

Einfluß des Geschirrmaterials auf Qualität und Spurenelementgehalt verschiedener Füllgüter

Versuchsbericht aus dem Sachgebiet Ernährung der Bundesforschungsanstalt für
Hauswirtschaft, Stuttgart-Hohenheim

Vor ca. 8 Jahren untersuchte die Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft das Verhalten verschiedener Kochtopfmateriale in Bezug auf die Abgabe an Aluminium, Eisen, Zink, Mangan, Nickel und Kupfer beim Kochen und Aufbewahren saurer sowie neutraler Füllgüter. Die Ergebnisse zeigten, daß entweder keine oder nur sehr geringe Mengen von den Kochgeschirren aus rostfreiem Stahl, emailliertem Stahl, Email und Jenaer Glas abgegeben wurden. Eine Ausnahme bildete das Aluminium. Hier konnte bei Verwendung des normalen Aluminiumgeschirrs, wie auch durch die Literaturangaben bestätigt wird (1, 2, 3, 4, 5), eine unterschiedliche Abgabe je nach Versuchsgut und Versuchsbedingung beobachtet werden. So wird nur durch saure Füllgüter wie z. B. Rhabarber eine etwas größere Menge an Aluminium herausgelöst. Auffallend ist der geringe Einfluß von Sauerkraut, das im allgemeinen als sehr aggressives Füllgut angesehen wird.

Der Gehalt der gekochten Lebensmittel an Aluminium zeigt im Vergleich mit dem Gehalt in rohen Nahrungsmitteln, daß die absoluten Mengen weitgehend in demselben Größenbereich liegen (Tabelle 1 und 2). Wenn auch bei Verwendung des Aluminiumgeschirrs ein auffallend hoher Aluminiumgehalt in gekochtem Rhabarber und Aprikosen festgestellt wird, so liegt dieser weit unterhalb der als noch harmlos angegebenen Menge von 1 g/Tag (6), besonders bei Berücksichtigung der tatsächlich verzehrten Mengen.

Rückfragen bei der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in München bezüglich neuerer Daten ergaben, daß es nicht beabsichtigt ist, in den überarbeiteten Nährwerttabellen den Aluminiumgehalt der Nahrungsmittel einzuführen. Offenbar ist das Aluminium ernährungsphysiologisch nicht so sehr von Interesse.

Trotz dieser an sich beruhigenden Tatsache wurde in den letzten Jahren aber immer wieder die Frage gestellt, ob nicht durch die dauernde Verwendung von Aluminiumkochtöpfen gesundheitliche Schäden zu befürchten sind.

In der Zwischenzeit arbeitete die Aluminiumindustrie an der Weiterentwicklung korrosionsfester Legierungen und unternahm vor allem auch Versuche, die sog. Brunnenwasserschwärzung zu verhindern. Ein schon lange bekanntes Verfahren ist das Eloxal-Verfahren, das auch für die Herstellung der Kochgeschirre angewandt wird. Hier wird ein zusätzlicher Oberflächenschutz durch die anodische Oxydation erreicht. Eine zweite Möglichkeit ist das Böhmitieren von Aluminium, bei dem das Metall mit kochendem destilliertem Wasser oder

mit Heißdampf behandelt wird, u. U. nach vorhergehender Beizung. Diese Schutzschicht löst sich bei der üblichen Reinigung nicht ab, wohl aber bei der Behandlung mit Scheuermitteln.

Inwieweit sich nun bei den böhmitierten bzw. den eloxierten Kochgeschirren die Abgabe von Aluminium an das Kochgut verringert, ist aus der Literatur nicht bekannt. Es war daher eine der Aufgaben der vorliegenden Arbeit, diese Aluminiumgeschirre in ihrem Verhalten gegenüber verschiedenen Füllgütern zu untersuchen und — wie in der früheren Versuchsreihe — als Vergleich die Töpfe aus rostfreiem Stahl 18/8, emailliertem Stahl und Jenaer Glas heranzuziehen.

Ein zweiter Teil der Arbeit beschäftigte sich mit dem Verhalten von Milch in verschiedenen Schüsselmaterialien, da auf Grund einiger Erfahrungen im Haushalt die in Aluminiumschüsseln aufbewahrte Milch schneller säuern soll als in den entsprechenden Schüsseln aus rostfreiem Stahl, Jenaer Glas, Email oder Kunststoff. Auch hier wurde wie in dem o. a. Versuch neben Schüsseln aus unbehandeltem Reinaluminium zusätzlich das Verhalten von Schüsseln aus eloxiertem Aluminium, rostfreiem Stahl, Porzellan und Kunststoff beobachtet. Böhmitierte Schüsseln standen für diese Untersuchung nicht zur Verfügung.

Als dritte Aufgabe war vorgesehen, den Einfluß des Schüsselmaterials beim Schlagen von Eischnee festzustellen. Bekanntlich geht bei Verwendung von Aluminiumschüsseln durch Abrieb mit einem Schneebesen oder durch Rühren mit harten Gegenständen ein Teil des Aluminiums in das Versuchsgut über und verursacht eine mehr oder weniger starke Graufärbung. Hierauf beruhen wohl z. Tl. auch die Aussagen verschiedener Hausfrauen, daß sich Speisen beim Zubereiten in Aluminiumgeschirr verfärben und einen bitteren Geschmack annehmen. Auf Grund einer Literaturangabe sollen bereits ganz geringe Mengen von Aluminium genügen, um diese Qualitätsveränderung hervorzurufen (7). Vorversuche ergaben nur beim Schlagen oder Rühren mit einem Schneebesen eine Qualitätsminderung. Sobald zum Umrühren ein Holzlöffel verwendet wurde, konnte weder bei den sauren noch bei den neutral reagierenden Speisen eine Beeinträchtigung des Geschmacks und des Aussehens beobachtet werden.

Um die Ergebnisse der Laboratoriumsversuche durch die Erfahrungen der Praxis — gerade im Hinblick auf die Qualitätsveränderung — zu erhärten, wurden einige hauswirtschaftliche Lehrkräfte befragt, die in den Frauenfachschulen den Koch- und Ernährungslehreunterricht geben. Eine Zusammenfassung dieser Stellungnahmen wird im Anschluß an die Diskussion der Laboratoriumsversuche gebracht.

Versuchsdurchführung

1. Einfluß des Kochtopfmateri als auf den Gehalt an den Spurenelementen Aluminium, Eisen und Zink vor und nach dem Kochen sowie nach der Aufbewahrung verschiedener Füllgüter.

