

# Einsteins allgemeine Relativitätstheorie

## Lektion 20

### Die Gravitation in der ART (II)

#### Wie fällt der Apfel auf die Erde?

In der ART tritt die Gravitation nicht mehr als Kraft auf.

Also gilt für den Apfel und dessen Bewegung das...



#### *Bewegungsgesetz für kräftefreie Körper:*

*Die Weltlinie eines kräftefreien Körpers zwischen zwei Ereignissen ist genau so beschaffen, dass dessen relativistische Länge möglichst groß ist.*

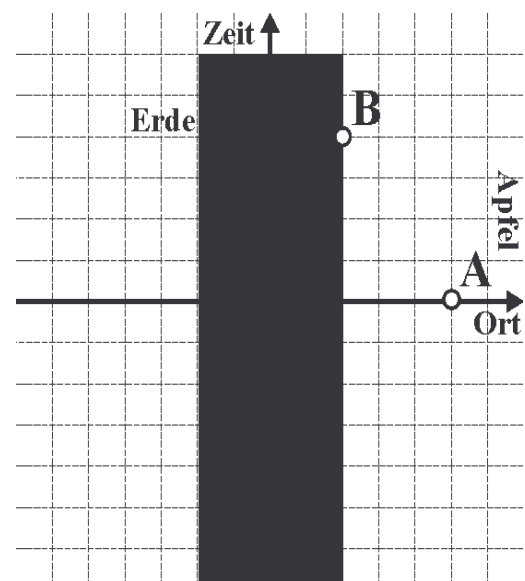
Wir wissen außerdem:

*Verkrümmung des Raumes vergrößert die relativistische Länge einer Weltlinie.*

Betrachten wir also die Situation in einem **Raumzeit-Diagramm** näher:

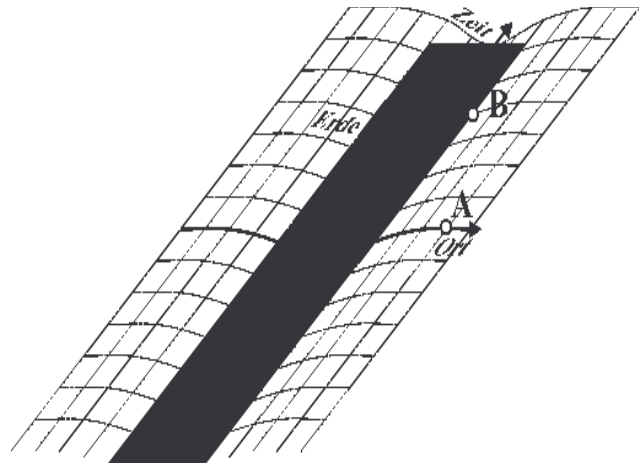
- Ein **Apfel** befindet sich beim **Ereignis A**.
- Die große **Erde** ist als **schwarzes Rechteck** ins **Raumzeit-Diagramm** eingezeichnet.
- Zu einem späteren Zeitpunkt trifft der **Apfel** auf der **Erde** ein (→ **Ereignis B**).

*Auf welcher Weltlinie bewegt sich hierbei der Apfel von Ereignis A nach Ereignis B?*

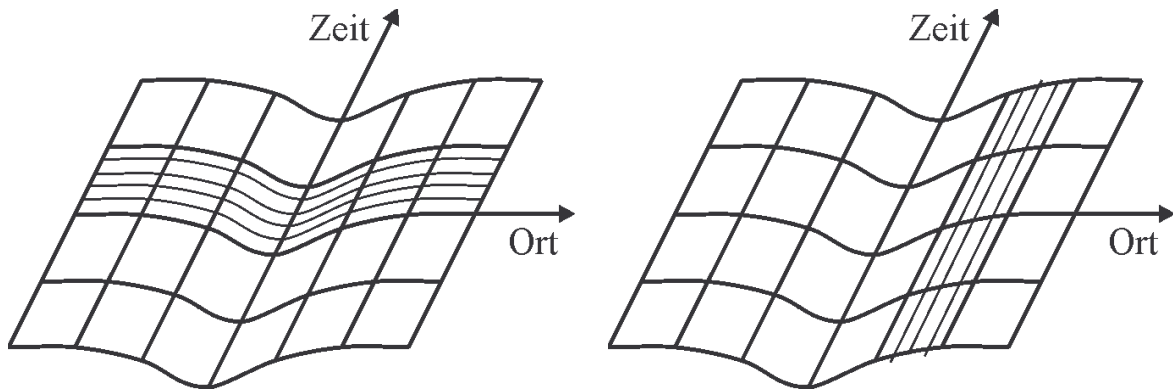


Wie wir in Lektion 19 bereits gesehen haben, **krümmt** die **Erde** als massives Objekt die **Raumzeit** in ihrer Umgebung. Das kann man sich etwa wie rechts gezeigt vorstellen.

Das Besondere an dieser Raumzeit-Krümmung ist nun, dass die **Raumzeit** hier nur in **Ortsrichtung**, **nicht** jedoch in **Zeitrichtung** gekrümmt ist!



Das verstehen ein normal denkender Mensch am besten mit Hilfe von weiteren Zeichnungen:



*Weltlinien **parallel zur Ortsrichtung** sind durch die Erde **verkrümmt** –  
Weltlinien **parallel zur Zeitrichtung** hingegen erfahren **keine Krümmung**.*

### Aufgabe 7 – Krümmung macht Weltlinien relativistisch länger

Hier ist eine leicht gebogene Weltlinie A-B eingezeichnet.

Das schwarze Rechteck stellt die Erde dar.

Wegen der Raumzeit-Krümmung wird die Weltlinie A-B relativistisch verlängert. Allerdings ist dieser Verlängerungseffekt nicht immer gleich stark.

In der **Nähe von B** wird die **Weltlinie A-B** deutlich **stärker verlängert** als in der **Nähe von A**.

➤ Findest Du zwei verschiedene Gründe, weshalb dies so ist?

