

Ach, die Zitronen

Zum Geleit:

Warum die Zitronen sauer wurden

*Ich muß das wirklich mal betonen:
Ganz früher waren die Zitronen
(ich weiß nur nicht genau mehr, wann dies
gewesen ist) so süß wie Kandis.*

*Bis sie einst sprachen: „Wir Zitronen,
wir wollen groß sein wie Melonen!
Auch finden wir das Gelb abscheulich,
wir wollen rot sein oder bläulich!“*

*Gott hörte oben die Beschwerden
und sagte: „Daraus kann nichts werden!
Ihr müßt so bleiben! Ich bedauer!“
Da wurden die Zitronen sauer.*

Heinz Erhardt

Es gab vor einiger Zeit einen Artikel aus der Neuen Zürcher Zeitung v. 23.10.2012, Rubrik „Wissenschaft“, auf den ich von einer Bekannten mit der Bitte um nähere Erläuterung hingewiesen wurde. Ich ging dem nach und bekam zu meinem Schrecken folgendes zu lesen:

Warum Zitronen im Körper basisch wirken

Wer einen säureempfindlichen Magen hat, weiss aus eigener Erfahrung: Zitronen sind sauer und Kaffee auch. Dennoch sind beide Lebensmittel laut Säure-Base-Tabelle basisch – ebenso wie Orangen, Äpfel und sogar Weisswein. Was paradox erscheint, hat eine einfache Erklärung. Im Mund und im Magen wirkt die Säure, im restlichen Organismus das, was nach der Verdauung übrig bleibt.

Viele Früchte enthalten organische Säuren, die in der Atmungskette verstoffwechselt werden. Aus ihnen wird Energie gewonnen, während CO₂ entsteht und ausgeatmet wird. Ins Blut gelangen die basisch wirkenden Mineralstoffe im Obst, z. B. Kalium und Magnesium. Auch Gemüse ist reich an basischen Mineralstoffen. Proteinreiche Lebensmittel wie Fleisch, Fisch, Milch- und Getreideprodukte enthalten dagegen viele sauer wirkende Aminosäuren, aus denen im Stoffwechsel Sulfat entsteht. Dieses wirkt zusammen mit Phosphor und Chlorid im Körper letztlich sauer. Sind die sauren Mineralstoffe in der Überzahl, wird das Puffersystem im Blut aktiv, damit der optimale pH-Wert von 7,4 nicht zu stark absinkt. Die entstandenen Säuren binden an Natrium aus dem Natrium-Bikarbonat-Puffersystem. Die auf diese Weise neutralisierten Säurereste werden über die Nieren mit dem Urin ausgeschieden. Allerdings wird in diesem Fall der Natrium-Bikarbonat-Puffer im Blut reduziert, was eine gewisse metabolische Ansäuerung bedeutet.

Der Pral-Wert eines Lebensmittels in den Säure-Base-Tabellen gibt die Säurebelastung der Niere durch Mineralstoffe und Eiweiss an. Er wird über den durchschnittlichen Anteil dieser Stoffe berechnet und bezieht sich jeweils auf 100 Gramm des Nahrungsmittels. Der Pral-Wert sagt aber nichts über den pH-Wert der unverdauten Nahrung aus. Deshalb ist die Säure-Base-Tabelle bei Sodbrennen die falsche Informationsquelle.

Der Bekannten musste ich leider mitteilen, dass ich ihr die gewünschte Erklärung schuldig bleiben muss. Wenn mir jemand erzählt, er habe in irgendeiner Zeitung gelesen, man könne aus Schimpansenpisse Erdöl machen und ich solle ihm das erklären, dann muss ich passen. Es gibt Humbug, den man nicht erklären kann.

Solchen Humbug findet man in dem besagten Artikel der Zürcher Zeitung. Dieser strotzt nur so vor völlig falschen Aussagen, die aus der Chemie abgeleitet sein sollen, aber in Wirklichkeit - zurückhaltend formuliert - gründlich missverstanden worden sind. Die Leute meinen zwar, bevor ich mich derart herablassend äußere, solle ich mich zunächst „schlau machen“. Das finde ich ein starkes Stück: Wenn mir jemand Blödsinn erzählt, soll *ich* mich schlau machen? Ich finde, da ist zuerst der Zürcher Schreiberling an der Reihe. *Der* soll sich gefälligst schlau machen, bevor er Stuss in die Welt setzt.

