



## Natriumgehalte von Apfelsäften aus Äpfeln meeresnaher Anbaugelände

H.J. Bielg und J. Hofsommer, Institut für Lebensmitteltechnologie der TU Berlin  
K. Millies und K. Wucherpfennig, Institut für Weinchemie und Getränkeforschung, Geisenheim

Die in dieser Arbeit mitgeteilten Ergebnisse wurden in den beiden Instituten unabhängig voneinander in den Jahren 1978-1980 erhalten.

### Einleitung

Den Natriumgehalten von Säften und Weinen kommt in Zusammenhang mit der Beurteilung ihrer Naturbelassenheit eine besondere Rolle zu. Im allgemeinen findet man in pflanzlichen Produkten und insbesondere in Fruchtsäften sehr geringe Na-Gehalte; als Maximalwert wird im allgemeinen 30 mg/l angegeben. Eine Ausnahme bilden Traubensäfte aus meeresnahen Standorten, die erheblich höhere Na-Gehalte aufweisen können (1,2). Häufig wird der Grund für erhöhte Na-Gehalte in der Abgabe dieses Elementes von Kellerbehandlungsmitteln gesehen. In Betracht kommt in diesem Zusammenhang das Bentonit, dessen abgabefähiger Na-Gehalt durch das Weingesetz limitiert ist; eine signifikante Erhöhung des Na-Gehaltes durch Bentonitbehandlung konnte von uns bisher in keinem Falle beobachtet werden. Bei Weinen könnte der Einsatz des gesetzlich zugelassenen Natriumsulfites zu erhöhten Na-Werten führen. Anders liegen die Verhältnisse bei Anwendung einiger flüssiger

pektolytischer Enzympräparate, die mit Kochsalz mikrobiologisch stabilisiert wurden. In diesem Falle ist mit einer deutlichen Erhöhung des Na-Gehaltes zu rechnen (3). Eine Bewertung dieser Präparate aus lebensmittelrechtlicher Sicht soll hier nicht gegeben werden. — In jüngster Zeit wurden häufig erhöhte Na-Gehalte in verschiedenen Früchten und Verarbeitungsprodukten beobachtet, die nicht durch erlaubte Behandlung oder unerlaubte Manipulationen erklärbar waren. Insbesondere müssen hier folgende Erzeugnisse genannt werden: Ananas und Ananassaft aus Hawaii, Äpfel und Apfelsaftprodukte aus Norddeutschland, Italien und Irland.

Im folgenden wird versucht, die Verhältnisse bezüglich der Na-Gehalte von Äpfeln und deren Verarbeitungsprodukten aus dem norddeutschen Küstengebiet vergleichend zu beschreiben und eine Erklärung für deren deutlich erhöhte Gehalte zu geben.

### Untersuchungsmaterial — Untersuchungsmethoden

Bei allen selbstgepreßten Säften wurde selbst entnommenes sortenreines Obst verarbeitet. Die Verarbeitung geschah grundsätzlich in einer auf technische Maßstäbe übertragbaren Weise. Die Zerkleinerung erfolgte mit einer Rätzmühle und die Pres-



sung bei größeren zur Verfügung stehenden Mengen an Äpfeln (ca. 20 kg) mit einer Packpresse, bei geringeren Mengen mit kleinen Pilotpressen. Außer Mahlen und Pressen erfolgte keine zusätzliche Behandlung; es unterblieben auch Zusätze jeglicher Art.

Die ungarischen Äpfel wurden in Einzelmengen von 20 kg per Luftfracht angeliefert und von uns ebenfalls ohne sonstige Hilfsmittel zu Saft verarbeitet.

Die Ermittlung der Natrium- und Chloridgehalte wurde direkt im Saft mit Hilfe der Atomabsorptions- oder Flammenemissionspektroskopie und nach IFU-Vorschrift Nr. 37 vorgenommen.

**Ergebnisse und Diskussion**

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die Na-Gehalte einiger Handelsprodukte.

Tab. 1: Natriumgehalte von Apfelsäften des Handels (mg/l)

Probennummer	Hersteller				
	I	II	III	IV	V
a) im Jahr 1979					
1	4	7	3	25	40
2	4	8	4	36	31
3	4	8	4	30	33
4	5	8	3	26	43
5	5	8	4	30	27
b) im Jahr 1980 <sup>a)</sup>					
1	5	4	2	20	36
2	4	4	2	20	36
3	4	3	2	45	38
4	4	3	2	44	36
5	4	3	2	20	34

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Na-Gehalt einiger selbstgekaufter Apfelsäfte des Handels. Man erkennt zweifelsfrei recht beachtliche Unterschiede im Natriumgehalt dieser Produkte. Eine Aussage über die Naturbelassenheit kann hier natürlich nicht gemacht werden.