Gemeinsam mit dem Fachverband der Leichtmetallwarenindustrie und der Aluminiumzentrale wurden für den Versuch folgende Geschirre ausgewählt:

1. Aluminium unbehandelt
2. Aluminium böhmisiert
3. Aluminium eloxiert
4. rostfreier Stahl 18/8
5. emaillierter Hartstahl
6. Jenaer Glas

Die einzelnen Geschirre stellten die betreffenden Firmen aus der laufenden Produktion zur Verfügung. Der Inhalt der Töpfe betrug ca. 4 Liter und der Durchmesser der Bodenfläche ca. 18 cm. Ebenfalls nach Absprache mit dem Fachverband wurde als Versuchsgut

1. Rhabarber mit Zucker
2. Sauerkraut
3. 0,5%ige Kochsalzlösung
4. 3%ige Kochsalzlösung

ausgewählt, um die Beeinflussung des Kochtopfmateri als sowohl durch saure als auch durch neutrale Füllgüter feststellen zu können. Die Versuche mit Sauerkraut und der 3%igen Kochsalzlösung dienten lediglich zur Bestätigung der früheren Ergebnisse, so daß es ausreichend erschien, für diese Untersuchung nur die unbehandelten Aluminiumtöpfe und die Geschirre aus Jenaer Glas heranzuziehen.

Die Vorversuche mit Rhabarber und Sauerkraut hatten gezeigt, daß das Versuchsgut möglichst homogen sein sollte, um einen gleichmäßigen Kontakt mit der Topfwand und eine möglichst einheitliche Probenahme für die Analyse zu gewährleisten. Für die Durchführung der Versuche wurden deshalb folgende Methoden festgelegt:

1.1 Rhabarber

Aufarbeitung:

Insgesamt wurden ca. 60 kg gereinigter, geputzter und klein geschnittener Rhabarber in drei Portionen mit insgesamt 5,25 kg Zucker im Schnellkutter der Firma Stephan 12 Minuten lang bei höchster Stellung ohne einen Zusatz von Wasser püriert. In Anteilen von je 1900 g wurde die Masse in Polyäthylenbeutel gefüllt, bei -18°C eingefroren und bei derselben Temperatur bis zur Weiterverarbeitung gelagert.

Kochvorgang

Der gefrorene Rhabarber wird in einer Kunststoffschüssel bis zu einer Temperatur von 20°C aufgetaut. Nach 5 Minuten langem Rühren mit einem Spezialrührer aus Kunststoff

werden zwei mal je 10 g des Breies in eine Platinschale für die Analyse des Ausgangsproduktes eingewogen. Genau 1600 g werden in dem entsprechenden Kochtopf ca. zwei Minuten lang bei höchster Stellung des geeichten Gasbrenners bis zum ersten Aufwallen erhitzt, und dann unter fortwährendem Rühren mit einem Holzlöffel bis auf eine Temperatur von 80°C gebracht. Bei dieser Temperatur „kocht“ der Brei bereits so lebhaft, daß die Gasflamme auf „klein“ gestellt werden kann. Anschließend wird der Rhabarber im geschlossenen Topf genau 10 Minuten lang erhitzt und jeweils im Abstand von zwei Minuten einmal umgerührt. Nach Beendigung des Kochvorganges wird die Masse in eine Kunststoffschüssel gefüllt, in Eiswasser auf 20°C abgekühlt und nach Erreichen der Temperatur gewogen. Zur Probenahme wird der gekochte Brei wiederum 5 Minuten lang gerührt und zweimal je 10 g in eine Platinschale eingewogen. Für den Stehversuch wird der Rhabarberbrei in den gereinigten Kochtopf zurückgefüllt und drei Tage lang bei 20°C aufbewahrt. Nach dieser Zeit wird wiederum nach dem Rühren zweimal je 10 g in eine Platinschale eingewogen. Jeder Versuch wird zwei- bis dreimal in zwei bzw. drei gleichen Töpfen wiederholt.

Analyse

Die in den Platinschalen eingewogenen Proben werden mit 2 ml 8%iger Oxalsäure gut durchgemischt, 15 bis 20 Stunden bei 105°C im Trockenschrank getrocknet und eine Stunde lang bei 450°C im Muffelofen verascht. In der Asche wird der Gehalt an Aluminium, Eisen und Zink mit Hilfe der Spektralanalyse bestimmt. Diese Untersuchungen wie die Analysen der anderen Versuchsreihen führte das Chemische Untersuchungsamt der Stadt Stuttgart durch.

1.2 Sauerkraut

Aufarbeitung:

1000 g Sauerkraut werden portionsweise im Mixer (jeweils 200 g unter Zugabe von ca. 100 ml Flüssigkeit, die zu Beginn dest. Wasser, zum Schluß abgetropfter Sauerkrautsaft war), ca. 0,5 bis 1 Minute lang zerkleinert.

Kochvorgang

Nach weiterer Zugabe von 500 ml Wasser wird der Sauerkrautbrei 5 Minuten lang mit dem Spezialrührer gerührt und während des Rührvorganges zweimal je 10 g in eine Platinschale für die Analyse des Rohproduktes eingewogen. Genau 1750 g der Rohmasse werden in den entsprechenden Topf gefüllt und zunächst bei größter Stellung des geeichten Gasbrenners bis auf ca. 70°C erhitzt. Danach wird die Gasflamme auf „klein“ gestellt und der Brei insgesamt eine Stunde lang gekocht. Jeweils im Abstand von 10 Minuten wird mit einem Holzlöffel umgerührt. Die weitere Aufarbeitung sowie der Stehversuch erfolgt wie bei dem Versuch mit Rhabarber. Jeder Versuch wird zweimal in zwei gleichen Töpfen wiederholt.

Analyse

Die Aufarbeitung der Proben sowie die Bestimmung des Gehaltes an Aluminium, Eisen und Zink erfolgt nach derselben Vorschrift wie für Rhabarber.

1.3 0,5 und 3% Kochsalzlösung

Die Lösungen werden mit doppelt-dest. Wasser in der entsprechenden Konzentration hergestellt. Je 2000 g werden in die einzelnen Töpfe gefüllt und bei größter Stellung des geeichten Gasbrenners bis zum Kochen erhitzt. Nach „Kleinstellen“ der Gasflamme wird die Lösung für den ersten Versuch 1 Stunde lang und für den zweiten Versuch nochmals 2 Stunden lang (insgesamt also 3 Stunden Kochzeit) gekocht. Nach Abkühlen auf 20°C werden die Lösungen gewogen, da der Wasserverlust bei der Auswertung mitberücksichtigt werden muß. Nach 5 Minuten langem Rühren der ersten bzw. der zweiten Kochprobe werden 100 ml für die Analyse entnommen und in eine Kunststoffflasche gefüllt. Der Stehversuch wird wie bei den unter 1.1 angegebenen Versuchen durchgeführt. Jeder Versuch wird einmal in zwei gleichen Töpfen durchgeführt.

