



## Sportgetränke – was ist drin und dran?

Seit der Einführung des isotonischen Sportgetränks Isostar im Jahre 1984 [1] vertrauen Leistungs- und Freizeitsportler auf die Wirkung isotonischer Sportgetränke. Inzwischen hat sich das Angebot erheblich erweitert und auch die Nachfrage steigt.

Wir stellen uns die Frage, ob diese Getränke die von ihnen erwarteten Leistungen erfüllen und wo für den Konsumenten die Vorteile gegenüber anderen Getränken liegen. Außerdem wollen wir einen Vergleich zwischen verschiedenen Sportgetränken aufstellen, wobei wir diese auch mit Leitungswasser vergleichen.

Um sich mit Sportgetränken und ihrer Wirkung auseinandersetzen zu können, sollte der Begriff ‚Sportgetränke‘ als solcher zuallererst definiert werden. Als Sportgetränk bezeichnet man ein Getränk bestehend aus Wasser, Mineralien, Kohlenhydraten und verschiedenen anderen Zusatzstoffen. Über die Aufgabe des Wasserlieferanten hinaus besteht der Zweck des Sportgetränkes darin, die körperliche Leistungsfähigkeit zu unterstützen, indem es für den Körper notwendige Mineralsalze und Energiequellen liefert. Uns interessierte, ob Sportgetränke für Sportler besser geeignet sind als Leitungs- oder Mineralwässer.

### 1. Ausgangssituation

Zuallererst kauften wir in verschiedenen Super- und Getränkemärkten im Raum Schwäbisch Hall verschiedene Sportgetränke ein und wählten sechs davon für unsere Untersuchungen aus. Schon beim Vergleich der Herstellerangaben auf den Getränkeflaschen gerieten wir aufgrund der zahlreichen, uns meist nicht bekannten Inhaltsstoffe ins Staunen.

Wir ordneten sie in verschiedene Kategorien ein, um einen besseren Überblick zu erhalten, siehe Tabelle 1. Am Anfang war keinem von uns klar, was mit *isotonischen* Sportgetränken gemeint sein könnte. Dies änderte sich aber schon nach kurzer Zeit, da wir uns über den osmotischen Druck genauer informiert haben. Es sollte auch geklärt werden, ob Sportgetränke wirklich Vorteile gegenüber Leitungswasser haben, daher bestimmten wir deren Anteile an Wasser und Mineralstoffen. Mit der Ermittlung von pH-Wert und Gesamtsäureanteil sollte überprüft werden, wie sauer diese Getränke im Vergleich zum Leitungswasser wirklich sind. Uns interessierte auch, ob wir die von den Herstellern genannten Mineralsalze nachweisen können und welche Funktionen sie haben. Da die Elemente Calcium und Magnesium für Sporttreibende besonders wichtig sein sollen und die Mengenangaben seitens der Hersteller meist fehlten, suchten wir nach einer für uns geeigneten Bestimmungsmethode. Bei den Kohlenhydraten stellten wir fest, dass die Angaben auf den Flaschen unvollständig sind. Pro Getränk waren zwei bis vier Kohlenhydrate namentlich angegeben. Genannt war jeweils auch der gesamte Kohlenhydratanteil, aber nicht der Anteil an Glucose (Traubenzucker), Fructose (Fruchtzucker) oder Saccharose (Haushaltszucker). Diese Lücke wollten wir mit unseren Messungen schließen.

### 2. Untersuchte Getränke

Bei der Auswahl der Getränke, die wir getestet haben, spezialisierten wir uns auf Sportgetränke, von denen wir aufgrund ihrer Namen bzw. Werbeaufdrucks vermuteten, dass sie isotonisch sind. Dabei untersuchten wir hauptsächlich Fertiggetränke, bis auf eine Ausnahme, *Isostar*, das in Pulverform vorliegt und mit Leitungswasser zubereitet werden muss. Insgesamt haben wir sechs verschiedene Getränke getestet, siehe Tabelle 1.



