

- Michelson - Morley - Exp.

- Längenkontraktion etc.

Zwillingsparadoxon

- träge Masse = schwere
Masse

- Aufzug - Modell

- Krümmung

- Einstein - Feldgleichung

- "Einstein's größte Erde"

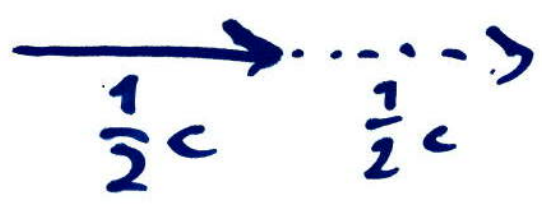
①

⑦

Galileisches

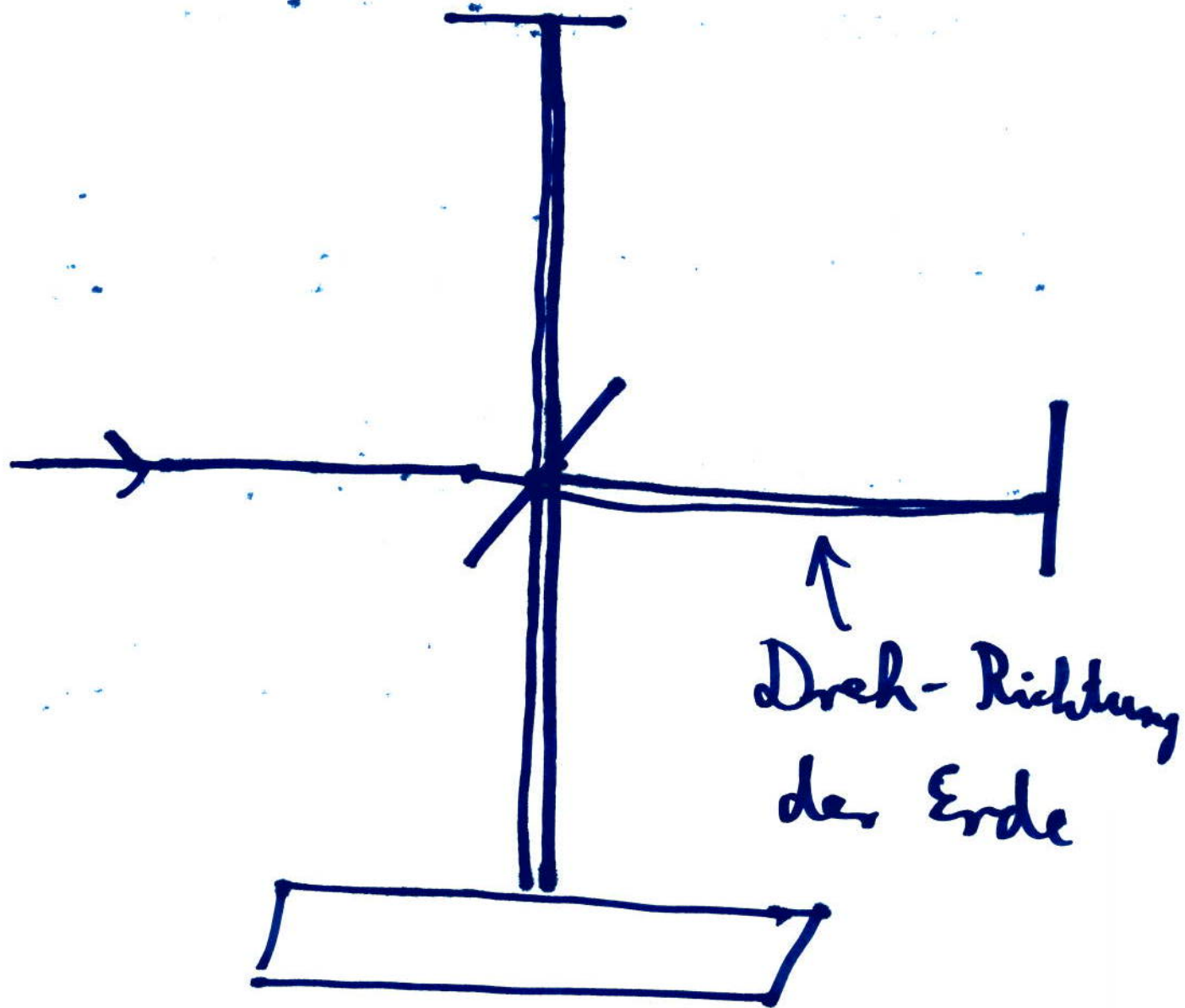
Invarianz-Prinzip:

Alle ~~in~~ nicht-beschleunigten Systeme verhalten sich gleich.



