

R. Hampel
T. Kühlberg
H. Zöllner
D. Klinke
K. Klein
E.-G. Pichmann
A. Kramer

Aktueller Stand der alimentären Iodversorgung in Deutschland

Alimentary iodine deficiency in Germany – recent results

Zusammenfassung Deutschland zählt zu den iodärmsten Ländern Europas. Die Strumaprophylaxe durch Verwendung iodierten Speisesalzes beruht auf dem Prinzip der Freiwilligkeit. Durch forcierte Auf-

Eingegangen: 8. Mai 1995
Akzeptiert: 13. Dezember 1995

Wir danken der Firma Merck für die freundliche Unterstützung

Prof. Dr. R. Hampel (✉) · T. Kühlberg
E.-G. Pichmann
Abteilung für Endokrinologie und Stoffwechselkrankheiten
Klinik für Innere Medizin
Universität Rostock
Ernst-Heydemann-Straße 6
18055 Rostock
H. Zöllner · A. Kramer
Institut für Hygiene und Umweltmedizin
Universität Greifswald
Hainstraße 26
17487 Greifswald
D. Klinke
Institut für Klinische Chemie
Universität Greifswald
Fleischmannstraße
17487 Greifswald
K. Klein
Forschungsstelle für Gesundheitserziehung
Universität Köln
Gronewaldstraße 2
50931 Köln

klärung, Öffnung des europäischen Binnenmarktes und Wegfall der Deklarierungspflicht für mit Iodsalz hergestellte Nahrungsmittel könnte sich die alimentäre Iodversorgung in den letzten zwei Jahren verbessert haben.

Wir untersuchten in 32 Regionen Deutschlands bei 5 932 seitens der Schilddrüse weder diagnostizierten noch behandelten Personen die Iodidausscheidung im Spontanurin. Der Median betrug 72,4 µg Iodid/g Kreatinin. Regionale Unterschiede gab es nicht. 9 % hatten eine ausreichende Iodversorgung (über 150 µg/d), 17 % lagen zwischen 100–150 µg, 55 % zwischen 50–100, 17 % zwischen 25–50, 2 % unter 25 µ.

Die Ergebnisse belegen, daß der alimentäre Iodmangel auf der Basis der Freiwilligkeit nicht zu beheben ist.

Summary Germany finds itself among the most iodine deficient countries of Europe. Voluntary use of iodized salt constitutes the only goiter prophylaxis. In the last few years, measures such as the opening up of European internal markets, abolition of the requirement pertaining to the alimentary iodine consumption.

Random samples of urine collected from 5 932 persons without thyroid ailment, distributed over 32 regions of Germany, were measured for iodine excretion. The median value of iodine excretion was 72.4 µg I/g creatinine. Children under 10 years (76.9) and persons over 70 years (80.7) showed a slightly higher iodine elimination than those between 11–70 years (71.9). No differences between the former East Germany and West Germany as well as North, South and middle regions of unified Germany were observed. 55 % of the study population presented with iodine values between 50 and 100 µg, 19 % with lower than 50 µg. Only 9 % showed sufficient iodine state.

The results expose the inadequacy of the voluntary measures to tackle the problem of alimentary iodine deficiency.

Schlüsselwörter Iodmangel – Iodidurie – Iodversorgung Strumaprophylaxe

Key words Iodine deficiency – urinary iodide excretion – goiter prevention

Einleitung

Der alimentäre Iodmangel als Ursache für die hohe Strumaprävalenz in Deutschland ist seit 1975 belegt (9) und bis heute nicht beseitigt (2, 5, 7, 8, 10, 14–18). Die Forderung nach einer generellen Iodidprophylaxe (Speisesalz, Lebensmittelherstellung, Tierfutter) konnte aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen bislang nicht durchgesetzt werden, weil eine solche Maßnahme einer „Zwangsmedikation“ gleich käme. Die Folgen des Iodmangels verursachen jährliche Kosten von mehr als 2 Milliarden Mark (19). Die Verwendung von jodiertem Speisesalz sowie von jodiertem Tierfutter basiert in Deutschland auf dem Prinzip der Freiwilligkeit.