2. Einfluß des Schüsselmaterials auf die Säuerung von Vollmilch

Auch die Schüsseln wurden gemeinsam mit dem Fachverband für Leichtmetallwaren ausgewählt. Zusätzlich wurden in die Versuchsreihe noch Kunststoffschüsseln einbezogen, da amerikanische Versuche eine größere Haftfestigkeit von Bakterien an Kunststoffoberflächen — auch nach gründlicher Reinigung — im Vergleich zu rostfreiem Stahl ergaben (8). Es konnte daher vermutet werden, da bei Verwendung dieses Materials eine schnellere Säuerung der Milch eintrat. Folgende Schüsselmaterialien wurden ausgewählt:

1. Aluminium unbehandelt
2. Aluminium eloxiert
3. rostfreier Stahl 18/8
4. Email
5. Porzellan
6. Kunststoff — Niederdruckpolyäthylen

Für den Versuch werden je zwei Liter Vollmilch in die Schüsseln gefüllt, mit Aluminiumfolie bedeckt und drei Tage lang bei 20° C stehen gelassen. Jeweils nach 24 Stunden wird die Milch fünf Minuten lang mit dem Spezialrührer gerührt und ca. 200 ml für die Analyse entnommen. Der Versuch wurde insgesamt dreimal durchgeführt.

Subjektive Beurteilung des Geschmackwertes

Fünf bis sechs eingearbeitete Mitarbeiter des Institutes beurteilten den Geschmack der Milch und gaben nach folgendem Schema die Bewertungsnoten ab:

- 5 = frisch
- 4 = nicht ganz frisch
- 3 = leicht sauer
- 2 = sauer
- 1 = stark sauer

Durch Mittelwertbildung der Einzelnoten ergibt sich dann die Endbeurteilung.

Bestimmung des pH-Wertes

Mit Hilfe des pH-Meter der Firma Methrom wird der pH-Wert festgestellt.

Bestimmung der Soxhlet-Henkel-Zahl (SH)

Für die Ermittlung des Säuregrades wird die milchwirtschaftliche Einheitsmethode Nr. 6 angewandt (9).

50 ml der zu untersuchenden Probe werden mit 2 ml Phenolphthaleinlösung versetzt und unter dauerndem Umschwenken mit n/4 Natronlauge (zuletzt tropfenweise) auf den Farbton des Standards titriert. Die Dauer der Titration soll eine halbe Minute möglichst nicht überschreiten. Zur Berechnung der SH werden die Anzahl der verbrauchten Milliliter n/4 Natronlauge mit zwei multipliziert. Der Farbstandard wird durch Zusatz von 1 ml der Kobaltsulfatlösung (5 g $\text{CoSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ p. a. auf 100 ml dest. Wasser) zu 50 ml Milch hergestellt. Der Farbstandard ist nach 3 Stunden zu erneuern.

3. Einfluß der mechanischen Behandlung verschiedener Schüsselmaterialien auf die Qualität des Füllgutes

Im Vorversuch zeigte sich beim Schlagen von Weinschaumtunke, Quark und Eiweiß, daß beim Letzteren die Grauverfärbung am deutlichsten eintrat. Deshalb wurde für den Hauptversuch nur noch Eiweiß verwendet. Für die Schüsseln kamen folgende Materialien infrage:

1. Aluminium unbehandelt
2. Aluminium eloxiert
3. rostfreier Stahl 18/8
4. Porzellan (Vergleichsschüssel)

Kunststoffschüsseln wurden nicht herangezogen, da die evtl. abgegebene Menge des Werkstoffes nur schwierig festzustellen ist. Aus früheren Versuchen ist außerdem bekannt, daß die Oberfläche der aus Niederdruckpolyäthylen hergestellten Schüsseln durch harte Gegenstände beschädigt wird und deshalb für den genannten Zweck nur bedingt geeignet sind (10).

3.1 Schlagen von Eischnee mit rostfreiem Schneebesen

Je 60 ml Eiweiß werden 7 Minuten lang unter ständigem Drehen der Schüssel zu einem steifen Schnee geschlagen. Der Versuch wird zweimal durchgeführt.

Farbmessung

Mit Hilfe des Farbmeßgerätes „Metricolor“ der Firma Tribbox, Wien, wird die Grauverfärbung festgestellt. Die ermittelten „Weiß- und Schwarzmeßwerte“ sind lediglich Relativzahlen, so daß keine Aussagen über den absoluten Grauwert möglich sind.

Bestimmung des Gehaltes an Aluminium und Eisen

Zwei Proben mit je 10 g geschlagenem Eiweiß werden in einer Platinschale bei 60° C ca. 12 Stunden lang getrocknet. Der Rückstand wird gewogen und für die Spektroanalyse auf den Gehalt an Aluminium und Eisen zu einem Pulver verrieben.

3.2 Schlagen von Eischnee mit verzinnem Eisen-Schneebesen

Die Versuchsanordnung sowie die Analyse wird in derselben Weise wie unter 3.1. beschrieben, vorgenommen.

4. Einfluß des Schüsselmaterials beim Aufbewahren von geschlagenem Eischnee

Die Versuchsanordnung sowie die Analyse wird wie bei 3.1 durchgeführt, nur mit dem Unterschied, daß erst nach 3stündiger Aufbewahrung bei 20° C die Probenahme erfolgt. Als Ausgangsmaterial für den Stehversuch wird jeweils das in der Porzellanschüssel geschlagene Eiweiß verwendet.

V Versuchsergebnisse

1. Einfluß des Kochtopfmateri als

Der Gehalt an den Spurenelementen Aluminium, Eisen und Zink vor und nach dem Kochen bzw. nach der Aufbewahrung der verschiedenen Füllgüter ist aus Tabelle 3 zu entnehmen. Die angegebenen Werte stellen arithmetische Mittel der Ergebnisse aus den zwei bzw. dreimal durchgeführten Koch- und Stehversuchen jeweils bei Verwendung von zwei bzw. drei Kochgeschirren

gleicher Ausführung dar, wobei Extremwerte nicht berücksichtigt wurden. Als bei derartigen Versuchen übliche Fehlergrenze wird ein Wert von $\pm 10\%$ zugelassen.

Zum Verständnis der Werte ist bei den Kochungen mit Rhabarber auf die Schwierigkeiten der Homogenisierung hinzuweisen. Wie schon unter 1.1. beschrieben, ist wohl die gesamte Menge zerkleinert und mit Zucker gemischt worden. Dennoch war es bei der Abfüllung in die Beutel nicht immer möglich, dasselbe Verhältnis an festen zu flüssigen Anteilen einzuhalten. Dieses kann der Grund für die in Tabelle 3, 5 und 6 unter Aluminium angegebenen unterschiedlichen Ausgangswerte sein.

