

Teil 2: Kosmologische Evolution

Der URKNALL

Alles begann mit dem Urknall. Ein Knall kann es aber nicht gewesen sein, denn er setzt das Vorhandensein von Luft voraus. Am Anfang gab es weder Zeit noch Raum noch Naturgesetze.

Astronomie und Astrophysik sind die Wissenschaften, die sich mit Sternen, Galaxien und dem Universum beschäftigt. **Kosmologie** ist ein Teilbereich der Astronomie und forscht über die Entwicklung des Universums als Ganzes.

Stephen Hawking, der britischer Physiker und Astrophysiker, der das schöne Buch „Eine kurze Geschichte der Zeit“ geschrieben hat, sagt u.a. "Wir wissen nicht, wie das Universum begann und warum es uns überhaupt gibt“ aber auch „Astronomie ist die Religion der intellektuellen Atheisten.“

Das Urknall-Modell entstand 1915 mit der Publikation von Albert Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie. Die Theorie ist unter ernst zu nehmenden Wissenschaftlern unumstritten.

Anders sehen es die Kreationisten, für die alles durch einen unmittelbaren Eingriff eines Schöpfergottes entstanden ist. 40% der Amerikaner denken so.

Mit unterschiedlichen Methoden: der rückwärtsgerichtete Extrapolation der Fluchtgeschwindigkeiten der Galaxien, der Rotverschiebung des Sternenlichts, der Analyse der Hintergrundstrahlung und schließlich den komplizierten Berechnungen ist man sich einig: der **Urknall hat vor 13,8 Milliarden Jahren** stattgefunden .

Noch bis nach 10^{-43} s nach dem Urknall ist das Universum punktuell gebunden mit einer Dichte 10^{94} kg/l und 10^{32} Grad Celsius:

- Materie, Raum, Zeit wie auch die Naturgesetze entstehen,
- die ersten Elementarteilchen entwickeln sich: Quarks und Gluonen,
- Sekundenbruchteile später bilden sich aus je drei Quarks die Protonen und Neutronen (Erläuterungen s. in Teil 1),
- bald entstehen die ersten einfachen, leichten Elemente: Wasserstoff mit nur 1 Proton und 1 Neutron – Helium mit 2 Protonen u. 2 Neutronen,
- energiereiche Strahlung bildet ständig spontan kurzlebige Materie- und Antimaterieteilchen,
- 380 000 Jahre nach dem Urknall entstand Hintergrundstrahlung,
- die Materie entkoppelte sich von der Strahlung und geriet nun stärker unter den Einfluss der Gravitation.

Zur Folgefolie:

Um schon einmal auf den Folgeinhalt des Vortrags hinzuweisen, soll der gesamte evolutionäre Ablauf, auch über den heutigen Tag hinaus, auf ein Jahr projiziert werden.

Kalender des Universums

Jan	1. Jan 0h00	Urknall, Entstehung der Elemente H, He, ...
Feb	1. Jan 0h14	Entkopplung von Strahlung und Materie
Mär	5. Jan	Erste Sterne und Schwarze Löcher entstehen
Apr	16. Jan	Sterne erzeugen die Elemente C, N, O ...
Mai	27. Mär	Älteste bekannte Galaxie / Quasar „Großes Fressen“, Quasar-Maximum
Jun	9. Sep	Entstehung der Sonne und der Erde
Jul	28. Sep	Entstehung des Lebens auf der Erde, Blaualgen
Aug	16.-19. Dez	Wirbeltierfossilien und Pflanzen
Sep	20.-24. Dez	Wald, Fische, Reptilien
Okt	25. Dez	Säugetiere
Nov	28. Dez	Aussterben der Saurier
Dez	31. Dez 20h	Erste Vorfahren des Menschen
Jan	-6 min	Geist kommt auf die Welt: Homo Sapiens
Feb	-70 sek	Neanderthaler stirbt aus
Mär	-4.6 sek	Jesus Christus
Apr	-0.23 sek	Unser Leben
Mai	3. Jan	Gravitationswellen von NGC6240
Jun	9. Feb	Erde wird zu heiß zum Leben
Jul	16. Apr	Milchstraße vom Andromeda-Nebel verschluckt
Aug	10. Jul	Sonne bläht sich zum roten Riesen auf



Der Sternenhimmel mit der Milchstraße und den 6000 mit bloßem Auge sichtbaren Sterne, die alle zu ihr gehören .

