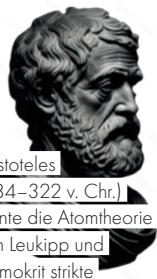




DIE FIREBUSTERS

WAS IST PLASMA?

Schon die Philosophen des antiken Griechenlands beschäftigten sich mit dem Aufbau der Materie. Sie suchten nach dem Urstoff aller Dinge und kamen immer wieder auf die „Elemente“ Erde (Perikles), Wasser (Thales), Luft (Anaximenes) und Feuer (Heraklit). Heute kommt in der Wissenschaft dem Plasma (dem Heraklit'schen Feuer) eine immer größere Bedeutung zu. Unter vielen Medizinern gilt dabei das so genannte kalte Plasma als Wunderwaffe gegen Gifte, Bakterien, aggressive Keime und in der Hautkrebsbekämpfung. Was steckt dahinter?



Aristoteles
(384–322 v. Chr.)
lehnte die Atomtheorie
von Leukipp und
Demokrit strikte

Die ersten Atomisten. Der griechische Philosoph Leukipp und sein Schüler Demokrit waren zwischen dem 4. und 5. Jahrhundert v. Chr. die ersten, die sich die Materie aus unteilbaren Grundbausteinen (griechisch: atomos) vorstellten.

Der Atomismus wurde als Teilchenmodell jedoch von Berühmtheiten, wie Platon und Aristoteles, später entschieden abgelehnt. Der Hauptgrund war dabei die Negierung des Vakuums, des leeren Raums, in dem sich nach Leukipp und Demokrit die Atome bewegen sollten (Zitat: „Es gibt nur Atome und den leeren Raum!“).

Die vier Elemente. Etwa 50 Jahre nach dem Demokrit'schen Teilchenmodell entwickelte der Philosoph Aristoteles die These von den „Vier Elementen“, als Grundstoffe der Welt. In der abfallenden Reihenfolge ihres Gewichts waren dies Erde, Wasser, Luft und Feuer. Und diese Theorie sollte, wegen ihrer unmittelbaren Anschaulichkeit, über 1.000 Jahre Bestand haben. Als Menschen des Atomzeitalters wissen wir aber, dass Aristoteles damit das, was wir heute als Aggregatzustände der Materie kennen, beschrieben hat. Die in der Neuzeit wiederentdeckten Atome sind, wie heute bekannt ist, alles andere als unteilbar. Sie bestehen im Wesentlichen

aus Protonen, Neutronen und Elektronen, welche jedoch wieder aus Elementarteilchen, wie den Quarks und Higgs-Teilchen aufgebaut sind.

Moderne Physik. Jedoch auch die moderne Physik kennt vier Zustandsformen (Aggregatzustände) der Materie. In der Reihenfolge – nach steigendem Gewicht klassifiziert – feste, flüssige und gasförmige Stoffe sowie das Plasma.

Was unterscheidet diese vier Aggregatzustände? Ihre wesentlichen Eigenschaften:

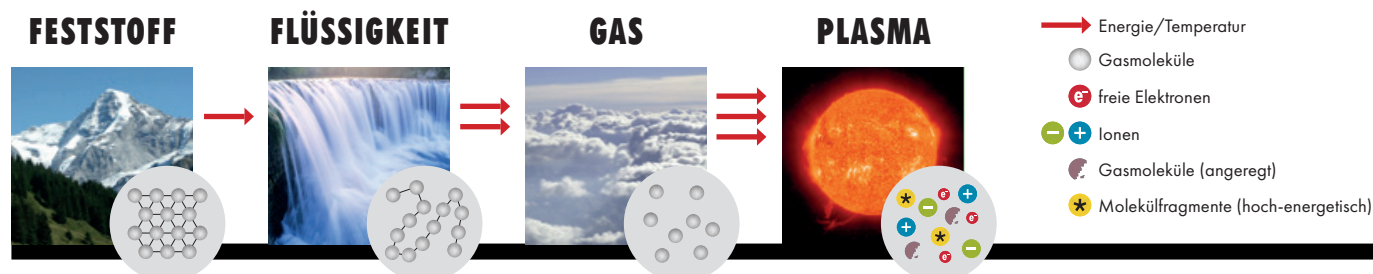
- **Festkörper:** Die Atome werden durch große Kräfte in einem Kristallgitter zusammengehalten. Festkörper zeichnen sich daher durch ihre Form- und Volumenstabilität aus. Bei Erwärmung können sie um ihren Standort mehr oder weniger ausschlagen (macht sich durch eine Ausdehnung des Festkörpers bemerkbar), bleiben jedoch in einem festen Verbund.
- **Flüssigkeiten:** Sie besitzen keine bestimmte Form, ihre Teilchen sind also leicht gegeneinander verschiebbar. Wichtig ist jedoch, dass sie durch Bindungskräfte zusammengehalten werden und ihr Volumen nicht verändern. Sie können – wie die festen Stoffe – nicht zusammengepresst werden (Inkompressibilität).
- **Gas:** Während Flüssigkeiten noch durch Bindungskräfte in einem bestimmten Vo-

