

Originalarbeiten

Untersuchungen zur Frage der Nickelfreisetzung aus Edelstahlkochtöpfen

H. Vrochte*, M. Schätzke, E. Dringenberg, U. Wölwer-Rieck und H. Büning-Pfaue**

* Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Abt. Haushaltstechnik

** Professur für Lebensmittelchemie der Universität Bonn

Zusammenfassung: Für drei Lebensmittel (Rhabarber, Spinat und Sauerkraut) wurde die mögliche Nickelfreisetzung aus Edelstahlkochtöpfen (mittels AAS) untersucht, die durch eine mögliche korrosive Wirkung der anteiligen (Oxal-, Milch- und Essig-)Säure (sowie Kochsalz) bei haushaltsüblicher Zubereitung verursacht werden kann.

In dieser Untersuchung wurden Kochtöpfe verschiedener Hersteller, in unterschiedlicher Ausführung und in repräsentativer Auswahl und Anzahl berücksichtigt. Dabei wurden die Detailuntersuchungen so weit ausgedehnt, daß eindeutige statistische Bewertungen möglich wurden. Die notwendige methodische Absicherung erfolgte nach den für (Schwermetall-)Spurenuntersuchungen üblichen Kriterien.

Für die drei untersuchten Lebensmittel konnte übereinstimmend festgestellt werden, daß keine Nickelfreisetzung aus den Kochtöpfen in das darin zubereitete Kochgut feststellbar ist. Es konnten auch keine Unterschiede der verschiedenen Edelstahlkochtöpfe hinsichtlich der Oberflächenqualität oder Herkunft (Hersteller) ermittelt werden.

Sämtliche nachgewiesenen Spurenkonzentrationen liegen im Streubereich natürlicher Nickelgehalte der geprüften Lebensmittel und sogar um Zehnerpotenzen niedriger als vergleichbare Nickelgehalte anderer Lebensmittel.

Daraus folgt, daß die bisherige Auffassung zur möglichen Nickelfreisetzung bei Edelstahltöpfen revidiert werden sollte, weil entsprechende Annahmen nach den vorgelegten Untersuchungsbefunden nicht bestätigt und als nicht zutreffend angesehen werden müssen.

Summary: For three items of foods (rhubarb, spinach, sauerkraut) the possible release of nickel (by means of AAS) was analysed, a release which may be caused by a possible corrosive effect of the concerned (oxalic-, milk-, vinegar-) acids (as well as common salt) within a normal domestic food-preparation.

For this analysis stainless steel cooking pots of different manufacturers, various types and in a representative selection and quantity were taken into consideration; the detailed analyses were extended so far that clear statistical evaluations were possible. This method complies regulations for accuracy to determine traces of heavy metal.

For all three analysed food-stuffs an identical result was reached that no nickel release from the stainless steel cooking pots into the food was found. Differences of

the various stainless steel cooking pots with regard to their surfaces' quality or their origin (manufacturers) were not yielded, either.

All detected concentrations of nickel are within the reach of the natural nickel content of the analysed food-stuffs and their amount is even much lower than other food's content of nickel.

This leads up to the conclusion that the former view of a possible nickel release of stainless steel cooking pots has to be revised because these assumptions were not confirmed in the presented results of this analysis and therefore have to be regarded as not correct.

Schlüsselwörter: Nickelfreisetzung, Edelstahlkochtöpfe, säurehaltige Lebensmittel, Nickelallergie

Key words: nickel release, stainless steel cooking pots, acid foods, nickel allergy

Einleitung

Als Ursache für eine unerwünschte Nickelkontamination in Lebensmitteln wird vielfach eine Freisetzung von Nickel aus Edelstahlkochtöpfen angesehen, in denen diese Lebensmittel zubereitet worden sind (u. a. 2, 3, 4, 7, 13). Diese erhöhte Nickelkonzentration wird vielfach als Ursache einer offensichtlich zunehmenden Nickelallergie genannt (10, 13).

