

EINE MINUTE PHYSIK

Blauer Champagner-Nebel

Diese Experimente dürften den Forschern an der Universität de Reims Champagne-Ardenne besonders viel Freude gemacht haben.

NORBERT LOSSAU



Im Dienste der Wissenschaft haben sie reihenweise Champagnerkorken knallen lassen, um das Entstehen des flüchtigen Nebels an der Flaschenöffnung zu erforschen.

Sie filmten den beim Entkorken entstehenden Nebel mit einer Hochgeschwindigkeitskamera und gelangten dabei zu interessanten Erkenntnissen: Je nachdem, bei welchen Temperaturen der Champagner zuvor gelagert wurde, kann der Nebel weißgrau oder bläulich aussehen. Wie es dazu kommen kann, erklären die französischen Wissenschaftler im Fachjournal „Scientific Reports“.

Die Wissenschaftler um Gérard Liger-Belair experimentierten mit Champagner, der bei 6, 12 oder 20 Grad Celsius gelagert war. Die 6 Grad entsprechen einer Temperatur, wie man sie normalerweise mit einem Kühlschrank erzielt. Beim Öffnen von „6-Grad-Flaschen“ sahen die Forscher das, was auch jeder nicht akademische Champagnerliebhaber sieht, wenn er eine Flasche entkorkt: einen feinen weißgrauen Nebel.

Über diesen Nebel hatte man sich bislang nicht allzu viele Gedanken gemacht, denn es schien offensichtlich, wie er sich erklären lässt. Die Champagnerflasche steht unter Druck, weil sich nicht gelöstes Kohlendioxidgas im Raum zwischen dem Champagner und dem Korken befindet. Der Druck ist vier- bis fünfmal so groß wie der umgebende Luftdruck. Öffnet man die Flasche, so wird der Flaschenruck schlagartig verringert. Dadurch wird ein Kühlungseffekt bewirkt. Physiker sprechen von einer „adiabatischen Kühlung“.

Bislang ging man jedoch davon aus, dass es das abgekühlte Kohlendioxid (CO₂) ist, das man da als Nebel über der Flasche sehen kann. Die Untersuchungen der französischen Forscher zeigen nun aber, dass es sich hier um feine Wassertröpfchen handelt, die ungefähr minus 78 Grad Celsius kalt sind. An diesen Tröpfchen wird das Licht gestreut, was zu der nebelartigen Erscheinung führt.

Physiker bezeichnen diese Art der Streuung von Licht als Mie-Streuung, oder auch Lorenz-Mie-Streuung, benannt nach den Physikern Gustav Mie und Ludvig Lorenz. Doch die tiefen Temperaturen vor der Flaschenöffnung haben natürlich nicht lange Bestand. Schnell ist der „Hauch von Champagner“ wieder verschwunden.

Viel spannender wurde es, als die Forscher Champagnerflaschen entkorkten, die zuvor bei 20 Grad Celsius gelagert worden waren. Bei ihnen fehlte der weißgraue Mie-Nebel völlig. Dafür konnten sie kurz nach dem Öffnen der Flasche in deren Hals für

kurze Zeit einen blauen Nebel beobachten. Das war die eigentliche Überraschung. Diese Entdeckung war allerdings nur deshalb möglich, weil sich die Forscher von ihrem Sponsor Pommery Flaschen aus weißem Glas hatten liefern lassen. Durch Grünglas hindurch hätten sie die blauen Schwaden nicht entdecken können.

Doch wie erklärt sich nun dieser blaue Dunst? In den bei 20 Grad Celsius gelagerten Flaschen herrscht ein höherer Druck, weil nicht so viel Kohlendioxid in der Flüssigkeit gelöst ist, als bei stärker gekühlten Flaschen. Beim Öffnen der Flasche ist deshalb der adiabatische Kühlungseffekt größer. Es entstehen Temperaturen von bis zu minus 90 Grad Celsius – genug, um das Kohlendioxid in winzige Trockeneispartikel zu verwandeln.

Diese Kristalle sind winzig genug, um für eine sogenannte Rayleigh-Streuung des Lichts zu sorgen. Weil bei der Rayleigh-Streuung Licht mit kurzen (blauen) Wellenlängen stärker abgelenkt wird, entsteht der farbliche Eindruck „blau“. Dass wir den Himmel bei schönem Wetter als blau wahrnehmen, ist ebenfalls eine Folge der Rayleigh-Streuung an den Molekülen der Luft. Rayleigh-Streuung tritt immer dann auf, wenn Partikel deutlich kleiner als die Wellenlängen des Lichts sind.

