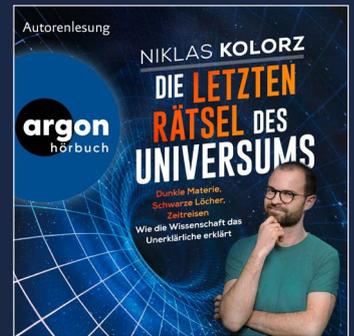




# Niklas Kolorz

## *Die letzten Rätsel des Universums*

### Autorenlesung



## A INHALTSVERZEICHNIS

### Teil 1: KOSMOS

- 001 **Vorwort**
- 002 **Kapitel 1** – Vom Ende des Universums
- 015 **Kapitel 2** – Das Rätsel der Dunklen Materie
- 031 **Kapitel 3** – Zwischen großer Eiselei und Dunkler Energie
- 044 **Kapitel 4** – Eine Reise zum Mittelpunkt der Schwarzen Löcher

### Teil 2: LEBEN

- 061 **Kapitel 5** – Leben
- 080 **Kapitel 6** – Künstliche Intelligenz: Unsere Rettung oder das Ende der Menschheit?
- 101 **Kapitel 7** – Was ist Leben, und wo kommt es her?
- 115 **Kapitel 8** – Gibt es außerirdisches Leben, und müssen wir uns Sorgen machen?

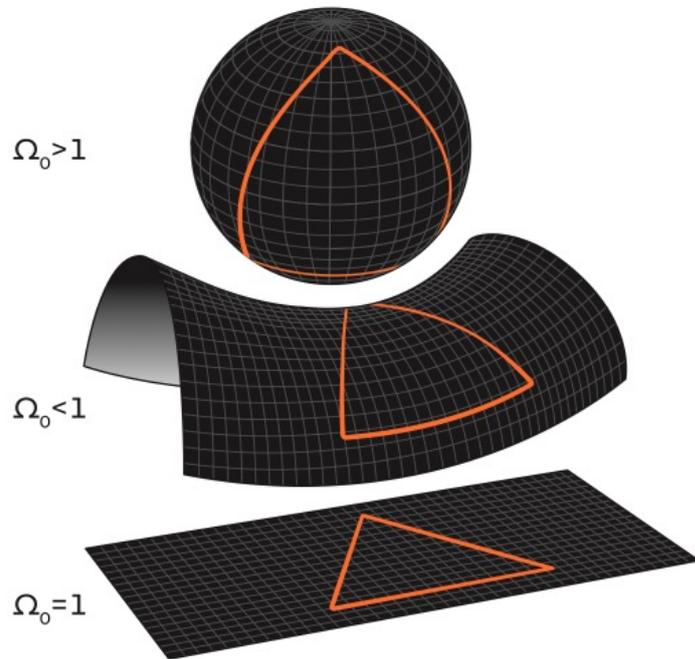
### Teil 3: ZUKUNFT

- 131 **Kapitel 9** – Die Weltformel: eine Antwort auf alles
- 147 **Kapitel 10** – Mit dem Warp-Drive durch die Zeit reisen

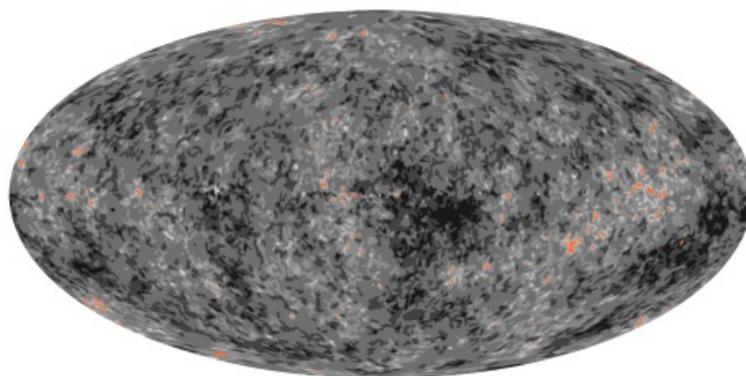
Dieses Digital-Booklet gehört zum Hörbuch *Die letzten Rätsel des Universums* von Niklas Kolorz. Die Illustrationen von David Klaus sind der Buchausgabe entnommen. Copyright: 2024 © Droemer Verlag. Ein Imprint der Verlagsgruppe Droemer Knauer, München.  
Hörbuchausgabe: © und © 2024 Argon Verlag AVE GmbH, Berlin