Obwohl entsprechende experimentelle Untersuchungen mit Kochtöpfen vor allem nur mit Lebensmittelsimulanzien ausgeführt wurden (u. a. 2, 3, 4, 13) und daher der angenommene Sachverhalt nicht gesichert erscheint, gibt u. a. die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) einen deutlichen Warnhinweis (5):

„Bei gegebener Indikation soll Edelstahlgeschirr durch Emailgeschirr ersetzt werden, da das Kochen in diesen Töpfen (Edelstahlkochtöpfen), vor allem von sauren Früchten und Gemüse, die Nickelmenge in der Nahrung anheben kann . . .“

In der vorgelegten Untersuchung sollte festgestellt werden, ob bzw. wieviel Nickel auf entsprechende Lebensmittel übergeht, die nach praxisüblicher Gewohnheit in Edelstahlkochtöpfen zubereitet worden sind.

Dabei sollte eine repräsentative Auswahl der derzeit im Handel und Haushalt üblichen Edelstahlkochtöpfe für diese Prüfung berücksichtigt werden. Für diese Prüfung sollten Lebensmittel eingesetzt werden, die natürlicherweise oder auf Grund ihrer spezifischen Zubereitung einen relativ hohen Säuregehalt und/oder Kochsalzzusatz besitzen und daher im Vergleich zu anderen Lebensmitteln erwarten lassen, daß sie eine entsprechende Korrosion verursachen können.

Die jeweilige Zubereitung sollte haushaltsüblich erfolgen; dabei sollte u. a. der ungünstigste Fall einer oberen Belastungsgrenze hinsichtlich der Kontaktzeit und -temperatur zwischen Lebensmittel und nickelhaltigem Edelstahl berücksichtigt werden, um möglichst eindeutige Aussagen zu erreichen.

Material und Methoden

1 Edelstahlkochtöpfe

Als Untersuchungsmaterial dienten handelsübliche, neue, gründlich vorgespülte Edelstahlkochtöpfe („Edelstahl Rostfrei“) verschiedener Hersteller. Von jeder Topfart wurden drei Exemplare geprüft (Tab. 1).

Tab. 1. Geprüfte Edelstahlkochtöpfe.

Firma	Bezeichnung	Oberflächenbehandlung des Topfinnenraumes
Firma A	Kochtopf 1	geschliffen
	Kochtopf 2	satiniert
	Kochtopf 3	poliert
Firma B	Kochtopf 4	–
Firma C	Kochtopf 5	–
Firma D	Kochtopf 6	–

Die geprüften Kochtöpfe sind aus „hochlegiertem Edelstahl“ hergestellt; das heißt, diese Stahlsorte enthält neben 18 % Chrom ca. 10 % Nickel (22) und ist der „austenitischen Gruppe“ zuzuordnen, die „besonders hohe Korrosionsbeständigkeit“ besitzt (16).

2 Lebensmittel

Für diese Untersuchung wurden die säurereichen Lebensmittel Spinat, Rhabarber und Sauerkraut berücksichtigt, das einen Zusatz von ca. 0,9 % Kochsalz erhalten hat.

Um Konzentrationsschwankungen des natürlichen Nickelgehaltes in den geprüften Lebensmitteln auszugleichen, wurde bei tiefgefrorenem Spinat und Sauerkraut von zwei verschiedenen (Marken-)Herstellern jeweils eine homogene Probe (25 bis 45 kg) hergestellt; in vergleichbarer Weise wurde frischer Rhabarber von zwei verschiedenen Bezugsquellen in dieser Untersuchung geprüft.

Zunächst wurde der Anfangsnickelgehalt dieser Lebensmittel (vor der weiteren Zubereitung) bestimmt (Nullproben). Danach wurden die Lebensmittel in Portionen aufgeteilt, deren Menge jeweils die Edelstahlköpfe angemessen ausfüllte, und Spinat tiefgefroren bis zur Untersuchung gelagert.

Spinatzubereitung (6, 14, 18)

- Spinatbeutel (mit gefrorenem Inhalt) ca. 1 min unter warmes Wasser halten
 - Inhalt des Beutels 15 min im geschlossenen Topf bei Stufe 2 auftauen
 - 15 min dünsten
 - insgesamt 10mal umrühren (Kunststoffkochlöffel)
- Verweildauer im Topf: 30 min

Sauerkrautzubereitung (6, 14, 18)

- 750 g Sauerkraut in einen Topf geben
 - 10 min ankochen
 - auf Stufe 1 50 min fortkochen
 - insgesamt 10mal umrühren
- Verweildauer im Topf: 60 min

Nach Abkühlung erfolgt eine Zerkleinerung des Gemüses mit Hilfe einer Küchenmaschine.

