

EXPERIMENTE MIT STAUB

Die folgenden Experimente lassen sich in der Regel mit einfachen Materialien durchführen, die in jedem Haushalt zu finden sind oder unproblematisch beschafft werden können. Sie sind ungefährlich. Eine Ausnahme bildet lediglich das Experiment zur Staubexplosion, welches daher auch nur unter Beachtung von Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden sollte. Haftung für etwaige Schäden kann nicht übernommen werden. Weitere Experimente finden Sie auf unserer Homepage www.staubausstellung.de.

1. OBERFLÄCHE UND MASSE: PRINZIPIEN DER STAUBWELT

Es wurde bereits oft gesagt, dass in der Welt der winzigen Dinge die Oberfläche wichtiger ist als Masse und Schwerkraft. Der folgende Versuch soll ein Gefühl dafür vermitteln. Für den Versuch braucht man ein oder zwei Packungen Würfelzucker, die man am besten auf einem Stück Zeitungspapier ausbreitet. Nun baue man aus den Würfeln größere Würfel mit einer Kantenlänge von 2, 3, 4, 5 oder 6 Würfeln. In einer Tabelle trage man die Gesamtoberfläche der entstehenden größeren Würfel ein (gemessen einfach als Zahl der sichtbaren Würfelflächen), die Masse (gemessen als Zahl der verwendeten Würfel) und die Kantenlänge. Es zeigt sich rasch, dass Oberfläche und Masse nicht im gleichen Verhältnis wachsen. Die Masse wächst viel stärker als die Oberfläche. Je größer die Dinge werden, desto mehr wird daher ihr physikalisches Verhalten von der Masse bestimmt. Irgendwann wird die Schwerkraft zur alles bestimmenden Größe. Sie ist für große Wesen viel gefährlicher als für kleine. Eine kleine Maus kann man zehn Meter in die Tiefe werfen, sie kommt heil an, ein Mensch würde getötet.

Umgekehrt zeigt das Zuckerwürfelexperiment, dass dann, wenn man den Würfel zerkleinert, die Masse viel schneller abnimmt als die Oberfläche. Daher wird die Schwerkraft für sehr kleine Wesen zu einer vernachlässigbaren Größe. Aber es gibt eine Kraft, die für kleine Tiere und besonders für Insekten ebenso beachtlich ist wie die Schwerkraft: Die Oberflächenspannung. Für Menschen, Mäuse und Pferde ist sie kein Problem, für eine Fliege schon. Wenn eine Fliege etwas trinken will, ist sie in ernster Gefahr, etwa so, wie ein Mensch, der sich über

einen Abhang beugt. Gerät die Fliege einmal in den Griff der Oberflächenkräfte, dann kann es leicht sein, dass sie nicht mehr herauskommt und ertrinkt. Deshalb haben viele Insekten Rüssel, die einen halbwegs sicheren Abstand zwischen der gefährlichen Wasser- oder Nahrungsquelle und ihnen selbst herstellen.

2. STAUB HÖRBAR MACHEN

Normalerweise hören wir es nicht, wenn Staub niederrieselt. Man kann Staub aber hörbar machen, indem man einen Luftballon aufbläst, ans Ohr hält, und dann ein wenig Hausstaub oder Puder darauf bröseln. Der Luftballon wirkt wie ein Resonanzkörper, der das feine Geräusch so weit verstärkt, dass es hörbar wird.

3. STAUB SICHTBAR MACHEN I

Wenn nachts ein Auto langsam eine sonst dunkle Straße entlangfährt, sieht derjenige, der die Szene vom Bürgersteig aus beobachtet, im Licht der Scheinwerfer plötzlich viele Unebenheiten und Hubbel auf der Straße, die tagsüber ganz eben schien. Denn im Streiflicht werfen die Dinge längere Schatten und erhalten dadurch stärkeres Profil. Diesen Effekt machen sich Kriminaltechniker zunutze, um Spuren aufzufinden. Gegenstände werden dabei mit einem recht starken Schräglicht – für unsere Zwecke reicht auch eine Taschenlampe – angestrahlt. Dabei werden auch feine Spuren im Staub, die sonst schwer erkennbar sind, sichtbar. Wenn etwa ein Einbruch stattgefunden hat und die Bestohlenen behaupten, es sei dies und das und auch ein DVD-Player gestohlen worden, prüft der Kriminaltechniker mit Schräglicht, ob an der angegebenen Stelle tatsächlich die Spuren der Standnoppn eines DVD-Players zu finden sind oder ob die Bestohlenen in der Aufregung vielleicht auch manche Dinge vermissen, die sie gar nicht besessen haben.

