

Das Sonnensystem

Entstehung

→ [Zeitsprung in die Vergangenheit](#)

→ [Die Zutaten](#)

→ [Die Gravitation](#)

Zeitsprung in die Vergangenheit

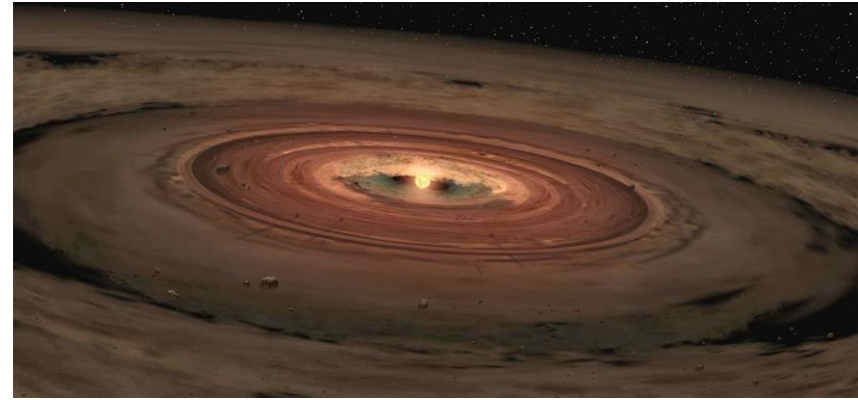
Wir nehmen uns eine Zeitmaschine und springen fünf Milliarden Jahre in die Vergangenheit – das macht nach Adam Riese fünftausend mal eine Million Jahre. Wow – keine Ahnung wie wir das in den Kopf kriegen sollen, aber versuchen wir es trotzdem. Wir schauen uns um. Von den Menschen weit und breit keine Spur. Die bekannten Sternbilder gibt es noch nicht – hauptsächlich deshalb, weil viele Sterne der Sternbilder noch gar nicht existieren. Wir sind mitten in einem kalten, dunklen Gas- und Staubnebel. Alles scheint stillzustehen.

Wir schalten die Zeitmaschine in den Zeitraffermodus auf langsame Fahrt voraus in die Zukunft – also in unsere Gegenwart. Und weil jetzt die Zeit



Foto: Gerhard Willems, AVL ©

wieder etwas schneller vergeht sehen wir, wie etwas Bewegung in den Nebel kommt. Er verquirlt sich wie in einem Wasserstrudel und zieht sich zusammen. Nicht der ganze Nebel, der ist viel zu groß. Wir beobachten den Jahreszähler der Zeitmaschine und sehen, wie die Jahrtausende vergehen und sich



Gas- und Staubscheibe um eine junge Sonne Quelle: NASA/JPL

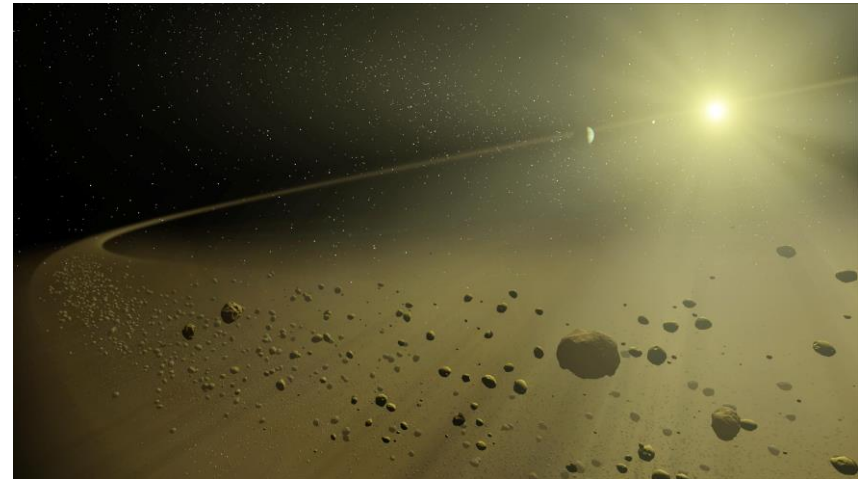
zu Jahrmillionen hochzählen. Der Nebelstrudel verdichtet sich immer weiter und bildet langsam eine Scheibe aus Gas und Staub. In der Mitte der Scheibe sehen wir, wie der Nebel eine Kugel bildet, die, genau wie der Nebel, rotiert und dabei immer mehr Gas aus der Gas- und Staubscheibe abzieht. Die Kugel wird größer und größer und auch immer heißer. Viele Millionen Jahre vergehen und dann, ganz plötzlich, leuchtet die Kugel mit einem strahlenden Licht hell auf. Ein neuer Stern ist entstanden und 4,6 Milliarden Jahre später, wird der Mensch auf dem dritten Planeten des Systems diesem Stern den Namen *Sonne* geben.