Rhabarberzubereitung (6, 14, 18)

- 500 g frischen, geschnittenen Rhabarber und ½ l Wasser in einen Topf geben
 - 15 min stehenlassen, dabei 5mal umrühren
 - 10 min im geschlossenen Topf garen, 5 min fertigbaren; dabei 5mal umrühren
- Verweildauer im Topf: 30 min

Auf einen Zuckerzusatz wurde verzichtet, weil damit der pH-Wert nicht beeinflusst, sondern nur der aufzuschließende organische Anteil unnötig erhöht würde.

3 Proben- und Meßplan

Von jeder Kochtopfqualität wurden drei Exemplare geprüft; in jedem Kochtopf wurden die drei Lebensmittel jeweils dreimal zubereitet. Dabei ergaben sich 9 Einzelportionen pro Lebensmittel. Diese Portionen wurden zu einer Untersuchungsprobe vereint. Da 6 Topfsorten geprüft wurden, lagen schließlich 36 Untersuchungsproben vor. Zusätzlich wurden 6 Nullproben gemessen. Sämtliche zubereiteten Lebensmittelproben wurden mindestens 2mal, die „Null-Proben“ mindestens 5mal gemessen; bei allen auffälligen Abweichungen wurden die Messungen noch einmal wiederholt.

4 Bestimmung des Nickelgehaltes mittels AAS

Geräte/Chemikalien:

Autoklav-3, Perkin-Elmer
Perkin-Elmer AAS 400,
HGA 400 und
Auto Sampling System AS-1

Wasser, bidestilliert

Prüflösungen:

5 µg, 10 µg und 25 µg Nickel/l
Blindwert (BW): 0,2%ige HNO₃-Lösung

Mineralisierung der Proben:

Säure-Druck-Aufschluß (150 °C/1 h) mit 0,5 g Probe (genau eingewogen), 5,0 ml Wasser und 5,0 ml HNO₃ (65 %); die aufgeschlossene Probe wird mit 0,2%iger HNO₃ in einen 25-ml-Plastik-Meßkolben überführt und bis zur Marke aufgefüllt.

Parameter der AAS-Messung:

Meß-Wellenlänge: 231,7 nm (mittleres Maximum);
Ni-Hohlkathodenlampe Perkin-Elmer;
Stromstärke: 25 mA; Untergrundkompensation;
beschichtetes Graphitrohr mit Plattform (Perkin-Elmer);
Prüfvolumen: 20 µl; Schutzgas: Stickstoff;
Additionsmethode; 2mal Messung jeder Prüflösung

Das Meßprogramm (Trocknen, Veraschen, Atomisieren, Reinigen) ist in Tabelle 2 zusammengefaßt:

Tab. 2. AAS-Meßprogramm für den Nickelnachweis in den (aufgeschlossenen) Prüflösungen.

Step	1	2	3	4	5	6	7
Temperatur [°C]	12	400	900	1400	2500	2650	20
Ramp [s]	10	15	25	18	0	1	1
Hold [s]	25	10	10	18	3	4	9

Bei Step 5: Stop Flow

Methodenabsicherung:

Wiederfindung: 102–108 %

Nachweisgrenze: 0,08 mg Nickel/kg Lebensmittel

Bestimmungsgrenze: 0,14 mg Nickel/kg Lebensmittel

5 Absicherung der erhaltenen Meßergebnisse

Die erhaltenen Meßdaten wurden mit Hilfe des Shapiro-Wilks-Tests auf Ausreißer geprüft, die gegebenenfalls vor der weiteren Auswertung eliminiert wurden (11). Erst danach erfolgte die Berechnung der Reihenmittelwerte und deren Standardabweichungen.

Die weitere statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse (12). Eine Voraussetzung für ihre Durchführung ist die Varianzhomogenität (12), die mit Hilfe des Bartlett-Tests geprüft wurde (9). Nur bei den Sauerkrautproben der Firma 3 war eine Wurzeltransformation erforderlich, um die Varianzhomogenität herzustellen (24).

Tab. 3. Nickelgehalte der Spinatproben.

