

Das Multiversum. Gibt es uns nur einmal?

Ferienakademie „Meet and Greet: Astrophysik trifft Religion“, 23.08.2026

Carlo Tasillo

Feodor-Lynen Fellow
Universitat de València



Alexander von
HUMBOLDT
STIFTUNG



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

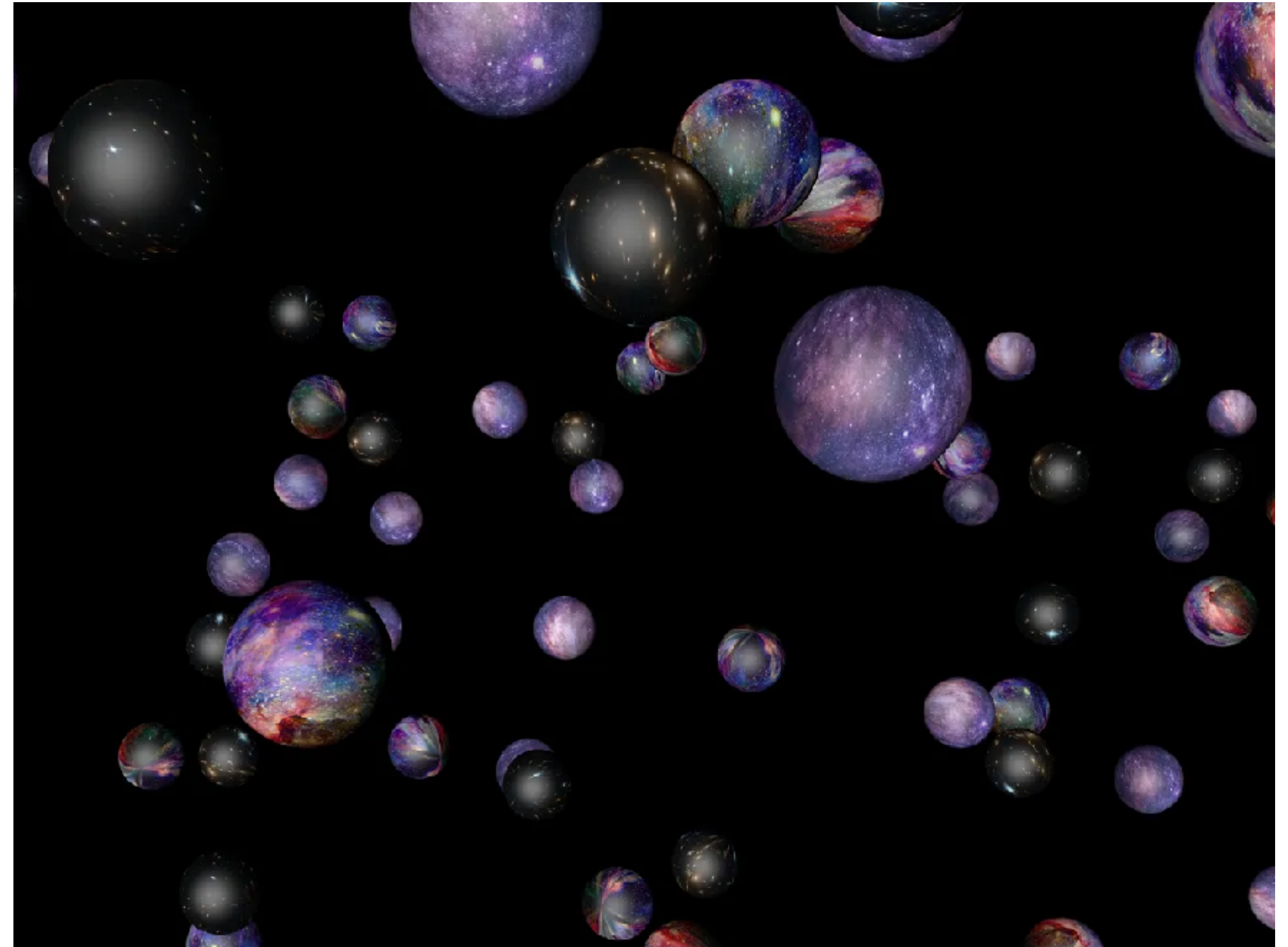




Der Begriff „Multiversum“

„**Multiversum**“ steht in der Presse für sehr verschiedene Dinge: von Marvel-Filmen, „Everything everywhere all at once“, bis zur Stringtheorie. Auch innerhalb der Physik meint der Begriff *mindestens* vier grundverschiedene Konzepte.

Lasst uns deswegen **nicht** damit anfangen, ob es das / ein Multiversum gibt sondern damit, wovon überhaupt die Rede ist.



ZEIT online: „Jede Sekunde ein neues Universum“, 2024

Cusanus und Giordano Bruno: Radikale Gedanken und Humanismus

Daher wird die Weltmaschine sozusagen ihren Mittelpunkt überall und ihren Umfang nirgends haben...

Unde erit machina mundi quasi habens ubique centrum et nullibi circumferentiam...

De docta ignorantia, 1440



Nikolaus von Kues, 1401-1464

Non è termine alcuno, né margine, né superficie...

De l'infinito, universo e mondi, 1584

Der Mittelpunkt des Universums ist überall und der Umfang nirgends.



Giordano Bruno, 1548-1600

Kein Fernrohr, keine Messung. Reine Vernunftphilosophie. Und trotzdem ist die alte Frage damit wieder offen, gut 100 Jahre vor Kopernikus.

