

# KOSMOLOGIE

*für Einsteiger*

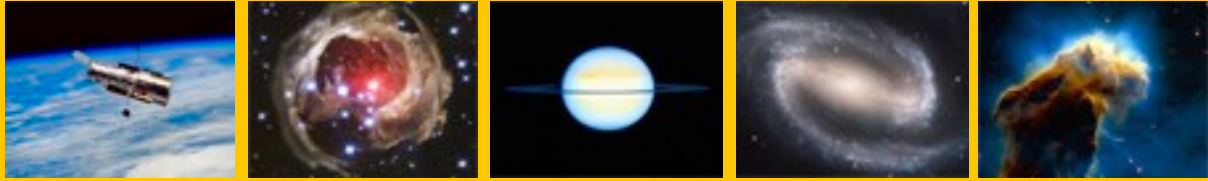


Andromeda-Galaxie M31 / Foto: Reinhold Weber 2010

*vom Urknall bis zu uns*

*Wilhelmsdorf  
Dezember 2010*

# KOSMOLOGIE



*Bilder stehen unter der GNU-Lizenz für freie Dokumentation. Urheber: NASA*

## **Multiversen**

Ein Teil der Wissenschaftler, darunter z.B. Stephen Hawking, gehen davon aus, dass es nicht nur ein Universum gibt, sondern viele Universen, die zusammen ein „Multiversum“ bilden. Legt man viele Universen zu Grunde, könnten nach deren Entstehung (Urknall) in jedem ganz eigene Naturgesetze herrschen. Hierbei handelt es sich um eine These, ist also wissenschaftlich nicht belegt!

## **Unser Universum**

Unser Universum dehnt sich ständig aus, wenn man diesen Vorgang zurück verfolgt, berechnen sich die 13,7 Milliarden Jahre von seinem Anfang bis heute. Am Anfang war der Urknall. Auf den Zustand vor dem Urknall weist die so genannte „StringTheorie“ hin. In dieser gelten die Elementarteilchen als winzige eindimensionale Fäden, welche heftig schwingen. Je nach Frequenz und Schwingungsmodus bilden sie die bekannten Teilchen wie Protonen oder Elektronen. Nur: für die Formeln der Theorie gibt es bis zu „zehnhochfünfhundert“ verschiedene Lösungen. Auch daher ist es sehr wahrscheinlich, dass jede von ihnen ein eigenes Universum bildet. In jeder dieser kosmischen Blasen herrschen andere Naturkonstanten und -kräfte. Am Anfang des Urknalls hat ein so genanntes „Quantenvakuum“ gestanden - ein Zustand reiner Energie, frei von Raum, Zeit und Materie. Irgendwann änderte eines der darin irrlichternden Quantenfelder seinen Energiezustand. Diese Quantenfluktuation führte zum Urknall. Dies wäre wohlgermerkt keine Schöpfung aus dem Nichts, denn Quantenfelder sind auch im Vakuum vorhanden.

Im Augenblick des Urknalls wurden die 37 physikalischen Konstanten und Naturkräfte festgelegt und bestimmen seither die Entwicklung unseres Universums. Wären sie nur geringfügig anders beschaffen, würde unser Universum heute völlig anders in Erscheinung treten. Ein Beispiel hierfür liefert die „starke Kraft“, welche die Atomkerne zusammen hält. Wäre sie nur um wenige Prozent stärker, gäbe es keinen Wasserstoff im All: Alle Wasserstoffatome wären kurz nach dem Urknall zu Helium verschmolzen. Bei einem geringeren Wert hätten sich hingegen nie Atome bilden können - und alles was darauf aufbaut. Ebenso gäbe es ohne eine präzise eingestellte elektromagnetische Kraft - sie lässt unter anderem den elektrischen Strom fließen -

# KOSMOLOGIE

weder stabile Atome noch chemische Reaktionen und folglich ebenfalls kein Leben. Oder die Gravitation: Würde sie stärker wirken, wäre das Universum nach dem Urknall sofort wieder kollabiert; wäre sie schwächer, hätte sich die Materie darin zu einem dünnen Gasnebel verflüchtigt, aus dem nie größere Strukturen hervorgegangen wären.

## Galaxien

Das Universum wiederum besteht aus unzählig Milliarden Galaxien. Unsere Galaxie ist eine „Spiralgalaxie“ und wir haben sie „Milchstraße“ genannt. Sie ist mit ca. 13 Milliarden Jahren eine der ältesten Galaxien in unserem Universum und hat einen Durchmesser von 100.000 Lichtjahren.

