

Starke Zutaten aus der Natur

Wenn wir uns mit Kochen und Wissenschaft zugleich befassen, müssen wir stets auch der Natur unseren Respekt zollen. Alles was wir essen wächst auf Feldern, auf Bäumen, an Sträuchern oder wird von Bauern, wie etwa Milch und Fleisch, sorgsam erzeugt. Beim Genießen von frischen Äpfeln und



Birnen vom Baum, von frischen roten Erdbeeren direkt vom Feld, von wunderbar frischen Pfirsichen oder von Karotten direkt aus der Erde, von knallroten Tomaten aus dem Garten, mal ehrlich, da

leuchtet uns sofort ein: Die Natur ist der beste Koch.

So etwas Herrliches kann kein Mensch zaubern, was die Natur jedes Jahr im Wechsel der Jahreszeiten hervorbringt. Nicht nur, dass es gut schmeckt, nein, auch was die Natur in dieses Obst und in das Gemüse hineinpackt, ist immer ein kleines Wunder. Schon allein die Farben, die unseren Appetit und unsere Lust anregen, oder die Knackigkeit von Obst und Gemüse, das bringt nicht einmal der beste Spitzenkoch mit seinen Händen zustande. Uns gebieten diese kleinen Wunder der Biologie daher Ehrfurcht, wenn wir sie essen, wir müssen sie schätzen und sorgsam mit ihnen umgehen. Denn wenn wir mit unseren wissenschaftlichen Augen in unser Obst und Gemüse hineinsehen, dann entdecken wir die wundersame Welt der Chemie, der Vitamine, der Moleküle. Reine Wissenschaft – und reinen Genuss!

Hilfe, die Apfelstücke werden braun!

Ein richtig schöner knackiger Apfel ist doch ein Paradebeispiel für ein wahres Meisterwerk der Natur. Je nach Sorte glatte, glänzende Haut, rot, gelb, saftig. Wer kann da schon widerstehen, sofort hineinzubeißen? Haben wir gerade Lust auf einen klei-

nen, ganz einfachen, aber süßen Apfelsalat? Klar, genau die richtige Vitaminspritze im Winter. Na dann los!

Apfelchemie

Bei diesem genussreichen Experiment müssen wir nicht einmal kochen, nur alles in mundgerechte Stücke schnippeln. Also, was schneiden wir zuerst klein? Die Äpfel oder die Trockenfrüchte?

Ist doch egal, ist der erste Gedanke. Das stimmt leider nicht, denn sobald wir den Apfel zerschneiden, liegen die frisch geschnittenen Stücke schutzlos auf dem Teller.

Dabei beobachten wir, dass sie sich schnell braun färben. Das ist gar nichts Neues und jeder hat das schon gesehen. Aber wie kommt das?

Wir brauchen:

- frische Äpfel
- etwas Zitronensaft
- Trockenfrüchte wie Rosinen, Pflaumen, Aprikosen
- wer mag: noch etwas Joghurt
- wer mag: ganz winzig gewürfelte Stückchen einer frischen Ingwerknolle



Die Apfelstücke „schwächeln“, denn sobald sie längere Zeit an der Luft liegen, werden sie bräunlich. Jetzt müssen wir uns überlegen, warum das so ist, vor allem aber, welche Schlüsse wir daraus ziehen dürfen, denn eine Beobachtung ist das eine, das andere ist die Erklärung, das Wichtigste jedoch sind die daraus folgenden Konsequenzen, und wie wir gleich sehen werden, ist das eine ganze Menge.

Immer wenn solche Farbveränderungen im Spiel sind, müssen wir sofort an Chemie denken. Sie lassen sich offenbar auf eine chemische Reaktion ihrer Inhaltstoffe mit dem Luftsauerstoff zurückführen oder auf Licht. Selbst wenn wir die Apfelstücke in den Kühlschrank legen, werden sie braun. Etwas langsamer vielleicht, aber verhindern lässt es sich nicht.

Klar, im Kühlschrank ist auch Luft. Da es da drin aber dunkel ist, muss also Luft, oder besser der Sauerstoff der Luft, der Hauptübeltäter für die Bräunung sein. Derartige Vorgänge gehören zu den wichtigsten in der Chemie, sie werden Oxidation genannt.

Oxidation

Eine mit Sicherheit jedem von uns bekannte Form der Oxidation ist das Rosten. Rost hat jeder, der Sommer und Winter mit dem Fahrrad fährt, schon einmal gesehen. Oder den Rost an älteren Autos. Hier spielt immer Luft und die Kombination mit Feuchtigkeit eine wichtige Rolle.

Rost entsteht an Eisen oder an ungeschützten eisenhaltigen Oberflächen. Dabei geschieht etwas Eigenartiges: Der harte, widerstandsfähige Stahl wird an der Oberfläche in einen braunen, brüchigen Rost umgewandelt. Das Metall Eisen wird zu Eisenoxid und verliert dadurch alle seine festen, harten Eigenschaften.