In den letzten Jahren zeichneten sich Möglichkeiten zur Verbesserung der Iodversorgung ab. Seit 1989 darf jodiertes Speisesalz in Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung und in der Lebensmittelindustrie verwendet werden. Seit 1993 entfiel die Deklarierungspflicht (3). Permanente Aufklärungsarbeit bewegte eine ansteigende Zahl von Lebensmittelherstellern zum Einsatz von Iodsalz (6). Seit 1992 erleichtert der europäische Binnenmarkt Lebensmitteln aus gut iodversorgten Ländern den Weg nach Deutschland.

Wir untersuchten, ob sich durch die genannten Umstände die Iodversorgung der deutschen Bevölkerung gebessert hat.

Methodik

Im Rahmen einer prospektiven Erhebung zur Strumaprophylaxe (11) asservierten wir Spontanurinproben zur Iodbestimmung in 32 Regionen Deutschlands. Das Standortraster war entsprechend der Bevölkerungsdichte über die Bundesrepublik verteilt (Abb. 1). Im Zeitraum zwischen Frühjahr 1993 und Anfang 1994 wurde von 2 Ärzten mit Hilfe einer mobilen Funktionseinheit an jedem Standort auf Basis der Freiwilligkeit die pro Altersgruppe und Geschlecht annähernd gleiche Probandenzahl in Kindergärten, Schulen, Berufsbildungsstätten, ortsansässigen Betrieben, Seniorenheimen und an je einem Öfflichkeitstag für jedermann sowie für Mutter und Kind untersucht. Um den bekannten Tagesschwankungen der Iodidausscheidung Rechnung zu tragen, erfolgten die Urinentnahmen in der Tageszeit zwischen dem späten Vormittag und dem späten Nachmittag. Eine engere Zeitspanne ist für epidemiologische Untersuchungen so großer Fallzahlen unter den Bedingungen von Beobachtungs- und Strukturgleichheit nicht möglich. Der frisch gewonnene Urin wurde sofort tiefgefroren und bis zur Analyse bei -20°C gelagert.

Die Messung des Iodids erfolgte chemisch auf Basis der Sandell-Kolthoff-Reaktion mittels einer modifizierten Cer-Arsenitmethode nach Wawschinek (4, 20), des Kreatinins nach Jaffé (Systempackung Boehringer-Mann-

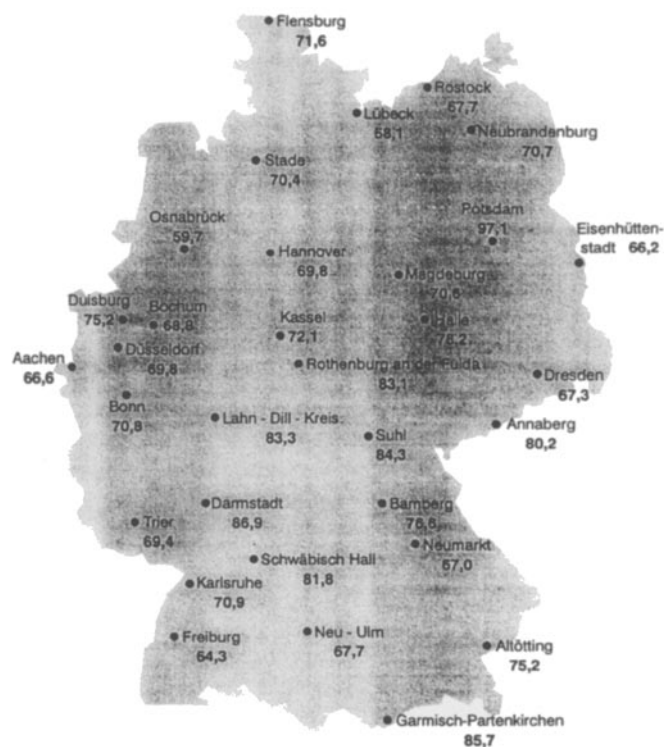


Abb. 1 Iodidausscheidung in 32 Regionen Deutschlands (n = 5 866). Angaben in µg/g Kreatinin.

heim/Hitachi 717). Die Analytik wurde mittels Qualitätskontrolle überwacht (Präzision, Richtigkeit).