Was neu ist und worüber wir streiten werden

**„Neu ist nicht die Idee des Multiversums.
Neu ist die Behauptung, es sei eine
wissenschaftliche Theorie.“**

George Ellis, 2011

Unsere Leitfrage lautet daher nicht: „Gibt es das Multiversum“, sondern:

**Wo hört die Physik auf
und wo fängt die Metaphysik an?**

Unser Werkzeug: Die Linie



Etablierte Physik

Metaphysik

Heute

Nach dem ersten Text stellt ihr euch selbst auf die Linie, jeweils einmal für jede Art von Multiversum.

Morgen

Nach dem zweiten Text legt jede Gruppe vier Karten entlang der Linie aus.

Wir fotografieren die verschiedenen Runden. Was sich zwischen den Fotos bewegt, ist das Ergebnis des Workshops.

Drei Schienen, drei Texte, drei Haltungen

Schiene 1



Max Tegmark, * 1967 in Stockholm

Der **Multiversums-Enthusiast**.
Führt vier Ebenen von
Paralleluniversen ein und
verteidigt sie alle.

Schiene 2



George Ellis, *1939 in Johannesburg

Der **sorgfältige Skeptiker**. Geht
dieselben Ebenen durch und
fragt bei jeder: Ist das noch
Wissenschaft?



Sabine Hossenfelder, *1976 in Frankfurt

Die **Zynikerin**. Erklärt das Ganze
für „awissenschaftlich“ und
nimmt dabei niemanden aus.

In Schiene 3 bereiten wir dann gemeinsam eine Präsentation vor.

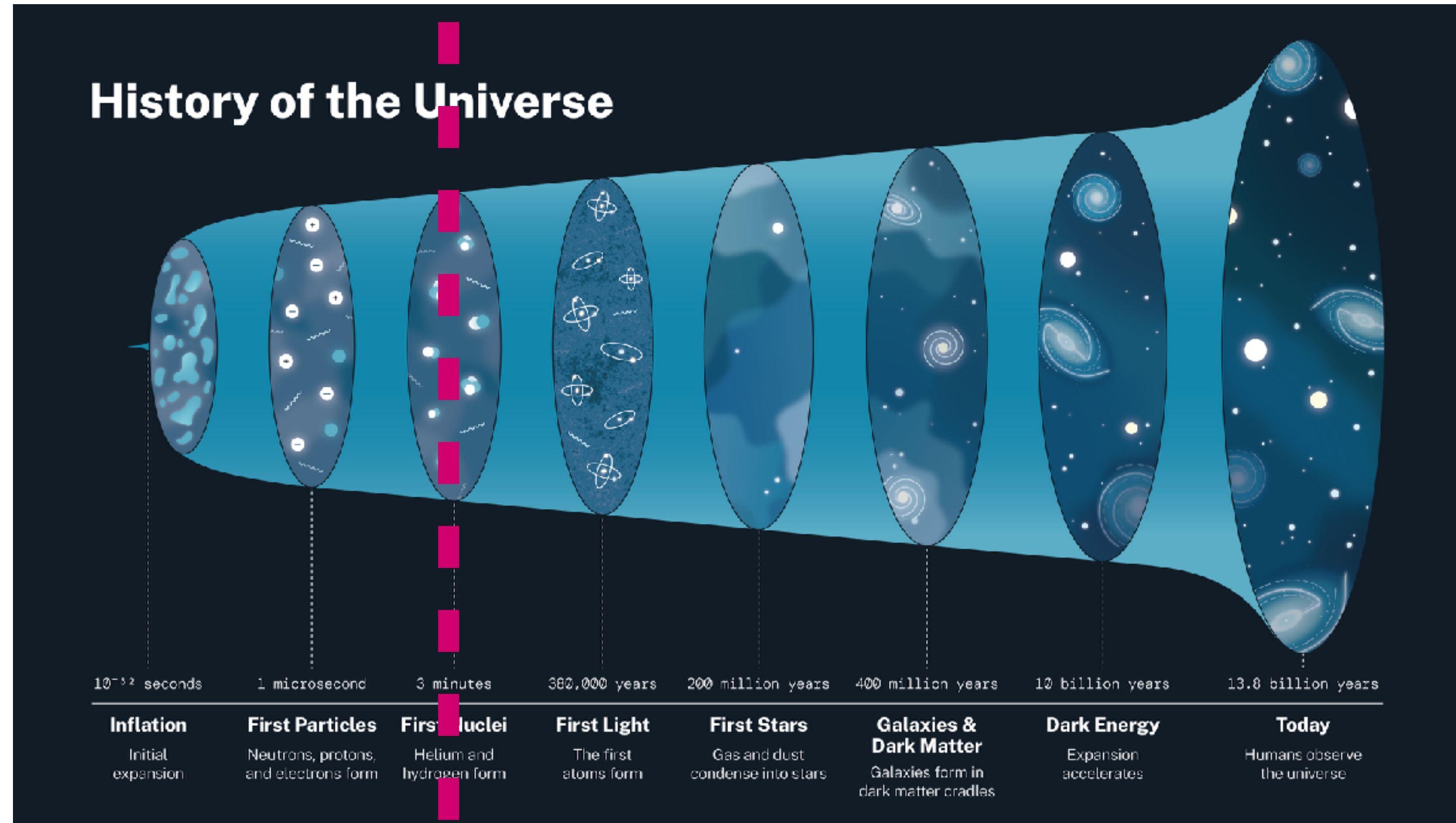
Wie wir arbeiten

- ➔ **Lese- und Diskussionsgruppen** zu viert (+-). Die Gruppen bleiben die gleichen über die ersten 2 Schienen
- ➔ Ihr dürft euch **aussuchen, wo ihr lesen wollt**. Achtet darauf, wieder pünktlich zurück zu sein.
- ➔ Nach jedem Text gibt es ein paar **Fragen auf einem Arbeitsblatt**. Ihr diskutiert über alle
- ➔ Ihr **präsentiert aber nur eine der Fragen** als Gruppe. Dafür habt ihr 90 Sekunden Zeit.
- ➔ Ich gebe gleich noch einen kleinen **Input**, der Rest kommt dann aber von euch.