	Nickelgehalt in mg/kg Lebensmittel		Wiederholung
	Spinat der Firma 1	Spinat der Firma 2	
„Nullproben“ (Mittelwert)	0,14 (n = 8)	0,09 (n = 7)	
Kochtopf 1	n. n.	0,75 ^A	n. n.
	n. n.	2,45 ^A	n. n.
Kochtopf 2	n. n.	0,25	n. n.
	n. n.	0,30	n. n.
Kochtopf 3	0,31	1,00 ^A	n. n.
	n. n.	0,15	
Kochtopf 4	n. n.	0,19	0,14
	n. n.	0,81 ^A	
Kochtopf 5	n. n.	0,13	
	0,15	0,12	
Kochtopf 6	0,16	0,20	
	0,27	0,24	
Standardabweichung der „Nullproben“	± 0,16	± 0,11	
Gehalt der Proben im Mittel	0,09	0,13	
Standardabweichung der Proben	± 0,11	± 0,10	
„Nullproben“:	Nicht in Edelstahlkochtopf zubereitet		
A:	Ausreißer nach Shapiro-Wilks		
n. n.:	Gehalte unter der Nachweisgrenze		
n.:	Anzahl der untersuchten „Nullproben“		

Ergebnisse

Die Tabellen 3, 4 und 5 fassen sämtliche Detail-Meßergebnisse der drei untersuchten Lebensmittel nach ihrer Zubereitung in den verschiedenen Kochtöpfen zusammen.

Zusätzlich enthalten die Tabellen die notwendigen statistischen Angaben, mit denen die unvermeidbaren Streubereiche charakterisiert sind.

Diese Daten geben zwar die reale Nickelkonzentration in der Probe an, können jedoch bei strenger formaler Auswertung vielfach nur eingeschränkt gelten, da sie unter dem angegebenen Wert der (relativ hohen) Bestimmungsgrenze liegen.

Dennoch wird die Zulässigkeit für die erhaltenen Werte in diesen Fällen angenommen, weil mit zusätzlichen und unabhängigen Wiederholungsuntersuchungen (pro Wert > 2) Ergebnisse aus einem vergleichbaren Größenbereich ermittelt werden konnten.

In der varianzanalytischen Prüfung der erhaltenen Analysendaten läßt sich kein Unterschied bei den festgestellten Nickelgehalten sowohl innerhalb der Meßserien für bestimmte Edelstahlkochtopf-Qualitäten als auch

Tab. 4. Nickelgehalte der Sauerkrautproben.

	Nickelgehalt in mg/kg Lebensmittel		
	Sauerkraut der Firma 3		Sauerkraut der Firma 4
„Nullproben“ (Mittelwert)	0,07 (n = 9)	Wieder- holung	0,07 (n = 7)
Kochtopf 1	0,12 0,65 ^A	0,22	n. n. 0,24
Kochtopf 2	0,58 ^A 0,31	n. n. 0,19	n. n. 0,10
Kochtopf 3	n. n. 0,36		n. n. 0,09
Kochtopf 4	0,09 0,15	0,13	n. n. n. n.
Kochtopf 5	0,52 0,12	n. n. n. n.	0,09 0,12
Kochtopf 6	0,43 0,27	0,09 0,11	0,17 n. n.
Standardabweichung der „Nullproben“	± 0,06		± 0,07
Gehalt der Proben im Mittel	0,18		0,07
Standardabweichung der Proben	± 0,14		± 0,07
„Nullproben“:	Nicht in Edelstahlkochtopf zubereitet		
A:	Ausreißer nach Shapiro-Wilks		
n. n.:	Gehalte unter der Nachweisgrenze		
n.:	Anzahl der untersuchten „Nullproben“		

Tab. 5. Nickelgehalte der Rhabarberproben.

	Nickelgehalt in mg/kg Lebensmittel	
	Rhabarber Herkunft 1	Rhabarber Herkunft 2
„Nullproben“ (Mittelwert)	0,06 (n = 6)	0,06 (n = 7)
Kochtopf 1	0,23 0,14	n. n. n. n.
Kochtopf 2	0,21 n. n.	n. n. n. n.
Kochtopf 3	0,11 0,19	0,09 n. n.
Kochtopf 4	0,19 0,09	0,12 n. n.
Kochtopf 5	0,10 n. n.	n. n. 0,13
Kochtopf 6	0,69 ^A 0,26 n. n. n. n.	n. n. n. n.
Standardabweichung der „Nullproben“	± 0,06	± 0,05
Gehalt der Proben im Mittel	0,12	0,05
Standardabweichung der Proben	± 0,09	± 0,04
„Nullproben“:	Nicht in Edelstahlkochtopf zubereitet	
A:	Ausreißer nach Shapiro-Wilks	
n. n.:	Gehalte unter der Nachweisgrenze	
n:	Anzahl der untersuchten „Nullproben“	

im Vergleich untereinander feststellen. Ebenso ist kein Unterschied im Nickelgehalt der zubereiteten Lebensmittel von ihren „Nullproben“ nachweisbar.