Der **Himmel** ist der Ort des Mythischen, des Überirdischen und Göttlichen:

- Zeus, der oberste griechische Gott, lässt in der antiken griechischen Sage seinen Sohn Herakles, den ihm die sterbliche Frau Alkmene geschenkt hatte, an der Brust seiner göttlichen Frau Hera trinken, als diese schlief. Er sollte göttliche Kräfte erhalten. Durch sein ungestümes Saugen erwachte Hera, stieß den fremden Säugling zurück; dabei wurde ein Strahl ihrer Milch über den ganzen Himmel verspritzt: die Milchstraße entstand.

- Auch wir beten: „Vater unser, der du bist im Himmel.“

- Schiller textete und Beethoven komponierte in der Neunten:
„Brüder überm Sternenzelt muss ein lieber Vater wohnen.“

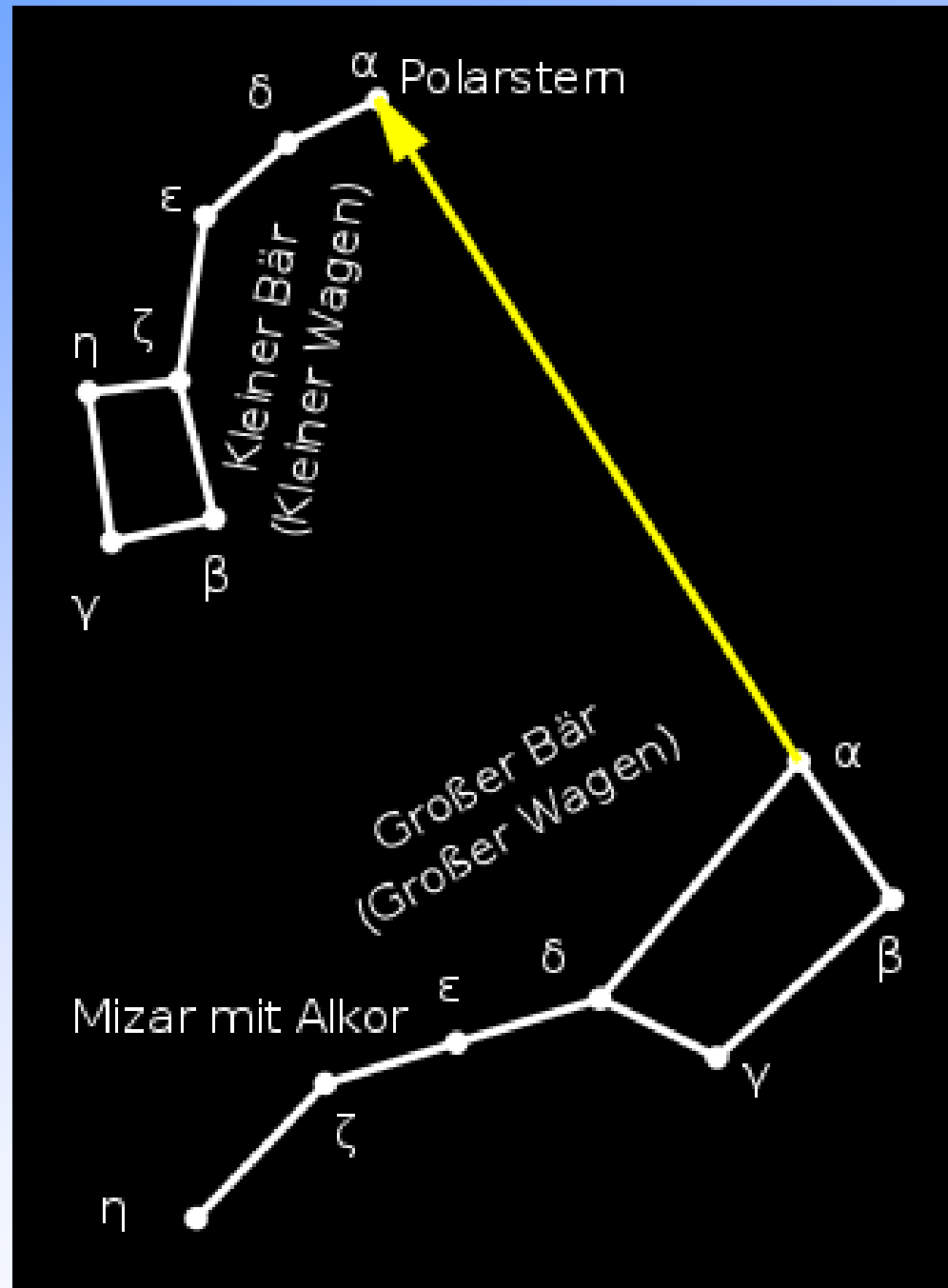
- Innige Hochachtung bringt Moralphilosoph Kant zum Ausdruck:
„Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: Der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir“