Bei Verwendung der Kochtöpfe aus emailliertem Stahl und Jenaer Glas verändert sich weder der Eisen- noch der Zinkgehalt in den verschiedenen Füllgütern während des Kochens bzw. der Aufbewahrung. Eine Ausnahme bildet der Versuch mit dem Kochgeschirr aus rostfreiem Stahl, bei dem aber nur beim Kochen von Rhabarber eine geringe Zunahme des Eisengehaltes um 1,3 mg/kg eintrat.

Anders liegen dagegen die Ergebnisse bei Verwendung der Aluminiumgeschirre. Zwar wird auch hier keine Veränderung des Eisen- und Zinkgehaltes, aber eine je nach Versuchsbedingung unterschiedliche Menge an Aluminium gefunden. Die größte Zunahme ergibt sich beim Kochen von Rhabarber in dem unbehandelten Kochtopf (Anstieg des Gehaltes von 6,9 mg auf 39,0 mg/kg nach dem Kochen). Dieses Ergebnis stimmt gut mit demjenigen von *Beal* überein, der ebenfalls eine Zunahme von 1 auf 42 mg/kg nach nur 5 Minuten langem Kochen fand (4). Etwas geringer ist die Abgabe an Aluminium bei Verwendung von böhmisierten bzw. eloxiertem Aluminiumgeschirr. Hier beträgt der Gehalt nach dem Kochen 29,0 bzw. 33,0 mg/kg. Die Umrechnung auf die abgegebene Menge an Aluminium je cm^2 bedeckter Topffläche ist in Tabelle 4 angegeben. Die größere Abgabe aus dem unbehandelten Aluminiumgeschirr, besonders nach der dreitägigen Aufbewahrung, ist deutlich zu erkennen. Die Abgabe nach dem Kochen beträgt 0,054 bis 0,081 mg Al/ cm^2 , wobei auch hier der höhere Wert beim unbehandelten Aluminiumtopf gefunden wird.

Beim Kochen der 0,5%igen Kochsalzlösung im unbehandelten und böhmisierten Kochtopf ist die abgegebene Menge wesentlich niedriger und der Gehalt steigt nach dem Kochen nur auf 3 mg/kg an bei einem Ausgangswert von ca. 0,2 mg/kg. Auch die 3%ige Kochsalzlösung verursacht dieselbe Abgabe an Aluminium. Dieses steht in einem gewissen Widerspruch zu den Versuchen von *Deschreider*, der bei einer 0,5 bis 1,5%igen Kochsalzlösung ein Angriffsmaximum und deshalb bei höheren Konzentrationen eine geringere Abgabe an Aluminium fand (1). Im eloxierten Kochtopf wird keine Zunahme des Aluminiumgehaltes festgestellt.

Beim 1 stündigen Kochen von Sauerkraut kann die Zunahme an Aluminium ebenfalls als gering bezeichnet werden, da hier nur ein Gehalt von ca. 6 mg/kg gefunden wird. *Deschreider* gibt einen Wert von ebenfalls 5 mg/kg nach 3stündigem Kochen (1), *Beal* einen Wert von 16 mg/kg nach $\frac{3}{4}$ stündigem Kochen (14), so daß auch hier eine relativ gute Übereinstimmung der Versuchsergebnisse mit den Literaturangaben vorliegt.

Bei der Aufbewahrung des Versuchsmaterials in den Aluminiumgeschirren wird beim Rhabarber eine Zunahme an Aluminium nur bei dem unbehandelten sowie böhmisierten Kochgeschirr auf 60 bzw. 41 mg/kg beobachtet, während bei Verwendung des eloxierten Topfes der Gehalt sich nicht ändert. Anders ist das Verhalten von Sauerkraut, das aus dem unbehandelten Aluminiumtopf nicht mehr Aluminium herauslöst als aus den anderen Töpfen. Auch die 0,5 bzw. 3%ige Kochsalzlösung übt unter denselben Bedingungen nur einen geringen Einfluß aus, da der Gehalt nur 4 bis 5 mg/kg (unbehandeltes Aluminium-Geschirr) beträgt bzw. von 0,5 auf 1,7 kg (eloxiertes Aluminium-Geschirr) ansteigt. Die Ursache für die starke Zunahme der Aluminiummenge bei der Aufbewahrung der 0,5%igen Kochsalzlösung in dem böhmisierten Topf ist nicht klar ersichtlich, wenn auch rein äußerlich eine stärkere Korrosion — schwarze Punkte und Strichbildung — beobachtet wurde.

Tabelle 5 enthält die Ergebnisse über die Menge an Aluminium, die bei Verwendung von zwei bzw. drei Kochgeschirren gleichen Materials abgegeben werden. Die Unterschiede können recht beträchtlich sein, wie es besonders beim Kochen und Aufbewahren von Rhabarber in den unbehandelten und eloxierten Aluminiumkochtöpfen der Fall ist. Die Ursache liegt evtl. in der unterschiedlichen Oberflächenausführung. Auch bei nochmaliger Verwendung des gleichen Topfes mit demselben Versuchsmaterial sind die Werte unterschiedlich (Tabelle 6). Nur bei einigen Töpfen wird die Abgabe von Aluminium an das Versuchsgut verringert. Zur Bestätigung wären aber noch weitere Reihenversuche erforderlich.

Werden diese Aluminiumgehalte mit den durch die Nahrung üblicherweise aufgenommenen Mengen betrachtet, so ändert sich das Bild etwas (Tabelle 3). Lediglich beim Rhabarber ist der Gehalt so hoch, daß bei großen Verzehrsmengen die obere Grenze der Angabe erreicht wird. Meistens werden jedoch weit geringere Mengen verzehrt, außerdem ist Rhabarber nur innerhalb einer kurzen Zeitspanne im Speiseplan enthalten. Bei Sauerkraut ist die abgegebene Menge schon so gering, daß auf keinen Fall die obere Grenze erreicht wird. Dasselbe gilt auch für die Kochsalzlösung. Dieses ist insofern ein positives Ergebnis, als salzhaltige Füllgüter (Suppen, Saucen, Gemüse u. a.) häufiger im Speiseplan vorkommen.

2. Einfluß des Schüsselmaterials auf die Säuerung von Milch

Sowohl im pH -Wert, in der Soxhlet-Henkel-Zahl als auch im Geschmack können keine Unterschiede gefunden werden, die darauf hinweisen, daß Milch in Aluminiumschüsseln bzw. Kunststoffschüsseln auch bei längerer Aufbewahrung schneller säuert (Tabelle 7). Die Wiederholungsversuche zeigen in jedem Fall dasselbe Ergebnis. Auch eine Beeinträchtigung des Geschmacks — wie früher manchmal behauptet wurde: bitter, metallisch oder fremdartig — war nicht festzustellen. Die von den einzelnen Testpersonen gefundenen geringfügigen Unterschiede konnten nicht reproduziert werden.