Bei diesem Artikel sträuben sich mir wirklich sämtliche Haare! Ich schreibe diesen Kommentar nicht, um den Autor zu verunglimpfen, sondern um den unbedarften Leser vor fachlich völlig unhaltbaren Aussagen zu schützen, die auch noch – das ist das Gefährliche daran – aus dem Wissenschaftsteil einer ansonsten renommierten Zeitung stammen.

1. Die Energie, die aus Früchten gewonnen wird, stammt nur zu einem ganz geringen Teil aus organischen Säuren (wie z.B. Citronensäure), sondern hauptsächlich aus Fructose, also einem Kohlenhydrat. Das bisschen Citronensäure ist für die Energiebilanz völlig irrelevant.

2. „Mineralstoffe“ wie Kalium oder Magnesium sind mitnichten „basisch“. Sondern es handelt sich um Kationen (K^+ bzw. Mg^{2+}), die weitgehend isoliert in der Lösung umherschippeln und sich am Säure-Base-Verhalten gar nicht beteiligen. Hierzu ein kleiner Exkurs:

Säuren sind (jedenfalls in der Definition nach Brønsted) *Protonendonatoren* (wie z.B. Salzsäure (HCl) oder auch organische Säuren mit der Carboxylgruppe (-COOH), Basen sind *Protonenakzeptoren* wie insbesondere das Hydroxid (OH^-) oder auch die organische Aminogruppe (- NH_2). Wenn man von „starken“ oder „schwachen“ Säuren oder Basen spricht, meint man immer das Ausmaß, in dem die Protonen abgegeben bzw. aufgenommen werden. Die erwähnte Salzsäure ist z.B. fast vollständig „dissoziiert“, d.h. in H^+ und Cl^- aufgespalten, und somit eine der stärksten Säuren. Organische Säuren sind viel schwächer, d.h. sie liegen weitgehend in der undissoziierten Form R-COOH vor (R ist irgendeine organische Gruppe, z.B. Methyl (CH_3) im Falle der Essigsäure). Auskunft über das Ausmaß gibt die „Dissoziationskonstante“, nämlich das Produkt der Konzentrationen von H^+ und Säurerest, das i.d.R. als negativer Logarithmus pK_s angegeben wird.

Je *kleiner* der pK_s -Wert ist, umso *stärker* ist die Säure. Die erwähnte Citronensäure ist mit einem $pK_s = 3.1$ ganz schön sauer, Essigsäure mit $pK_s = 4.8$ erheblich schwächer (man beachte die logarithmische Skalierung). Das Wasser spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle: Es ist selbst ein bisschen dissoziiert in H^+ und OH^- . Den Wert $[H^+][OH^-]$ nennt man auch das „Ionenprodukt“ des Wassers, das bei Raumtemperatur 10^{-14} beträgt. Der pK_s -Wert des Wassers ist also = 14. Im Neutralfall ist $[H^+] = [OH^-]$, und beide haben einen Wert von $14/2 = 7$. Dieser ist identisch mit dem pH-Wert im Neutralfall. Kationen wie K^+ und Mg^{++} sind an einer solchen Dissoziation überhaupt nicht beteiligt. Sie haben also weder saure noch basische Wirkung, sondern sind einfach irrelevant für die Betrachtung des pH-Wertes.