Einstieg in die Astronomie

Einstiegsort zur Beobachtung mit den Enkeln könnte die Mascheroder Feldmark sein.

Erst schaut man sich die Bären an, dann den Orion am südlichen Winterhimmel und die Cassiopeia - das Himmels-W.

Ein Besuch beim Wolfsburger Planetarium kann sogar Begeisterung wecken.



Die Milchstraße – nur eine der vielen Galaxien



Erst unsere modernen Teleskope geben uns die Möglichkeit, ins weite All zu schauen und unter Anwendung moderner Techniken sowie der Mathematik sehr viel Konkretes über den Kosmos auszusagen:

- Die **Milchstraße** (*griech. gala* > Milch) ist eine der vielen Galaxien:
 - Alter des inneren Teils beträgt 11,4 Milliarden Jahre
 - Anzahl der Sterne ca. 100 bis 300 Milliarden
 - Durchmesser 100.000–120.000 Lichtjahre
 - Dicke 3.000–16.000 Lichtjahre (1Lj. = 10^{13} km) .
 - Masse im Innenbereich 3 – 4 Millionen Sonnenmassen
 - Gesamtmasse inklusive dunkler Materie ca. 1 Billion Sonnenmassen
- unsere nächste größere Nachbargalaxie ist die **Andromeda-Galaxie** in einer Entfernung zwischen 2,4–2,7 Millionen Lj.,
- unser dichteste Fixstern (4,3 Lj. , $40 \cdot 10^{12}$ km) ist der **Alpha Centauri**,
- ein Flug mit heutigen Raumschiffen würde 75 000 Jahre dauern,
- die starke kosmische Strahlung im interstellaren Raum erfordert 2m dicken Schutzmantel (wie sollen da **Außerirdische** zu uns kommen?).
- zum Vergleich: ein Flug zum Mars dauert 6 Monat.

Mit dem Urknall wurde Energieäquivalent der Masse von 10.000 Milliarden Milliarden Sonnen in einem einzigen Augenblick freigesetzt, ein Teil davon in Materie umgewandelt. Zunächst gab es nur Gase später auch schwerere Elemente wie Kohlenstoff. Alles breitete sich wie ein aufgehender Hefeteig aus, und tut es auch heute noch.

Aus den dünnen Gasen und kosmischem Staub entstanden unter den Kräften der Gravitation lokale Verdichtungen, die die Vorgängerstrukturen der heutigen Galaxien und Sterne waren. Erst waren es größtenteils kurzlebige *Blaue Riesen*, die bereits nach wenigen Millionen Jahren wieder als Supernova explodierten und in ihrem Untergang Sterne und die ersten schweren Elemente erbrüteten.

