

Etwas über das Nichts

Die Leere die uns umgibt

Auf der Erdoberfläche sind wir eingetaucht in einer Luftschicht, die das ganze Leben bestimmt. Diese Luft erlaubt uns zu atmen, verhindert aber auch, dass die Ozeane verdampfen. Die Wassermoleküle haben die Tendenz sich zu verflüchtigen, werden aber von den Luftmolekülen daran gehindert. Geht man in die Höhe, verdünnt sich diese Schicht, es gibt weniger Luftmoleküle: Das Wasser verdunstet leichter und der Siedepunkt verringert sich. Die Bilder der Astronauten im All bringt uns die Leere im Weltraum näher. In einer Höhe von 100 km (zwei Autostunden von Zuhause, wie der Astrophysiker Fred Hoyle zu sagen pflegt) ist die Luft so verdünnt, dass keine Geräusche mehr übertragen werden. Würde der Schutzanzug eines Astronauten reissen, würde sein Blut augenblicklich kochen und zu seinem sofortigen Tod führen. In einer Höhe von 350 km kann die Besatzung des Space Shuttles Koronaentladungen sehen, die durch die Ionisation der sie umgebenden Luft erzeugt wird. Diese Luftreste bremsen aber trotzdem leicht die künstlichen Satelliten. Nach sechs Jahren Betrieb wird die Skylab-Station genügend Geschwindigkeit verlieren, so dass sie in die Atmosphäre eintaucht, wo sie verglüht. Tatsächlich ist das im Laboratorium auf der Erde erreichbare Vakuum besser als jenes in 350 km Höhe. Als Mass für die Leere redet man besser vom Abstand der restlichen Moleküle zueinander als vom Druck. Auf Meereshöhe beträgt diese Distanz ein Millionstel Millimeter. Diese ist zwei bis drei Mal die Grösse der Moleküle selbst. Auf der Höhe der Hubble Teleskops ist der Abstand der Moleküle immer noch nur ein Hundertstel Millimeter. Trotzdem kollidieren sie mit einer Geschwindigkeit von 28'000 Kilometern pro Stunde. Mit den besten Vakuum Pumpen erreicht man im Labor eine Distanz von einem zehntel Millimeter. Der Weltrekord (vom Menschen erreicht) in Sachen Vakuum hält der Satellit «Wake Shield». Dieses Experiment bestand aus einer gekrümmten Scheibe von 4 m Durchmesser, die sich einige Kilometer hinter dem Space Shuttle durch den Raum bewegte. Hinter dieser Scheibe, quasi im Windschatten, wurde ein Vakuum mit einem Abstand der Moleküle von einem Millimeter erreicht. Verlassen wir nun die Erde und widmen uns dem Sonnenwind. Die äusserste Schicht der Sonne, die Korona, verflüchtigt sich fortwährend und bombardiert die Erde mit ionisierten Partikeln, die als Nordlichter gesehen werden können. Im Sonnenwind befindet sich alle Zentimeter ein Atom! Sehr weit von uns entfernt, weiter als Pluto, verdünnt sich der Sonnenwind soweit, dass man vom interstellaren Vakuum spricht.

Die interstellare Leere

Wir haben sicher alle schon der Ringnebel in der Leier, den Orionnebel oder der Cirrusnebel im Schwan beobachtet. Einige wenige haben auch den Pferdekopf-Nebel gesehen, der eine undurchsichtige Wolke vor einer leuchtenden Gaswolke ist. Wir wissen also, dass auch zwischen den Sternen oder Galaxien nicht Nichts ist, sondern sich Wolken von Materie befinden, die sich über Lichtjahre erstrecken. In anderen Regionen können wir hingegen nichts beobachten. Der interstellare Raum ist somit nicht homogen. Die spektakulären Türme, die sich von Adler Nebel abtrennen, bestehen aus Partikeln, die so fein sind wie die im Zigarettenrauch, aber mit mehreren hundert Metern Abstand zueinander. Aber der Raum ist so gross, dass uns diese Dichte vorkommt wie dicker Nebel. Die Hälfte der Gase unserer Galaxie ist in solchen Wolken konzentriert, die andere Hälfte besteht aus atomarem Wasserstoff. Dieser ist mit optischen Mitteln nicht sichtbar, zeigt aber seine Existenz in Radioteleskopen, die auf einer Wellenlänge von 21 Zentimetern eingerichtet sind. In einigen Regionen des Weltalls findet man ein Wasserstoffatom pro Zentimeter, in andern beträgt die Distanz zwischen den Atomen zehn Mal mehr. Man kann sich die Schockwelle vorstellen, die von Supernova Explosionen ausgeht. Diese breitet sich