Um eine Erklärung für die erhöhten Na-Gehalte zu finden, wurden die Natriumgehalte von selbstgepreßten Äpfeln aus dem "Alten Land" bestimmt.

Tab. 2: Natriumgehalte von selbstgepreßten sortenreinen Äpfeln aus dem "Alten Land"

Apfelsorte	Na-Gehalt* (mg/l)		Anzahl der Proben
	min.	max.	
Glocken	34	94	27
Holsteiner Cox	61	87	8
Ingrid Marie	49	62	18
Gloster	33	59	27
Laxton	22	92	19
Boskop	30	74	19
Golden Delicious	25	74	14
Horneburger	41	63	9
Finkenwerder	41	122	14

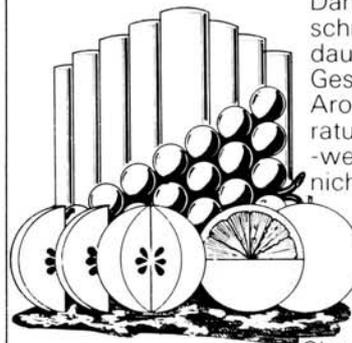
\* Die Werte wurden auf ein Dichteverhältnis von 1,045 bezogen, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen.

Diese Tabelle teilt die Na-Gehalte von Apfelsäften aus neuen sortenreinen Apfelproben des Jahrgangs 1980 aus dem "Alten Land" mit. Die Tabelle enthält nur Angaben über die Mindest- und Höchstgehalte, die festgestellt wurden. Mittelwerte werden nicht angegeben, da keine signifikante Häufigkeit beobachtet wurde; vielmehr streuen die Werte gleichmäßig zwischen den beiden Grenzwerten. Eine Erklärung für diese Schwankungsbreite kann nicht leicht gegeben werden; vielleicht ist sie darin zu sehen, daß die untersuchten Apfelproben aus Bereichen unterschiedlicher Entfernung von der Elbe stammten. Eine exakte Zuordnung der Proben zu den engeren Anbaugebieten (Außendeich-, Innendeich-, Geestgebiet) wurde nicht vorgenommen. Vielleicht ist aber gerade hierin eine Ursache für diese Erscheinung zu suchen, wie später noch erläutert wird.

# SCHWELM Tanks mit Email - 7701

Wer mit Sorgfalt auswählt und seit Generationen Rezepte bei der Früchteverarbeitung streng befolgt, geht bei der Lagerung erst recht kein Risiko ein.

Glasemaillierte Stahl-tanks mit superglatter, homogener Oberfläche bedeuten: Einfache, aber wirkungsvolle Möglichkeiten der Reinigung und der Sterilhaltung mittels Dampf, überdurchschnittlich lange Lebensdauer. Geschmacksneutralität, Aromadichte, Temperaturbeständigkeit und -wechselresistenz sind nicht weniger wichtig.



Glasemail ist physiologisch und toxikologisch unbedenklich und entspricht selbstverständlich allen gesetzlichen Vorschriften (Bundesgesundheitsblatt und Lebensmittelgesetz).

SCHWELM-Email 7701, ein der Stahloberfläche aufgeschmolzener, glasähnlicher Beschichtungstoff auf Silikatbasis, speziell für die Früchteverwertung entwickelt. Behälterprüfung auf Porenfreiheit mittels Hochspannung.

SCHWELM-Email 7701: DER GLASBEHÄLTER IM STAHLMANTEL.

**Schwelmer Eisenwerk**  
Müller & Co GmbH  
Loher Straße 1  
5830 Schwelm  
Telefon (02125) 199-1  
Telex: 8591 951





In den beiden folgenden Tabellen werden die Na-Werte von selbsthergestellten Apfelsäften der Jahrgänge 1975 (5) und 1980 mitgeteilt.

