


Dürrenmatts

*Die Physiker*

vor dem physikalischen  
Hintergrund

# *Eine Komödie?*

---

- Der Inhalt
- Das Thema: Wissenschaft – Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse  Ethik
- Die geschlossene Form im Widerspruch:  
klassischer Aufbau  
konsequente zwei Teilung
- Die Komödie ist eine Kriminalgeschichte ohne Überlebende und ohne Ausweg!

# ***Die Aussage (Dürrenmatts 21 Punkte zu den Physikern)***

---

- nicht der Inhalt sondern die Auswirkungen der Physik sind das Ziel des Dramas
- den Auswirkungen kann man nicht entkommen
  - Planmäßiges ist zum Scheitern verurteilt
  - Zufall
  - Paradoxes
- **Absage an die Wissenschaft:**

*Unsere Wissenschaft ist schrecklich geworden, unsere Forschung gefährlich, unsere Erkenntnis tödlich. Es gibt für uns Physiker nur noch die Kapitulation vor der Wirklichkeit.  
ir müssen unser Wissen zurücknehmen, ....*

# ***Das Manhattan- Project (MED)***

---

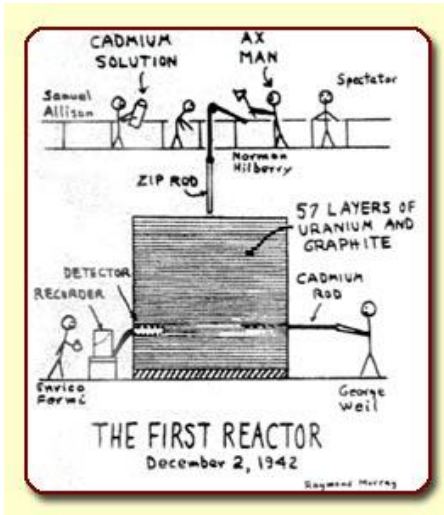
- **Leitung: J. Robert Oppenheimer**
- **Staff: ca. 150 Spitzenwissenschaftler (Immigranten)  
einige 1000 Mitarbeiter**
- **Angriff Japans auf Pearl Harbor am 7. Dezember 1941**
- **Ziel: Entwicklung von Nuklearwaffen**

# *Die „Scientific Community“*

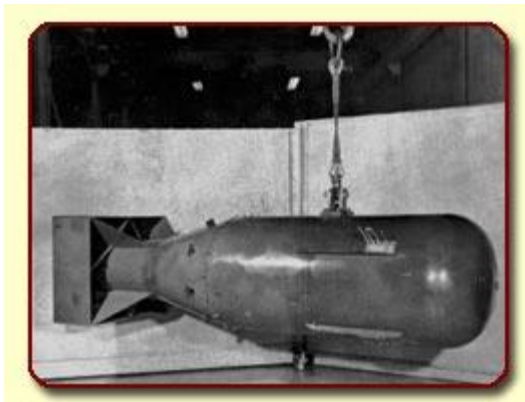
---

- 4 Briefe Einsteins an Roosevelt
- Anfang 1945: erste Bedenken gegen den Abwurf der Bombe
- 1. Gremium von Wissenschaftlern (Compton, Fermi, Lawrence Oppenheimer): Bombe unvermeidlich
- amerikanische Präsident, Harry S. Truman, schuf ein "Interim Committee" (internationale Zusammenarbeit)

# Der Bau der Bombe



- 1942 Bau des 1. Kernreaktors durch Enrico Fermi (erste selbst erhaltenden Kettenreaktion)
- 1943 Das Laboratorium von Los Alamos (Radioaktivität, Bombe)
- 1945 Die Herstellung von Plutonium



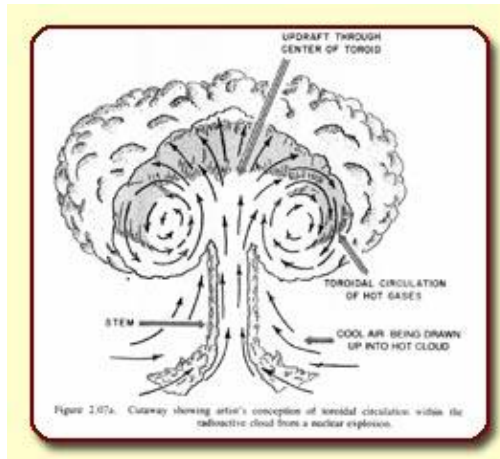
- der Trinity Test
- Hiroshima und Nagasaki "Little Boy" und „Fat Man“



