

Titel: Osmolalität funktioneller Getränke
Osmolality of Functional Drinks

Autor: Univ.-Ass Dipl.-Ing. Dr. Klaus Dürrschmid

Adresse: Institut für Lebensmitteltechnologie, Fachbereich Qualitätsmanagement

Universität für Bodenkultur Wien

Muthgasse 18, 1190 Wien

Tel.: +43-1-36006-6295

Fax: +43-1-36006-6293

email: klaus.duerrschmid@mail.boku.ac.at

Schlüsselwörter: Osmolalität, osmotischer Druck, funktionelle Getränke, alkoholfreie Getränke

Key words: Osmolality, osmotic pressure, functional drinks, soft drinks

Zusammenfassung

Es werden die Konzepte funktioneller Getränke im allgemeinen und von Sportgetränken im besonderen sowie die Begriffe „Osmolalität“, „Osmolarität“ und „osmotischer Druck“ diskutiert. 156 im österreichischen Handel befindliche, alkoholfreie Getränke wurden mithilfe eines Gefrierpunktsmometers hinsichtlich Osmolalität untersucht. Es zeigte sich, daß die Osmolalität im wesentlichen durch den Kohlenhydratgehalt des Getränks gesteuert wird, und daß ausschließlich für Getränke mit klar erkennbarer Funktionalität wie Sport-, Wellness-, Gesundheits- oder Energy Drinks ein hoher Preis verlangt wird.

Abstract

The concepts of functional drinks in general and sports drinks in special are discussed as well as the terms „osmolality“, „osmolarity“ and „osmotic pressure“. The osmolality of 156 non-alcoholic drinks of the austrian soft-drink-market has been measured with the means of a freeze-point-osmometer. It appeared, that the osmolality of a drink is primarily controlled by its content of carbohydrates and that only for a drink with a clearly discernible functionality like sports-, wellness-, energy drinks or nutraceuticals a high prize is asked.

1. Einleitung

1.1 Marktsituation für funktionelle Getränke

Der Getränkeverbrauch in den europäischen Industrieländern scheint an eine Sättigungsgrenze angelangt [14,22,32]. Es gibt bei intensivem Verdrängungswettbewerb nur mehr Verschiebungen innerhalb des Getränkemarktes [1,2,7], wobei der Markt für alkoholfreie Getränke in eine Vielzahl mehr oder weniger präzise definierter Anwendungsgebiete segmentiert wird. Dafür werden vom Marketing spezifische Funktionsprofile für alkoholfreie Getränke entwickelt sowie Methoden, diese Funktionen für den Konsumenten wahrnehmbar und nachvollziehbar zu machen. So gibt es heute Getränke für den Sport-, den Entspannungs- oder Wellness-Bereich, Getränke zur Leistungssteigerung, zur Förderung der körperlichen, psychischen oder geistigen Fitness, spezielle Sex-Drinks und Getränke für den Freizeitbereich, die ausschließlich als Projektionsfläche für ein „Spaßgefühl“ dienen [15,20]. Es gibt Getränke speziell für Babys, für Kinder, Diabetiker, Senioren [4] und Getränke für Personen, die ihr Körpergewicht verringern [29] oder ihren Blutalkoholspiegel rasch senken wollen. All diese Getränke sprechen über stark differenzierte Vertriebswege (Fitnesscenter, Sportgeschäfte, Tankstellen, Versandhandel, Internet etc.) unterschiedlichste Konsumentengruppen an und sind mitunter sehr komplexe Produkte, die wie z.B. Bio-Produkte auch als Ausdrucksmittel kultureller, ideologischer Werte und Ordnungsmuster betrachtet werden können [25]. Die Angebotspalette ist unglaublich breit aufgefächert und der Markt für funktionelle Getränke boomt nach wie vor [1,16,19,37]. So belegte Österreich in der europäischen Pro-Kopf-Verbrauchsstatistik bereits 1994 mit 2,7 l vor Deutschland mit 1,9 l den ersten Rang in der Gruppe der Energy Drinks bei einem europäischen Durchschnitt von 0,9 l [2].

Häufig werden funktionelle Getränke, die nicht so wie Functional Foods [15,20] immer einen gesundheitsfördernden Aspekt aufweisen, nach tatsächlichem, erwartetem oder versprochenem Konsumentennutzen in folgende 4 Produktgruppen eingeteilt [35]: Sport Drinks, Energy Drinks, Wellness Drinks und Nutraceuticals oder Gesundheitsgetränke. Sport Drinks sollen die bei sportlichen Aktivitäten auftretenden Verluste ersetzen, Energy Drinks kurzfristig die Leistungsfähigkeit verbessern, Wellness Drinks das Wohlbefinden erhöhen und Nutraceuticals pro- und metaphylaktisch gegen Krankheiten wirken.

In vielen Fällen besteht diese Differenzierung des Funktionsprofils ausschließlich im Marketingkonzept und es können keine ernährungswissenschaftlich nachvollziehbaren Gründe genannt werden, warum die Zusammensetzung des einen Produkts besser für den beworbenen Anwendungszweck geeignet ist, als diejenige des anderen [35]. Als Gipfelpunkt einer von vielen Lebensmittelexperten als irrational

bewerteten Entwicklung kann gelten, daß für manche Produkte das Image einer drogenähnlichen Wirkung aufgebaut wird [2]. Die Funktionalität diverser alkoholfreier Getränke, vor allem der Sportgetränke, wird unter anderem mit ihrer Osmolalität („isotonisch“, „isotonic“, „Iso“-Getränke) beworben und auf diese soll in der vorliegenden Arbeit näher eingegangen werden.

1.2 Definition von Osmolalität und osmotischem Druck

Die Osmolalität \hat{m} (gr. $\omega\sigma\mu\omicron\zeta$: Stoß, Schub) wird definiert als diejenige Menge an osmotisch aktiven Substanzen in Mol, die in einem Kilogramm reinem Lösungsmittel gelöst ist.

$$\text{Osmolalität } \hat{m} = \phi_m \cdot n \cdot C \quad [\text{mol/kg}]$$

ϕ_m osmotischer Koeffizient, der das Ausmaß der molekularen Dissoziation berücksichtigt
 n Anzahl der Partikel, in die ein Molekül dissoziieren kann
 C molale Konzentration der Lösung in mol gelöste Substanz pro Kilogramm reines Lösungsmittel

Obwohl die IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) seit 1984 als Einheit der Osmolalität Mol/kg empfiehlt [23], wird bis heute die Einheit Osmol/kg verwendet. Ohne Berücksichtigung von osmotischen Koeffizienten gilt idealerweise: 1 Mol Glukose in 1 Kilogramm reinem Lösungsmittel weist eine Osmolalität von 1 osmol/kg bzw. 1 mol/kg auf, 1 mol/kg Natriumchlorid ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) 2 osmol/kg bzw. 2 mol/kg [36,38]. In der vorliegenden Arbeit wird als Einheit der Osmolalität Mol/kg verwendet.