3. Aus Aminosäuren, wie „sauer“ sie auch angeblich wirken mögen, kann keinesfalls „im Stoffwechsel Sulfat entstehen“. Sulfat ist bekanntlich der Säurerest der Schwefelsäure, H_2SO_4 . Wie soll denn der Schwefel aus Aminosäuren stammen? Aminosäuren sind Moleküle, die eine Amino- und eine Carboxylgruppe enthalten, wie z.B. Alanin: CH_3-CHNH_2-COOH oder Leucin: $(CH_3)_2-CH-CH_2-CHNH_2-COOH$. Diese Moleküle bilden in wässriger Lösung weitgehend Zwitterionen mit $-NH_3^+$ - und COO^- -Gruppen, d.h. sie können sowohl als Säure als auch als Base wirken, je nach dem Charakter der Lösung. Bis auf wenige Ausnahmen enthalten sie aber *keinen Schwefel* und können folglich nicht zum Sulfat umgewandelt werden. Was da hinsichtlich der Aminosäuren verbreitet wird, ist alsobarer Unsinn. Und Sulfat selbst wirkt keineswegs sauer, auch nicht etwa „zusammen mit Phosphor und Chlorid“. Einen solchen „Zusammenhang“ gibt es nicht, und was da steht, ist ebenfalls einfach Blödsinn.

4. In der Tat enthält das Blut ein Puffersystem. Ein solches besteht immer aus einer schwachen Säure bzw. Base und dem korrespondierenden Rest und ist in dieser Kombination imstande, H^+ -Ionen bzw. OH^- -Ionen abzufangen, wobei die Säuren übrigens nicht „an Natrium binden“, denn an Natriumionen kann überhaupt nichts „gebunden“ werden. Ein Puffer ist auf diese Weise in der Lage, den pH-Wert stabil zu halten, was natürlich für eine so komplexe Lösung wie das Blut immens wichtig ist. Das Blut wird bei Gesunden in der Tat auf einem pH-Wert von ca. 7.3 gehalten und ist also ganz leicht alkalisch. Aber dieser Puffer ist *immer* vorhanden und gehört zum Charakter dieses Systems. Er braucht also nicht erst „aktiv“ zu werden, wenn die bösen Säuren angreifen. Das Ganze klingt ziemlich einfältig, etwa so, wie sich der kleine Heinz eine Blutpolizei vorstellt.

Alles in allem also ein stümperhafter Artikel, der als Sachinformation einer Zeitung vom Renommee der Zürcher Zeitung unwürdig ist.

Der folgende Artikel ist fundierter und daher besser geeignet:

<http://www.apotheken.de/gesundheit-heute-news/article/fuenf-ernaehrungsmythen/>

Na ja, immerhin habe ich auf diese Weise einen neuen Begriff kennengelernt: PRAL (= Potential Renal Acid Load, potentielle Säurenbelastung der Nieren), der mir in der Tat neu war. Er hat aber auch in der Allgemeinen Chemie nicht viel zu suchen, sondern gehört eher in das Ressort der Ernährungswissenschaften und streift vielleicht weitläufig die Biochemie. Wer es genauer wissen will, findet eine umfangreiche PRAL-Tabelle unter:

<http://www.saeure-basen-forum.de/pdf/IPFV-Nahrungsmitteltabelle.pdf>

Anhang: Säure-Base-Tabelle

Säure-Base-Tabelle

Kartoffeln	-4,0	Brauner Reis	12,5
Spinat	-14,0	Weizenmehl	6,9
Tomaten	-3,1	Eiernudeln	6,4
Zucchini	-4,6	Vollkornbrot	1,8
Bohnen, grün	-3,1	Weissbrot	3,7
Linsen	3,5	Vollmilch	0,7
Ananas	-2,7	Joghurt (nature)	1,5
Äpfel	-2,2	Hartkäse	19,2
Bananen	5,5	Weichkäse	4,3
Feigen, getrocknet	-18,1	Haselnüsse	-2,8
Rosinen	-21,0	Walnüsse	6,8
Zitronen	-2,5	Hühnerfleisch	8,7
Orangen	-2,7	Rindfleisch, mager	7,8
Butter	0,6	Forelle, gedämpft	10,8
Olivenöl	0,0	Shrimps	7,6
Bier, hell	0,9	Bitterschokolade	0,4
Coca-Cola	0,4	Honig	-0,3
Kaffee	-1,4	Zucker, weiss	-0,1
Rotwein	-2,4		
Weisswein (trocken)	-1,2	Negative Werte für Basen, positive für Säuren.	
Reis, geschält	4,6	Pral-Wert in mÄq/100 g.	