Sportgetränk	Caps	Ensinger Sport Iso	Isofit	Isostar	Powerrade isotonic	Überlinger Sport
<b>Natürliches Mineralwasser</b>	X	X	X	X	X	X
<b>Kohlenhydrate / Süßungsmittel</b>						
Fruktose		X	X			X
natürliche Fruchtsüße	X					
Dextrose					X	
Glukosesirup getrocknet				X		
Saccharose				X		
Maltodextrin				X	X	
Weizendextrin	X					X
Johannisbrotkernmehl		X	X			X
E 414 (Gummi arabicum)					X	
Pektin						X
Acesulfam-K					X	
Aspartam					X	
Natrium-cyclamat		X	X			
Saccharin-Natrium			X			
<b>Elektrolyte / Säuerungsmittel</b>						
Calciumlaktat			X			X
Calcium-orthophosphat				X		
Kaliumchlorid				X		
Kaliumcitrat			X		X	X
Magnesiumcarbonat	X		X	X		X
Magnesiumchlorid					X	
Natriumcitrat			X	X	X	
Natriumchlorid	X			X		
Apfelsäure						X
Citronensäure	X	X	X	X	X	
Kohlensäure		X	X			X
<b>Vitamine</b>						
Farbstoff Beta-Carotin				X		X
Vitamin B1				X		
Vitamin B6			X			
Biotin		X				X
Nicotinsäureamid		X	X			X
Folsäure		X	X			X
Pantothenat		X	X			X
Vitamin C (Ascorbinsäure, Antioxidationsmittel)	X	X	X	X		X
Vitamin E		X	X			X
<b>Fruchtsäfte / Aromen</b>						
Natürliche Aromen	X	X	X	X	X	X
Grapefruitsaft aus Konzentrat	X	X	X			
Mandarinensaft / Konzentrat		X				
Mangosaft aus Konzentrat						X
Orangensaft aus Konzentrat			X			X
Zitronensaft aus Konzentrat	X	X	X			
<b>Sonstige</b>						
E445 (Glycerinester aus Wurzelharz)					X	
<b>Nährwertangaben je 100 mL Getränk</b>						
<b>Kohlenhydrate</b>	4,9 g	4,4 g	4,0 g	7,0 g	5,6 g	5,6 g
davon Zucker	4,4 g	4,4 g		5,6 g		
<b>Eiweiß</b>	< 0,1 g	< 0,1 g	< 0,1 g	0	< 0,1 g	< 0,1 g
<b>Fett</b>	< 0,1 g	< 0,1 g	< 0,1 g	0	< 0,1 g	< 0,1 g
davon gesättigte Fettsäuren	< 0,1 g	< 0,1 g				< 0,1 g
<b>Ballaststoffe</b>	0,8 g	< 0,1 g		0		0,4 g
<b>Natrium</b>	35 mg	< 20mg		68 mg		< 20mg
<b>Kalium</b>				18 mg		
<b>Calcium</b>				32 mg		
<b>Magnesium</b>				12 mg		
<b>Vitamin C</b>			12 mg			9 mg
<b>Brennwert</b>	89 kJ	79 kJ	73 kJ	126 kJ	101 kJ	99 kJ

Tabelle 1: Herstellerangaben



### 3. Bewertungskriterien

#### 3.1 Isotonie

Bei isotonischen Getränken stimmt die Konzentration an gelösten Mineralien und Kohlenhydraten mit der von Körperflüssigkeiten überein. Diese Eigenschaft führt dazu, dass Getränke, die isotonisch sind, gute und schnelle Erholung während und nach dem Sport bieten [1].

Hypotonische Getränke haben einen niedrigeren Gehalt an Kohlenhydraten und Mineralstoffen. Sie bieten in erster Linie die Möglichkeit einer schnellen Flüssigkeitsaufnahme. Hypertonische Getränke haben einen größeren Anteil an gelösten Stoffen. Die Flüssigkeit wird nicht so schnell vom Körper aufgenommen.

In Anbetracht der Tatsache, dass die Isotonie eines Getränkes positive Auswirkungen auf den menschlichen Körper hat, entschieden wir uns dafür, die Isotonie zu einem wichtigen Kriterium unserer Bewertung zu machen.

#### 3.2 Inhaltsstoffe und ihre Wirkung

##### a) Elektrolyte [2, 3]

Unter Elektrolyte versteht man wässrige Lösungen von Mineralsalzen. Sie bestehen aus positiv und negativ geladenen Ionen. Mineralsalze sind lebenswichtige Stoffe, die dem Körper über die Nahrung zugeführt werden müssen und die verschiedensten Aufgaben im Körper haben. Da sie beim Schwitzen vermehrt ausgeschieden werden, ist eine Zufuhr der fehlenden Mineralien für Sportler besonders wichtig. Bei Mangel eines bestimmten Mineralstoffes kann es zu Muskelschwäche, Muskelkrämpfen, Müdigkeit, eingeschränkter Leistungsfähigkeit oder Wachstumsstörungen kommen.

Über die allgemeine Summe an Mineralien hinaus spielt also auch die Art der Mineralstoffe eine Rolle.

