

Einsteins allgemeine Relativitätstheorie

Lektion 19

Die Gravitation in der ART (I)

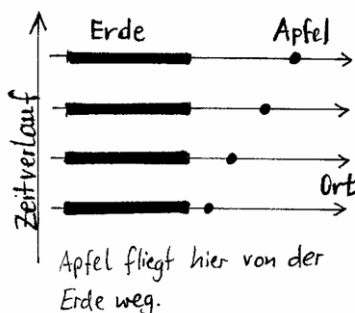
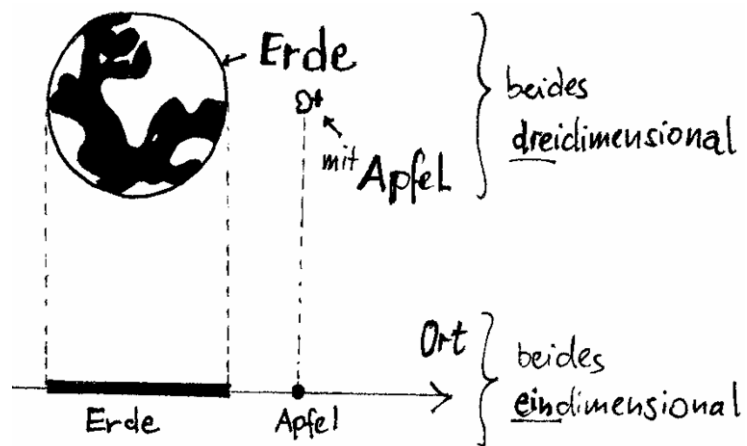
Gegenstände in Raumzeit-Diagrammen

Angeblich hat ja **Isaac Newton** seine Idee von der **Gravitationskraft** gehabt, als er einen **Apfel** auf die **Erde** fallen sah. Die Gravitationskraft benötigt man in der **ART** nicht mehr. Stattdessen erklärt die ART das Phänomen „Gravitation“ nur mit Hilfe der **Krümmung der Raumzeit**.

Wie müssen wir **Gegenstände** (z.B. Erde und Apfel) in **Raumzeit-Diagrammen** zeichnen?

Sagen wir einmal, ein Apfel befindet sich in beachtlicher Entfernung von der Erde.

Da wir in unseren **Raumzeit-Diagrammen** der Einfachheit halber nur **eine** Orts-Dimension verwenden, müssen wir Erde und Apfel auf das **Eindimensionale** reduzieren (siehe rechts)...



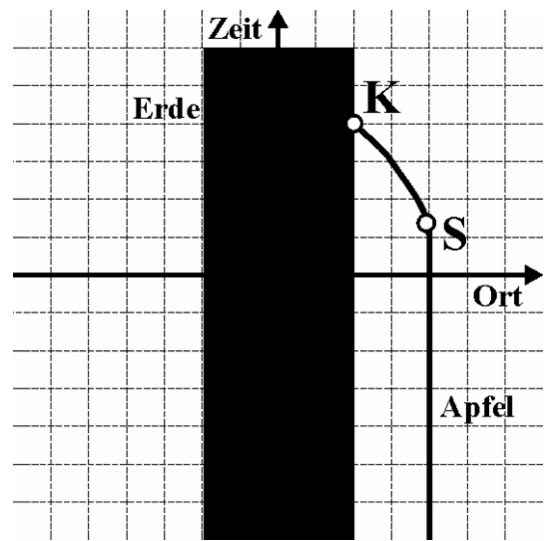
Erde und Apfel sind daher in unseren Raumzeit-Diagrammen eigentlich „strichförmig“ (eindimensional). Der Apfel kann sich in dieser eindimensionalen Welt auf die Erde zu oder weg bewegen. Im Beispiel links siehst Du einen Apfel, der von der Erde wegfiegt. Wie gewöhnlich zeichnet man in **Raumzeit-Diagrammen** den **Zeitverlauf** von unten nach oben ein.

Das **Raumzeit-Diagramm** einer **ruhenden Erde** und eines **bewegten Apfels** sieht folglich wie rechts gezeigt aus. Die **Weltlinie** der „großen“ Erde erscheint als breiter Balken. Da die Erde nicht aufhört zu existieren, müsste dieser Balken in Zeitrichtung (nach oben und unten) natürlich weitergehen.

Der Apfel ist so „klein“, dass seine **Weltlinie** im Diagramm wirklich als „dünner“ Strich eingezeichnet ist.

Diese Apfelweltlinie könnte man so interpretieren:

Der **Apfel** hängt eine Zeit lang auf einem Baum in **konstantem Abstand** zur Erde. Der Baum müsste ca. 6000 km hoch sein – aber das soll uns nicht stören. Beim **Ereignis S** reißt der Stängel. Der Apfel nähert sich der Erde. Und beim **Ereignis K** trifft der Apfel auf die Erde.



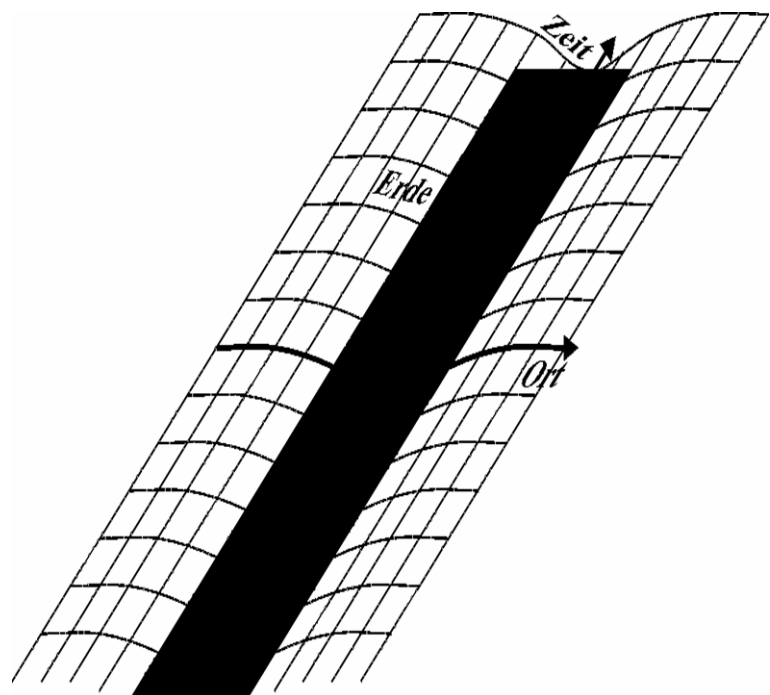
Masse krümmt die Raumzeit

In der ART haben alle Gegenstände die Eigenschaft, die Raumzeit zu verkrümmen!

Die **Raumzeit-Verkrümmung**, die so ein Gegenstand verursacht, ist umso stärker, je größer die **Masse** des Gegenstands ist.

Beispielsweise krümmt die Erde die Raumzeit wie in diesem Diagramm angedeutet:

Der Apfel würde im Vergleich dazu keine nennenswerte Krümmung in der Raumzeit erzeugen.



*In der Umgebung aller
Gegenstände ist die Raumzeit
verkrümmt.*

*Je größer die Masse eines Gegenstands,
desto größer ist diese
Verkrümmung.*