Die fehlende Zutat: Inflation.



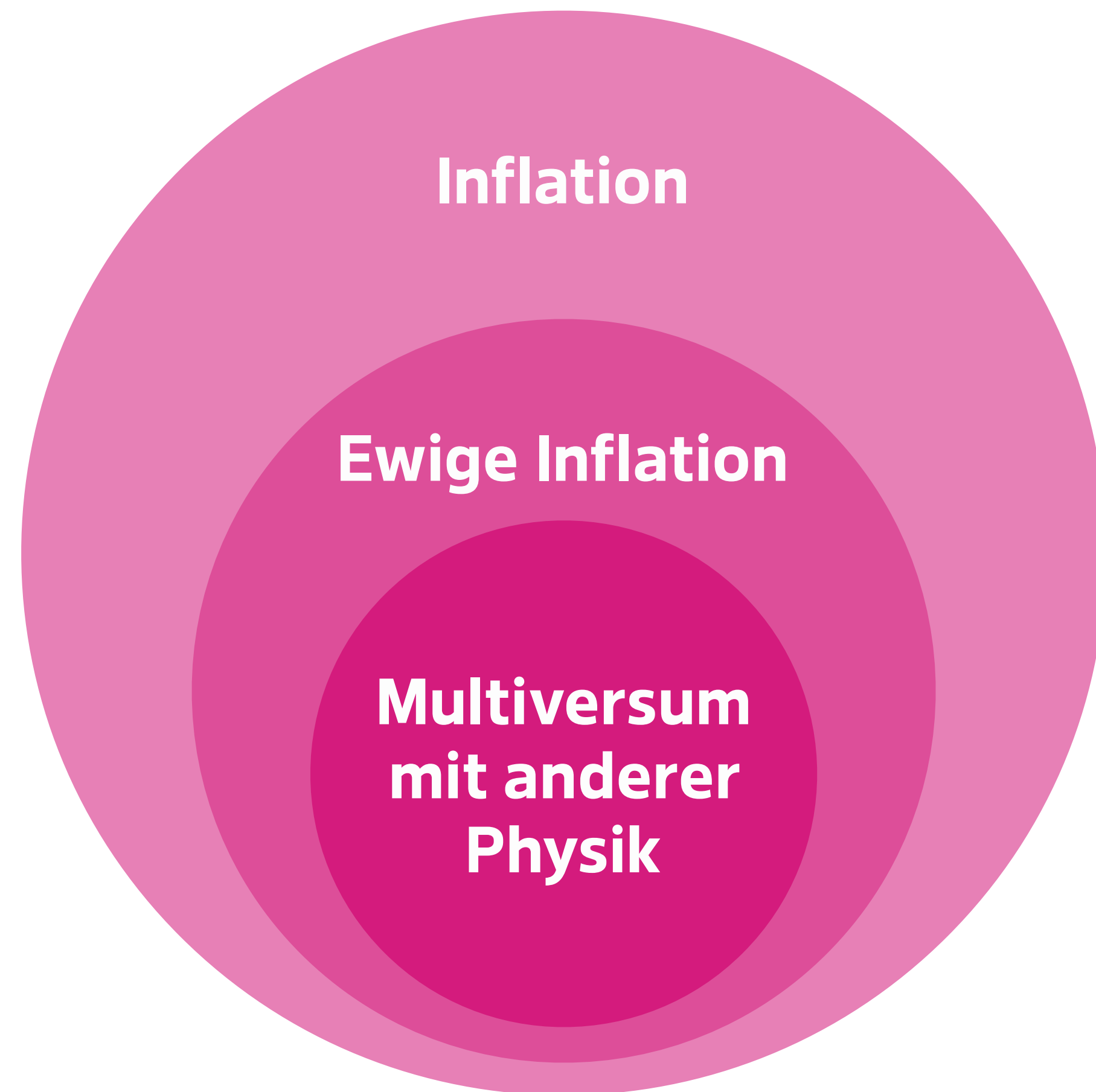
Was wissen wir sicher?



