

Die Relativitätstheorie

von Albert Einstein

Historisches Umfeld

Physikalische Erkenntnisse

Philosophische Bedeutung

Guido Kuper, Februar 2023

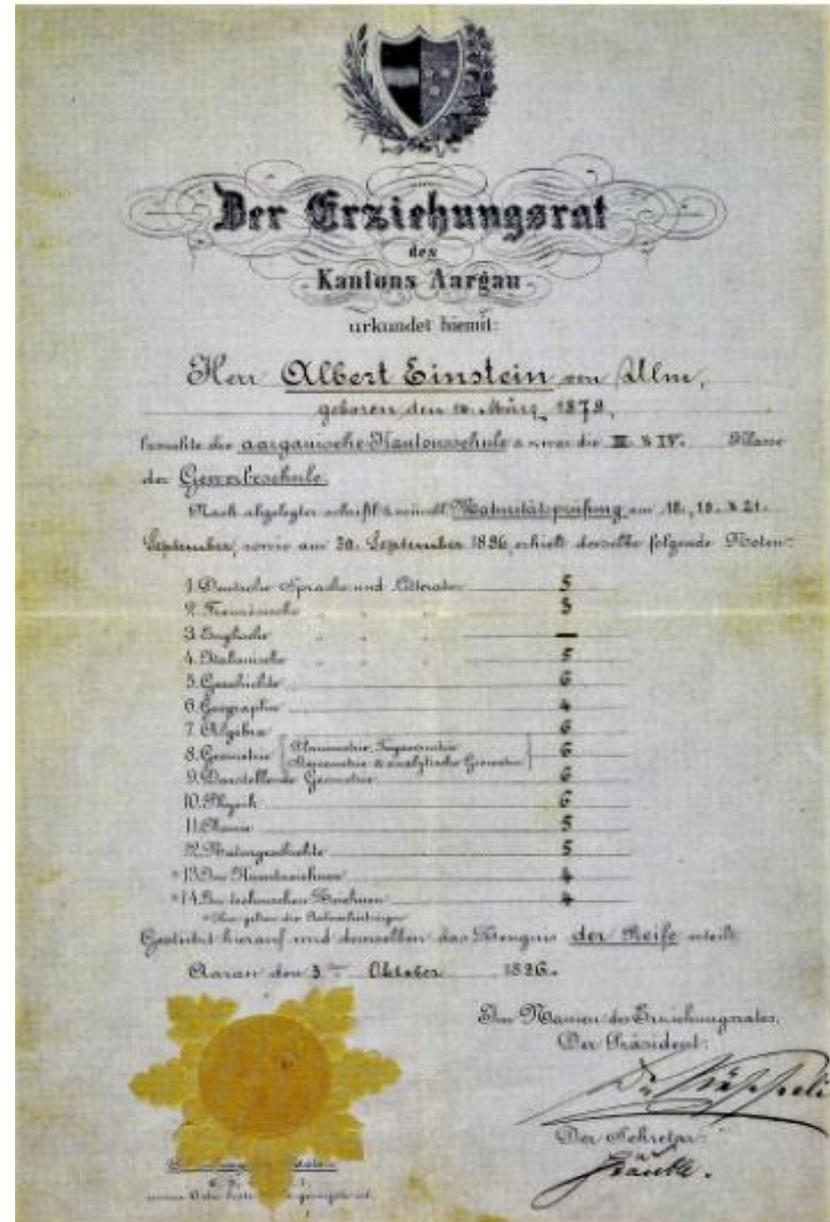
Albert Einstein



Albert Einstein, 1921

- Geboren 1879, gestorben 1955
- Diplom mit 21, ETH Zürich
- Mit 23 Patentamt Bern
- Mit 26 (1905)
 - Photoelektrischer Effekt
 - Brownsche Molekularbewegung
 - **Spezielle Relativitätstheorie**
- Mit 30 (1909) Professor an der ETH Zürich
- Mit 35 (1914) nach Berlin, Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften
- Mit 36 (1915) **Allgemeine Relativitätstheorie**
- Mit 42 (1921) **Nobelpreis für Physik**
- Mit 54 (1933) Wechsel nach Princeton, USA

Albert Einstein



Entwicklung einer wissenschaftlichen Theorie

Variante A

1. (Zufällige) Beobachtung
2. Wissenschaftliche Erklärung

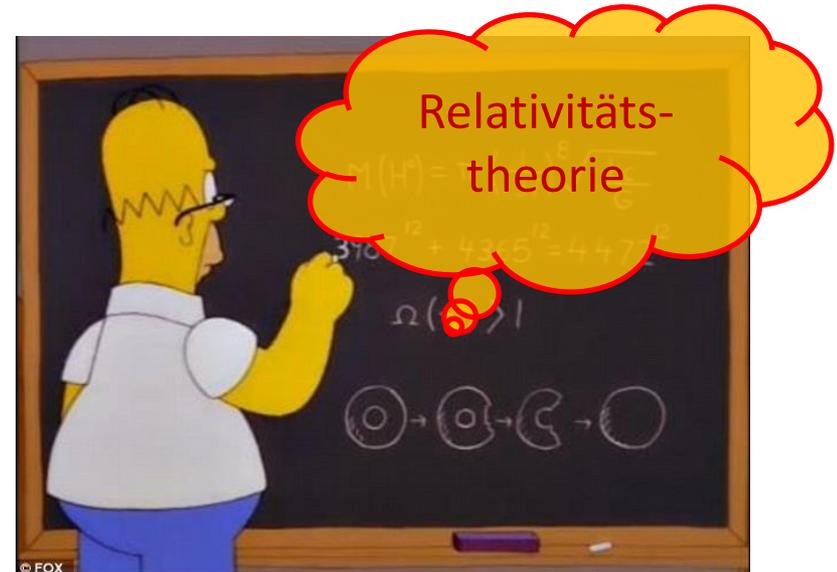
Beispiel:
Newton und die
Schwerkraft (Gravitation)



Variante B

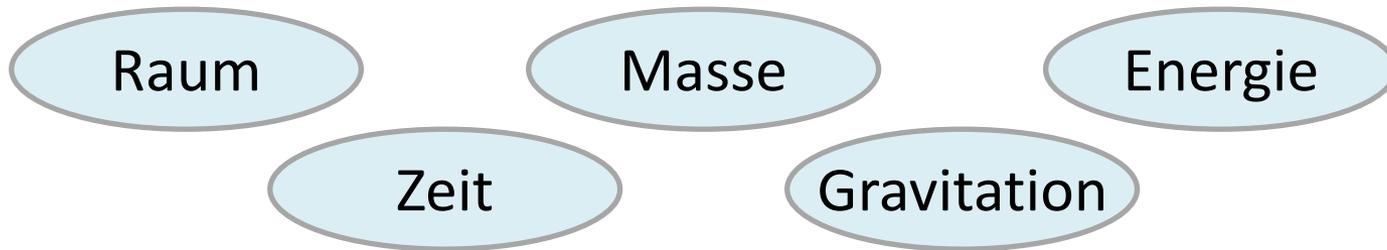
1. Wissenschaftliche Herleitung
2. (Suche nach) Beobachtung

Beispiel:
Elementarteilchen-Physik,
Suche nach dem Higgs-Teilchen



Die Relativitätstheorie – ein Überblick

Albert Einstein hat folgende physikalische Größen in einen völlig neuen Zusammenhang gebracht:

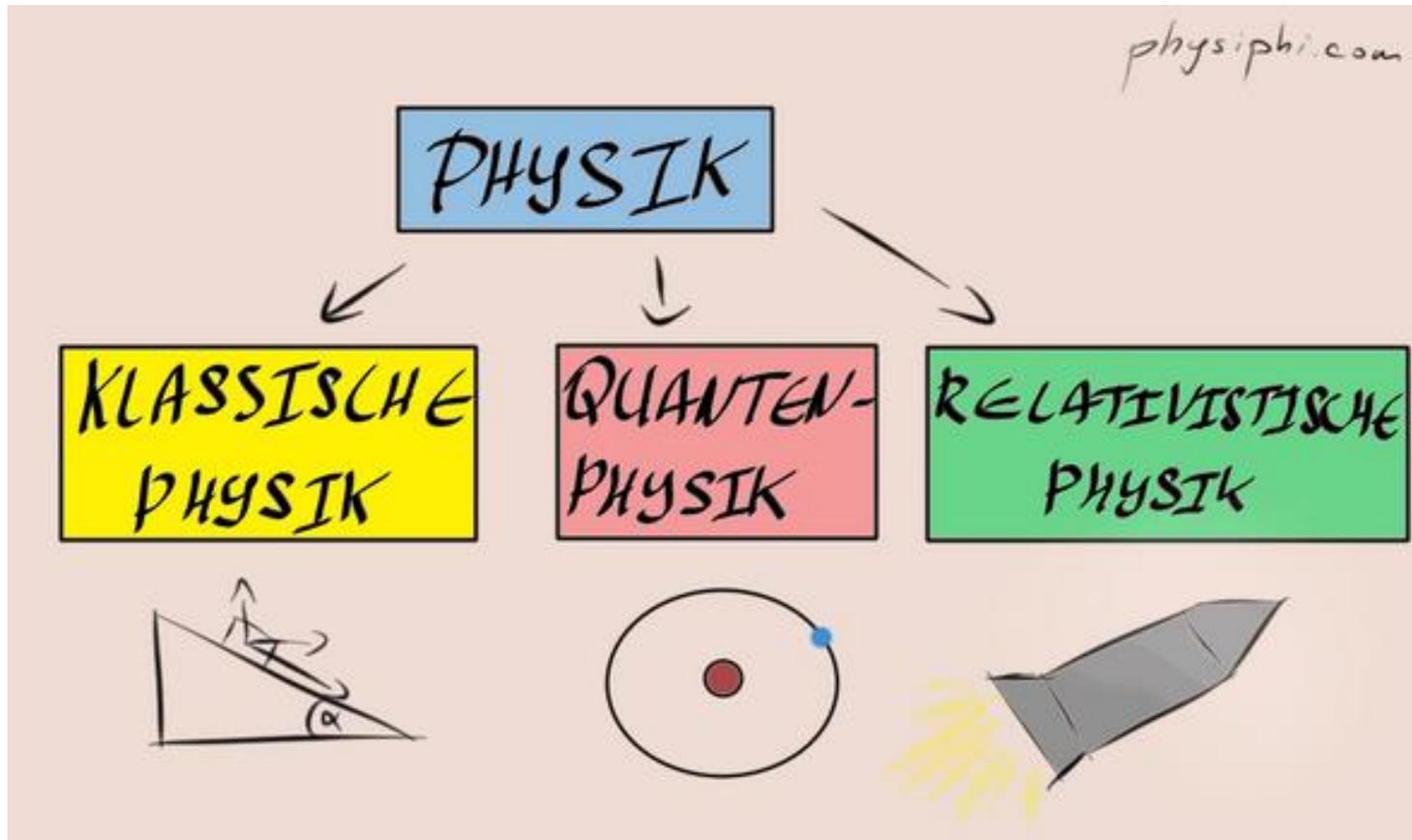


Einstein hat bisher verborgene Abhängigkeiten zwischen diesen Größen entdeckt.

Die Konsequenz:

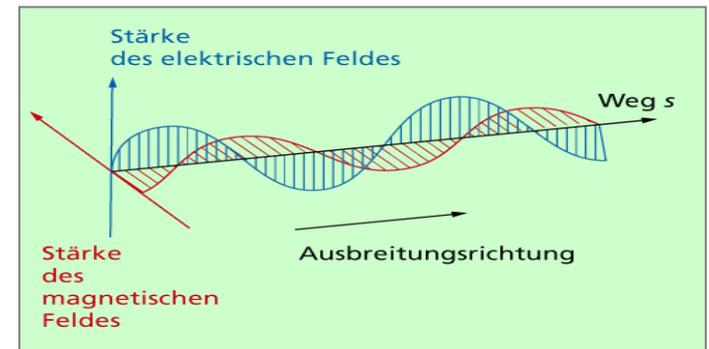
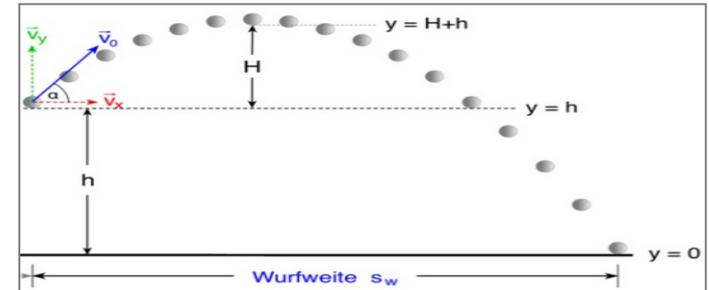
- ein neues Verständnis von Raum und Zeit
- ein neues Weltbild

Klassische Physik als Ausgangspunkt



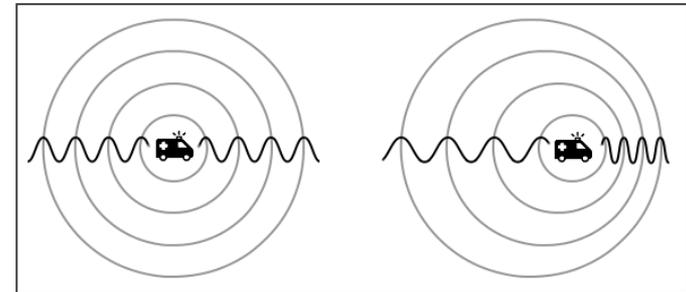
Die Erkenntnisse bis zum 19. Jahrhundert

- Gesetze der **Mechanik**
 - Galilei, Kepler, Newton
 - Freier Fall, Wurfbahnen, Gravitationsgesetz, Planetenbewegung
- Gesetze des **Elektromagnetismus**
 - Maxwell
 - Elektrizität, Magnetismus
 - Licht als elektromagnetische Welle
- Ausbreitung von **Wellen**
 - Wasserwellen
 - Schallwellen



Die physikalischen Probleme im 19. Jahrhundert

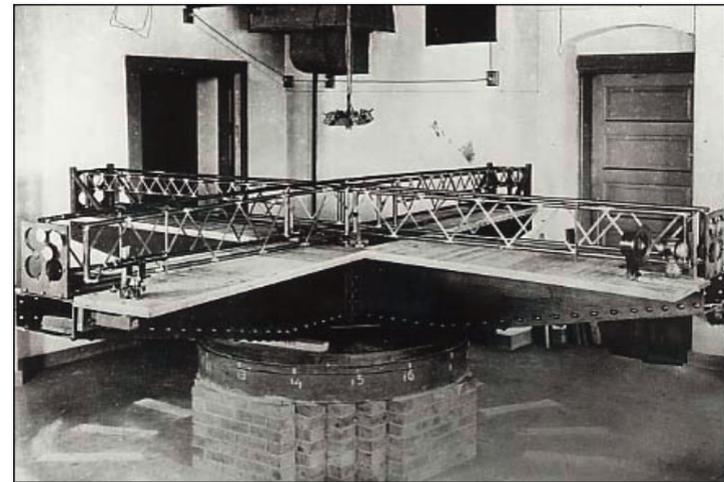
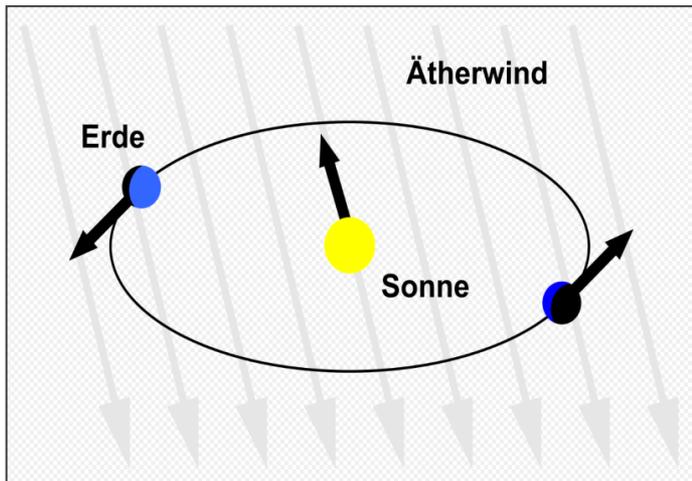
- Wie breitet sich das Licht im Raum aus?
→ die „Äther“-Diskussion



Schallwellen, Dopplereffekt

- Versuche von Michelson & Morley (1887)

Interferometer



??