4. STAUB SICHTBAR MACHEN II

Eine weitere Technik, Staub sichtbar zu machen, besteht darin, ihn zum Wachsen zu bringen. Dafür braucht man gar keine Zaubersprüche – etwas weißes Pulver genügt. Allerdings funktioniert dies nur mit einem gewissen Anteil des Staubes: mit den Bakterien, Hefen und Pilzsporen, die mit dem Staub durch die Luft segeln. Wie kann man die dazu bringen, zu wachsen und zu gedeihen? Indem man ihnen das gibt, was sie mögen. Und das sind schleimige Substanzen wie zum Bei-

spiel Gelatine oder noch besser: Agar-Agar. Dies ist ein gelierender Stoff, der aus Algen gewonnen wird und in vielen Naturkostläden erhältlich ist, da Vegetarier ihn anstelle von Gelatine, das bekanntlich aus Tierresten hergestellt wird, als Geliermittel verwenden.

Man nehme ein Glas Wasser und mische drei Teelöffel Agar Agar hinein, dann bringe man das ganze gelinde zum Kochen. Dann kommt noch ein Teelöffel Zucker hinzu, gut umrühren und – fertig. Die entstandene Masse gieße man dann in saubere Behältnisse, z. B. kleine Nachspeisetellerchen oder kleine Schüsselchen. Nun sammle man etwas Staub, der sich im Bad, in der Küche oder wo auch immer niedergeschlagen hat und klebe diesen ab mit einem Streifen Tesafilm. Diesen Streifen drückt man anschließend in eine der mit Agar gefüllten Schüsseln, deckt mit Frischhaltefolie luftdicht ab, damit das ganze nicht austrocknet und wartet.

Es dauert einige Tage, bis sich aus den einzelnen, im Staub enthaltenen Sporen und Bakterien ganze Kolonien gebildet haben. Sie zeigen sich als Flecken auf dem Gel. Diese Flecken sind kleinen Städten vergleichbar: Millionen von Bakterien und Pilzen. Sie futtern das Agar Agar. Man kann die Kulturen vergleichen: Je mehr Flecken man hat, desto mehr Bakterien und Pilze waren in der Probe. Und wenn man genau hinsieht, stellt man auch fest, dass zwischen vielen Kolonien klare Grenzstreifen sind: Dies ist das Phänomen der Antibiosis, des Kampfes der Kolonien. Sie bekriegen sich wie verfeindete Städte, die einander Gift zuleiten, um den anderen zu schwächen oder zu töten und selbst mehr Platz einnehmen zu können.

Ein Schimmelpilz ist bei diesem Kampf besonders erfolgreich; er tötet alle Bakterienkolonien in der Umgebung ab. Der schottische Forscher Alexander Fleming entdeckte ihn 1928 auf einer vergammelten Bakterienkultur, die er einen Sommer lang in seinem Labor hatte liegen lassen. Aus diesem Pilz isolierte er das Antibiotikum Penicillin. Zur Erinnerung an dieses Ereignis und an die Tatsache, dass bisweilen auch Unordnung dem Fortschritt dient, veranstaltete die Royal Society of Chemistry in London 2003 einen Wettbewerb, bei dem alle Forscher aufgerufen wurden, Bilder besonders verschimmelter Kaffeetassen, wie sie sich manchmal in den Ecken von Laboratorien und Büros finden, einzusenden.