②

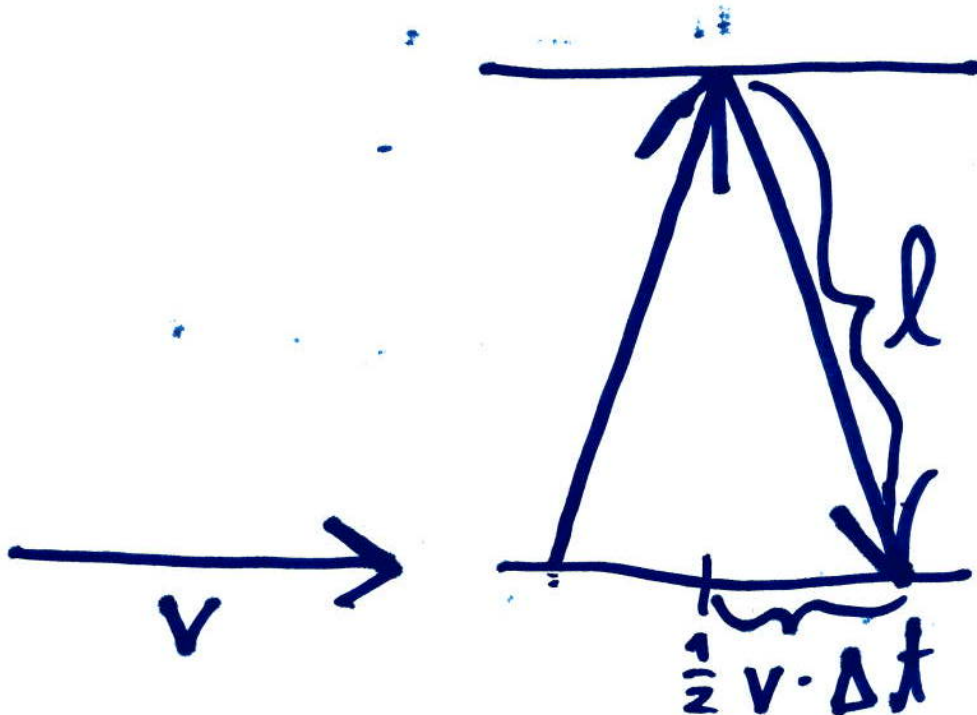
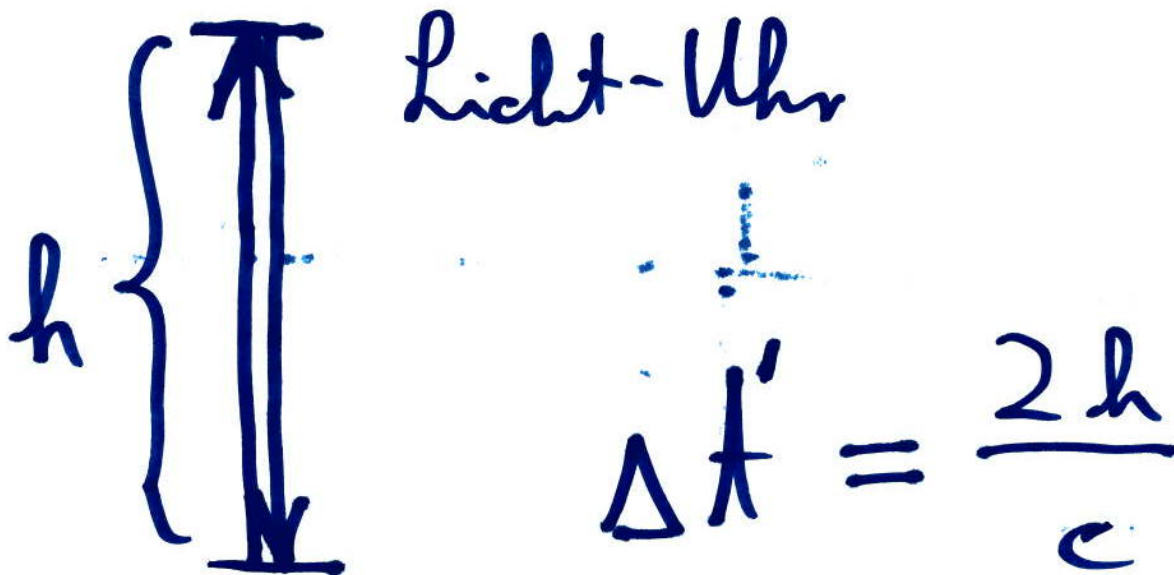
Michelson - Morley - Experiment



Ergebnis: Licht-Geschwindigkeit
bleibt gleich, unabhängig von der Richtung!

③

Licht ist immer
gleich schnell!