Die Iodidkonzentration im Urin ist in µg/g Kreatinin angegeben. Gleichzeitig aquirierten wir mittels eines detaillierten Fragebogens Informationen zur Schilddrüsenanamnese, zur Ernährung unter besonderer Berücksichtigung des Iodgehalts, zur Verwendung von jodiertem Speisesalz, zur Medikamenteneinnahme und zu einer möglichen Iodkontamination.

Ergebnisse

Der Untersuchung unterzogen sich knapp 7 000 Personen im Alter zwischen 1 und 89 Jahren. 5 932 schilddrüsen-gesunde Probanden konnten ausgewertet werden (Durchschnittsalter \bar{Q} 41 ± 17 Jahre, n = 3 692; \bar{O} 39 ± 18 Jahre, n = 2 240). Der Stichprobenumfang pro Standort lag zwischen 133 und 266. Während die Altersgruppe 1 bis 10 Jahre (n = 408), 10 bis 20 Jahre (n = 496) und älter als 70 Jahre (n = 181) relativ schwach besetzt waren, konnten in den Gruppen 20 bis 70 Jahre (10-Jahres-Raster) eine jeweilige Stärke von 900 bis 1 131 erreicht werden. Die ermittelten Uriniodidkonzentrationen zeigt Tabelle 1. Der Median betrug $72,4 \mu\text{g/g}$ Kreatinin, die gemessenen Maximalwerte lagen bei 2 452, 1 316 und $1 103 \mu\text{g}$. Die Angaben über eine Iodidkontamination waren nicht ausreichend verlässlich. Um die maximale

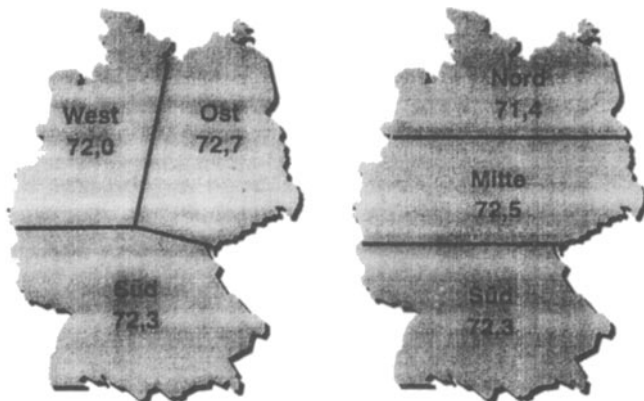
Tabelle 1 Iodidausscheidung ($\mu\text{g/g}$ Kreatinin) gemittelt aus 32 Regionen Deutschlands (nach Ausschuß von Personen mit Iodkontamination)

Alter (Jahre)	n	\bar{x}	Median	Frauen	Männer	Minimum	Maximum
< 10	401	87,1	76,9	75,6	78,4	37,2	290,5
11–20	496	79,1	70,0	61,6	84,8	11,7	263,7
> 70	4 792	80,2	71,9	72,7	70,5	23,1	296,1
> 70	177	90,7	80,7	79,0	87,6	8,3	276,8
gesamt	5 866		72,4				

Iodidausscheidung unter alltäglichen Bedingungen ohne Iodkontamination zu erfassen, untersuchten wir in Rostock bei je 10 gesunden Männern und Frauen im Alter zwischen 18 und 60 Jahren an 10 aufeinanderfolgenden Tagen die Uriniodausscheidung. Alle nahmen seit mehr als einem Jahr ihre Mittagsmahlzeiten in derselben Kantine ein, die iodiertes Speisesalz verwendet ($32 \text{ mg KJ} \cdot \text{O}_3 = 20 \text{ mg Iodid/kg Kochsalz}$). Ihre Iodidausscheidung betrug im Median $85,5 \mu\text{g/g}$ Kreatinin ($29,3\text{--}232,3$). Iodidwerte von größer als $300 \mu\text{g/g}$ Kreatinin sind mit hoher Wahrscheinlichkeit Folge einer nicht nahrungsbedingten Iodaufnahme (Iodkontamination).