Aus diesen Befunden ergibt sich die Folgerung, daß eine mögliche Freisetzung von Nickel aus den geprüften Edelstahlkochtöpfen in die

Tab. 6. Natürliche Nickelgehalte in Spinat, Rhabarber und Kohl (8).

Lebensmittel	Nickelgehalte in mg/kg Lebensmittel		
	Bereich	Probenzahl	Durchschnitt
Spinat	0,02–2,99	15	0,52
Rhabarber	0,01–0,22	10	0,13
Kohl	0,01–0,63	31	0,17

darin zubereiteten Lebensmittel nicht stattfindet und daher auch nicht nachgewiesen werden kann.

Inwieweit und in welcher Weise die geprüften Lebensmittel als komplex zusammengesetzte Substrate eine mögliche Korrosion trotz der anteiligen Säure- und Kochsalzgehalte verhindern und damit offenbar eine bleibende Passivität der Edelstahloberflächen gewährleisten, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Diskussion der Ergebnisse

Vergleich mit bisherigen Untersuchungen

Mit den soweit erhaltenen Ergebnissen können die Befunde von Brun nicht bestätigt werden, der festgestellt hatte, daß beim einstündigen Kochen von Spinat mindestens 0,15 mg Nickel/kg Lebensmittel aus einem Edelstahlkochtopf in das Gemüse übergehen (2).

Diese Abweichung kann nicht mit den unterschiedlichen Kochzeiten erklärt werden (Brun: 60 min anstelle von 30 min): So wurde in der vorliegenden Untersuchung bei den geprüften Sauerkrautproben nach einstündiger Kochzeit keine Probe mit einem erhöhten Nickelgehalt (im Vergleich zu den „Nullproben“) festgestellt.

Auch wenn Brun bei der Zubereitung von Tomaten, Zitronen und Aprikosen (einstündiges Kochen in Edelstahlkochtöpfen) wieder einen Anstieg des Nickelgehaltes (bis zu 1,5 mg Nickel/kg mehr als nach entsprechender Zubereitung in Emailkochtöpfen) nachgewiesen hat, müssen diese Ergebnisse als nicht gesichert angesehen werden:

So hat Brun darauf verzichtet, die Streubereiche seiner Methode und der von ihm geprüften Lebensmittel anzugeben und seine Messungen in einer ausreichenden Anzahl so weit auszuführen, daß eine statistische Auswertung möglich war (2).

Demgegenüber haben Stoewsand et al. in Übereinstimmung mit unseren Befunden für die zubereiteten Sauerkrautproben keine erhöhten Nickelgehalte festgestellt (21).

Ungeachtet der o. a. Ausführungen erscheinen die Angaben von Brun wesentlich, weil aus seinen zusätzlichen Versuchen mit „Lebensmittelsimulanzien“ ein Vergleich der aktuellen Säurekonzentration im geprüften Kochgut möglich ist (2):

Nach den Angaben der o. a. Untersuchung ist Oxalsäure als die aggressivste Säure anzusehen, weil mit einer 0,1-M-Lösung schon nach einer Stunde Kochzeit bis zu 9,5 mg Nickel/Liter aus Edelstahlkochtöpfen freigesetzt wurden. Bei einer 0,01-M-(Oxal-)Säurelösung wurden 3,2 mg Nickel/l in der Prüflösung festgestellt (2).

Auch Körner verwendete in ihren Untersuchungen Oxalsäurelösungen (0,5 %) als Prüfsubstrat (ca. 0,05 M). Nach einstündigem Kochen in Edelstahltöpfen konnte die Autorin Nickelgehalte von 3,15–3,45 mg/l in ihrer Prüflösung nachweisen (13).