3. Einfluß der mechanischen Behandlung

Bekanntlich wird durch die mechanische Behandlung mit härteren Gegenständen beim Aluminium, das zu den Weichmetallen gehört, ein leichter Abrieb der Oberfläche festgestellt. Dieser Vorgang ist schon durch die Graufärbung des Produktes zu erkennen. Wie hoch der Anteil an „abgeriebenem“ Aluminium und Eisen beim Schlagen von Eischnee mit den beiden Schneebeesen in den verschiedenen Schüsseln ist, zeigt Tabelle 8. Obwohl von praktischer Seite her eingewandt werden könnte, daß keine gute Hausfrau ihren Eischnee in einer Aluminiumschüssel schlägt, mußten zur Abrundung des Bildes diese Versuche unternommen werden. Die Versuchsdaten sind auf Grund der ungleichmäßigen Beanspruchung durch das Schlagen mit Hand besonders bei Verwendung der unbehandelten Aluminiumschüsseln sehr groß. Trotzdem ist der Abrieb in diesen Schüsseln wesentlich höher. Der Aluminiumgehalt beträgt beim Schlagen mit dem rostfreien Schneebeesen im Mittel 390 mg/kg gegenüber 29 mg/kg in der eloxierten Aluminiumschüssel, gegenüber 12 mg/kg in der rostfreien Stahl- bzw. Porzellanschüssel. Beim Schlagen mit dem verzinnnten Schneebeesen verringert sich der Gehalt an Aluminium auf 240 mg/kg bzw. 20 mg/kg in der eloxierten Schüssel. Der Grund für den geringeren Abrieb kann in der anderen Oberflächenhärte des Schneebeesen-Materials zu finden sein. Übereinstimmend mit diesen Ergebnissen wird auch eine mehr oder weniger große Zunahme des Farbmeßwertes in dem „schwarzen Bereich“ beobachtet. Beim Stehenlassen von Eischnee zeigt sich eine geringe Zunahme des Aluminiumgehaltes bei Verwendung der unbehandelten Aluminiumschüsseln während beim Gebrauch der eloxierten Schüsseln der Gehalt gleich bleibt. Der Eisengehalt im Eischnee ändert sich unter den angegebenen Versuchsbedingungen nicht, wenn von der sehr geringen Zunahme beim Schlagen in der rostfreien Stahlschüssel abgesehen wird.

4. Erfahrungsbericht der Lehrkräfte

Folgende Fragen wurden den Lehrkräften zur Beantwortung vorgelegt:

1. Wie verhält sich die Qualität verschiedener Lebensmittel in Aluminiumgeschirren:

- a) beim Kochen,
- b) bei der Aufbewahrung,
- c) beim Schlagen mit einem Schneebeesen,

2. Wie verändern sich Aluminiumgeschirre beim Kochen und bei der Aufbewahrung verschiedener Lebensmittel,
3. Wie ist der Gebrauchswert der Aluminiumgeschirre zu beurteilen?

Beantwortung der Frage 1 a

Beim unbehandelten Aluminiumgeschirr konnte der größte Teil der Lehrkräfte keine Qualitätsveränderung nach dem Kochen von Milch, Suppen, Gemüse, Sauerkraut, Kartoffeln, Rhabarber, Obstsaften, Marmelade feststellen. Ob die Beobachtung einiger Lehrerinnen, die bei Milch, Rhabarber, Sauerkraut, Marmelade, Sellerie und Schwarzwurzeln eine geringe Grauverfärbung und eine teilweise Geschmacksveränderung fanden, zu Recht besteht, müßte durch exakte Beobachtung und Vergleiche bestätigt werden. Von allen Befragten wurde aber betont, daß bei Verwendung des eloxierten Geschirrs keine Qualitätsveränderung eintrat.

Beantwortung der Frage 1 b

Auch hier überwiegt die Meinung, daß sich die über ca. 24 Stunden und länger aufbewahrten Speisen in unbehandeltem sowie eloxiertem Aluminiumgeschirr nicht anders verhalten als in Porzellanschüsseln: Milch wurde in derselben Zeit sauer; Sauerkraut, Kartoffelsalat und andere Gemüsesalate zeigten keine Geschmacksveränderung. Dagegen steht die Beobachtung einiger Lehrerinnen, daß Rhabarberkompott, Obstsuppen, Sauerkraut einen leicht metallischen Geschmack annehmen. Auch die Feststellung, daß sich gekochte Kartoffeln in Emailschüsseln besser aufbewahren lassen als in Aluminiumschüsseln, würde einer Überprüfung unter definierten Versuchsbedingungen bedürfen.

Beantwortung der Frage 1 c

Einheitlich wird beobachtet, daß beim Schlagen verschiedener Speisen (Süßspeisen, Weinschaumtunken, Quark, Eiweiß, Mayonnaise, Rühr- und Biskuitteig) Aluminium abgerieben und hierdurch eine deutliche Grauverfärbung verursacht wird.

Bei Verwendung des eloxierten Aluminiumgeschirrs wurde keine Qualitätsminderung, sei es im Aussehen oder im Geschmack festgestellt. Dieses Ergebnis stimmt mit den Laborversuchen sehr gut überein.

Beantwortung der Frage 2

Wenn auch diese Stellungnahmen sicherlich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit haben und die Beobachtungen zum größten Teil bereits bekannt sind, ist das Ergebnis zur Bestätigung der allgemeinen Meinung recht

interessant. Eine Grauverfärbung des unbehandelten Aluminiumgeschirrs wurde nach dem Kochen von Wasser, Kartoffeln und Salzlake beobachtet. Eine Aufhellung der Oberfläche trat ein nach dem Kochen von sauren Füllgütern, wie Obstsaften, Rhabarber, Pflaumen, Äpfel und Sauerkraut. Punktförmige Korrosion wurde durch das Kochen von Pökellake und Essig verursacht. Keine Veränderung ergab sich nach dem Kochen von Milch, Rotkohl, Rote Beete, Kohlrabi. Bei Verwendung des eloxierten Aluminiumgeschirrs wurde in keinem Fall über eine Veränderung des Materials berichtet.

Beantwortung der Frage 3

Allgemein wird die Frage nach dem Gebrauchswert positiv beantwortet. Vor allem wird die gute Handhabung, das leichte Gewicht und die gute Wärmeleitung hervorgehoben. Die Reinigung bereitet einige Schwierigkeiten, da der Zeit- und Kraftaufwand recht „groß“ ist, wenn die höchsten Anforderungen gestellt werden. Das eloxierte Geschirr ist „unbegrenzt“ haltbar, während unbehandeltes Aluminiumgeschirr nach mehrjährigem Gebrauch eine mehr oder weniger stark „aufgeraute“ Oberfläche aufweist.