Die Osmolarität oder auch osmotische Konzentration \hat{c} ist im Gegensatz zur Osmolalität diejenige Menge an osmotisch aktiven Substanzen in Mol, die in einem *Liter* reinem Lösungsmittel gelöst ist. Der Begriff der Osmolarität wird in der Osmometrie nicht verwendet, weil das Wasservolumen temperaturabhängig ist.

Werden Substanzen in reinem Wasser gelöst, so steigt der osmotische Druck, es erhöht sich die Siedepunkttemperatur und es sinken Wasserdampfdruck sowie Temperatur des Gefrierpunkts. Diese Erscheinungen werden alle vom chemischen Potential bzw. der Aktivität von Wasser in wässrigen Lösungen bestimmt, man bezeichnet sie als die kolligativen Eigenschaften. Die Beziehung zwischen der Wasseraktivität a_w und der Osmolalität \hat{m} in idealen, wässrigen Lösungen ist definiert als der Quotient des negativen natürlichen Logarithmus der Aktivität von Wasser und der molaren Masse von Wasser ($M_{\text{H}_2\text{O}} \approx 0,018 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$) [20,24]:

$$\hat{m} = \frac{(-\ln a_w)}{M_{H_2O}}$$

Der Osmotische Druck Π ausreichend verdünnter Lösungen ist gemäß der kinetischen Gastheorie:

$$\text{Osmotischer Druck } \Pi = n \cdot R \cdot T / V$$

n Stoffmenge in Mol der gelösten Substanz
 R Gaskonstante
 T abs. Temperatur in Kelvin
 V Volumen der Lösung in Liter

Da $n = m/M_r$, ermöglicht diese Gleichung die Bestimmung von Molmassen durch die Osmometrie ($m =$ Masse der gelösten Substanz, $M_r =$ Molekulargewicht). Bei gleicher Temperatur und gleicher Konzentration ergibt sich der osmotische Druck als umgekehrt proportional dem Molekulargewicht $\Pi = c \cdot R \cdot T / M_r$. Für die Berechnung des osmotischen Drucks von Makromolekülen und starken Elektrolyten, die in der Lösung der elektrolytischen Dissoziation unterliegen, ist der osmotische Koeffizient ϕ_m erforderlich. Er ist durch unvollständige Dissoziation, Ionen-Anziehung etc. verursacht und errechnet sich als $\phi_m = \Pi_{\text{real}} / \Pi_{\text{ideal}}$. Idealerweise erreicht der osmotische Druck eines Nichtelektrolyten 1.013 bar, wenn 1 Mol bei 0°C in 22.4 l Wasser aufgelöst sind. Blutplasma hat bei 37°C einen osmotischen Druck von 7.55 bar, die dazugehörige Osmolalität \hat{m} beträgt 300 mmol/kg.

1.3 Bedeutung der Osmolalität

Die Osmolalität ist ein Maß für die Anzahl osmotisch aktiver Teilchen in einer Lösung. Der osmotische Druck kommt dadurch zustande, daß Wasser aus Lösungen niedriger Konzentration durch semipermeable Zellmembranen in diejenigen Zellen diffundiert, in denen höher konzentrierte Lösungen vorliegen und somit deren Innendruck erhöht. Durch Ausscheiden von mehr oder weniger Wasser versucht der Körper eine konstante Osmolalität aufrecht zu erhalten. Die Einstellung des osmotischen Drucks im Körper, die Osmoregulation, erfolgt nach Messung des osmotischen Drucks mittels Osmorezeptoren im Zentralnervensystem vor allem durch die Niere und wird durch ein Peptid, das ADH (antidiuretisches Hormon) gesteuert [3,5,21,24].

Die Osmose ist physiologisch von großer Bedeutung unter anderem für die Homöostase des Wasser- und Elektrolythaushalts, den Stofftransport, die Viskosität des Bluts und die Regulation des Volumens verschiedener Flüssigkeitskompartimente im Körper. Daher spielt die Osmolalität in der Beurteilung diätetischer Erzeugnisse, von Erzeugnissen für die klinische Ernährung und in der Medizin insgesamt

eine bedeutende Rolle. Da die Flüssigkeitsabsorption im Körper nur gegen einen Gradienten von maximal 40-50 mmol/kg erfolgen kann, ist es günstig, wenn die Osmolalität von Getränken einen Wert von 450 mmol/kg generell nicht überschreitet [3,6,8,10,11,30,33].

1.4 Sportgetränke

Das Österreichische Lebensmittelbuch besagt im Kapitel B26 Erfrischungsgetränke, Anhang 2 über Getränke und Getränkepulver mit Mineralsalzen: „Mineralstoffgetränke, welche als isotonisch bezeichnet werden, weisen eine Osmolalität von 290 mOsmol/kg \pm 15 % auf.“ Als hypotonisch gelten dem Codex entsprechend Getränke mit einer Osmolalität kleiner als 250 mOsmol/kg, und hypertoni-sche Getränke weisen eine Osmolalität größer als 340 mOsmol/kg auf [31].

Isotonische Getränke sollen eine möglichst rasche Rehydratation des Körpers während bzw. nach sportlicher Leistung gewährleisten, wobei isotonisch in diesem Zusammenhang isoton zu Körperflüs-sigkeiten wie Blutplasma, also einen Wert um 290-300 mmol/kg (isotonischer Punkt), bedeutet [6,8,11,26]. Darmsaft, Fruchtwasser, Galle, Kammerwasser des Auges, Gehirn- und Rückenmarks-flüssigkeit, Muttermilch, Bauchspeicheldrüsensaft, Tränen- und Synovialflüssigkeit sind zum Blut weit-gehend isoton, während Harn hyperton (maximal 1500 mmol/l) und Speichel sowie Schweiß hypoton sind [34].

