

## **Warum brennen salzige Tränen nicht in den Augen – Meerwasser brennt doch auch?**

Weil die Salzkonzentration niedriger ist. Meerwasser enthält fast viermal so viel Salz wie die Tränenflüssigkeit. Tränen sind ungefähr so salzig wie Blut – ihr Salzgehalt liegt bei etwas unter einem Prozent. Tränen bilden somit eine „isotonische“ Lösung, deshalb brennen sie nicht nur nicht – sondern sie enthalten genau die Salzkonzentration, die auch unsere Schleimhäute gerade als angenehm empfinden – da wir ständig Tränenflüssigkeit im Auge haben, wäre alles andere ja unpraktisch. Tränen enthalten somit viel weniger Salz als etwa Schweiß. Die Salzkonzentration von Schweiß entspricht der im Meerwasser. Deshalb brennt Schweiß ja auch in den Augen, Tränen nicht. Könnten wir in einem Meer von Tränen tauchen – für die Augen gäbe es nichts Angenehmeres.

## Warum sieht nasse Wäsche dunkler aus?

Das hat mit der Lichtstreuung zu tun. Trockene Wäsche hat eine relativ raue Oberfläche. Natürlich kann sich ein Seidenhemd glatt anfühlen, aber im mikroskopischen Maßstab ist es immer noch ziemlich rau: Da sind ganz viele Fäden, die aus noch dünneren Fasern bestehen und die stehen in alle möglichen Richtungen ab. Jetzt stellen wir uns vor, Licht fällt aus irgendeiner Quelle auf diese raue, unregelmäßige Oberfläche. Es wird dort in alle Richtungen gestreut. Der Stoff wirkt dadurch hell.

Wenn wir nun den Stoff nass machen, glättet sich die Oberfläche – zum einen, weil das Wasser die noch bestehenden Zwischenräume im Gewebe auffüllt und die Oberfläche auf diese Weise „einebnet“. Zum zweiten, weil das Wasser die Fasern zusammenhält. Deswegen machen wir ja auch beim Nähen einen Faden nass, wenn wir ihn durchs Nadelöhr bekommen wollen: Das Wasser „bappt“ die Fasern zusammen, sie spreizen sich dann nicht so ab. Je glatter aber eine Oberfläche ist, desto mehr spiegelt sie das Licht und desto weniger streut sie es. Beim Wasser ist es genauso: Nur eine glatte, nicht aber eine raue Wasseroberfläche taugt als Spiegel. Zwar wird ein nasses Stoffgewebe nie so glatt wie die Oberfläche einer Wasserpfütze, dennoch nehmen auch bei einem nassen Stoff die Anteile des gespiegelten Lichts zu. Nun gilt beim Spiegeln aber das Prinzip: Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel. Wenn es also eine zentrale Lichtquelle gibt – die Sonne oder eine Lampe – bedeutet das: Aus einer ganz *bestimmten* Richtung betrachtet, wirkt der Stoff richtig hell – aus der Richtung nämlich, in die er die Lichtquelle spiegelt. Dafür wirkt er aus den übrigen Richtungen umso dunkler – denn die Gesamtmenge an Licht nimmt ja nicht zu.

Hinzu kommt ein weiterer Effekt: Das Wasser, das die vielen Poren und Zwischenräume im Gewebe ausfüllt, absorbiert einen Teil des Lichts. Wasser ist ja transparent. Ein Teil der einstrahlenden Lichtmenge dringt somit ins Wasser ein und wird von ihm verschluckt.

Es sind also zwei Effekte: Nasser Stoff streut das Licht weniger, und ein Teil des Lichts verschwindet gewissermaßen im Wasser und geht somit für den Betrachter verloren. In der Summe gelangt dann weniger Licht vom Stoff zum Auge des Betrachters – und der Stoff erscheint dunkler.