Da die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Lebensmittel (Rhabarber, Spinat) 442–460 mg Oxalsäure/100 g enthalten (20), sind theoretisch Nickelgehalte zwischen 3,2 und 9,5 mg/kg als Folge der möglichen Nickelfreisetzung zu erwarten, sofern Bruns Ergebnisse als direkt übertragbar angenommen werden.

Derartig hohe Nickelwerte wurden jedoch in keiner unserer geprüften Proben ermittelt: Der höchste Durchschnittsgehalt der oxalsäurehaltigen Proben lag bei 0,13 mg Nickel/kg.

Damit ist noch einmal bestätigt worden, daß die experimentell erhaltenen Ergebnisse zur möglichen Nickelfreisetzung, die von Lebensmittel-simulanzen erhalten wurden, nicht für entsprechende Bewertungen herangezogen werden dürfen.

Bewertung der erhaltenen Daten

Die erhaltenen Nickelgehalte für die drei in Edelstahlkochtöpfen zubereiteten Lebensmittel überschreiten in keinem Fall die von Flyvholm genannten oberen Grenzen des natürlichen Nickelgehaltes von nicht zubereiteten Lebensmitteln; Tab. 6 (8):

Vergleicht man die ermittelten Nickelkonzentrationen der in den Edelstahltöpfen zubereiteten Lebensmittel mit den Literaturangaben für andere Lebensmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft, wird zusätzlich erkennbar, daß die in unseren Untersuchungsserien ermittelten Daten meist innerhalb des Streubereiches der natürlichen Nickelgehalte dieser Lebensmittel liegen.

Dabei besitzen Lebensmittel pflanzlicher Herkunft meist einen höheren Nickelgehalt als Lebensmittel tierischer Herkunft (8).

Führt man diesen Vergleich weiter und berücksichtigt dabei die aktuellen Ni-Konzentrationen in Kakaoerzeugnissen und Nüssen, wird deutlich, daß deren natürliche Nickelkonzentrationen um Zehnerpotenzen über den Nickelgehalten der in Edelstahlkochtöpfen zubereiteten Lebensmittel liegen (8).

Schließlich kann Leitungswasser unter bestimmten Bedingungen bis zu 2 mg/l in den ersten 250 ml enthalten, wenn der Wasserhahn längere Zeit geschlossen war (1).

Insgesamt kann aus diesen Hinweisen geschlossen werden, daß die täglich aufgenommene Nickelmenge je nach Nahrungszusammensetzung als sehr unterschiedlich angenommen werden muß. Tatsächlich wurde schon festgestellt, daß diese Aufnahmemengen zwischen 3 und 10 µg Nickel/d und 700–900 µg Nickel/d liegen können (10, 17).

Notwendige Folgerungen zur Bewertung von Edelstahlkochtöpfen im Zusammenhang einer möglichen Nickelallergie

Nach den vorgestellten experimentellen Ergebnissen und ihrem Vergleich mit den Daten natürlicher Nickelgehalte in verschiedenen Lebensmitteln kann ausgeschlossen werden, daß eine Nickelallergie durch die Verwendung von Edelstahlkochtöpfen zur Lebensmitteldzubereitung ausgelöst wird.

Empfehlungen für bestimmte Kochtöpfe, die vergleichsweise keinen oder nur einen minimalen Nickelübergang gewährleisten sollen (z. B. emaillierte Kochtöpfe), und Warnungen vor handelsüblichen Edelstahlkochtöpfen entbehren offensichtlich einer experimentell abgesicherten Grundlage und erscheinen daher zumindest irreführend.

Unterstützt wird diese Aussage dadurch, daß in der vorliegenden Untersuchung der gesamte Nickelanteil aller Bindungsformen in den Lebens-

mitteln erfaßt wurde, während zum Beispiel der orale Provokationstest Nickel nur in Form von Nickelsulfat verwendet (10):

Dieses lösliche Nickelsalz ist viel besser physiologisch verfügbar als der in den Lebensmitteln natürlich vorhandene, unterschiedlich gebundene Nickelanteil.