Von der Staubscheibe ist nicht mehr viel übrig aber dennoch bilden sich hier kleine Klumpen aus der Materie der Staubscheibe. Die Materie-Klumpen wirbeln umher, stoßen aneinander, zerbrechen und verbinden sich wieder. So entstehen langsam in einigen Millionen Jahren immer größere Klumpen die jetzt auch andere anziehen. Denn größere Materie-Klumpen besitzen viel mehr Masse und damit auch Schwerkraft die ganz schön anziehend wirkt.

Auf diese Weise entstehen nach und nach die Planeten des Sonnensystems. Alles ist noch ziemlich ungeordnet und chaotisch. Millionen kleiner Brocken schlagen auf die jungen Planeten ein. Weiter außen in der Gas- und Staubscheibe ist noch Gas übriggeblieben das sich zu den Gasplaneten formt – denn auch Gas besitzt Masse und damit

Anziehungskraft. Heute sehen wir ein ziemlich aufgeräumtes Planetensystem. Die großen Planeten haben über viele Millionen Jahre hinweg ihre Bahn um die Sonne stabilisiert und alles was ihnen im Wege war entweder eingefangen oder durch das System geschleudert, wo sie sich weit draußen ihre eigene Ordnung in Form eigener Umlaufbahnen um die Sonne geschaffen haben.

[Nach oben >>>](#)



Materiekumpen bilden sich und Planeten entstehen Quelle: NASA/JPL

Die Zutaten

In der Zeitmaschine haben wir alles gesehen, was zur Entstehung einer Sonne mit ihren Planeten benötigt wird: ein riesiger kalter und dichter Gas- und Staubnebel – das ist wirklich alles und gleichzeitig doch so viel. Daraus entstehen Sonne und Planeten und später vielleicht sogar Leben auf einem Planeten, so wie es hier auf unserer Erde passiert ist.

NEBEL

Zwischen den Sternen der Milchstraße und auch zwischen den Sternen anderer Galaxien schweben zahlreiche Nebel, die aus Gas und Staub bestehen. Diese Nebel haben gigantische Ausmaße. Hier ein Gedankenexperiment: Das Licht legt in einer Sekunde im Weltraum 300.000 Kilometer zurück. Das können wir als Maß für die Größe, also die Ausdehnung eines Nebels verwenden. Häufig haben die Nebel eine Ausdehnung von über hundert Lichtjahren. Wie bitte? Ja, ein kurzer Lichtimpuls, zum Beispiel mit einer Taschenlampe, benötigt 100 Jahre für die Strecke, die einmal durch den Nebel führt. Ihr sagt, dass eine normale Taschenlampe dafür nicht reichen wird? Klar, stimmt, eine normale Taschenlampe hat natürlich nicht genug Licht für dieses Experiment – aber es wird ja auch nur in Gedanken ausgeführt.



Der Orion-Nebel Ausdehnung 24
Lichtjahre Foto: G. Willems, AVL

Zurück zum Nebel. Woraus bestehen die Gas- und Staubnebel eigentlich? Wenn doch wirklich ganze Welten daraus entstehen können?



Gas Das Gas ist hauptsächlich Wasserstoff, lateinisch *Hydrogenium*. Übrigens, so zwischendurch: Wasserstoff hat erst einmal überhaupt nichts mit Wasser zu tun. Wasserstoff muss sich mit Sauerstoff verbinden; erst dann wird es zu Wasser – aber das soll Euch der Chemieunterricht erklären.

Wasserstoff ist das einfachste Atom – ganz unten auf der Liste der verschiedenen Atome. Weil es so einfach ist, war es nach dem Urknall auch sofort entstanden und das gleich in ungeheurer Menge. Wasserstoff ist das häufigste Element im Universum. Ohne Wasserstoff würde die ganze Ereigniskette, die zur Entstehung von Sternen und Planeten führte und auch heute noch führt, überhaupt nicht ablaufen. Wasserstoff ist der Ursprung jeglicher Materie. Wie das sein kann könnt Ihr hier nachlesen – im Abschnitt

Die Gravitation.