Unerwartetes Ergebnis:
Die Lichtgeschwindigkeit ist in jeder Situation konstant

??

Der junge Einstein macht sich erste Gedanken...

- Wie ist das Ergebnis von Michelson & Morley zu erklären?
- Ist die **Lichtgeschwindigkeit** vielleicht
 - eine absolute Grenze?
 - somit eine **Naturkonstante**?
- Oder könnte ich Licht einholen, vielleicht sogar überholen, wenn ich nur schnell genug bin?
- Ist ein „Äther“ als Medium für die Ausbreitung des Lichts wirklich notwendig?



*Albert Einstein
1896
(17 Jahre)*

Relativitätstheorie - Der erste Ansatz

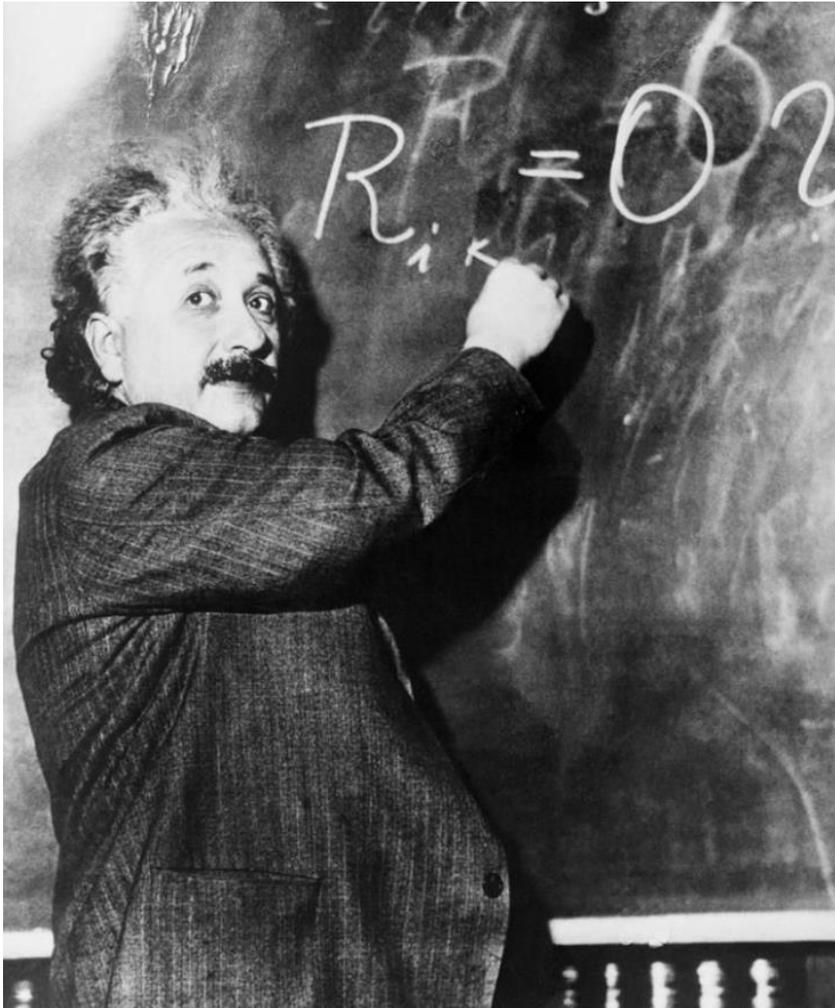
Zwei Postulate von Albert Einstein als Ausgangspunkt:

- Die **Lichtgeschwindigkeit ist** immer und überall **konstant** und die **natürliche obere Grenze für alle Geschwindigkeiten** im gesamten Universum!
- Alle **physikalischen Gesetze müssen immer gleich sein** in allen „invarianten Inertialsystemen“!



*300.000 Km/Sekunde =
7,5 mal um die Erde pro Sekunde*

Relativitätstheorie – erste Schwierigkeiten



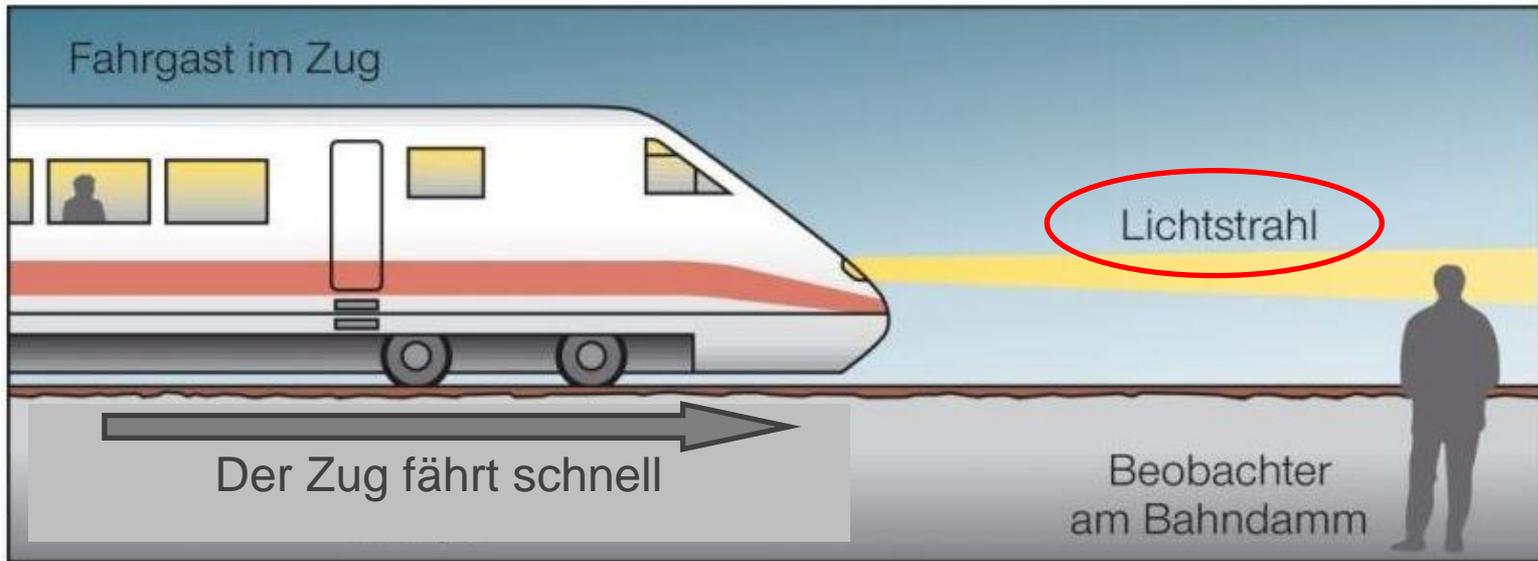
Welche

Konsequenzen

hätten diese

zwei Postulate?

Addition von Geschwindigkeiten



Was sieht der Zugfahrer?

Lichtgeschwindigkeit

Was sieht der Beobachter am Bahndamm?

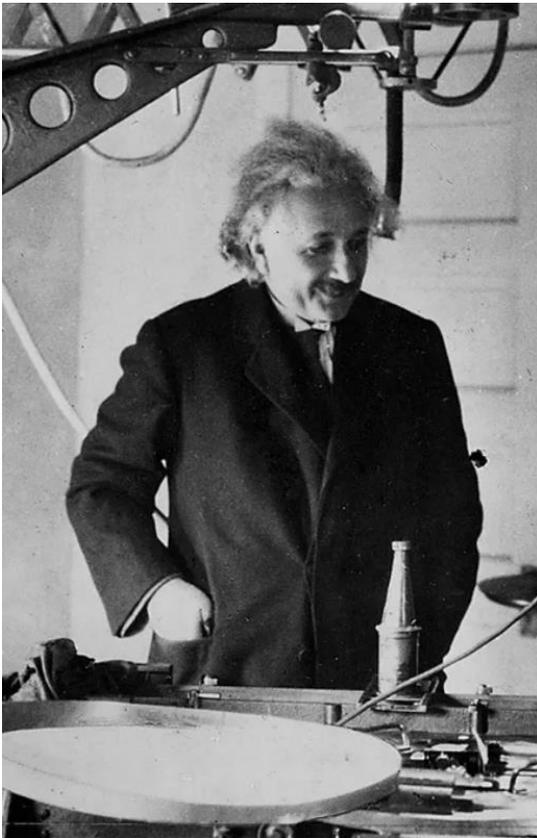
Zuggeschwindigkeit + Lichtgeschwindigkeit = ???

Problem: Die Lichtgeschwindigkeit kann ja nicht überschritten werden!



Geschwindigkeiten und Zeitwahrnehmung

Einsteins
gedankliches
Hilfsmittel:



Spiegeluhr bzw. Lichtpendeluhr

*Spiegel
oben*

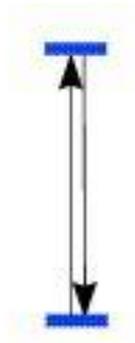
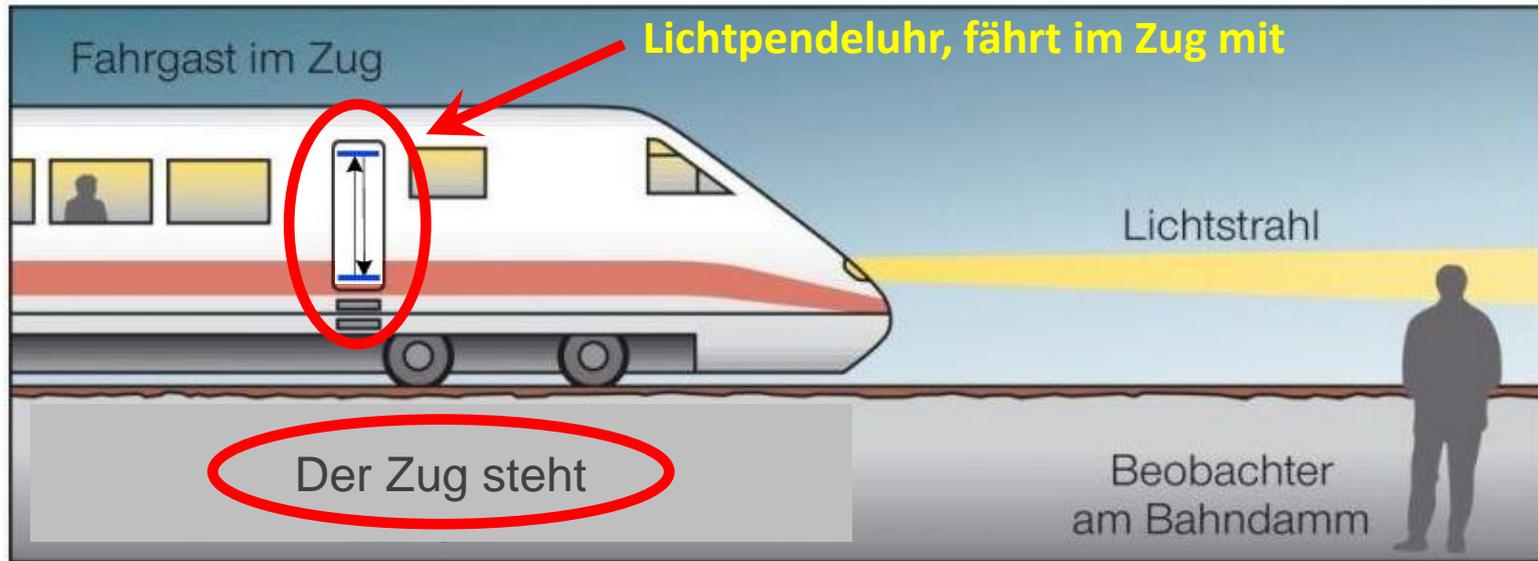


*Lichtimpuls
pendelt hin und her*



*Spiegel
unten*

Geschwindigkeiten und Zeitwahrnehmung

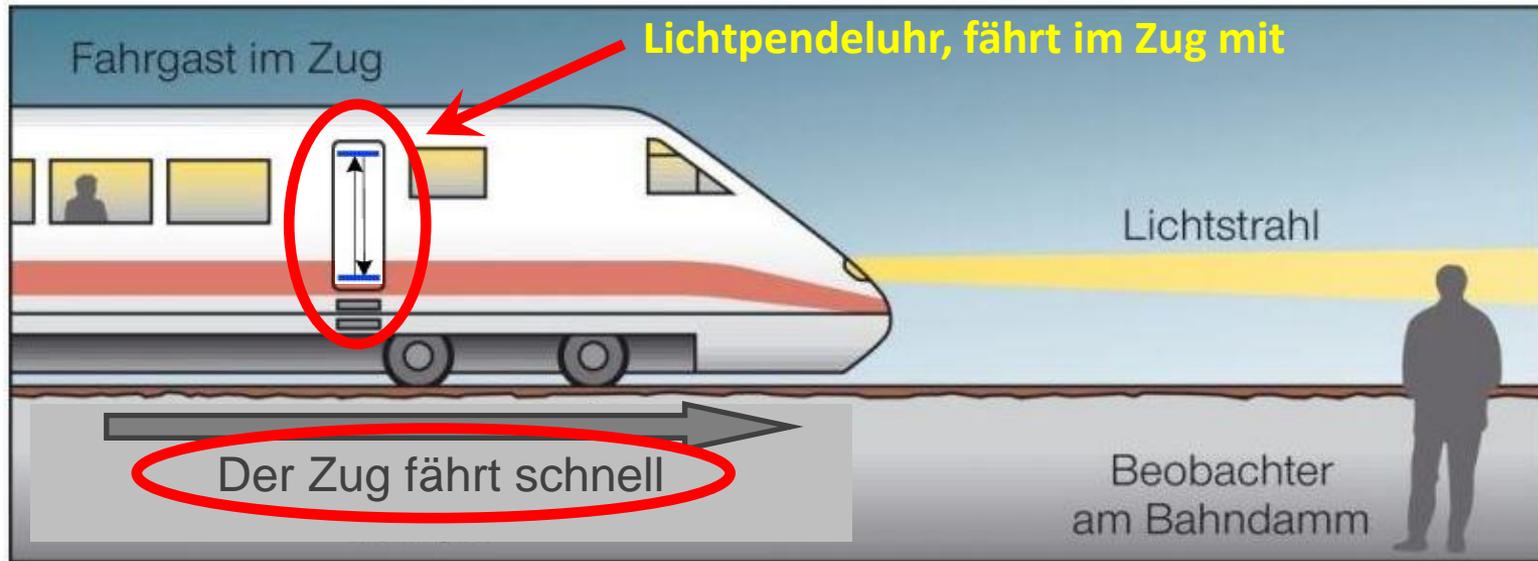


Beobachter im Zug
(er sieht die ruhende Uhr im Zug)

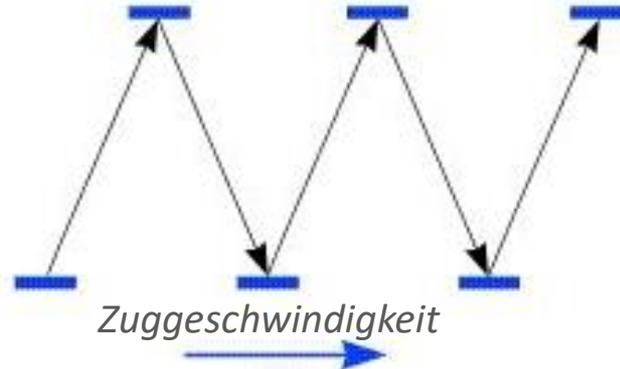


Beobachter am Bahndamm
(er sieht die ruhende Uhr im Zug)

Geschwindigkeiten und Zeitwahrnehmung



Beobachter im Zug
(er sieht die ruhende Uhr im Zug)



Längerer Weg
zwischen
den Spiegeln

Licht braucht
mehr Zeit von
Spiegel zu Spiegel

Beobachter am Bahndamm
(er sieht die fahrende Uhr im Zug)

Geschwindigkeiten und Zeitwahrnehmung



Die Konsequenz daraus:

Sicht des Beobachters auf dem Bahndamm:
Die Spiegeluhr tickt im Zug langsamer!
Die Zeit vergeht im Zug langsamer!