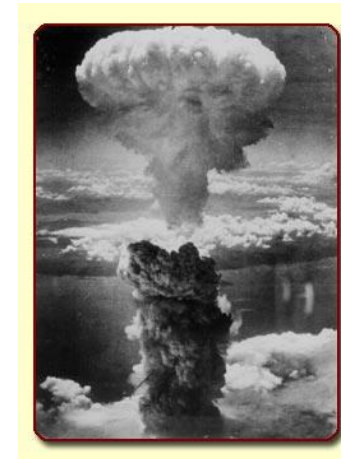
# Die Wirkung (1)

---

- Die radioaktive Wolke



Eine Darstellung der radioaktiven Wolke nach einer Atomexplosion



Die radioaktive Wolken über Nagasaki mit einer Höhe von über 18km

- Der radioaktive Fallout

Fall-out der 15 Mt Bombe, die am 1. März 1954 am Bikini Atoll - Verseuchung von mehr als 18000 km<sup>2</sup>, weltweite Erhöhung der Radioaktivität in den fünfziger Jahren

# Die Wirkung (2)

- Schockwelle



- Wärmestrahlung



- Anfängliche radioaktive Strahlung
- (n- und  $\gamma$ - Strahlen)

Casualty rates at Hiroshima and Nagasaki depending on distance from ground zero.  
The fatality numbers include those who died from radiation effects within a few month after the explosions. (After Glasstone and Dolan, 1977, Table 11.09, p. 544.)

Distance from Epicenter	Population	% Killed	% Injured
<b>Hiroshima</b>			
0-1.0 km	31,200	86%	10%
1-2.5 km	144,800	27	37
2.5-5.0 km	80,300	2	25
Total	256,300	27	30
<b>Nagasaki</b>			
0-1.0 km	30,900	88%	6%
1-2.5 km	27,700	34	29
2.5-5.0 km	115,200	11	10
Total	173,800	22	12

- elektromagnetische Strahlung (Ionisierung der Luft, große Zahl an  $e^-$  und positiven Ionen; Beeinträchtigung der Kommunikationsmöglichkeiten)

# Superwaffen

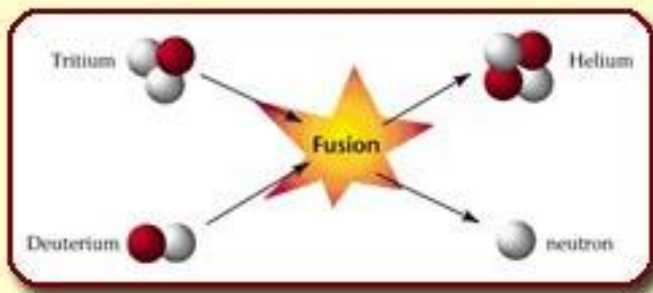
---

- immer größere Atombomben



Von den USA 1962-1984 gebaute 155mm Artillerie-Projektile mit nuklearen Sprengköpfen, wahrscheinlich mit Plutonium, vom Typ W48 ; seine Sprengkraft entspricht 0.1 kt TNT (Trinitrotoluol)

- neue Technologien: die Wasserstoffbombe



Das Schema einer Deuterium-Tritium Fusionsreaktion

Fusionsbomben – „thermonukleare Explosion“:  
40 Millionen mal effizienter als eine TNT Bombe

# *Wettrüsten – Kalter Krieg*

---

- Gleichgewicht der Macht zwischen der UDSSR und den USA
- 1. Sowjetische Atombombe 29.8.1949. (Deutsche Wissenschaftler, Spionage)
- Beteiligung aller Siegermächte und nachfolgenden aller Staaten mit nennenswertem militärischem Potential
- 1954 Bikini Atoll (Pazifik) Tests mit thermonuklearen Waffen hoher Sprengkraft durchgeführt (Bravo Explosion) – verheerende Folgen
- **Gegenwärtige Kernwaffenarsenale:**  
USA: 7500, Russland: 8200, UK: 200, Frankreich: 350, China: 400, Indien: 30 bis 40, Pakistan: 30 bis 40 und in Israel und Umgebung: 200.