## Wie entsteht Schaum und warum verschwindet er wieder?

Schaum, etwa im Spül- oder Badewasser, ist ja nichts anderes als eine Ansammlung von Seifenblasen. Für eine Seifenblase brauchen wir Seife bzw. allgemeiner gesprochen: Tenside, wie sie auch im Spülmittel enthalten sind. Wieso aber erzeugen Tenside Seifenblasen?

Wir wissen, dass es zwei verschiedene Arten von Flüssigkeiten gibt: solche, die sich gut mit Wasser vermischen – Alkohol beispielsweise – und solche, die sich gar nicht mit Wasser vermischen – dazu gehören Fett und Speiseöl. Seifen- oder Tensidmoleküle haben nun die Besonderheit, dass sie zwei Seiten haben: eine „wasserliebende“ Seite und eine eher „fettige“ Seite, die sich vom Wasser abwendet. Wenn man einen Tropfen Spülmittel ins Wasser gibt, dann breitet sich dieser Tropfen sofort als ganz dünner Film über die Wasseroberfläche aus. Bei diesem Seifenfilm zeigt die wasserliebende Seite der einzelnen Moleküle nach unten zum Wasser, während sich das „fettige“ Ende auf der wasserabgewandten Seite befindet, also nach „oben“ zeigt. Wenn wir diese Oberfläche aufmischen, entsteht der Schaum in Form vieler Seifenblasen.

Das kann man sich veranschaulichen, wenn man an die Seifenblasen denkt, die Kinder erzeugen: Sie tauchen einen Blasring ins Seifenwasser, sodass sich in dem Ring eine dünne Haut aus Seifenwasser bildet. Im Unterschied zum Spülmittelfilm auf einer Wasseroberfläche wird im Blasring das Wasser von *beiden* Seiten – von vorne und von hinten – von einem Seifenfilm bedeckt. Die Haut einer Seifenblase besteht also wie ein Sandwich aus drei Schichten: Innen und außen die Seife, also das Tensid, dazwischen das Wasser. Wenn man in diese aufgespannte Haut hineinbläst, entsteht die Seifenblase. Dass das eine fast perfekte Kugel wird, liegt daran, dass eine Kugel die sparsamste Form ist: Bei einer gegebenen Menge von eingeschlossener Luft benötigt eine Kugel die geringste Oberfläche.

*Aber wenn ich mir ein Schaumbad einlasse oder das Geschirr spüle, dann puste ich ja nicht.*

Nein, aber man bringt, wenn man zusätzliches Wasser einlässt, die Seifenwasseroberfläche in Unruhe. Dabei gelangt auch Luft ins Wasser. Sie bleibt dort aber nicht lange, sondern steigt in Form von Blasen auf. Wenn diese Luftblasen dann die Wasseroberfläche durchdringen, machen sie das gleiche, wie wenn man Seifenblasen pustet: Sie nehmen den Seifenwasserfilm an der Oberfläche mit und formen ihn zu einer Blase.

*Aber der Schaum besteht ja dann nicht aus schönen Kugeln*

Das liegt daran, dass beim Schaum die vielen Seifenblasen, die zunächst entstehen, sofort zusammenwachsen. Und dann geht die Natur wieder sparsam vor. Sparsam heißt, dass die vielen Seifenblasen versuchen, gemeinsame Grenzflächen zu bilden. Und so entstehen viele unregelmäßig geformte Blasen im Schaum.

*Und wie verschwindet der Schaum dann wieder?*

Die Haut der Bläschen besteht nun mal aus Seifenwasser. Die Seifenblasen stabilisieren zwar die Struktur etwas, trotzdem bleibt es eine wässrige Angelegenheit. Und wenn das Seifenwasser langsam nach unten abfließt, zerfallen die Blasen wieder.