lumen zusammengehalten werden, ist bei Gasen davon nichts mehr zu bemerken. Im Gegenteil: Das Bestreben aller Gase ist die Expansion.

- **Plasma:** Unter einem Plasma versteht man ein ionisiertes Gas. Dabei werden durch hohe Temperaturen bzw. die sogenannte Stoßionisation Elektronen aus den Atomen herausgeschlagen, wodurch positive und negative Ladungsträger (Ionen und Elektronen) entstehen. Dem entsprechend unterscheidet man heißes und kaltes Plasma.

Heißes Plasma. Unsere Sonne sowie alle Fixsterne des Himmels bestehen aus Plasma, dem so genannten 4. Aggregatzustand, in welchem thermonukleare Reaktionen (Fusion von Wasserstoffkernen) stattfinden. Es handelt sich dabei um ein Gas, welches so heiß ist, dass seine Atome im wahrsten Sinn des Wortes in seine Einzelteile zerlegt werden.

Chaoszustand. Ihre Bausteine spielen dann verrückt: Positiv und negativ geladene Atomkerne, hoch energetische Molekülfragmente, angeregte Gasmoleküle und freie Elektronen umkreisen einander in Wolken („Elektronensee“), vereinigen sich wieder, klumpen sich zusammen und vollführen vielfältige Feuertänze. Dadurch erhält das Plasma völlig neue, schwer zu



EXPERIMENT NR. 51 NACH NIKOLA TESLA

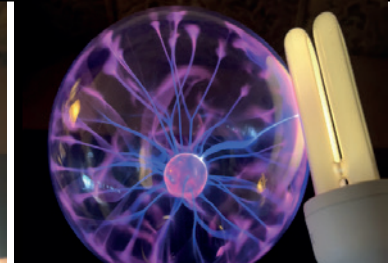
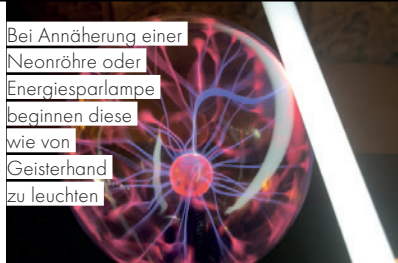


bestimmende Eigenschaften. Im Kleinen verhält es sich chaotisch, im Großen geordnet, manchmal aber auch umgekehrt. Es handelt sich also um einen hochtemperierten Chaoszustand!

Plasma auf der Erde. Auf der Erde lässt sich Plasma jedoch nur spurenweise im Polarlicht und bei der Bildung von Blitzen beobachten. Dieses entsteht temporär im Bereich der röhrenförmigen Blitzbahnen, wo Temperaturen bis zu 30.000 Grad Celsius auftreten können. Die Atome der Atmosphäre werden dabei ionisiert und hell leuchtendes Plasma entsteht.

Kaltes Plasma. Neben dem „Heißen Plasma“ gibt es auch das sogenannte „Kalte Plasma“. Es wird in der Elektronik in Form sogenannter Plasmalampen, Plasmabildschirme bei TV-Geräten und bei wissenschaftlichen Nutzungen in der Halbleitertechnologie eingesetzt. Dabei erzeugt man das Plasma durch eine „kalte“ Gasentladung (Stoßionisation). Kaltes Plasma wird heute auch in der modernen medizinischen Forschung verwendet. Es zerstört die Zellwände von Bakterien, nicht aber diejenigen des Menschen. Deshalb wird geprüft, ob eine medizinische Bestrahlung mit diesem Plasma als Waffe gegen resistente Bakterien eingesetzt werden könnte. Auch Anwendungen in der Krebstherapie werden erforscht.