Literatur

1. Andersen KE et al (1983) Nickel in tap water. *Contact Dermatitis* 9:140–143
2. Brun R (1979) Nickel in food. The role of stainless-steel utensils. *Contact Dermatitis* 5:43–45
3. Christensen OB, Möller H (1978) Release of nickel from cooking utensils. *Contact dermatitis* 4:343–346
4. Crolet JL et al (1975) EG-Regelung für die mit Nahrungsmitteln in Berührung kommenden Werkstoffe: Nichtrostende Stähle. *Deutsche Lebensmittel-rundschau* 11:385–393
5. Deutsche Gesellschaft für Ernährung eV (DGE) (Hrsg) Ernährungsbericht 1988, Frankfurt aM 1988
6. Dr. Oetker Schul-Kochbuch. Bielefeld (1981) Ceres-Verlag RA Oetker KG
7. Ellen G, van den Bosch-Tibbesma G, Douma FF (1978) Nickel content of various Dutch foodstuffs. *Z Lebensm Unters-Forsch* 166:145–147
8. Flyvholm M, Nielsen G, Andersen A (1984) Nickel content of food and estimation of dietary intake. *Z Lebensm Unters Forsch* 179:427–431
9. Gottschalk G, Kaiser RE (1976) Einführung in die Varianzanalyse und Ringversuche. Bibliographisches Institut, Mannheim
10. Häberle M (1987) Übersicht – Neue Konzepte: Zur Problematik diätetischer Empfehlungen bei Lebensmittelunverträglichkeiten – lebensmittelchemische und klinisch-praktische Aspekte bei peroraler Nickelsensibilisierung. *Zbl Haut* 153:1–9
11. Kaiser RE, Mühlbauer JA (1983) Elementare Tests zur Beurteilung von Meßdaten: Soforthilfe für statistische Tests mit wenigen Meßdaten. Bibliographisches Institut, Mannheim Wien Zürich
12. Köhler W, Schachtel G, Voleske P (1984) Biometrie: Einführung in die Statistik für Biologen und Agrarwissenschaftler. Springer-Verlag, Berlin u a
13. Körner U (1988) Die Nickelallergie – eine Kontaktallergie mit peroraler Auslösbarkeit. Dipl.-Arbeit an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rhein-F-W-Universität, Bonn
14. Meyer-Haagen E (1984) Das elektrische Kochen. BEWAG und HEA, Hg 43. Aufl. Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft d Elektrizitätswerke mbH, Frankfurt
15. Ruick G (1988) Untersuchungen zum Nickelgehalt von Lebensmitteln. *Die Nahrung* 32.9:807–814
16. Schikorr G, Miethke H (1970) Bedarfsgegenstände aus Metall. In: Anke L et al (Hrsg) *Handbuch der Lebensmittelchemie*, Bd 9: Bedarfsgegenstände, Verpackung, Reinigungs- und Desinfektionsmittel. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
17. Schlettwein-Gsell D, Mommsen-Straub S (1971) Spurenelemente in Lebensmitteln: 5. Nickel. *Intern Z Vit-ErnForschung* 41:429–437
18. Schwarzer H, Wolter A (1981) Das Große Kochbuch. Deutscher Bücherbund, Gräfe und Unzer, Stuttgart Hamburg München
19. Smart GA, Sherlock JC (1987) Nickel in foods and the diet. *Food Additives and Contaminants* 4.1:61–71
20. Souci SW, Fachmann W, Kraut H (1989) Die Zusammensetzung der Lebensmittel: Nährwerttabellen 1989/90. . . . 4. Aufl. Wiss Verlagsgesellschaft, Stuttgart

21. Stoewsand GS et al (1980) Chrom und Nickel in sauren Lebensmitteln nach Kontakt mit rostfreiem Stahl bei der Verarbeitung. Z Lebensmittel Untersuch 4:291
22. Tabellenbuch Metall (1978) Verlag Europa-Lehrmittel, Wuppertal
23. Vrochte H (1991) Untersuchung zum Übergang von Nickel auf Lebensmitteln aus Edelstahlkochtöpfen bei haushaltsüblicher Zubereitung. Dipl-Arbeit an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rhein-F-W-Universität, Bonn
24. Weber E (1967) Grundriß der biologischen Statistik: Anwendungen der mathematischen Statistik in Naturwissenschaft und Technik. 6. neu bearb Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

Eingegangen 4. April 1991
akzeptiert 22. Mai 1991

Für die Verfasser:

Prof. Dr. H. Büning-Pfaue, Endenicher Allee 11–13, 5300 Bonn 1