Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 47 (1956)

Heft: 2

Artikel: Analysen und Beurteilung von Diätsalz

Autor: Hadorn, H. / Suter, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983959

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Analysen und Beurteilung von Diätsalz

Von *H. Hadorn* und *H. Suter*
(Laboratorium VSK, Basel)

Unter Diätsalz versteht man Salzmischungen, welche für eine ganz bestimmte, in der Regel kochsalzfreie oder kochsalzarme Diät bestimmt sind. Im Handel sind zahlreiche derartige Diätsalze anzutreffen.

Die Zusammensetzung dieser Salzgemische kann sehr verschiedenartig sein. Neben häufig vorkommenden rein anorganischen Salzen, wie Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid oder Phosphaten, werden eine ganze Reihe Salze organischer Säuren (Citronensäure, Milchsäure, Ameisensäure) verwendet. Auch ausgesprochen organische Verbindungen, wie Cholin, Glutaminsäure oder sogar Stärke, werden in Diätsalzen angetroffen.

Auf den Kleinverkaufspackungen sollten stets Angaben über die Zusammensetzung gemacht werden, doch handelt es sich meistens nur um unvollständige qualitative Hinweise, welche in einzelnen Fällen gar nicht stimmen. Über die chemische Untersuchung derartiger Salzgemische wird im Lebensmittelbuch nichts angegeben. Eine Beurteilung vom chemischen oder medizinischen Gesichtspunkt setzt aber die Kenntnis der genauen chemischen Zusammensetzung voraus. In der vorliegenden Arbeit sollen die Analysen verschiedener Diätsalze des Handels mitgeteilt und die Ergebnisse besprochen werden. Die chemische Untersuchung erfolgt nach allgemein bekannten Methoden, welche aber für diesen speziellen Zweck vorteilhaft etwas modifiziert oder angepasst werden. Ein für sämtliche in Frage kommenden Salzgemische allgemein gültiges Analysenschema lässt sich nur schwierig aufstellen. Wir haben aber versucht, im Abschnitt Methodik die wichtigsten Bestimmungsmethoden und Trennungen anzugeben.

Besprechung der Resultate

In den Tabellen 1 und 2 sind die Analysen von 8 Diätsalzen des Handels zusammengestellt. In der oberen Hälfte der Tabellen wurden sämtliche von uns bestimmten Bestandteile und Ionen aufgeführt. Daraus lässt sich die unten angegebene Zusammensetzung der einzelnen Salzgemische berechnen. Die Summe der aus der Analyse berechneten Komponenten weicht in einzelnen Fällen beträchtlich von 100 % ab. Dies ist weniger auf Fehler und Ungenauigkeiten der Analysen zurückzuführen, als auf die nicht genau definierte Zusammensetzung gewisser Salze. Zahlreiche Salze organischer Säuren kristallisieren mit Hydratwasser. Es lässt sich aber schwer feststellen, ob im Salzgemisch nun genau die in der Literatur angegebenen Hydrate vorliegen, oder ob die Salze teilweise verwittert sind oder aus der Luft Feuchtigkeit aufgenommen haben. Die Feuchtigkeitsbestimmung nach der Trockenschrankmethode gibt zum Teil ganz verschiedene Werte, je nachdem, ob bei 105° oder bei 130° getrocknet wurde. Bei

130° wird das Hydratwasser zum grössten Teil abgegeben, aber verschiedene organische Salze bräunen sich infolge beginnender Zersetzung, so dass die Wasserbestimmung wenig zuverlässig ist.

Die Salze Nr. 1 und 2 werden unter verschiedenen Namen verkauft, sie weisen aber praktisch die gleiche Zusammensetzung auf. Hauptbestandteile sind Kaliumchlorid und Ammoniumchlorid, deren Summe rund 85 % ausmacht. Der Rest besteht aus Calcium- und Magnesiumformiat, wenig Cholincitrat und 3 % Kartoffelstärke, welche nicht deklariert ist. Der grösste Unterschied in der Zusammensetzung besteht im Cholincitratgehalt, welcher im Salz Nr. 1 rund 1 % beträgt, im Salz Nr. 2 aber nur 0,5 % ausmacht. Vermutlich ist dieser Unterschied lediglich auf ungleichmässige Durchmischung bei der Fabrikation oder eine Entmischung beim Abfüllen zurückzuführen. Die Summe aller Bestandteile ergab 98,9 bzw. 99,7 %, was als gut zu bezeichnen ist. Der Wassergehalt bei 130° bestimmt, ergab 2,06 bzw. 1,75 %, während sich aus dem Magnesiumformiat ein Hydratwassergehalt von 1,09 bzw. 1,04 % ergibt. Neben dem Hydratwasser enthält das Salzgemisch somit noch ca. 0,97 bzw. 0,71 % Feuchtigkeit, welche in der Bilanz noch berücksichtigt werden muss.

Die Salzgemische Nr. 3 und 4 sind unter sich wiederum praktisch gleich zusammengestellt. Es handelt sich dabei nicht um eigentliche Diätsalze für kochsalzfreie Diät, da sie 80 % Kochsalz enthalten. Die restlichen 20 % bestehen aus Ammoniumchlorid, sowie Calcium- und Magnesiumlactat. Durch den Zusatz von Calcium und Magnesium soll angeblich die schädliche Wirkung des Natriums teilweise behoben werden.

Die Summe der Einzelkomponenten ergab bei diesen Salzen über 100 %. Nach Literaturangaben kristallisiert das Calciumlactat mit 5 Mol Hydratwasser, das Magnesiumlactat mit 3 Mol Hydratwasser.

Nach mehrstündigem Trocknen bei 130° wurden aber Wassergehalte ermittelt, welche etwas niedriger lagen als der theoretisch berechnete Hydratwassergehalt von 4,57 bzw. 4,77 %, so dass die Bilanz noch etwas verbessert würde.

Während das Salz Nr. 3 richtig deklariert ist als «biologisches Diätsalz mit 80 % Kochsalz», fehlt bei Salz Nr. 4 ein deutlicher Hinweis auf einen Kochsalzgehalt. Die chemischen Bezeichnungen Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Calciumlactat und Magnesiumlactat sind für den Laien nicht verständlich, und zudem fehlt jegliche Angabe über die Mengenverhältnisse der verschiedenen Komponenten.

Das natriumfreie Diätsalz Nr. 5 besteht, wie deklariert, aus einer Mischung von Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Calcium- und Magnesiumformiat, Kaliumcitrat und Glutaminsäure. Hauptbestandteil ist Kaliumchlorid (62,3 %). Recht beträchtlich ist der Gehalt an Ameisensäure, welcher nahezu 10 % ausmacht. Der Wassergehalt beträgt 0,88 % und stimmt befriedigend mit dem Hydratwasser des Magnesiumformiates überein, welcher zu 0,68 % berechnet wurde.