④

$$(\cancel{\Delta t})^2 = \left(\frac{1}{2} v \Delta t\right)^2 + h^2$$

$$\Delta t = \frac{2h}{c}$$


$$\begin{aligned} (\Delta t)^2 &= \frac{4h^2}{c^2} = \frac{4}{c^2} \left(\left(\frac{1}{2} v \Delta t\right)^2 + h^2 \right) \\ &= \frac{v^2}{c^2} (\Delta t)^2 + \frac{4}{c^2} h^2 \end{aligned}$$

(5)

$$(\Delta t)^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = \frac{4}{c^2} h^2 = (\Delta t')^2$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Zeit - Dilatation

Δt = Dauer von  des Lichts im bewegten System, gemessen im ruhenden System

$$\Delta x = \Delta x' \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

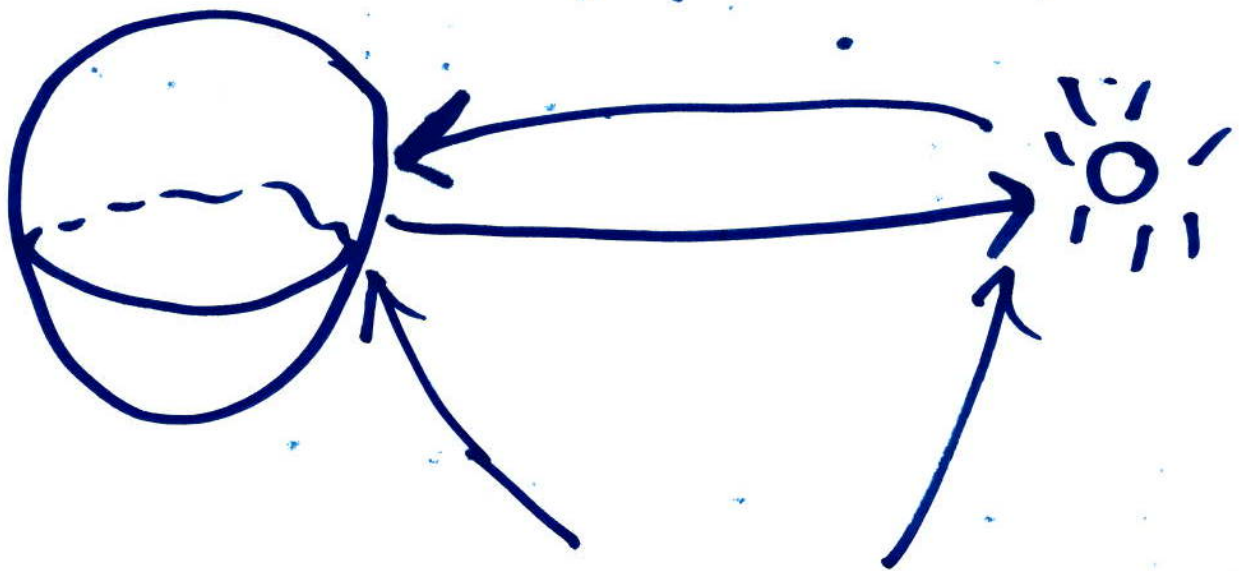
Längenkontraktion

$$m = m_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Ruhe-Masse

Zwillings-Paradoxon

7



Beschleunigung

⇒ Bezugssysteme

nicht äquivalent

② ART

⑧

Äquivalenz-Prinzip

kennt in Formel
✓ $F = ma$ vor

träge Masse

= schwere Masse

↑
müsste
nicht un-
bedingt sein!

