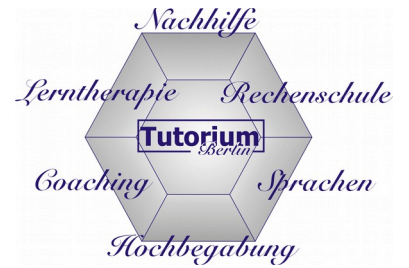




# Urknall und Entwicklung des Universums

weitere Experimente unter [forschen.Tutorium-Berlin.de](http://forschen.Tutorium-Berlin.de)

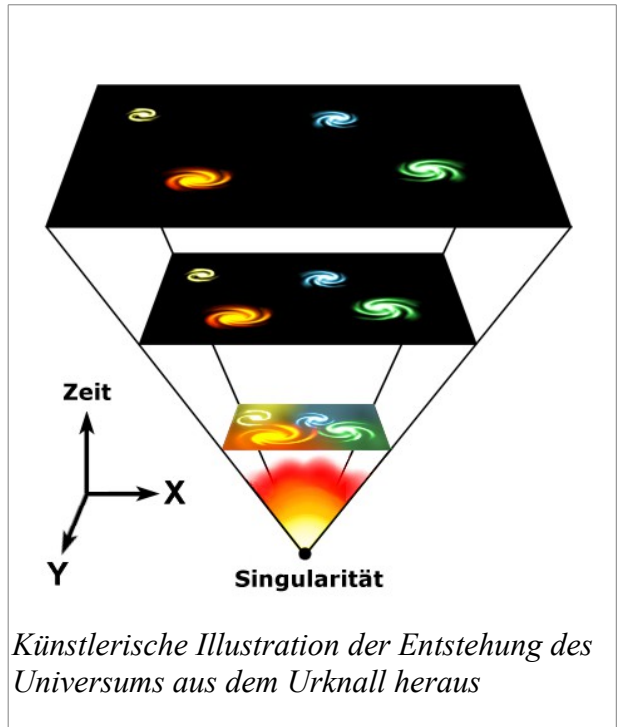


Nachhilfe-TUTORIUM ist ein Unternehmen der Gruppe TUTORIUM Berlin Hasenmark 5 in 13585 Berlin

## Urknall

Der Urknall (aus ur- „zuerst“ und Knall) ist nach dem Standardmodell der Kosmologie der Beginn des Universums. Im Rahmen der Urknalltheorie wird auch das frühe Universum beschrieben, das heißt, die zeitliche Entwicklung des Universums nach dem Urknall.

Der Urknall bezeichnet keine Explosion in einem bestehenden Raum, sondern die gemeinsame Entstehung von Materie, Raum und Zeit aus einer ursprünglichen Singularität. Da keine konsistente Theorie der Quantengravitation existiert, gibt es in der heutigen Physik keine allgemein akzeptierte Theorie zum Zustand des Universums zu sehr frühen Zeiten, als seine Dichte der Planck-Dichte entsprach. Daher ist der Begriff „Urknall“ die Bezeichnung eines formalen Punktes, der durch Betrachtung des kosmologischen Modells eines expandierenden Universums über den Gültigkeitsbereich der zugrunde liegenden allgemeinen Relativitätstheorie hinaus erreicht wird. Nach dem kosmologischen Standardmodell ereignete sich der **Urknall vor etwa 13,8 Milliarden Jahren**. Als Begründer der Theorie gilt der Theologe und Physiker Georges Lemaître, der 1931 für den heißen Anfangszustand des Universums den Begriff „primordiales Atom“ oder „Uratom“, später auch „kosmisches Ei“ verwendete. Der Begriff Urknall (engl. Big Bang, wörtlich also Großer Knall) wurde von Sir Fred Hoyle geprägt, der als Kritiker und Vertreter der konkurrierenden Steady-State-Theorie diese Theorie unglaublich erscheinen lassen wollte. Die Steady-State-Theorie verlor in den 1960er Jahren an Zustimmung, als astronomische Beobachtungen zunehmend die Urknalltheorie bestätigten, und wird heute nur noch von einer Minderheit der Kosmologen untersucht.



