

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 52 (1994)
Heft: 264

Artikel: Urknall : ein fragwürdiger Begriff? : Frage eines Laien
Autor: Moser, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898811>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Urknall – ein fragwürdiger Begriff?

Frage eines Laien

E. MOSER

1. Der Ursprung des Begriffes Urknall.

Als E. Hubble die Flucht der Galaxien als Ausdehnung des Universums deutete, entstand die Vermutung, dass man die Expansion auch rückwärts extrapolieren könnte. Damit bekam das Universum einen Anfang; aus der Fluchtgeschwindigkeit errechnete man ein mutmassliches Alter von ca. 15 Milliarden Jahren. Lemaître formulierte die Hypothese vom «explodierenden Uratom». Diese stand im Widerspruch zur Hypothese von F. Hoyle et al., die ein statisches Universum ohne Anfang und ohne Ende postulierten. Im Laufe der Auseinandersetzungen zwischen diesen beiden Theorien wollte sich Hoyle über die Idee der Urexplosion lustig machen und prägte etwas verächtlich den Begriff «Big-Bang», der im deutschen Sprachraum mit «Urknall» übersetzt wurde. Seither hat sich der Begriff in der Laien- und Fachwelt eingebürgert.

2. Die Grenzen unseres Wissens.

Die Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung und die Beobachtungen des Satelliten COBE haben die Urknallhypothese wesentlich gestützt. Es gibt allerdings noch Kosmologen, die diese Hypothese verwerfen und alternative Modelle vorschlagen. Steven Weinberg[1] hat auf der Basis der Urknalltheorie das Standardmodell der Kosmologie beschrieben. Ich nehme an, dass die meisten Orionleser dieses Modell kennen und gehe nicht weiter darauf ein. Weinberg weist in seinem Buch «Die ersten drei Minuten» darauf hin, dass wir beim Rückwärts-extrapolieren an eine Grenze stossen: an die sogenannte Planck-Mauer. Wir können nicht bis zum Nullpunkt der Zeit zurückextrapolieren; Bei noch kürzeren Sekundenbruchteilen als 10^{-43} Sekunden (der sogenannten Planckzeit) sind keine zeitlichen Angaben mehr möglich. Ebenso unmöglich sind räumliche Aussagen unterhalb der Plancklänge von 10^{-33} cm. Stephen W. Hawking[2] schreibt in seinem bekannten Buch über die Zeit: «Bei sehr kurzen Längen von 10^{-33} cm und hohen Energien von 10^{28} eV hört die Raumzeit wegen der Quantenfluktuation des Gravitationsfeldes auf, sich wie ein Raumzeitkontinuum zu verhalten». Jenseits der Planck-Mauer haben die uns bekannten Naturgesetze keine Gültigkeit mehr. Daher sind Aussagen über den Urknall mathematische Modelle und Spekulationen, aber nicht gesichertes naturwissenschaftliches Wissen. Man könnte die Planck-Mauer mit dem Ereignishorizont der schwarzen Löcher vergleichen. Kenntnisse über Zustände innerhalb der Planck-Mauer oder innerhalb des Ereignishorizontes von schwarzen Löchern sind uns nicht direkt zugänglich. Das Urknallmodell postuliert, dass Raum, Zeit und Materie unseres Universums im Moment des Urknalls entstanden sind. Gemäss der Relativitätstheorie würde die Dichte des Universums im Nullpunkt der Zeit unendlich und dessen Ausdehnung gleich Null, d.h. punktförmig; ein solcher Zustand wird mit «Singularität» (Einzigartigkeit, Seltsamkeit) bezeichnet. Solche Aussagen beziehen sich auf Zustände innerhalb der Planck-Mauer. Wenn wir vom «Nullpunkt der Zeit» oder vom «Moment des Urknalls» sprechen, ist dies eine Spekulation, weil die Zeit unterhalb 10^{-43} Sekunden gar nicht definiert ist. Ein anderes Urknallmodell