Nach Brouns [8] sollte ein optimales Sportgetränk nicht hyperton sein (<340 mmol/kg) und die Kon-zentration an niedrigen Kohlenhydraten (Saccharose, Glukose) zwischen 3 und 8% liegen (200-400 mmol/kg). Oberhalb von 8% niedrige Kohlenhydrate nimmt die Wasserversorgung aufgrund langsa-merer Magenentleerung ab. Als Faustregel gibt Brouns an: Bei einer hohe Schweißrate sollte die Koh-lenhydratkonzentration im Getränk niedrig sein (3-8%), bei niedriger Schweißrate kann sie bis zu 15% betragen.

Kritiker der im Handel befindlichen isotonischen Sportgetränke argumentieren [3,30,36], es wäre günstiger, Sportgetränke isoton zu Schweiß, also hypoton zu Blutplasma und anderen Körperflüssig-keiten zu gestalten, weil so gewährleistet ist, daß dem Körper wässrige Lösungen nur in der Osmolali-tät zugeführt werden, wie sie durch das Schwitzen selbst verloren werden. Bei starkem Schwitzen kommt es zu einer Mineralstoffanreicherung im Blut, da anteilmäßig mehr Wasser als Salze (Natri-um, Chlorid, Kalium, Magnesium, Kalzium) verlorengehen. Diesen Flüssigkeitsverlust gilt es zu kom-pensieren, aber nicht durch konzentrierte, sondern durch weniger konzentrierte, hypotone Getränke,

wofür sich Fruchtsaft-Mineralwassermischungen viel besser eignen als die deklarierten Sportgetränke. Bei einem Wasserdefizit wird medizinisch eher natriumfreies Wasser empfohlen, da der Wasserausgleich nur bis zum isotonischen Punkt erfolgen kann. Durch isotonische Getränke werden die Nieren zusätzlich belastet, um die überschüssigen Mineralstoffe wieder auszuscheiden. Ein balanzierter Einsatz von Mineralstoffen ist wegen der individuellen Verbraucherbedürfnisse (Alter, Ernährungsgewohnheiten, Sportart, Trainingsstand, Konstitution usw.) außerhalb einer medizinischen Krankenhausversorgung nur bedingt möglich. Zudem kann als Kritik angemerkt werden, daß Sportgetränke und in weit stärkerem Ausmaß Energy Drinks mit ihrem hohen Kohlenhydratgehalt nicht unbeträchtlich zur weiteren Überversorgung der Bevölkerung mit zucker- und energiereichen Lebensmitteln beitragen können.

2. Ziel der Arbeit

In der vorliegenden Untersuchung sollten alkoholfreie Getränke aus dem österreichischen Handel hinsichtlich Osmolalität untersucht werden. Die Zusammenhänge zwischen Osmolalität und Kohlenhydratgehalt entsprechend der Produktkennzeichnung sowie zwischen Funktionalität und Preis des Produkts sollten untersucht werden.

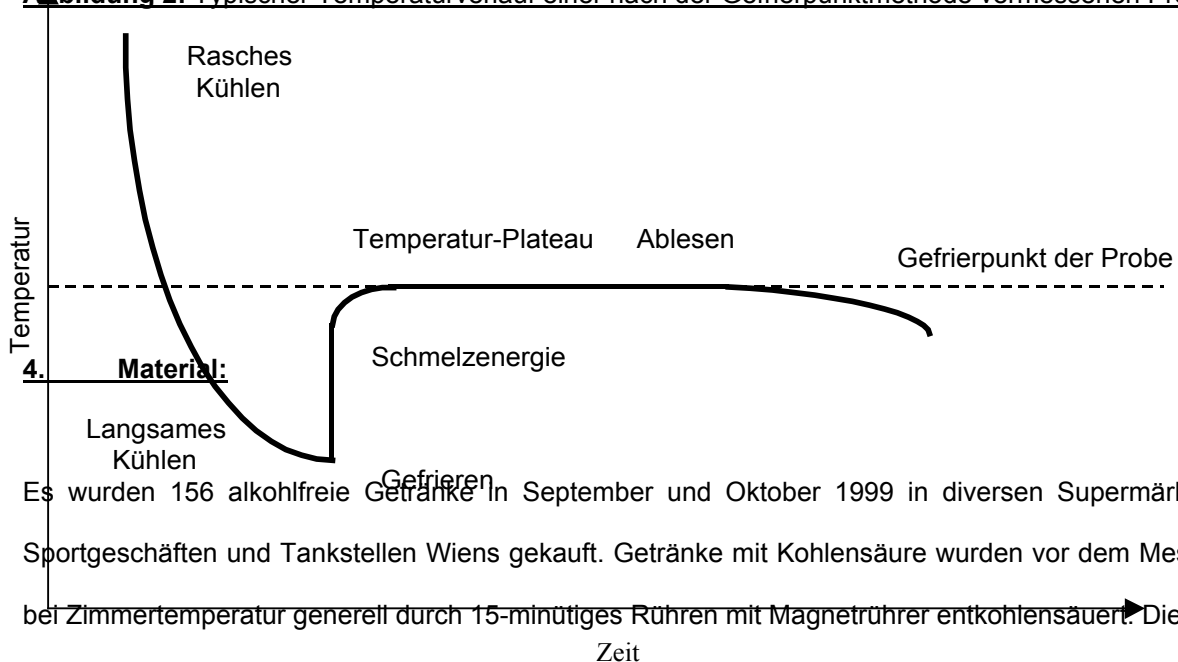
3. Meßmethode

Die Osmolalität als kolligative Eigenschaft kann mit Hilfe verschiedener Methoden gemessen werden. Die heute gebräuchlichste ist die Messung der Gefrierpunktserniedrigung und der Schluß auf die Osmolalität mithilfe der konstanten molalen Gefrierpunktserniedrigung. Die molale Gefrierpunktserniedrigung von 1 Mol (Avogadro'sche Konstante = $6,02 \times 10^{23}$ Teilchen pro Mol) vollständig gelöster Teilchen in Wasser beträgt idealerweise $1,855^\circ\text{C}$. Das heißt die Osmolalität errechnet sich aus der Gefrierpunktserniedrigung ΔT_{fus} durch Division mit der Konstante der molalen Gefrierpunktserniedrigung

$$K_{fus} (1,855 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}): \quad \hat{m} = \frac{\Delta T_{fus}}{K_{fus}}$$