Das Blau im Hals der Champagnerflasche ist noch flüchtiger als das Weißgrau der stärker gekühlten Flaschen. Das Abkühlen des Kohlendioxids verbraucht im Fall der 20-Grad-Flaschen offenbar so viel an Kühlungsleistung, dass es weiter oberhalb des Halses nicht mehr zu dem Wassernebel kommt. Doch die Forscher konnten zeigen, dass man auch beides haben kann: blauen und weißgrauen Nebel. Dazu muss man den edlen Schaumwein zuvor bei 12 Grad Celsius lagern, was dann den „Kompromiss“ ermöglicht.

Die Wissenschaftler verraten in ihrer Veröffentlichung nicht, was sie nach den Plopp-Versuchen mit dem wertvollen Inhalt der Flaschen gemacht haben. Man darf jedoch vermuten und hoffen, dass sie ihn nicht einfach weggeschüttet haben.

Trotz der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse dürfte der durchschnittliche Champagnergenießer nach wie vor gut gekühlte Flaschen bevorzugen und im Zweifel auf die geheimnisvollen blauen Schwaden verzichten. Doch manchmal gibt es eben doch die Situationen, in denen das Prosten mit Champus angezeigt, aber partout keine Kühlmöglichkeit verfügbar ist. Dann schmeckt notfalls das Getränk auch bei Zimmertemperatur. Doch sie können dann Mittrinken von dem tollen blauen Dunst erzählen, der sich hinter dem grünen Glas verbirgt. Wissen ohne zu sehen – das ist doch ein nettes intellektuelles Abenteuer.

KOMPAKT

TIERE

Körpergerüche von Tieren eingefangen

Leipziger Forscher fangen mit einer neuen, schonenden Technik die Körpergerüche von Tieren ein. Dabei werden mit einem speziellen Gerät Duftproben aus der Umgebungsluft aufgenommen und anschließend analysiert, wie das Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie mitteilte. Bislang sei es üblich gewesen, bei Tieren Geruchsproben beispielsweise von der Haut zu nehmen, wie es hieß. Die Wissenschaftler veröffentlichten ihre Ergebnisse in dem Fachmagazin „Methods in Ecology and Evolution“. „Wir sammelten Proben von Erdmännchen“, sagte Erstautorin Brigitte Schlögl. Säugetiere kommunizieren mit Artgenossen auch über Gerüche, unter anderem um Fortpflanzungspartner oder befreundete Tiere zu erkennen. Mit der neuen Methode erhoffen sich die

Wissenschaftler, die Kommunikation besser untersuchen und verstehen zu können.

GESUNDHEIT

Cholera-Impfung für 900.000 Nigerianer

Die Weltgesundheitsorganisation will im Nordosten Nigerias rasch bis zu 915.000 Menschen gegen Cholera impfen. Das soll eine weitere Ausbreitung der schweren Durchfallerkrankung stoppen. Die Impfkampagne soll zusammen mit örtlichen Behörden innerhalb weniger Tage im Bundesstaat Borno durchgeführt werden, wie die WHO mitteilte. Der Fokus liegt dabei auf Lagern für Binnenflüchtlinge und Gebieten rund um Maiduguri, der Hauptstadt von Borno. Bislang sollen sich laut WHO über 2600 Menschen infiziert haben, mindestens 44 sind infolge der Cholera gestorben.



GETTY IMAGES/DEBBY LEWIS-HARRISON

TOMATE

Die bizarre Welt der TOMATE Eine niederländische Journalistin weiß Erstaunliches über das deutsche Lieblingsgemüse

Friedrichshain, ein typischer Berliner Altbau. In der Küche von Annemieke Hendriks steht wie für das Interview bestellt ein Kilo Tomaten auf der Anrichte, die dicken Fleischtomaten aus dem Supermarkt. Einkochen will sie sie. Klar, eine Tomatenexpertin muss Tomaten mögen – doch im Laufe des Gesprächs kommen daran ernsthafte Zweifel auf.

VON SARAH MARIA BRECH

DIE WELT: Frau Hendriks, wenn ich im Supermarkt eine Tomate aus Deutschland kaufe – kann ich sicher sein, dass sie wirklich aus Deutschland kommt?

ANNEMIEKE HENDRIKS: Ja und nein. Das Anbauland muss nach europäischem Recht angegeben werden, und das wird es meistens auch. Es steht aber bei Tomaten aus dem Ausland oft so klein dabei, dass es einen richtig in die Irre führen kann. Da wirbt dann zum Beispiel ein deutscher Spitzenkoch auf der Packung für heimische Tomaten, und hinten steht in winziger Schrift drauf, dass die Tomaten in den Niederlanden angebaut wurden.