## B ABBILDUNGEN (AUSWAHL)

### Kapitel 1 – Vom Ende des Universums

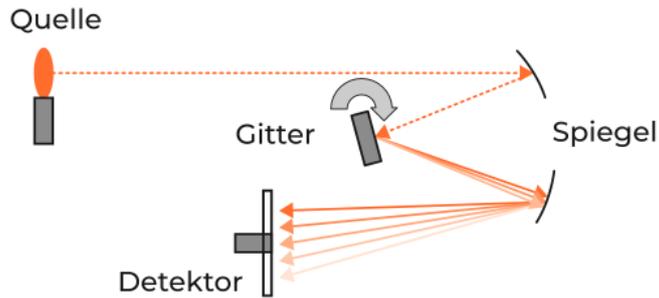


**Abbildung 1.3:** Drei mögliche Szenarien für die Form unseres Universums: geschlossen (Kugel), offen (Sattel), flach (Papier).

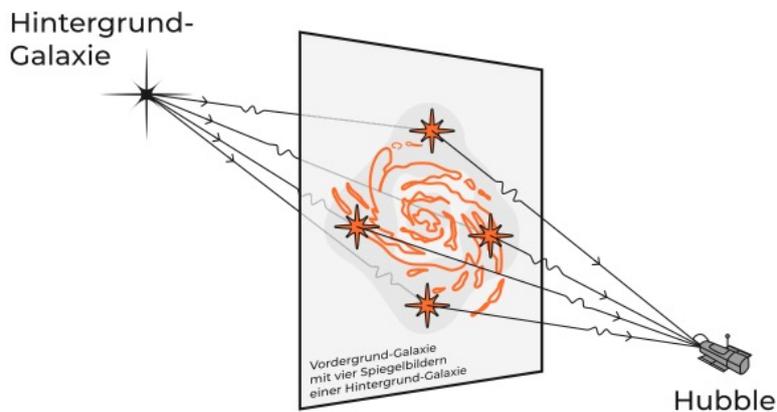


**Abbildung 1.5:** Die Mikrowellen-Hintergrundstrahlung – unser Universum als Baby.

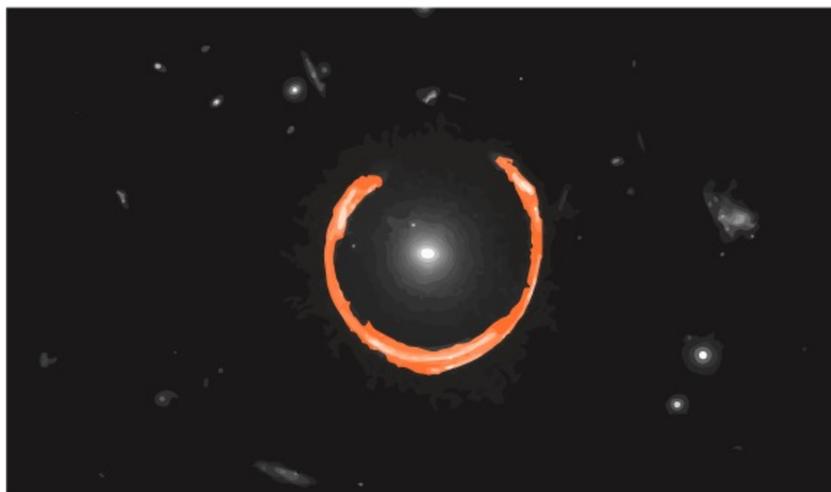
## Kapitel 2 – Das Rätsel der Dunklen Materie



**Abbildung 2.1:** Mit einem Spektrometer können wir Licht in seine Bestandteile zerlegen. Dabei erscheinen lange Lichtwellen rot (hier dunkelorange), mittellange gelb bis grün (hier mittelorange) und kurze blau bis violett (hier rosa bis fast weiß).