# Erste Abrüstungsbestrebungen

---

- Wissenschaftler werden zu vollwertige Partner im politischen Prozess
- zivile Nutzung der Kernenergie - wirtschaftlichen Aussichten
- Forschungen zur Atomenergie unter zivile Kontrolle
- das Bulletin der Atomwissenschaftler



Präsident Truman unterzeichnet das Dokument zur Gründung der US Atomic Energy Commission , 1.August 1946



1947 erschien diese Uhr das erste Mal auf der Titelseite des „Bulletin“ und informierte "wie viel es geschlagen hat".

# Beginnende Internationale Zusammenarbeit

---



- 1946 Weltföderation der Wissenschaftler WFSW (Frédéric Joliot-Curie)
- Die internationale Konferenz zur friedlichen Nutzung der Atomenergie in Genf 1955
- Atome für den Frieden (UNO)



- Das Einstein-Russel Manifest: Caxton Hall, London am 9. Juli 1955

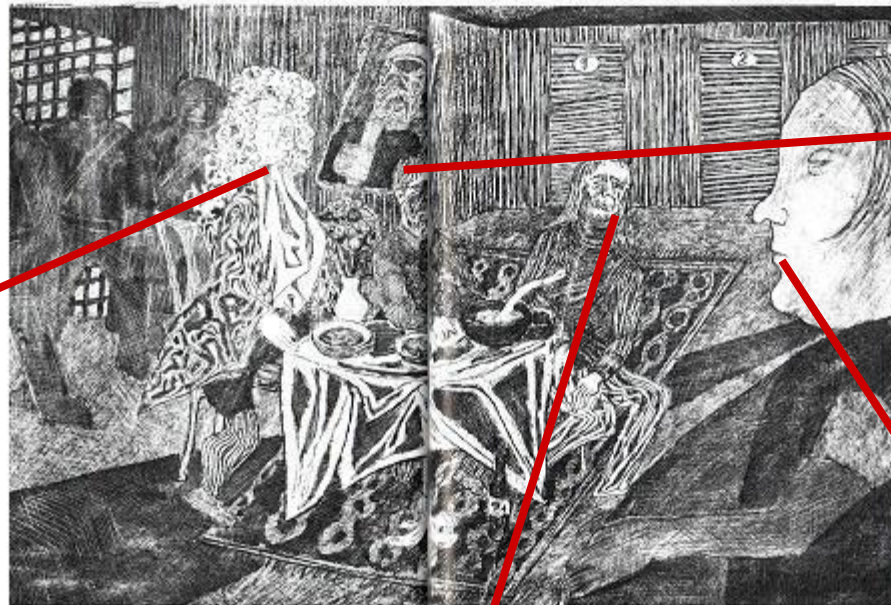
# Atomtestsperrverträge

---

- 1957 Die Pugwash Konferenz (Gesprächsforum)
- Die Göttinger Erklärung der 18 und die VDW
- Die International Atomic Energy Agency (IAEA) in Wien  
Überwachung der Kernenergie und der damit verbundenen Sicherheit sowie der Transfer von nuklearer Sicherheit und von Technologie
- Atomtestsperrverträge 1963 bis



# Die Protagonisten



*Albert Einstein*  
1879-1955



*Johann Wilhelm Möbius*  
*alias*  
*August Ferdinand Möbius*

*Fräulein Doktor*  
*Mathilde von Zahnd*  
*Physikalisch unbedeutend!*

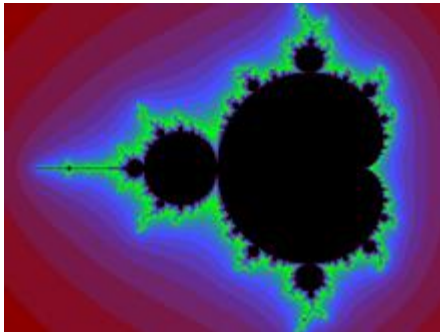
# *August Ferdinand Möbius (1790 – 1826)*