Warum machen die Hersteller das?

Viele Verbraucher wünschen sich eben, dass ihr Gemüse im eigenen Land, am besten in der Region angebaut wurde. Sie haben gehört, dass das am besten sei. Ich saß gestern mit zwei Berlinern zusammen. Die behaupteten: Wir essen nur Tomaten aus Brandenburg. Ich sagte: Was ist daran brandenburgisch? Die Samen kommen meist aus den Niederlanden, das Gewächshaus auch. Sie sagten: Ja, aber der Boden ist deutsch. Da musste ich antworten: Nein, Tomaten wachsen auf Steinwolle oder Kokossubstrat. Zum Glück, muss man in diesem Fall sogar sagen. Der brandenburgische Boden ist nämlich zu großen Teilen verseucht, weil dort Mais für Bioenergie angebaut wird. Dafür werden unheimlich viele Pestizide versprüht. In Wirklichkeit gibt es kaum deutsche Tomaten zu kaufen. Regional angebaute Freilandtomaten sowieso nicht.

Wieso?

Es ist einfach zu kalt. In Nord- und Mitteleuropa wachsen Tomaten nur im beheizten Gewächshaus so gut, dass es sich für den Handel lohnt. Biotomaten können im Freiland schon gar nicht in großen Massen wachsen. Dort kommen die Schädlinge viel leichter ran, und wenn man dann keine Pestizide spritzt, gedeihen sie nicht.

Im Gewächshaus werden keine Pestizide versprüht?

Viel weniger. Bei Biotomaten sowieso nicht, die müssen ja härtere Standards einhalten. Aber auch Tomaten, die konventionell angebaut werden, werden

kaum mehr gespritzt. Zum einen sind neu gezüchtete Sorten viel resistenter. Zum anderen sind die Gewächshäuser so abgeschlossen, dass kaum Schädlinge eindringen können. Wenn doch, werden sie mithilfe von „nützlichen“ Insekten bekämpft. Andere Insekten, meist Hummeln, bestäuben die Tomatenpflanzen. Es gibt extra Insektenhotels, die Züchter bekämpfen. Andere Insekten, meist Hummeln, bestäuben die Tomatenpflanzen. Es gibt extra Insektenhotels, die Züchter bekämpfen. Andere Insekten, meist Hummeln, bestäuben die Tomatenpflanzen. Es gibt extra Insektenhotels, die Züchter bekämpfen. Andere Insekten, meist Hummeln, bestäuben die Tomatenpflanzen.

Die Tomate ist also fest in niederländischer Hand.

Was Innovationen und Handel angeht, ja. Die Niederlande teilen sich mit Mexiko den Titel des Exportweltmeisters von frischen Tomaten. Dabei bauen sie nur fünf Prozent der Tomaten aus Europa an.

Und der Rest?

Ein Drittel der aus den Niederlanden exportierten Tomaten wurde vorher importiert, stammt also ursprünglich zum Beispiel aus Spanien. Die meisten Tomaten werden in Südeuropa angebaut, aber direkt im Land verkauft. Oder eben verarbeitet, in Dosen, als Tomatenmark oder Ketchup. Darauf haben sich viele Firmen in Italien spezialisiert. Bei verarbeiteten Tomaten muss das Anbauland nicht angegeben werden. Darum verwenden die Italiener oft die allerbilligsten Tomaten, das sind die aus China.

China ist ja nicht gerade als Tomatenland berühmt.

Zu Unrecht. China produziert mit Abstand die meisten Tomaten der Welt. Nur werden sie dort selber gegessen oder eben weiterverarbeitet zu Konserven. Für die Verbraucher ist das schwierig. Wir wissen nicht genau, wie diese Tomaten kontrolliert werden und unter welchen Umständen sie wachsen.

Also doch besser die niederländischen Wasserbommen.

Ich bin wirklich keine Lobbyistin für den niederländischen Tomatenanbau, aber das Wort ist unfair. Es entstand in den 90er-Jahren, als Spanien mithilfe von EU-Subventionen seine Tomatenzucht ausbaute. Damals wurden die spanischen Tomaten als sonnengereifte Naturprodukte präsentiert und den niederländischen Tomaten „aus der Fabrik“ gegenübergestellt. Die holländischen Züchter haben große Einbußen hinnehmen müssen. Darum haben sie sich zusammengesetzt und neue Sorten gezüchtet. All die leckeren Tomatenarten, von denen wir denken, die schmecken noch wie bei Großmutter, sind in Wirklichkeit gute Neuzüchtungen aus Holland.