nimmt an, dass das Universum nicht aus einer Singularität, sondern aus einer «nicht weiter erklärbaren» Quantenfluktuation des Vakuums hervorgegangen ist. John D. Barrow[3] schreibt: «Womöglich werden wir niemals feststellen können, wann (und ob) das Universum je begann». Die Theorie vom inflationären Universum wurde durch Spekulationen von A. Linde erweitert; daraus ergibt sich ein weiteres Modell: In einem räumlich unbegrenzten Universum expandieren Teilbereiche zu parallelen Universen, wobei für jeden Teilbereich die Anfangsbedingungen beliebig ändern können. In einem solchen Teilbereich, wie z.B. in unserem Universum, sind die Anfangsbedingungen so abgestimmt, dass sich darin intelligentes Leben entwickeln konnte (Anthropisches Prinzip)[4].

Alle diese abstrakten mathematischen Spekulationen sind für uns Laien schwer verständlich, und wir können uns darunter nichts vorstellen. Man könnte natürlich einfach sagen, das Universum begann mit dem Urknall. Dieser Aussage entspricht in unserer Vorstellung das Bild von einem winzigen Feuerball, der vor ca. 15 Milliarden Jahren explodiert ist. Es wäre dann praktisch sinnlos, nach dem Nullpunkt der Zeit zu fragen, da ein so unvorstellbar winziger Sekundenbruchteil von 10^{-43} Sekunden gar keine Rolle spielt. Unser Kausalitätsbedürfnis bleibt trotzdem unbefriedigt und es bleiben Fragen wie: Woher stammt das Quantenvakuum, die Singularität? Wir fragen weiter: Wie steht es mit einem statischen Universum, wie mit einer unendlichen Folge von expandierenden parallelen Universen, woher stammt der Feuerball?

Ist es überhaupt möglich und sinnvoll, Fragen in dieser Weise zu stellen? Damit kommen wir zum Problem der Sprache.

3. Das Problem der Sprache.

Die Physiker drücken ihre Ergebnisse in mathematischen Symbolen aus, wir Laien stellen unsere Fragen in unserer Umgangssprache, als Ausdruck unserer Alltagslogik. Dieser Unterschied ist eine Quelle von zahlreichen Missverständnissen und Schwierigkeiten. Um dieses Problem zu erläutern, auf das zahlreiche Physiker und Philosophen immer wieder hingewiesen haben, beschränke ich mich einfachheitshalber auf Zitate des Physikers Werner Heisenberg (1900-1976)[5] und des Sprachphilosophen Ludwig Wittgenstein (1899-1951)[6]. Zunächst Heisenberg: «Das schwierigste Problem hinsichtlich des Gebrauches der Sprache wird durch die Quantentheorie gestellt. Hier gibt es zunächst keinen einfachen Leitfaden, der es erlaubt, die mathematischen Symbole mit den Begriffen der gewöhnlichen Sprache zu verknüpfen». Und Wittgenstein: «Missverständnisse entstehen unter anderem durch gewisse Analogien unter den Ausdrucksformen in verschiedenen Gebieten unserer Sprache». Gerade bei Diskussionen um Probleme des Urknalls wechseln wir, oft ohne es zu bemerken, von einem Sprachgebiet oder von einer Sprachebene zur anderen. Die Physiker könnten einwenden, dass sich **innerhalb** der Physik Fragen in der Normalsprache gar nicht stellen lassen; wir aber stellen unsere Fragen **an** die Physik, auf der Sprachebene unseres gesunden Menschenverstandes. Wenn



wir z.B. die häufig gestellte Frage stellen, was vor dem Urknall geschehen ist, antworten die Kosmologen: Gemäss der Urknalltheorie gab es vor dem Urknall gar keine Zeit. Und wenn von einer ewigen Folge von expandierenden Universen die Rede ist, wird die Frage nach dem Anfang der Zeit einfach auf den Ewigkeitsbegriff übertragen. Ewigkeit ist Zeitlosigkeit. (Zum Begriff Ewigkeit)[7].