Spekulation

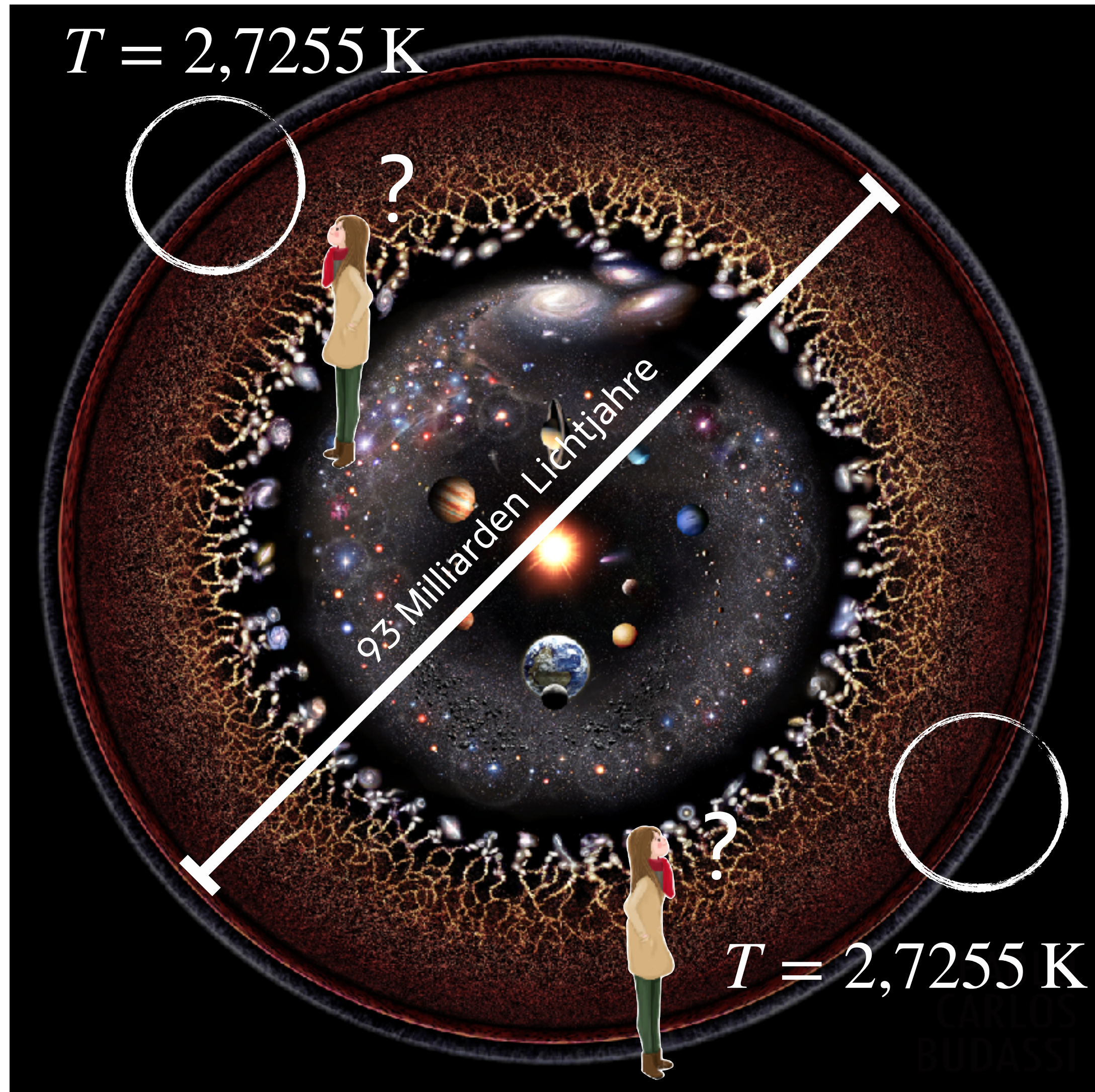
Empirisch belegt

Drei Ebenen von Sicherheit, die häufig durcheinander geraten



In der Populärwissenschaft werden die drei Konzepte häufig in einen Topf geworfen. Ziel der nächsten paar Slides soll es sein, dass ihr die drei Ebenen in euren Diskussionen richtig unterscheiden könnt.

