

Einsteins allgemeine Relativitätstheorie

Lektion 21

Die Gravitation in der ART (III)

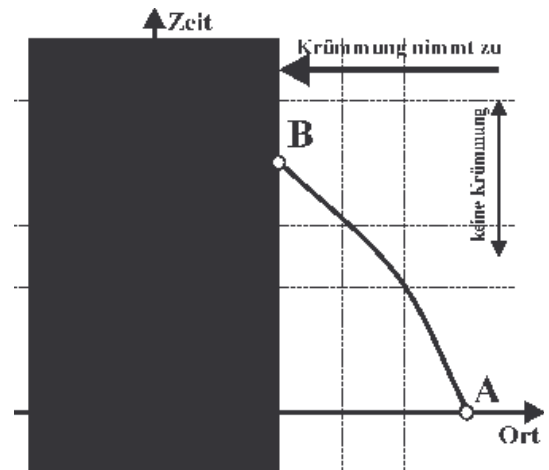
Weltlinien werden relativistisch verlängert

Die eingezeichnete **Weltlinie A-B** wird in der Nähe von B **stärker verlängert** als in der Nähe von A.

Das liegt gleich an zwei Effekten:

*Die **Raumzeit-Krümmung** ist umso **größer**, je **näher** man bei der **Erde** ist.*

*Bei B verläuft die **Weltlinie** etwas **mehr in Richtung der Krümmung** als bei A.*



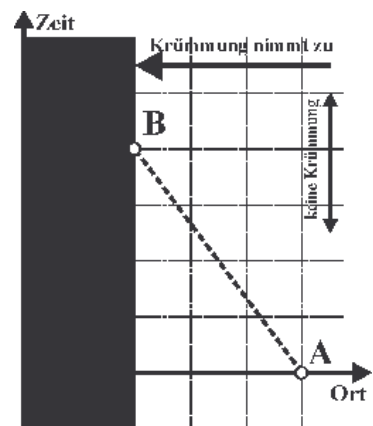
*Die **Weltlinie A-B** wird in der Nähe von B **stärker relativistisch verlängert** als in der Nähe von A.*

Warum wird ein Apfel durch die Erde angezogen und beschleunigt?

Ein Apfel, der im Ereignis A startet und beim Ereignis B auf die Erde fällt, würde sich **ohne Raumzeit-Krümmung** auf einer **geradlinigen Weltlinie** von A nach B bewegen.

Weil die Erde aber die Raumzeit krümmt, ist die gerade Verbindung A-B nicht mehr die relativistisch längstmögliche.

*In einer **gekrümmten** Raumzeit gibt es relativistisch **längere** Weltlinien von A nach B als die **geradlinige** Verbindung A-B.*



Nun überlegen wir uns zwei kleine **Varianten I und II** zur geradlinigen Weltlinien A-B.

- **Variante I:**

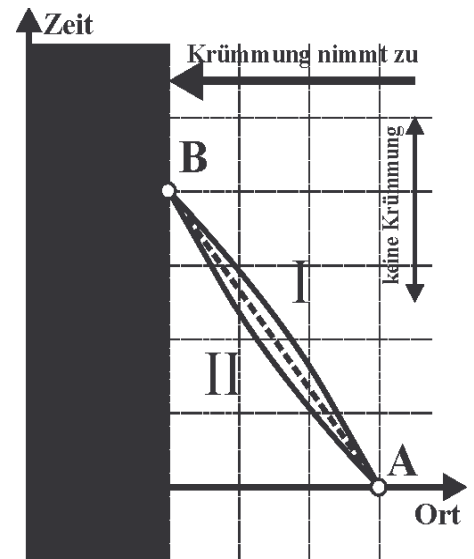
Die Variante I läuft vor allem in der Nähe von **B** etwas **mehr in Richtung der Krümmung**. Gleichzeitig ist in der Nähe von **B** eine **starke Krümmung** (Erdnähe).

Insgesamt ergibt sich bei Variante I eine starke relativistische Verlängerung.

- **Variante II:**

Gerade in der Nähe von **B**, wo die **Raumzeit-Krümmung** sehr **stark** wäre (Erdnähe), verläuft die Variante I **weniger in Richtung der Krümmung**.

Insgesamt ergibt sich bei Variante II eine geringere relativistische Verlängerung.

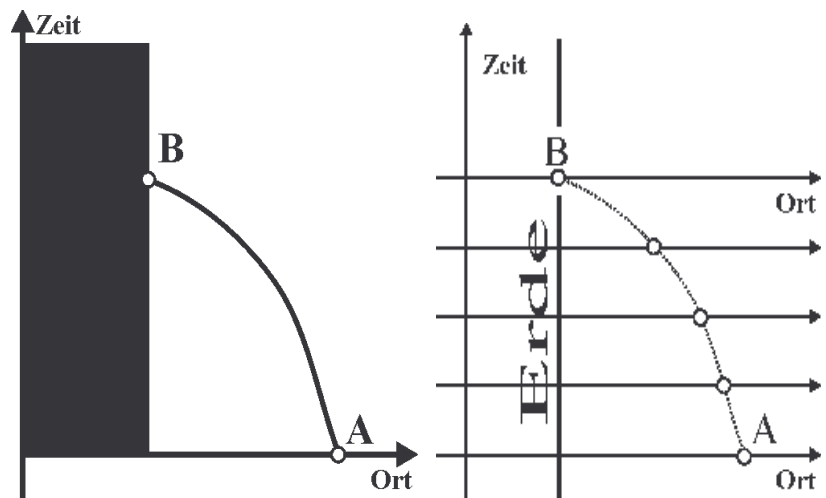


*Die **Weltlinie** eines **kräftefreien Körpers** zwischen zwei Ereignissen ist genau so beschaffen, dass dessen **relativistische Länge** möglichst groß ist.*

Als Folge des Bewegungsgesetzes der ART wird sich die Natur für eine **Weltlinie A-B** entscheiden, die eine **Biegung** wie in **Variante I** hat.

Denn in Variante I ist die relativistische Länge möglichst groß.

Und das bedeutet, dass der Apfel beim Fallen von A nach B immer schneller wird!



Damit erklärte sich die **Gravitation** erstmals mit der ART rein durch die Geometrie der verkrümmten Raumzeit. Mit Albert Einstein hörte die zugehörige **Gravitationskraft** auf notwendig zu sein.

Weitere Phänomene wie die **Lichtablenkung** durch **Gravitation** lassen sich mit der ART ebenfalls erklären: Es gibt auch ein **Bewegungsgesetz** für **Lichtstrahlen** – und die **Raumzeit-Krümmung** beeinflusst deshalb auch den Weg des Lichtes.

*Die **Lichtablenkung** war mit **Isaac Newtons Gravitationskraft** übrigens **unerklärlich!** Denn **Lichtphotonen** gelten als **masselos** und sind Newtons Gravitationskraft deshalb gar nicht unterworfen. Nach Newton kann Licht durch Gravitation nicht abgelenkt werden...*