Tabelle 1

Deklaration	Nr. 1 Kochsalzfreies Diätsalz
Bestandteile	Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Calciumformiat, Magnesiumformiat, Cholincitrat, Excipient
	%
Bestimmung der Ionen	
Gewichtsverlust a) bei 105° C	0,87 0,88
b) bei 130° C	2,06 2,07 *
Natrium (Na)	—
Kalium (K)	32,6 32,3 33,0
Ammonium (NH_4)	7,57 7,62
Calcium (Ca)	1,33 1,34
Magnesium (Mg)	0,72 0,74
Cholin ($(CH_3)_3N(OH)CH_2 \cdot CH_2OH$)	0,77 0,78
Chlor (Cl)	46,0 45,8
Ameisensäure (HCOOH)	5,75
Milchsäure ($CH_3 \cdot CH(OH)COOH$)	—
Unlösliches	3,44 3,45
Zusammensetzung	
Natriumchlorid (NaCl)	—
Kaliumchlorid (KCl)	62,0
Ammoniumchlorid (NH_4Cl)	22,5
Calciumformiat ($Ca(HCO_2)_2$)	4,33
Magnesiumformiat ($Mg(HCO_2)_2 \cdot 2H_2O$)	4,53
Calciumlactat ($Ca(C_3H_5O_3)_2 \cdot 5H_2O$)	—
Magnesiumlactat ($Mg(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$)	—
Cholin bzw. Cholincitrat	1,08
Stärke	3,44
Wasser (Feuchtigkeit ohne Hydratwasser)	0,97
Total	98,9
Aussehen und Sinnenprüfung einer 1%igen Lösung	stark salzig, bitter leicht trüb

* Bräunliche Verfärbung beim Trocknen

Nr. 2 Natriumfreies Diätsalz	Nr. 3 Biolog. Diätsalz mit 80 % Kochsalz	Nr. 4 Biologisch ausgeglichenes Diätsalz
Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Calciumformiat, Magnesiumformiat, Cholincitrat, Excipient	Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Calciumlactat, Magnesiumlactat	Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Calciumlactat, Magnesiumlactat
%	%	%
0,51	4,28 4,31	3,92
1,75	4,43 4,45	3,98
—	vorhanden	vorhanden
33,9 33,0	1,64 1,67	1,86
7,92 7,95 8,00	—	—
1,40	1,46 1,49	1,45
0,70	0,55 0,59	0,68
0,35 0,36	—	—
45,5 45,6	51,0 51,2	50,1 50,2
45,5 45,8		
5,57	—	—
—	9,6 9,8	10,4 10,4
3,13	—	—
—	81,6	79,9
63,0	3,15	3,55
23,6	—	—
4,45	—	—
4,33	—	—
—	11,3	11,15
—	6,0	7,18
0,49	—	—
3,13	—	—
0,71	—	—
99,7	102,0	101,8
stark salzig, bitter leicht trüb	salzig, mit laugigem Nebengeschmack, klar	salzig, mit laugigem Nebengeschmack, klar

Tabelle 2

Deklaration	Nr. 5 Natriumfreies Diätsalz
Bestandteile	Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Calciumformiat, Magnesiumformiat, Glutaminsäure, Kaliumcitrat
	%
Bestimmung der Ionen	
Gewichtsverlust a) bei 105° C	0,88
b) bei 130° C	
Natrium (Na)	—
Kalium (K)	35,7 35,2
Ammonium (NH_4)	3,34 3,43
Calcium (Ca)	2,75 2,76
Magnesium (Mg)	0,45 0,47
Cholin ($(CH_3)_3N(OH)CH_2 \cdot CH_2OH$)	—
Chlor (Cl)	36,3 36,3
Ameisensäure (HCOOH)	9,3
Citronensäure	6,58 6,60
Phosphorsäure (P_2O_5)	—
Glutaminsäure	8,7 (N · 10,5) org.
Unlösliches	—
Wasserlöslicher Glühverlust	—
Zusammensetzung	
Kaliumchlorid (KCl)	62,3
Ammoniumchlorid (NH_4Cl)	10,05
Calciumformiat ($Ca(HCO_2)_2$)	8,92
Magnesiumformiat ($Mg(HCO_2)_2 \cdot 2H_2O$)	2,84
Calciumphosphat ($CaO + P_2O_5$)	—
Cholin bzw. Cholincitrat	—
Natriumphosphat ($NaH_2PO_4 \cdot H_2O$)	—
Natriumformiat (HCOONa)	—
Calciumcitrat ($Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O$)	—
Kaliumcitrat ($K_3C_6H_5O_7 \cdot H_2O$)	7,3
Glutaminsäure	8,7
Stärke	—
Wasserlösliches Polysaccharid	—
Wasser (Feuchtigkeit ohne Hydratwasser)	0,2
Total	100,3
Aussehen und Sinnenprüfung	stark salzig, bitter
einer 1%igen Lösung	klar

* Grauschwarze Verfärbung beim Trocknen ** Gewichtsverlust bei 130° = Feuchtigkeit + Hydratwasser

Nr. 6 Natriumfreier Salzersatz	Nr. 7 Frei von Kochsalz und Jod	Nr. 8 Salzersatz ohne Natrium
Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Cholin, Tricalciumphosphat	Ameisen-, phosphor- und weinsaure Natrium- und Magnesiumsalze	Kaliumchlorid, Glutaminsäure Excipient
%	%	%
1,65 *	2,17	2,03
2,25 *	2,51	2,07
—	vorhanden	—
40.3 40,2 40.6	—	42,1 43,0
4,13 4,17	—	—
1,80 1,81	3,04	—
—	—	—
2,96 2,99 2,95	—	—
44,2 43,9	—	39,0 39,6
—	42,5	—
—	vorhanden	—
1,90 1,89	12,1	—
—	—	0,1
—	—	12,9 13,5
—	—	4,25
76,6	—	81,6
12,3	—	—
—	—	—
—	—	—
4,43	—	—
2,97	—	—
—	23,3	—
—	62,8	—
—	14,4	—
—	—	—
—	—	0,1
—	—	13,2
—	—	4,25
2,25 **	—	2,07
98,6	100,5	101,2
salzig, bitter, trüb	minim salzig, laugiger Nebengeschmack, trüb	salzig, bitter, trüb

Das Präparat Nr. 6 ist ebenfalls ein natriumfreies Diätsalz, dessen Hauptbestandteile Kaliumchlorid und Ammoniumchlorid darstellen. Ihre Summe beträgt 90 %. Daneben enthält die Mischung laut Deklaration noch tertiäres Calciumphosphat und Cholincitrat. Bei der Berechnung des Calciumphosphatgehaltes ergaben sich Unstimmigkeiten, da sich aus dem gefundenen Calcium ein um 0,5 % höherer Tricalciumphosphatgehalt errechnete als aus dem Phosphorsäuregehalt. Das Verhältnis von Calcium zu Phosphor stimmt also nicht auf die Formel $Ca_3(PO_4)_2$, sondern es besteht ein Überschuss an Calcium.