*Ist das beim Bierschaum genauso?*

Das physikalische Prinzip ist ähnlich, allerdings entsteht da der Schaum nicht nur durch Unruhe an der Bieroberfläche im Glas, sondern durch die aufsteigenden Luftbläschen. Bier enthält ja Kohlensäure, und wenn nach dem Öffnen bzw. Einschenken des Bieres die Kohlendioxid-Bläschen aufsteigen, nehmen sie dabei gleichzeitig eiweißhaltige Substanzen, die im Bier sind, mit nach oben. Das ist der zweite Unterschied: Die Haut der Bläschen im Bierschaum besteht nicht aus Seifenwasser, sondern aus einer eiweißhaltigen Substanz. Das ist bei Lebensmitteln fast immer so. Wenn wir Reis kochen oder Eier schlagen – fast immer, wenn es beim Kochen schäumt, sind Eiweiße im Spiel. Aber die Physik ist die gleiche wie bei der Seifenblase.

## **Warum riecht die Natur bei einem kurzen Regenschauer so intensiv?**

Die Natur wird bei einem Regenschauer aktiver und produziert mehr geruchsin-  
tensive Stoffe. Dafür sorgen vor allem Mikroorganismen im Boden. Dieser  
„Regen-Geruch“ ist am intensivsten, wenn nach einer längeren Trockenzeit ein  
kräftiger Schauer einsetzt. Der Regen dringt dann in den Boden ein. Im Boden  
leben zahlreiche Mikroorganismen, die bei Trockenheit ihren Stoffwechsel  
zurückfahren. Sobald aber Wasser zur Verfügung steht, werden sie wieder aktiv.  
Dabei setzen sie flüchtige, stark riechende Substanzen frei, vor allem Geosmin.  
Das ist chemisch gesehen ein komplexes Alkoholmolekül mit einem Geruch,  
den wir als „erdig“ bezeichnen würden. Wenn es nach „frischer Erde“ riecht,  
sind das also in der Regel die Abbauprodukte dieser Mikroorganismen.

*Aber es riecht ja nicht nur „erdig“, sondern im Frühling duften die Pflanzen ja  
auch nach einem Regen besonders stark.*

Ja, denn die werden bei einem Regenschauer auch aktiver und dünsten über  
ihre Blätter zusätzlich ätherische Öle aus. Und noch ein Faktor verstärkt den  
Geruchseindruck: Der Regen wirbelt die bodennahen Luftschichten auf – und  
sobald das Wasser gefallen ist, fängt es ja sofort an, wieder zu verdunsten. Dabei  
steigt Wasserdampf auf und dieser Wasserdampf zieht die Duftmoleküle aus  
den bodennahen Luftschichten mit sich nach oben – auf „Nasenhöhe“. Auch  
dadurch riecht es intensiver.

*Spürt man diesen Geruch nicht oft bereits, bevor der Regen einsetzt?*

Das kann vorkommen, wenn mit dem sich anbahnenden Regen bereits die  
Luftfeuchtigkeit zunimmt. Die genannten Mikroorganismen werden dadurch  
schon aktiviert. Auch beginnt die Luft oft schon vor dem einsetzenden Regen  
sich stärker zu bewegen: Sie kühlt ab, ein leichter Wind setzt ein. Der Luftdruck  
sinkt, in der Luft über dem Boden entsteht somit ein leichter Unterdruck, der  
wiederum die Luft und damit die Duftmoleküle aus dem Boden zieht. Dadurch  
nehmen wir die Geruchsmoleküle manchmal schon vor einem Regen intensi-  
ver wahr.<sup>2</sup>

---

2 Danke an Christina Endler vom Süddeutschen Klimabüro

## Warum knirscht Schnee?

Hierfür sind zwei Effekte verantwortlich. Frisch gefallener Schnee enthält ziemlich viel Luft, und wenn Sie in den Neuschnee treten, pressen Sie ihn zusammen und drücken dabei zugleich die Luft aus dem Schnee heraus. Das gleiche passiert, wenn Sie mit der Hand einen schönen festen Schneeball formen. Sie drücken den Schnee zusammen, dabei entweicht Luft, und das gibt dieses knirschende Geräusch. Das ist noch nicht das Entscheidende, denn wenn es nur die Luft wäre, dann müsste ja ein normaler Haushaltsschwamm ein ähnliches Geräusch machen, wenn man drauftritt. Tut er aber nicht.