---

Deutscher Mathematiker und Astronom an der Universität Leipzig



Maurits Cornelis Escher (1898 -1972)  
niederländischer Künstler und Grafiker - Darstellung unmöglicher Figuren



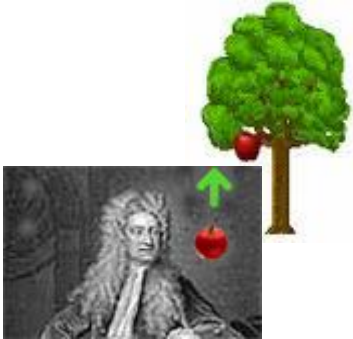
Benoît B. Mandelbrot – Mandelbrotmenge  
Chaostheorie



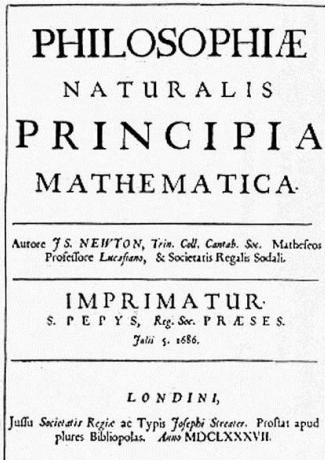
Penrose Dreieck - Tribar

# Newton und die Gravitation

---



Newton bringt Himmel und Erde zusammen:  
Die Schwerkraft wirkt auf alle Dinge gleich!




- 3 Axiome (Bewegungsgesetze)
- Das Gravitationsgesetz
- Konzepte von absoluter Zeit, absolutem Raum (keine Systemabhängigkeit von Bewegungen)
- Relativitätsprinzip – Argumentationsnöte!
- Gegenentwurf zu der Naturphilosophie Descartes' (Aristoteles!)

# *Magnetismus und Elektrizität*

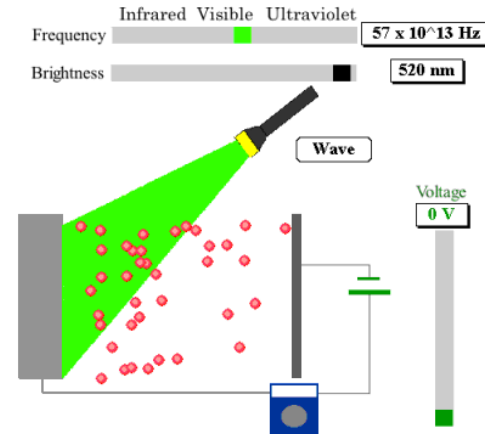
---



- 1821: Ørsted - Elektromagnetismus
- 1831: Faraday - elektromagnetischen Induktion
- James Clerk Maxwell vereinigt E und M  
Maxwellsche Gleichungen  
Berechnung der Lichtgeschwindigkeit   
Licht ist eine elektromagnetische Welle
- Heinrich Hertz – Wellentheorie

# Einstein und die Natur des Lichts

- Der Photoeffekt (Solarzellen)



- Der Ritt auf dem Lichtstrahl:  $v = c$ ,  $c = \text{konst.}$

- ➔ Das Licht steht still, die Zeit steht still!
- ➔ Bewegte Uhren gehen langsamer ( $v = s/t$ )!

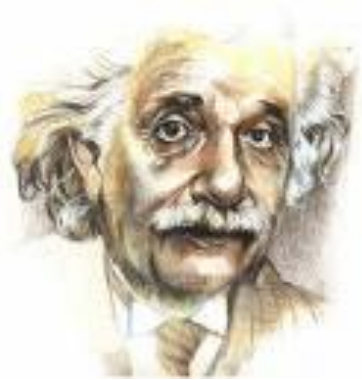
- Das Problem der Gleichzeitigkeit: relativ

- Die Raumzeit (4 Dimensionen)