Unsere Umgangssprache entnimmt ihre Begriffe und Bilder aus der Erfahrungswelt unserer Sinne. Quantenphänomene können wir nicht direkt erfahren; daher haben wir für diese keine passende Sprache. Auch mathematische Symbole können wir nicht verbal ausdrücken. Die mathematischen Formulierungen der Quantenphysik sind unserer Anschauung nicht zugänglich. Sie versagen bei gewöhnlichen raumzeitlichen Erklärungen. Wir sind auf Analogien angewiesen, und gerade bei der Analogienbildung entstehen leicht Missverständnisse. Vor allem eine zu enge oder gar kausale Verknüpfung der verschiedenen Bereiche wirkt fragwürdig. Ein Beispiel hierfür sind die Bücher des Physikers Fritjof Capra[8]: Er konstruiert Analogien zwischen Quantenphysik einerseits, Esoterik und fernöstlicher Mystik andererseits. Ähnlich problematisch ist die Verknüpfung der Urknalltheorie mit Gottes Schöpfung. Vielfach wird der Anfang des Universums mit Schöpfung gleichgesetzt. Das hängt mit unserem subjektiven Erleben einer von der Vergangenheit zur Zukunft fliessenden Zeit zusammen und mit unserem Kausalitätsbedürfnis, wonach alles eine Ursache haben muss. Aber eine kausale Vermischung von physikalischer Urknalltheorie und biblischem Schöpfungsbericht ist eine Vermischung zweier Bereiche, die verschiedene Sprachen sprechen. Zwei Beispiele mögen dies belegen: Als Lemaître, der Priester war, seine Uratomtheorie in Rom vortrug, sagte Papst Pius XII, dies beweise, dass die fortschreitende Wissenschaft Gottes Schöpfungsakt, das «Fiat Lux!» erkläre. Im zweiten Beispiel schreibt Hawking: «Beim Urknall und in anderen Singularitäten – so die Theorie – büssen alle Gesetze ihre Gültigkeit ein, so dass es immer noch in Gottes Belieben stünde zu wählen, was geschehen ist und wie alles begonnen hat». In beiden Beispielen werden Urknall, Gott und Schöpfung miteinander verbunden. Es geht hier um die Beziehung zwischen Glauben und Wissenschaft. Heisenberg und Wittgenstein lehnen einen solchen Brückenschlag oder gar eine kausale Verknüpfung in dieser Weise ab. Sie überlassen sowohl dem Glauben als auch der Naturwissenschaft ihre spezifischen Aussagemöglichkeiten. Heisenberg: «Wenn schliesslich vom Eingreifen Gottes die Rede ist, so wird offenbar nicht von der naturwissenschaftlichen Bestingtheit des Ereignisses gesprochen, sondern vom Sinnzusammenhang, der das Ereignis mit anderen oder mit dem Denken der Menschen verbindet». Wittgenstein: «Wenn der an Gott Glaubende um sich sieht und fragt: woher das alles?, verlangt er **keine** kausale Erklärung. Er drückt eine Einstellung zu allen Erklärungen aus».

4. Die Grenzen unseres Denkens. Können wir den Anfang des Universums «denken»?

Die Schwierigkeiten liegen nicht allein in unseren sprachlichen Ausdrucksmöglichkeiten, sondern ebenso in unseren Möglichkeiten zu denken. Gerade bei der Besprechung des Urknalls, wo Modelle für das unendlich Grosse (Kosmologie) und das unendlich Kleine (Elementarteilchenphysik) entworfen werden, werden diese Grenzen besonders deutlich sichtbar. Sie gelten ganz allgemein für alle Arten des Denkens, wie z.B. Logik, Kunst, Mathematik, Religion und vielleicht in Zukunft Computerdenken.

Unser Denken hat sich im Laufe der biologischen Evolution entwickelt, weitgehend als Anpassung an unsere als dreidimensional erlebte Umwelt. Die Fähigkeit zur Abstraktion steht wahrscheinlich mit dem Spracherwerb im Zusammenhang, ist aber begrenzt, weil wir ja selber ein Teil des Universums sind. Um über den Anfang des Universums nachzudenken und darüber Aussagen zu machen, müssten wir eigentlich einen Standpunkt «ausserhalb» einnehmen können. «Denn um dem Denken eine Grenze zu ziehen, müssten wir beide Seiten dieser Grenze denken können (wir müssten also denken können, was sich nicht denken lässt)» (Wittgenstein).