Nach *Römp* [1]) weist das in Mineralsäure lösliche tertiäre Calciumphosphat eine wechselnde Zusammensetzung auf. Giesst man z.B. Lösungen von Natriumphosphat, Ammoniak und Calciumsalzen zusammen, so ensteht zunächst ein Gemisch aus $CaHPO_4$ und Hydroxylapatit von der Formel $3Ca_3(PO_4)2 \cdot Ca(OH)_2$. Erst durch starkes Erhitzen lässt sich das Gemisch in Tricalciumphosphat überführen. Das eigentliche Tricalciumphosphat $Ca_3(PO_4)_2$ ist in verdünnter Mineralsäure unlöslich und somit in Diätsalzen oder in Nährmitteln wertlos.

Zur Berechnung des Calciumphosphatgehaltes im Diätsalz Nr. 6 haben wir die gefundenen Werte für CaO und P_2O_5 addiert und die Summe in die Bilanz eingesetzt. Beim Trocknen im Trockenschrank gibt das Diätsalz Nr. 6 merkliche Mengen Wasser ab. Bei 130° beträgt der Gewichtsverlust beispielsweise 2,25 %. Da das Salzgemisch ein trockenes Pulver darstellt und die übrigen Bestandteile, wie Kaliumchlorid und Ammoniumchlorid, kein Hydratwasser enthalten, muss es sich beim beobachteten Gewichtsverlust zweifellos um Wasser handeln, welches chemisch an das Calciumphosphat gebunden war. Sehr wahrscheinlich würde das Präparat bei stärkerem Erhitzen noch mehr Wasser abgeben. Da aber bei höheren Temperaturen mit einer Zersetzung des Cholincitrates und Verlusten von Ammoniumchlorid zu rechnen ist, wurde auf eine derartige Bestimmung verzichtet. Die Summe von Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, Cholincitrat, sowie CaO- und P_2O_5-Gehalt und dem Gewichtsverlust bei 130° ergibt 98,6 %, was befriedigend ist.

Das Diätsalz Nr. 7 ist das einzige von uns im Handel angetroffene Präparat, welches kein Chlor enthält. Dafür ist sein Natriumgehalt sehr hoch. Das Salz besteht aus einem Gemisch von Natriumphosphat, Natriumformiat und Calciumcitrat. Der Gehalt an Ameisensäure macht 42,5 % des Präparates aus. Die Summe der ermittelten 3 Komponenten ergibt recht genau 100 %.

Das Salzgemisch Nr. 8 besteht zu 81,6 % aus Kaliumchlorid. Laut Deklaration sollte es ausserdem noch Glutaminsäure und ein indifferentes Verdünnungsmittel (Excipiens) enthalten. Glutaminsäure war nur in Spuren nachweisbar (0,1 %). Als Verdünnungsmittel wurden 13,2 % Reisstärke gefunden. Ausserdem enthält das Präparat noch 4,25 % eines wasserlöslichen Polysaccharids. Die Anwesenheit dieses nicht deklarierten Bestandteils wurde durch ein Manko von rund 4 % in der Gesamtbilanz bemerkt. Die quantitative Bestimmung des wasserlöslichen, stickstoffreien Neutralstoffes erfolgte durch Veraschen des Trockenrückstandes eines wässerigen Auszuges. Da im wasserlöslichen Teil ausser einer Spur Gluta-

minsäure keine anderen organischen Bestandteile nachweisbar waren, ergab sich der Anteil der fraglichen Substanz durch den Gewichtsunterschied vor und nach dem Glühen.

Zur Identifizierung der verschiedenen in Frage kommenden Verbindungen wurden folgende Reaktionen durchgeführt, welche alle negativ ausfielen.

Art der Reaktion	Resultat	Deutet auf Abwesenheit von
Aschenalkalität	null	Salze organischer Säuren
pH der wässerigen Lösung	ca. 7	organische Säuren
Prüfung mit Jod	negativ	Dextrine, wasserlösliche Stärke, Glykogen
Reduktionsvermögen gegenüber Fehlingscher Lösung	kein	direkt reduzierende Kohlenhydrate
Reduktionsvermögen gegenüber Fehlingscher Lösung nach schwacher Hydrolyse	kein	nicht reduzierende Zucker, z.B. Saccharose, Melizitose usw.
Prüfung auf Sorbit nach Litterscheid	negativ	Sorbit
Prüfung auf stickstoffhaltige Substanzen (Kjeldahl)	Spur	Aminosäuren, Cholinsalze usw.

Da alle qualitativen Reaktionen negativ verliefen, wurde die vorläufig unbekannte Substanz präparativ isoliert. Zur Entfernung der anorganischen Ionen wurde ein filtrierter wässeriger Auszug mit einem Kationen- und Anionenaustauschergemisch geschüttelt und hernach unter Nachwaschen filtriert. Für jedes Gramm Salzgemisch wurden ca. 65 ml Austauschmaterial *) verwendet. Das wässerige Filtrat wurde auf wenige ml eingedampft und dann bis zum Trübwerden mit Alkohol versetzt. Nach längerem Stehen im Eisschrank wurde die amorph ausgeschiedene Substanz auszentrifugiert und im Trockenschrank bei 105° C getrocknet.

Sie wurde hierauf einer starken Hydrolyse ($1^1/_2$ Stunden in 1n-HCl) unterworfen. Das Hydrolysenprodukt reduzierte Fehlingsche Lösung. Zur Abklärung der Natur des Abbauproduktes wurden eine Aldosenbestimmung nach *Kolthoff* (modifiziert nach *Th. von Fellenberg* [2])) und eine Prüfung auf Fructose (*Th. von Fellenberg*, ebenda) vorgenommen. Wir erhielten bei der Aldosenbestimmung ca. 90 % der Ausgangssubstanz, berechnet als Glucose, während die Prüfung auf Fructose negativ war.

Papierchromatographisch konnte nach der Methode von *Täufel* und *Reiss* [3]) im Hydrolysat Glucose nachgewiesen werden (Rf-Wert = 0,18 %). Neben

*) Gemischtharz MB, zu beziehen bei der Fa. Christ AG, Basel.

Glucose war im Chromatogramm noch ein Fleck einer weiteren, nicht identifizierten Zuckerart mit einem Rf-Wert von 0,24 sichtbar.

Bei der von uns isolierten farblosen Verbindung, welche in Wasser vorerst aufquillt und dann in Lösung geht, handelt es sich somit um ein nicht reduzierendes Polysaccharid, das bei der starken Hydrolyse zum grössten Teil zu Glucose abgebaut wird.