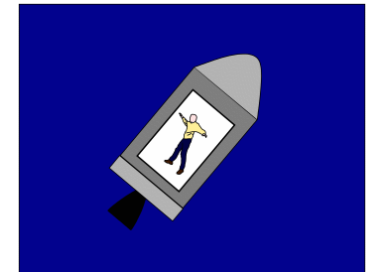
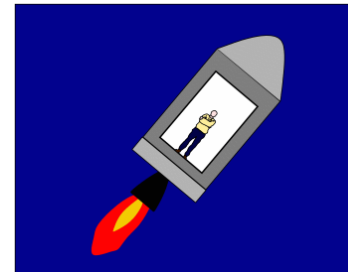
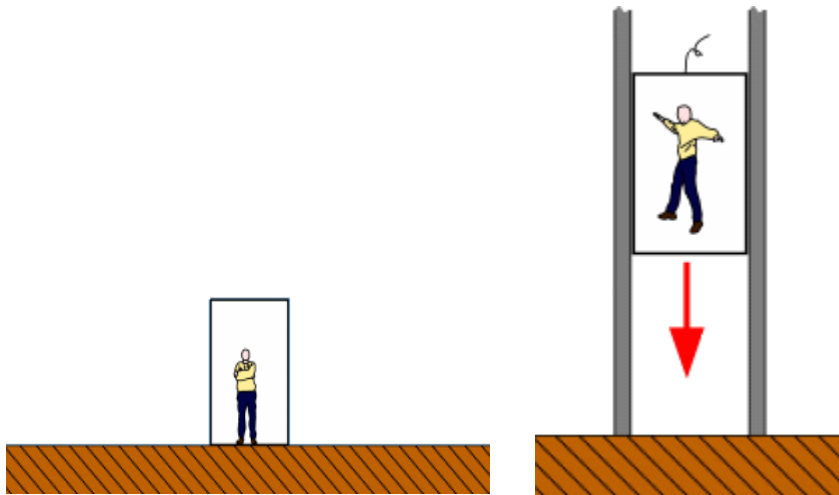
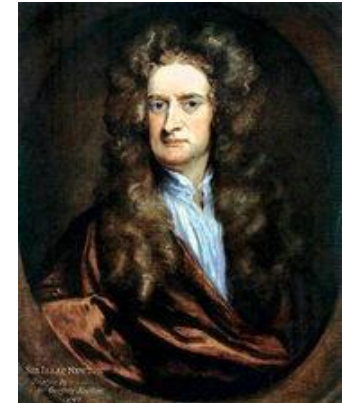


# *Einstein und die Gravitation*

---



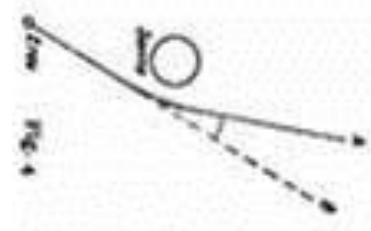
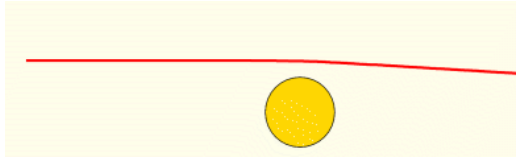
Beschleunigung und Gravitation  
→  
das Äquivalenzprinzip



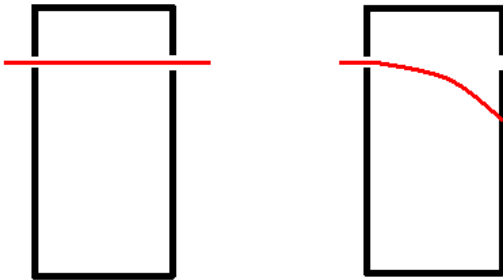
# Licht und Gravitation

---

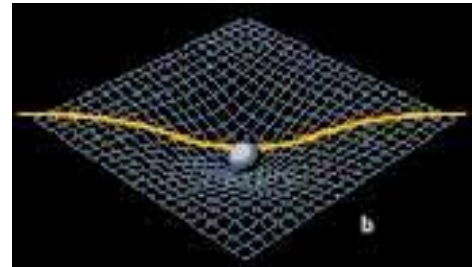
- Das Gravitationsprinzip gilt auch für Licht!



- Lichtablenkung durch Beschleunigung (Folge des Äquivalenzprinzips)



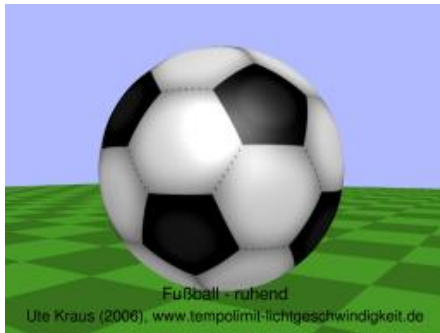
von drinnen von draußen



Raumzeit – Raumkrümmung (Astronomie!)