Das Universum hat 100 bis 200 Milliarden Galaxien

> mit insgesamt 10 Trilliarden Sternen (1 mit 22 Nullen)

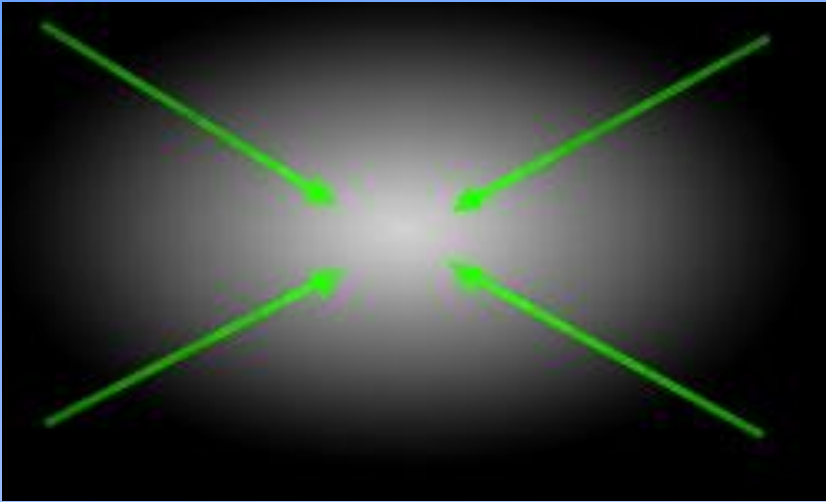
Der Kosmos hat einen Radius > 45 Mrd. Lj.

Die Reihenfolge ist umgekehrt wie sie in der Bibel steht. Am Anfang gab es nur furchtbar heiße, glühende und leuchtende Sterne.