*Das heißt, es muss ein weiterer Effekt eine Rolle spielen, welcher könnte das sein?*

Das Brechen der Kristalle. Schneeflocken sind bekanntlich eine Ansammlung von kleinen Eiskristallen, die lose aneinanderhängen. Das sind diese wunderschönen sechsstrahligen symmetrischen Sternchen. Jedes Eiskristall ist dabei einzigartig; es hat ja nicht nur sechs Strahlen oder Äste, sondern von denen gehen dann wieder kleine Äste ab usw. Wenn wir über Neuschnee laufen, enthält der Schnee somit unzählige von diesen Mini-Mini-Eisästchen, und wenn wir sie zusammentreten, brechen sie. Jedes Ästchen ist zwar mikroskopisch klein und fein, aber wenn Millionen davon brechen, dann machen sie dieses wattige, knirschende Geräusch.

*Stimmt es, dass der Schnee lauter knirscht, wenn er kalt ist?*

Ja, und das hängt genau mit den Eiskristallen zusammen. Ist der Schnee kalt, sind die Eisästchen richtig steif und fest und brechen umso lauter. Wenn es relativ warm ist – warm heißt in dem Fall: so um den Gefrierpunkt, aber nicht viel kälter – dann werden die Eiskristalle etwas beweglicher und es knirscht nicht mehr so schön. Und wenn es noch wärmer wird, sind die feinen Ästchen bei den Eiskristallen ohnehin das erste, was abtaut. Dann können sie auch nicht mehr brechen, und es knirscht noch weniger.

## **Kann es Leben ohne Sauerstoff und Wasser geben?**

Das ist eine superspannende Frage, die auch viele Wissenschaftler beschäftigt. Im Moment beantworten viele die Frage mit Ja: Vermutlich ist ein Leben denkbar, das völlig anders funktioniert als das, das wir kennen.

Fangen wir beim Sauerstoff an. Lebensformen, die ohne Sauerstoff auskommen, gibt es ja auch auf der Erde überall dort, wo kein Sauerstoff hinkommt: in Feuchtgebieten oder in tieferen Seen etwa, wo das Wasser ziemlich still steht. Da ist ab einer bestimmten Tiefe kein Sauerstoff mehr, aber es gibt dort trotzdem Bakterien, die ohne Sauerstoff auskommen. Man darf auch nicht vergessen: Die ersten Lebewesen auf der Erde hatten weder grüne Blätter, noch brauchten sie Sauerstoff – im Gegenteil, der Sauerstoff war ein giftiges Abfallprodukt. Die Pflanzen, aber auch wir Menschen und Tiere, die den Sauerstoff nutzen, kamen erst viel später. Also Leben ohne Sauerstoff und grüne Pflanzen, keine Frage, das gibt es.

*Und wie sieht's mit dem Wasser aus?*

Das war ja immer die große Frage bei den Marsmissionen: Gibt es auf dem Mars flüssiges Wasser? Früher zumindest gab es dort welches, das haben die Erkundungen der letzten Jahrzehnte ergeben. Und da stellt sich natürlich die Frage: Wenn es Wasser gab, gab es dann auch Leben?

Für das Leben, wie wir es kennen, ist Wasser absolut essentiell, es ist das Lebens-Medium schlechthin, es transportiert Nährstoffe in die Organismen hinein und Giftstoffe aus ihnen heraus. Die Frage ist, gibt es einen anderen Stoff, der das genauso könnte? Vielleicht irgendwo, wo es viel kälter ist als bei uns, wo es definitiv kein flüssiges Wasser gibt?