Nach Elimination der Iodidwerte von $> 300 \mu\text{g/g}$ Kreatinin (66 Fälle) ergaben sich für die 32 Meßorte Deutschlands die in Abbildung 1 aufgeführten Daten. Signifikante Unterschiede zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht bestanden nicht.

83 % der Untersuchten gaben an, im Haushalt ausschließlich Iodsalz zu verwenden (88 % der Frauen, 77 % der Männer). Unterschiede in der Iodidausscheidung zwischen Iodsalzbenutzern und Nichtbenutzern waren statistisch zwar different, aber unbedeutend ($72,1 \mu\text{g}$ versus $65,5 \mu\text{g}$). Weniger als 10 % achteten beim Einkauf auf mit Iodsalz hergestellte Lebensmittel. Der Verzehr von wenigstens einmal wöchentlich einer Portion Meeresfisch lag bei 37 % der Befragten. Die Iodidausscheidung in Abhängigkeit vom Genuß von Seefisch, Milch und Iodsalz einzeln oder in Kombination zeigt Tabelle 2.

**Abb. 2** Mediane Iodidausscheidung ($\mu\text{g Iodid/g}$ Kreatinin) in definierten Regionen Deutschlands.

2 % der Probanden betrieben eine Iodsupplementierung in Tablettenform. Ihre Iodidausscheidung betrug im Median $91,6 \mu\text{g/g}$ Kreatinin.

Differenzen zwischen der Iodidausscheidung der Regionen Nord ($71,4 \mu\text{g/g}$ Kreatinin), Mitte ($72,5$) und Süd ($72,3$) sowie den vergleichbaren Territorien der ehemaligen Bundesrepublik ($72,0$) und der vormaligen DDR ($72,7$) gab es nicht (Abb. 2).

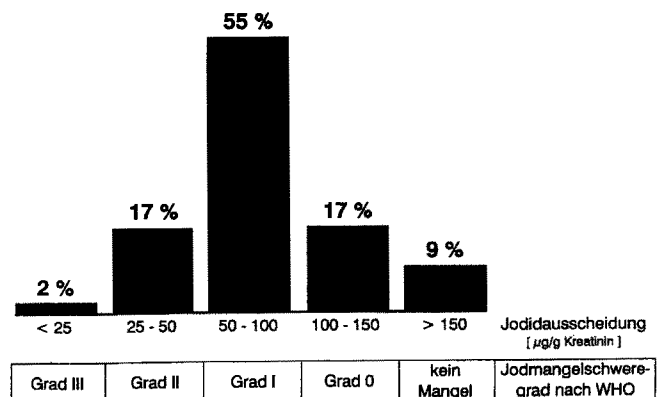
Abbildung 3 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Iodidurie in Deutschland.

Tabelle 2 Iodidausscheidung ($\mu\text{g/g}$ Kreatinin) in Abhängigkeit vom Ernährungsregime (Stichprobe 11–70jährige, $n = 5 288$)

	ja	nein	p
Jodsalz	72,1 (n = 4 389)	65,5 (n = 899)	0,01
> 1 x wöchentlich Seefisch	74,9 (n = 1 935)	69,6 (n = 3 353)	0,05
> 1 l Milch täglich	77,9 (n = 113)	70,5 (n = 5 175)	(0,03)
Jodsalz + > 1 l Milch/d			
+ > 1 x wöchentlich Seefisch	83,3 (n = 20)	61,9 (n = 239)	0,01

Diskussion

Obwohl die Angaben über die enterale Aufnahme des Nahrungsioids uneinheitlich sind (70–95 %), gilt die renale Iodidausscheidung für epidemiologische Aussagen als ausreichend zuverlässiges Maß für die tägliche alimentäre Iodversorgung. Im Median der von uns ausgewerteten rund 6 000 Probanden aus 32 Regionen Deutschlands betrug sie $72,4 \mu\text{g/g}$ Kreatinin (nach Ausschuß von Personen mit Iodkontamination). Das Minimum lag bei $58,1 \mu\text{g}$ (Raum Lübeck), das Maximum bei $97,1 \mu\text{g}$ (Potsdam). Keine Region Deutschlands erreichte die von der WHO geforderte Mindestversorgung von $150\text{--}300 \mu\text{g}$.