Die Mineralien werden in Mengen- und Spurenelemente eingeteilt. Die Bezeichnung ist abhängig von der benötigten Menge des jeweiligen Elements. Im Folgenden sind Mengen- und Spurenelemente mitsamt ihrer Aufgabengebiete und Verantwortlichkeiten dargestellt:

##### Mengenelemente:

Natrium ( $\text{Na}^+$ ) :	Nerven- und Muskelfunktion, Energiestoffwechsel, Blutgerinnung
Kalium ( $\text{K}^+$ ) :	Reizleitungssystem, Regulation des Wasserhaushaltes, Säure Basen-Haushalt
Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) :	Baustein für Knochen, Reizleitungssystem, Blutgerinnung
Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) :	Muskelfunktion, Aktivierung zahlreicher Enzyme, Energiegewinnung
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) :	Regulation des Wasserhaushaltes, Nährstofftransport
Phosphor ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :	Säure-Basen-Haushalt, Energiestoffwechsel, Blutgerinnung
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) :	Bildung der Aminosäure Cystein für Knorpel und Haut [4]

##### Spurenelemente:

Eisen ( $\text{Fe}^{2+}$ ) :	Sauerstofftransport, Immunsystem, Bildung von Erythrozyten
Iod ( $\text{I}^-$ ) :	Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, Konzentrationsfähigkeit
Kupfer ( $\text{Cu}^{2+}$ ) :	Immunsystem, Sauerstoffversorgung
Mangan ( $\text{Mn}^{2+}$ ) :	Entgiftung des Körpers, Stoffwechsel
Zink ( $\text{Zn}^{2+}$ ) :	Immunsystem, Wundheilung

##### b) Kohlenhydrate

Kohlenhydrate sind Energiespender. Unter ihnen ist Glucose (Traubenzucker oder Dextrose) sehr wichtig für Sportler, da sie sehr schnell über den Dünndarm in den



Blutkreislauf aufgenommen und als Energiequelle z.B. für die Muskelarbeit genutzt werden kann. Der Glucosegehalt im Blut wird als Blutzuckerspiegel bezeichnet. Wenn bei großer körperlicher Anstrengung die Blutzuckerkonzentration sinkt, wird man müde und schwach. Zuckerhaltige Sportgetränke können diesen Mangel ausgleichen. Diabetiker sollten darauf achten, dass die Sportgetränke Fructose (Fruchtzucker) enthalten.

Aus Saccharose (Haushaltszucker) kann die Energie erst mit zeitlicher Verzögerung gewonnen werden, da dieser Zweifachzucker zuerst in die Einfachzucker Glucose und Fructose gespalten werden muss.

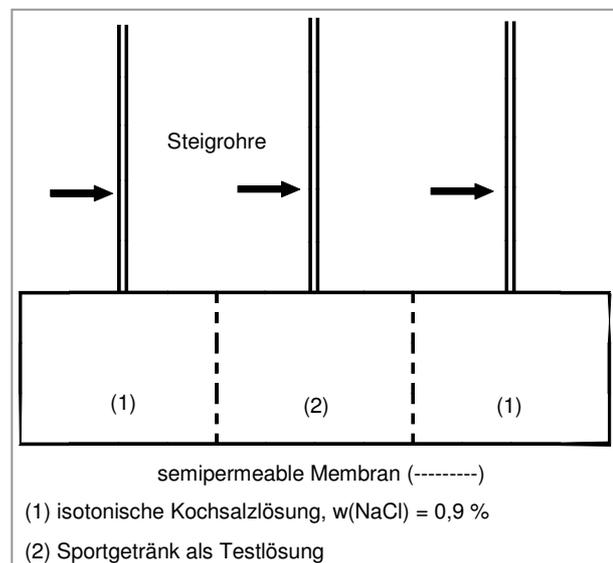
#### c) Vitamine

Vitamine sind organische Verbindungen, die vom Organismus für lebenswichtige Funktionen benötigt werden, aber im Stoffwechsel gar nicht oder nicht in ausreichendem Umfang hergestellt werden können. Über die Jahrtausende seiner Entwicklung hat der menschliche Körper die Fähigkeit verloren, Vitamine selbst herzustellen. Der Mensch muss die Vitamine als essentielle (lebensnotwendige) Stoffe mit der Nahrung aufnehmen. Fehlt über längere Zeit auch nur ein Vitamin völlig in der Nahrung, kann das zu Mangelerscheinungen oder sogar zum Tod führen. [5]