Des öfteren wurde betont, daß sich Bratengerichte nicht so gut in Aluminiumgeschirren bräunen lassen, daß aber das Kochgut im Vergleich zu anderen Topfmateriale schneller den Kochpunkt erreicht.

Zusammenfassung und Schlußbetrachtung

Die untersuchten Kochgeschirre aus Aluminium (unbehandelt, böhmisiert und eloxiert), rostfreiem Stahl 18/8, emailliertem Stahl und Jenaer Glas zeigten je nach den Versuchsbedingungen ein unterschiedliches Verhalten bei der Abgabe der Spurenelemente Aluminium, Eisen und Zink. Mit Ausnahme von Aluminium waren die Materialien gegen Rhabarber und 0,5%ige Kochsalzlösung beständig, da praktisch keine Veränderung des Gehaltes an Eisen und Zink sowohl beim Kochen als auch bei der anschließenden 3tägigen Aufbewahrung bei 20° C beobachtet wurde.

Dagegen ergaben sich deutliche Unterschiede im Aluminiumgehalt bei Verwendung der unbehandelten, böhmisierten und eloxierten Aluminiumgeschirre. Rhabarber löste während des Kochens und auch während der Aufbewahrung im unbehandelten Aluminiumtopf einen größeren Anteil als Sauerkraut bzw. 0,5 und 3%ige Kochsalzlösung heraus. Geringere Mengen wurden nach dem Kochen von Rhabarber im böhmisierten und eloxierten Topf gefunden. Nach dem Stehenlassen nahm der Gehalt in dem ersten Geschirr noch etwas zu, im letzteren blieb er fast unverändert. Auffallend war die Zunahme des Aluminium-Gehaltes nach dem Stehenlassen der 0,5%igen Kochsalzlösung im böhmisierten Topf gegenüber der nur

geringen Zunahme in den beiden anderen Geschirren. Eine Nachprüfung dieses Ergebnisses wäre wünschenswert.

Eine zusätzliche Oberflächenbehandlung, wie z. B. das Eloxieren bzw. Böhmisieren scheint sich demnach hinsichtlich einer geringeren chemischen und mechanischen Beeinflussung günstig auszuwirken. Zu bedenken ist jedoch, daß diese Oberflächenbehandlung keinen auf die Dauer wirksamen Schutz bietet, besonders wenn zur Reinigung Hilfsmittel mit scharfkantigen Oberflächen (Topfreiniger) verwendet werden.

Für genaue Aussagen auch bezüglich der Haltbarkeit dieser Schutzschicht nach längerem Gebrauch genügen diese bis jetzt gewonnenen Ergebnisse jedoch nicht. In Zukunft sollen deshalb in dieser Richtung noch einige weitere Versuche in Zusammenarbeit mit dem Fachverband Leichtmetallwaren unternommen werden.

Auf die Säuerung von Milch hatte das Schüsselmaterial keinen Einfluß. Weder im Geschmack noch im pH-Wert und in der Soxhlet-Henkel-Zahl ergaben sich nennenswerte Unterschiede, die darauf hinweisen, daß das eine Material dem anderen vorzuziehen ist.

Zum Schlagen verschiedener Gerichte mit einem Schneebesen erwiesen sich auch im exakten Versuch die unbehandelten Aluminiumgeschirre als ungeeignet. Hierbei war der Abrieb so hoch, daß eine deutliche Grauverfärbung eintrat.

Die Erfahrungsberichte der Hauswirtschaftlichen Lehrerinnen bestätigten speziell für die Aluminiumgeschirre die Ergebnisse der Laborversuche und gaben eine gute Ergänzung über den Gebrauchswert in Haushalt und Großküche. Die Stellungnahme zu den Fragen nach der Veränderung der Qualität des Lebensmittels beim Kochen und Stehenlassen in Geschirren aus Aluminium sind allgemein positiv gehalten.

Literaturangaben

1. A. R. Deschreider, „Chimia“ 7, 248 (1953)
2. J. Wührer, „Korrosion und Metallschutz“ 12 (1939)
3. Serger, Nehring, Hauszeitschr. d. Verein Aluminiumwerke 7, 206 (1929)
4. Beal, Unangst, Wigman und Cox „Industry a. Engin. Chemistry“ 24, 405 (1932)
5. C. Massatsch, „Deutsche Nahrungsmittel-Rundschau“ 26 (1929)
6. K. Lang, Biochemie der Ernährung, Verlag D. Steinkopf, Darmstadt
7. „Chemische Industrie“ 9, 217 (1937)
8. G. M. Ridenour, E. H. Armbruster, „Americ. Journal of Public Health“, Vol. 43, No. 2, S. 138 (1953)
9. G. Schwarz, „Milchwissenschaft“ 11, 25 (1956)
10. „Untersuchung über Einsatzmöglichkeiten und Gebrauchswert von Kunststoffen im Haushalt“, Broschüre der Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft, Stuttgart-Hohenheim (1958)

Tabelle 1

Gehalt an Aluminium, Eisen und Zink in verschiedenen rohen Nahrungsmitteln¹

Nahrungsmittel	Aluminium mg/1000 g	Eisen mg/1000 g	Zink mg/1000 g
<i>Tierische Produkte</i>			
Rindfleisch	2—8	25—30	26—42
Hammelfleisch	4	16—30	*
Schweinefleisch	4	14—20	*
Kalbfleisch	*	20—30	26
Rindsleber	2	66—83	43—85
Kalbsleber	17	105	25
Schweineleber	18	180	*
Hühnerrei	6	15—27	8—20
Eigelb	4—6	51—122	26—40
Eiweiß	1	1—2	*
Kuhmilch	0,5—2	1—2	1—5
Hering	9	11	*
Schellfisch	3	5—7	4
<i>Pflanzliche Produkte</i>			
Weizen (ganzes Korn)	4	31—35	10
Weizenkeimling	126	81	*
Weizenmehl Typ 812	1—11	13—20	*
Roggen (ganzes Korn)	5	37—65	13
Mohrrüben	4	5—8	1—36
Bohnen	1—6	5—17	*
Erbsen	2—3	17—120	13—50
Spinat	7	30—145	3—9
Weißkohl äußere Blätter	23	5	2—15
innere Blätter	1		
Kopfsalat äußere Blätter	14	3—10	2—11
innere Blätter	5		
Radieschen	8—23	10—20	2
Zwiebeln	9—43	5	1
Tomaten	1—3	4—6	2
Kartoffeln	2—16	7—11	0,2—4
Äpfel	1—3	2—6	0,4—2
Apfelsinen	1	3—8	2
Bananen	1—5	5—6	3
Johannisbeeren	2—4	9—10	2
Erdbeeren	3—12	8—10	1
Pfirsich	5—9	6—20	0,2

¹ Literatur: Handbuch für Lebensmittelchemie 1, 1069 (1933); J. Wührer, Korrosion und Metallschutz 12, 1939; Nährwerttabelle der Deutschen Gesellschaft für Ernährung, 6. Auflage, Persönliche Mitteilung der Deutschen Forschungsanstalt f. Lebensmittelchemie, München

* gesicherte Angaben fehlen.