↑ kennt in Formel
 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ vor

⑨

Beschleunigtes System
ohne Gravitation

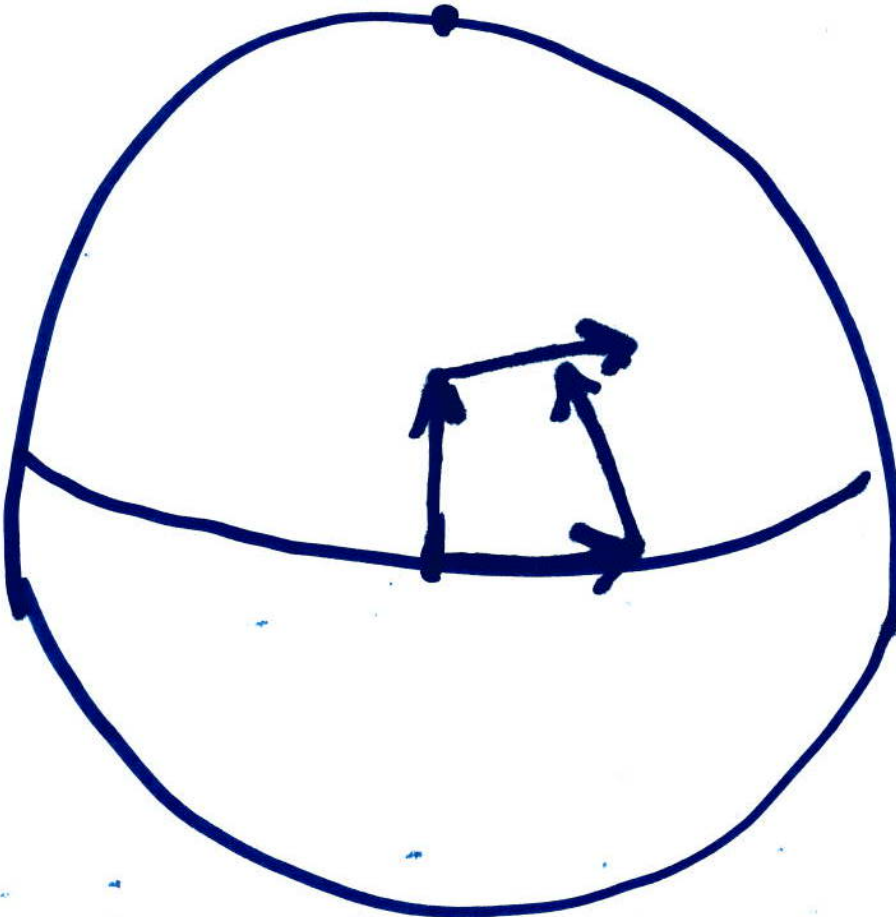
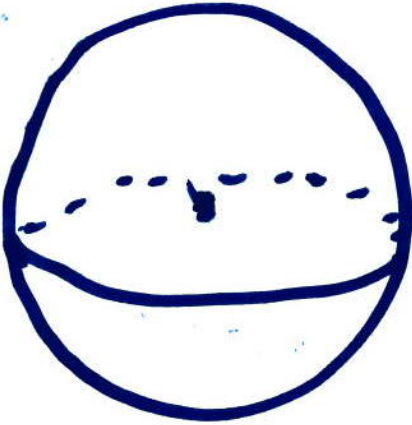
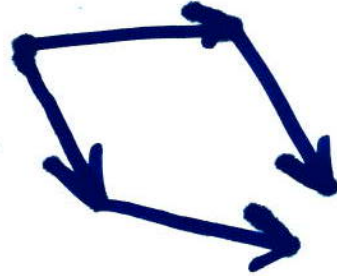
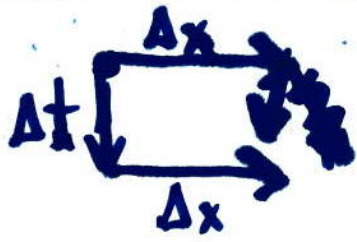
= Ruhendes System
im Schwerfeld

Freier Fall im
Gravitations-Feld

= Ruhendes System ohne Grav.

Raum - Krümmung

10





Kurve hat keine
intrinsische Krümmung!

2-dim:

Sphäre ist gekrümmt,

Zylinder ist nicht gekrümmt.

Einsteinsche Feld-Gleichung

~~Der~~ Punkt der Raumzeit

$$E_{\mu\nu}(x) = \frac{8\pi G}{c^4} \cdot T_{\mu\nu}(x)$$

(wird vollst. lsg über)

Raumzeit-

Krümmung

Energie-
Impuls-
Tensor

Zeit Orts-Koordinaten

$$\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$$

$$T_{0,0} = \text{Massendichte}$$

(13)

$$E_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu}$$

komplette
Krümmung: $R_{\mu\nu} g^{\mu\nu}$

kann Krümmung
enthalten, auch
wenn $R_{\mu\nu} = 0$
(Vakuum)

"Einstein's größte Eselei"