Das Diätsalz Nr. 8, es handelt sich um ein französisches Markenprodukt, welches bei uns in den Apotheken verkauft wird, ist demnach etwas sonderbar zusammengesetzt. Die eigentliche Salzkomponente besteht ausschliesslich aus Kaliumchlorid (81,6 %), während Stärke und das wasserlösliche Polysaccharid als Füllstoffe anzusehen sind. Die Spur Glutaminsäure (0,1 %), welche das Präparat enthält, ist weder geschmacklich noch physiologisch von Bedeutung.

Interessant ist auch die Preisgestaltung eines derartigen, an sich wenig wertvollen auch bei der Sinnenprüfung keineswegs befriedigenden Produktes. Die Originalpackung enthält ca. 120 g des Salzgemisches und der aufgedruckte Detailverkaufspreis beträgt Fr. 5.20. Der Warenwert des Präparates, 85 % KCl, 15 % Reisstärke, beträgt höchstens 30 Rappen.

Allgemeine Bemerkungen über die Zusammensetzung von Diätsalzen

Früher war die Meinung verbreitet, dass bei salzarmer oder kochsalzfreier Diät möglichst wenig Chlor-Ionen aufgenommen werden sollten, da Chlor-Ionen schädlich seien. Das Salz Nr. 7 ist chlorfrei und wäre somit für eine derartige Diät geeignet. Es enthält dafür die Natriumsalze der Ameisen-, Phosphor- und Zitronensäure.

Heute wird von den Medizinern allgemein angenommen, dass bei gewissen Erkrankungen das Natrium-Ion schädlich sei und daher dem Körper in möglichst kleinen Mengen zugeführt werden sollte. Die meisten der im Handel befindlichen Diätsalze sind praktisch natriumfrei. Sie enthalten, wie erwähnt, neben Ammoniumchlorid und Kaliumchlorid noch verschiedene Kalium-, Calcium- oder Magnesiumsalze organischer Säuren. Auch Phosphate und verschiedene organische Verbindungen werden zugesetzt.

Kalium- und Ammoniumcholrid, sowie die Phosphate, dürfen in den kleinen Dosen, wie sie mit den Salzgemischen aufgenommen werden, als unschädlich gelten. Auch die Salze der Milchsäure und Citronensäure sind sicher unschädlich, da es sich hier um normale Stoffwechselprodukte unseres Organismus handelt. Ameisensäure dagegen gilt allgemein als Konservierungsmittel, welches in Lebensmitteln unerwünscht und dessen Zusatz mit wenigen Ausnahmen überall verboten ist. Verschiedene Präparate enthalten nun aber ganz beträchtliche Mengen ameisensaurer Salze, vermutlich deshalb, weil die Formiate geschmacklich angenehmer sind als etwa Kaliumchlorid oder andere in Diätsalzen verwendete Verbindungen.

Das Diätsalz Nr. 7 (Tabelle 2) enthält über 40 % Ameisensäure. Ob Ameisensäure in derartigen Mengen, wie sie mit einem solchen Diätsalz aufgenommen werden, für einen meistens schon nicht mehr ganz gesunden Körper harmlos ist, müsste von Ärzten und Physiologen abgeklärt werden.

Zu prüfen wäre auch die lebensmittelrechtliche Frage, welche Anforderungen an spezielle Lebensmittel zu stellen sind, etwa an Brot für salzarme Diät, welches statt mit Kochsalz mit einem ameisensäurehaltigen Diätsalz zubereitet wurde. Der Lebensmittelchemiker müsste nach den heute geltenden Bestimmungen ein derartiges Brot oder Gebäck als mit Ameisensäure konserviert betrachten und daher beanstanden.

Im Geschmack sind die diversen Salzgemische recht unterschiedlich. Da sie ausnahmslos das Kochsalz ersetzen sollten, wäre der Idealfall ein Salzgemisch mit reinem Kochsalzgeschmack, was aber nie erreicht wird.

Alle Salzmischungen, welche vorwiegend aus Kaliumchlorid bestehen, besitzen einen salzig-bitteren Geschmack. Ammoniumchlorid schmeckt sehr stark salzig und etwas beissend. Formiate verleihen den Salzgemischen eher einen laugigen Nebengeschmack. Durch geschickte Kombination von Kaliumchlorid, Ammoniumchlorid, sowie Calcium- und Magnesiumsalzen lassen sich Mischungen herstellen. welche einigermassen dem Kochsalzgeschmack entsprechen.

Salz von Bad X

Bei den bisher besprochenen 8 Diätsalzen handelt es sich ausschliesslich um künstlich hergestellte Salzgemische. Wir haben auch ein im Handel als Diätsalz empfohlenes Salzgemisch untersucht, welches vermutlich durch Eindampfen einer Sole erhalten worden war. Es enthielt einen Zusatz von Calciumphosphat, vermutlich um zu verhindern, dass das Salz bei der Lagerung knollig oder feucht wird.

Die Deklaration und Gebrauchsanweisung auf der Packung lauten:

Bad X Spezial-Salz für den Haushalt
für Ihre Gesundheit

Spezial-Salz fördert den Stoffwechsel und verhindert dadurch unerwünschten Fettansatz.
enthält dem Körper zuträgliche und unentbehrliche Spurenelemente – ist daher als Diätsalz sehr zu empfehlen.
wird wie Koch- und Tafelsalz, je nach Geschmack und Gewohnheit, verwendet.
hat als Zusatz phosphorsauren Kalk, der für den Knochenaufbau bei Kindern und Jugendlichen erforderlich ist.

Unsere Analyse ergab folgende Werte:

Bestimmung der Ionen

Kalium (K)	2,47 %
Calcium (Ca)	0,79 %
Natrium (Na)	sehr viel vorhanden
Eisen	Spur
Magnesium	abwesend
Chlor (Cl)	58,25 %
Sulfat (SO_4)	0,57 %
Kohlensäure (CO_2) als Carbonat	0,32 %
Phosphat (P_2O_5)	0,73 %

Daraus berechnet sich nachstehende Zusammensetzung:

Natriumchlorid (NaCl)	92,0 %
Kaliumchlorid (KCl)	4,7 %
Calciumphosphat ($CaH_4P_2O_8 \cdot H_2O$)	1,3 %
Calciumsulfat ($CaSO_4$)	0,81 %
Calciumcarbonat ($CaCO_3$)	0,74 %

Beim Salz von Bad X handelt es sich um ein natürliches Salzgemisch, das zur Hauptsache aus Kochsalz besteht (92,0 %). Für eine kochsalzarme oder kochsalzfreie Diät ist es daher ungeeignet.