Tabelle 2

Aluminiumgehalt in gekochten Nahrungsmitteln

Nahrungsmittel	Garzeit Min.	Gehalt an Aluminium ¹	
		Jenaer Glas mg/1000 g	Al-Geschirr mg/1000 g
Fleisch gekocht	120	0,78	2,10
Fleisch gebraten	120	0,64	0,87
Fleischsuppe	150	0,16	0,39
Makkaroni	45	1,50	4,50
Kartoffeln	30	0,55	1,10
Sauerkraut	45	0,80	16,40
Buschbohnen	90	0,91	2,28
Spinat	15	15,20	17,80
Tomatenpüree	60	1,00	5,60
Rhabarber mit Zucker	5	0,94	41,80
Rhabarber mit Zucker	15	5,60	62,60
Rhabarber ohne Zucker	15	13,30	44,40
Apfelkompott	20	0,00	2,60
Aprikosen	40	24,60	73,30
Pflaumen	40	4,60	7,10
Orangenmarmelade	90	0,30	3,66

¹ Literaturangabe 1. und 4.

Tabelle 4

Abgegebene Aluminiummenge berechnet auf cm² Topffläche¹

Kochtopfmaterial		Abgegebenes Aluminium je cm ² Oberfläche
		mg
Aluminium unbehandelt	Kochen	0,081
	Aufbewahren	0,133
Aluminium böhmisiert	Kochen	0,054
	Aufbewahren	0,084
Aluminium eloxiert	Kochen	0,069
	Aufbewahren	0,076

¹ Versuchsgut Rhabarber, Kochzeit 10 Minuten; Aufbewahrung 3 Tage bei 20° C

Tabelle 3

Gehalt an Spurenelementen Aluminium, Eisen und Zink vor und nach dem Kochen und Stehenlassen verschiedener Produkte in unterschiedlichem Kochtopfmaterial

Versuchsgut Kochtopfmaterial	Aluminium				Eisen				Zink			
	Rha- barber mg/kg	Sauer- kraut mg/kg	0,5 % Koch- salzl. mg/kg	3 % Koch- salzl. mg/kg	Rha- barber mg/kg	Sauer- kraut mg/kg	0,5 % Koch- salzl. mg/kg	3 % Koch- salzl. mg/kg	Rha- barber mg/kg	Sauer- kraut mg/kg	0,5 % Koch- salzl. mg/kg	3 % Koch- salzl. mg/kg
Aluminium unbehandelt												
Ausgangswert	6,0	1,3	0,1	0,4	2,4	3,4	0,16	0,03	2,1	3,2	0,15	0,08
nach Kochen ¹	39,0	6,0	0,7	1,5	2,7	3,6	0,13	0,05	2,2	3,1	0,14	0,07
nach Kochen ²			2,0	1,9			0,14				0,08	0,05
nach Aufbewahrung ³	60,0	6,0	3,6	5,0	2,9	3,2	0,14	0,06	2,2	2,5	0,10	0,17
Aluminium böhmisiert												
Ausgangswert	7,0		0,3		2,5		0,16		2,2		0,10	
nach Kochen ¹	29,0		1,0		2,7		0,09		1,9		0,08	
nach Kochen ²			2,9				0,08				0,08	
nach Aufbewahrung ³	41,0		17,0		2,8		0,14		2,0		0,08	
Aluminium eloxiert												
Ausgangswert	5,0		0,2		2,3		0,10		2,3		0,07	
nach Kochen ¹	33,0		0,3		2,4		0,12		2,0		0,24	
nach Kochen ²			0,5				0,12				0,23	
nach Aufbewahrung ³	36,0		1,7		2,2		0,10		2,5		0,19	
rostfreier Stahl 18/8												
Ausgangswert	2,3		0,3		1,8		0,04		2,1		0,05	
nach Kochen ¹	3,9		0,5		3,1		0,06		1,7		0,07	
nach Kochen ²			0,5				0,06				0,07	
nach Aufbewahrung ³	2,1		0,5		3,3		0,06		2,0		0,07	
emaillierter Stahl												
Ausgangswert	2,0		0,1		2,0		0,02		1,9		0,04	
nach Kochen ¹	2,2		0,2		2,2		0,03		1,9		0,06	
nach Kochen ²			0,5				0,03				0,04	
nach Aufbewahrung ³	2,4		0,1		2,3		0,03		1,7		0,06	
Jenaer Glas												
Ausgangswert	2,6	1,3	0,1	0,5	2,1	2,8	0,02	0,05	1,8	2,0	0,08	0,21
nach Kochen ¹	2,4	1,5	0,2	0,8	2,2	3,3	0,03	0,08	1,7	3,6	0,07	0,25
nach Kochen ²			0,2	0,7			0,03	0,11			0,06	0,30
nach Aufbewahrung ³	2,2	1,2	0,2	1,0	2,2	3,2	0,02	0,10	1,8	3,7	0,10	0,18
Zum Vergleich ⁴												
Gehalt im menschlichen Körper (70 kg Gewicht)		50—150 mg				4000—5000 mg				1500—4500 mg		
Übliche Aufnahme mit der Nahrung je Tag		10—40 mg				12—20 mg				10—15 mg		
Bedarf des menschlichen Körpers je Tag		nicht bekannt, bis zu 1000 mg je Tag harmlos				12 mg				nicht genau bekannt ca. 6 mg		

¹ Kochzeit, Rhabarber 10 Min., Sauerkraut 60 Min., 0,5 % und 3 %ige Kochsalzlösung 60 Min.

² Kochzeit, 0,5 und 3%ige Kochsalzlösung 180 Min.

