

Was bedeutet Vakuum?

Sara: Den Begriff habe ich ja schon manchmal gehört, aber so richtig was drunter vorstellen konnte ich mir bisher noch nicht.

Anja: Du mußt dir es vielleicht als etwas Leeres und gleichzeitig ganz ``sauber`` vorstellen, denn jede Verunreinigung würde bedeuten, dass doch noch ein Stoff enthalten ist. Deshalb muß es auch ein abgeschlossener Raum sein, in den von außen nichts eindringen kann. Sonst bleibt ein bereits bestehendes Vakuum nicht erhalten.

Sara: Dann ist also in einem Gefäß, das aus der Geschirrspülmaschine kommt, mit einem Deckel drauf ein Vakuum. Man muß natürlich sichergehen, dass kein Staubkorn mehr drin ist.

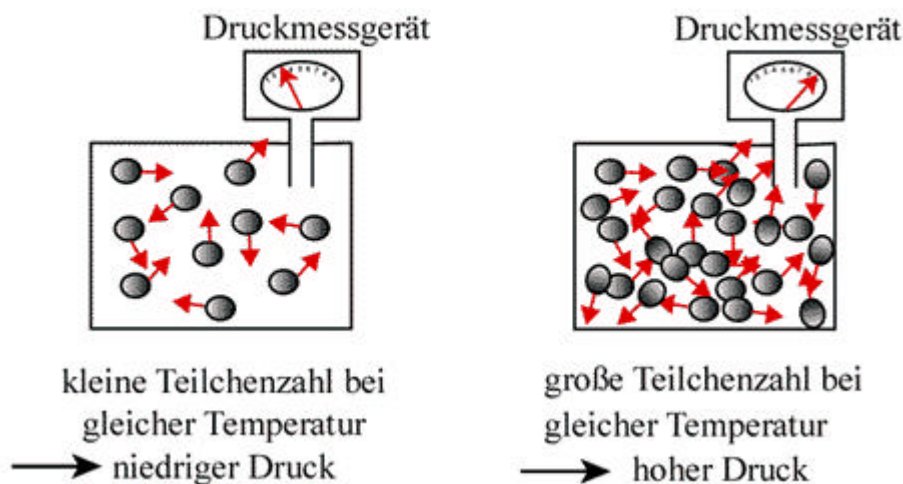
Anja: Du bist schon auf dem richtigen Weg, allerdings hast du noch vergessen, dass es außer deinen sichtbaren Staubkörnern auch noch sehr viel kleinere Teilchen gibt, die du nicht sehen kannst, die aber trotzdem eine Störung für das Vakuum bedeuten. Denke zum Beispiel an die Teilchen, aus denen unsere Luft besteht: Du kannst sie auch nicht sehen oder spüren, aber sie sind dennoch da.

Sara: Heißt das also, dass man auch die Luft aus dem Glas entfernen muß, damit man so ein Vakuum erhält?

Anja: Genau das ist der Punkt: leer bedeutet, dass kein Gas, wie die Luft, mehr enthalten ist. Man bezeichnet es oft umgangssprachlich auch als luftleeren Raum. Allerdings darf auch kein anderer gasförmiger Stoff enthalten sein. Die Konsequenz davon ist, dass der Druck in diesem Glas sehr klein ist, da ja keine Teilchen mehr darin sind, die durch ihre Stöße gegen die Wände eine Kraft auf eine Fläche ausüben. So ist der Druck definiert:

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$$

Also, je weniger Teilchen, desto kleiner der Druck.



Sara: Meinst du dann damit, dass in einem leeren Raum gar kein Druck mehr existiert? Dann wäre er im Vakuum ja 0.

Anja: Du hast vollkommen Recht, der Idealfall ist so.

Sara: Aber das ist doch alles nicht zu verwirklichen: wie soll ich denn so einen völlig leeren Raum herstellen, aus dem ich alles entfernen muß, was ich gar nicht sehen kann? Da bleibt doch immer ein Rest Teilchen drin.

Anja: Da liegst du nicht ganz falsch: ganz leer ist auch ein Vakuum nicht, aber ob du es glaubst oder nicht, der Druck wird schon sehr klein, ungefähr 0,000001 Pascal. Im Vergleich dazu ist der Luftdruck 1 bar, das sind 100.000 Pascal. Das ist dann allerdings schon ein sehr gutes Vakuum. Man unterscheidet nämlich zwischen Grob-, Fein-, Hoch- und Ultrahochvakuum, geordnet nach steigender Qualität. Das heißt also, es scheinen wirklich sehr, sehr wenige Teilchen zu sein.

Druck p in hPa = 100Pa	Teilchen- dichte in $\frac{n}{m^3}$	Vakuumart
1000	$2,5 \cdot 10^{25}$	
1	$2,5 \cdot 10^{22}$	Grobvakuum
0,001	$2,5 \cdot 10^{19}$	Feinvakuum
0,000001	$2,5 \cdot 10^{16}$	Hochvakuum
0,00000000 1	$2,5 \cdot 10^{13}$	Ultrahochvakuum

Sara: Jetzt verstehe ich gar nichts mehr: nach dieser Tabelle mag der Druck wohl sehr klein sein, aber die Anzahl der Teilchen pro Kubikmeter ist so groß, dass ich sie mir gar nicht mehr vorstellen kann. Da kann man ja wirklich nicht davon sprechen, dass ein Vakuum ``leer`` ist.

Anja: Ich kann dein Argument verstehen. Wenn man in unseren Dimensionen denkt, dann ist eine Million schon sehr viel und schwer überschaubar.