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde das Gefrierpunktsmometer Fiske® Mark3 der Firma Fiske® Associates verwendet [18]. Eine kleine Probenmenge von 200-250 µl wird einige °C unter seinen Gefrierpunkt gekühlt und durch den mechanischen Impuls eines Rührwerks zum Frieren gebracht. Durch die dabei frei werdende Schmelzenergie steigt die Temperatur gegen ein Plateau, bei dem ein Flüssig-Fest-Gleichgewicht herrscht. Diese Gleichgewichtstemperatur ist per definitionem der Gefrierpunkt der Lösung und diese wird umgerechnet in die Dimension Osmolalität als Meßergebnis über ein eingebautes Display und einen Thermodrucker ausgegeben oder über eine RS232-Schnittstelle an einen Computer weitergeleitet. Abbildung 2 zeigt den typischen Temperaturverlauf einer vermessenen Probe. Vor dem Messen von Probelösungen wird das Gerät mit „Calibration-Standards“ der Firma Fiske® Associates bei 100 und 1500 mmol/kg für den unteren bzw. 1500 und 3000 mmol/kg für den oberen Meßbereich kalibriert und mit einem weiteren Standard („Accuref 290 near-serum osmolality reference solution“) von 290 mmol/kg überprüft. Diese Standards sind auf das NIST (National Institute of Standards and Technology) rückverfolgbar, es handelt sich dabei um stabilisierte Natriumchlorid-Standardlösungen bekannter Gefrierpunkte.

Abbildung 2: Typischer Temperaturverlauf einer nach der Gefrierpunktmethode vermessenen Probe



Es wurden 156 alkohlfreie Getränke in September und Oktober 1999 in diversen Supermärkten, Sportgeschäften und Tankstellen Wiens gekauft. Getränke mit Kohlensäure wurden vor dem Messen bei Zimmertemperatur generell durch 15-minütiges Rühren mit Magnetrührer entkohlsäuert. Die Liste der untersuchten Getränke ist in der Ergebnistabelle (Tabelle 2) enthalten.

5. Ergebnisse:

Tabelle 2: Daten und Meßergebnisse der hinsichtlich Osmolalität untersuchten Getränke:

Proben-	Probenbezeichnung	Kohlenhydrat-	Preis/l	Osmolalität
---------	-------------------	---------------	---------	-------------

code		gehalt [g/100g]		[mmol/kg]
1	Leitungswasser (Wien XIX)	0.0	0.018	3
2	evian	0.0	14.9	7
3	Fonte Guizza	0.0	2.6	8
4	Mix it	0.0	3.27	8
5	Gasteiner still	0.0	4.6	10
6	Vöslauer	0.0	4.6	12
7	Römerquelle still	0.0	3.93	13
8	Pepsi max	0.1	11.7	18
9	Pepsi light	0.1	11.7	18
10	Coca Cola Light	0.0	19.8	20
11	O2 WATER	0.0	59.6	25
12	Minaris mild	0.0	9.9	31
13	Römerquelle	0.0	3.93	32
14	Waldquelle	0.0	4.6	36
15	Almdudler light	0.4	11.9	51
16	Gröbi Trikit ACE	0.4	9.93	60
17	Vitcan	4.3	39.8	195
18	YO Fruchttiger	2.7	11.9	202
19	Procter&Gamble Punica Melon Tropic	2.9	16.9	225
20	Novartis Isostar long energy	15.1 (4.7)	25.8	234
21	Kanne-Brottrunk	0.1	29.9	236
22	Schlossgold Flasche	-	20.8	246
23	Binding Brauerei Clausthaler	-	23.8	249
24	Schlossgold Dose	-	17.8	250
25	Procter&Gamble Punica Orange Refresh	2.9	16.9	252
26	Ja natürlich Fencheltee mit Apfelsaft	3.6	64.5	254
27	Procter&Gamble Punica Cassis	3.3	16.9	255
28	Ottakringer Nullkommajosef	5.7	23.8	257
29	Tirol Milch Latella Naturtrüb	4.0	19.8	267
30	Rauch Grapefruit	4.0	12.9	268
31	Rauch Mehrfruchtsaft	3.8	12.9	277
32	Procter&Gamble Punica Grapefruit	4.1	16.9	278
33	Frischmilch	4.6	10	279
34	Kinderfrischmilch	4.6	13.8	279
35	Desserta Berghof Milch	4.6	10	280
36	Gröbi Iso	3.9	23.8	280
37	Pago SportIV Citrus	-	14.9	280
38	NÖM Vollmilch	4.6	11.9	280
39	NÖM Fasten Milch	4.8	15.8	283
40	Rauch Grüner Tee	4.5	16.9	286
41	Novartis Isostar fresh	6.9	47.6	289
42	Rauch Orangenektar light	4.9	11.9	301
43	Kaiser ISORadler	5.0	17.8	303
44	Procter&Gamble Punica Multivitaminsaft	4.6	16.9	320
45	Rauch Isotonic	6.4	17.8	324
46	Rauch Isotonic neu	6.4	17.8	327
47	Pago ACE Vit	6.9	14.9	328
48	Rauch Isotonic NEU	6.4	17.8	330
49	Gatorade Raspberry	6.0	33.8	331
50	Lipton Ice Tea Pfirsich	8.0	14.9	332
51	Gatorade Mandarine	6.0	33.8	335
52	Gatorade Citrus	6.0	33.8	335