Neben Kochsalz sind noch 4,7 % Kaliumchlorid, etwas Calciumsulfat, Calciumcarbonat, eine Spur Eisen und 1,3 % künstlich zugesetztes Calciumphosphat vorhanden. Auf eine Bestimmung der verschiedenen Spurenelemente haben wir verzichtet.

Der Lebensmittelchemiker müsste in der Schweiz den Etikettentext wegen Heilanpreisungen beanstanden.

Untersuchungsmethoden

a) Qualitative Prüfungen

Aus dem Etikettentext wird man einigermassen über die qualitative Zusammensetzung orientiert. Andernfalls sind die entsprechenden qualitativen Prüfungen durchzuführen. Bei den Kationen sind die Möglichkeiten bald erschöpft. Es kommen in Frage: $K^{\cdot}$, $Na^{\cdot}$, $NH_4^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$, evtl. Aminoalkohole, wie Cholin. Schwermetalle kommen nicht in Frage. Recht schwierig kann sich unter Umständen der Nachweis sämtlicher Anionen gestalten. Von anorganischen Säuren sind nur die folgenden Anionen zu erwarten: Cl', SO_4'', PO_4''', CO_3''. In Präparaten des Handels haben wir Salze nachstehender organischer Säuren vorgefunden: Ameisensäure, Milchsäure, Citronensäure. Daneben könnten vermutlich auch Salze der Essigsäure, der Weinsäure, Apfelsäure oder anderer organischer Säuren beigemischt werden. Ameisensäure und Essigsäure weist man im Wasserdampfdestillat nach. Auf Citronensäure prüft man nach *Denigès*, wobei aber Ameisensäure den Nachweis stört und deshalb vorher mit Wasserdampf übergetrieben werden muss.

b) Quantitative Bestimmungen

1. *Vorbereitung der Probe.* Diätsalze sind mechanische Gemische verschiedener Salze und neigen wegen der oft unterschiedlichen Korngrösse der Einzelkomponenten zur Entmischung. Man mischt daher am besten eine ganze Originalpackung nochmals gut durch, indem man sie in einem Mörser möglichst fein puverisiert.
   Für alle Bestimmungen sind grössere Proben (mindestens 4—5 g) abzuwägen und eventuell aliquote Teile einer Stammlösung zu verwenden.

2. *Feuchtigkeit.* 5—10 g werden abgewogen und im Trockenschrank bei 103° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet (verschiedene Salze können dabei bereits Hydratwasser abgeben).

3. *Wasserunlösliches.* Ca. 5 g Salz (genau gewogen) werden in einem Becherglas mit 100 ml kaltem Wasser übergossen, gut umgerührt und nach einigen Minuten durch einen gewogenen Filtertiegel filtriert. Man wäscht mit dest. Wasser bis zum Verschwinden der Chloridreaktion aus und trocknet bei 103°. Die Hauptbestandteile der Diätsalze sind alle wasserlöslich. Unlöslich sind mechanische Verunreinigungen, Stärke, sowie Erdalkalikarbonate und -phosphate. Auch gewisse Erdalkalisalze organischer Säuren lösen sich in Wasser schwer.

4. *Säureunlösliches.* Ca. 5 g Salz (genau gewogen) werden in einen 100 ml-Messkolben mit ca. 80 ml 1%iger Salzsäure übergossen, gut umgerührt, zur Marke aufgefüllt und das Unlösliche durch einen Filtertiegel abfiltriert. Das Filtrat (salzsaure Stammlösung) mit den beiden ersten Waschwäschern wird aufgefangen und für die weiteren Untersuchungen beiseite gestellt (NH_3, Cholin, Ca, Mg). Den Rückstand bringt man quantitativ auf das Filter und wäscht gut säurefrei aus. Säureunlöslich in Diätsalzen ist praktisch nur die Stärke. Man glüht den Tiegel mit dem gewogenen Rückstand, um zu prüfen, ob alles verbrennbar ist. Ein Glührückstand würde auf säureunlösliche, wertlose Mineralstoffe hindeuten.

Kalium

Kaliumbestimmungen waren früher nach den alten klassischen Methoden recht umständlich und mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden. Sowohl die Chloroplatinatmethode als auch die Fällung als Kaliumperchlorat erforderten Übung und ergaben oft unbefriedigende Resultate. Seit *Wittig* und Mitarbeiter [4]) gefunden haben, dass sich das Tetraphenyl-bor-kalium in besonderem Masse zum Nachweis und zur quantitativen Bestimmung des Kaliums eignet, gehört die Kaliumbestimmung zu den einfachsten analytischen Methoden, etwa wie die Fällung und die Bestimmung von Silberchlorid. *Raff* und *Brotz* [5]) haben die Methode überprüft und geben genaue Arbeitsvorschriften.

Als Fällungsreagens verwendet man eine wässerige Lösung von Tetraphenyl-bor-natrium *).

Die Löslichkeit des ausfallenden Tetraphenyl-bor-kaliums $K(B(C_6H_5)_4)$ ist ausserordentlich gering, sie unterschreitet die molare Löslichkeit des Silberchlorids um eine Zehnerpotenz. Natrium-ionen, auch in sehr grossem Überschuss, stören die Bestimmung nicht. Dagegen wird Ammonium mitgefällt und muss deshalb vorher entfernt werden. Auch Erdalkalien können Fehler verursachen.

a) Kaliumbestimmung bei Abwesenheit von Ammonium und Erdalkalien

Ein aliquoter Teil einer wässerigen Stammlösung, in welchem etwa 8—15 mg Kalium enthalten sind, wird in einem kleinen Becherglas mit Essigsäure schwach angesäuert (Lackmus rot). Nun gibt man unter Umrühren tropfenweise 7 ml einer kalt zubereiteten 0,1n-Kalignostlösung zu (3,4 g Kalignost in 100 ml Wasser). Man verwendet das Reagens in $1^1/_2$fachem bis doppeltem Überschuss. Dann lässt man etwa 5—10 Minuten stehen (auf keinen Fall mehrere Stunden oder über Nacht, weil sich der Niederschlag wieder zersetzt) und filtriert durch einen gewogenen Filtertiegel. Die Fällung ist vollständig, wenn im Filtrat auf erneute Reagenszugabe keine Trübung auftritt. Der Niederschlag wird mit Wasser, dem einige Tropfen Essigsäure zugegeben sind, gründlich ausgewaschen. Man trocknet im Trockenschrank während 30 Minuten bei 120°.

$$1 \text{ Teil } K(B(C_6H_5)_4) = 0{,}1091 \text{ Teile } K$$

b) Bei Gegenwart von Ammonsalzen

Die abpipettierte Stammlösung wird in einem Glas- oder Porzellanschälchen mit n-Natronlauge schwach alkalisch gemacht und auf dem Wasserbad zur Trockne verdampft. Anschliessend nimmt man mit Wasser auf, säuert mit Essigsäure an und fällt das Kalium wie üblich.

c) Bei Gegenwart von Erdalkalien

Wird die Fällung mit Kalignost in Gegenwart der Erdalkalien ohne besondere Vorsichtsmassnahmen vorgenommen, so sind die gefundenen Werte zu hoch, was durch die Adsorptionsfähigkeit des voluminösen Niederschlages leicht erklärbar ist. *Raff* und *Brotz* [5]) empfehlen daher, durch Zugabe von Sodalösung zunächst die Erdalkalien als Karbonate auszufällen. Ohne zu filtrieren, schliesst sich nun die Fällung des Kaliums in der soda-alkalischen Lösung mit Kalignost an, wie unter a) beschrieben. Ist dies geschehen, so wird mit Essigsäure schwach angesäuert, wobei sich die Karbonat-Niederschläge auflösen und eventuell darin eingeschlossene Reste von Kalium-Ionen ebenfalls gefällt werden. Man filtriert und wäscht aus, wie unter a) beschrieben, und erhält einwandfreie Resultate.