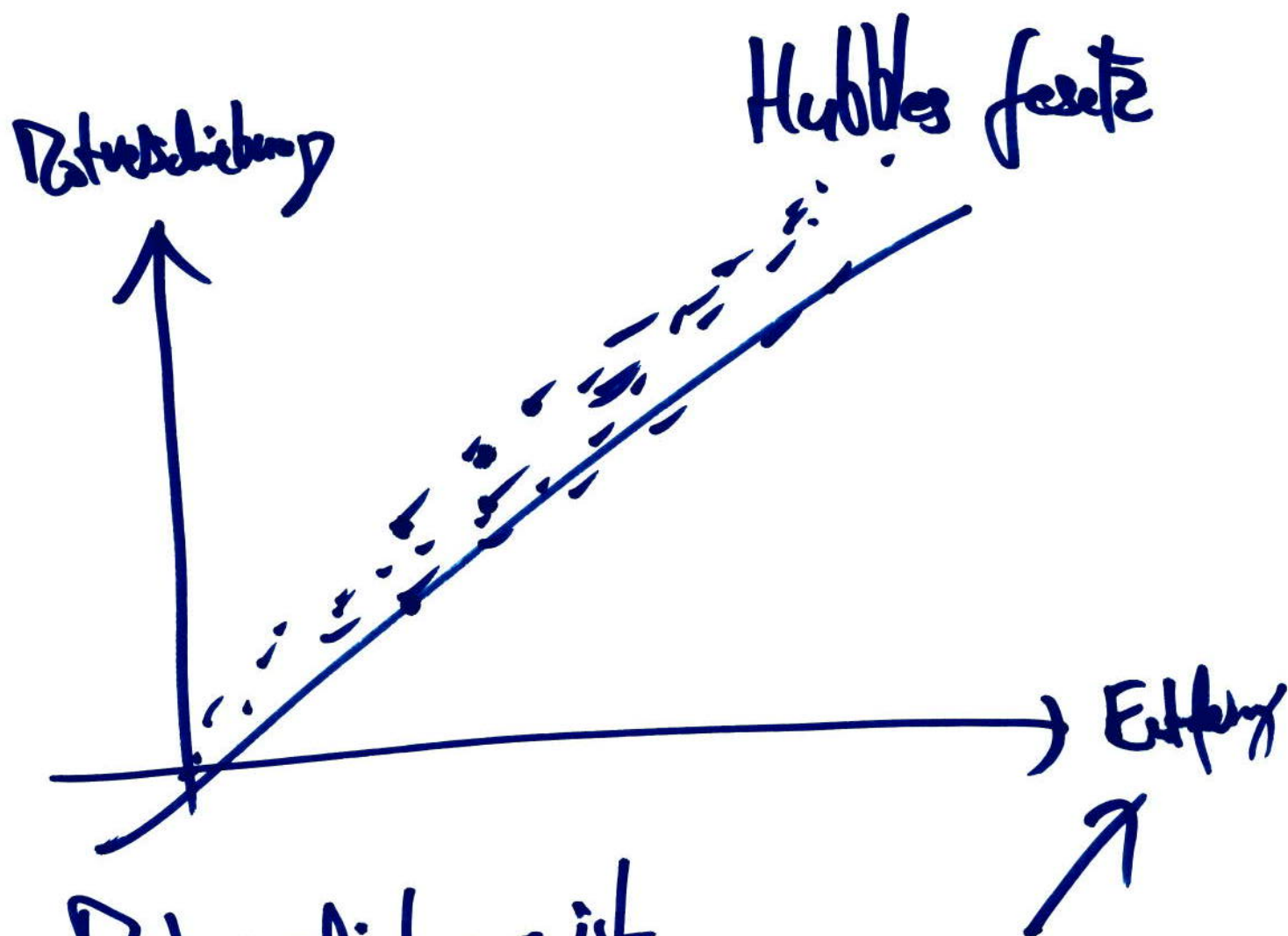
14

$$E_{\mu\nu} - K g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

kosmologische
Konstante

ZUR EXPANSION DES UNIVERSUMS

15