Auf Interesse stößt die Plasmasterilisation auch in der Nahrungsmittelindustrie. Die Idee ist, frische und hitzeempfindliche Lebensmittel damit keimfrei und länger haltbar machen zu können. Bis aber diese Technik Anwendung findet, müssen noch einige Fragen geklärt werden: z. B. wie sich die Plasmabehandlung auf die stoffliche Zusammensetzung der Lebensmittel auswirkt und ob die so behandelten Produkte gesundheitlich unbedenklich sind. ●



DIE PLASMAKUGEL

Im vorliegenden Experiment beschäftigen wir uns mit der vom altösterreichischen Physiker Nikola Tesla im Jahre 1892 erfundenen Plasmalampe. Es ist dies eine durchsichtige Glaskugel, die meist mit einer Mischung von Argon, Neon und Stickstoff bei niedrigem Druck gefüllt ist. Sie wird über das Stromnetz mit einer Wechselspannung von ca. 20 kHz und einigen Kilovolt betrieben, welche im Sockel der Lampe erzeugt wird. Eine kleine Kugel im Zentrum dient als Elektrode, als Gegenelektrode dient eine elektrisch nichtleitende Glaskugel.

Experiment: Nach dem Einschalten des Gerätes bemerken wir eine ganze Menge von farbigen Mini-Blitzen, die von der zentralen Elektrode ausgehen und die Glaskugel treffen. Sie gehen dabei verschlungene Wege und erzeugen ein faszinierendes Blitzgewitter. Wenn wir nun einen oder

mehrere Finger an die Glaskugel legen, sehen wir eine Abnahme der Blitzentladungen und eine Konzentration auf weniger, aber stärkere Blitze. Bei Annäherung einer Leuchtstoffröhre bzw. Energiesparlampe beginnt diese zu leuchten.



Erklärung: Zwischen der zentralen Elektrode und der Glaskugel ist ein elektrisches Feld vorhanden, welches die vorhandenen Elektronen beschleunigt. Dabei prallen sie auf diesem Weg auf Gasatome und schlagen laufend weitere Elektronen aus den Atomhüllen. Dieses Phänomen nennt man Stoßionisation, wobei auch Leuchteffekte in Form kleiner Blitze auftreten. Fass man nun die Kugel mit einem

oder mehreren Fingern an, spielt man indirekt die Rolle eines Blitzableiters und es fließen vermehrt Elektronen über unsern Körper ab. Dadurch werden die Blitze in der Kugel reduziert und zu einigen starken Blitzen mit größerer Lichterscheinung vereinigt, die über die Berührungsflächen unserer Hand abgeleitet werden. Nähert man sich der Plasmakugel mit einer Leuchtstoffröhre oder Energiesparlampe kann diese auch ohne direkten elektrischen Kontakt zum Leuchten gebracht werden. In der Fachsprache der Physiker bezeichnet man dies als Verschiebungsstrom. Dieses Phänomen tritt bei der Änderung eines elektrischen Feldes und wurde vom schottischen Physiker James Clerk Maxwell entdeckt.

! WARNHINWEIS !
Keine leicht brennbare Unterlage verwenden! Alle dargestellten Versuche bergen bei unsachgemäßer Ausführung Gefahren in sich. Bei Unfällen wird seitens der Redaktion keine Haftung übernommen.

MATERIAL



Fotos: X/Ovid Quelle: LEIFIChemie; Schwarzl; Literaturhinweise: WIDETSCHKE O.: Der große Gefahrgut-Helfer; Leopold Stocker-Verlag, Graz-Stuttgart, 2012; WIDETSCHKE O.: Geschichte des Feuers; Edition Brandschutzforum, 2020; SIMPLI SCIENCE: Was ist eigentlich Plasma?; <https://www.simpliscience.ch/teens/was-ist-eigentlich-Plasma>