53	Blumhofer Multivitaminnektar Diät	4.9	20.7	337
54	Apfelsaft+Trinkwasser(1:1)	5.2	4.5	339
55	Gatorade Apple	6.0	33.8	340
56	Apfelsaft+Trinkwasser(1:1)	5.2	4.5	346
57	Intercross Traubisoda	-	11.9	353
58	Perlinger Rote Beete Saft	11.0	55.8	353
59	Ellersdorfer Trinkbärli Himbeere	-	23.7	357
60	Schweppes Energade Gusto	6.6	15.9	358
61	Pago Multivit 10	5.0	23.87	360
62	Ellersdorfer Trinkbärli Apfel	-	23.7	361
63	Nescafe White Ice	-	55.6	371
64	NÖM Acidophilus Milch	3.9	13.8	372
65	Perlinger Holundernektar	5.6	55.8	375
66	Cappy Apfel gspritzt	-	19.8	382
67	Hipp Karottensaft	6.6	39.8	385
68	NÖM Buttermilch	4.0	11.8	396
69	Danone Latella Multivitamin	5.4	19.8	405
70	Ja natürlich Sauermilch	4.0	19.8	411
71	Rauch Happy day Tomatensaft	3.5	15.9	413
72	Africola Teddy Cola	-	9.8	416
73	Rauch Happy day Karottensaft	5.8	19.8	426
74	Rauch Apfelsaft gspritzt	6.8	13.9	428
75	NÖM Fasten Joghurt	4.7	29.5	443
76	Kosterquell Dreh und Trink Apfel	-	24.5	444
77	Biotta Selleriesaft	4.7	69.8	447
78	Rauch Johannisbeersaft gespritzt	-	15.8	450
79	Pfanner Apfelschorle gspritzt	6.4	13.9	456
80	YO Obi gspritzt	5.8	7.45	457
81	Tirol Milch Latella Pfirsicheistee	10.0	19.8	465
82	NÖM Kakaomilch mager	9.3	15.8	470
83	Jacobs Ice presso	-	64.5	478
84	Fanta Lemon	-	17.8	483
85	Perlinger Zitronensaftkonzentrat	-	87.3	486
86	Rauch Trink Frühstück	8.0	29.2	496
87	Rauch Orange Karotte	8.8	12.9	507
88	Almdudler	-	12.45	528
89	Pepsi star wars	-	11.7	532
90	Frucade ACE	10.0	19.8	541
91	Lizu Trading Flash	9.9	76	542
92	Schneekoppe Karottensaft	8.0	59.8	544
93	Coca Cola	-	9.9	554
94	Schweppes Ginger Ale	-	9.9	558
95	Green life	-	44.7	559
96	Rauch happy day Grapefruit	9.1	14.9	558
97	Rauch happy day Gemüsesaft	3.5	19.8	560
98	West Canning Grüner Tee	-	9.9	563
99	Spar Natur PUR Gemüse Mix	6.0	34.9	566
100	Rauch Orangen-Marillennektar	11.1	13.9	569
101	Biotta Breuss Bio Gemüsesaft	8.3	69.8	575
102	Sunkist Orange Pfirsich	9.5	24	590
103	Fanta	-	17.8	594
104	Stock Vital Kombucha	8.5	49.9	602
105	Hipp Aprikosentrank	13.3	39.8	604

106	Schweppes Indian Tonic	-	9.9	607
107	Tirol Milch Latella Mango	10.0	9.9	611
108	Kosterquell Dreh und Trink Orange	-	24.5	612
109	Rauch happy day Orange	9.6	14.9	613
110	Schweppes Schizan	-	9.9	616
111	Rauch happy day Ananas	11.0	18.9	616
112	Red Bull Dose	11.3	67.6	618
113	YO Hohes C mit Calcium	9.0	23.87	618
114	YO Roter Multivitaminnektar	10.9	11.9	623
115	YO Hohes C	9.0	23.87	628
116	Radlberger Citro	-	6.6	638
117	Pago Erdbeercocktail	13.0	49.5	637
118	Pfanner Orangensaft	8.3	12.9	640
119	Pago Multivitaminsaft rot	11.4	23.7	646
120	Cappy Apelnektar		9.9	659
121	Biotta Vollkorntunk	13.8	69.8	688
122	Hollinger Steirischer Apfelsaft Naturtrüb	11.8	17.9	689
123	Pago Pfirsichnektar	14.8	31.6	698
124	Red Bull (Flasche)	11.3	79.6	699
125	Löwenbräu Löwenmalz	-	19.8	701
126	Spitz GOAL Apfel	-	24	717
127	Pfanner Apfelsaft	10.3	9.9	721
128	Nestle LC-1 Orange	12.5	39.5	744
129	Delikatessa a la confetti Multivitaminnektar	13.2	9.9	757
130	Pago Multivitaminsaft	11.2	22.53	759
131	Rauch Happy day Johannisbeere	14.7	17.9	760
132	Pfanner Birnennektar	12.4	14.9	761
133	Merziger Orange+Co	12.0	24.5	763
134	Perlinger Sauerkrautsaft	1.2	55.8	781
135	YO Johannisbeersaft	12.5	16.9	788
136	Schneekoppe Sauerkrautsaft	1.5	59.8	791
137	Danone Actimel	-	49.8	792
138	Hipp Baby C Saft	12.5	39.8	793
139	Memphis Blue Power	11.0	100	818
140	Fill In Pure Energy	11.4	116	822
141	Fill In Dolly Buster	11.4	116	824
142	Pago Birnennektar	14.0	22.53	826
143	Delikatessa Full Speed	13.0	39.6	827
144	Asinto Flying Horse	12.0	59.6	832
145	Schweppes Bitter Lemon	-	9.9	842
146	Ja natürlich 5-Fruchtnektar mit Fruchtmark	10.2	64.5	864
147	Rauch BRAVO traubennektar	-	17.7	865
148	Pago Marillennektar	15.3	39.5	865
149	Perlinger Johannisbeernektar	8.1	55.8	887
150	Perlinger Kartoffelsaft	16.2	55.8	888
151	Santini Schluck	12.9	59.6	914
152	Osotspa Shark	15.0	59.6	924
153	Kühne Vitasur Apfelessig-Honig (trinkfertig)	13.0	39.9	948
154	Dark Dog	13.0	51.6	957
155	Biotta Vita 7	12.4	69.8	961
156	Kühne Vitasur Apfelessig-Pflaume (trinkfertig)	14.9	39.9	1042

Es wurden 156 alkoholfreie Getränke aus dem österreichischen Handelsangebot hinsichtlich Osmolalität untersucht. Zu den Getränken mit sehr niedrigem osmotischen Druck gehören die Mineralwässer und „Light“-Produkte von Coca Cola, Pepsi Cola und Almdudler. Sie weisen eine Osmolalität von 8 bis 36 mmol/kg auf. Sehr hypoton ist das Erfrischungsgetränk Gröbi Trikit ACE mit 60 mmol/kg. Hypoton sind auch noch das Kindergetränk Fruchttiger mit 202 mmol/kg und ein Sportgetränk namens Vitcan mit 195 mmol/kg.