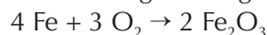
Wie kann das passieren? Dazu muss, nach unserer bisherigen Erfahrung, etwas auf molekularer Basis passieren. Tatsächlich ist die Umwandlung in Rost eine „chemische Reaktion“.

Das Rosten ist ein ganz langsamer Vorgang, allerdings können wir ihn beschleunigen, am besten im Chemielabor in der Schule. Dazu nehmen wir Stahlwolle und „verbrennen“ sie in einer heißen Flamme. Natürlich müssen wir dabei sehr vorsichtig sein. Wir halten die Stahlwolle mit einer langen, nicht brennbaren Zange, tragen Schutzhandschuhe und eine Schutzbrille und hören



genau auf die Anweisungen des Chemielehrers. Das Verbrennen funktioniert tatsächlich; die Eisenatome in der Stahlwolle verbinden sich mit dem Sauerstoff aus der Luft zu Eisenoxid.

Für die Spezialisten gibt es hier eine chemische Reaktionsgleichung:



Diese chemische Geheimsprache besagt, dass sich 4 Eisenatome (Fe) mit 3 Sauerstoffmolekülen (O_2) aus der Luft zu 2 Eisenoxidmolekülen (Fe_2O_3) verbinden, sodass die Anzahl der Eisen- und Sauerstoffatome auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung gleich ist.

Jetzt wissen wir auch, warum wir eisenhaltige Metallteile mit Öl schützen können: Einölen verhindert, dass der Sauerstoff der Luft (und Wasser) an die Metallteile kommt, weil das Öl auch in sehr feine Ritzen kriecht und so einen Schutzfilm bildet.

Aber im Vorgang des Rostens steckt noch viel mehr. Damit Eisen sich mit dem Sauerstoff verbinden kann, muss das Eisenatom dem Sauerstoff Elektronen abgeben.

Doch wer gibt schon freiwillig etwas ab, was ihm gehört! Das kann also nur funktionieren, weil der Sauerstoff stark genug ist, dem Eisen Elektronen zu entreißen. Würde man ihm ein anderes Metall oder einen anderen Stoff anbieten, der seine Elektronen leichter

als das Eisen abgibt, würde er sich auch mit dessen Elektronen zufriedengeben, um seinen Elektronenhunger zu stillen. Dann würde er das Eisen in Ruhe lassen, es könnte nicht rosten. Tatsächlich kann

man das genau so bewerkstelligen. Man gibt dem Sauerstoff einen „Opferstoff“, dessen Elektronen er frisst, und das Eisen kommt unbeschadet davon. Von dieser Idee machen wir beim Apfel Gebrauch.

Natürlich können wir unsere Apfelstücke nicht mit Schmieröl überziehen, damit sie nicht braun werden, aber wenn wir sie sofort nach dem Schneiden mit Joghurt vermischen, halten wir den Sauerstoff auch vom Apfel fern. Allerdings nicht immer, denn manchmal, etwa für den Obstsalat passt der Joghurt nicht in unser Geschmackskonzept.

Daher bietet die Natur uns eine weitere Möglichkeit, das „Rosten“ des Apfels zu verhindern. Wir bieten dem Sauerstoff etwas, das seine Elektronen leichter abgibt als der Apfel: Trüfeln wir etwas Zitronensaft über die Apfelstücke, so können wir das Braunwerden längere Zeit verhindern.

Dies liegt am Zitronensaft, denn in diesem befindet sich viel Vitamin C. Ist dies etwa eine Wunderwaffe? Vitamin C wird ohnehin stets als gutes Allzweckmittel gelobt. Offenbar verhindert Vitamin C die Braunfärbung oder Oxidationsreaktion dadurch, dass es zuerst selbst oxidiert, also mit dem Sauerstoff reagiert. Das ist trickreich, denn wir bieten der Luft etwas an, was gut und schnell oxidiert, sich dabei abbaut, dafür aber den Apfel schützt.

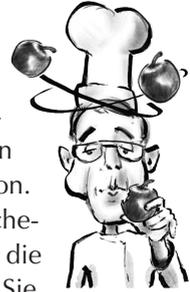
Erst wenn das Vitamin C auf der Apfeloberfläche vollkommen oxidiert und damit aufgebraucht ist, werden die Apfelstücke braun. Vitamin C wird also „geopfert“ und die Molekülgruppe, zu der es gehört, daher oft auch als Antioxidanzien bezeichnet. Davon gibt es bekanntlich eine ganze Menge in unserem Obst und Gemüse.