in allen Richtungen gleich schnell aus, werden aber durch die unterschiedliche Dichte in der Umgebung auch unterschiedlich gebremst. Dadurch können die Gase auf enorme Temperaturen aufgeheizt werden, bis zu einer Million Grad. Die Temperatur eines Gases hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der sich die Moleküle bewegen.

Die intergalaktische Leere

Im allgemeinen sind Galaxien in gigantischen Ballungszentren im Weltall gruppiert. Zwischen diesen Galaxien findet man auch Wasserstoff, aber wieviel? Die einzige Möglichkeit, diese Dichte zu messen besteht darin, die Absorption des Lichtes eines weiter entfernten Quasars zu messen. Die Wasserstoffatome absorbieren aus dem durchfließendem Licht einen Teil des elektromagnetischen Spektrums und bilden dadurch dunkle Stellen im Spektrum. Durch analysieren des Spektrums eines Quasars findet man einen Wald voll von Spektrallinien, die mehr oder weniger zum Roten verschoben sind, je nach Distanz der absorbierenden Wolke, und mehr oder weniger ausgeprägt, je nach Dichte der Wolke. In diesen Regionen kann der Abstand zwischen den Teilchen einen Meter betragen. Am Rande des Universums kann man den Quasar HE2347-4342 finden, der sich einige zehn Milliarden Lichtjahre von uns entfernt befindet. In seiner Nähe hat man eine Wolke entdeckt, die eine Dicke von 20 Millionen Lichtjahren hat. Ihre Teilchen haben eine Distanz von 10 Metern, ein absoluter Rekord nach heutigem Wissen.

Wo befindet sich die absolute Leere

Die moderne Physik ist voll von bizarren Theorien. Zum Beispiel erlaubt die Theorie der Unschärferelation von Eisenberg, dass die absolute Leere mit virtuellen Partikeln gefüllt ist, die aus dem Nichts entstehen und dahin zurück verschwinden, bevor sie beobachtet werden können. Diese Partikel besitzen trotzdem ein gewisses Quantum an Energie, die man zum Antrieb von Raumschiffen nutzen könnte. Science-Fiction? Vielleicht, aber die Existenz dieser Partikel wurde durch die Messung des Casimir (Holländischer Physiker) Effekts bewiesen. Nach der Quantentheorie hat jedes virtuelle Partikel eine Wellenlänge, die von seiner Energie abhängt. Hendrik Casimir sagt voraus, dass wenn man zwei leitende Platten genügen nahe zueinander bringt, nur die Partikel mit einer Wellenlänge gleich dem Plattenabstand zwischen den Platten existieren können. Auf der anderen Seite der Platten gib es keine solche Einschränkung, und somit gibt es mehr Partikel ausserhalb der Platten als zwischen den Platten. Dies führt zu einem Druck von Aussen auf die Platten. Diese Kraft wurde 1995 von Steven Lamoreau am Los Alamos Physical Laboratory gemessen. Die Kraft ist natürlich sehr schwach: ein Milliardstel eines Newton, d.h. das Gewicht eines Teiles einer Ameise, die in 30'000 Stücke gehauen wurde. Energie aus dem Nichts, ein Traum?

Original aus NewScientist 25 April 1998

Übersetzung ins Französische durch Fernand Zuber

Übersetzung ins Deutsch durch Robert Glaisen