5. MIT STAUB ETWAS SICHTBAR MACHEN

Feinen Staub, zum Beispiel Ruß, kann man auch verwenden, um Spuren sichtbar zu machen. Dieser Staub wird dann mit einem feinen Pinsel – Polizeiermittler verwenden Pinsel vom sibirischen Eichhörnchen, da dessen Haare besonders fein und weich sind – auf die fraglichen Flächen aufgebracht. Fingerabdrücke werden so gut sichtbar.

6. MIT STAUB EXPLOSIONEN VERURSACHEN

Auch harmlose Dinge können, wenn sie zu Staub pulverisiert werden, beträchtliche Kraft entfalten. Eine Tatsache, die man z. B. in der Küche nutzt, wenn man etwa Gewürze fein mahlt, damit sie ihren Geschmack intensiver entfalten können. Selbst Stoffe, die sonst nicht entflammbar sind, können verbrennen, wenn sie in kleine Teilchen zerlegt sind. Manche Stoffe werden sogar explosiv. Ein Beispiel ist das Haushaltsmehl. Als Schrot oder im ganzen Korn lässt es sich mit einem Brenner (z. B. Campingkocher) nicht entflammen. Höchstens kokelt es ein wenig vor sich hin. Wird das Korn aber zu Mehl vermahlen, dann ist es nicht nur brennbar, sondern auch explosiv. Mehlstaubexplosionen sind bekannt, seit Mehl in Wassermühlen oder Windmühlen hergestellt wird. Nicht zuletzt hatten solche Explosionen, deren Ursache man sich nicht erklären konnte, zur Folge, dass über die Müllerzunft allerhand üble Gerüchte im Umlauf waren. Der Müller, der sein Gewerbe meist außerhalb der Dorfgrenzen verrichtete, tritt in vielen Sagen als ein dunkler Geselle auf, der mit dem Teufel im Bunde steht. Auch in unserer Zeit können Mühlen noch explodieren, wie das schlimme Beispiel der Rolandmühle in Bremen zeigt, deren Explosion 1979 14 Todesopfer forderte.

Man kann mit einem Rohr (z. B. von einem ausrangierten Filzstift) und einem Brenner leicht selbst ausprobieren, welche Kräfte im Mehl stecken. Dazu füllt man ein wenig Staub in das Rohr und bläst es in die Flamme. Wenn das Mehl trocken ist, entsteht eine Stichflamme. Die ist natürlich noch eindrucksvoller, wenn man noch feineres Material nimmt. Blütenpollen oder Sporen, die viele Fette und Öle enthalten, sind gut geeignet. Professionelle Feuerspucker verwenden Bärlappsporen, Lykopolodium.

Achtung: Diese Experimente sind gefährlich! Schutzbrille anziehen und das Experiment im Freien durchführen! Flamme nicht gegen den Wind ausrichten! Flamme niemals gegen Menschen oder Tiere richten! Pulver ist explosiv, nicht Rauchen bei Umfüllarbeiten! Immer

ausreichenden Sicherheitsabstand zu Personen und brennbaren Gegenständen halten!

7. WIE MAN IN DER INDUSTRIE DEN STAUB WIEDER LOSWIRD

Es gibt verschiedene Techniken, Schwebstaub aus der Luft zu entfernen. Man kann die Luft durch Fasermatten blasen, man kann sie durch feinporiges Papier schicken oder man kann den Staub auch elektrostatisch abscheiden. Wie dies funktioniert, lässt sich durch ein einfaches Experiment mit einem Luftballon (mit einem Plastiklöffel funktioniert es auch) ausprobieren: Dazu reibt man den Luftballon mit einem Wollstoff. Durch die Reibung lädt sich der Ballon elektrisch auf: Er zieht Haare an, wenn er über den Kopf gehalten wird – und auch kleine Papierschnipsel. Der Luftballon bildet ein inhomogenes elektrisches Feld, welches auch zu einer Ladungsverschiebung in den Papierschnipseln führt. Ist die anziehende elektrostatische Kraft des Luftballons auf die Papierschnipsel größer als die Schwerkraft, so „fliegen“ sie auf den Luftballon.