Komplexe geistige Prozesse lassen sich mit klassischer Physik und Chemie nicht vollständig beschreiben. (Ich verzichte hier darauf, auf das Problem des Dualismus einzugehen.) Auch wenn es heute möglich ist, mit funktioneller Magnetresonanz und Positronenemissionstomographie bildlich darzustellen, in welchen Netzwerkarealen unseres Gehirns geistig-seelische Prozesse sich abspielen, so wissen wir über ihre neuronale Erzeugung noch sehr wenig. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass einzelne Quantenphänomene für diese neuronalen Prozesse eine nicht unbedeutende Rolle spielen. Es werden z.B. an den Schaltstellen zwischen den Nervenfasern einzelne Elektrolytionen ausgetauscht. Die Verknüpfung von Nervenfasern untereinander, die für die Plastizität unseres Gehirns verantwortlich sind, wird ebenfalls durch Quanteneffekte gesteuert. Es geht hier nicht um Unbestimmtheit im Sinne der Unschärferelation von Heisenberg, sondern um lineare Superposition, um Nichtlokalität der Quantenereignisse. Roger Penrose[9] schreibt in seinem grundlegenden Buch über die Physik des Denkens: «Gemäss meiner Hypothese ist die bewusste Denktätigkeit eng an das Auflösen von zuvor linear superponierten Alternativen gebunden. Dies alles hat mit der unbekanntem Physik zu tun, die an der Grenze zwischen klassischer und Quantenphysik herrscht und die, so behaupte ich, von einer noch ausstehenden Theorie der Quantengravitation abhängt!»

Es besteht ein individueller, persönlicher Unterschied, wie wir denken und wie wir verstehen. Ein Künstler «denkt» anders als ein Mathematiker. Dazu der Mathematiker Penrose: «...das soll nicht heissen, dass ich nicht manchmal in Worten denke, nur dass Worte nach meiner Erfahrung fast nutzlos sind für **mathematisches Denken**. Andere Arten des Denkens – vielleicht so etwas wie **Philosophieren** – scheinen sich viel besser zum verbalen Ausdruck zu eignen». Wir Laien verstehen unter dem Begriff Urknall nicht ein mathematisches Modell, sondern wir stellen uns darunter ein plausibles Bild vor. Vielleicht hat sich der Begriff gerade deshalb so leicht eingebürgert. Allzuleicht vergessen wir aber, dass es sich um eine vorläufige Hypothese handelt, an die wir glauben können oder auch nicht. So kann ich diese Überlegungen zum Begriff Urknall mit Wittgenstein abschliessen: «Wenn einer etwas glaubt, so muss man nicht immer die Frage beantworten können, «warum er es glaubt»; weiss er aber etwas, so muss die Frage «Wie weiss er es?» beantwortet werden können». Wie sich der Urknall abgespielt hat wissen wir (noch) nicht.

5. Zusammenfassung.

Ich habe auf einige Schwierigkeiten hingewiesen, die entstehen, wenn wir den Anfang des Universums beschreiben wollen.

Die erste Schwierigkeit liegt in der Physik selbst. Bei der Planckzeit und der Plancklänge wird die Raumzeit unbestimmt. Daher sind raumzeitliche Aussagen für diesen Bereich Spekulationen, mathematisch-physikalische Modelle. Eine zweite Schwierigkeit entsteht beim Versuch, mit Hilfe von Analogien diese