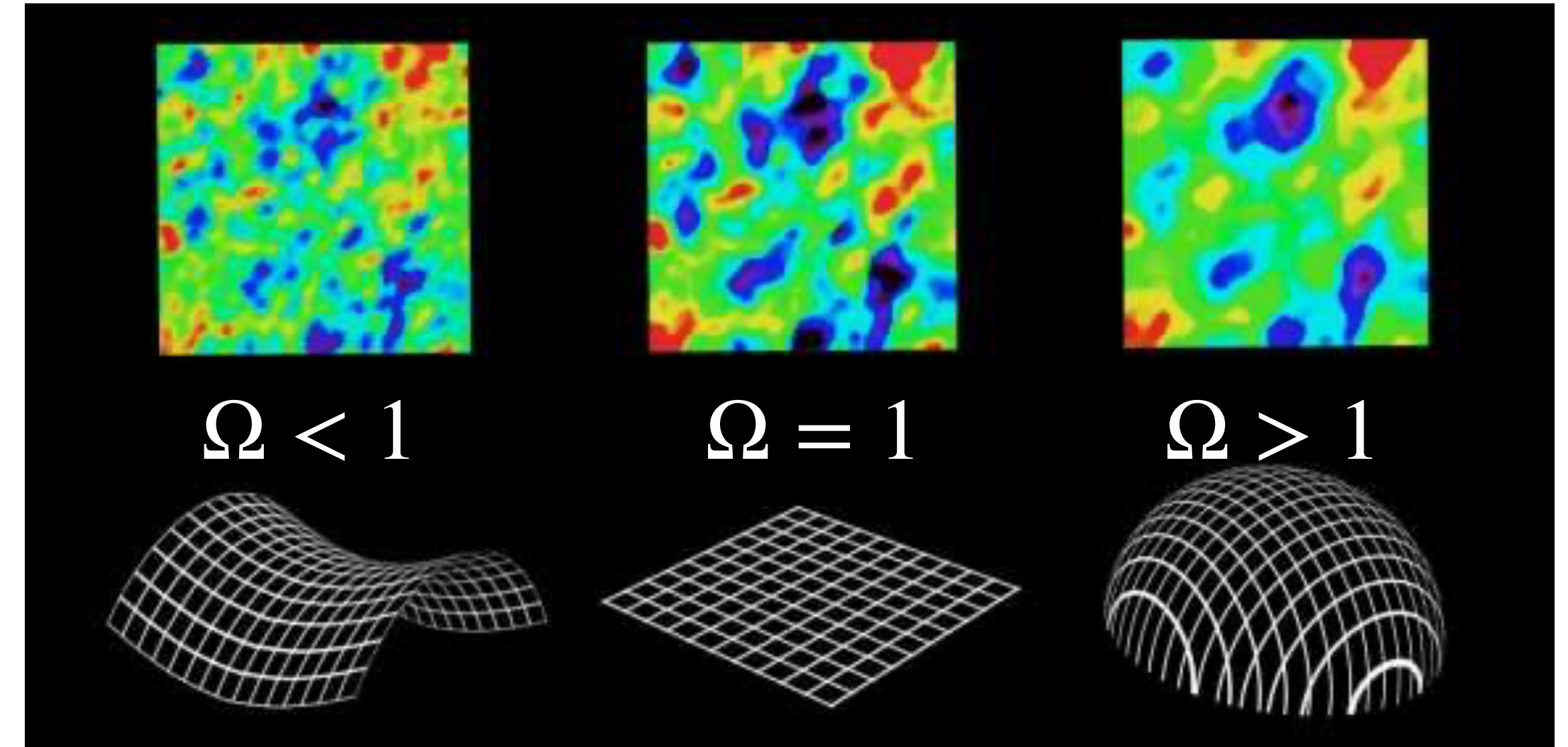
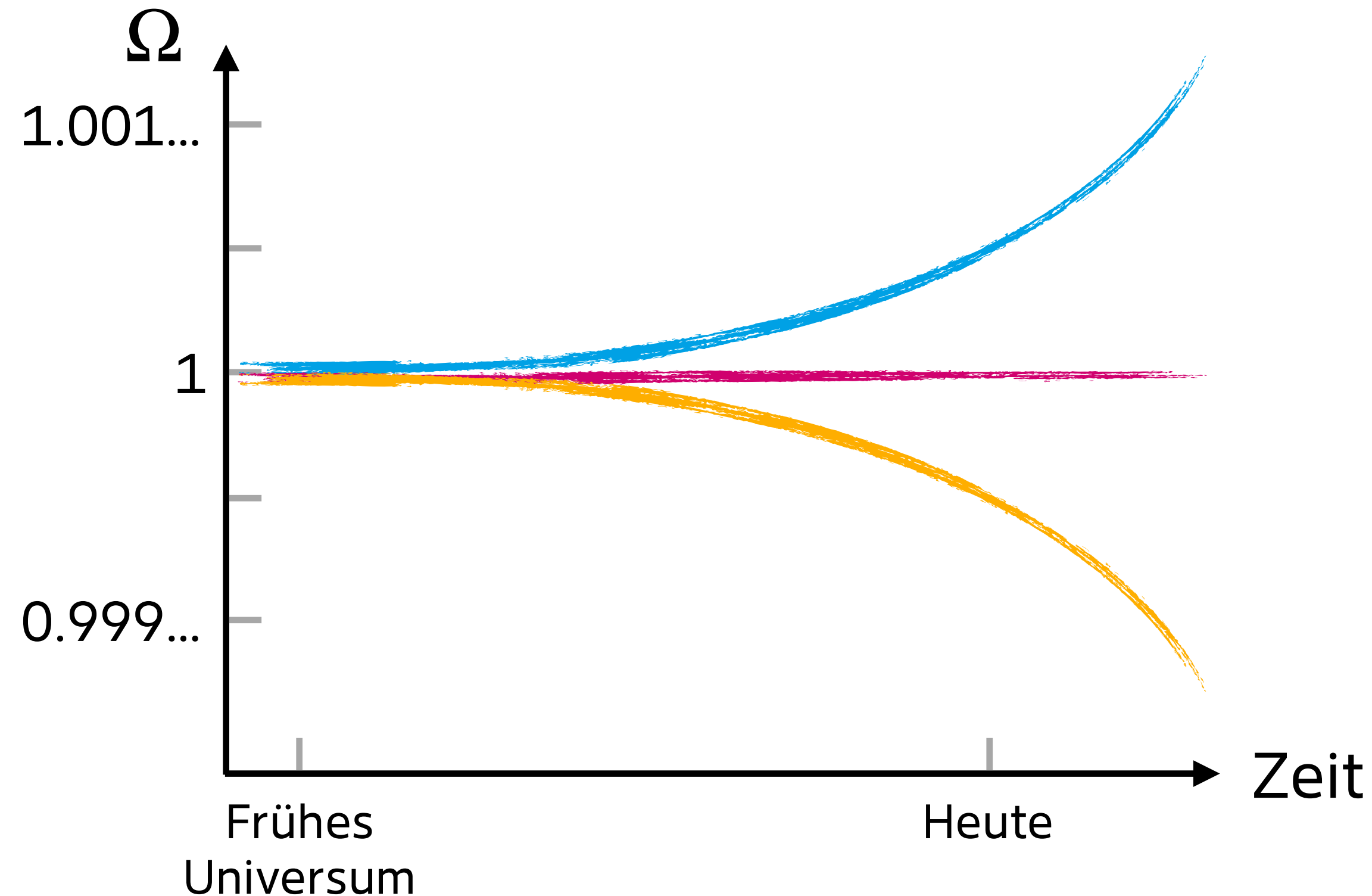
Das Horizontproblem



Auf gegenüberliegenden Seiten des beobachtbaren Universums ist das Universum identisch: **Der kosmische Mikrowellenhintergrund hat die gleiche Temperatur, egal in welche Richtung wir gucken.** Das ist komisch, weil die Bereiche 93 Milliarden Lichtjahre auseinander liegen. Wie kann das sein? **Standen diese Bereiche einmal in kausalem Kontakt und konnten sich äquilibrieren?**

Das Flachheitsproblem

Aus der Messung des Mikrowellenhintergrunds können wir auch ableiten, dass das Universum sehr flach ist: Die Winkelsumme im Dreieck ist 180° . Aber: Die Flachheit ist instabil unter der Expansion!



