Endliche Weiten: Wer den Weltraum verstehen möchte, liest auch dieses Glossar

Text: Michael Brake

Lichtgeschwindigkeit

299.792.458 Meter pro Sekunde. Oder anders gesagt: 1,08 Milliarden km/h. So schnell bewegt sich Licht durch den Weltraum. Absolut nichts im Universum ist schneller. Das jedenfalls hat Albert Einstein vor mehr als 100 Jahren mit seiner Relativitätstheorie beschrieben, und bisher hat ihn niemand widerlegt.

Mit der Lichtgeschwindigkeit hat auch das Lichtjahr zu tun, das keine Zeit misst, sondern eine Länge. Rund 9,46 Billionen Kilometer ist ein Lichtjahr lang: die Strecke, die Licht in einem Jahr zurücklegen kann. Irre viel? Na ja. Proxima Centauri, der nächste Stern außerhalb unseres Sonnensystems, ist mehr als vier Lichtjahre von der Erde entfernt, und die entferntesten Galaxien, die wir noch sehen können, sind Milliarden Lichtjahre weit weg.

Das heißt auch: Wenn wir ins All schauen, sehen wir Licht, das Millionen oder Milliarden Jahre unterwegs war. Wir schauen in die Vergangenheit. Und sehen Sterne, die vielleicht schon lange erloschen sind.

Schwarzes Loch

Wenn ein Stern am Ende seines Lebens erlischt, stürzt er unter seinem eigenen Gewicht in sich zusammen. Die meisten schwarzen Löcher kann man sich als Extremform solcher erloschenen Sterne vorstellen.

Die Regeln der Physik, die wir kennen, gelten im Zentrum eines schwarzen Lochs nicht. Forschende wissen nicht sicher, woran das liegt. Entweder brauchen sie bessere Gesetze. Oder im Zentrum eines schwarzen Lochs klafft tatsächlich eine Lücke im Weltraum, in der Raum und Zeit aufhören und der frühere Stern unendlich lange in sich zusammenfällt, bis er unendlich klein und unendlich dicht ist.

Einem schwarzen Loch entkommt nichts, nicht mal Licht. Würde ein Mensch in ein schwarzes Loch fallen, würde ihn die enorme Schwerkraft extrem in die Länge ziehen und zerreißen. Er würde spaghettifiziert, wie es der Physiker Stephen Hawking nannte.

Das All ist voller schwarzer Löcher. Nicht alle sind erloschene Sterne. Aber wie die entstehen, wissen selbst Forschende noch nicht.

Galaxie

„Weißt du, wie viel Sternlein stehen?“ Knapp 200 Jahre ist dieses Kinderlied alt, eine zuverlässige Antwort wird es wohl nie geben: Wir können nicht jeden Stern einzeln zählen. Schätzungen zufolge sind es im gesamten Universum mindestens 70 Trilliarden. Eher mehr.

Wie viele es auch immer sein mögen, sie sind nicht *random* übers Weltall verteilt. Vielmehr ballen sie sich zu Galaxien zusammen. Diese Galaxien beinhalten neben Milliarden Sternen Planeten, Gasnebel, Staubwolken, schwarze Löcher und dunkle Materie und werden durch die Gravitation zusammengehalten.

Eine dieser Galaxien ist die Milchstraße, die Heimat der Erde und der Sonne. Alle Sterne, die wir von der Erde mit bloßem Auge sehen können, sind Teil der Milchstraße.

Das Entfernteste, was man ohne technische Hilfe sonst noch erkennen kann, ist eine weitere Galaxie: die Andromedagalaxie, rund 2,5 Millionen Lichtjahre entfernt. Andromedagalaxie und Milchstraße bilden zusammen mit vielen anderen Galaxien einen Galaxienhaufen.

Exoplanet

Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun: Das sind die Planeten, die genau wie die Erde um die Sonne kreisen. Aber es gibt viele weitere jenseits unseres Sonnensystems, die extrasolaren Planeten oder kurz: Exoplaneten. Falls es außerirdisches Leben gibt, dann dort. Was

ein Grund ist, warum viele die Exoplaneten so spannend finden.