1. Mose 1,1: „Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde . . . “

1. Mose 1,3: „Und Gott sprach: Es werde Licht! und es ward Licht.“

Entstehung des Sonnensystems in 4 Phasen

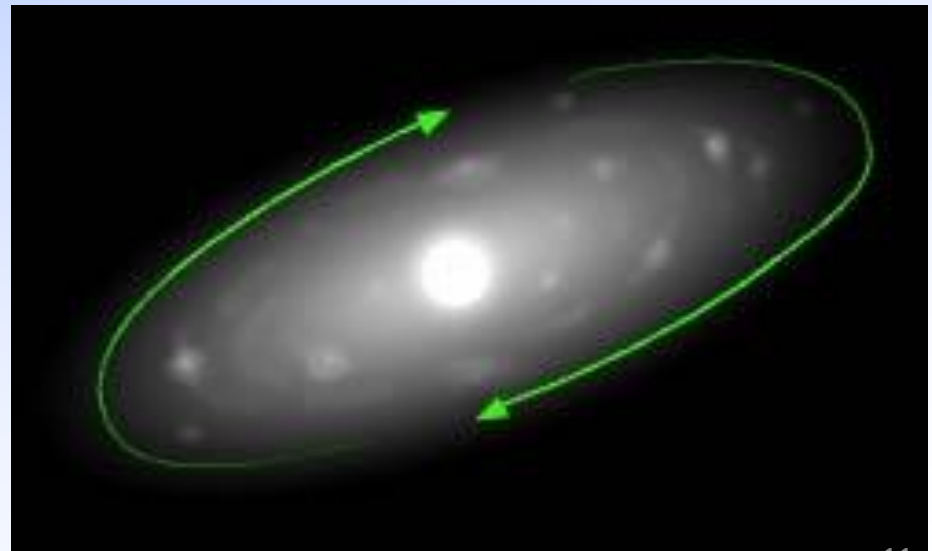


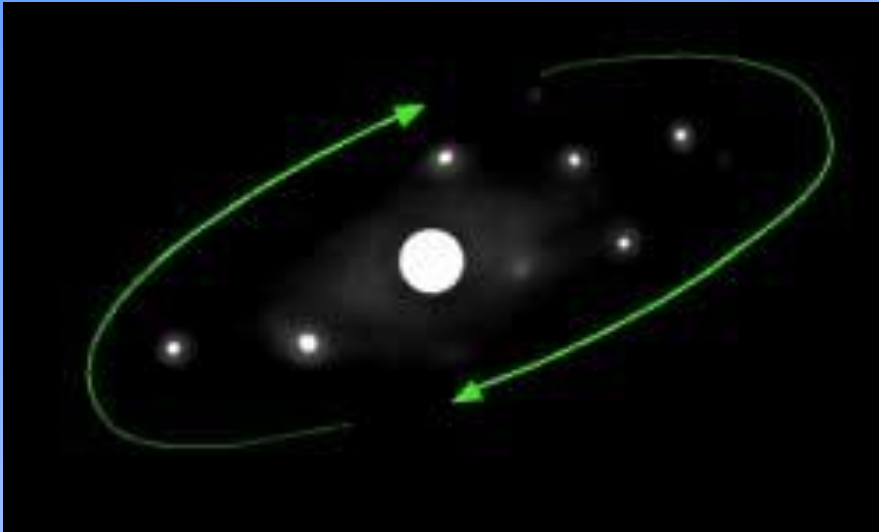
1. Phase

Vor ca. 4,5 Mrd. Jahren wird der Keim des System durch eine SupernovaExplosion gelegt. Staub- und Gasmassen verdichten sich durch die Gravitationskräfte.

2. Phase:

Verdichtetes Material rotiert; die Materialwolke wird abgeflacht, Im hochverdichten Zentrum setzt unter gewaltigem Druck die Kernfusion ein, die Sonne entsteht.





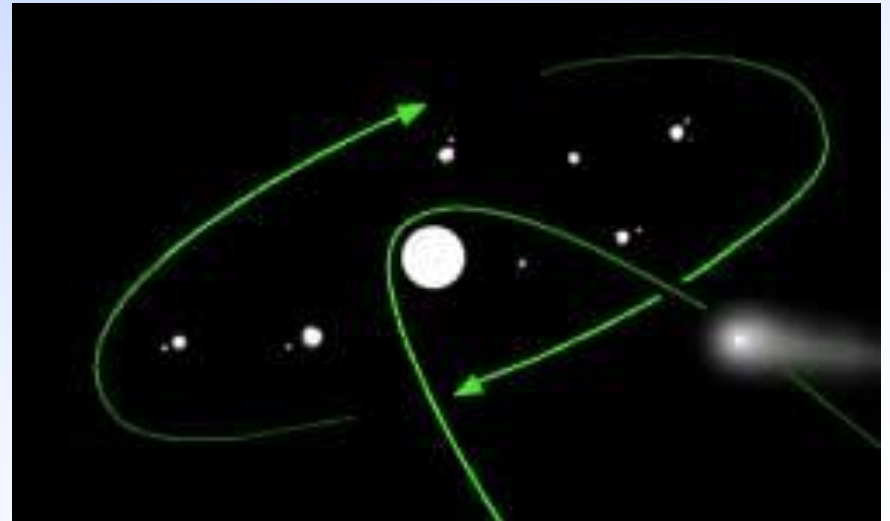
3. Phase:

Die größeren Planeten ziehen fast die gesamte Materie um sich herum an,.

Die Erde ist ein großer kalter Gesteinsbrocken, der durch Meteoriteneinschläge anwächst.

4. Phase:

Die Sonne wird heute von 8 Planeten umkreist, daneben von Asteroiden, Meteoriden und Kometen.