Mit derselben Methode kann man auch feine Partikel trennen, wie folgender Versuch zeigt: Man mische Salz und Pfefferpulver und nähere dem Gemisch einen geladenen Luftballon. Da die Pfefferkörnchen leichter sind als die Salzkristalle, fliegen sie zuerst zum Luftballon. Eine vollständige Trennung ist auf diese Weise allerdings nicht zu erreichen.

Elektrostatische Abscheider, die auf dem in diesem Versuchen gezeigten Prinzip basieren, werden vielfach in der Industrie, aber auch in Großküchen eingesetzt.

8. WIE PFLANZEN DEN STAUB WIEDER LOSWERDEN

Wenn wir Menschen Staub entfernen wollen, müssen wir putzen, wischen, saugen. Auch die Pflanzen haben ein großes Interesse daran, Staub loszuwerden. Denn jedes Körnchen Staub, das auf einer Blattoberfläche sitzt, wirft einen Schatten und hindert die Pflanze daran, Photosynthese zu betreiben, das heißt Licht in Energie umzuwandeln. Auch kommen mit dem feinen Staub Pilzsporen herangeweht, die sich, wenn sie sich auf der Pflanze absetzen, im Handumdrehen in schädliche Pilze verwandeln.

Wie wird die Pflanze den Staub wieder los? Da sie keine Hände hat, um sich zu reinigen, haben viele Pflanzen, vor allem solche, die in Bodennähe, also in der Schmutzzone wachsen, eine selbstreinigende

Oberfläche. Diese besteht aus winzigen Wachskristallen, die wie Noppen über die Blattoberfläche verteilt sind und verhindern, dass Wasser oder Staub haften bleiben kann. Es gibt auf diese Weise nur sehr kleine Kontaktflächen zwischen Blattoberfläche und Wassertropfen; die Tropfen perlen nahezu ohne Rückstand von der Oberfläche ab. Die Wirkungsweise dieser Oberflächen wurde von dem Bonner Botaniker Wilhelm Barthlott in den 1970er-Jahren am Beispiel des Lotus erforscht, daher heißt der Effekt auch Lotuseffekt.

Um den Lotuseffekt kennen zu lernen, ist die Kapuzinerkresse besonders geeignet. Sie kann leicht aus Samen gezogen werden und erzeugt fleißig viele Blätter, die alle eine selbstreinigende Oberfläche haben. Hier einige Experimente, die man mit der Kapuzinerkresse durchführen kann:

a) Wenn man mit einem Wassersprüher, wie man ihn etwa zur Vorbereitung von Bügelwäsche verwendet, über ein Kapuzinerkresseblatt sprüht, wird es nicht gelingen, das Blatt zu benetzen. Die Tropfen perlen wie Quecksilber ab. Zwischen den Tropfen und der Blattoberfläche ist eine silbrige Schicht sichtbar: Ein Spiegeleffekt, der durch die Totalreflexion des Lichtes entsteht. Auch wenn man ein Blatt in Wasser taucht, bildet sich um sie eine silbrige Luftschicht, welche sich scheinbar zwischen Blatt und Wasser „schiebt“.

b) Bestäubt man ein Blatt mit etwas feinem Straßenstaub und besprüht es dann mit Wasser, so stellt man fest, dass die Wassertropfen den Staub gewissermaßen aufsammeln und mit ihm abrollen. Der Schmutz klebt stärker am Wasser als am Blatt, daher wird er von den Wassertropfen mitgenommen. Schon ein wenig Nebel reicht der Pflanze, um dank ihrer besonderen Oberflächenstruktur wieder sauber zu werden.

c) Reibt man ein Blatt an einer Stelle ein wenig und besprüht es dann wieder, so bleibt das Wasser an der beriebenen Stelle haften. Die Oberflächenstruktur, welche den Selbstreinigungseffekt bewirkt, ist zerstört. Obwohl sich chemisch nichts geändert hat, bleibt der Effekt aus. Er ist eben nicht auf eine besondere chemische Substanz auf der Blattoberfläche zurückzuführen, sondern auf die Mikrostruktur der Oberfläche. Hier erkennt man auch eines der Probleme, die sich der technischen Imitation des Lotuseffekts in den Weg stellen: Die Oberflächen sind recht berührungsempfindlich.