### 4. Testverfahren

#### 4.1 Überprüfung der Isotonie

Die Isotonie der Getränke haben wir anhand ihres osmotischen Drucks überprüft, siehe Skizze und Abb.1. Wir füllten die beiden äußeren Kammern (1) randvoll mit 0,9-prozentiger, isotonischer Kochsalzlösung. Eine solche Lösung hat dieselbe osmotische Wirkung wie die menschliche Körperflüssigkeit. In die mittlere Kammer (2) füllten wir das zu testende Getränk. Die Kammern sind durch semi-



permeable Membrane voneinander abgetrennt. Diese haben feine Poren. Nach dem Einfüllen der Flüssigkeiten befestigten wir drei Steigrohre, in denen der Flüssigkeitsstand durch Markierungen festgehalten wurde. Nach jeweils 15 Minuten überprüften wir den Flüssigkeitsstand in den Steigrohren und konnten bei einigen Getränken Veränderungen erkennen.

Wenn die Getränke hypertonisch sind, fällt der Pegel in den äußeren Steigrohren und der mittlere steigt an. Dies war am deutlichsten bei Ensinger Sport Iso der Fall. Hier fiel der Flüssigkeitspegel im linken und rechten Steigrohr jeweils um 5,7 cm. Dafür stieg der Flüssigkeitspegel im mittleren Steigrohr um 10,4 cm an.

Bei hypotonischen Getränken steigt der Pegel in den äußeren Steigrohren, der Stand der Flüssigkeit im mittleren fällt.

Bei isotonischen Getränken ändert sich der Stand in keinem der drei Steigrohre.

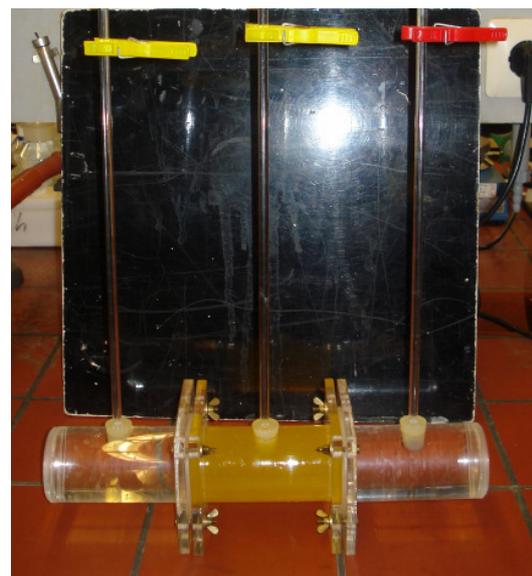


Abb.1: Osmose-Gerät



#### 4.2. Bestimmung der Inhaltsstoffe

##### a) Bestimmung der Trockenmasse [6]

Die Bestimmung der Trockenmasse ist insofern für unsere Bewertung wichtig, da sich alle übrigen Gehaltsbestimmungen auf den Wert der Trockenmasse beziehen.

Um die Trockenmasse zu bestimmen, füllten wir ca. 15 g des zu untersuchenden Getränks in einen Tiegel, dessen Gewicht zuvor bestimmt worden war. Den Tiegel samt Getränk wogen wir, vermerkten das

Gewicht der Flüssigkeit und erhitzen die Tiegel im Wärmeschrank 6 Tage lang auf 65 °C, siehe Abb.2.

Darauf wurde der Tiegel samt Trockensubstanz erneut gewogen und die Masse des Tiegels subtrahiert. So ergab sich nun die Trockenmasse. Die Trockenmassen sind bis auf eine Ausnahme bräunlich bis rot. Die von Powerade hingegen ist weißlich bis hellgelb und man sieht fast keine Überreste. Alle Trockenmassen sind hart und sehen wie eine erstarrte Schmelze aus. Nach dem Erhitzen ist die Flüssigkeit vollständig verdampft, zurück blieb die harte, doch im Aussehen sirupähnliche Substanz.



Abb.2: Tiegel mit Trockenmasse

##### b) Bestimmung des Mineralsalzgehaltes durch direkte Veraschung [6]

Nachdem die Getränkeprobe im Schnellverascher nach 1-2 Stunden bei 150 °C eingetrocknet ist, glühte der Rückstand im Schnellverascher 4 Stunden lang bei 550 °C, siehe Abb.3. Danach ließen wir die Trockensubstanz bis zum erneuten Wiegen im Exsikkator über einem Trockenmittel auf Zimmertemperatur abkühlen. Das nun entstandene Produkt ist ein weißes Pulver, welches den Meersalzen ähnlich sieht.

Wir kamen zum Ergebnis, dass Isofit mit 482 mg/100 g am meisten Mineralstoffe enthält, wohingegen Caps mit 68 mg/100 g einen noch geringeren Mineralstoffgehalt als Leitungswasser aufweist. Die Mineralstoffgehalte der anderen Getränke liegen zwischen 100mg/100g und 200 mg/100 g.