Entsprechend dem Österreichischem Lebensmittelbuch zu der Gruppe isotonischer Getränke zwischen 250 und 340 mmol/kg gehören Milch, alkoholfreie Biere, viele Sportgetränke (Isostar, SportiV, ACE-Vit, Isotonic, ISO Radler), die Punica-Getränke und einige Wellness-Getränke wie Latella Naturtrüb, Rauch Grüner Tee oder Lipton Ice Tea Pfirsich.

Als hypertone einzustufen sind die meisten Fruchtsäfte (Apfel-, Orangen-, Grapefruit-, Johannisbeersaft), Multivitaminsäfte und Erfrischungsgetränke wie Coca-Cola oder Pepsi Cola. Selbst Produkte wie Obi-g'spritzt, also mit Wasser verdünnter Fruchtsaft, sind hypertone (457 mmol/kg). Mit 618 (Red Bull) bis zu 957 mmol/kg (Dark Dog) stark hypertone sind alle untersuchten Energydrinks (Shark, Schluck, Full Speed, Flying Horse, Blue Power, Flash), die Fruchtnektare mit 604 bis 865 mmol/kg (Johannisbeer, Birnen, Marillen, Trauben, Pfirsich, Erdbeer, Aprikosen etc.) und auch Ammenbiere wie das Löwenmalz mit 700 mmol/kg. Die Fruchtnektare haben relativ zu ihrer Osmolalität einen hohen Kohlenhydratgehalt, was durch höhermolekulare Kohlenhydrate wie z.B. Pektine oder Ballaststoffe, die alle keinen nennenswerten Beitrag zum osmotischen Druck leisten, erklärt werden kann. Gemüsesäfte und vergorene Säfte wie Apfelessig- und Sauerkraut-Getränke sind sehr hypertone durch große Mengen an diversen organischen Säuren und zugesetztem Natriumchlorid (550-1042 mmol/kg). Alle untersuchten Bio- und Naturprodukte zeichnen sich durch einen relativ niedrigen Kohlenhydratgehalt aus.

Aus Abbildung 1 wird ersichtlich, daß anhand der Osmolalität keine differenzierte Gruppenbildung innerhalb der untersuchten Getränke möglich ist. Nur Mineralwasser und Light-Getränke stellen eine deutlich abgegrenzte, stark hypotone Gruppe dar.

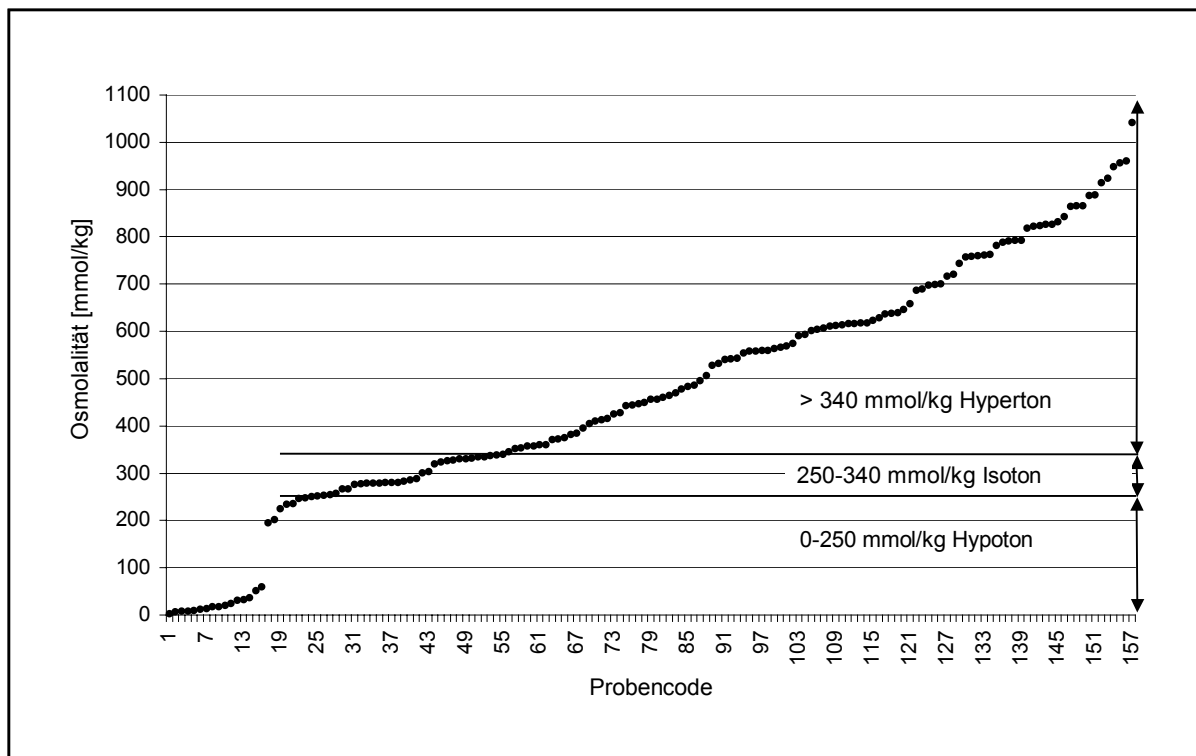


Abbildung 1: Osmolalität von 156 alkoholfreien Getränken

Bei Darstellung von Osmolalität und Kohlenhydratgehalt in einem x-y-Diagramm (Abbildung 2) wird ersichtlich, daß zwischen den beiden Parametern ein Zusammenhang besteht. Eine lineare Regressionsanalyse des Zusammenhangs bei den untersuchten Getränken unter Ausklammerung der Gemüse- und Bio-Produkte ergibt ein Bestimmtheitsmaß von 0.91, das heißt, daß 91 % der Variation der Osmolalität durch die Variation des Kohlenhydratgehalts erklärt werden können, mit anderen Worten, es wird die Osmolalität in diesen Getränken im wesentlichen durch den Zuckergehalt gesteuert.