Sicht des Zugfahrers:
Er merkt davon nichts!
In seinem „System“ ist alles ganz normal!

- Ergebnis:
- Es gibt keine absolute Zeit, jeder hat in seinem System seine „eigene Zeit“
 - Es gibt auch keine absolute Gleichzeitigkeit

Alles ist relativ!

Ergebnis:

Was geschieht bei **großen Geschwindigkeiten**?

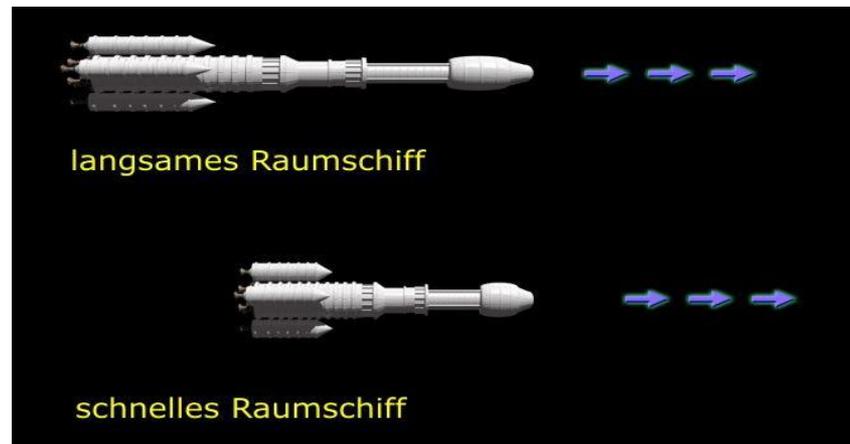
- es kommt ein „**Dehnungsfaktor**“ ins Spiel
- die **Zeit** vergeht um den Dehnungsfaktor **langsamer**
- **Strecken bzw. Längen** werden um den Dehnungsfaktor **kürzer**



Langsame
Geschwindigkeit



Schnelle
Geschwindigkeit



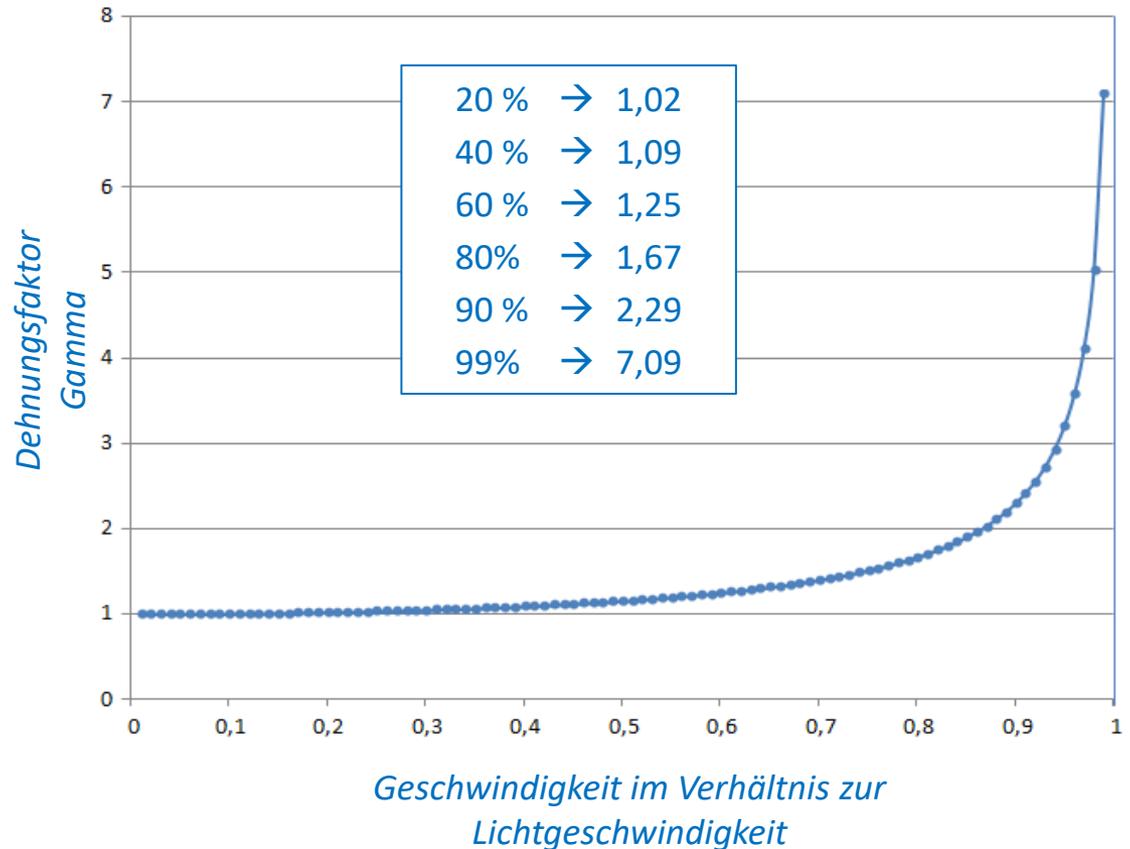
Alles ist relativ!

Dehnungsfaktor
(Gamma-Faktor):

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

v = Geschwindigkeit
eines Objekts

c = Lichtgeschwindigkeit
300.000 km/Sekunde



Relativistische Addition von Geschwindigkeiten

Beispiel 1:

$$V_1 = 50\% c$$

$$V_2 = 50\% c$$

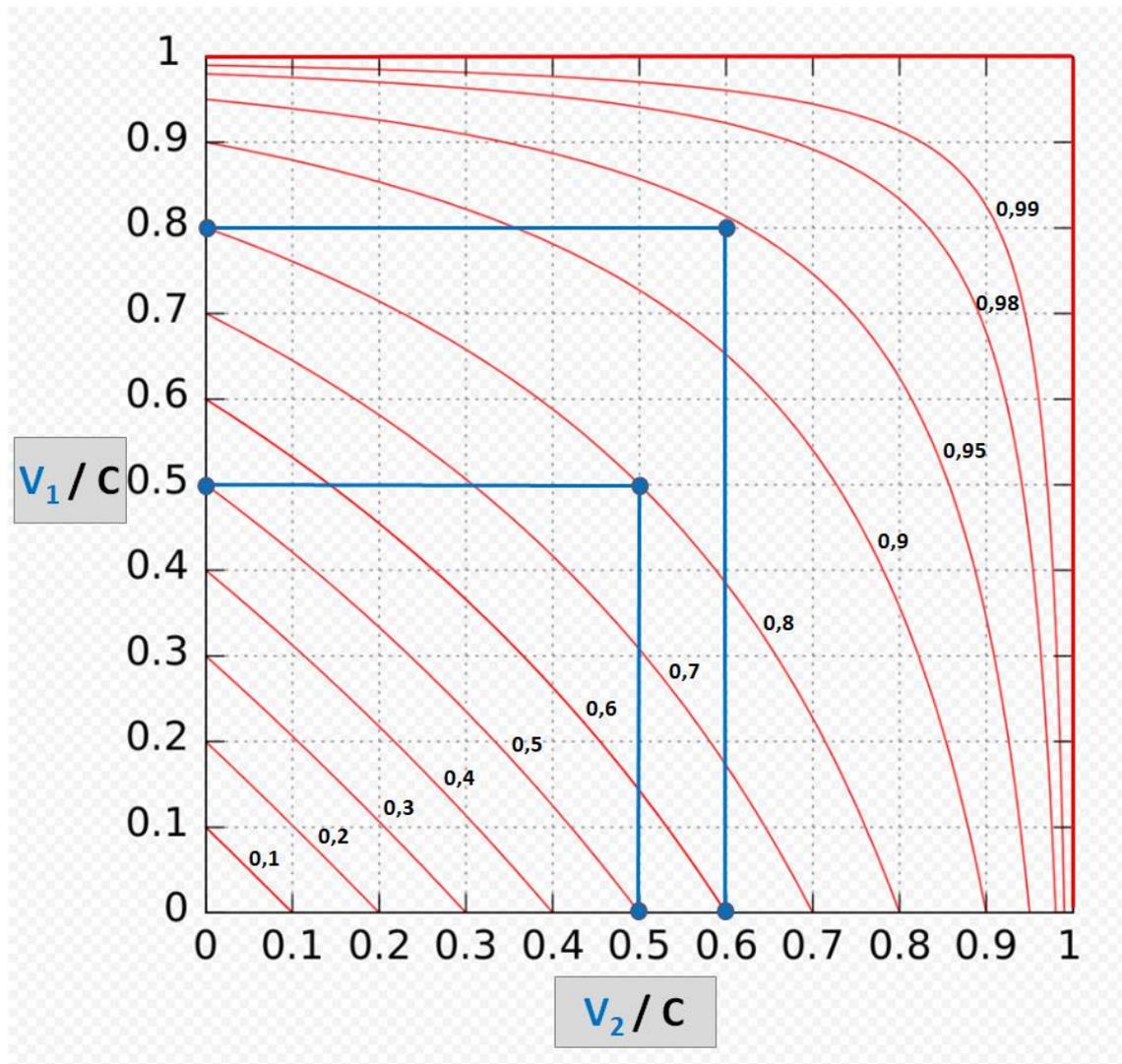
$$V_{\text{ges}} = 80\% c$$

Beispiel 2:

$$V_1 = 80\% c$$

$$V_2 = 60\% c$$

$$V_{\text{ges}} = 94,6\% c$$



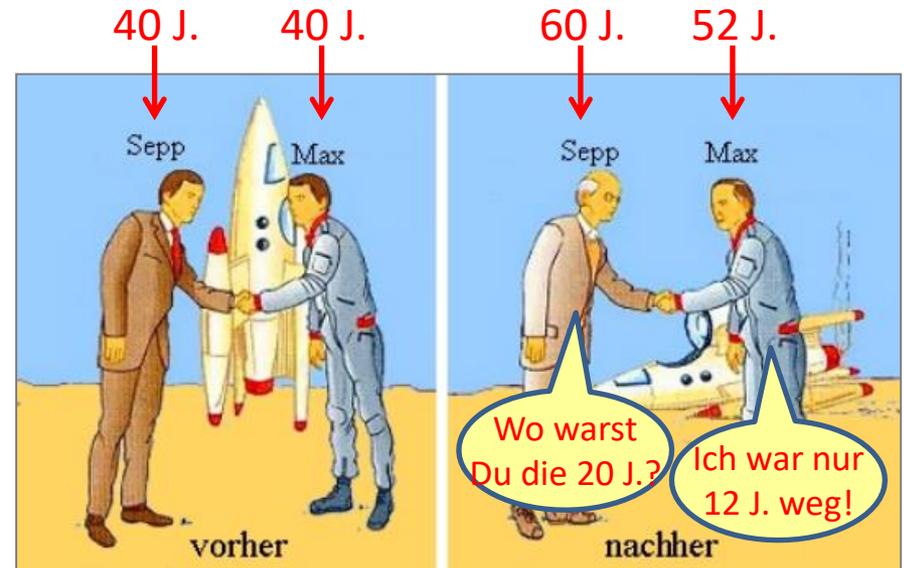
Das Zwillingsparadoxon

Zwei Zwillinge, Max und Sepp, auf der Erde.

Max bricht auf zu einer Weltraumreise mit hoher Geschwindigkeit.

Nach seiner Rückkehr ist Max **jünger** als sein ursprünglich gleichaltriger Bruder!

Beispiel: 20 Jahre Reisezeit
(misst Sepp auf der Erde)
mit 80% Lichtgeschwindigkeit
→ 8 Jahre Altersunterschied
→ Max ist quasi 8 Jahre in die Zukunft gereist!



Erkenntnis:

Jedes System, das sich relativ zu einem anderen bewegt, hat eine eigene Zeit, die sich um den Dehnungsfaktor Gamma unterscheidet.

Es gibt im Universum keine aufgehängte Zentraluhr, die für den gesamten Kosmos eine universale Zeit angibt!

Das Zwillingsparadoxon

Fazit:

- Zeitreisen in die Zukunft sind grundsätzlich möglich!
- aber es gibt vermutlich keinen Weg in die Vergangenheit ...



Die Zeitmaschine (USA, 1960)

Was passiert alles bei schneller Bewegung?

Die **Spezielle Relativitätstheorie** besagt:

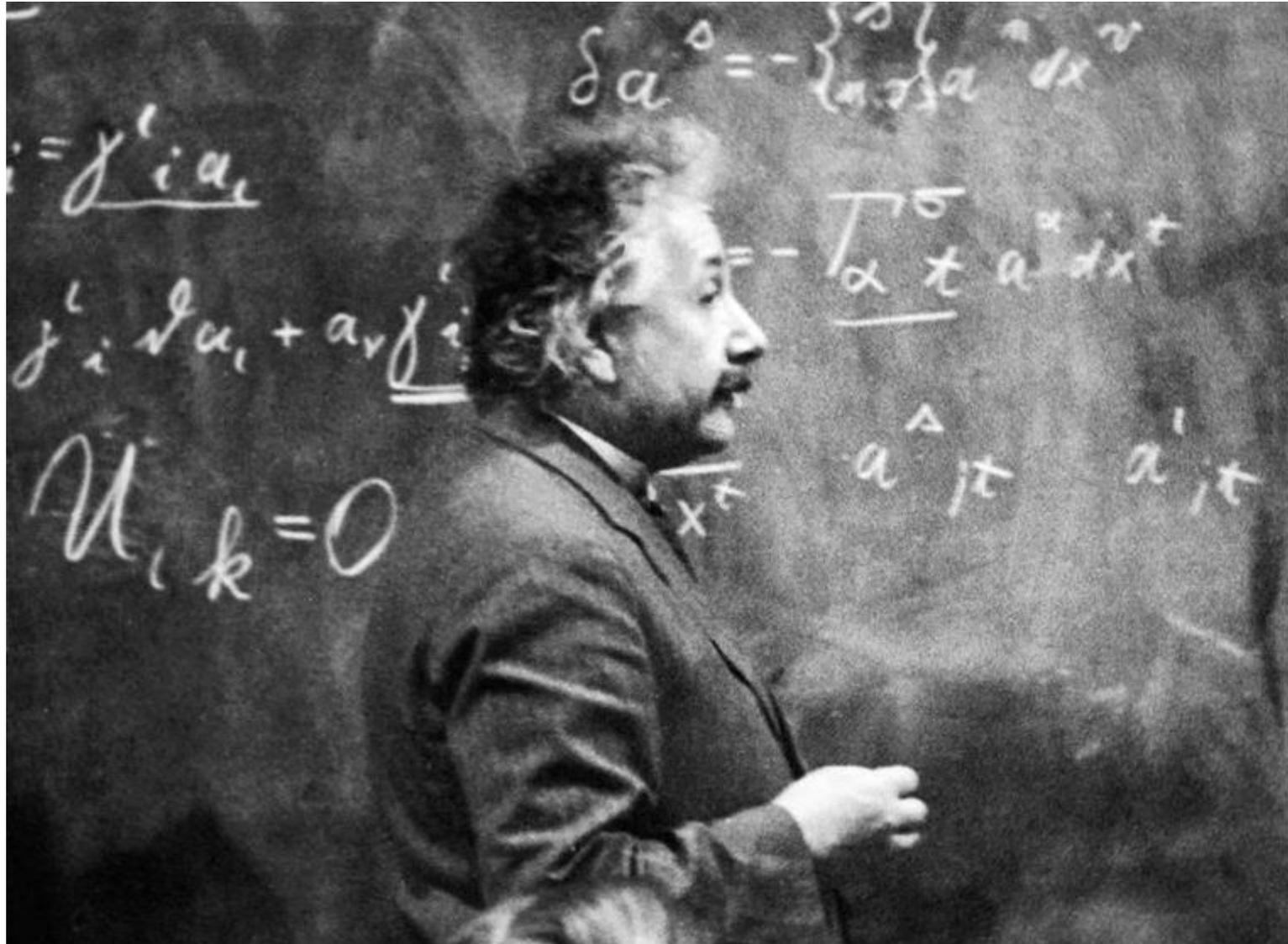
Wenn ich mich immer schneller durch den Raum bewege, dann ...