Abb.3: Schnellverascher

##### c) Bestimmung titrierbarer Säuren: [7]

Unter „titrierbaren Säuren“ wird die Summe der in einem Getränk vorhandenen Säuren, außer der Kohlensäure, beschrieben. Bei den Sportgetränken, die wir untersuchten, handelt es sich hauptsächlich um Citronensäure.

Man gibt das Getränk in einen Erlenmeyerkolben, fügt Siedesteinchen hinzu und erhitzt dieses so lange, bis das Getränk zu sieden beginnt. Danach hält man das kohlensäurefreie Getränk unter fließendes Wasser. Von der entgasten Flüssigkeit pipettiert man 20 mL des Getränkes in einen Erlenmeyerkolben. Hierzu gibt man 20 mL destilliertes Wasser und etwas Universalindikator. Abschließend wird so lange Natronlauge hinzu gegeben bis sich die Farbe der Flüssigkeit ändert und grünlich wird. Nun kann man mit Hilfe der Formel  $(a \cdot 0,64) : 2$  die titrierbaren Säuren als



Abb.4: Leitfähigkeitstiteration



Citronensäure berechnen, wobei a immer beschreibt, wie viel Natronlauge man zugeben musste, bis es zum Farbumschlag kam.

d) Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit der Sportgetränke sagt aus, ob sie viel oder wenig Mineral-salze enthalten. Um die elektrische Leitfähigkeit der Sportgetränke zu ermitteln, führten wir den Versuch nach Abb.4 durch.

e) Qualitativer Nachweis der Mineralstoffe [8, 9]

An den zu untersuchenden Sportgetränken wandten wir verschiedene Ionennachweise an. Die Natrium-, Kalium-, Calcium-, Magnesium-, Chlorid- und Sulfat-Ionen wurden wie folgt identifiziert:

Natrium- und Kalium-Ionen haben wir aufgrund der Flammenfärbung nachgewiesen. Wir gaben die Rückstände der Trockensubstanz der Getränke auf ein erhitztes Magnesiastäbchen. Orangene Flammenfärbung wird als Hinweis auf Natrium-Ionen, durch ein blaues Cobaltglas erkennbare pinke Färbung auf Kalium-Ionen gedeutet.

Calcium-Ionen wurden durch einige Tropfen Ammoniumoxalat-Lösung im Getränk nachgewiesen. Calcium enthaltende Sportgetränke bilden einen weißen Niederschlag, sobald man sie mit Ammoniumoxalat-Lösung mischt.

Magnesium-Ionen wurden ebenfalls anhand eines weißen Niederschlags nachgewiesen, nachdem wir eine Mischung aus Ammoniak, Natriumhydrogenphosphat und Magnesiumsalz hergestellt hatten.

Chlorid-Ionen konnten wir erneut durch einen weißen Niederschlag nachweisen. Hierzu fügten wir zum Sportgetränk Salpetersäure und Silbernitrat-Lösung hinzu.

Sulfat-Ionen wiesen wir nach, indem wir ein paar Tropfen Salzsäure und Bariumchloridlösung zu einer sulfathaltigen Lösung hinzufügten. Enthält ein Getränk Sulfat-Ionen, so entsteht hierauf ebenfalls ein weißer Niederschlag von Bariumsulfat.

f) Bestimmung des Gehalts an Calcium- und Magnesiumionen: [10]

Um den Gehalt der Ionen eines Getränkes bestimmen zu können, bedient man sich der Methode der Konduktometrie (Leitfähigkeitstitration). So gingen wir vor: 100 mL Sportgetränk werden mit Ammoniumoxalat-lösung bekann-

ter Konzentration titriert und parallel dazu die elektrische Leitfähigkeit gemessen, siehe Abb. 5 und 6.