# Was Einstein nicht sehen konnte

---



Ein Fußball



... mit 90% von c



mit 99% c

# *Die Weltformel - gibt's sie?*

---

**Unification**

Daß ich erkenne, was die Welt  
In ihrem Innersten zusammenhält,  
Daß ich erkenne, was die Welt  
In ihrem Innersten zusammenhält,

**Vereinheitlichung der Feldtheorien**

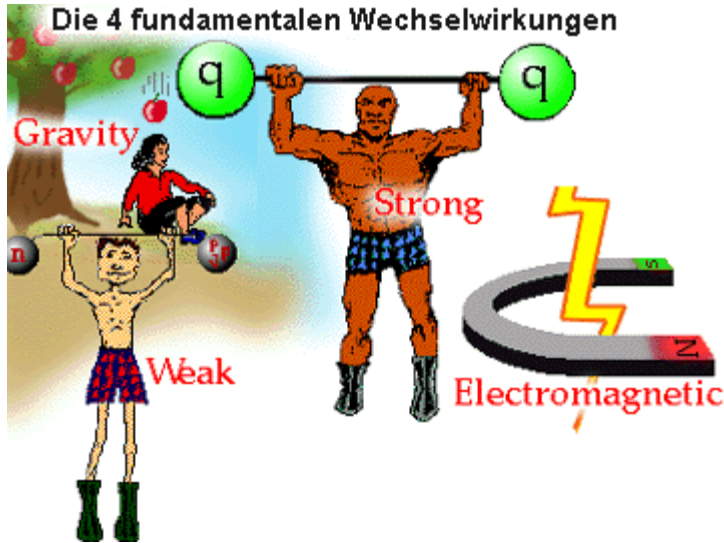
Standardmodelle

**Stringtheorie**

**M-Theory**

**The Theory of Everything**

# Die großen 4



halten die Elementarteilchen  
und das Universum zusammen!



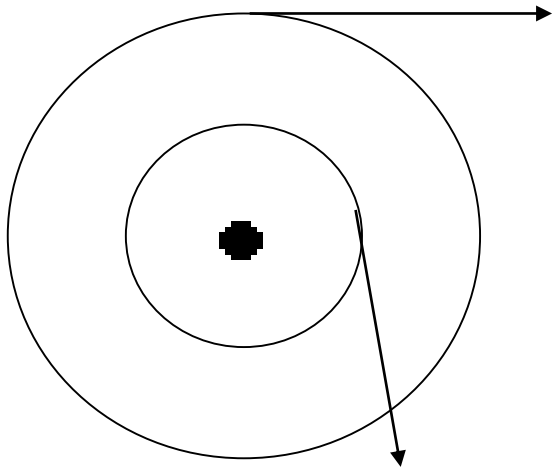
Für Ordnung sorgen dabei:

- die Erhaltungssätze
- Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als nicht überschreitbare universelle Konstante!

# Was Einstein Kopfzerbrechen machte

---

## Das Schwerkrafträtsel



- Keine Gravitation – keine Zentralkraft
- Das geht aber nicht sofort! ( $c$ )
- Auswirkungen kommen  
z.B. auf der Erde mit 8' Verspätung an



Entweder hat Newton unrecht oder ist  $c$  nicht die oberste Grenze für Geschwindigkeiten!

# Einsteins Traum

---

- Die einheitliche Feldtheorie (S.69)

**G**

**$\infty$**

**EM**

- Die Auseinandersetzung mit der Quantenphysik

Einsteins Weltbild



Weltbild der Quantenphysik

- ✓ eindeutige Vorhersage der Zukunft
- ✓ Ablehnung des Zufalls: Gott würfelt nicht
- ✓ Theorie nur dann richtig, wenn sie unabhängig vom Menschen existiert
- ✓ Existenz einer absoluten Ordnung