Wieso weiß das fast niemand?

Die niederländischen Züchter gehen da

mit nicht unbedingt hausieren. Sie nennen ihre neuen Sorten lieber so, dass es exotisch klingt, wie Azteken-Tomaten, oder vertrauter deutsch. Gerade die Deutschen wollen nicht zu viel Technologie und am liebsten alles aus der Region.

Warum eigentlich?

Vielleicht trauen sie dem Züchter aus Niedersachsen mehr als dem aus Spanien oder Holland. Obwohl das Quatsch ist. Tomaten, die innerhalb Europas verkauft werden, sind scharfen Kontrollen unterworfen. Viele Deutsche legen aber auch Wert auf Nachhaltigkeit. Sie wollen, dass für ihre Tomate möglichst wenig Treibhausgas ausgestoßen werden. Und dabei hält sich hartnäckig der Mythos, dass lange Transportwege vermieden werden sollten. Grundsätzlich sinnvoll. Bei der Tomate aber ist der Transport nun wirklich das kleinste Problem. Die ist eigentlich ohnehin eine einzige Klimakatastrophe. In Nord-

Für das Klima ist das besser. Dort gibt es aber andere Nachhaltigkeitsprobleme. Zum Beispiel den Wassermangel. Ganze Landschaften werden zerstört, weil das Wasser von dort für den Tomatenanbau gebraucht wird. Außerdem sind die Arbeitsumstände für die Tomatenpflücker in Südeuropa ziemlich schrecklich. In Italien, wo viele Flüchtlinge auf den Tomatenfeldern arbeiten, mischt sogar die Mafia mit. Ärzte ohne Grenzen kümmern sich dort seit Jahren um die Tomatenpflücker. In der EU!

Die Lösung wäre also: Nur Tomaten essen, wenn ich ohnehin gerade in Südeuropa bin und sie direkt vom Kleinbauern kaufe kann.

Besser nicht. Das sind im Zweifelsfall die ungesundesten Tomaten. Tomaten für den Export werden scharf kontrolliert. Wenn ein Bauer sie vor Ort auf dem Markt verkauft, viel weniger. Es könnten mehr Pestizide drauf sein, und Gift schmeckt man nicht heraus.

Das würde die positiven Effekte auf die Gesundheit zunichte machen.

Seien wir ehrlich. Eine Tomate enthält ohnehin nicht besonders viele Vitamine. Sie besteht zu 95 Prozent aus Wasser. Hinzu kommen ein paar Kohlenhydrate und Kalium. Aber davon bekommen wir ohnehin schon genug. Nur etwa ein Tausendstel einer Tomate besteht aus jenen 400 Inhaltsstoffen, zu denen auch Vitamine gehören. Das kann man völlig vergessen. Es gibt keine Studie, die einen positiven Effekt von Tomaten auf die Gesundheit belegen kann. Auch das angebliche Wundermittel Lycopin, das freie Radikale abfangen und Krebs vorbeugen soll, tut das gar nicht.

Trotzdem ist die Tomate das beliebteste Gemüse in Deutschland.

Das stimmt. Aber das heißt nicht viel. Die Deutschen essen 25 Kilo Tomaten pro Jahr. Davon sind nur acht Kilo frische Tomaten, der Rest ist verarbeitet in Dosen oder Ketchupflaschen. Ein deutscher Haushalt gibt im Schnitt fünfmal so viel für Weihnachtsgeschenke aus wie für Frischgemüse.

Also schlecht für die Umwelt, nicht besonders gesund, und eigentlich mögen wir sie nicht mal richtig. Warum um Himmels willen sollten wir denn überhaupt noch Tomaten kaufen? (lacht) Das Hauptargument ist wohl: damit die Züchter und Händler weiter ihr Geld verdienen.

Aber Sie haben doch auch ein Kilo Tomaten auf der Anrichte stehen.

Ja. Zugegeben: Sie schmecken ja auch gut!

■ Annemieke Hendriks: Tomaten. Die wahre Identität unseres Frischgemüses. Eine Reportage. be.bra, 288 Seiten, 18 Euro.



Zur Person

Auf einem Markt in Rumänien wunderte sich Annemieke Hendriks, 61, warum dort so viele Tomaten aus ihrer Heimat Niederlande verkauft wurden. Sie ging dem nach – es wurden sieben Jahre Recherche.