---

*) Dieses Salz wird unter dem Handelsnamen «Kalignost» von der Fa. Heyl & Co., Berlin-Steglitz, Werk Hildesheim, vertrieben.

Ammonium

Ein aliquoter Teil der salzsauren oder wässerigen Stammlösung, welcher etwa 10—30 mg NH_3 enthalten sollte, wird in ein Destillationskölbchen pipettiert und nach Zusatz von starker Natronlauge in eine Vorlage mit 20 ml 0,1n-Salzsäure destilliert, analog wie bei der Kjeldahl-Bestimmung. Empfehlenswert ist die Destillationsapparatur nach *Parnas-Wagner*.

Der Salzsäure-Überschuss in der Vorlage wird mit 0,1n-Natronlauge unter Verwendung des Mischindikators *), wie er bei der Kjeldahl-Bestimmung empfohlen wird, zurücktitriert.

1 ml 0,1n-HCl = 1,7031 mg NH_3
1 ml 0,1n-HCl = 1,8039 mg NH_4

Calcium, Magnesium

Wir haben versucht, in den Salzgemischen das Calcium und Magnesium komplexometrisch zu bestimmen, wie dies von *Schwarzenbach* und *Flaschka* [6]) empfohlen wird. Die Resultate befriedigten nicht, da der Farbumschlag unscharf und schleppend war. Wir haben daher Calcium und Magnesium nach der klassischen Methode als Oxalate getrennt. Das abfiltrierte Calciumoxalat haben wir mit heisser verdünnter Schwefelsäure zersetzt und die Oxalsäure mit 0,1n-Kaliumpermanganat titriert.

Im Filtrat der Calciumbestimmung fällten wir das Magnesium als Magnesium-ammonium-phosphat, glühten den Niederschlag und wogen das entstandene MgP_2O_7.

Organisch gebundener Stickstoff

Man bestimmt den Gesamtstickstoff nach *Kjeldahl*. Ist der Wert höher als derjenige des direkt bestimmten Ammoniak-Stickstoffs, liegen stickstoffhaltige organische Verbindungen vor (Aminosäuren, Aminoalkohole).

Cholin

Zur Bestimmung des Cholins haben wir zunächst die sehr einfache Methode von *Roman* [7]) ausprobiert.

Aus verdünnter salzsaurer Lösung fällt auf Zusatz von Jod-Jodkaliumlösung das Cholin als Enneajodid in Form grünschwarzer glänzender Kristalle aus. Diese werden abfiltriert, ausgewaschen und der Gehalt titrimetrisch bestimmt. Es ist uns nie gelungen, nach dieser Methode einigermassen reproduzierbare Werte zu erhalten, da das Cholinenneajodid in Wasser merklich löslich ist. Die abtropfende Waschflüssigkeit ist immer bräunlich gefärbt. Selbst beim Auswaschen mit Eiswasser treten ziemliche Verluste auf, welche bei den meist sehr geringen Cholinmengen deutlich ins Gewicht fallen.

---

*) Mischindikator: 40 mg Methylrot und 10 mg Methylenblau werden in 100 ml 95 %igem Alkohol gelöst.

Wir haben daher die Cholinbestimmung nach der gravimetrischen Methode mit Reineckesalz durchgeführt, welche sich früher bei eigenen Untersuchungen über Eierphosphatide [8]) gut bewährt hat. Cholin bildet mit Reineckesalz, dem Ammoniumsalz der Tetra-rhodanato-diammin-chromisäure $NH_4[Cr(CNS)_4(NH_3)_2]$ ein schwer lösliches Salz. Bei Diätsalzen verwendet man vorteilhaft die salzsaure Stammlösung und verfährt folgendermassen:

5—25 ml einer filtrierten salzsauren Stammlösung, worin etwa 10—30 mg Cholin enthalten sein sollen, werden in ein kleines Becherglas abpipettiert. Unter ständigem Umrühren gibt man tropfenweise 3 ml einer frisch bereiteten, filtrierten 4 %igen Reineckesalzlösung zu, wobei sofort eine Fällung von rosafarbenem, seidenglänzendem Cholin-Reineckat entsteht. Zur vollständigen Abscheidung lässt man das Becherglas mindestens 30 Minuten im Eisschrank stehen. Anschliessend filtriert man durch einen gewogenen eisgekühlten Goochtiegel oder Glassintertiegel und wäscht portionenweise mit total 6 ml Eiswasser (6 Portionen à 1 ml) und anschliessend ebenfalls in kleinen Portionen mit insgesamt 6 ml eisgekühltem absolutem Alkohol. Der Tiegel wird während 30 Minuten bei 103° getrocknet und gewogen.

1 Teil Cholin-Reineckat = 0,2867 Teile Cholin

Chlor

Die Chloridbestimmung kann gravimetrisch als Silberchlorid durchgeführt werden. Sehr rasch und einfach ist die Titration nach *Mohr*.

5 oder 10 ml einer wässerigen neutralen Stammlösung, welche etwa 20—70 mg Cl enthalten soll (100—200 mg Diätsalz), wird, ohne zu verdünnen, mit einigen Tropfen 10 %iger neutraler Kaliumchromatlösung versetzt. Nun titriert man mit 0,1n-Silbernitratlösung, bis die an der Einfallstelle des Tropfens auftretende rote Färbung von Silberchromat beim Umschwenken bestehen bleibt und die Lösung schwach rötlich erscheint.

1 ml 0,1n-$AgNO_3$ = 3,5457 mg Cl

Phosphorsäure

Die Bestimmung als Magnesiumammoniumphosphat kommt wegen der Anwesenheit von Calcium nicht in Frage.