³ Aufbewahrung 3 Tage bei 20° C

⁴ nach K. Lang, Biochemie der Ernährung, Verlag D. Steinkopf, Darmstadt; Schriftenreihe des Bundes für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde, Heft 27, „Bedeutung der Spurenelemente in Lebensmitteln“

Tabelle 5

Aluminiumgehalt in verschiedenen Füllgütern nach dem Kochen und der Aufbewahrung in zwei bzw. drei Kochgeschirren gleichen Materials

Kochtopfmateri- al	Versuchsgut	Probenahme	Aluminium ¹		
			Topf 1 mg/kg	Topf 2 mg/kg	Topf 3 mg/kg
Aluminium unbehandelt	Rhabarber	Ausgangswert	10,2	5,8	2,9
		nach Kochen	45,0	37,0	35,0
		nach Aufbewahrung	55,0	60,0	65,0
	Sauerkraut	Ausgangswert	1,6	1,1	
		nach Kochen	8,3	3,5	
		nach Aufbewahrung	5,9	6,0	
	0,5%ige Koch- salzlösung	Ausgangswert	0,1	0,1	
		nach 1 Std. Kochen	0,9	0,4	
		nach 3 Std. Kochen nach Aufbewahrung	3,0 3,3	0,6 4,0	
3%ige Koch- salzlösung	Ausgangswert	0,4	0,4		
	nach 1 Std. Kochen	1,4	1,7		
	nach 3 Std. Kochen nach Aufbewahrung	2,3 6,6	1,5 3,2		
Aluminium böhmitiert	Rhabarber	Ausgangswert	3,7	6,0	
		nach Kochen	22,0	30,0	
		nach Aufbewahrung	40,0	44,0	
	0,5%ige Koch- salzlösung	Ausgangswert	0,3	0,3	
		nach 1 Std. Kochen	0,3	1,7	
		nach 3 Std. Kochen nach Aufbewahrung	2,9 20,0	3,0 14,0	
Aluminium eloxiert	Rhabarber	Ausgangswert	7,5	4,2	
		nach Kochen	43,0	27,0	
		nach Aufbewahrung	45,0	33,0	
	0,5%ige Koch- salzlösung	Ausgangswert	0,2	0,2	
		nach 1 Std. Kochen	0,2	0,4	
		nach 3 Std. Kochen nach Aufbewahrung	0,4 1,6	0,5 1,8	

¹ gemittelte Werte aus vier spektralanalytischen Bestimmungen

Tabelle 6

Aluminiumgehalt in Rhabarber nach dem Kochen und der Aufbewahrung bei Wiederholung im gleichen Kochgeschirr

Kochtopfmateri- al	Probenahme	Aluminium	
		Versuch 1 mg/kg	Versuch 2 mg/kg
Aluminium unbehandelt	Ausgangswert	5,0	5,8
	nach Kochen	45,0	37,0
	nach Aufbewahrung	55,0	60,0
Aluminium böhmitiert	Ausgangswert	6,0	11,0
	nach Kochen	30,0	34,0
	nach Aufbewahrung	44,0	40,0
Aluminium eloxiert	Ausgangswert	4,0	4,2
	nach Kochen	30,0	27,0
	nach Aufbewahrung	30,0	33,0

Tabelle 7

Einfluß des Schüsselmaterials auf die Säuerung von Vollmilch
(Aufbewahrung bei 20° C)

Schüsselart	pH-Wert			Soxhlet-Henkel-Wert			Geschmack ¹ nach Tagen				
	Aus- gang	nach Tagen		Aus- gang	nach Tagen		1	2	3		
Aluminium normal	6,8	6,7	4,7	4,5	6,4	6,9	31,3	36,4	4,0	1,1	1
Aluminium eloxiert	6,8	6,7	4,7	4,5	6,4	6,9	31,4	35,7	4,2	1,3	1
rostfreier Stahl 18/8	6,8	6,7	4,7	4,5	6,4	6,9	31,2	36,4	4,3	1,4	1
Email	6,8	6,7	4,7	4,4	6,4	6,9	31,2	36,3	4,2	1,3	1
Porzellan	6,8	6,7	4,7	4,5	6,4	6,7	31,0	36,3	4,0	1,6	1
Kunststoff (Niederdruckpolyäthylen)	6,8	6,7	4,7	4,5	6,4	6,9	31,3	36,2	4,1	1,4	1

¹ 5 = nicht ganz frisch
4 = leicht sauer
3 = sauer
2 = stark sauer
1 = frisch

Tabelle 8

Einfluß der mechanischen Behandlung auf den Abrieb von Aluminium und Eisen (Schlagen von Eiweiß und Aufbewahrung von Eischnee)

Versuch	Schüsselmaterial	Aluminium mg/kg			Eisen mg/kg			Farbwert Farbe/ Weiß/ Schwarz
		1.Vers.	2.Vers.	M	1.Vers.	2.Vers.	M	
Schlagen mit rostfreiem	Aluminium unbehandelt	420	350	390	9	10	9,5	W/0/22
	Aluminium eloxiert	21	38	29	7	6	6,5	W/0/16
	Schneebeesen	rostfreier Stahl 18/8	13	12	12	9	8	8,5
	Porzellan	13	10	12	6	5	5,5	W/0/16
Schlagen mit verzinnem	Aluminium unbehandelt	210	270	240	6	5	5,6	W/0/24
	Aluminium eloxiert	15	25	20	5	8	6,5	W/0/14
	Schneebeesen	Porzellan			9			8,5
Auf- bewahrung ¹	Aluminium unbehandelt	23	13	18	7	6	6,5	W/0/14
	Aluminium eloxiert	10	13	12	7	6	6,5	W/0/15
	Porzellan			9			8,5	W/0/15

¹ 3 Stdn. bei 20° C.

INHALTSVERZEICHNIS — JAHRGANG 9

Heft 1

Neue Aussichten für die Hauswirtschaft — Erfahrungen über 8 Jahre Haushaltswissenschaft. Von Prof. C. W. Visser, Wageningen	3
Grundprobleme der hauswirtschaftlichen Forschung. Von H. Kötter	14
Einfluß des Geschirrmaterials auf Qualität und Spurenelementgehalt verschiedener Füllgüter. Von R. Zacharias, Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft, Stuttgart-Hohenheim	20
Informationen	38
Buchbesprechungen	47

Heft 2

Entwicklungstendenzen der Ernährung und ihre Auswirkungen in der Hauswirtschaft. Von Dr. Elfriede Stübler, Leiterin der Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft in Hohenheim	49
Einfluß hauswirtschaftlicher Einrichtungen auf die Arbeitsmethode der Hausfrau, — demonstriert am Beispiel des Geschirrspülens. Aus der Bundesforschungsanstalt für Hauswirtschaft in Stuttgart-Hohenheim, Leitung: Dr. Elfriede Stübler	63
Europäische Kontakte in Kassel. Von Dr. Aenne v. Strantz zur Jahrestagung in Kassel	76
Entwicklung und gegenwärtiger Stand des Hauswirtschaftsunterrichts in Frankreich. Von S. Fritsch, Paris	78
Die hauswirtschaftliche Forschung in den Niederlanden. Von E. Limperg, Leiterin der Abteilung Allgemeine Agrarhauswirtschaft in der Forschungsanstalt für ländliche Hauswirtschaft in Wageningen/Holland	83
Mitgliederversammlung in Kassel	96