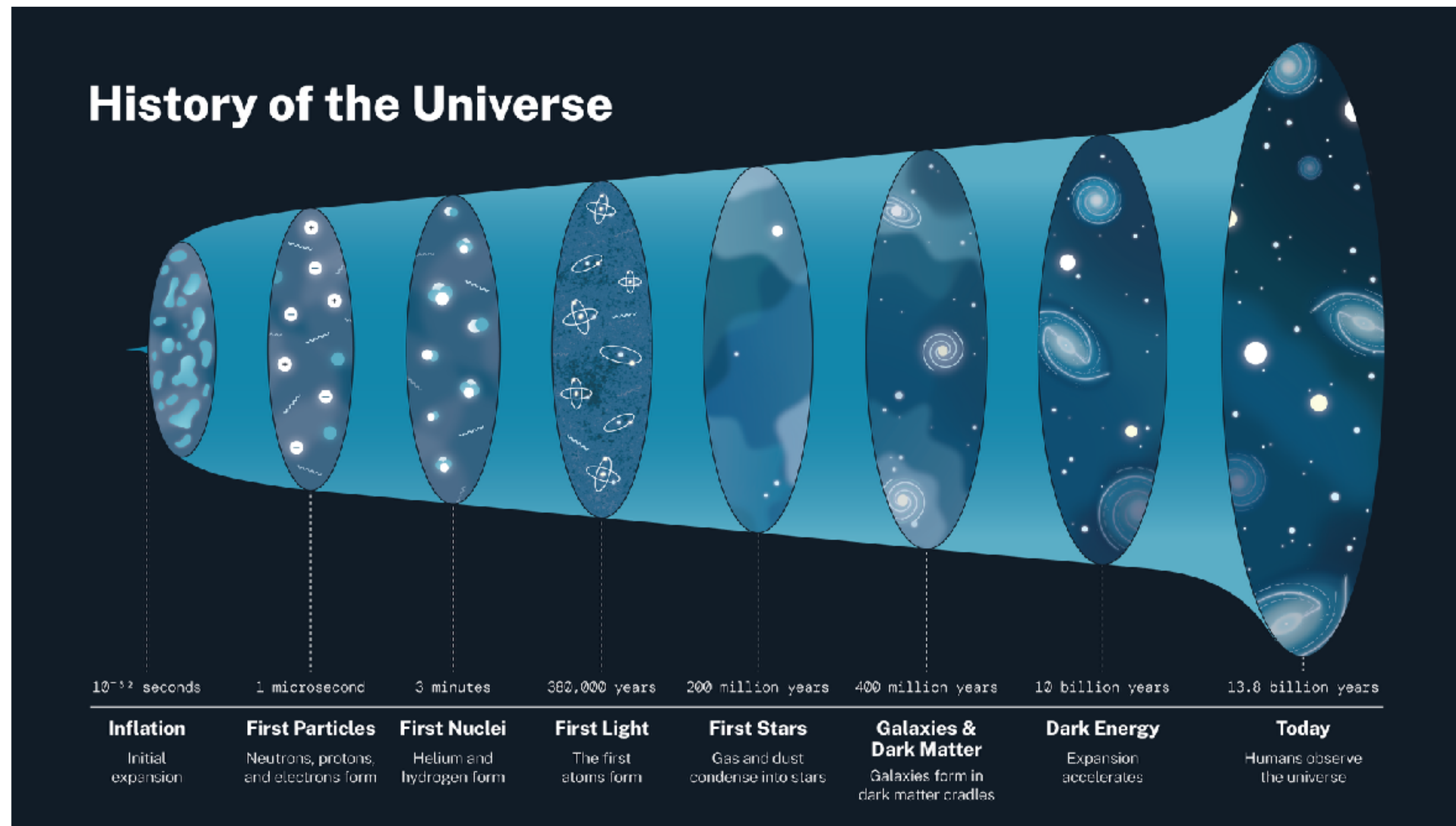
Negativ
gekrümmt,
„Sattel“

Flach,
„Ebene“

Positiv
gekrümmt,
„Kugel“

Warum war das Universum schon zum Ursprungszeitpunkt so flach? Es hätte absurd genau fine-tuned sein müssen.

Die Lösung: Ein extrem kurzer Wachstumsschub



In der **Inflationstheorie** dehnt sich der Raum in Sekundenbruchteilen exponentiell aus, um einen Faktor von etwa 10^{26} .