- Die **Zeit** wird langsamer (bis hin zum Stillstand bei Lichtgeschwindigkeit)
 - Die **Längen** in Bewegungsrichtung werden kürzer (der **Raum** staucht sich in Bewegungsrichtung)
 - Die **Masse** nimmt zu
 - Die **Energie** der bewegten Masse nimmt zu
 - Aber: die **Lichtgeschwindigkeit** ist immer die natürliche obere **Grenze!**
- Einstein erkennt: Das alles ist eine **Wirkung des Raums aufgrund der Bewegung durch den Raum.**

Raum und Zeit stehen in direktem Zusammenhang.

Sie bilden zusammen die RAUMZEIT bzw. das RAUM-ZEIT-KONTINUUM

Albert Einstein

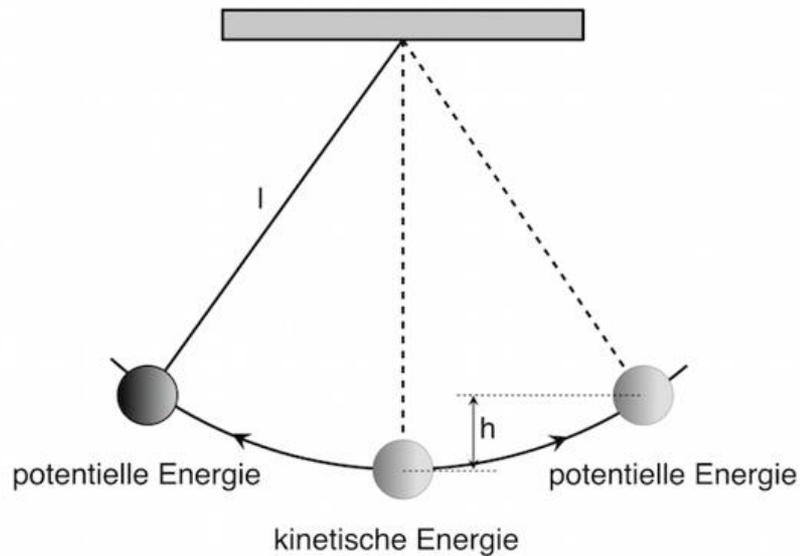


Energie und Impuls – „klassisch“

Energie

Beispiel:

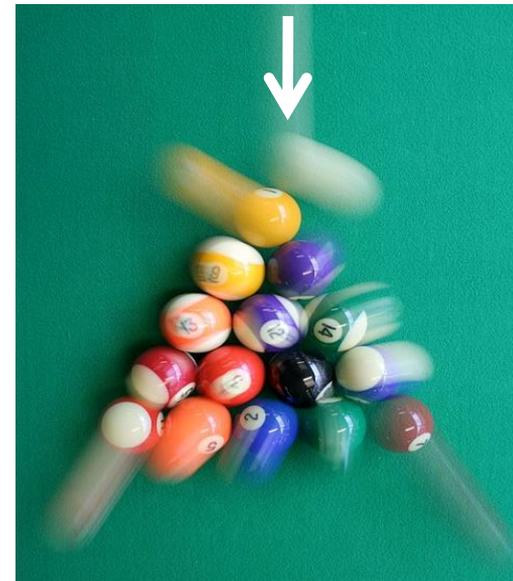
Energieerhaltung und
Energieumwandlung
Beispiel: Fadenpendel



Impuls

Beispiel:

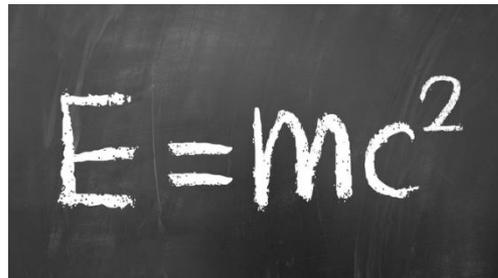
Impulserhaltung
Beispiel: Billardstoß



Die berühmteste Formel der Welt

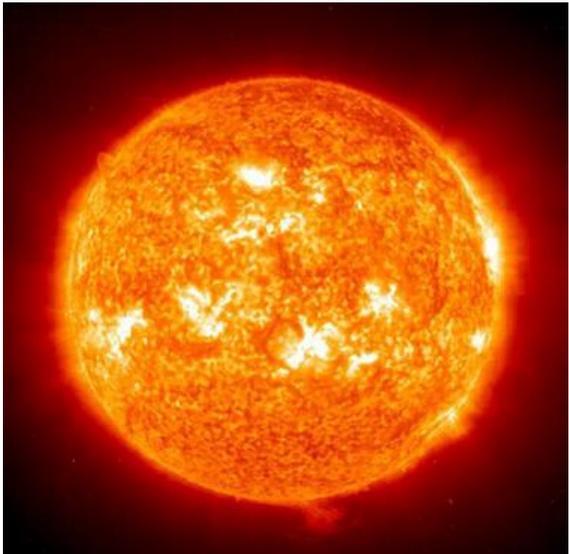
$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad A. Einstein$$

- Zusammenbringen der **Energieerhaltung** und des **Impulserhaltung** in einem relativistischen System ergeben, dass die Energie durch die Geschwindigkeit zunimmt (**relativistische Energiegleichung**).
- Für Geschwindigkeit 0 (= Ruhelage) bleibt folgende **Ruheenergie** übrig, die in jeder Masse steckt:


$$E = mc^2$$

- 1 Kilogramm Materie kann eine 100 Watt Glühbirne ca. 30 Millionen Jahre lang zum Leuchten bringen

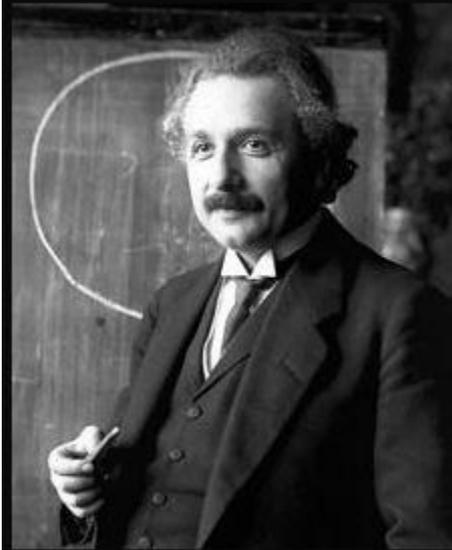
Die Sonne



Unsere Sonne...

- ist ein normaler Stern + unser Energie-Lieferant
- ist außen 6.000 Grad heiß (im Kern 15 Mio. Grad)
- hat eine Masse von 2×10^{30} Kg (= 330.000 Erdm.)
- verliert pro Sekunde ca. 4,4 Mill. Tonnen an Masse
- die Sonne setzt pro Sekunde mehr Energie frei als alle vorhandenen Kernkraftwerke der Erde in 750.000 Jahren
- arbeitet nach dem Prinzip der Kernfusion (Wasserstoff „verbrennt“ zu Helium)
- **setzt Materie in pure Energie um, arbeitet somit nach der Formel $E = m c^2$**
- **die Funktionsweise der Sonne wurde erst durch die Relativitätstheorie verstanden**
- ist 4,6 Milliarden Jahre alt und brennt noch ca. 5 Milliarden Jahre

Albert Einstein



Man muss diese Welt nicht verstehen. Man muss
sich nur darin zurechtfinden.

(Albert Einstein)

Beschleunigung und Gravitation



Beschleunigendes Auto:

→ Fahrer wird in den Sitz gedrückt

Beschleunigung
(Geschwindigkeitsänderung)



Ruhendes Auto senkrecht:

→ Fahrer wird in den Sitz gedrückt

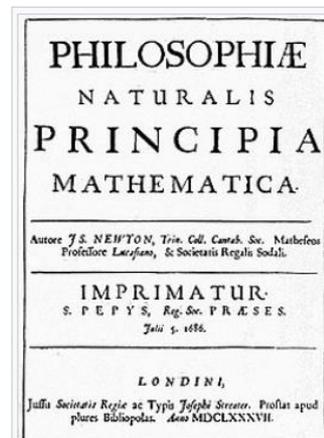
Gravitation in einem Gravitationsfeld
(Schwerkraft)

Erkenntnis:

**Beschleunigung und Gravitation
sind von ihrer Wirkung her wesensgleich
(Träge Masse = Schwere Masse)**

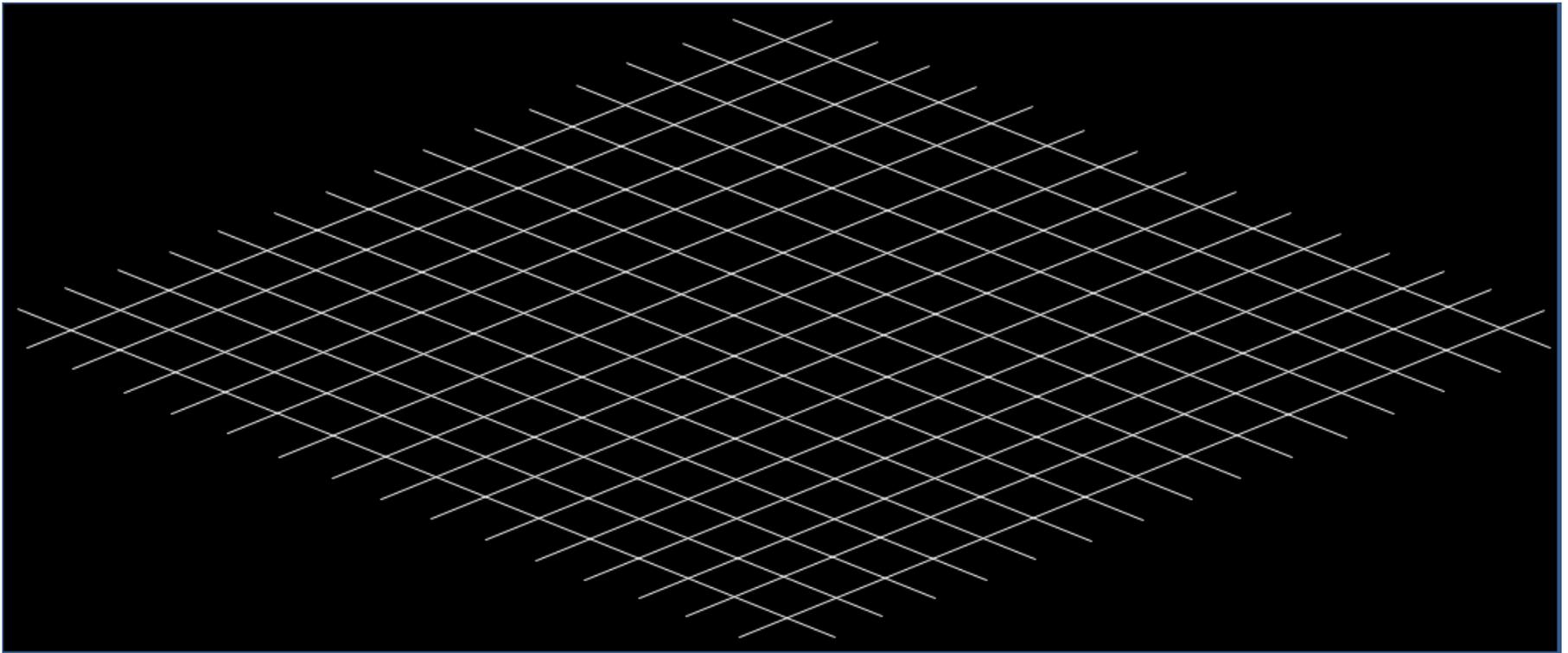
Welche Konsequenzen hat dieses „Äquivalenzprinzip“ (Einstein) in der Relativitätstheorie?

*Das
wusste
schon
Isaac
Newton
1687!*



Die Krümmung des Raums bzw. der Raumzeit

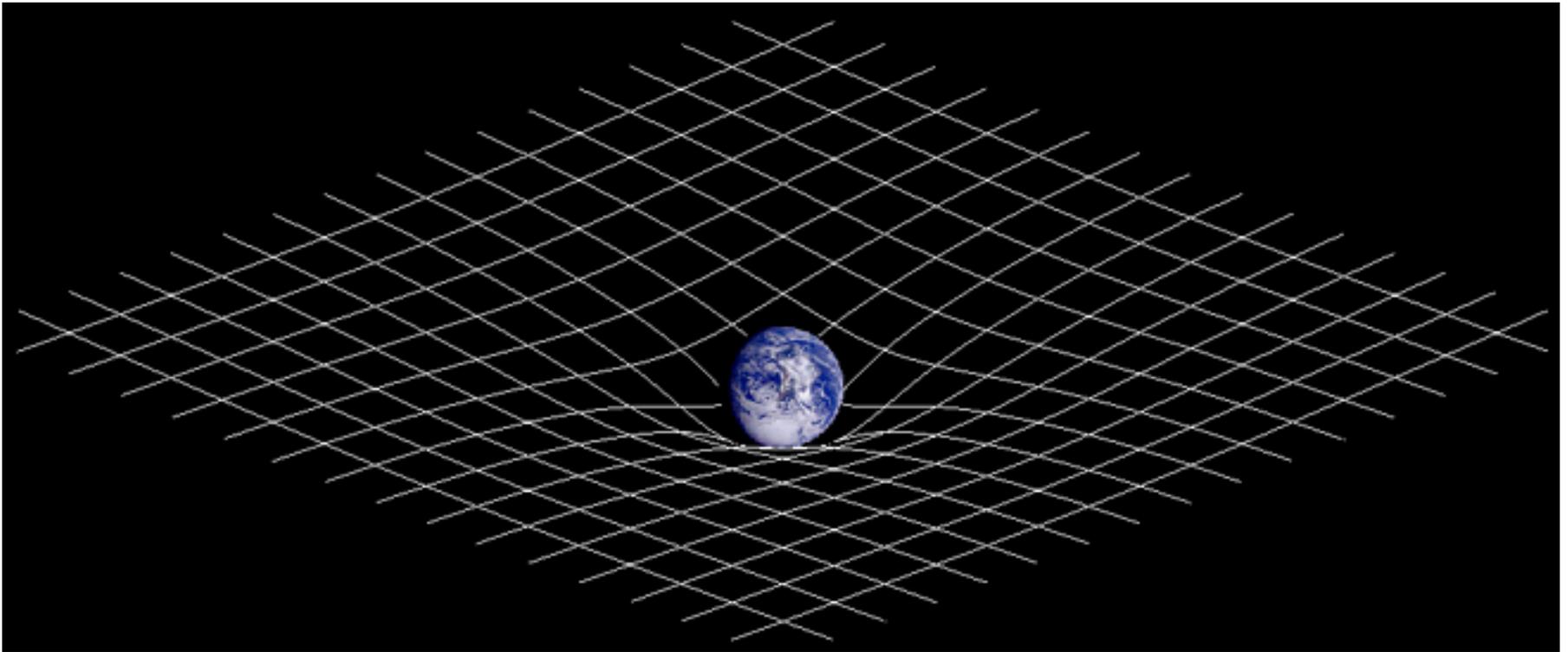
Veranschaulichung der Raumzeitkrümmung durch das „Sprungtuchmodell“



Ohne Massen ist die Raumzeit „flach“, also homogen.