- ✓ Verunsicherung durch nicht geklärte Paradoxa
- ✓ Vielfalt der Natur
- ✓ Mensch konstruiert die Welt
- ✓ Keine kausalen Zusammenhänge – vernetzte Systeme
- ✓ Zufall, Wahrscheinlichkeit, Statistik
- ✓ atomares Verhalten: S & W

# Das Standardmodell

Weitere Versuche eine einheitliche Theorie zu finden:

## Das Standardmodell der Elementarteilchen

## Das kosmologische Standardmodell

**Standard Model of FUNDAMENTAL PARTICLES AND INTERACTIONS**

The Standard Model summarizes the current knowledge in Particle Physics. It is the quantum theory that includes the theory of strong interactions (quantum chromodynamics or QCD) and the unified theory of weak and electromagnetic interactions (electroweak), gravity is included in this chart because it is one of the fundamental interactions even though not part of the "Standard Model".

FERMIONS				BOSONS			
matter constituents spin = 1/2, 3/2, 5/2, ...				force carriers spin = 0, 1, 2, ...			
Leptons		Quarks		Unified Electroweak		Strong (color)	
Flavor	Mass GeV/c <sup>2</sup>	Electric charge	Flavor	Name	Mass GeV/c <sup>2</sup>	Electric charge	Color Charge
$e^-$ electron	$0.511 \times 10^{-3}$	0	U up	$\gamma$ photon	0	0	0
$\mu^-$ muon	0.105658	-1	D down	$W^+$	80.4	-1	0
$\tau^-$ tau	1.7771	-1	S strange	$W^0$	80.4	+1	0
			C charm	$Z^0$	91.187	0	0
			B bottom				
			T top				

**Structure within the Atom**

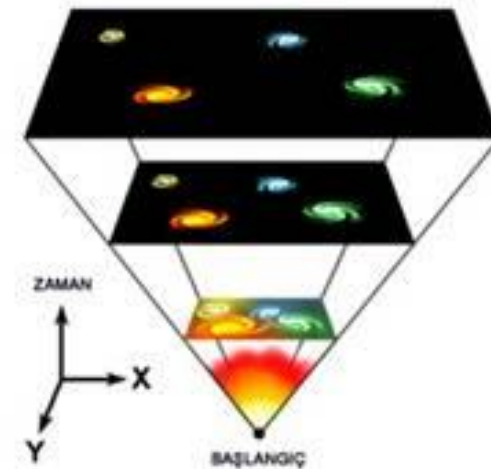
Quark (Size  $\sim 10^{-16}$  m) Electron (Size  $\sim 10^{-16}$  m) Nucleus (Size  $\sim 10^{-14}$  m) Neutron and proton (Size  $\sim 10^{-15}$  m) Atom (Size  $\sim 10^{-10}$  m)

**PROPERTIES OF THE INTERACTIONS**

Interaction	Gravitational	Weak	Electromagnetic	Strong	Mediators
Property	Additive	Non-additive	Additive	Additive	Additive
Force	Always attractive	Attractive or repulsive	Attractive or repulsive	Always attractive	Attractive or repulsive
Range	Infinite	Short	Infinite	Short	Infinite
Strength	Very weak	Very weak	Very strong	Very strong	Very strong

**Diagram: Spacetime Cone**

YAMAN (Time) vs BAŞLANGIÇ (Origin) vs X vs Y axes. A cone representing the expansion of spacetime from a central point.



# *Das Dreiergespräch*

---

- Fortgang der Physik (S.72 ff.)
  - Frage nach der Wirklichkeit
  - Frage nach der Zukunft
  - Grenzen des Erkennbaren
  - Atomphysik<sup>n</sup> – Astrophysik – Raumfahrt - Kommunikation
- Auswirkungen auf die Menschheit (S. 73)

# *Das Finale*

---

- Übernahme der Macht wahnsinnig gewordenen Irrenärztin
- Newton - Einstein – Selbstportraits: formale Lebensläufe
- Möbius (S.86): Repräsentant des neuen Weltbildes resigniert und flieht aus der Realität in die Identität des armen Königs Salomon

# Resümee

---



- Isolation der Physik von der Politik und der Gesellschaft
- Der Forschergeist erstickt im einmal geschaffenen Korsett der Formalität und Fachsystematik.
- keine Chancen auf Fortschritt und Entwicklung durch die Physik
- rückwärts gewandte und pessimistisch