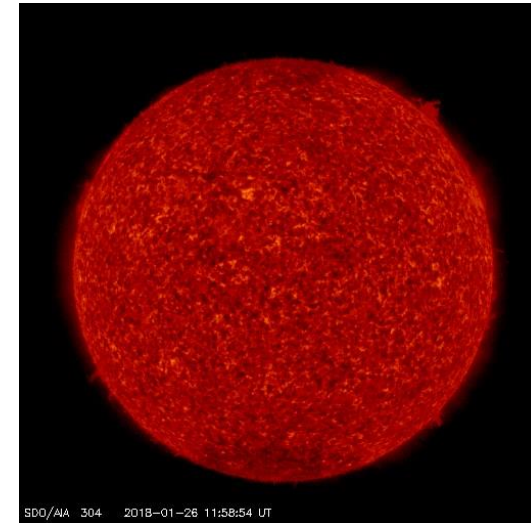
Aber eine Zutat fehlt noch. **STAUB** Gemeint ist natürlich nicht der gewöhnliche Staub, der überall im Haus zu finden ist und der den Staubtüchern so erfolgreich widersteht. Nein, der „Sternenstaub“ ist von ganz besonderer Beschaffenheit. Er enthält nahezu alle Elemente, die man zum Bau von Welten benötigt. Wie diese Elemente da hinein kommen? Da müssen wir tatsächlich wieder unsere Zeitmaschine bemühen. Bei der Letzten Reise sind wir ja nur 4,6 Milliarden Jahre in die Vergangenheit gereist, das reicht diesmal nicht aus. Wir müssen bis in die Zeit kurz nach dem Urknall zurück reisen. Fast 13 Milliarden Jahre! Da entstanden die ersten Sterne.

Die ersten Sterne waren riesig – viel größer als unsere Sonne. Und sie waren ungeheuer heiß – viel heißer als unsere Sonne. Und sie lebten nicht lange, denn sie lebten auf großem Fuße – falls es diesen Ausdruck heute noch gibt; will heißen: sie verbrauchten ihre Energie sehr viel schneller als unsere Sonne es tut. Im Inneren dieser Riesensterne entstanden unter großem Druck und großer Hitze fast alle Elemente, die wir heute kennen. Natürlich nicht in der Menge, die tatsächlich für alle Welten in den vielen Galaxien gereicht hätte.

Aber sie taten es eben als Erste.

Als die Riesensterne ihre Energie verbraucht hatten, explodierten Sie mit gewaltiger Wucht. Und schleuderten die erzeugten Elemente in die Gasnebel, die natürlich jetzt nicht mehr „nur“ Gasnebel waren, sondern jetzt zu „Gas- und Staubnebel“ geworden sind. Aber nicht nur die ersten Sterne erzeugten in ihrem Inneren die Elemente, sondern auch alle nachfolgenden Sterne. Auch die Sterne, die wir heute am Nachthimmel sehen können sind unentwegt damit beschäftigt, Elemente zu erzeugen. Es ist sozusagen die Aufgabe der Sterne. Das Verschmelzen von Atomen funktioniert nur mit sehr, sehr viel Energie. Man nennt es Atomfusion. Die Sterne sind wahre Energiemonster und erzeugen mit dieser ungeheuren Energie alle Elemente, aus denen unsere Welt besteht. Und daraus entstanden damals und entstehen auch heute noch Planeten, die ihre Sterne umkreisen für lange, lange Zeit. So, wie in unserem Sonnensystem.

[Nach oben >>>](#)



Unsere Sonne am 26.01.2018, Foto: SDO, NASA

Die Gravitation

Alles, was wir bisher über die Entstehung des Sonnensystems gelesen haben, würde niemals geschehen können ohne jene geheimnisvolle Macht, die unser Universum zusammenhält – die Gravitation oder auch Schwerkraft. So richtig weiß niemand wie diese Kraft entsteht. Gerade erst hat man herausgefunden, dass ein winziges Teilchen in den Atomen die Masse mitbringt, aber geheimnisvoll bleibt die Schwerkraft. Vielleicht werdet Ihr, liebe Schülerinnen und Schüler, ja später einmal Physik studieren und berühmte Forscher. Vielleicht wartet diese Aufgabe gerade auf Euch und es gelingt dann Euch, die geheimnisvolle Kraft zu enträtseln.

Jedenfalls ist es die Masse der Materie, welche die Anziehungskraft, also die Gravitation, erzeugt; Masse zieht andere Massen an.