Die Krümmung des Raums bzw. der Raumzeit

Veranschaulichung der Raumzeitkrümmung durch das „Sprungtuchmodell“



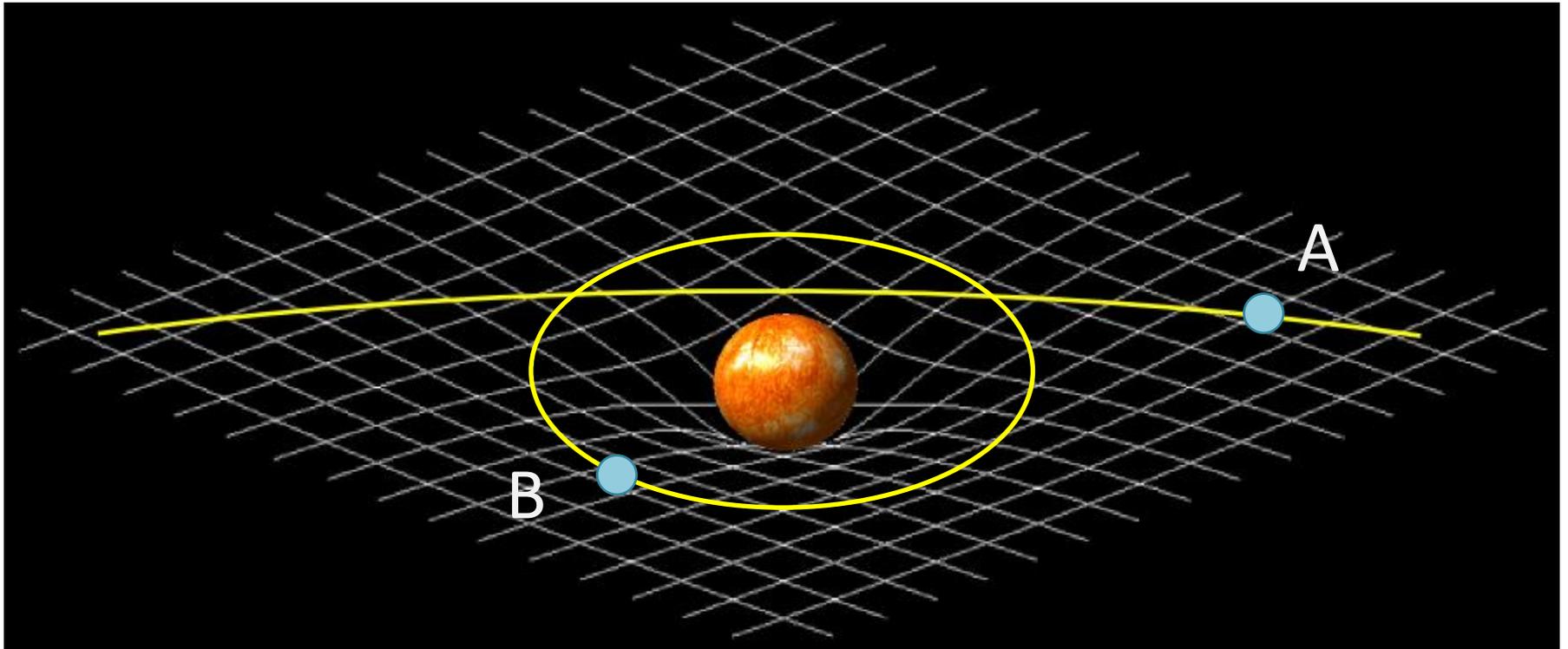
Eine Masse „krümmt“ die Raumzeit

Sprungtuchmodell – ähnlich „Spendentrichter“



Massen in der Raumzeit

Wie bewegen sich Massen durch die Raumzeit? **Sie folgen der Krümmung.**
Besser: **Massen werden durch die Raumzeitkrümmung zwangsgeführt.**

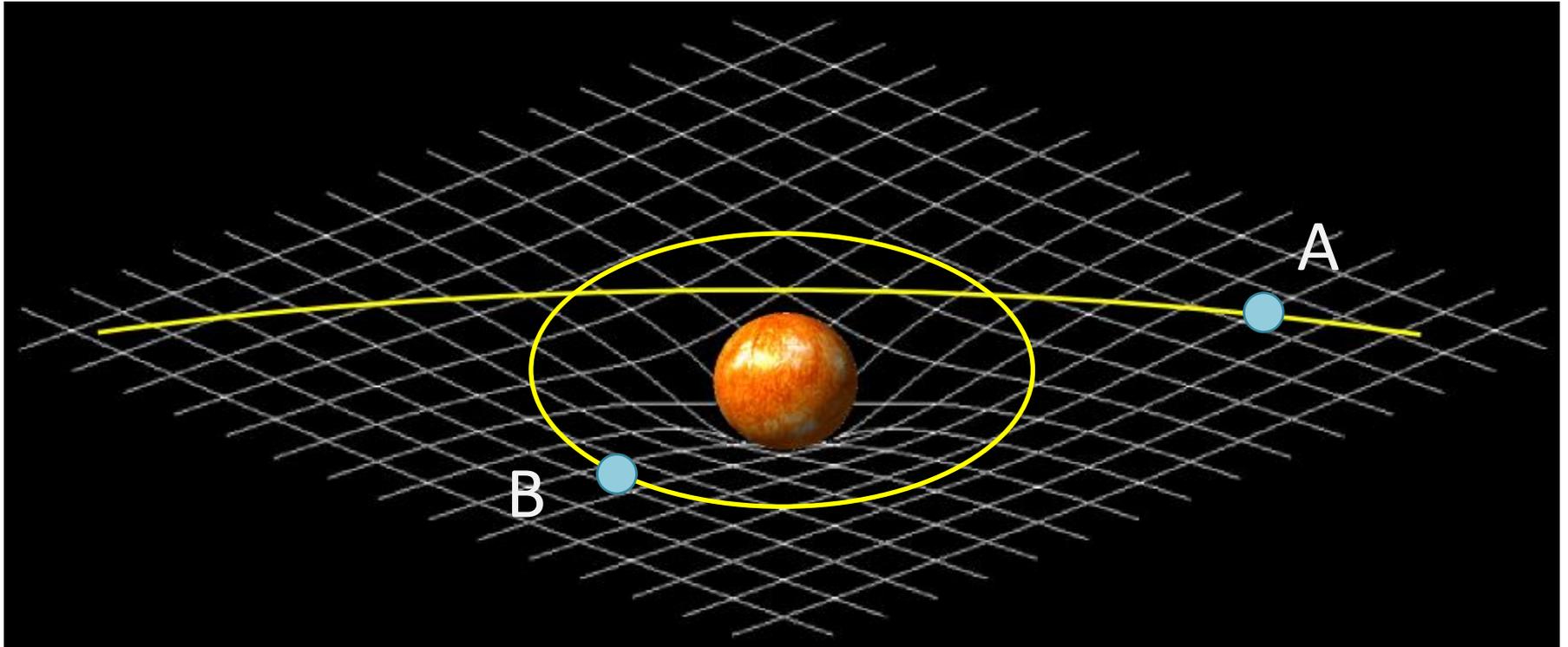


Beispiel A: Ein Komet passiert einen Stern

Beispiel B: Ein Planet umkreist einen Stern

Massen in der Raumzeit

Massen werden durch die Raumzeitkrümmung zwangsgeführt.

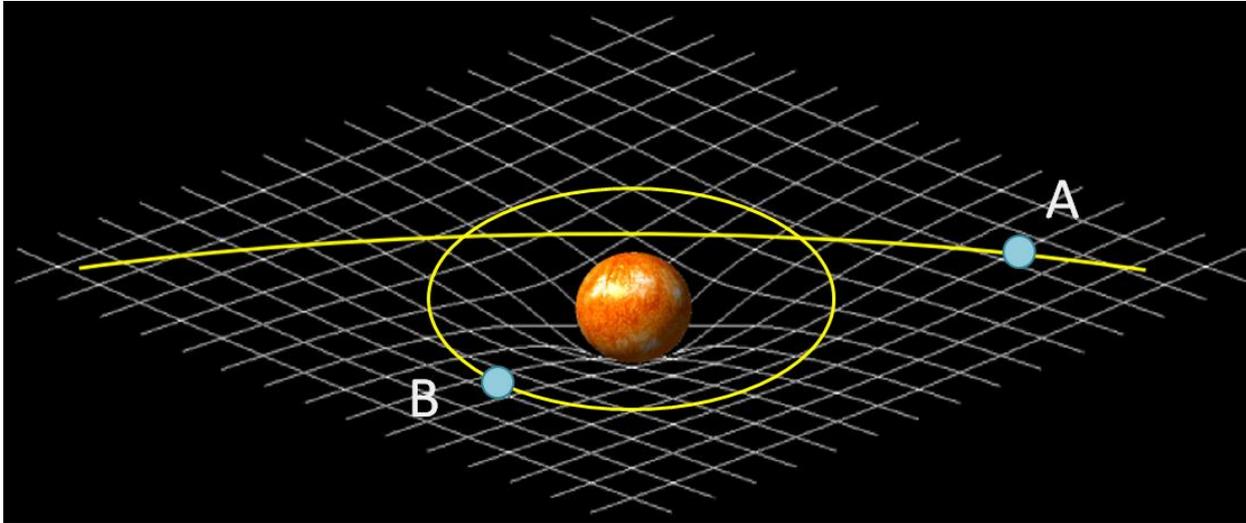


Wir kennen diesen Effekt schon lange – wir nennen ihn nur anders: GRAVITATION, entdeckt durch Isaac Newton („Massen ziehen sich an“)

Einstein: **Falsch!**

Die Gravitation ist eine Folge der Krümmung des Raums durch Massen!

Die Raumzeit



Die Masse/Materie sagt der Raumzeit,
- wie sie sich krümmen soll.

Die Krümmung der Raumzeit

- sagt der Masse/Materie, wie sie sich bewegen soll.
- sagt der Zeit, wie schnell sie ticken soll.

Lichtablenkung im Gravitationsfeld

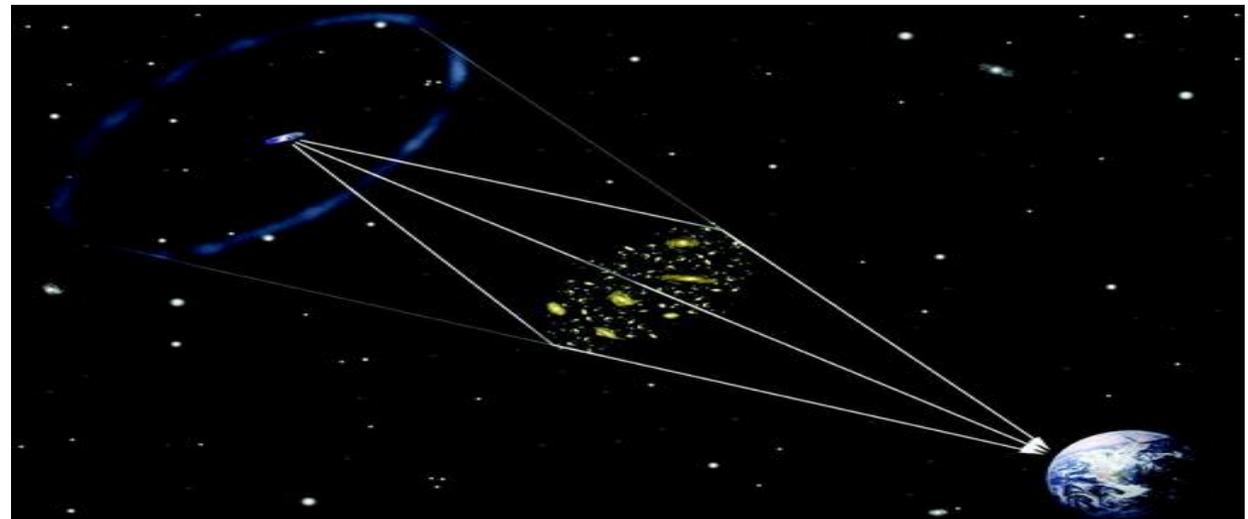
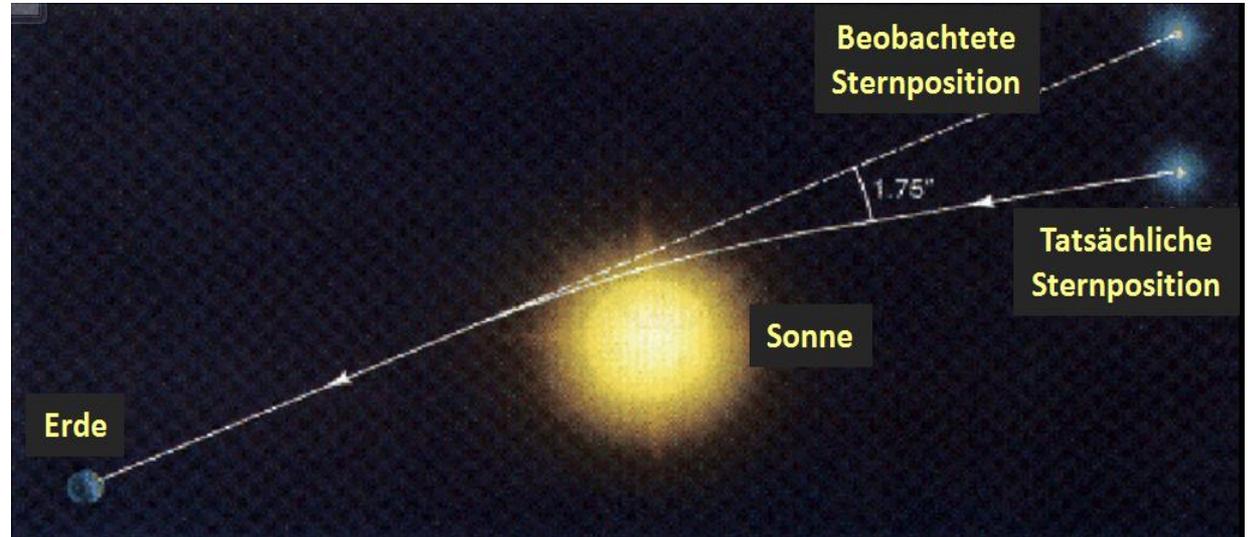
Auch Licht hat
Masseigenschaften

Folge:
auch Licht wird in
einem Gravitationsfeld
abgelenkt!

beobachtet 1921
(Anlass für die Verleihung
des Nobelpreises
an Albert Einstein)

**Einstein-Ring
(Gravitationslinsen)**

beobachtet 1988



Lichtablenkung im Gravitationsfeld

Einstein-Ring
Gravitations-
linsen

(Bild vom
Hubble-
Weltraum-
teleskop)



Und was ist, wenn...

Und was ist, wenn
die Masse eines Objekts (z.Bsp. ein Stern) so groß ist,
dass selbst das Licht wieder auf das Objekt „zurückfällt“,
so wie ein hochgeworfener Stein
zurück auf die Erde fällt?