Aber wenn du den Vergleich ziehst, wie viele Teilchen in einem Kubikmeter bei

Luftdruck (1bar) und im Ultrahochvakuum enthalten sind, ist der Unterschied schon beträchtlich. Hier sind die Dimensionen ganz anders: eine Million ist so gut wie gar nichts, ab 10^{25} , also einer 1 mit 25 Nullen, fällt die Anzahl der Teilchen ins Gewicht.

Sara: In dieser Welt möchte ich leben; da würde ich viel mehr Taschengeld bekommen. Was ich mir da alles kaufen könnte!

Anja: Noch einmal zurück zu deiner Frage, wie man das technisch durchführen kann. Es gibt Apparaturen, mit denen man ein Vakuum herstellen kann: sie heißen Vakuumpumpen, da sie einen Teil der Gase oder Dämpfe aus einem Volumen, das evakuiert werden soll, in einen anderen Raum pumpen. Sie erzeugen eine Region mit einem niedrigeren Druck und das Gas wandert freiwillig dorthin, weg von dem Gebiet höheren Drucks. Man nützt das Bestreben eines Gases aus, das immer den ganzen ihm zur Verfügung stehenden Raum ausfüllen will. Die Qualität des Vakuums hängt stark von der Art der Pumpe ab. Um ein Ultrahochvakuum zu erhalten wird zum Beispiel eine Turbomolekularpumpe verwendet.

Sara: Was soll denn das schon wieder sein? Das habe ich ja noch nie gehört.

Anja: Das ist gar nicht so schwer zu verstehen. Diese Pumpe beruht auf dem 1913 erkannten Prinzip, dass Moleküle, die chemischen Bauteile der Gase, bei Zusammenstößen mit schnell bewegten Flächen eines Rotors einen Zusatzimpuls in Richtung ihrer Bewegungsrichtung erhalten. Durch bestimmte Winkel, in die die Flächen geneigt sind, kann man erreichen, dass sich die Moleküle zu einer Öffnung hinbewegen, durch die sie dann den Behälter verlassen.

Sara: Nun gut, ich glaube, das habe ich jetzt so weit begriffen. Aber was mir nicht klar ist: wofür brauche ich denn so ein Vakuum? Ich konnte bisher ganz gut ohne es leben!

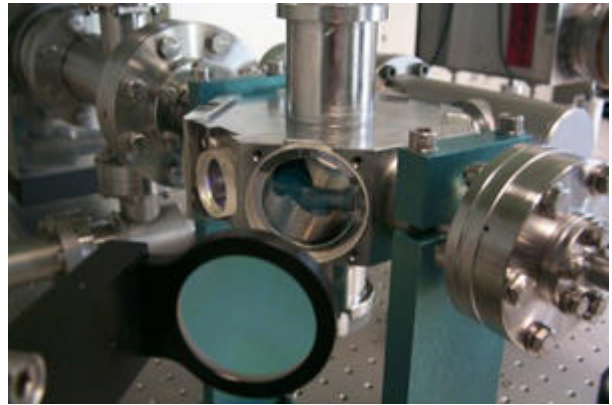
Anja: So ganz kann das nicht stimmen. Du hattest wahrscheinlich schon öfter damit zu tun, als dir bewußt war. Viele Saftflaschen stehen unter Vakuum, bevor sie das erste Mal geöffnet werden. Der kleine Raum zwischen Saftgrenze und Deckel ist evakuiert, damit der Inhalt länger haltbar ist. Öffnet man die Flasche zum ersten Mal, macht es doch immer klick, denn sobald unter den Deckel ein wenig Luft kommt, steigt dort der Druck an und der Metalldeckel wölbt sich nach oben, was dieses Geräusch ergibt. Es hat also durchaus etwas mit unserem Leben zu tun.

Sara: Das wußte ich nicht, aber jetzt ist es mir klar. Aber das kann doch nicht der einzige Bereich sein, in dem es eine Bedeutung hat!

Anja: Da liegst du richtig, wir würden jetzt nicht davon sprechen, wenn es nichts mit der Forschung zu tun hätte, wie der Bose-Einstein-Kondensation. Hier spielt es eine entscheidende Rolle, denn die Atome befinden sich in einer Vakuumzelle, die man auf dem Bild hier sieht, denn damit erreicht man, dass wirklich nur diese

Teilchen dort auftauchen und sie nicht durch andere gestört werden. Man hat also

einen ganz reinen Stoff. Vakuum bedeutet auch eine Isolation von der Außenwelt, damit kann die Temperatur auch konstant gehalten werden. Bei der Bose-Einstein Kondensation geht es um unvorstellbar niedrige Temperaturen, die durch das Vakuum auch erhalten werden können, denn es wird ja vollständig verhindert, dass Teilchen mit Raumtemperatur eindringen oder wärmere von der Zellenoberfläche abdampfen können.



Grundsätzlich kann man bemerken, dass auch in der bisherigen Forschung wie der Computerentwicklung das Vakuum eine Rolle spielt. Man konnte damit Halbleiterbauelemente und bestimmte Schaltungen entwickeln. Unter anderem war es möglich, den Aufbau der Materie aus Elektronen und Kern und deren Struktur durch genügend gute Vakua zu bestimmen.

Sara: Das ist ja interessant - gut, dass ich jetzt über dieses überraschend wichtige Thema besser Bescheid weiß!

[\[BEC-Home\]](#) [\[Bose\]](#) [\[Einstein\]](#) [\[1924-Story\]](#) [\[1995-Story\]](#) [\[Kondensat\]](#)