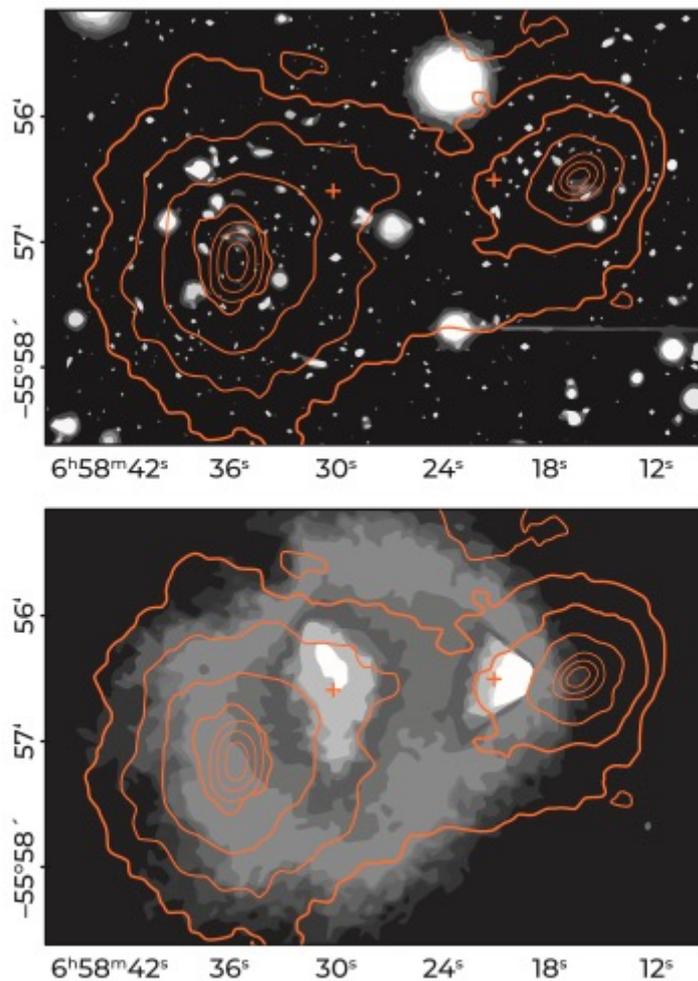


**Abbildung 2.3:** Wegen des Gravitationslinseneffekts können wir ein Objekt gleich mehrfach am Himmel sehen.



**Abbildung 2.4:** Der Einstein-Ring rund um die Galaxie LRG 3-757.

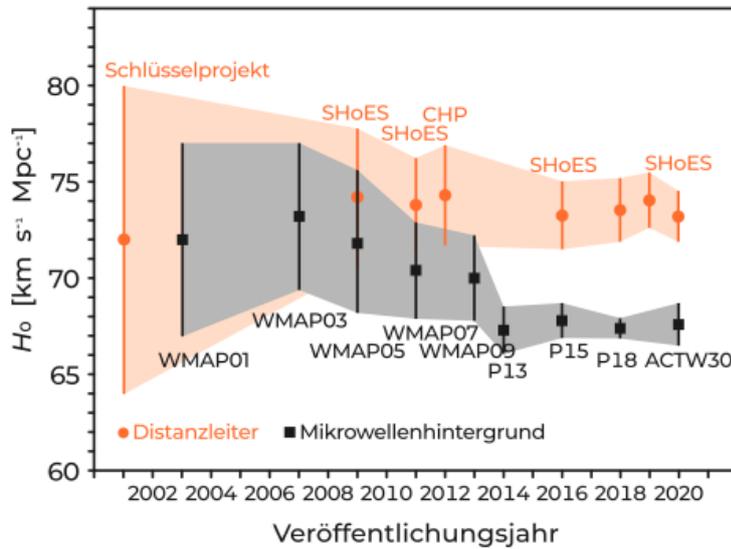
Dieses Digital-Booklet gehört zum Hörbuch *Die letzten Rätsel des Universums* von Niklas Kolorz. Die Illustrationen von David Klaus sind der Buchausgabe entnommen. Copyright: 2024 © Droemer Verlag. Ein Imprint der Verlagsgruppe Droemer Knauer, München. Hörbuchausgabe: © und © 2024 Argon Verlag AVE GmbH, Berlin



**Abbildung 2.6:** Die Verteilung der sichtbaren Materie im Bullet-Cluster gilt als einer der direktesten und besten Nachweise für die Existenz von Dunkler Materie.