**Dann ist diese Stelle im Universum
schwarz!**

Schwarze Löcher

Albert Einstein hat die Existenz Schwarzer Löcher aus seiner Relativitätstheorie abgeleitet und vorhergesagt

(Begriff: Singularität)

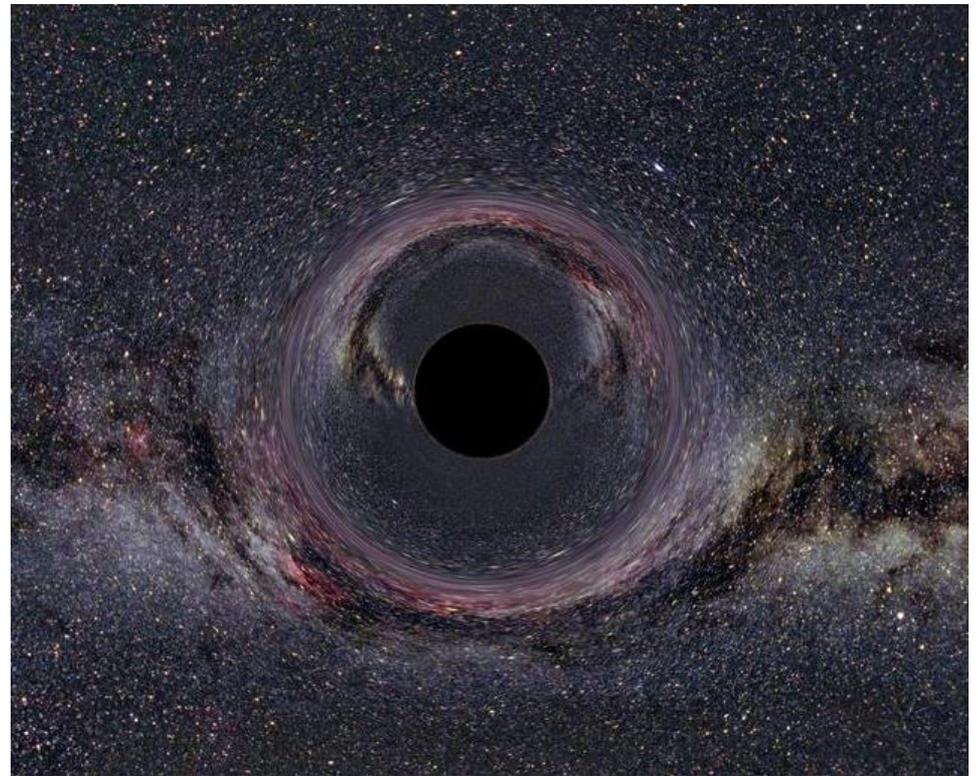
Ein schwarzes Loch ist die „lokale Unendlichkeit“

- Hier steht die Zeit still
- Längen werden zu Null
- Massen werden unendlich schwer und somit wird die Energie unendlich groß
- die Gravitation ist unendlich groß
- Nicht einmal Licht kann entkommen

Simuliertes schwarzes Loch

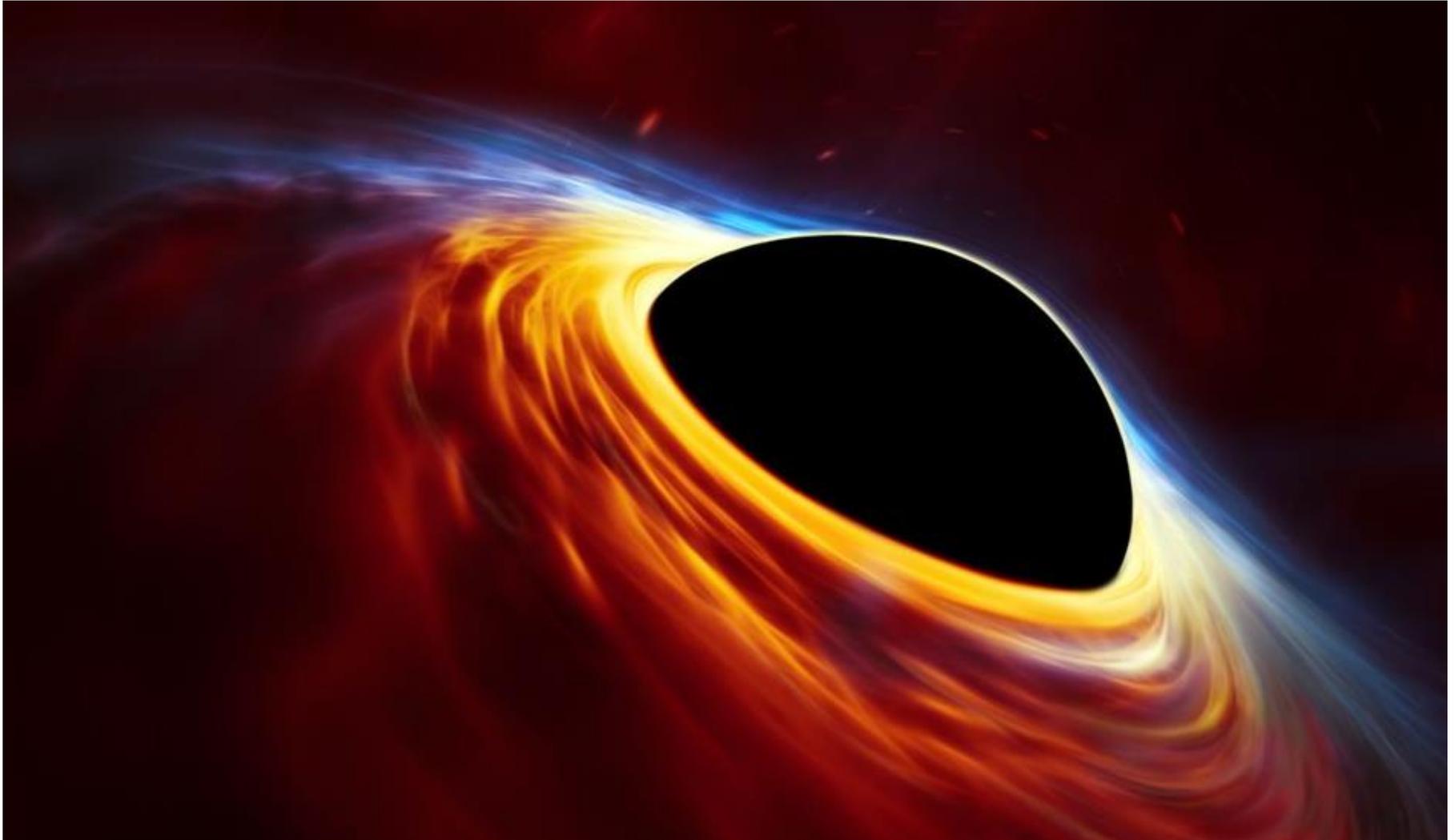
Größe: 10 Sonnenmassen

Ausdehnung Radius von (nur) 75 Kilometern!



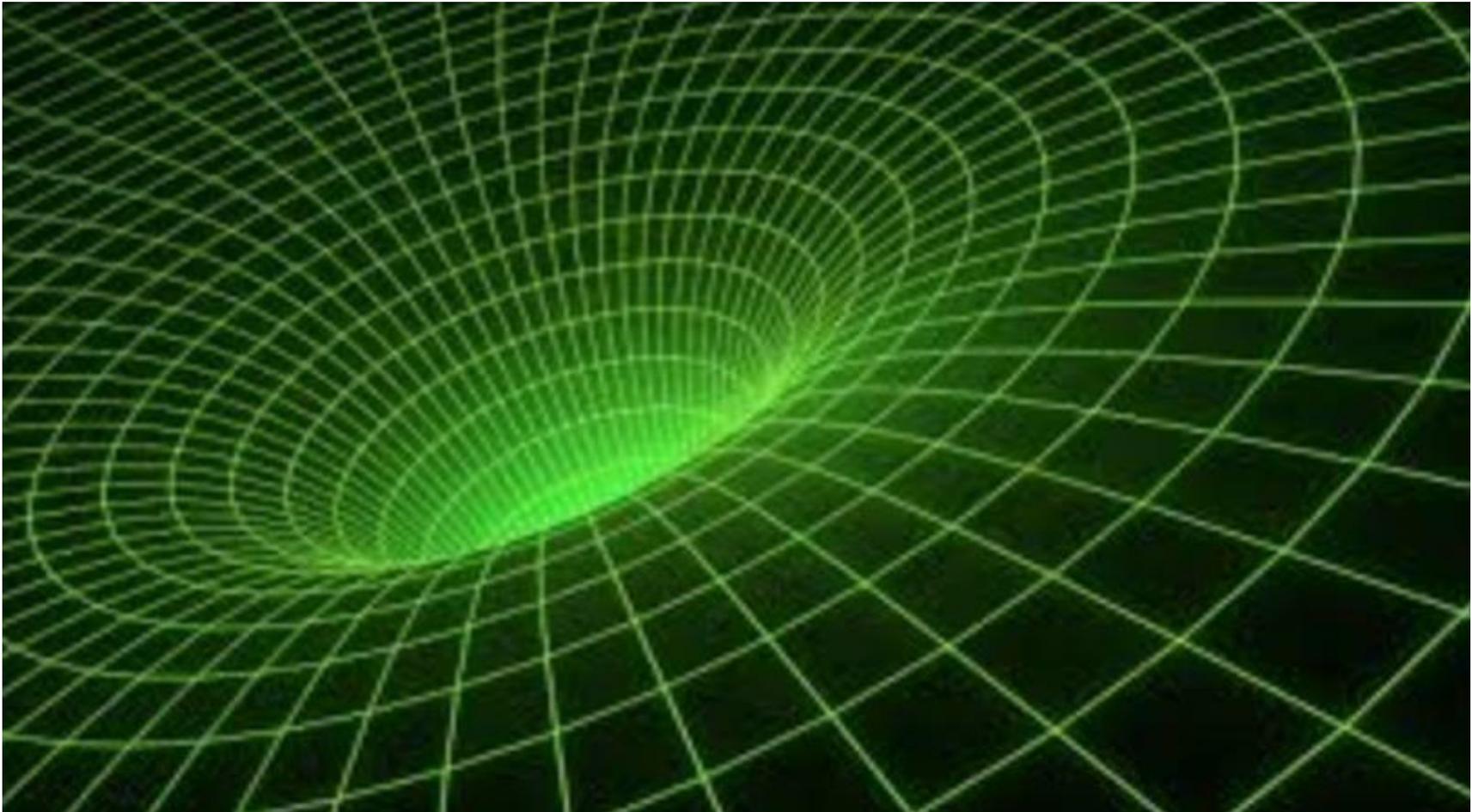
Schwarze Löcher

Künstlerische Darstellung eines schwarzen Lochs auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse



Schwarze Löcher

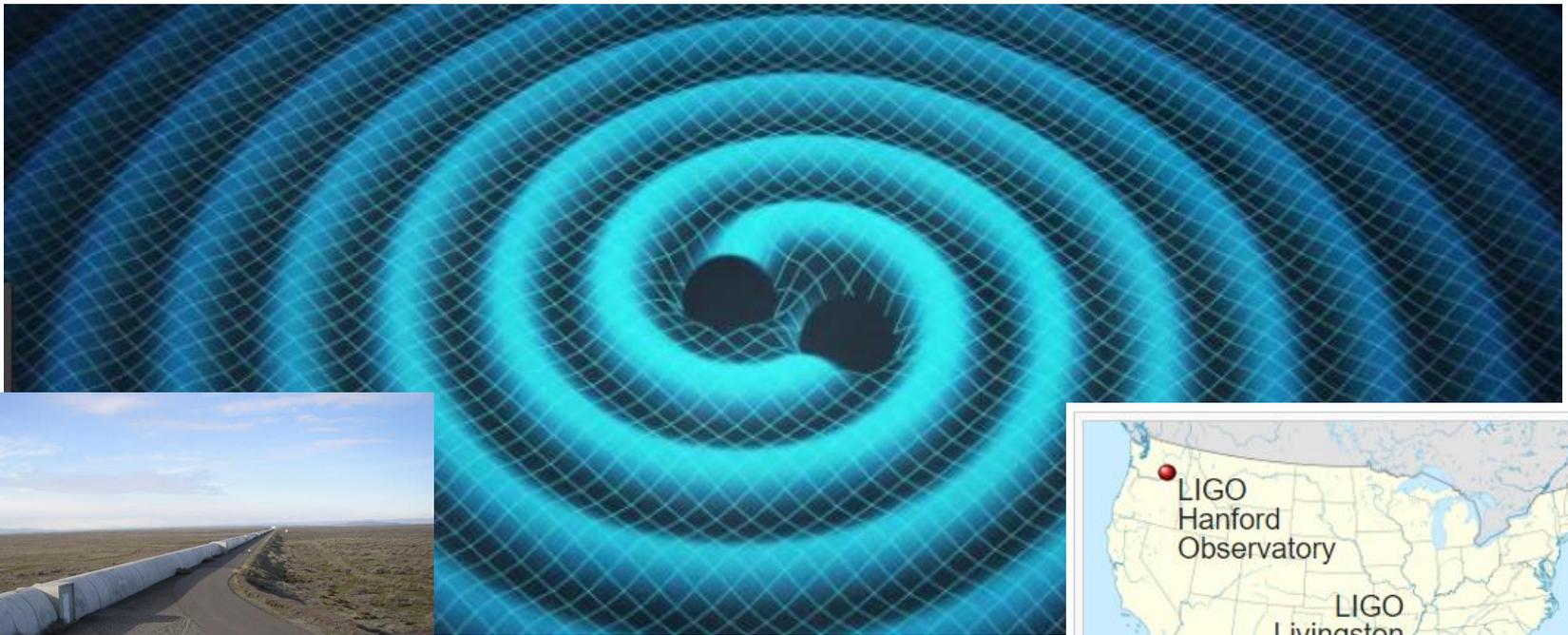
Schwarze Löcher sind senkrechte unendlich tiefe Abgründe im „Sprungtuchmodell“



Wellen in der Raumzeit

Wenn große Massen (z. Bsp. zwei schwarze Löcher) zusammentreffen und gegenseitig umkreisen, dann breitet sich die fortlaufende Raumzeitkrümmung wie Wellen aus.

Gravitationswellen (Einstein, 1916)



Existenz nachgewiesen
in 2016 (LIGO)



Zusammenfassung der Relativitätstheorie

- Bei großen Geschwindigkeiten und in Gravitationsfeldern
 - verlangsamt sich die **Zeit**
 - werden **Längen** kürzer
 - nimmt die **Masse** zu
 - und somit auch die **Energie** zu
- Es gibt **keine absolute Zeit**
- Raum und Zeit gehören zusammen und bilden die **Raumzeit**
- **Masse ist gleich Energie**
- Die „Dichte“ (**Krümmung**) der Raumzeit wird durch Massen (Sterne etc.) „geformt“
- **Schwarze Löcher** sind „Singularitäten“ in der Raumzeit
- **Gravitation** ist eine **Wirkung** der Raumzeit bzw. **der Raumzeitkrümmung**

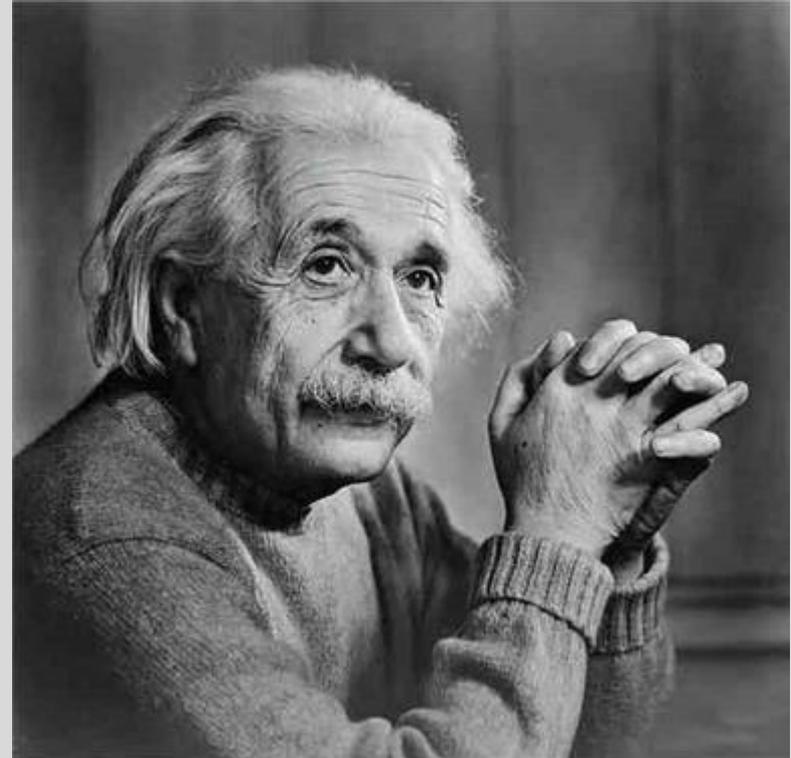
Beweise für die Gültigkeit der Relativitätstheorie

- Michelson-Morley-Experiment (Invarianz der Lichtgeschwindigkeit) 1887
- Präzise Erklärung und Berechnung der Bahnabweichung des Planeten Merkur (Perihel-Drehung von 43 Bogensekunden pro Sonnenumkreisung) 1915
- Lichtablenkung im Gravitationsfeld der Sonne (Anlass für Nobelpreis für A.E) 1921
- Äquivalenz von Energie und Masse: Kernspaltung (später auch Kernfusion) 1939
- Uhren gehen in schnellen Flugzeugen langsamer (Hafele und Keating Exp.) 1971
- Uhren gehen bei stärkerer Gravitation langsamer (Maryland Experiment) 1975
- Längenkontraktion beim Myonen-Zerfall 1977
- Gravitationslinsen und Einsteinringe (Hubble-Weltraumteleskop) 1988
- GPS-System: Notwendigkeit einer Uhrenkorrektur (1 Stunde = 500 m Fehler) 2000
- Existenz von Gravitationswellen 2016

Relativitätstheorie und Glaube – Ein Widerspruch?