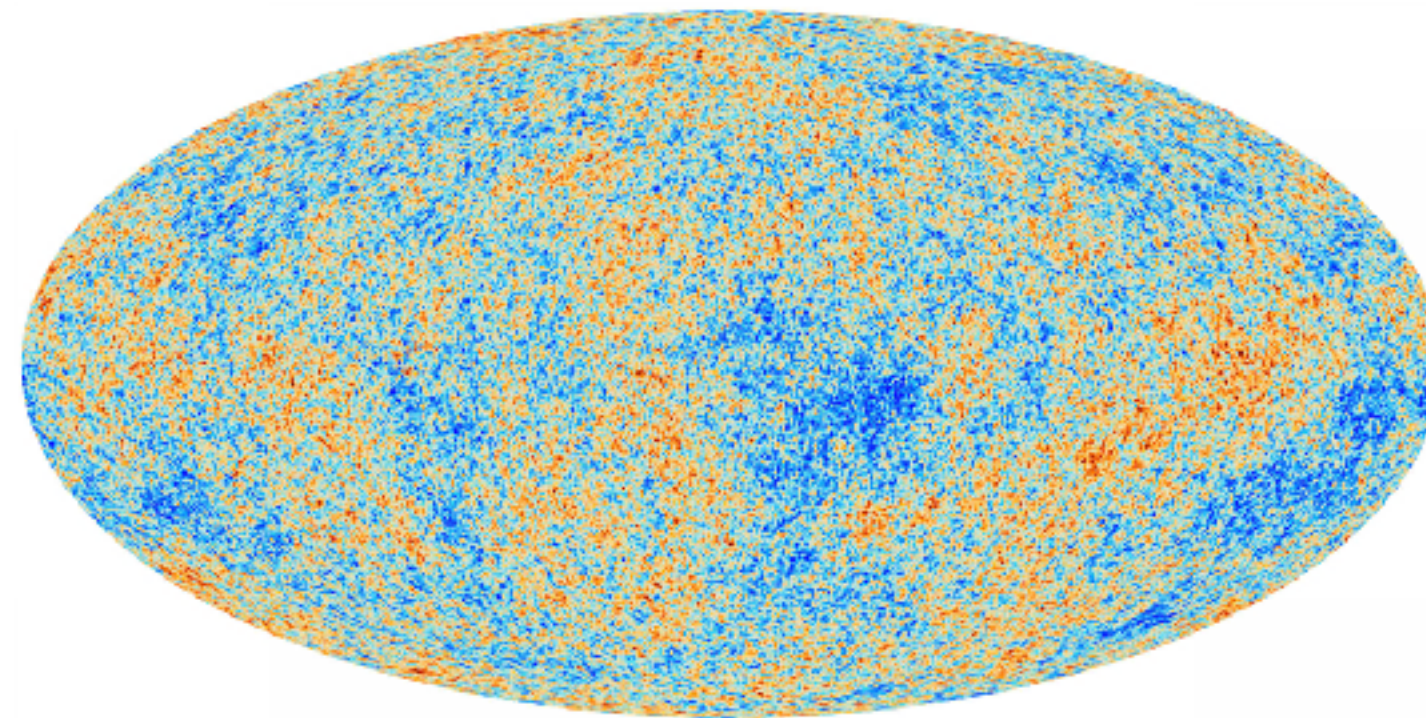
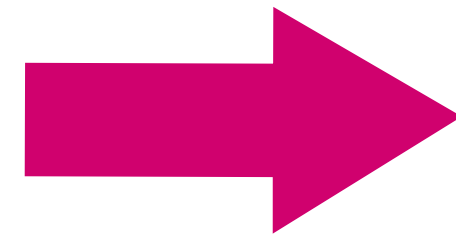
Horizontproblem gelöst: Der ganze Himmel war vorher ein winziges, thermisch ausgeglichenes Gebiet.

Flachheitsproblem gelöst: Jede Krümmung wird glattgezogen.

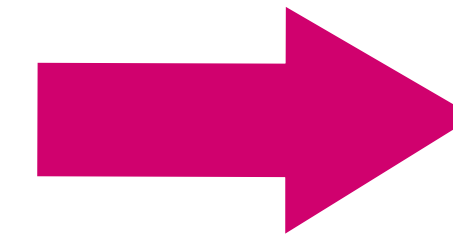
(Weitere Probleme sind ebenfalls gelöst, die sind aber schwieriger zu erklären.)

Die Inflationstheorie erklärt noch etwas:

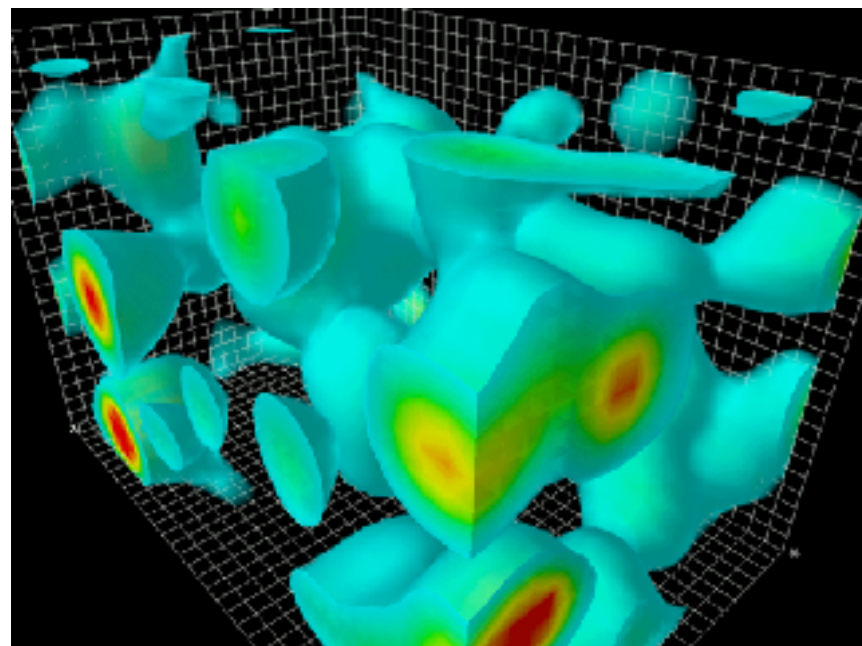
Beobachtbares Universum
vor der Inflation
(Radius von 10^{-30} m)