Zur Ermittlung des Phosphorsäuregehaltes nach *Lorenz* [9]) mit Ammonmolybdat darf die Lösung keine Chlor-Ionen enthalten. 2—3 g Salz (genau gewogen) werden in einem Kjeldahlkolben mit soviel konz. Schwefelsäure versetzt, dass nach der Reaktion ein Überschuss von 2 ml vorhanden ist. Nach Verdünnung mit etwas Wasser wird zum Vertreiben der Salzsäure ca. 5 Minuten gekocht. Dann versetzt man mit 5 ml konz. Salpetersäure (d = 1,4) und bringt die Lösung in einem Messkolben auf 50 ml, worauf in einem aliquoten Teil (25 ml) die Phosphorsäure mit 25 ml Lorenz-Reagens gefällt wird.

Milchsäure

Die Milchsäure bestimmten wir nach der Methode von *Koch* und *Bretthauer* [10]), welche zur zuverlässigen Milchsäurebestimmung in Süssmost und Wein empfohlen wurde.

Die Methode beruht im Prinzip darauf, dass die Milchsäure in schwach phosphorsaurer Lösung bei Gegenwart von Mangansulfat mit Kaliumpermanganat zu Acetaldehyd oxydiert wird. Den entstandenen Acetaldehyd absorbiert man in einer Vorlage mit Natriumbisulfitlösung und bestimmt das zur Bindung der Aldehyd-Bisulfit-Verbindung benötigte Bisulfit jodometrisch.

Überprüfung der Methode

Die Oxydation der Milchsäure zum Acetaldehyd verläuft nicht ganz quantitativ. *Koch* und *Bretthauer* fanden bei Modellversuchen mit Aluminiumlactat bzw. Calciumlactat unter optimalen Bedingungen 92—100 % des theoretischen Wertes. Wir haben ebenfalls einige Modellversuche angestellt, um zu prüfen, ob die Anwesenheit anderer Salze, hauptsächlich der Chloride, die Oxydation nicht stört.

Von einem reinen Milchsäurepräparat des Handels wurde eine Stammlösung hergestellt und der Gehalt titrimetrisch mit 0,1n-Natronlauge ermittelt. Je 5 ml der neutralen Natriumlactatlösung, entsprechend 3,24 mg Milchsäure, wurden zu den nachstehenden Versuchen verwendet:

	Verbrauch an 0,01 n-J	Milchsäure gefunden	Ausbeute
Oxydation der reinen Natriumlactatlösung	1. 6,65 ml	2,99 mg	92,4 %
	2. 6,41 ml	2,89 mg	89,2 %
Oxydation nach Zusatz von 100 mg NaCl	6,50 ml	2,93 mg	90,5 %

Es werden ca. 90 % der vorhandenen Milchsäure gefunden. Chloride stören die Bestimmung nicht, die Methode von *Koch* und *Bretthauer* kann ohne weiteres für die Milchsäurebestimmung in Diätsalzen verwendet werden.

Man verwendet für die Milchsäurebestimmung am zweckmässigsten aliquote Teile einer salzsauren Stammlösung. Wenn das Präparat ausser Milchsäure noch Salze der Weinsäure oder Äpfelsäure enthalten sollte, ist eine Vorbehandlung mit Kalkmilch und Kupfersulfat nötig, analog wie sie bei der Analyse von Wein oder Süssmost vorgeschrieben ist.

Man verwendet zur Analyse 5—10 ml einer von Weinsäure und Äpfelsäure befreiten Stammlösung, in welcher 2—4 mg Milchsäure enthalten sein sollen.

Einzelheiten über die Apparatur nach *Lieb-Zacherl*, sowie über Reagenzien und Arbeitsweise sind in der Originalarbeit nachzusehen.

Essigsäure, Ameisensäure (flüchtige Säuren)

2,00 g des Salzgemisches werden in ca. 20 ml Wasser gelöst, mit 1 g Weinsäure versetzt und in einer geeigneten Apparatur (ohne Kork- oder Gummistopfen) mit Wasserdampf destilliert. Der Wasserdampf muss CO_2-frei sein, er wird daher am besten aus mit Kalkmilch alkalisch gemachtem Wasser erzeugt. Die Destillation ist wie bei der Ameisensäurebestimmung in Fruchtsäften [11]) so zu leiten, dass Überhitzung vermieden wird und das Flüssigkeitsvolumen im Kölbchen nicht über 20 ml ansteigt. Das Destillat wird fraktionenweise in Erlenmeyerkolben aufgefangen. Die erste Fraktion von 200 ml wird mit 1 Tropfen Phenolphtalein versetzt und mit 0,1n-Natronlauge titriert. Ebenso verfährt man mit der zweiten und eventuell dritten Fraktion zu je 200 ml. Die letzte Fraktion sollte nur noch wenige Tropfen 0,1n-Lauge verbrauchen. Der gesamte Alkaliverbrauch wird als Ameisensäure oder als Essigsäure berechnet.

$$1 \text{ ml } 0{,}1\text{n-NaOH} = 4{,}602 \text{ mg } HCOOH$$
$$= 6{,}003 \text{ mg } CH_3COOH$$

Zur Kontrolle kann die Ameisensäure im Destillat auf Grund ihres Reduktionsvermögens bestimmt werden.

Ameisensäure nach Jones [12])

Das Destillat mit den flüchtigen Säuren wird mit 20—25 ml 10 %iger Natriumkarbonatlösung alkalisch gemacht (keinen Indikator zusetzen!) und auf dem Wasserbad eingeengt. Man führt es in einen 250 ml-Messkolben über und bestimmt in einem aliquoten Teil (50 oder 100 ml) die Ameisensäure wie folgt:

Zur alkalischen Lösung gibt man aus einer Bürette einen Überschuss von 0,1n-Kaliumpermanganatlösung zu und erwärmt 5—10 Minuten im Wasserbad. Dabei scheidet sich Braunstein ab, die überstehende Lösung soll rötlich erscheinen, sonst muss noch mehr Permanganatlösung zugesetzt werden. Nach 10 Minuten säuert man mit verdünnter Schwefelsäure an und fügt 0,1n-Oxalsäure bis zur Klärung der Flüssigkeit hinzu (Pipette: 10 ml oder 20 ml) und titriert anschliessend mit 0,1n-Kaliumpermanganat bis zur bleibenden Rötung. In einem Blindversuch ermittelt man den Permanganatverbrauch der zugesetzten Oxalsäuremenge. Diesen subtrahiert man von der Gesamtmenge des zugesetzten Permanganats. Die Differenz wurde zur Oxydation der Ameisensäure verbraucht.

$$1 \text{ ml } 0{,}1\text{n-}KMnO_4 = 2{,}30 \text{ mg Ameisensäure}$$

Stimmen die acidimetrisch und permanganometrisch ermittelten Werte für die Ameisensäure überein, so ist keine Essigsäure vorhanden.