### Formel zur Berechnung der Expansion des Universums

$$v = H_0 \cdot d$$



**Abbildung 3.1:** Verschiedene Messmethoden kommen zu unterschiedlichen Werten für die Hubble-Konstante. Die orangenen Punkte stehen für die Bestimmung mit der Distanzleiter-Methode, die schwarzen Werte für die Vermessung des Kosmischen Mikrowellenhintergrunds.

### Einsteinsche Feldgleichungen

$$G_{\mu\nu} + \lambda g_{\mu\nu} = 8\pi G/c^4 T_{\mu\nu}$$

Das sind, in kompakter Form, die Einsteinschen Feldgleichungen. Ursprünglich ließen sich daraus sechzehn einzelne Gleichungen ableiten, die man im Laufe der Zeit aufgrund von entdeckten Symmetrien auf zehn reduzieren konnte.  $G_{\mu\nu}$  steht für die Krümmung der Raumzeit und ist auch bekannt als **Einstein-Tensor**. Den griechischen Buchstaben **Lambda** ( $\lambda$ ) kennen wir bereits als Kosmologische Konstante, die die Energiedichte des Vakuums beschreibt, welche heute wieder als Quelle der Dunklen Energie gilt.  $g_{\mu\nu}$  bezeichnet die Geometrie der Raumzeit, genannt **Metrischer Tensor**.  $G$  ist die Gravitationskonstante,  $c$  die Lichtgeschwindigkeit und  $T_{\mu\nu}$  der **Energie-Impuls-Tensor**, der über den Fluss von Energie und Impuls in der Raumzeit bestimmt. Die griechischen Buchstaben **My** ( $\mu$ ) und **Ny** ( $\nu$ ), die wir in den Indizes der Tensoren finden, stehen für die vier Dimensionen von Raum und Zeit. Jetzt dürfte so langsam klar werden, warum die Formeln derart komplex und verworren sind. Ihre Lösungen hängen von vielen verschiedenen Parametern ab: Die Krümmung der Raumzeit (Einstein-Tensor) wird stark durch die Geometrie der Raumzeit (Metrischer Tensor) und die Verteilung der Energie (Energie-Impuls-Tensor) beeinflusst. Kein Wunder also, dass Einstein zehn Jahre gebraucht hat, um diese Formeln aufzustellen, und kein Wunder, dass er bei ihrer Lösung die Hilfe seiner Kolleginnen und Kollegen in Anspruch nehmen musste.

## Kapitel 5 – Dem Bewusstsein auf der Spur



**Abbildung 5.3:** Findet euren blinden Fleck! Schließt euer linkes Auge und konzentriert euch auf den Kreis links im Bild. Dann haltet das Buch in verschiedenen Abständen vor euer rechtes Auge, bis das Kreuz rechts im Bild verschwindet.

## Kapitel 8 – Gibt es außerirdisches Leben, und müssen wir uns Sorgen machen?



Zahlen 1 bis 10

Wichtige Elemente auf der Erde wie Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Phosphor