**Tab. 3: Natriumgehalte von selbstgepreßten Apfelsäften aus sortenreinen Äpfeln — Ernte 1979**

Apfelsorte	Na-Gehalt (mg/l), berechnet auf 1,0450
Granny Smith	30
Klarapfel	38
James Grieve	26
Melba	37
Ahastraha	32
Schöner aus Bart	35
Horneburger	30
Stark Erliet	32
Jacob Lebel	15
Fettäpfel	9
Jamba	26
Tydemanns Roter Wachester	27
Krautsander Boiken	32
Goldparmäne	32
Biesterfelder Renetten	29
Ingrid Marie	39
Cox Orange	27
Glockenäpfel	21
Holsteiner Cox	20
Golden Delicious	17
Boskop	17
Finkenwerder	49
Altländer Pfannkuchen	27

**Tab. 4: Na-Gehalte von ungarischen Apfelsäften des Jahrgangs 1980**

Sorte	Na-Gehalt mg/l			Probenzahl
	min.	max.	Mittelwert	
Starking	4	8	6,8	10
"Bauernäpfel"	5	7	6,0	4
Staymared	4	7	5,0	10
Jonathan	4	7	5,5	10
Golden Delicious	5	12	5,8	10

Die beiden Tabellen zeigen sehr deutlich, daß die Na-Gehalte der Äpfel in engem Zusammenhang zur Meeresnähe des Anbaugesbietes stehen. Die ungarischen Äpfel, bei denen kein Meereseinfluß vorhanden ist, liefern daher Na-arme Säfte. In Zusammenhang mit den in Tabelle 1 wiedergegebenen Ergebnissen kann man folgern, daß die Hersteller IV und V Produkte aus küstennahen Anbaugesbietes verarbeitet haben. Entsprechende Rückfragen haben dies bestätigt.

Weitere Untersuchungen sollten Aussagen über Verteilung des Natriums und Chlorids in der Frucht ermöglichen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 5 und 6 zusammengefaßt.

**Tab. 5: Beeinflussung des Natrium- und Chloridgehaltes von Apfelsäften durch Waschen und Schälen der Rohware**

Apfelsorte	ungewaschen		gewaschen		geschält	
	Na mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	Cl mg/l
Boskoop	31	56	26	35	33	29
Gloster	43	43	35	25	34	25
Finkenwerder	48	26	42	28	53	29
Golden Delicious	25	28	27	26	27	28
Laxton	28	36	26	38	29	29
Glocken	70	54	43	40	61	44

gewaschen: mit bidestilliertem Wasser, 5 Min. Apfel/Wasser-Verhältnis 1:5, Raumtemperatur.  
geschält: ca. 5 mm per Hand.

Man könnte annehmen — und dies ist auch eine häufig vertretene Meinung —, daß in Meeresnähe gewachsene Früchte Säfte mit erhöhten Na-Gehalten liefern, weil sie mit Meeres-aerosolen in Berührung kommen, die nach Verdunstung des Wassers auf ihrer Oberfläche Natriumchlorid zurücklassen. Diese Vorstellung findet häufig ihren Niederschlag in der Praxis insofern, daß man bei der Beurteilung Na-reicher Traubensäfte eine Na-

**Tab. 6: Verteilung der Elemente Natrium und Chlorid über verschiedene Bereiche der Frucht**

	Natrium mg/l			Chlorid mg/l		
	Probe Nr.			Probe Nr.		
	1	2	3	1	2	3
<b>Sorte Glocken:</b>						
Saft aus ganzen Früchten	141	65	68	75	11	11
Saft aus Kerngehäusen	87	71	80	56	*	*
Saft aus Fruchtfleisch	68	70	63	43	16	13
Saft aus Schalen	83	62	42	60	2	*
<b>Sorte Gloster</b>						
Saft aus ganzen Früchten	54	48	58	51	47	55
Saft aus Kerngehäusen	56	47	52	45	32	34
Saft aus Fruchtfleisch	46	41	50	*	*	*
Saft aus Schalen	51	44	58	22	21	25
<b>Sorte Laxton</b>						
Saft aus ganzen Früchten	68				34	
Saft aus Kerngehäusen	74				37	
Saft aus Fruchtfleisch	52				*	
Saft aus Schalen	56				10	

\* nicht nachweisbar

Cl-Bilanz im Sinne des stöchiometrischen Verhältnisses der Elemente im Kochsalz aufstellt und bei Nichterfüllung dieses Verhältnisses eine Beanstandung ausspricht. Aus Tabelle 5 kann man eindeutig entnehmen, daß die erhöhten Na-Werte nicht auf eine Oberflächenkontamination zurückführbar sind, da weder der Waschprozeß noch das Schälen eine signifikante Abnahme bedingen. Desweiteren erkennt man auch, daß Na und Cl nicht in stöchiometrischen Verhältnissen vorliegen. Letztlich wird durch diese Ergebnisse auch die Möglichkeit widerlegt, erhöhte Na-Gehalte könnten durch das bei der Apfelverarbeitung im Kreislauf gefahrene Waschwasser infolge Salz-Anreicherung verursacht werden. Andererseits könnten annähernd stöchiometrische Na-Cl-Verhältnisse einen NaCl-Zusatz (Enzyme) anzeigen.