**Abb. 3** Relative Häufigkeit der Iodidausscheidung in Deutschland, $n = 5 932$ ($\mu\text{g/g}$ Kreatinin).

Iodid pro Tag. Unterschiede in der Iodidausscheidung zwischen den Regionen Nord, Mitte, Süd sowie Ost und West gab es nicht. Die maximal in der ehemaligen DDR erreichten Werte betrugen 76,0 µg Iodid/g Kreatinin (15). Es handelte sich um das arithmetische Mittel. Der Median läge vermutlich niedriger. Bei unseren Probanden betrug das arithmetische Mittel 81 µg, der Median 72,4. Es ist zu konstatieren, daß die freiwillige Strumaprophylaxe und die Auswirkungen des europäischen Binnenmarktes in Gesamtdeutschland gegenwärtig ebensoviel Effekt zeigt, wie die gesetzliche Strumaprophylaxe in der ehemaligen DDR zwischen 1987 und 1989. Sie erreicht im Median allerdings nicht einmal 50 % der unteren WHO-Norm. Vergleicht man die publizierten Zahlen der Iodversorgung in Deutschland von 1975 (9) bis in die Gegenwart (1, 2, 5–9, 10, 12–16, 18), so ist ein stetiger Anstieg zu verzeichnen. 2 % der Studienteilnehmer wiesen einen Iodmangel 3. Grades auf. Nur 9 % waren ausreichend versorgt. Der größte Teil lag im Bereich zwischen 50–100 µg (Grad I).

Die bessere Iodversorgung der Kinder unter 10 Jahren (\bar{x} = 76,9 µg) gegenüber den Erwachsenen (\bar{x} = 71,9 µg) könnte mit einem höheren Milchkonsum erklärt werden. Bei der Berechnung des Iodid-Kreatinin-Quotienten wurde die altersbezogene Kreatininausscheidung berücksichtigt. 83 % der Studienteilnehmer gaben die Verwendung

von Iodsalz im Haushalt an. Im Median lag die Iodidurie der Iodsalzbenutzer um 7 µg höher als bei jenen, die kein Iodsalz angaben. Zusalzen mit iodiertem Speisesalz im Haushalt reicht für die Strumaprophylaxe nicht aus. Der Hinweis auf die Verwendung iodierten Speisesalzes ist kein präzises Maß für die auf diesem Wege tatsächliche zusätzliche Iodidaufnahme. Der Genuß von wenigstens einmal wöchentlich Seefisch besserte die Iodversorgung im Median um 5 µg, das Trinken von wenigstens 1 l Milch täglich um 7 µg. Personen, die täglich mehr als 1 l Milch plus wöchentlich wenigstens 1 mal Seefisch konsumieren und gleichzeitig auch Iodsalz verwenden, schieden im Median 83,3 µg Iodid/g Kreatinin gegenüber 61,9 von denjenigen aus, die weder Iodsalz noch ausreichend Milch, noch Seefisch zu sich nehmen.

Die Ergebnisse belegen, daß der bekannte alimentäre Iodmangel nicht auf der Basis der Freiwilligkeit zu beseitigen ist. Eine generelle gesetzlich geregelte Kropfprophylaxe (Iodierung des Speisesalzes, Verwendung von Iodsalz zur Lebensmittelherstellung, Iodierung von Mineralstoffgemischen in der Tierernährung) ist zu fordern. Bis zum Erreichen einer suffizienten alimentären Iodversorgung in Deutschland sollte auf die Möglichkeit der Iodsupplementierung in Tablettenform für Risikogruppen (Pubertät, Schwangerschaft, Stillperiode) zurückgegriffen werden.