Es ist in dieser Darstellung auch eine gewisse Gruppenbildung erkennbar. Neben der Gruppe (1) von stark hypotonen Getränken (Mineralwasser und Light-Produkte) läßt sich eine Gruppe (2) von isotoni-schen und Sport-Getränken, alkoholfreiem Bier, Tee, verdünnten Fruchtsäften, Milch- und Molkege-tränken erkennen. Ein isotonisches Getränk (Isostar long energy) zeichnet sich durch einen sehr ho-hen Maltodextringehalt aus, der aber keinen Beitrag zur Osmolalität leistet; es liegt daher stark abseits von der Gruppe der üblichen Sportgetränke. Fruchtsäfte, Energy-Drinks und Fruchtnektare bilden eine große Gruppe (3) mit hoher Osmolalität und hohem Kohlenhydratgehalt, wobei der Kohlenhydratge-halt der Fruchtnektare relativ höher ist, weil größere Mengen an hochmolekularen Kohlenhydraten wie z.B. Pektinstoffen in Lösung vorliegen.

Einige Gemüse- und Biosäfte liegen stark abseits von diesen Gruppen (Sauerkrautsaft, Brottrunk, Gemüse Mix z.B.). Sie weisen geringen Kohlenhydratgehalt auf und haben entweder durch Endprodukte von Gärungen oder durch Zusatz von Natriumchlorid eine relativ hohe Osmolalität.

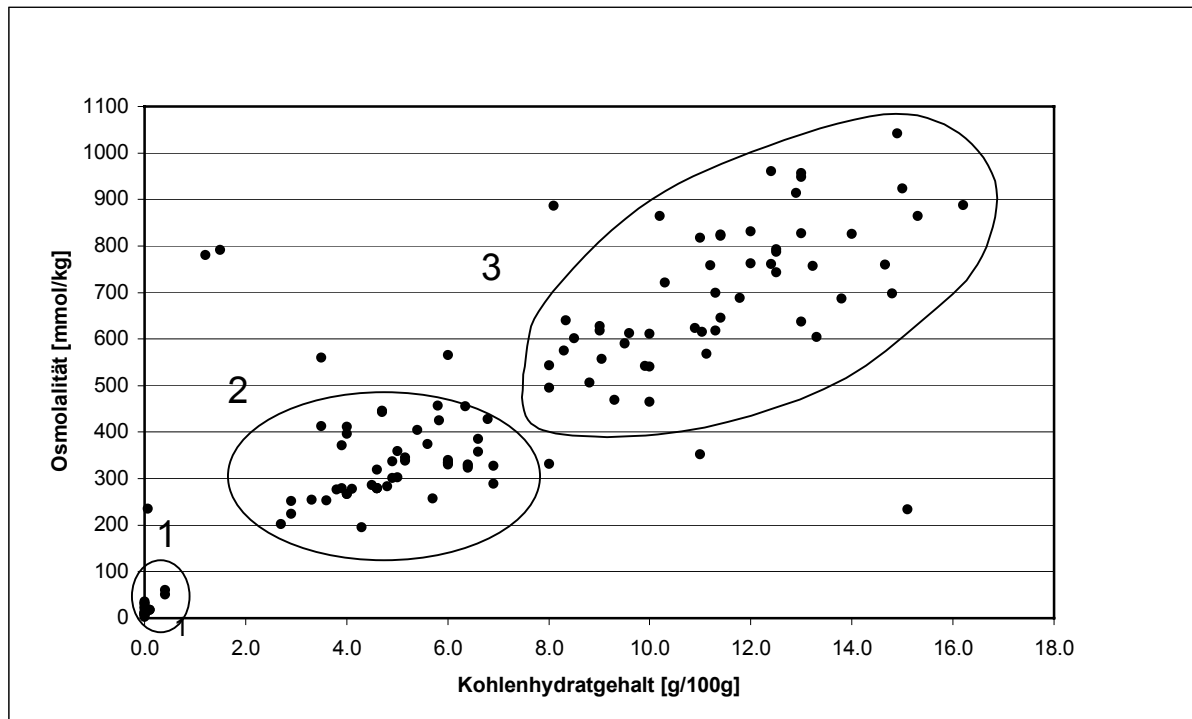


Abbildung 2: Abhängigkeit der Osmolalität vom Kohlenhydratgehalt bei alkoholfreien Getränken

Eine Reihung der untersuchten Getränke nach Größe des Merkmals Preis pro Liter zeigt, daß die 52 teuersten Getränke ausschließlich Produkte mit klar definierter Funktionalität sind. Es finden sich darunter alle untersuchten Energy Drinks, die Sex-Drinks, Sportgetränke wie Isostar, Vitcan und Gatorade, Getränke für Babys und Kleinkinder (ja natürlich und Hipp-Produkte), Gesundheits- und Wellness Drinks wie z.B. Kombucha, O2-Water, Gemüse- und Biosäfte, Fruchtnektare und probiotische Produkte (Actimell, LC1 oder Fasten-Joghurt). Am unteren Ende der Preis-Skala sind verschiedene Mineralwasser-Abfüllungen und unspezifische Erfrischungsgetränke wie z.B. Coca Cola, Pepsi Cola, Schweppes Bitter Lemon, Frucade oder Obi gespritzt zu finden.

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Messung der Osmolalität von 156 im österreichischen Handel befindlichen, alkoholfreien Getränken ergab eine Bandbreite von 3 mmol/kg für Leitungswasser bis zu 1042 mmol/kg bei einem Wellnessgetränk. Neben einer stark hypotonen Getränkegruppe bestehend aus Mineralwasser und verschiedenen Light-Varianten von Erfrischungsgetränken gibt es die Gruppe isotoner Getränke von 250 – 340 mmol/kg, die so heterogene Produkte wie Milch, Sportgetränke, alkoholfreies Bier, Molke- oder Tee-Getränke umfaßt. Als hyperton sind die untersuchten Fruchtsäfte (496-720 mmol/kg) und Erfrischungsgetränke wie Coca Cola oder Pepsi Cola einzustufen, während zu den stark hypertonen Getränken alle Energy Drinks (618-957 mmol/kg) und Fruchtnektare (604-865 mmol/kg) zu zählen sind. Die untersuchten Gemüsesäfte sind ebenso stark hyperton (550-800 mmol/kg) wie die Bio- und Gesundheitsprodukte, die zudem meist einen relativ niedrigen Kohlenhydratgehalt aufweisen.