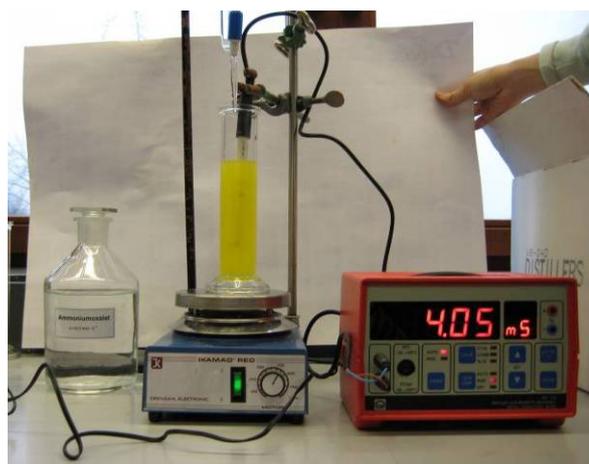


Abb.5: Konduktometrische Messung

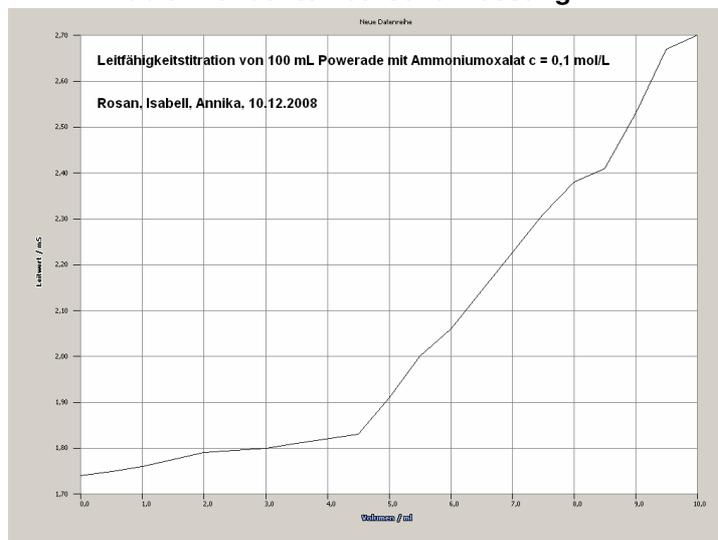


Abb.6: Leitfähigkeitstitration von Powerade



Die  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen werden durch das Ammoniumoxalat nach und nach ausgefällt, was bedeutet, dass sich ein weißer Niederschlag bildet. Im Gegensatz zu den gelösten Ionen leitet der Niederschlag den Strom nicht. Wenn alle  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen ausgefällt sind, steigt die elektrische Leitfähigkeit durch die weiterhin zugefügten gelösten Ionen des Ammoniumoxalats stark an. Dies erkennt man am Knick der Kurve, siehe Abb.6. An der Knickstelle ist die bekannte Stoffmenge des zugegebenen Ammoniumoxalats gleich der Stoffmenge der Calcium- und Magnesiumionen.

#### g) Bestimmung des Zuckergehalts nach Dr. Rebelein [11]

Die reduzierenden Einfachzucker Glucose und Fructose der Sportgetränke werden mit Hilfe einer alkalischen Kupfer(II)-sulfat-Lösung oxidiert. Dabei werden  $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen zu Kupfer(I)-oxid reduziert.



Mit Hilfe weiterer Reagenzien wird die Stoffmenge von Kupfer(I)-oxid ermittelt. Je mehr rotes Kupfer(I)-oxid gebildet wird, desto höher ist die Zuckerkonzentration des Getränks. Die benutzte Spezialbürette ermöglicht es, den Zuckergehalt direkt an der Titrationsbürette abzulesen.

Um den Gesamtzuckergehalt zu bestimmen, muss auch die nichtreduzierende Saccharose (Haushaltszucker) erfasst werden. Dazu haben wir die Getränke nach Zugabe von verdünnter Schwefelsäure gekocht. Dabei werden Zweifachzucker wie Saccharose in Einfachzucker gespalten und können wie oben beschrieben quantitativ ermittelt werden.



**Abb.7.: Zuckerbestimmung nach Dr. Rebelein**

Mit dem Zuckergehalt lässt sich der Brennwert des Getränks berechnen: Der Brennwert ist die Energie, die bei der im Organismus stattfindenden Oxidation eines Nährstoffes frei wird. Diese Energie wird in Kilojoule kJ (früher: Kilokalorien, kcal) gemessen. Der physiologische Brennwert von Kohlenhydraten beträgt 17,2 kJ/g oder 4,1 kcal/g. [12]

Für Caps sieht die Berechnung des Brennwertes so aus:  
 Brennwert (Zucker) mal Gesamtzuckergehalt ergibt Brennwert (gesamt), also  
 $17,2 \text{ kJ/g} \cdot 38,4 \text{ g/L} = 660,48 \text{ kJ/L}$  bzw.  $66 \text{ kJ/100 mL}$ .

Die Methode der Zuckerbestimmung haben wir an Zuckerlösungen mit bekannter Zuckerkonzentration eingeübt. Diese Art der Zuckerbestimmung ist europaweit in der Getränkeindustrie zugelassen. Um möglichst genaue Messergebnisse zu erhalten, wurde von jedem Getränk der Mittelwert aus fünf Einzelmessungen ermittelt.