Angesichts der Trilliarden von Sternen muss es ziemlich viele Exoplaneten geben. Denn wir wissen, dass im Durchschnitt alle Sterne in der Milchstraße Planeten haben – auch wenn wir sie nicht einzeln beobachten können. Bislang wurden etwas mehr als 6.000 Exoplaneten entdeckt. Manche durch ein Weltraumteleskop, das sie oft nur als einen verschwommenen Klecks offenbart. Die meisten sogar nur indirekt, etwa durch Helligkeitsschwankungen einzelner Sterne, aus denen sich die Existenz sie umkreisender Planeten ableiten lässt. Wir sind also ziemlich weit davon entfernt, zu wissen, wie es auf Gliese 1214 b, K2-18 b und all den anderen Exoplaneten aussieht.

DUNKLE MATERIE

Woher wissen Astronominnen und Astronomen eigentlich all das über den Weltraum, seine Ausmaße, seine Objekte, sein Alter? Tatsächlich durch ständige Beobachtung mit immer besseren Hilfsmitteln. Neben dem sichtbaren Licht können auch Röntgenstrahlung, Radiowellen, Gravitationswellen und einiges mehr aus dem All gemessen werden. Kombiniert mit dem Wissensstand der Physik ergeben sich Theorien und Modelle, wie alles zusammenhängen könnte.

Manchmal passen Beobachtungen nicht ins Modell. Man ahnt: Wir kennen und verstehen nicht alles. Beispielsweise drehen sich die Sterne am äußeren Rand von Galaxien schneller um deren Zentrum, als sie laut Modell sollten; so schnell, dass sie eigentlich aus der Galaxie geschleudert werden müssten. Ungefähr so ist man auf die dunkle Materie gestoßen.

Das Blöde: Man sieht sie nicht, weil sie keine elektromagnetische Strahlung aussendet, also auch kein Licht. Aber sie bewirkt etwas, zieht also mit ihrer Schwerkraft an sichtbaren Objekten, und das lässt sich beobachten. Inzwischen gehen Forschende davon aus, dass mehr als 80 Prozent der Materie des Universums dunkle Materie sind. Woraus genau sie besteht, ist ein großes Rätsel.

URKNALL

Wann und wie alles begann, darüber sind sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ziemlich einig: Vor etwa 13,8 Milliarden Jahren war unser gesamtes bekanntes Universum in einem unendlich kleinen und unendlich dichten heißen Punkt konzentriert.

Danach knallte es zwar nicht, aber der Punkt dehnte sich schnell aus. Zunächst zu einem ultradichten, ultraheißen Brei aus Einzelteilchen, aus dem dann nach und nach die Sterne und die weiteren uns bekannten Strukturen des Weltalls wurden.

Das Universum dehnt sich bis heute aus: Der Abstand der Galaxien wird im Durchschnitt immer größer, sie fliegen voneinander weg. Das ist von der Erde aus zwar nicht mit bloßem Auge zu sehen, aber mit Teleskopen.

Unklar ist dagegen, wie es zu Ende gehen könnte, ob es ein Gegenstück zum Big Bang gibt. Dehnt sich das Universum immer weiter aus und stirbt schließlich einen Kältetod, den „Big Freeze“? Zerreißt es irgendwann in einem „Big Rip“? Oder kehrt sich die Entwicklung um, und am Ende gibt es den „Big Crunch“, alles zieht sich wieder in einem Punkt zusammen – und geht vielleicht mit einem neuen Urknall von Neuem los?

Weltraumaufzug #1

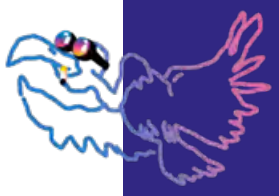
Vom Erdgeschoss bis auf 25 Milliarden Kilometer Höhe: Unser Aufzug fährt wichtige Stationen im All an

(Distanz zur Erde, mittlere Werte, gerundet)

5,6 km

Das **höchste Teleskop** der Erde steht auf einem Vulkangipfel in der Atacama-Wüste. Die japanische TAO-Sternwarte untersucht zum Beispiel Kometen und andere Galaxien.

11,3 km



Als höchstfliegender Vogel gilt ein **Rüppell-Geier**. Er kollidierte 1973 mit einem Passagierflugzeug. Es konnten genug Federn geborgen werden, um den Geier zu identifizieren.

100 km

Die **Kármán-Linie** ist die vom internationalen Luftsportverband (FAI) festgelegte Grenze, an der der Weltraum beginnt. Nicht alle erkennen sie an. Für die NASA beispielsweise beginnt das All schon auf 80 Kilometern Höhe.