Literatur

- Anke M, Wenk G, Heinrich H, Groppe B, Bauch K (1989) Die Wirkung iodierter Mineralstoffmischungen für Rind und Schwein auf die Iodversorgung und die Strumaprophylaxe. *Z Ges Inn Med* 44:41–44
- Bauch K, Seitz W, Förster S, Keil U (1991) Die interdisziplinäre Iodprophylaxe der ehemaligen DDR nach der deutschen Wiedervereinigung und der Stellenwert des iodierten Paketspeisesalzes für die Verbesserung der alimentären Iodversorgung. *Z Ges Inn Med* 46:595–634
- Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 68, vom 22.12.93. Zweite Verordnung zur Änderung der Vorschriften über iodiertes Speisesalz. S 2092
- Dunn JT, Crutchfield HE, Gutekunst R, Dunn AD (1993) Two simple methods for measuring iodine in urine. *Thyroid* 3:119–123
- Ernährungsbericht 1992 (1993) Dtsch Ges f Ernährung (Hrsg), Frankfurt, S 287–302
- Esser M, Hötzel D (1994) Verwendung von iodiertem Speisesalz in den Einrichtungen der Gemeinschaftspflege und der Lebensmittelindustrie. *Ernährungsumschau* 41:301–303
- Gutekunst R, Magiera U, Teichert H-M (1993) Iodmangel in der Bundesrepublik Deutschland. *Med Klin* 88:525–528
- Gutekunst R, Smolarek H, Hasenpusch U, Stubbe P, Friedrich H, Wood W, Scriba P (1986) Goiter epidemiology: thyroid volume, iodine excretion, thyroglobuline and thyrotropin in Germany and Sweden. *Acta Endocrinol* 112:494–501
- Habermann J, Heinze H, Horn K, Kantelehn R, Marschner I, Neumann J, Scriba P (1975) Alimentärer Iodmangel in der Bundesrepublik Deutschland. *Dtsch Med Wschr* 100:1937–1945
- Hampel R, Rönsch K (1993) Trotz Verwendung von Iodsalz zur individuellen Speisenzubereitung bleibt ein Iodmangel I. Grades in Deutschland bestehen. *Inn Med* 48:401–403
- Hampel R, Kühlberg T, Klein K, Jerichow J, Pichmann E, Clausen V, Schmidt I (1995) Strumaprävalenz in Deutschland größer als bisher angenommen. *Med Klin* 90:324–329
- Hesse V, Rönnefarth G, Sander I, Groppe B, Bauch K (1988) Erste Ergebnisse des Iodierungsprogramms der ehemaligen DDR – Kropfhäufigkeit und Iodversorgung bei Kindern vor und nach Einführung der Iodprophylaxe. *Kinderärztl Praxis* 56:233–240
- Krabbe S, Kasch R, Meng W, Hampel R, Göretzlehner G (1985) Untersuchungen zur alimentären Iodversorgung in der Schwangerschaft. *Z Klin Med* 40:839–840
- Malner Ch, Hehrmann R (1991) Strumaepidemiologie im Raum Stuttgart und ihre Beziehung zur aktuellen Iodversorgung. In: Röher H, Ziegler R, Weinheimer B (Hrsg) Schilddrüse. DeGruyter Berlin New York 1992, S 214–226
- Meng W, Schindler A, Bednar J, Krabbe S, Tuschy U, Ermisch U (1994) Die alimentäre Iodversorgung der Bevölkerung in den neuen Bundesländern nach dem Erliegen der allgemeinen Strumaprophylaxe. *Akt Ernährungsmed* 19:18–24
- Meng W, Ventz M, Weber S, Müller-Bühl U, Baufeld W, Bednar J (1978) Zur Frage der Iodausscheidung im Urin in der ehemaligen DDR. *Dt Gesundheitswesen* 33:2146–2147
- Pfannenstiel P. (1995) Iod und Ernährung. *Der Nuklearmediziner* 18:257–265
- Rafferzeder, Greil W, Bechter G, Gärtner R (1994) Insufficient iodine supplementation by voluntary use of iodinated salt. *Exp Clin Endocrinol* 102 (Supp 1):133
- Schilddrüsenreport (1992) E. MERCK, Darmstadt. GesConsult mbH, Frankfurt/Main
- Wawschinek O, Eber O, Petek W, Wawkonig P, Gürakar A (1985) Bestimmung der Harniodausscheidung mittels einer modifizierten Cer-Arsenit-Methode. *Berichte der ÖGKC* 8:13–15