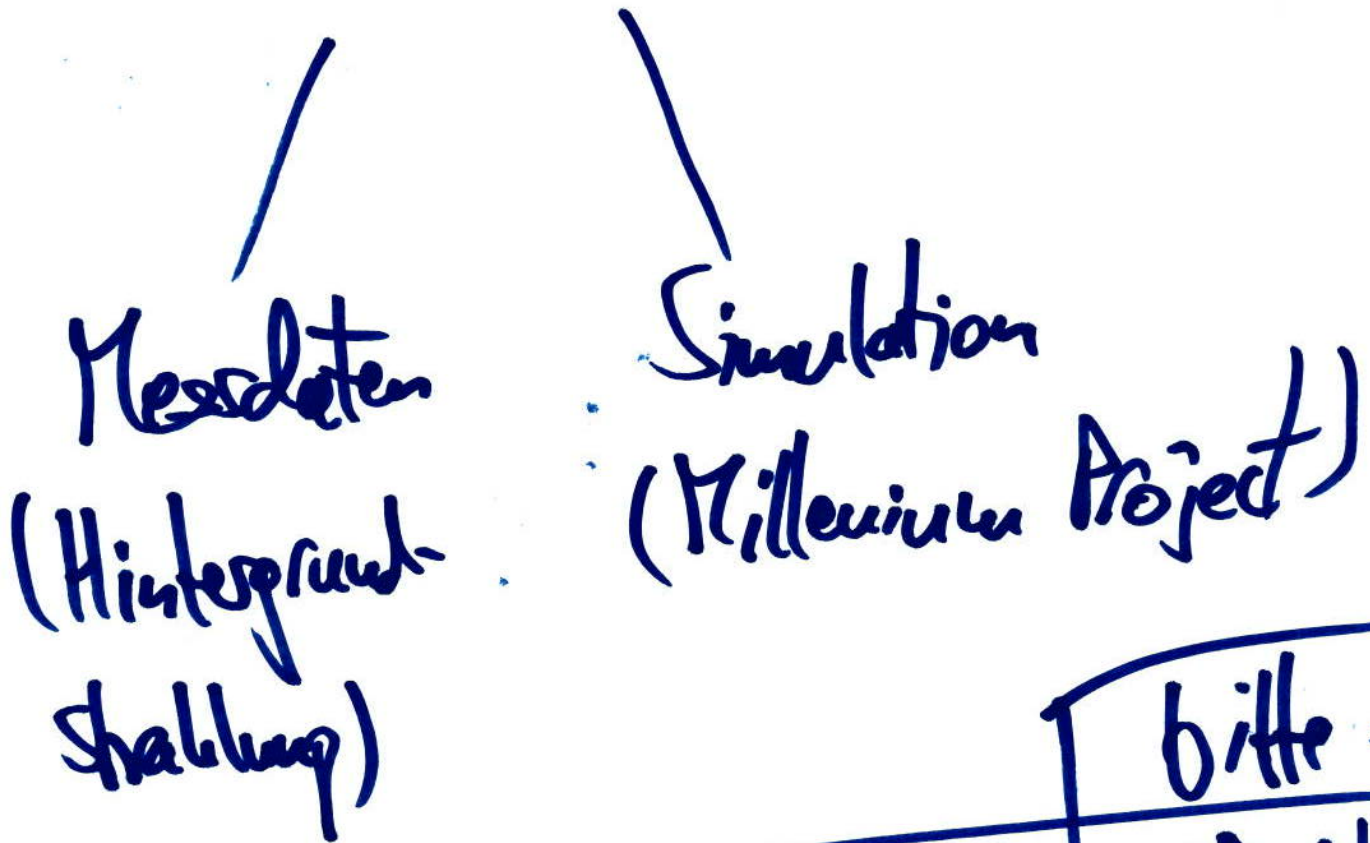
Rotverschiebung ist
direkt proportional
zur Entfernung.

s. „kosmische
Distanzleiter“

→ alle fernen entfernter als
alle nahen.

Filamentstruktur des Universums

(16)