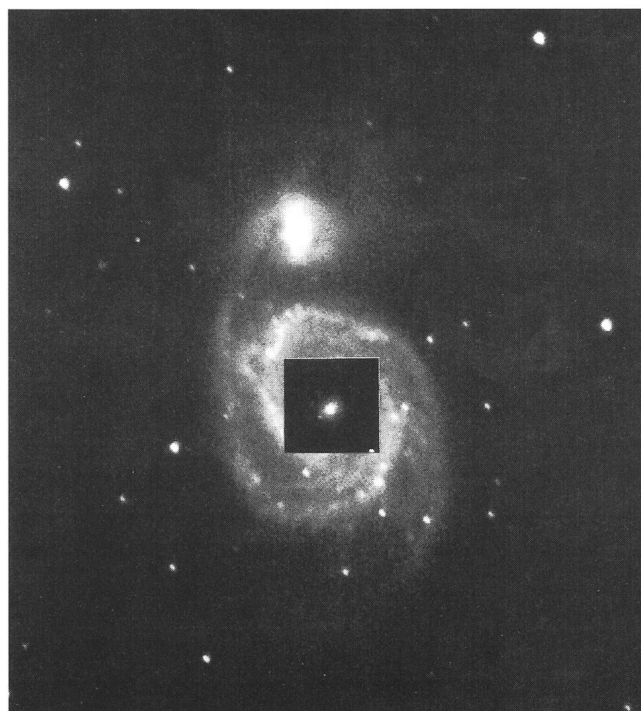
Modelle in unsere Normalsprache zu übertragen. Drittens stelle ich die Frage, ob wir den Anfang des Universums überhaupt «denken» können.

Auf Grund des Gesagten scheint mir der Begriff Urknall als Erklärung für den Beginn des Universums fragwürdig zu sein. Er weckt die Vorstellung für uns Laien, dass die heutige Kosmologie diesen Anfang mit exakter Naturwissenschaft schon restlos erklären kann.

Literatur:

- [1] STEVEN WEINBERG, *Die ersten drei Minuten*. Piper 1977
- [2] STEPHEN W. HAWKING, *Eine kurze Geschichte der Zeit*. Rowohlt 1988
- [3] JOHN D. BARROW, *Theorien für Alles*, Spektrumverlag Heidelberg, 1992
- [4] P. NORTH, *Le principe anthropique*, Orion n° 257, 1993. Eine deutsche Übersetzung dieses Artikels erscheint im Orion Nr. 265 (Dezember 1994)
- [5] WERNER HEISENBERG, *Der Teil und das Ganze*, Taschenbuchverl. Frankfurt 1977, *Physik und Philosophie*, Ullstein Berlin, 1973
- [6] LUDWIG WITTGENSTEIN, *Vermischte Bemerkungen*, Suhrkampverl. 1977, *Über Gewissheit*, Suhrkampverl. 1984, *Tractatus logico-philosophicus*, Suhrkampverl. 1963
- [7] E. MOSER, *Zum Begriff «Ewigkeit»*, Orion Nr 199, 1988
- [8] FRITJOF CAPRA, *Der kosmische Reigen*, Buchclub Ex Libris, 1977. *Wendezeit*, Scherzverl. Bern 1983
- [9] ROGER PENROSE, *Computerdenken*, Spektrumverlag Heidelberg, 1991

D^R MED E. MOSER
Neuenackerstr. 24, CH-3653 Oberhofen



M 51 am 28. April 1994 aufgenommen mit einem 20/100 cm Newton. Belichtung 60 Min. auf TP 2415 H. Das kleine quadratische Fenster ist nur 5 Min. belichtet, damit die sehr nahe beim Zentrum stehende Supernova 1994 I sichtbar wird. Foto: Gerhart Klaus Grenchen

astro sapiens

Die Zeitschrift von und für Amateur-Astronomen

Unlust, Müdigkeit, abgespannt?

Das kann an Ihrer Gesundheit liegen.
Oder aber ganz einfach daran, dass Ihnen Ihr Steckenpferd weder Spass noch Freude bereitet.

Damit ist jetzt endgültig Schluss!
astro sapiens ist die wirksame Medizin gegen verstaubte Spiegel und langweilige Beobachtungsnächte.

Was ist denn da drinnen?
Beobachtungstips für Deep-Sky-Objekte, Planeten, Kometen und Veränderliche Sterne, Praxisberichte, Beobachtungsprojekte, Reportagen von Messen und Veranstaltungen, Testberichte, Interviews und Einladungen zu gemeinsamen Treffen.

Doch Vorsicht, allzu fanatisches Lesen ist ungesund – sagt man.
Allerdings benötigen Sie kein Rezept, denn Probehefte und Infos gibt's völlig umsonst bei:

Michael Kohl, Hiltisbergstrasse 11, CH-8637 Laupen.

Zu Risiken und Nebenwirkungen lesen Sie die Probenummer oder sprechen Sie mit der Konkurrenz