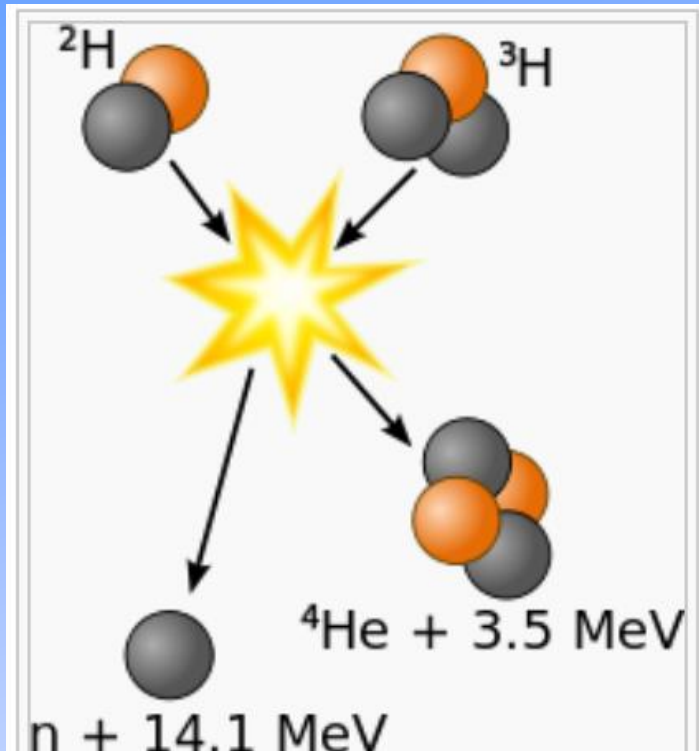
Die Sonne

Sie enthält über 99 % der Masse des Sonnensystems und strahlt mehr Energie pro Sekunde als alle heutigen Kernkraftwerke der Erde in 750.000 Jahren. Ihre Leuchtkraft beträgt $3,8 \times 10^{26}$ Watt.



Nach der Einstein-Formel verliert sie 4,2 Mio. t/s ihrer Masse (Massendefekt).

Die Energiequelle der Sonne - Kernfusion



$$1 \text{ MeV} > 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Joule}$$

Die Masse der Sonne füllt zu $\frac{3}{4}$ die Wasserstoffatome, der Rest ist vorwiegend Helium.

Die Kernfusion erfolgt nur bei großem Druck und hoher Temperatur.. An der Oberfläche sind's $5800 \text{ }^\circ\text{C}$, drinnen $15 \text{ Mio. }^\circ\text{C}$.

Bei der Fusion verschmelzen die schweren Wasserstoffe Deuterium und Tritium und setzen Strahlungsenergie frei.

Im Januar 2016 wurde am Greifswalder Max-Planck- Institut für Plasmaphysik eine Versuchsanlage gestartet, die unsere Energieprobleme einmal lösen soll.

Planetensystem

Mein Vater erklärt mir jeden Sonntag unseren Nachthimmel.



- **Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun** - 15

Die **Planeten** haben sich wie die Sonne aus kleinen Klümpchen, Staub und Gasen der Urwolke gebildet. Die inneren vier Planeten sind fest, die äußeren vier gasförmig. Sie alle leuchten selbst nicht, sondern reflektieren das Sonnenlicht.

Die Planeten sind unterschiedlich groß und umkreisen die Sonne in unterschiedlicher Entfernung auf elliptischen Bahnen, die schon Kepler vor 400 Jahren berechnet hat.

Die Bahnen liegen alle in einer Ebene, die Ekliptik genannt wird.

Neben den Planeten umkreisen **Asteroiden** die Sonne, besonders im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter. Sie sind relativ klein, 20 bis 100 km Durchmesser, und werden Zwergplaneten genannt.

Kometen werden auch schmutzige Schneebälle genannt. Ihr Kern ist zwischen einem und fünfzig Kilometern groß. Meist führen sie einen Schweif hinter sich.

Meteore, auch Sternschuppen genannt, sind am Himmel zu beobachtende Leuchterscheinungen, die als feste Bestandteile in der Erdatmosphäre verglühen.

Habitable Zone im Sonnensystem



Die **habitable Zone** (bewohnbare Zone) ist der Abstandsbereich von einem Zentralgestirn in dem Wasser dauerhaft in flüssiger Form vorhanden ist, um Leben auf der Oberfläche eines Planeten zu ermöglichen. Befände sich die Erde näher an der Sonne, wäre es viel zu heiß. Das Wasser würde verdampfen. Wäre sie weiter von der Sonne entfernt, würde das Wasser zu Eis gefrieren

Der habitable Bereich, in dem Wasser flüssig ist, hängt von der Masse und der Energieabstrahlung des Sterns ab..