Die Mitte unserer Galaxie bildet ein „Schwarzes Loch“. Dieses entsteht, wenn eine Sonne, die 20 Mal größer ist als die unsere, kollabiert. Dabei entsteht so viel Gravitation, dass eine „Gravitations Senke“ entsteht, aus der nicht einmal das Licht entweichen kann. Kleine schwarze Löcher haben eine Masse von 4 Sonnen (von der Größe unserer Sonne), aber nur einen Durchmesser von 24 km. Dies verdeutlicht die kaum vorstellbare Dichte eines Schwarzen Lochs. Möchte man mit der Masse unseres Planeten Erde den kritischen Punkt einer Gravitations Senke erreichen, müsste man sie auf die Größe einer Erbse verdichten. Sehr große Schwarze Löcher, sogenannte „Supermassereiche Schwarze Löcher“, haben eine Masse von 4 Millionen Sonnen und einen Durchmesser von 18 Millionen km. So ein Supermassereiches Schwarzes Loch bildet auch das Zentrum unserer Galaxie. Schwarze Löcher geben einer Galaxie ihre Form und Stabilität, ähnlich der Nabe an einem Rad. Die ersten Schwarzen Löcher entstanden 8 Milliarden Jahre nach dem Urknall, also vor knapp 6 Milliarden Jahren. Entgegen mancher medialen Darstellungsversuche, in denen Schwarzen Löcher als zwei dimensionale, strudelähnliche Phänomene dargestellt werden (häufig linsenförmig, ohne ein „dahinter“) möchte ich hier ausdrücklich darauf hinweisen, dass es sich immer um drei dimensionale Gebilde im Raum handelt, welche die Form einer Kugel annehmen! Das Wort „Loch“ ist hier irreführend.

## Sterne

Galaxien bestehen aus 400 Milliarden Sternen (Sonnen). Jede dieser Sonnen ist ein „brodelnder Wasserstoff Hochofen“. In diesem fusioniert Wasserstoff durch eine „Stellare Kernfusion“ zu Helium und in Folge zu immer dichteren Elementen - bis der Kern aus Eisen besteht. Wird Eisen fusioniert, setzt es keine Energie mehr frei, der Brennstoff ist verbraucht, komprimiert aber immer weiter, weil die Gravitation Oberhand gewinnt. Dadurch steigt die Temperatur so stark an, dass er kollabiert. Durch die Druckwelle der Explosion wird der Eisenkern „gezwungen“ zu noch schwereren Elementen zu verschmelzen, hierbei entstehen z.B. Gold und Blei. Diese werden quasi im Kern eines Sterns „geschmiedet“.

In Folge einer solchen Explosion entsteht eine „Supernova“.

# KOSMOLOGIE

## Sonnensysteme

Unsere Galaxie, die Milchstraße, besteht aus 200 Milliarden einzelner Sonnensysteme. Unser Sonnensystem ist ca. 6 Milliarden Jahre alt und befindet sich auf  $\frac{2}{3}$  der Wegstrecke vom Zentrum unserer Galaxie (vom Schwarzen Loch) bis zu ihrem Rand. Es entstand aus dem „Nebel“ einer Supernova. Jede Supernova erzeugt einen Nebel aus unterschiedlichsten Elementen. Hier bereits wird der Grundstein für etwaig späteres Leben gesetzt, da der Ursprungsnebel bereits die entsprechenden Elemente enthalten muss, aus denen später ein Planet entstehen kann der Lebensformen möglich macht. Aus einem solchen Nebel ist unsere Erde entstanden (dazu später mehr). Das Zentrum unseres Sonnensystems bildet unsere Sonne.

## Unsere Sonne

Unsere Sonne entstand 150 Millionen km entfernt von der Erde, im Zentrum eines riesigen Nebels. Dort war der Druck und die Temperatur einer Kugel aus Wasserstoffgas so angestiegen, dass ihre Atome zu verschmelzen begannen (Kernfusion). Ein neuer Stern wurde geboren! Er wird ca. 8 Milliarden Jahre existieren.



Foto: Reinhold Weber 2010

Der Sonnenwind „bläst“ den Staub und die Gasreste an den Rand unseres Sonnensystems, weshalb der Raum zwischen den Planeten heute weitgehend frei von Materie ist. Die Sonne wird von 8 Planeten umkreist und

bildet gemeinsam mit ihnen unser Sonnensystem.

## Planeten

In den äußeren Bereichen des Sonnensystems befinden sich die riesigen Gasplaneten: Neptun, Uranus, Saturn und Jupiter, weiter innen kreisen die dichteren Gesteinsplaneten: Mars, Erde, Venus und Merkur.

## Erde

Die Erde hat einen Durchmesser von 13.000 km und befindet sich in der sogen. „Habitable Zone“ um die Sonne. D.h.: nur hier kann Wasser in flüssigem Zustand existieren und Leben ermöglichen, wie wir es kennen.