Ein solcher Ort wäre z. B. der Titan, ein Mond des Planeten Saturn. Auf dem Titan ist es eiskalt, da gibt es mit Sicherheit kein flüssiges Wasser. Es könnte aber dort Seen aus flüssigem Methan geben. Und es ist nicht ausgeschlossen, dass Lebensformen existieren, deren Elixier, deren Nährstoff- und Gifttransportmedium nicht Wasser ist, sondern Methan.

*Also theoretisch sind auch ganz andere Lebensformen denkbar ...?*

Ja! Es geht sogar noch weiter: Der Grundbaustein des Lebens auf der Erde ist ja der Kohlenstoff. Alles Organische – Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette, bis hin zu unserem Erbmaterial, der DNA – ist aus Kohlenstoffatomen aufgebaut, zumindest das Grundgerüst. Nur wenige Elemente sind nämlich so vielseitig wie der Kohlenstoff. Er kann unglaublich viele hoch komplizierte Gerüste und Strukturen aufbauen. Die Chemie des Lebens ist eine Kohlenstoffchemie. Es gibt aber

noch ein anderes Element, das theoretisch dazu in der Lage wäre: Silizium. In der Periodentabelle der chemischen Elemente steht es direkt unter dem Sauerstoff. Deshalb halten manche Biologen eine Lebewelt auf Siliziumbasis zumindest für denkbar.

*Das heißt, auf anderen Planeten?*

In erster Linie auf anderen Planeten. Wobei es ernstzunehmende Forscher gibt, die sagen, rein theoretisch könnte es diese Lebensformen sogar auf der Erde geben, vielleicht sogar in unserem Körper, nur dass wir sie noch nicht entdeckt haben.

*Wie – da können Lebewesen um uns herum sein, die noch niemand gesehen haben soll?*

Wir sprechen ja nicht von grünen Männchen, sondern das könnten Kleinstlebewesen sein, die sich äußerlich kaum von Bakterien unterscheiden lassen. Wenn sie aber völlig anders funktionieren würden als das Leben, das wir kennen, wäre es gar nicht so leicht, sie unter all den anderen Organismen ausfindig zu machen.

## **Warum bleiben Tautropfen an der Grasspitze hängen?**

Tau ist das Wasser, das in kalten Nächten, aus der Luft kondensiert und sich an den Blättern und Gräsern niederschlägt. Deshalb sind die feucht – und zwar nicht nur die Spitze, sondern die gesamte Blattfläche. Der Tau ist dabei in Form vieler Mini-Tröpfchen über die Oberfläche der Blätter und Grashalme verteilt.

Davon zu unterscheiden sind die etwas größeren Tropfen, die manchmal an den Grasspitzen hängen. Das ist meist gar kein Tau im eigentlichen Sinn, sondern es handelt sich um sogenannte „Guttationstropfen“. Diese schlagen sich nicht aus der Luft auf das Blatt nieder, sondern das Blatt scheidet sie aktiv an der Spitze aus. Nachts können diese Tropfen durchaus auch mal runterrutschen, wenn sie richtig schwer werden. Morgens bleiben sie aufgrund der Adhäsionskräfte oben hängen. Und tagsüber verdunsten sie ohnehin sofort. Deshalb sieht man sie meistens frühmorgens, wenn die Gräser feucht vom Tau sind, und deshalb sieht es so aus, als seien diese Tröpfchen auch eine Form von Tau.

Neben diesem „Pseudo-Tau“ kommt es aber auch vor, dass sich tatsächlich Tautropfen an Blattspitzen sammeln. Dann nämlich, wenn die Blätter besonders stark gekrümmt sind, wie etwa bei Farnen. Dort sorgt die Krümmung für besonders starke Adhäsionskräfte – anders ausgedrückt: Der Tropfen bleibt in der Krümmung „gefangen“ und rutscht nicht herunter.