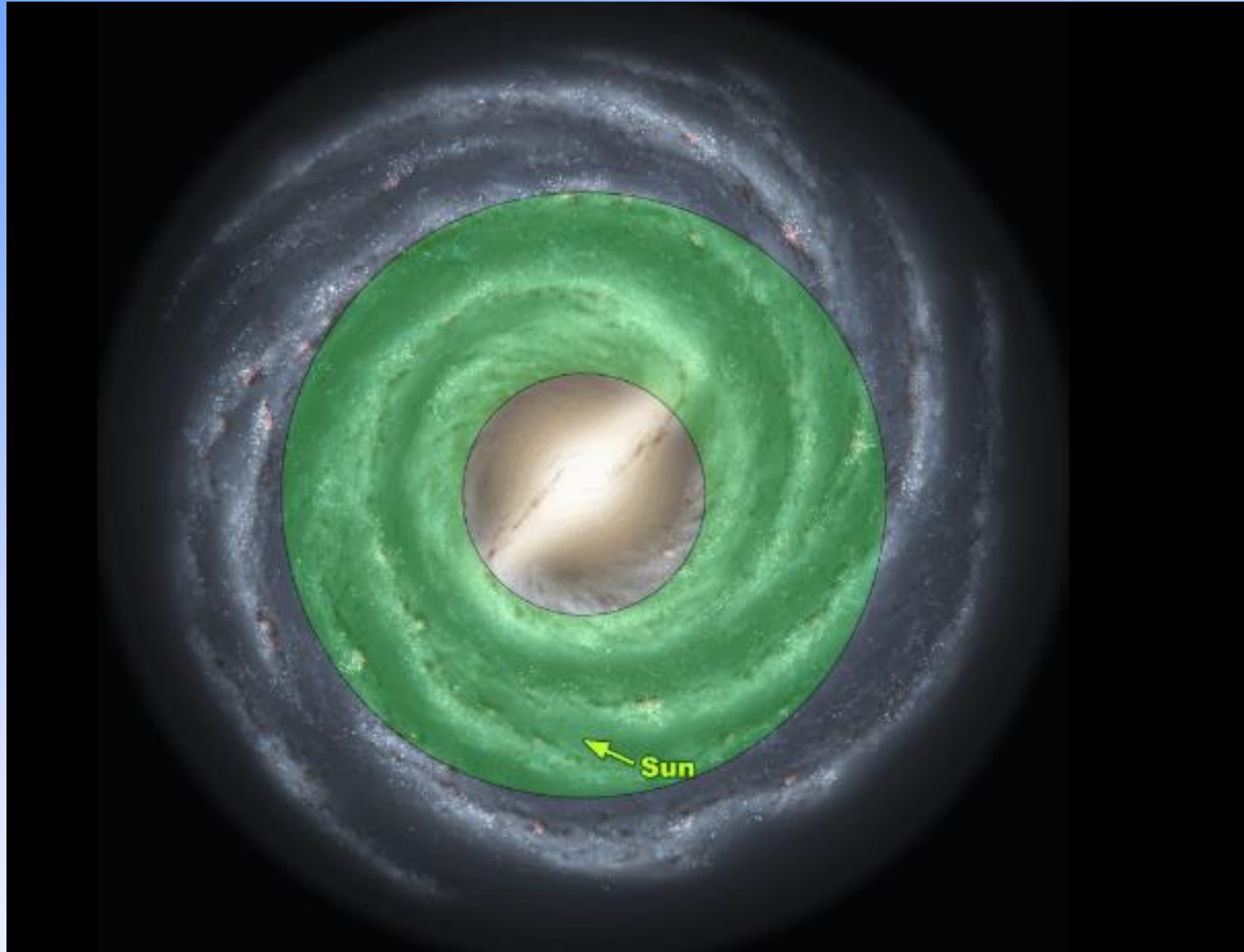
Zur nächsten Folie:

Auch im galaktischen Maßstab gibt es habitable Zonen. Es wird angenommen, dass jeder zehnte sonnenähnliche Stern in der Milchstraße Planeten besitzt und Leben möglich wäre. Das wären 10 Mrd erdähnliche Planeten – im Universum insgesamt 10 Trillionen.

Mit großer Sicherheit gibt es irgendwo menschliche Lebewesen mit denen wir jedoch wegen der großen Entfernung keinen Kontakt haben werden.

Die Einzigartigkeit von uns Menschen ist arg in Frage gestellt.

Mögliche galaktische habitable Zone der Milchstraße



A powerful volcanic eruption is captured in this image. A massive, towering plume of bright orange and yellow fire and ash rises vertically from a dark, jagged volcanic vent. The surrounding landscape is dark and rocky, with some smaller lava flows visible in the foreground. The sky is a deep, dark blue, providing a stark contrast to the intense heat of the eruption.

Ende von Teil 2

Mit der unwirtlichen Erde geht's weiter