Citronensäure

Die Citronensäure wurde nach der Methode von *Reichard* [13] bestimmt. Diese wird vor allem zur Ermittlung der Citronensäuregehalte von Weinen empfohlen und soll eine Verbesserung des altbekannten Pentabromacetonverfahrens sein.

Die Methode beruht im Prinzip in einer gravimetrischen Bestimmung des durch oxydierende Bromierung der Citronensäure erhaltenen schwerlöslichen Pentabromacetons.

Eigene Modellversuche mit reiner Citronensäure ergaben, dass je nach der absoluten Menge Abweichungen bis zu 10 % vom theoretischen Wert auftreten können. Dass die gefundenen Werte meistens zu tief sind, ist darauf zurückzuführen, dass Pentabromaceton auch bei 0° C noch merklich löslich ist. Aus diesem Grunde muss auch stets mit einem empirischen Faktor gerechnet werden, der jedoch je nach Reaktion und Filtrationsbedingungen variieren kann.

Nach den gemachten Erfahrungen dürfte die Methode nicht für eine exakte Bestimmung, sondern nur für eine grössenordnungsmässige Festlegung des Citronensäure- bzw. Citratgehaltes in Frage kommen. Sie ist auch überall dort als qualitative Prüfmethode wertvoll, wo die Reaktion nach *Denigès* infolge störender Begleitsubstanzen (z.B. Formiate) unzuverlässig ist.

Berechnung der Zusammensetzung von Salzgemischen

Nachdem die einzelnen Kationen und Anionen quantitativ bestimmt sind, lassen sich die verschiedenen Komponenten des Salzgemisches berechnen. Ammonium, Kalium und Natrium liegen fast ausnahmslos als Chloride vor und machen mengenmässig den grössten Anteil der Diätsalze aus. Man berechnet zunächst aus den gefundenen Ammonium- und Kaliumgehalten, welche Menge Chlor-Ion diesen beiden Kationen äquivalent ist. Stimmt die Summe mit dem experimentell gefundenen Chlorgehalt des Salzes überein, so können keine anderen Chloride mehr vorhanden sein. Ein grösserer Chlor-Überschuss deutet auf die Anwesenheit von Natriumchlorid. Da das Natrium in der Regel nicht bestimmt wird, berechnet man den Natriumchloridgehalt einfach aus dem Chlorüberschuss. Calcium und Magnesium können als Lactate, Formiate, Citrate oder Phosphate vorliegen. Meistens ist aus der Deklaration ersichtlich, was vorhanden sein sollte. Aus dem Calcium- und Magnesiumgehalt berechnet man, welche Werte für Milchsäure oder Ameisensäure zu erwarten sind. Stimmen die Zahlen einigermassen überein — die Werte für Milchsäure und Ameisensäure fallen in der Regel etwas zu niedrig aus —, so darf man den Gehalt an Lactat bzw. Formiat einfach aus den gefundenen Calcium- und Magnesiumwerten berechnen.

Bei Anwesenheit von Calciumphosphat geht die Rechnung gewöhnlich nicht auf, da es sich bei den in Mineralsäure löslichen Calciumphosphaten nicht um genau definierte stöchiometrische Verbindungen, sondern um Gemische handelt.

Der Wassergehalt der Salzgemische setzt sich aus eigentlicher anhaftender Feuchtigkeit und chemisch gebundenem Hydratwasser gewisser Salze zusammen. Bei Anwesenheit von Calcium- und Magnesiumlactat oder Magnesiumformiat, welche alle mit mehreren Molen Hydratwasser kristallisieren, berechnet man für die Aufstellung der Bilanz am zweckmässigsten die entsprechenden Hydrate (vgl. Tabellen 1 und 2).

Die in Wasser und verdünnten Säuren unlöslichen Stoffe, meistens handelt es sich um Stärke, sind ebenfalls zu berücksichtigen. Ergibt die Summe aus sämtlichen berechneten Stoffen annähernd 100 % und sind die ermittelten Anionen und Kationen in stöchiometrischem Verhältnis vorhanden, darf man annehmen, dass die Analyse richtig ist und kein wesentlicher Bestandteil übersehen wurde.

Zusammenfassung

1. Es werden verschiedene für kochsalzarme oder kochsalzfreie Diät empfohlene künstlich hergestellte Diätsalze untersucht. Ebenso wird die Zusammensetzung eines, vermutlich durch Eindampfen einer natürlichen Sole erhaltenen Salzes angegeben. Die Analysen werden tabellarisch zusammengestellt und besprochen.
2. Ein Analysengang für die qualitative und quantitative Untersuchung von Salzgemischen wird angegeben.

Résumé

1. On a analysé différents sels diététiques de synthèse recommandés pour les régimes alimentaires pauvres en sel ou exempts de sel. Simultanément on indique la composition d'un sel probablement obtenu par évaporation d'une solution salée naturelle. Ces analyses sont rassemblées dans un tableau synoptique et sont passées en revue.
2. On indique un mode opératoire pour l'analyse qualitative et quantitative des mélanges de sels.

Summary

A procedure for the qualitative and quantitative examination of salt mixtures recommended für salt-weak or saltless diets is described. Various salt mixtures, as well as a salt, which has probably been obtained by evaporation of a natural brine, have been examined and the results obtained are to be found in a table.

Literatur

[1]) *H. Römp*, Chemie-Lexikon, Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart (1950).
[2]) *Th. von Fellenberg*, diese Mitt. **36**, 274 (1947).
[3]) *K. Täufel* und *R. Reiss*, Z.U.L. **94**, 1 (1952); Ztschr. analyt. Chem. **134**, 252 (1951/52).
[4]) *G. Wittig*, Liebigs Ann. **563**, 118, 126 (1949).
[5]) *P. Raff* und *W. Brotz*, Ztschr. analyt. Chem. **133**, 241 (1951).
[6]) *G. Schwarzenbach* und *H. Flaschka*, «Komplexone, Titrationen mit Hilfe von Komplexonen», AG vormals B. Siegfried, Zofingen.
[7]) *W. Roman*, Biochem. Ztschr. **219**, 218 (1930), zitiert nach Handbuch der Lebensmittelchemie Bd. IV, S. 719.
[8]) *H. Hadorn* und *R. Jungkunz*, diese Mitt. **44**, 333 (1953).
[9]) *von Lorenz*, siehe Schweiz. Lebensmittelbuch, 4. Aufl., S. 132 (1937).
[10]) *J. Koch* und *G. Bretthauer*, Ztschr. analyt. Chem. **132**, 346 (1951).
[11]) vgl. Schweiz. Lebensmittelbuch, 4. Aufl., S. 373 (1937).
[12]) *H. C. Jones*, Amer. Chem. Journ. **17**, 539, zitiert nach *Treadwell* Bd. II.
[13]) *O. Reichard*, Deutsche Lebensmittelrundschau **51**, 218 (1955).