Der Zusammenhang zwischen Kohlenhydratgehalt und Osmolalität der untersuchten Getränke unter Ausklammerung von Bio-Produkten zeigt, daß über 90% der Variation der Osmolalität durch die Variation des Kohlenhydratgehalts erklärt werden, mit anderen Worten, es wird die Osmolalität in diesen Getränken durch den Zuckergehalt gesteuert.

Eine Reihung nach dem Merkmal Preis pro Liter zeigt, daß die Produkte, die mittels eingangs erwähnter Marketingstrategien mit gut definiertem Anwendungszweck und klar erkennbarem Funktionsprofil versehen sind, einen hohen Preis erzielen.

6. Literatur

1. Anonym: Alkoholfrei ist in. Die Getränkeindustrie buhlt um Marktanteile. Zeitschrift für Lebensmittel-Technik- Marketing, Verpackung- und Analytik ZFL 49 (1998) Nr.11, 24-25.
2. Anonym: Der deutsche Getränkemarkt. Mineralwasser und Erfrischungsgetränke. Zeitschrift für Lebensmittel-Technik- Marketing, Verpackung- und Analytik ZFL 46 (1995) Nr.9, 40-41.
3. Anonym: Getränke für Sportler. Gordian 97 (7/8) 109-111.
4. Anonym: Seniorengerechte Getränke. Gordian 97 (7/8) 111.
5. Atkins, Peter W.: Physikalische Chemie. VCH Weinheim 1990.
6. Biesalski, Hans-Conrad: Ernährungsmedizin, S. 144 ff., Thieme1995.
7. Breitenacher, M.: Getränkemarkt: Wettbewerb verschärft sich. ifo Schnelldienst 23/1996, 18-22.
8. Brouns, Fred / Kovacs, E.: Functional drinks for athletes. Trends in Food Science & Technology, December 1997 [Vol.8], 414-421.
9. Brouns, Fred: Energie-Supplemente für optimale Leistung. Insider News on Sport Nutrition Vol.5 Nr.2 April 1997.
10. Brouns, Fred: Functional foods for athletes. Trends in Food Science & Technology, November 1997 [Vol.8], 358-363.
11. Brouns, Fred: Nutritional needs of athletes. Wiley&Sons, Chichester 1996.
12. Budavari, Susan: Isotonic Solutions. MISC-47. The Merck Index. An Encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 11th ed. 1989.
13. Concentrative properties of aqueous solutions: density, refractive index, freezing point depression, and viscosity. CRC Handbook of Chemistry and Physics, 79th Edition, CRC Press.
14. Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Getränkeverbrauch rückläufig. DGE e.V. 1996.
15. Dürrschmid, Klaus / Zenz, Helmut: Funktionelle Lebensmittel. Ernährung / Nutrition 20, 528-532, 1996.
16. Farr, S.: Boom goes on. Food Manufacture March 1998, 44-47.
17. Feil, Erich: Österreichisches Lebensmittelrecht, Anhang F 213 f. Getränke und Getränkepulver mit Mineralsalzen. Linde Verlag Wien 1999.
18. Fiske Associates: Fiske Mark3 Osmometer User's Guide, 1995.
19. French, J.: Drinks in the Millennium. Food Manufacture p.16-17, October 1998.
20. Groeneveld, Maike: Funktionelle Lebensmittel. Institut für Lebensmittelwissenschaft und – information GmbH, Bonn 1998.
21. Hawley, John A. / Dennis, Steven C. / Noakes, Timothy D.: Carbohydrate, Fluid and Electrolyte Requirements during prolonged Exercise. In Kies, Constance V./ Driskell, Judy A.: Sports Nutrition. Minerals and Electrolytes. CRC Press 1995 pp. 235-265.
22. Ifo: Ifo-Schnelldienst 19/99: Getränkeverbrauch '98: Marktdynamik nur noch durch Innovationen.

23. International Union of Pure and Applied Chemistry, Clinical Chemistry Division: Physicochemical quantities and units in clinical chemistry with special emphasis on activities and activity coefficients. *Pure & Appl. Chem.*, Vol. 56, No.5, pp. 567-594, 1984.
24. Johnson, Herman L.: The requirements for fluid replacement during heavy sweating and the benefits of carbohydrates and minerals. In Kies, Constance V./ Driskell, Judy A.: *Sports Nutrition. Minerals and Electrolytes*. CRC Press 1995 pp. 215-233.
25. Karmasin, Helene: *Produkte als Botschaften*. 2. Auflage, Ueberreuter Wien 1998.
26. Konopka, Peter: *Sporternährung*. BLV Sportwissen München 1998.
27. Labuza, Theodore P.: *Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use*. American Association of Cereal Chemists, St.Paul, Minnesota 1989.
28. Maier, Hans Gerhard / Meyer, Irmfried: Der osmotische Druck von Kaffeegetränken. *Ernährungs-Umschau* 30 (1983) Heft 5 138-139.
29. Nakamura, Y. / Tsumura, Y. / Tonogai, Y. / Shibata, T.: Contents of gymnemic acid in health foods using *Gymnema sylvestre*. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*, 38 (3) 178-184.
30. Ofner, Sigrid: Auf die Osmolarität kommt's an!, *ärztemagazin* 31-32/98
31. Österreichisches Lebensmittelhandbuch – Codex alimentarius austriacus, Abschnitte B6, B7, B26.
32. Nürnberger Messe: Was rinnt durch deutsche Kehlen? *Presseaussendung*.10/1999.
33. Piendl, A. / Schuster, C. et al.: Über den osmotischen Druck von Sportgetränken und alkoholfreien Bieren. *Brauwelt* Nr. 51/52 (1994) 2756-2786.
34. Piendl, A.: Über die Osmolalität von Getränken. *Brauwelt* Nr. 30 (1997) 1201.
35. Schuster, P.: Functional Drinks – Mythos, Mode, Marketing. *Zeitschrift für Lebensmittel-Technik-Marketing, Verpackung- und Analytik ZFL* 46 (1995) Nr.5, 46-49.
36. Täufel / Ternes et al.: *Lebensmittel-Lexikon*. Behr's Verlag Hamburg 1993.
37. Verstl, Ina: The Winning Food Formula. *Food Manufacture* August 1999, 55-56.
38. Wachter, Helmut / Hausen, Arno: *Chemie für Mediziner*. 7. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin 1996.