Chemische Formel für die Bausteine von DNA

Darstellung von DNA als Doppelhelix

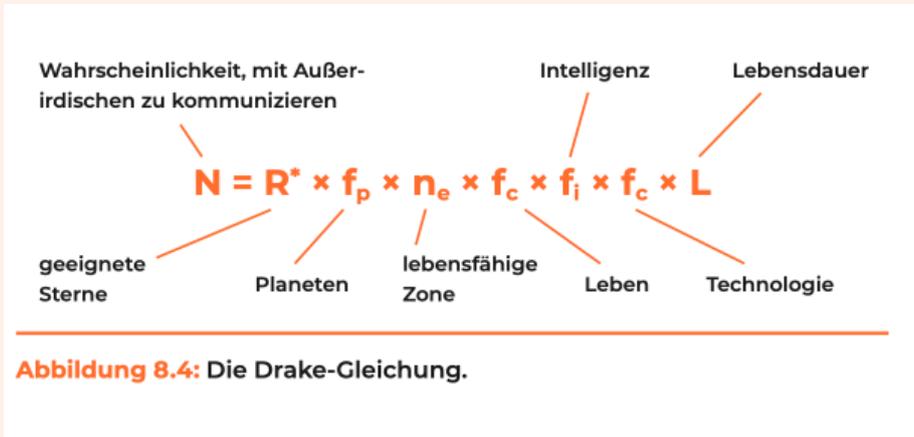
Ein Mensch & Daten zu Körpergröße sowie Anzahl der Erdbewohner

Darstellung des Sonnensystems

Arecibo-Radioteleskop

**Abbildung 8.5:** Die Arecibo-Botschaft und ihr Inhalt.

Dieses Digital-Booklet gehört zum Hörbuch *Die letzten Rätsel des Universums* von Niklas Kolorz. Die Illustrationen von David Klaus sind der Buchausgabe entnommen. Copyright: 2024 © Droemer Verlag. Ein Imprint der Verlagsgruppe Droemer Knauer, München. Hörbuchausgabe: © und © 2024 Argon Verlag AVE GmbH, Berlin



**Kapitel 9 – Die Weltformel: eine Antwort auf alles**



Dieses Digital-Booklet gehört zum Hörbuch *Die letzten Rätsel des Universums* von Niklas Kolorz. Die Illustrationen von David Klaus sind der Buchausgabe entnommen. Copyright: 2024 © Droemer Verlag. Ein Imprint der Verlagsgruppe Droemer Knauer, München. Hörbuchausgabe: © und © 2024 Argon Verlag AVE GmbH, Berlin

## Bildnachweis

Alle Illustrationen von David Klaus nach:

1.1: <https://www.slac.stanford.edu/econf/C990809/docs/perlmutter.pdf>;

1.3: [https://wmap.gsfc.nasa.gov/universe/uni\\_shape](https://wmap.gsfc.nasa.gov/universe/uni_shape).

html Author: NASA/WMAP Science Team;

1.5: NASA/WMAP Science Team

<https://wmap.gsfc.nasa.gov/media/121238/index.html>; 2.1: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectrometer.svg>;

Jooja, CC BY-SA 4.0;

2.3: [Wikimedia.org/](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gravitational_Lensing_Graphic_-_PIA23641.tiff)

NASA, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gravitational\\_Lensing\\_Graphic\\_-\\_PIA23641.tiff](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gravitational_Lensing_Graphic_-_PIA23641.tiff);

2.4: [Lensshoe\\_hubble.jpg](#); ESA/Hubble & NASA

derivative work: Bulwersator, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A\\_Horseshoe\\_Einstein\\_Ring\\_from\\_Hubble.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_Horseshoe_Einstein_Ring_from_Hubble.JPG);

2.6: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/508162/pdf>

oder <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/508162>;

3.1: Wendy Freedman

<https://www.mpa-garching.mpg.de/1059369/hl202208>;

5.3: [https://www.webmd.com/](https://www.webmd.com/eye-health/what-to-know-blind-spots-scotoma)

[eye-health/what-to-know-blind-spots-scotoma](https://www.webmd.com/eye-health/what-to-know-blind-spots-scotoma);

8.4: Tobias Blum; 8.5: Arne Nordmann (norro), [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arecibo\\_message.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arecibo_message.svg);

9.3: Cush, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Standard\\_Model\\_of\\_Elementary\\_Particles-de.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Standard_Model_of_Elementary_Particles-de.svg)

Für weitere Illustrationen: siehe Buchausgabe.