Abweichungen des kosmischen
Mikrowellenhintergrunds von der
Durchschnittstemperatur



Heutige Galaxien und
andere große Strukturen



Quantenfluktuationen

Drei Schritte, drei Sicherheitsgrade

1

Inflation

Löst Horizont- und Flachheitsproblem, erzeugt die Anfangsstörungen. Hinterlässt im Mikrowellenhintergrund Spuren, die zur Beobachtung **passen**.

Gut motiviert.

2

Ewige Inflation

Eine **Untermenge** der Inflationsmodelle: Die Expansion endet nie überall, ständig entstehen neue Blasen.

Nicht durch die Beobachtung ausgezeichnet.

3

Multiversum mit anderer Physik

Braucht **zusätzlich**, dass in den Blasen andere Naturkonstanten gelten. Dafür ist die String-Landschaft nötig.

Zweite spekulative Zutat.

Jeder dieser Schritte ist schwächer abgesichert als der vorherige. Keiner folgt aus dem anderen.

40 Minuten Lesezeit, los gehts.

Die Texte findet ihr auch hier:
www.tasillo.de/Cusanus26

**Wie ich die drei Texte
zusammenfassen würde**

Drei Texte, drei Haltungen

	Tegmark 2003 · der Enthusiast	Ellis 2011 · der Skeptiker	Hossenfelder 2022 · die Zynikerin
Kernthese	Die Frage ist nicht <i>ob</i> es ein Multiversum gibt, sondern wie viele Ebenen es hat.	Neu ist nicht die Idee, sondern der Anspruch, sie sei eine wissenschaftliche Theorie .	Unbeobachtbare Universen sind zur Erklärung nicht nötig . Also awissenschaftlich.
Wo verläuft die Grenze?	Bei der Überprüfbarkeit . Eine Theorie darf Unbeobachtbares enthalten, wenn sie Vorhersagen macht.	Beim kausalen Kontakt . Indirekt ist erlaubt, aber die Entität muss für die Erklärung unverzichtbar sein.	Bei der Notwendigkeit . Was man zur Beschreibung des Beobachteten nicht braucht, gehört nicht dazu.
Welche Ebenen sind Wissenschaft?	Alle vier . Ebene I nennt er sogar „eher trivial“.	Ebene I , ausdrücklich. Ab Ebene II zunehmend skeptisch.	Keine . Ebene I ausdrücklich eingeschlossen.
Ockhams Rasiermesser	Spricht dafür : Das Ensemble ist einfacher zu beschreiben als ein herausgegriffenes Element.	Spricht dagegen : Unendlich viele unbeobachtbare Dinge für ein beobachtbares Universum.	Implizit dagegen : Eine überflüssige Annahme ist eine Annahme zu viel.
Und am Ende?	Wir müssen wählen, was unschöner ist: viele Welten oder viele Worte.	Nichts spricht gegen fundierte Spekulation. Aber wir sollten sie beim Namen nennen.	Glaubt, was ihr wollt. Tut nur nicht so, als wäre es Wissenschaft.

Der Streit beginnt schon ab Ebene 1

TEGMARK

„Eher trivial.“

Wie sollte der Raum *nicht* unendlich sein?
Steht dort ein Schild, und was läge dahinter?

ELLIS

„Akzeptiere ich.“

Fast alle Kosmologen akzeptieren diese Art von Multiversum, mich eingeschlossen.

HOSSENFELDER

„Glaubenssache.“

Was jenseits unserer Beobachtungsmöglichkeiten liegt, ist reine Glaubenssache. Auch das.

Drei Physiker*innen, drei unvereinbare Urteile: Die harmloseste der vier Ebenen löst unvereinbare Urteile hervor. Es liegt an den eigenen Maßstäben ans Fach.

Worin genau unterscheiden sich die Maßstäbe?

Was heißt „einfach“?

Tegmark: Beschreibungslänge der Theorie. Alle Lösungen sind einfacher als eine.

Ellis: Zahl der postulierten Dinge. Unendlich viele für eines.

Ockham selbst formulierte ontologisch, also eher wie Ellis. Die Praxis der Physik zählt eher wie Tegmark.

Die Naturkonstanten

Tegmark: Dass sie nicht herleitbar sind, ist eine *Vorhersage* von Ebene II.

Hossenfelder: Man wollte sie berechnen, es misslang, und daraus wurde eine Theorie.

Entscheidbar nur über die Frage: Wurde die Behauptung vor oder nach dem Scheitern aufgestellt?

Der Dreischritt

Inflation ist gut motiviert und hinterlässt Spuren, die passen.

Ewige Inflation ist eine Untermenge, die keine Beobachtung auszeichnet.

Andere Physik in den Blasen braucht die String-Landschaft zusätzlich.

Tegmark setzt den Sprung von eins zu zwei stillschweigend. Ellis nimmt genau ihn auseinander.

Keiner dieser drei Kritikpunkte ist durch eine bessere Messung zu klären. Deswegen ist es hier auch innerhalb der Physik erlaubt, sich eine subjektive Meinung zu bilden.

Wie *stehen* wir zu den vier Levels von Multiversen? (Nach Text 1)