Zur Erläuterung der Tabelle 6 muß die Versuchsanstellung beschrieben werden: die Äpfel wurden durch Ausstechen mit einem Korkbohrer von ihrem Kerngehäuse befreit und anschließend geschält. Kerngehäuse, Fruchtfleisch und Schalen wurden anschließend getrennt entsaftet. Im Vergleich dazu wurden Äpfel der gleichen Charge ganz entsaftet. — Der analytische Vergleich bestätigt die schon zuvor angeführte Aussage, daß keine Oberflächenkontamination vorliegt. Vielmehr ist das Na über die ganze Frucht verteilt; eine Anreicherung im Schalenbereich liegt nicht vor. Das Na muß als auf irgendeine Weise von der Pflanze aufgenommen und im Rahmen des normalen Nährstofftransportes in die Frucht gelangt sein. Auch hier ergibt sich kein stöchiometrischer Zusammenhang zwischen Natrium und Chlorid. Wenn vorstehender Rückschluß richtig ist, müssen auch in anderen Pflanzenteilen in Abhängigkeit vom Standort unterschiedlich hohe Na-Konzentrationen vorhanden sein. Die Tabelle 7 teilt einige Ergebnisse dazu mit.

**Tab. 7: Natriumgehalte von Pflanzenteilen von Apfelbäumen aus dem Elbe-Gebiet und aus dem Taunus**

	mg Na/kg	
	Elbe	Taunus
Apfelblätter	203	118
Apfeltriebe (krautig)	193	118

Die Tabelle zeigt eindeutig eine Anreicherung des Natriumgehaltes in den übrigen Pflanzenteilen bei in Meeresnähe gewachsenen Apfelbäumen gegenüber den von inländischen Standorten. Die Zahlenwerte lassen vermuten, daß das Natrium aufgenommen und in der Pflanze transportiert wird, da in den Stengeln praktisch die gleichen Werte gefunden werden wie in den Blättern, obwohl die Oberflächen von beiden Organen erheblich verschieden sind.



### Pflanzenphysiologische Zusammenhänge

Obgleich das Natrium einen erstaunlich hohen Anteil am Aufbau der Erdrinde hat (ca. 3,8%) und teilweise konzentrationsmäßig das Kalium in den Kulturböden überwiegt, weisen höhere Pflanzen eine erstaunliche Fähigkeit auf, selektiv das Kalium aufzunehmen. Erstaunlich erscheint diese Beobachtung insbesondere auch im Hinblick auf die außerordentlich geringe chemische Unterschiedlichkeit dieser beiden Elemente. Es gibt unterschiedliche Modellvorstellungen für diese Differenzierung: Lowe und Mitarbeiter (6) postulieren eine Ionenpumpe, die eine ATPase sein soll. Nach dieser Vorstellung soll unter Verbrauch von ATP durch das osmotische Gefälle in die Zelle eingedringenes Natrium ausgeschieden und gleichzeitig Kalium aufgenommen werden. Nach anderen Vorstellungen soll die Pflanze durch Synthese und Ausscheidung von cyclischen Proteiden (7) zu dieser überraschenden Differenzierungsleistung befähigt sein. In Zusammenhang mit dieser Arbeit spielt es keine Rolle, welcher der jedenfalls energieaufwendigen Prozesse zur Selektionierung von Kalium und Natrium in der Wurzel führt. Aufgrund verschiedener Literaturangaben (8) ist zu vermuten, daß die in dieser Arbeit festgestellten hohen Na-Gehalte nicht über das Wurzelsystem in die Pflanze gelangt sind. Ein besseres Modell bietet sich in der sogenannten "Blattdüngung" an. Darunter versteht man die Aufnahme von Nährstoffen über oberirdische Pflanzenteile. Solche Vorgänge spielen in der Pflanzenernährung eine durchaus erhebliche Rolle. Die Kenntnis der Natriumkonzentrationen der Luft in Abhängigkeit von der Entfernung zur Küste könnten diese Vorstellung untermauern. Riehm und Quellmalz (9) haben folgende Na-Gehalte in der Luft an verschiedenen Orten bestimmt:

Westerland	18,5 mg/l
Schleswig	2,4 mg/l
Braunschweig	0,8 mg/l

Man erkennt die hohe Na-Konzentration der Luft in Meeresnähe und ihren deutlichen Abfall zum Landesinnern hin; eine Parallelität zu den von uns in den Äpfeln bestimmten Natriumwerten ist gut erkennbar. Aufgrund dieser Zusammenhänge kommen wir zu dem Schluß, daß Apfelbäume in Meeresnähe entsprechend dem höheren Natriumgehalt der Luft erheblich größere Mengen an Na aufnehmen als in vom Meer entfernten Gebieten und daß in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen und der Entfernung vom Meer große Konzentrationsschwankungen auftreten. Natrium und Chlorid folgen bei der Aufnahme und Speicherung vollkommen unterschiedlichen Gesetzmäßigkeiten, die nicht zu stöchiometrischen Verhältnissen führen. Chloridwerte über 50 mg/l wurden selten beobachtet; durchweg liegen die Na-Werte höher als die Cl-Werte.