Mit dem Begriff Urknall ist der Anfangspunkt der Entstehung von Materie und Raumzeit gemeint. Ein solcher Anfang ergibt sich aus kosmologischen Theorien, denen zufolge sich das Universum dauerhaft ausdehnt. Diese von Astronomen beobachtete Expansion des Universums hat zum Begriff des Urknalls geführt: Die beobachtete Auseinanderbewegung der Galaxien ergibt zurückgerechnet einen Zeitpunkt, an dem diese auf ein enges Raumgebiet konzentriert waren. Zum Zeitpunkt des Urknalls ist die Energiedichte formal unendlich. Da physikalische Theorien die Existenz von Raum, Zeit und Materie voraussetzen, lässt sich der eigentliche Urknall mit ihnen nicht beschreiben. Die Quantenfeldtheorie und die allgemeine Relativitätstheorie haben weitere Voraussetzungen, die direkt nach dem Urknall nicht erfüllt waren. Sie eignen sich daher erst für eine Beschreibung ab einem Zeitpunkt, zu dem der Urknall deutlich mehr als eine Planckzeit (ca.  $5,391 \cdot 10^{-44}$  Sekunden) zurückliegt.

Die wichtigsten gemeinsamen Charakteristika und Vorhersagen der Urknalltheorien ergeben sich aus der Betrachtung der ersten etwa 300.000 Jahre der Entwicklung des Universums. In diesem Artikel wird daher die Evolution des frühen Universums beschrieben, die zu den wichtigsten Vorhersagen führt.

### TUTORIUM Berlin Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**

Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,  
Psychologischer Berater u. Personal Coach

**Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage**

### Anmeldung, Beratung und Informationen:

**Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr**

und / oder nach Vereinbarung unter

☎: **030 – 85018820** und 030 – 353 053 20

[www.Tutorium-Berlin.de](http://www.Tutorium-Berlin.de)

E-Mail: [info@tutorium-berlin.de](mailto:info@tutorium-berlin.de)

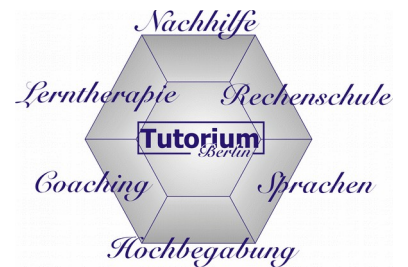
[www.Nachhilfe-Tutorium.de](http://www.Nachhilfe-Tutorium.de)

E-Mail: [info@nachhilfe-tutorium.de](mailto:info@nachhilfe-tutorium.de)