Alle Untersuchungsergebnisse der Tabelle in 5.1 sind Mittelwerte von fünf Einzelmessungen, die von fünf verschiedenen Zweiertteams unabhängig voneinander bestimmt wurden.



## 5. Ergebnisse und Bewertung

### 5.1 Unsere Untersuchungsergebnisse im Überblick



Getränk	Caps	Ensinger Sport Iso	Isofit	Isostar <sup>[1]</sup>	Powerade isotonic	Überkinger Sport	Leitungswasser
Flascheninhalt in mL	330	1000	500	500 (5000)	500	1000	-
Preis pro Flasche / pro 100 mL Getränk	0,65 € 0,20 €	0,83 € 0,08 €	0,43 € 0,09 €	6,75 € <sup>[1]</sup> 0,14 €	0,99 € 0,20 €	0,89 € 0,09 €	- 0,0003 €
Isotonisch?	isotonisch	deutlich hyper-tonisch	isotonisch	isotonisch	schwach hyper-tonisch	schwach hyper-tonisch	hypo-tonisch
Dichte in g/cm <sup>3</sup>	1,095	1,058	1,078	1,030	1,066	1,033	1,011
Trockensubstanz-anteil in %	5,90	5,30	5,10	7,4 <sup>[2]</sup>	6,40	7,00	0,13
Wasseranteil in %	94,10	94,70	94,90	92,60	93,60	93,00	99,87
Mineralstoffgehalt in mg/100 g	68	211	482	180	126	143	97
pH-Wert	3,3	3,0	3,6	4,1	3,8	3,9	7,8
Gesamtsäuregehalt in g/100 mL <sup>[5]</sup>	0,227	0,282	0,352	0,282	0,240	0,307	0
elektrische Leitfähigkeit in mS	2,38	2,10	3,70	3,05	1,60	2,50	0,46
Na <sup>+</sup> -Ionen	viel	viel	viel	viel	viel	viel	wenig
K <sup>+</sup> -Ionen	viel <sup>[3]</sup>	viel <sup>[3]</sup>	viel	viel	viel	viel	nichts
Cl <sup>-</sup> -Ionen	viel	nichts	viel <sup>[3]</sup>	viel	wenig	nichts	wenig
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -Ionen	nichts	viel <sup>[3]</sup>	wenig <sup>[3]</sup>	nichts	nichts	Spuren	nichts
Ca <sup>2+</sup> - und Mg <sup>2+</sup> -Ionen in mg/100mL	21	65	33	40	18	49	Ca <sup>2+</sup> : 8,2 <sup>[4]</sup> Mg <sup>2+</sup> : 1,1 <sup>[4]</sup>
Gesamtzucker-gehalt in g/100 mL	<b>3,8</b>	<b>4,3</b>	<b>3,7</b>	<b>5,7</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>	<b>0</b>
Davon Glucose- und Fructosegehalt in g/100 mL	3,8	4,3	3,6	0,4	3,9	3,5	0
Davon Saccharosegehalt in g/100 mL	0,0	0,0	0,1	5,2	0,1	0,6	0
Berechneter Brennwert in kJ/100 mL / in kJ/Flasche	66 / 218	74 / 738	64 / 320	98 / 488	68 / 341	71 / 712	0

<sup>[1]</sup> Das Isostar-Set besteht aus einer Getränkeflasche für 500 mL Getränk und einer Dose mit 400 g Pulver, mit dem 5 Liter Getränk zubereitet werden kann.

<sup>[2]</sup> Zur Herstellung von 100 mL Isostar werden 8 g Trockenmasse mit Wasser angerührt

<sup>[3]</sup> Nicht deklariert

<sup>[4]</sup> Angaben der Stadtwerke Schwäbisch Hall aus dem Jahr 2005

<sup>[5]</sup> Gesamtsäuregehalt als Citronensäure berechnet



## 5.2 Unser Testurteil

Getränk	Caps	Ensinger Sport Iso	Isofit	Isostar	Powerade isotonic	Überkinger Sport	Leitungswasser
Preis pro 100 mL	O	++	++	+	O	++	++
Herstellerangaben	+	+	+	++	+	+	++
Isotonie	++	O <sup>x)</sup>	++	+	+	+	O
Mineralstoffe insgesamt	O <sup>x)</sup>	++	++	+	+	+	+
Ca <sup>2+</sup> und Mg <sup>2+</sup>	+	++	+	++	+	++	+
pH-Wert	O	O	+	+	+	+	++
Gesamtzuckergehalt	++	++	++	++	++	++	-
Glucose / Fructose	++	++	++	O	++	++	-
Brennwert	++	++	++	++	++	++	-
<b>Gesamturteil</b>	<b>be-friedigend</b>	<b>be-friedigend</b>	<b>sehr gut</b>	<b>gut</b>	<b>gut</b>	<b>gut</b>	<b>be-friedigend</b>