Apfelbräunung

Diese Bräunung beim Apfel ist natürlich ein viel komplizierterer chemischer Vorgang als das Rosten. Ihn können wir hier im Detail gar nicht besprechen. Er wird aber durch bestimmte Enzyme, die im Apfel sitzen, verursacht.

Enzyme sind immer Katalysatoren, das heißt sie ermöglichen allein durch ihre Präsenz chemische Reaktionen. Kommt

Luft mit ihrem Sauerstoff an die Apfelstücke, erlauben sie einer Molekülgruppe im Apfel, den Phenolen, eine Oxidation. Dabei entstehen auch chemische Verbindungen, die sich Chinone nennen. Sie können sich wiederum zu größeren Molekülen verbinden, die eine bräunliche Farbe erzeugen.



Vielleicht kommt gleich ein Zwischenruf – Zitrone enthält ja auch Säure, wie wir an den lustigen Grimassen ablesen können, wenn jemand eine Zitronenscheibe in den Mund nimmt und daran lutscht: Er verzieht sofort sein Gesicht! Ist es gar nicht das Vitamin C, sondern einfach die Säure?

Aber hier kommt sofort der Gegenbeweis: Beträufeln wir die Apfelstücke mit etwas klarem Essig, also nur keinen dunklen Weinessig oder gar tiefschwarzen Balsamico aus der Küchenschatzkiste nehmen, sonst ist das ganze Experiment für die Katz (dann sehen wir die Braunfärbung nämlich nicht). Bei klarem Essig erkennen wir aber bald, dass er nichts nützt. Die Apfelstücke werden trotz dessen Säure braun.

Sollten wir allerdings ein Döschen Vitamin C auftreiben, dort steht auch „Ascorbinsäure“ drauf, können wir den ultimativen Beweis antreten. Wir lösen von dem weißen Pulver etwas in Wasser auf und beträufeln die Äpfel damit. Und schon klappt es wieder, die Apfelstücke oxidieren nicht.

Vitamin C macht also die Musik. Es bietet dem Sauerstoff seine Elektronen zum Fraße an. Dadurch verschont dieser die Apfelstücke und sie werden nicht braun. Und wo bleibt nach so viel komplizierter Chemie das Geschmacksexperiment? Keine Sorge, hier kommt es.

Fruchtsalatvariationen

Natürlich lassen sich in jedem Obstsalat Trockenfrüchte, mal etwas Aprikosen, mal etwas Pflaumen, verwenden. Sie schmecken sehr deutlich kräftiger, vor allem jedoch süßen sie den Obstsalat gleich mit.

Aber was können wir tun, damit die Trockenfrüchte nicht so trocken sind? Wir können die Rosinen zuvor in etwas Saft einlegen, damit dieser in die Früchte eindringt. Das funktioniert natürlich sehr gut, denn in den Rosinen war ja vorher schon Saft, Traubensaft.

Das Wasser wurde nur durch das langsame Trocknen aus den Trauben verdampft, bis die Früchte ganz zusammengeschrumpelt und die Pflanzenzellen „trockengelegt“ waren. Aber natürlich kann Wasser, oder, da er besser schmeckt, Saft, wieder in die Rosinen gebracht werden. Auch das ist sofort zu verstehen, denn die Rosinen sind aus Zellmaterial. Da sind wieder viele, viele Zuckermoleküle dabei. Aber kein solcher Zucker, wie er im Küchenregal steht, sondern anderer, der aus vielen Zuckermolekülen besteht und richtige Molekülketten bildet. Dennoch ist das Vorhandensein von Zucker wichtig, denn er löst sich im Wasser; Zucker „mag“ also Wasser. Daher mögen auch solche langen Moleküle Wasser oder Saft, und schon füllen sich die ausgetrockneten Rosinenzellen mit Wasser (oder Saft) auf.

Das geht zwar langsam, weil die Zwischenräume sehr eng sind und die Molekülketten sehr dicht nebeneinanderliegen und erst einmal aufgequollen werden müssen – aber es lohnt sich, denn es schmeckt besser.

Und noch ein Geschmacksexperiment: Versuchen wir einmal die Äpfel und die Trockenfrüchte in noch kleinere Stücke zu schneiden. Schon schmeckt es wieder einen Tick intensiver. Mit der Größe der Stücke könnt ihr auch den Geschmack steuern. Das klingt jetzt zwar ein wenig spitzfindig, aber diese Tatsache wird uns noch öfter begegnen.

Vor allem ist es ein Trick vieler Köche, mit gleichen Lebensmitteln verschiedene Geschmacksstufen zu erzeugen. Denn durch solche küchentechnischen Spielereien lässt sich unsere Zunge gewaltig vergackeiern. Solange es uns aber schmeckt und gut tut, ist nichts dagegen zu sagen. Abwechslung ist das halbe Leben.

