,912	11,93	34,74
3. 11. 72	2,900	2,05	5,95
4. 11. 72	2,147	0,63	1,35
Mittelwerte $\pm 1s$ : 2,575 $\pm$ 0,600    4,01 $\pm$ 4,42    10,00 $\pm$ 11,70			

Tabelle 3. Nahrungsbedingte Hg-Zufuhr der Versuchsperson C (männl.); Gewicht: 49 kg

Versuchstag	Nahrungsaufnahme kg	Mittlerer Hg-Gehalt der Nahrung $\mu\text{g}/\text{kg}$	Tägl. Hg-Zufuhr $\mu\text{g}$
12. 11. 72	1,626	1,38	2,24
13. 11. 72	1,562	0,89	1,39
14. 11. 72	2,357	0,25	0,59
15. 11. 72	2,312	0,89	2,06
16. 11. 72	2,689	0,73	1,96
17. 11. 72	1,912	4,23	8,09
18. 11. 72	3,248	1,47	4,78
Mittelwerte $\pm 1s$ : 2,244 $\pm$ 0,603    1,41 $\pm$ 1,31    3,02 $\pm$ 2,58			

62  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bzw. 366  $\mu\text{g}/\text{kg}$  zurückzuführen [3]. Am 20. 11. 1972 wurde für diesen Versuchsteilnehmer mit 148  $\mu\text{g}$  Hg die höchste Nahrungsbedingte Hg-Zufuhr aller Probanden festgestellt. Dieser Extremwert wurde durch die Einnahme einer Mischpilzmahlzeit verursacht. Bei späteren Analysen an den noch vorhandenen getrockneten jugoslawischen Mischpilzen dieser Mahlzeit, wurde ein mittlerer Hg-Gehalt von 2,246 mg/kg Trockengewicht gefunden. Weitere Untersuchungen an Pilzen unterschiedlicher Herkunft haben bestätigt, daß Pilze im Vergleich zu anderen Lebensmitteln einen überraschend hohen Hg-Gehalt (64–225  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) aufweisen können. Wie aus Tab. 5 hervorgeht, beträgt die mittlere wöchentliche Hg-Zufuhr durch die Nahrung

Tabelle 4. Nahrungsbedingte Hg-Zufuhr der Versuchsperson D (männl.); Gewicht: 74 kg

Versuchstag	Nahrungsaufnahme kg	Mittlerer Hg-Gehalt der Nahrung $\mu\text{g}/\text{kg}$	Tägl. Hg-Zufuhr $\mu\text{g}$
19. 11. 72	2,239	2,94	6,58
20. 11. 72	2,408	61,55	148,21
21. 11. 72	2,114	1,35	2,85
22. 11. 72	1,714	3,53	6,05
23. 11. 72	1,777	3,07	5,46
24. 11. 72	1,898	9,12	17,31
25. 11. 72	2,181	2,53	5,52
Mittelwerte $\pm 1s$ : 2,047 $\pm$ 0,257    12,01 $\pm$ 21,99    27,43 $\pm$ 53,46			

dieser vier Versuchspersonen 85  $\mu\text{g}$ , entsprechend rund 28% des von der WHO/FAO als „annehmbare Wochendosis“ empfohlenen Grenzwertes von 300  $\mu\text{g}$  Gesamtquecksilber. An 21 von 28 Versuchstagen betrug die tägliche Hg-Zufuhr weniger als 10  $\mu\text{g}$  pro Person. Einzelne Lebensmittel – wie Fisch, Schweineiere, Pilze – können diesen Wert vervielfachen.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, daß eine Überschreitung des von der WHO/FAO empfohlenen Grenzwertes nur in Extremfällen denkbar ist. Selbst bei

Tabelle 5. Mittelwerte der wöchentlichen Hg-Aufnahme

Person	Gewicht kg	Mittlerer Hg-Gehalt der Nahrung  $\mu\text{g}/\text{kg}$	Wöchentliche Hg-Zufuhr  $\mu\text{g}$	Wöchentliche Hg-Zufuhr pro kg Körpergew.  $\mu\text{g}$
A	91	3,04	57,4	0,63
B	73	4,01	70,0	0,96
C	49	1,41	21,1	0,43
D	74	12,01	192,0	2,59
Mittelwert:		5,12	85,1	1,15

einem Verzehr von 10 kg Thunfisch und 20 kg sonstigem Fisch pro Person und Jahr würde der Grenzwert von 300  $\mu\text{g}$  pro Woche nicht erreicht. Unsere Untersuchungen beschränkten sich hauptsächlich auf im Raum Karlsruhe im Handel bezogene Lebensmittel. In zahlreichen Untersuchungsämtern und Forschungsinstituten ausgeführte Arbeiten geben jedoch keinen Anlaß zu der Befürchtung, daß an anderen Orten der Bundesrepublik ein „Quecksilberproblem“ existiert. Der Vergleich der in jüngster Zeit ermittelten Quecksilbergehalte von Lebensmitteln mit Werten, die in den 30er Jahren veröffentlicht wurden [7], zeigt keinen Anstieg der nahrungsbedingten Quecksilberbelastung.

In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen von Kevorkian *u. Mitarb.* [8] von Interesse, die an Autopsiematerial aus den Jahren 1913–1970 einen deutlichen Rückgang der Quecksilberbelastung in diesem Zeitraum festgestellt haben.

### Literatur

1. Diehl, J.F., Schelenz, R.: *Med. Ernähr.* **12**, 241 (1971)
2. Diehl, J.F.: *Ber. Landwirtschaft* **50**, 256 (1972)
3. Schelenz, R., Diehl, J.F.: *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.* **151**, 369 (1973)
4. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: *Survey of Mercury in Food: Working Party on The Monitoring of Foodstuffs for Mercury and Other Heavy Metals, First Report*; Editor: Her Majesty's Stationary Office, London, 1971
5. Abbott, D.C., Tatton, J.O'G.: *Pestic. Sci.* **1**, 99 (1970)
6. Schelenz, R., Diehl, J.F.: *Z. Anal. Chem.* **265**, 93 (1973)
7. Stock, A., Cucuel, F.: *Naturwissenschaften* **22**, 390 (1934)
8. Kevorkian, J., Cento, D.P., Hyland, J.R., Bagazzi, W.M., van Hollebeke, E.: *Am. J. Public Health* **1972**, 504

Professor Dr. J. F. Diehl  
 Institut für Strahlentechnologie  
 der Bundesforschungsanstalt für  
 Lebensmittelfrischhaltung  
 D-7500 Karlsruhe 1, Engesserstr. 20  
 Bundesrepublik Deutschland