Albert Einstein
sinngemäßes Zitat:

*„Ich möchte dem „Alten“
ein wenig auf die
Schliche kommen...“*



Ein kleiner Blick ins Universum...

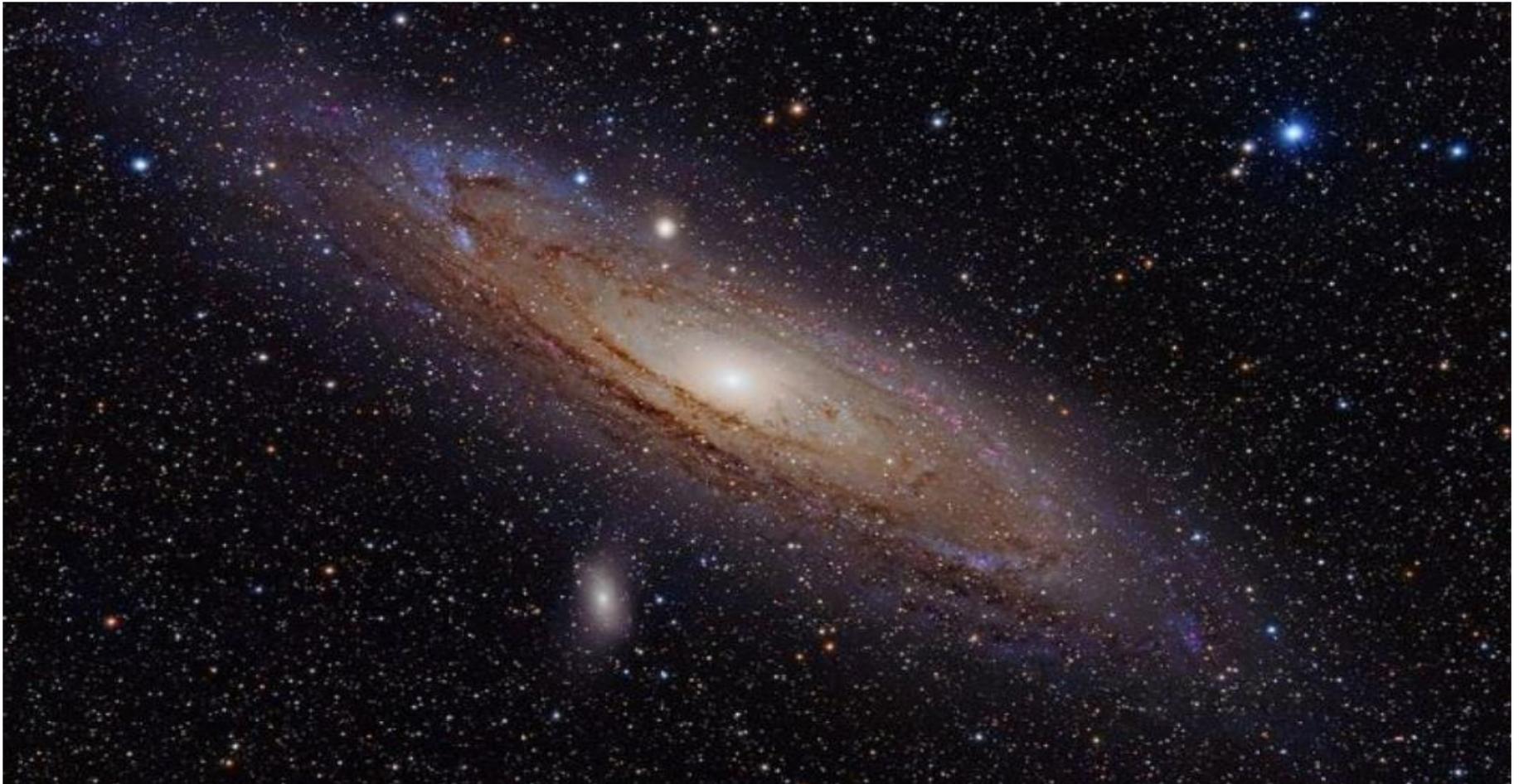


Ein Blick in den Nachthimmel bzw.
in den Weltraum ist immer
ein Blick in die Vergangenheit

Die Milchstraße – unsere Heimatgalaxie

Eine Spiralgalaxie (*Andromeda-Nebel*, Entfernung 2,5 Mio. Lichtjahre)

ähnlich unserer Heimatgalaxie, der **Milchstraße**



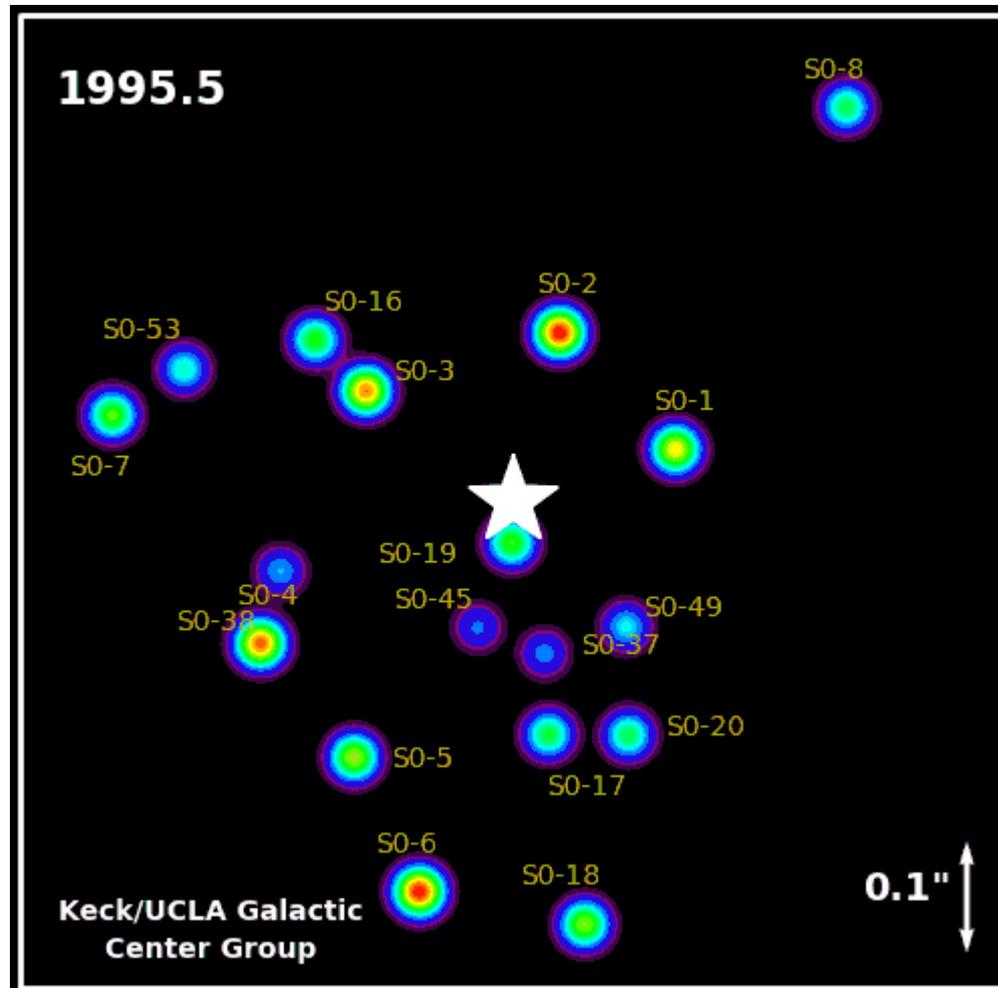
Die Milchstraße – unsere Heimatgalaxie

Die Milchstraße – von der Erde aus gesehen



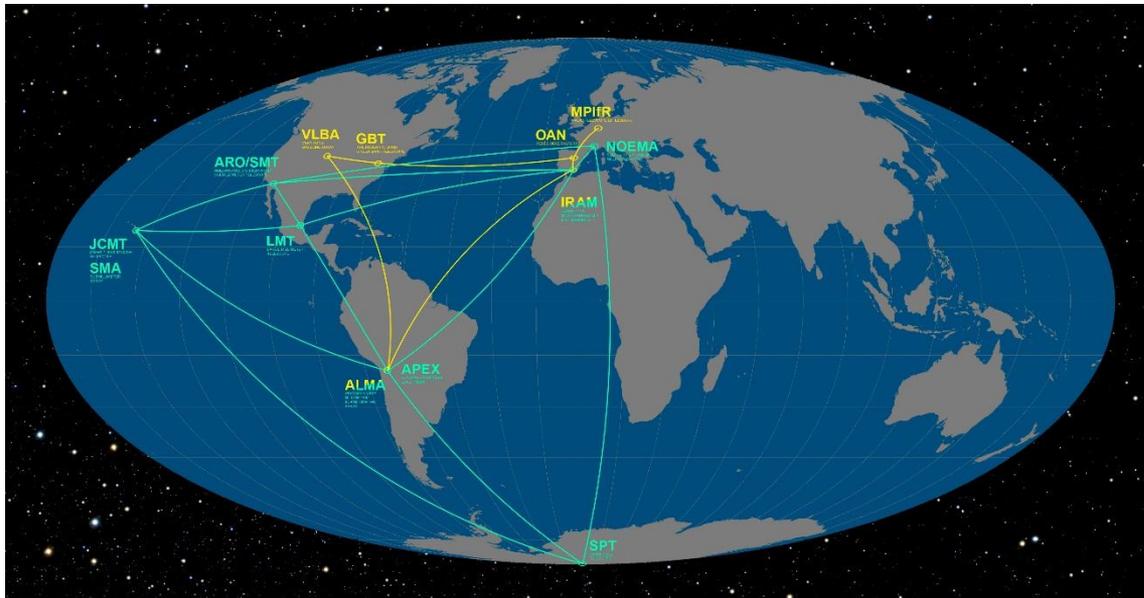
Schwarze Löcher

Ein **schwarzes Loch** im Zentrum der Milchstraße (genannt *Sagittarius A**)
(Größe: 4 Mill. Sonnenmassen, 20% der Merkur-Bahn, 27.000 Lichtjahre entfernt)



Das erste reale Bild eines Schwarzen Lochs

- EHT Event Horizon Telescope – ein Verbund aus acht riesigen Radioteleskopen, die über den gesamten Globus verteilt sind
- Auszeichnung mit dem Breakthrough Preis der USA



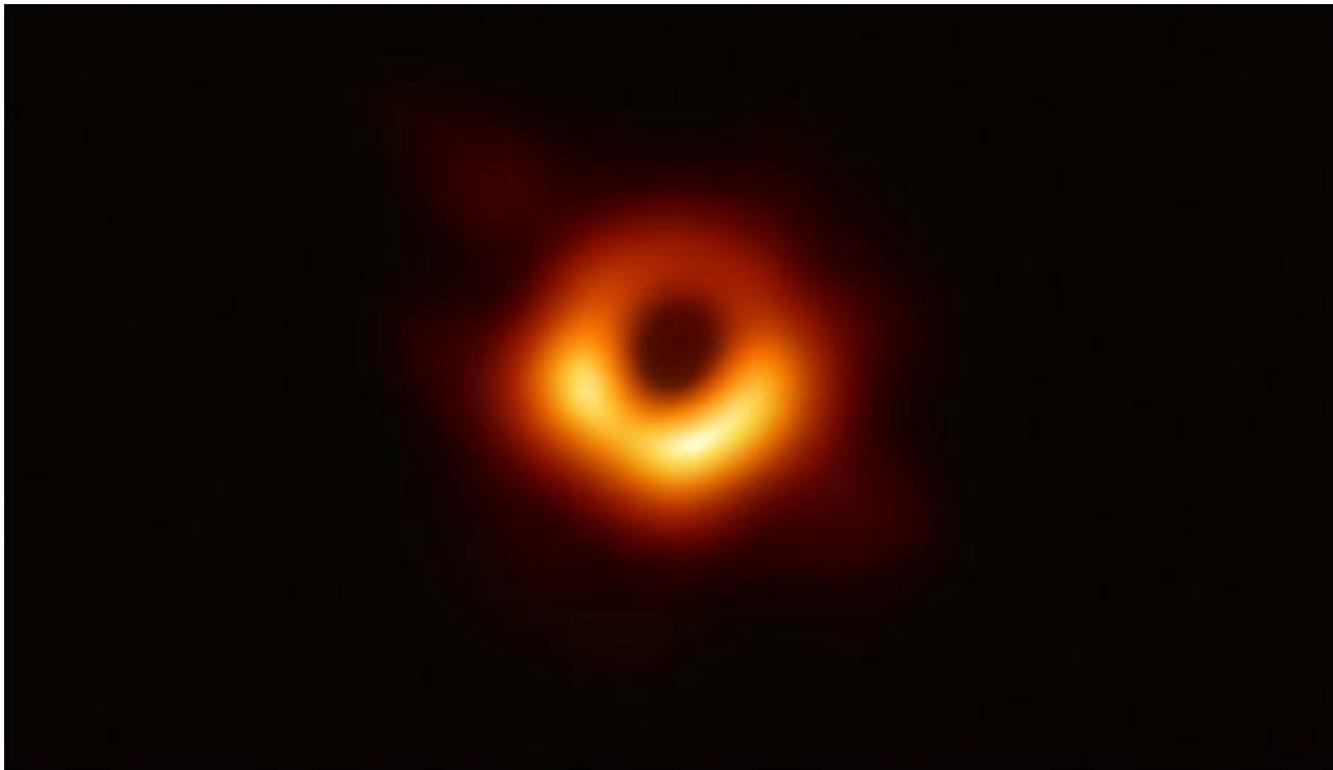
EHT - Event Horizon Telescope



Radioteleskop ALMA in Chile

Das erste reale Bild eines Schwarzen Lochs

EHT Event Horizon Telescope - 2019



*Schwarzes Loch
in der
Galaxie M87
(Virgo-Galaxien-
haufen)
im Sternbild
Jungfrau*

*55 Millionen
Lichtjahre
entfernt*

Wie ist das Universum entstanden?



Wie ist das Universum entstanden?



„Ich möchte das Universum ganz und gar verstehen, ich möchte wissen, warum es so ist, wie es ist, und warum es überhaupt existiert.“

Stephen Hawking

- Wissenschaftliche Schwerpunkte von Stephen Hawking:
 - Mathematische Herleitung des Urknalls
 - Entwicklung des Universums
 - Wirkungsweise von Schwarzen Löcher

Wie ist das Universum entstanden?