bitte Dankbar

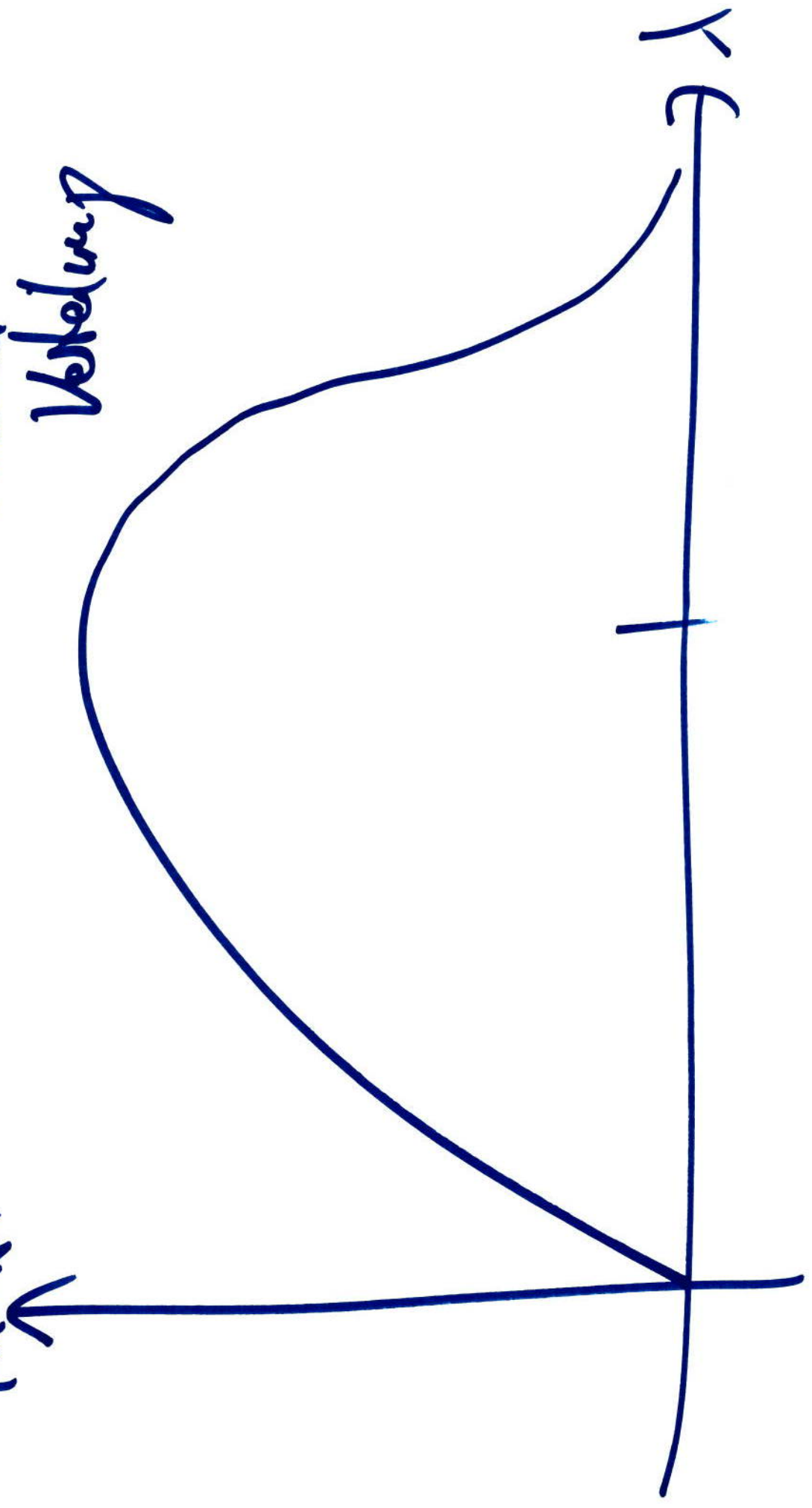
Activation
hypothesis

Zum Fermi-
Paradoxon

15

Belohnung-
Verhehlung

Intensität



P



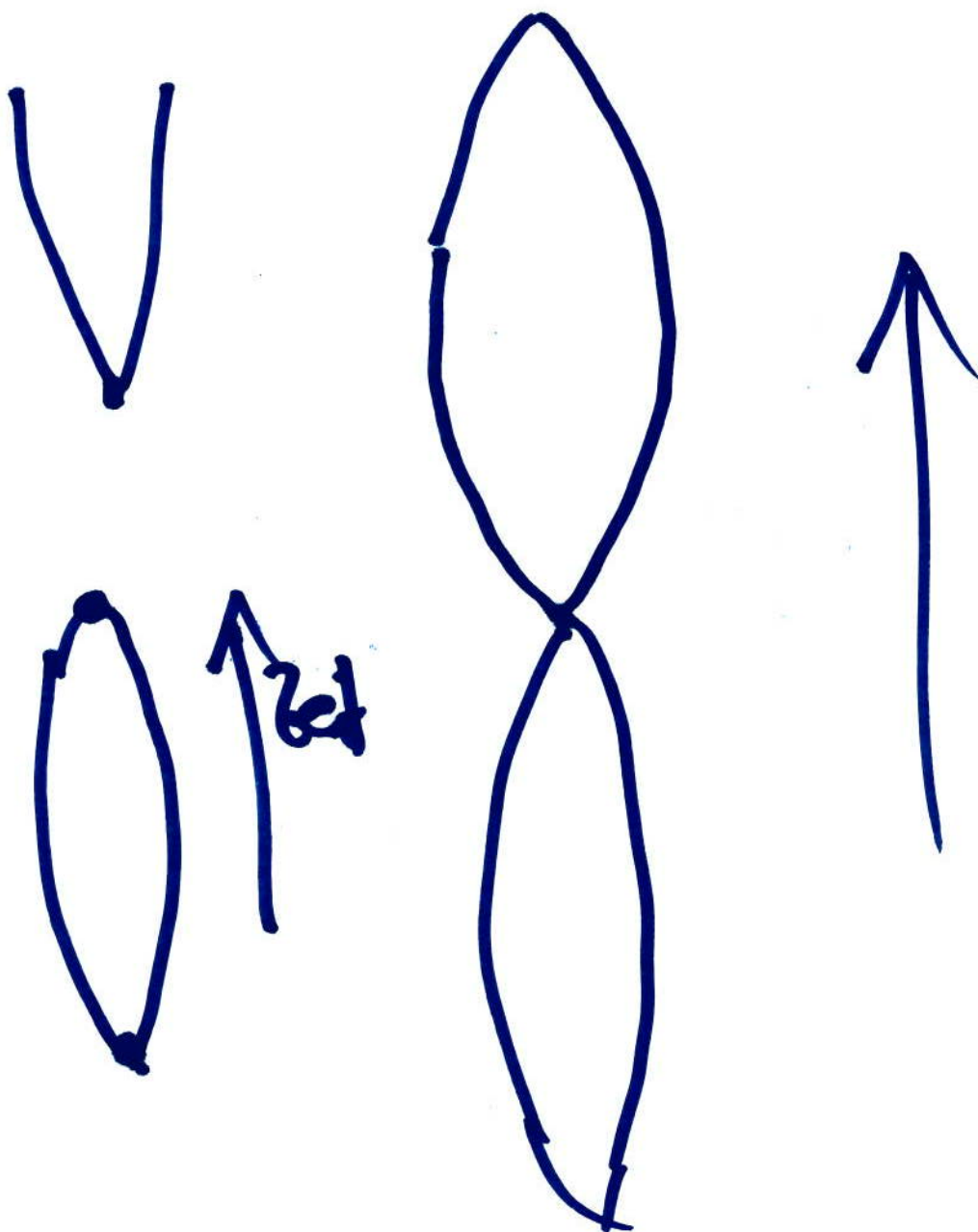
Menge derjenigen Probleme,
die sich in polynomialer Zeit
lösen lassen