Doch halt! Warum können wir eigentlich die Äpfel nicht einölen? Natürlich verwenden wir kein Schmieröl in einem Geschmacksexperiment, aber Oliven- oder Walnussöl können wir gut und gern verwenden.

Weil das allerdings ein wenig langweilig ist, geben wir noch etwas frischen Thymian dazu und wer mag noch ein paar Walnusskerne. Gar nicht so dumm, diese Geschmackskombination. Das ist logisch, denn die Säure der Äpfel schmeckt immer gut mit Öl zusammen. Jede Salatsauce nützt dieses Prinzip. Also gehen Äpfel auch mal mit Öl.

Wer hätte geglaubt, wie viel komplizierte Wissenschaft in so einem unscheinbaren Apfel-Fruchtsalat steckt? Viel Gesundes und viel Geschmack, das wussten wir schon. Aber auch so viel Oxidationschemie und Geschmacksphysik? Es scheint fast, die Palette der Naturwissenschaften macht vor keinem Essen Halt!

Moment! Mit dieser Geschichte sind wir noch nicht ganz fertig: Aubergine, Artischocken, Avocado! Dort gibt es doch genau das gleiche Problem. Sofort nach dem Anschneiden werden sie braun. Richtig, und deswegen bricht sofort große Küchenhektik aus, sobald die Artischockenböden erst einmal herausgelöst sind. Sie müssen sofort mit Zitrone beträufelt werden, sonst sind sie ruck, zuck braun. Offensichtlich schützt Zitronensaft auch diese Gemüse vor Oxidation. Dahinter steckt ein allgemeines Prinzip.



Aber wir können noch etwas erkennen. Offenbar war bei der Zitrone und deren Saft immer etwas Wässriges im Spiel. Daraus können wir schließen, dass sich die Ascorbinsäure, oder das Vitamin C, in Wasser löst.

Im Gegensatz zu anderen Vitaminarten – die lösen sich nicht im Wasser. Jetzt aber zur Abwehrkraft des Vitamin C, denn diese Elektronen- und Oxidationschemie können wir für uns selbst nutzen. Wir haben aus diesem

kleinen Obstsalat gleich mehrere Dinge für das Leben und unser Essen gelernt: Vitamin C schützt vor Oxidation und löst sich in Wasser. Das ist wichtig und das müssen wir uns merken.

Die Abwehrkraft der Zitronen

Was Vitamin C beim Apfel schafft, kann es erst recht in unserem Körper bewirken. Wenn wir genug Vitamin C essen, also viel Obst und Gemüse, schützt es uns vielleicht auch? Es lässt unsere eigenen Körperzellen nicht so schnell „oxidieren“, weil es selbst oxidiert.

Bei allen Oxidationsprozessen sind Elektronen im Spiel, sie werden aufgenommen und „gefressen“ – wie beim Apfel, der braun wird. Immer ist ein Austausch von Elektronen im Spiel. Diese werden vom Sauerstoff an das oxidierende Material abgegeben. In unserem Körper finden derartige Prozesse auch statt. Vor allem durch Stoffe, Moleküle oder Molekülgruppen, denen Elektronen fehlen. Diese Winzlinge sind so radikal, dass sie versuchen, das erstbeste Elektron an sich zu reißen, das ihnen in den Weg kommt. Etwa aus den Zellen, die unsere Organe, unsere Haut, ja unseren ganzen Körper aufbauen. Wenn aber so ein radikales Molekül viele Elektronen aus der Zelle reißt, fehlen diese, und die Zelle geht kaputt. Dieser Schaden kann dann nicht mehr so schnell repariert werden. Drängelt sich aber ein Vitamin-C-Molekül im

Körper vor, stellt es seine Elektronen zur Verfügung und sättigt so den Hunger der Radikale. Vitamin C ist also ein Elektronengeber. Wenn die Radikale ihre Elektronen aus dem Vitamin C bekommen haben und ihr Hunger gestillt ist, können sie unseren Zellen nichts mehr anhaben. Es stellt sich wie die Polizei den radikalen Molekülen in den Weg und macht sie unschädlich, indem es sie mit Elektronen sättigt. Vita-



min C gehört deshalb zu den „Radikalfängern“, und ganz wie bei Räuber und Gendarm fängt es radikale Moleküle ab und stellt sie ruhig. Die Gendarmen fangen die Räuber ein, bevor sie Böses tun, und legen ihnen

Handschellen an. Und schon ist die Gefahr gebannt. Dazu müssen wir nur ausreichend viele der Vitamin-C-Moleküle als Schutztruppe im Körper haben. Damit sie die Radikale gut abfangen können. Daher hören wir immer, wir sollen viel frisches Obst und Gemüse essen; darin befinden sich sehr viele der Gesundheitspolizeimoleküle mit dem Decknamen Vitamin C.