Urknall-Theorie

- Kosmischer Urknall vor ca. 14 Milliarden Jahren
- Alle Energie und Materie war an einem (winzigen!) Punkt konzentriert

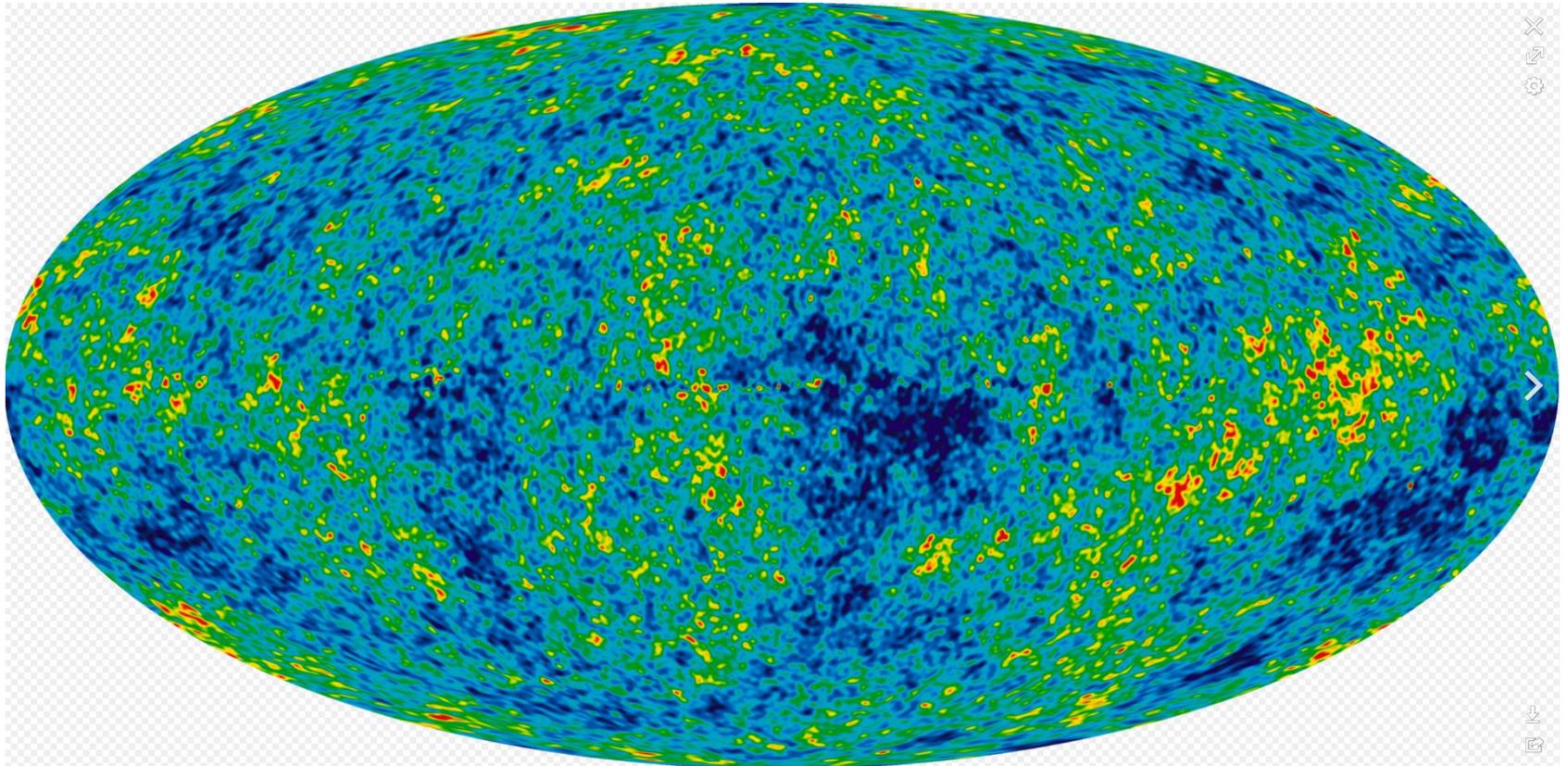
Durch den Urknall entstand folgendes:

- Raum und Zeit
- Alle Elementarteilchen und daraus das Periodensystem der Elemente
- Alle physikalischen Gesetze
- Und das Universum dehnt sich kontinuierlich weiter aus ...

Wie kann der Urknall nachgewiesen werden?

- Kosmische Hintergrundstrahlung (2,7 Grad Kelvin, entdeckt 1964)
- Im ganzen Universum gleichförmig verteilt (Grundrauschen)

Kosmische Hintergrundstrahlung



*Temperaturschwankungen in der kosmischen Hintergrundstrahlung (Mikrowellenstrahlung).
Temperatur: 2,7 Grad Kelvin. Schwankung: 0,1 %*

Aufgenommen durch die Raumsonde WMAP (Mission 2001–2010)

Wie groß ist das Universum? – Maßstab 1

Lichtgeschwindigkeit
= 300.000
Kilometer/Sekunde

7,5 mal um die Erde
pro Sekunde

Sonne



Erde



Nächster Stern



Alpha
Centauri

Maßstab: Erde-Sonne = 1 cm
1 Lichtjahr = 630 Meter

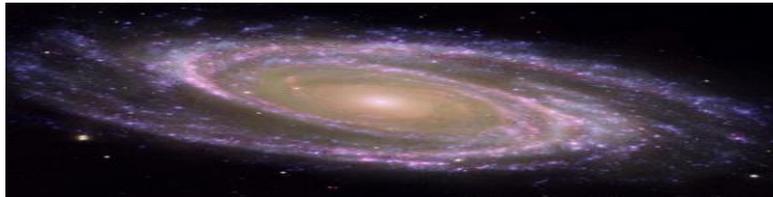
1 cm

= 8,3 Lichtminuten

2,7 km

= 4,3 Lichtjahre

Milch-
straße



47.000 km

Mit dem bloßen Auge können wir
normale Sterne wie die Sonne max. in
60 Lichtjahre Entfernung noch erkennen
(= 40 km im Maßstab 1)

= 75.000 Lichtjahre

Milch-
straße



Andromeda
Nebel



1,6 Mio Km

= 2,5 Millionen Lichtjahre

Das ganze Universum

56 Mrd Km

= 90 Milliarden Lichtjahre

Wie groß ist das Universum? – Maßstab 2

Sonne



Erde



Nächster Stern



Alpha Centauri

Maßstab: Erde-Stern = 1 cm
1 Lichtjahr = 2,3 mm

1 cm

= 4,3 Lichtjahre

Milchstraße



175 Meter

Mit dem bloßen Auge können normale Sterne wie die Sonne max. in 60 Lichtjahre Entfernung noch erkennen (= 15 cm im Maßstab 2)

= 75.000 Lichtjahre

Milchstraße



Andromeda Nebel



6 Km

= 2,5 Millionen Lichtjahre

Das ganze Universum

212.000 Km

= 90 Milliarden Lichtjahre

Wie groß ist das Universum? – Maßstab 3

Sonne



Erde



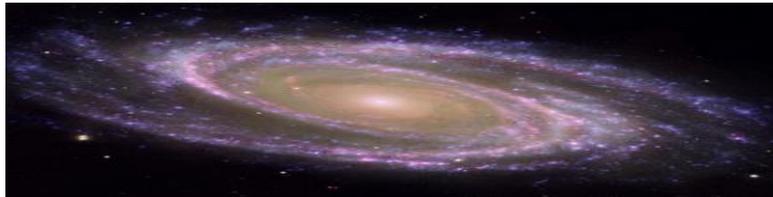
Nächster Stern



Maßstab: Milchstraße = 1 cm



Milchstraße



1 cm

Mit dem bloßen Auge können normale Sterne wie die Sonne max. in 60 Lichtjahre Entfernung noch erkennen (= 0,01 mm im Maßstab 3)

= 75.000 Lichtjahre

Milchstraße



Andromeda Nebel



34 cm

= 2,5 Millionen Lichtjahre

Das ganze Universum

12 Km

= 90 Milliarden Lichtjahre

Gibt es Leben im All außerhalb der Erde?



- *Terrestrische Bedingungen (= Habitale Zone)*
- *Wasserstoff, Helium, Kohlenstoff, Sauerstoff*

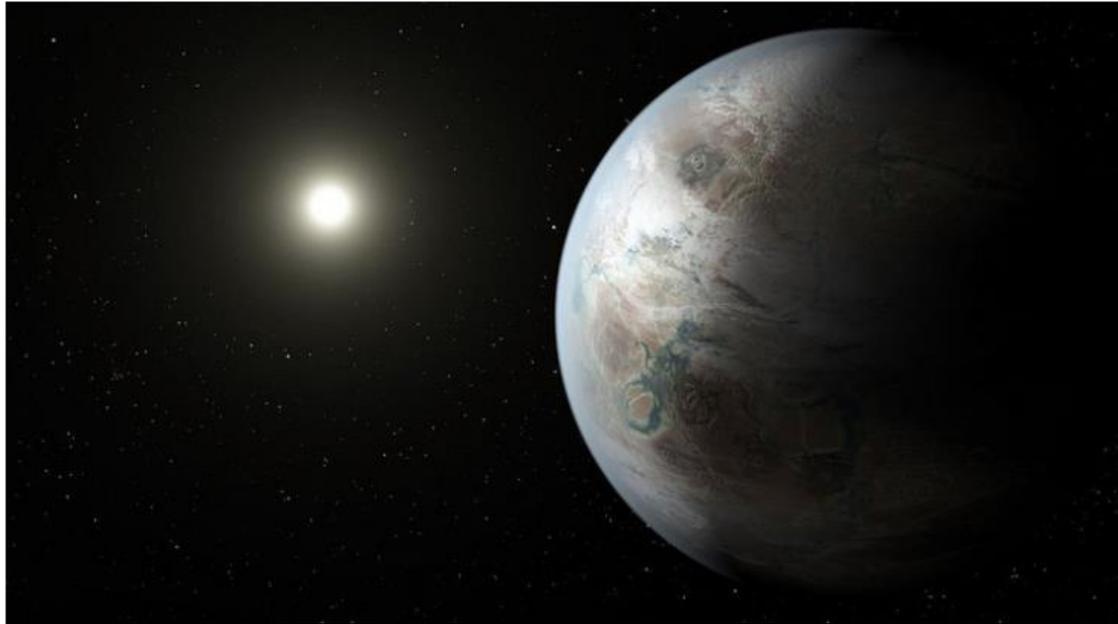
- Planeten mit dem „richtiger Abstand“ zum Zentralgestirn (Sonne)
- Es wurden bereits 3.600 „Exo-Planeten“ gefunden (2018)
- Davon 352 erdähnliche Exo-Planeten
- Wir haben bisher nur in einem Umkreis von einigen Tausend Lichtjahren gesucht

Gegenfrage:

- Warum sollte es kein weiteres Leben im Universum geben?
- Der Hauptgrund ist vermutlich, dass wir es uns nicht vorstellen können oder wollen!

Gibt es Leben im All außerhalb der Erde?

Wasser in der Atmosphäre eines Exo-Planeten entdeckt



NASA

Mit dem Weltraumteleskop Hubble haben Astronomen jetzt **erstmals Wasser in der Atmosphäre** eines Planeten – der seine Bahn in der lebensfreundlichen Zone eines Sterns zieht – nachgewiesen. Damit wird der **124 Lichtjahre von uns entfernte** Exoplanet K2-18b zum bislang besten Kandidaten für die Suche nach Leben außerhalb unseres Sonnensystems, wie die Forscher im Fachblatt „Nature Astronomy“ berichten. Denn bislang ließ sich Wasserdampf lediglich in den Atmosphären großer Gasplaneten nachweisen, insbesondere bei „Heißen Jupitern“, die sehr nahe an ihrem Stern kreisen.

Sept. 2019

Um als Kandidat für eine lebensfreundliche Welt infrage zu kommen, muss ein Exoplanet vor allem zwei Bedingungen erfüllen: Er muss erstens sein Zentralgestirn in der habitablen Zone – in der die Temperatur flüssiges Wasser an der Oberfläche überhaupt ermöglicht – umkreisen. Und zweitens muss es dort tatsächlich Wasser geben. Optimal wäre es, wenn ein solcher Planet zusätzlich in seiner Größe und Masse unserer Erde

Gibt es Leben im All außerhalb der Erde?

Zukunft: Vereinigte Föderation der Planeten? (Gründung am 11. Okt. 2161, Zitat aus *STAR TREK*)

Wir werden diese Planeten wohl nie besuchen können! (*Robinson Crusoe Effekt*)



Besucher aus dem All?

Sollen wir nur beobachten oder aktiv auf uns aufmerksam machen, indem wir gezielt Nachrichten ins All senden?

Stephen Hawking:

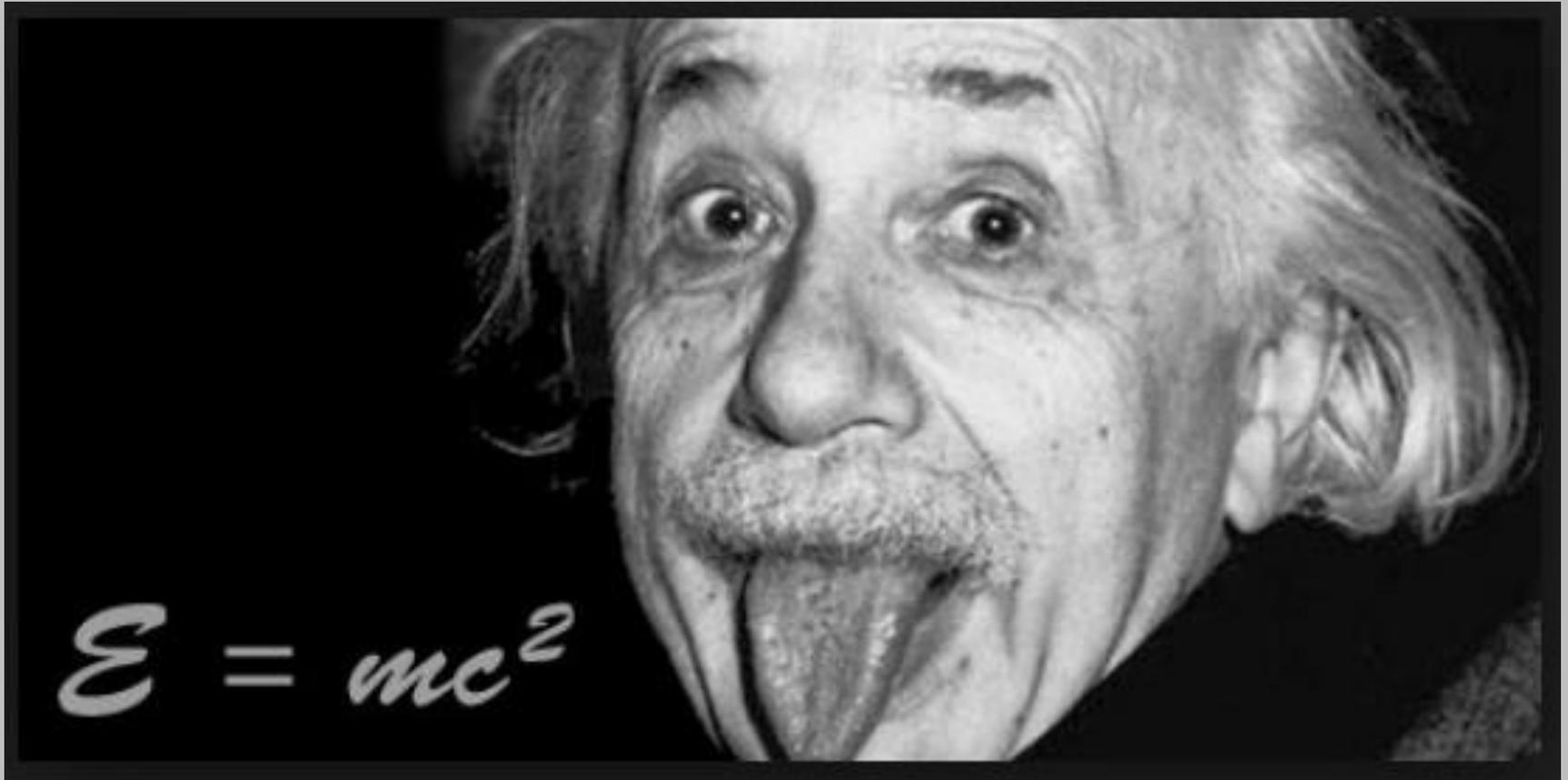
„Wir brauchen nur auf uns selbst zu schauen, um zu sehen, wie intelligentes Leben sich in etwas entwickelt, das wir nicht zu treffen wünschen.“

Wenn Aliens uns jemals einen Besuch abstatten, könnten die Folgen ähnlich sein wie nach der Ankunft von Christoph Kolumbus in Amerika, was den Indianern nicht gut bekam.

Die Außerirdischen werden sehr viel mächtiger sein als wir und messen uns vielleicht nur wenig Wert zu!“



Vielen Dank!



Die Relativitätstheorie

von Albert Einstein

Historisches Umfeld

Physikalische Erkenntnisse

Philosophische Bedeutung

www.guidokuper.de