Machen wir wieder ein Gedankenexperiment: Wir nehmen ein paar Reiskörner in die Hand und fliegen in den Weltraum. Dort suchen wir uns eine Stelle fernab von jedem Planeten und jeder Sonne – also fernab von jeder anderen Masse. Dann öffnen wir vorsichtig unsere Hand und lassen die Reiskörner beieinander schweben. Wir verdrücken uns, verschwinden also, denn unser Körper besitzt ja auch Masse und die würde stören. Obwohl wir verschwunden sind beobachten wir das Geschehen, es ist ja nur ein Gedankenexperiment. Wir sehen, wie ganz langsam alle Reiskörner zueinander streben bis sie einen kleinen kugelförmigen Klumpen bilden. Es ist ein kleiner Himmelskörper aus Reiskörnern entstanden – ganz von selbst. Die Schwerkraft war's, sie ganz allein. Jedes Körnchen hat eine Masse und zieht die anderen Massen in ihrer Nachbarschaft an.

Und genauso funktioniert es mit den Wasserstoffatomen in den Gasnebeln. Die Wasserstoffatome haben Masse – also Anziehungskraft – also Schwerkraft, besitzen also Gravitation. Bringt man sie näher zueinander, dass kann zum Beispiel durch Temperaturunterschiede im Nebel passieren oder durch einen Schwerkraftschub von anderen Sternen oder das Kraftfeld unserer Zeitmaschine - es gibt viele Möglichkeiten - dann ziehen sie sich gegenseitig an. Und von nun an geschieht alles wie von selbst. Es bildet sich ein Grüppchen von Wasserstoffatomen, das jetzt als Grüppchen zusammen etwas mehr Masse als die Atome in der Umgebung haben. Diese wandern deshalb ganz allmählich, wie unsere Reiskörner, zu dem kleinen Klumpen von Wasserstoffatomen und der wird dadurch wieder größer und deshalb wächst seine Masse und zieht so weitere Wasserstoffatome an, und so weiter, und so weiter. Ihr ahnt schon was passiert – oder? Es ist eine so genannte Kettenreaktion angestoßen worden. Und weil jede Menge Wasserstoff im Nebel steckt, wird unser Klümpchen aus Wasserstoff immer größer und größer. Bitte denkt an die Kugel aus Gas in der Mitte der Gas- und Staubnebel-Scheibe, die wir im Abschnitt [Ein Zeitsprung](#) kennengelernt haben. Denn während das Wasserstoffklümpchen immer größer und größer wird, formt es sich zu einer Kugel die in ihrem Inneren immer heißer und heißer wird. Das kommt daher, weil die riesige Menge an Wasserstoffatomen der gesamten Kugel immer mehr Masse bekommt und diese drückt immer stärker auf das Zentrum der Wasserstoffkugel. Hier im Zentrum wird es immer heißer weil die Wasserstoffatome immer mehr in Bedrängnis geraten – denn so richtig wollen sie sich nicht zusammendrücken lassen. Sie versuchen jetzt voreinander auszuweichen. Aber die zunehmende Kraft, die auf das Zentrum der Kugel drückt wird immer stärker, weil sie immer größer wird. Und

irgendwann sind Hitze und Druck so groß, dass die Wasserstoffatome etwas tun, was sie um jeden Preis vermeiden wollen, sie verschmelzen miteinander und bilden neue Atome. Die neuen Atome nennt man Helium – es ist der Name des nächsthöheren Elementes, nach dem Wasserstoff in der Liste der Elemente. Und bei diesem Vorgang der verschmelzenden Wasserstoffatome bleibt viel Energie übrig, die jetzt als Strahlung nach außen drängt – raus aus der Kugel. Gelingt ihr das, leuchtet die Wasserstoffkugel mit einem Schlag grell auf. Jetzt haben wir unseren neuen Stern.

Die Schwerkraft war's – sie ganz allein. Aber ohne die andere Zutat, das Wasserstoffgas, gäbe auch keine Schwerkraft. So bringen also die Wasserstoffatome ihre Schwerkraft mit und alles geschieht von selbst.

Und was ist mit dem Sternenstaub in den Nebeln? Na, den brauchen wir zur Herstellung der Planeten, denn wir alle und unsere gesamte Welt, die wir um uns herum sehen, besteht daraus. Noch Fragen?

[Nach oben >>>](#)

Text Peter Kreuzberg, Januar 2018