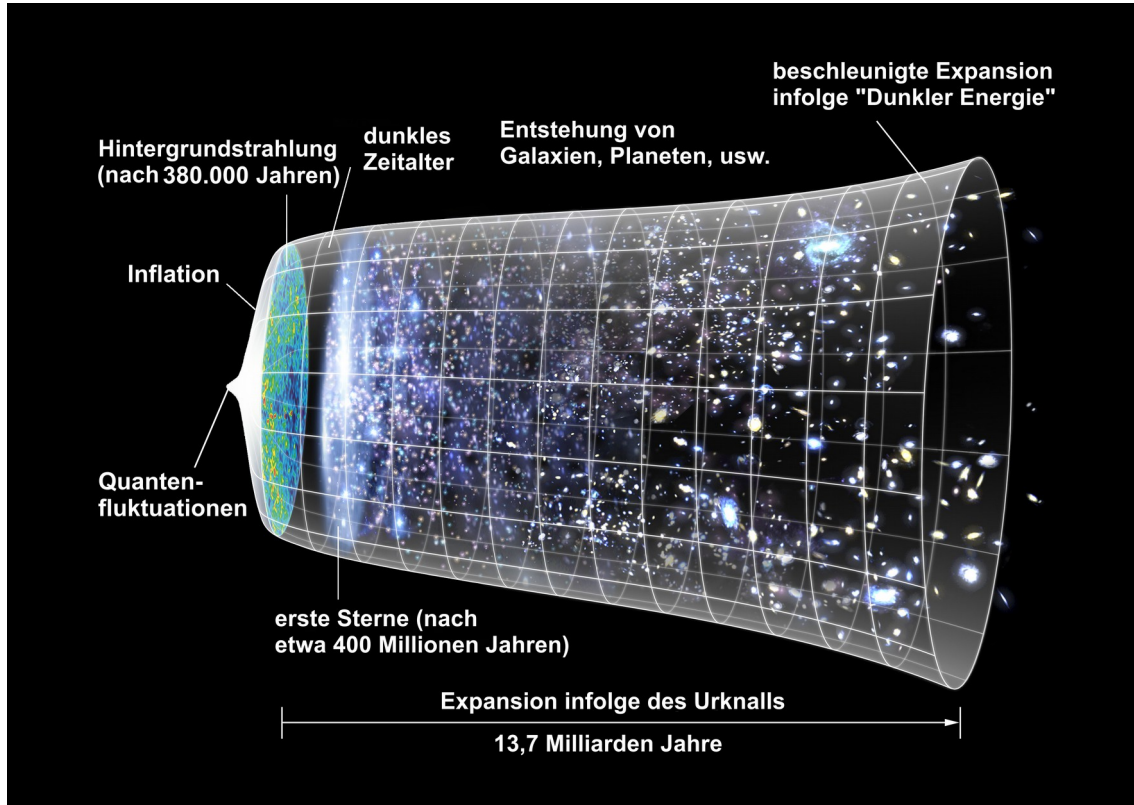


# Urknall und Entwicklung des Universums

weitere Experimente unter  
[forschen.Tutorium-Berlin.de](http://forschen.Tutorium-Berlin.de)



## Entwicklung des Universums



Nachdem die Expansion des Universums durch die Beobachtung der Rotverschiebung der Galaxien als etabliert galt, wurden detailliertere Messungen durchgeführt, um die Geschwindigkeit der Expansion und ihre Veränderung über die Lebenszeit des Universums zu bestimmen. Traditionelle Modelle besagten, dass die Expansion aufgrund der Materie und der durch sie wirkenden Gravitationsanziehung verlangsamt wird; Messungen sollten diese Verlangsamung quantifizieren.

Die Messungen, die im Wesentlichen auf Entfernungsbestimmungen weit entfernter Supernovae vom Typ 1a basierten, ergaben entgegen dieser Lehrmeinung eine Zunahme der Expansionsgeschwindigkeit. Diese unerwartete Beobachtung wird seitdem auf eine unbestimmte Dunkle Energie zurückgeführt. In den Modellen besteht das Universum zum gegenwärtigen Zeitpunkt, ca. 13,7 Milliarden Jahre nach dem Urknall, **zu 68,3 % aus Dunkler Energie, 26,8 % aus Dunkler Materie und zu 4,9 % aus der sichtbaren, baryonischen Materie.**

Die Existenz einer Dunklen Energie könnte auch eine Erklärung für die „Flachheit“ des Universums sein. Es ist bekannt, dass die normale Materie nicht ausreicht, um dem Universum eine flache (das heißt im Wesentlichen euklidische) Geometrie zu geben; sie stellt nur 2–5 % der notwendigen Masse. Aus Beobachtungen der gravitativen Anziehung zwischen den Galaxien ergibt sich aber, dass Dunkle Materie maximal 30 % der erforderlichen Materie sein kann. Dunkle Energie (aufgrund der einsteinschen Formel

$E = mc^2$  hat sie ein Masseäquivalent) würde die fehlende Masse gerade liefern.

Dunkle Energie ist ebenfalls ein wichtiger Parameter in Modellen zur Strukturbildung im Universum.

Quelle:

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Urknall&oldid=126528651>

[http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Dunkle\\_Energie&oldid=125566579](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Dunkle_Energie&oldid=125566579)

Bild „Universe expansion-de.png“: Leipzigkeks at the German language Wikipedia [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>), CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>) or CC-BY-SA-2.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)], via Wikimedia Commons

Bild „Expansion des Universums.png“: By NASA / WMAP Science Team simple retouch by Yikrazuul [Public domain], via Wikimedia Commons  
Bild „Milky Way Galaxy.jpg“: By Nick Risinger [Public domain], via Wikimedia Commons

### TUTORIUM Berlin Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**

Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,  
Psychologischer Berater u. Personal Coach

**Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage**

### Anmeldung, Beratung und Informationen:

**Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr**

und / oder nach Vereinbarung unter

☎: **030 – 85018820** und 030 – 353 053 20

[www.Tutorium-Berlin.de](http://www.Tutorium-Berlin.de)

E-Mail: [info@tutorium-berlin.de](mailto:info@tutorium-berlin.de)

[www.Nachhilfe-Tutorium.de](http://www.Nachhilfe-Tutorium.de)

E-Mail: [info@nachhilfe-tutorium.de](mailto:info@nachhilfe-tutorium.de)