<sup>x)</sup> führt zur Abwertung

++ sehr gut / + gut / O befriedigend / - mangelhaft

Bei der Ermittlung des Gesamturteils gewichteten wir den Preis und die Herstellerangaben mit jeweils 10 % und die Isotonie und die Inhaltsstoffe mit je 40 %. Die Isotonie des Sportgetränkes ist sehr wichtig, da isotonische Getränke den Verlust von Flüssigkeit und Mineralstoffen am schnellsten ausgleichen können. Die Inhaltsstoffe sind für die gute Versorgung des Körpers notwendig. Nach diesen Kriterien war das Sportgetränk 'Isofit' eindeutig der Testsieger. Leitungswasser ist als Sportgetränk weniger geeignet, da es weder genügend Mineralsalze noch irgendwelche Energiequellen enthält. Mineralwässer enthalten ebenfalls genügend Mineralsalze, sie haben allerdings den Nachteil gegenüber Sportgetränken, dass sie keine Energielieferanten sind.

## 6. Fazit

Wir denken, dass wir unser Ziel, Sportgetränke zu bewerten und mit Leitungswasser zu vergleichen, erreicht haben. Aus unseren Ergebnissen geht als klarer Testsieger Isofit hervor. Es vereinigt alle wichtigen Eigenschaften eines Sportgetränks wie Isotonie, hoher Mineralsalzgehalt, davon viel Calcium und Magnesium sowie eine angemessene Menge an Zucker als Energielieferant. In Anbetracht der kurzen Zeit, die wir für unsere Wettbewerbsarbeit hatten, denken wir aber, dass wir sehr effektiv und gut gearbeitet haben. Außerdem haben wir nicht nur viel über Sportgetränke und Methoden zur Bestimmung verschiedener Inhaltsstoffe und Eigenschaften gelernt, sondern auch einen kleinen Einblick in das interessante Fachgebiet der Lebensmittelchemie erhalten. Wir merkten auch, wie wichtig es ist, präzise und gut miteinander im Team zu arbeiten und auch eigene Lösungswege für kleinere Probleme zu finden. Zusätzlich machten wir die Erfahrung unter Zeitdruck im Labor zu agieren. Allerdings wäre ein Sensoriktest vielleicht noch sehr interessant gewesen, um Geschmack, Aussehen, Geruch usw. beurteilen zu können.

Abschließend ist zu sagen, auch wenn es manchmal mühsam und anstrengend aufgrund misslungener Versuche oder des Protokollschreibens war, dass uns die Arbeit sehr viel Spaß gemacht hat.



### Literatur:

- [1] K.Fiebig: Fit For Future – Sport-, Energie- und Fitnessgetränke, in: Getränkefachgroßhandel 4 (1999) , 231-234
- [2] <http://www.schuleplusessen.de/schule+plus+essen/informationen/kleines-ernaehrungs-abc/mineralstoffe/> , 27.12.2008
- [3] [http://www.innovation-marketing.at/index\\_newsaktuell\\_4\\_n6\\_\\_1\\_0\\_b612\\_.html](http://www.innovation-marketing.at/index_newsaktuell_4_n6__1_0_b612_.html), 30.12.2008
- [4] <http://www.schuessler-salze-portal.de/6-kalium-sulfuricum.html> (26.01.2009)
- [5] Dr.Mühleib, Friedhelm: Fit, schön und gesund – Vitamine, in: Gräfe und Unzer, München 1993.
- [6] R.Mattisek, F.-M.Schnepel, G. Steiner: Lebensmittelanalytik, Springer-Verlag 1992
- [7] H.Tanner, H.F.Brunner: Getränke-Analytik, Verlag Heller 1987
- [8] P.Wlotzka: Sportgetränke, Vortrag beim MNU-Bundeskongress 2008
- [9] J.Stähle, E.Schweda: Jander•Blasius: Einführung in das anorganisch-chemische Praktikum, Hirzel Verlag Stuttgart 1990
- [10] J.Ries: Konduktometrie – mehr als „leitet oder leitet nicht“ in: MNU 60/8(2007),479-485
- [11] Firmenschrift C.Schliessmann Kellerei-Chemie Schwäbisch Hall 04/2005
- [12] <http://www.lebensmittellexikon.de/b0000910.php> (29.01.09)