### Schlußbetrachtung

Die mitgeteilten Ergebnisse zeigen, daß der in den RSK-Werten angegebene maximale Na-Gehalt von 30 mg/l nur aufrechtzuerhalten ist, wenn die Herkunft des Kelterobstes bekannt und ein küstennahes Anbaugesamt auszuschließen ist. Ein erhöhter Na-Gehalt kann also bei Apfelsäften aus Früchten des meeresnahen Anbaugesamtes auftreten. Weiterhin wird deutlich, daß eine stöchiometrische Na-Cl-Relation ein brauchbares Beurteilungskriterium für einen NaCl-Zusatz (manche Enzympräparate) ist. Beide Elemente folgen im Apfelbaum unterschiedlichen Gesetzmäßigkeiten bei der Aufnahme, dem Transport und der Speicherung. Die Vorstellung von einer oberflächlichen Kontamination in abwaschbarer oder durch Schalen entfernbare Form wird widerlegt.

### R é s u m é

Les résultats de l'analyse démontrent que la teneur maximale en sodium (30 mg/l) — déterminée dans les "RSK-Werte" (standards et limites de tolérance des indices spécifiques) — peut seulement être maintenue, si l'origine des fruits est connue et si les fruits n'ont pas été cultivé près de la mer. Ainsi, un jus de pomme — produit des fruits qui ont été cultivés près de la mer — peut avoir une teneur élevée en sodium. De plus, on a constaté — qu'à l'aide d'une relation stochiométrique entre Na et Cl on peut détecter une addition éventuelle de NaCl (quelques préparations enzymatiques). L'absorption, le transport et le dépôt des deux éléments à l'intérieur du pommier se passent différemment. L'idée d'une contamination superficielle, qui peut être éliminée en lavant ou pelant les fruits, est réfutée.

### Literatur

1. Wucherpfennig, K., Bielig, H.J., Faethe, W., Koch, J. und Wallrauch, S.: Richtwerte und Schwankungsbreiten bestimmter Kennzahlen für Apfelsaft, Traubensaft und Orangensaft. Die industrielle Obst- und Gemüseverwertung 62, 1977, 209-219
2. Wucherpfennig, K., Faethe, W., Koch, J., Roth, A. und Wallrauch, S.: Richtwerte und Schwankungsbreiten bestimmter Kennzahlen für Säfte und Nektare (Süßmoste) aus schwarzen Johannisbeeren und Sauerkirschen. Die industrielle Obst- und Gemüseverwertung 63, 1978, 81-87
3. Chen Hsueh-err, Keding, K. und Otto, K.: Zur Beurteilung des Gehaltes von Natrium in Fruchtsäften. Flüssiges Obst 3, 1979, 82-83
4. Oei, I.: Schwankungsbreiten des Citronensäure- und Natriumgehaltes von Apfelsäften und mögliche Einflußgrößen. Diplomarbeit am Institut für Lebensmitteltechnologie — Frucht- und Gemüse-technologie — TU Berlin 1980
5. Jäger, R.: Veränderung des Säure- und Mineralstoffgehaltes bei verschiedenen Prozeßschritten zur Herstellung von Fruchtsäften. Diplomarbeit am Institut für Lebensmitteltechnologie — Frucht- und Gemüse-technologie — TU Berlin 1980
6. Lowe: Enzyme mechanism for the active transport of sodium and potassium ions in animal cells. Nature 219, 1968, 9345
7. Müller und Rudin: Development of K-Na discrimination in experimental bimolecular lipid membranes by macrocyclic antibiotics. Biochem. and biophys. Res. Comm. 26, 1967, 398
8. Mengel, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Fischer Verlag, Stuttgart 1972
9. Riehm und Quellmalz: Die Bestimmung der Pflanzennährstoffe im Regenwasser und in der Luft und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft. 100 Jahre Staatliche landwirtschaftliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Augustenburg 1959, S. 171



Perfekte Desinfektion  
bei der  
Getränke-Herstellung

Henkel