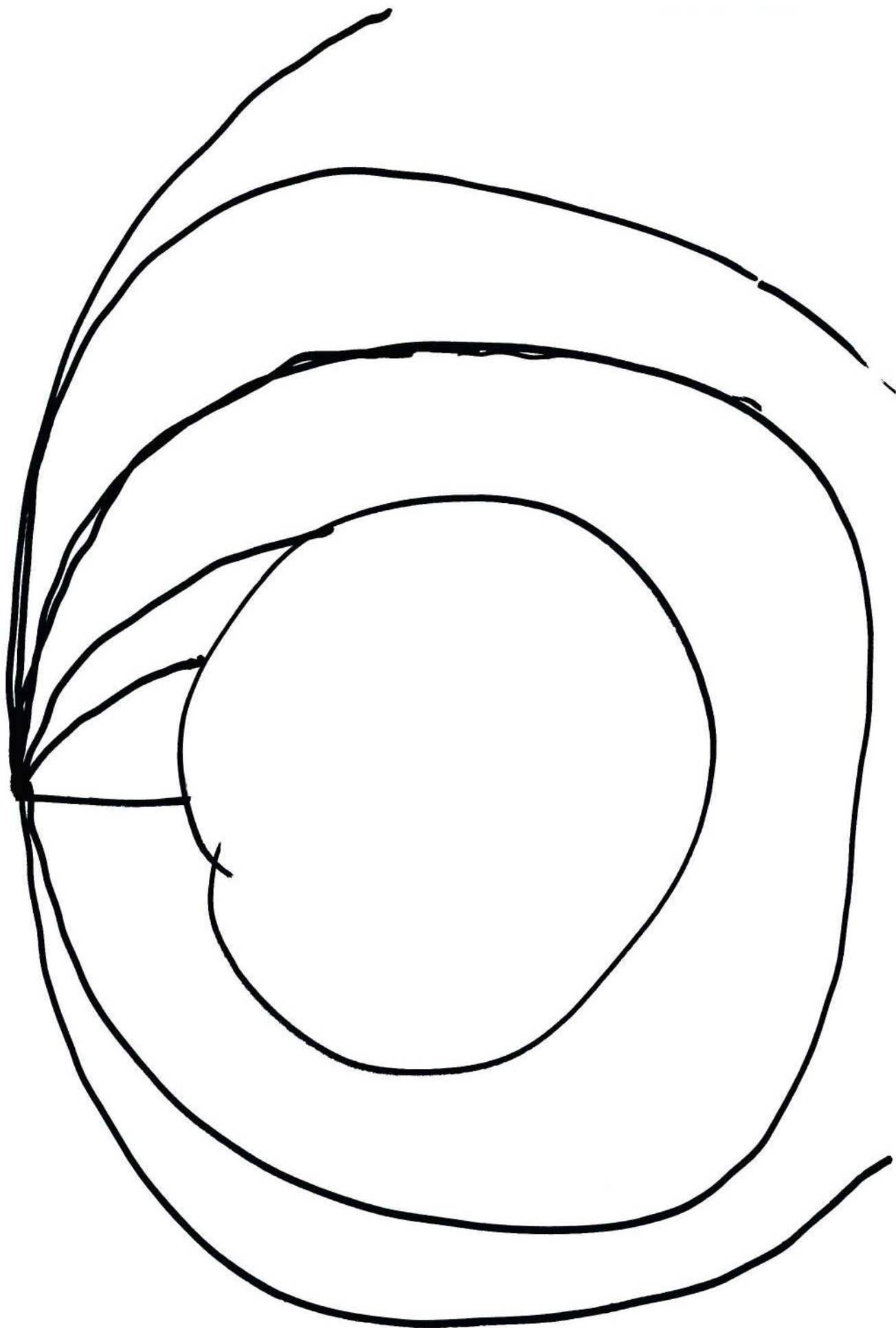
\neq

NP



Menge der Probleme
bei denen vorgeschlagene
Lösung in polynomialer Zeit
überprüft werden können





①

Feyn- MAN- DIAGRAM

