

# Einsteins allgemeine Relativitätstheorie

## Lektion 14

### Das wichtigste Bewegungsgesetz in Einsteins ART

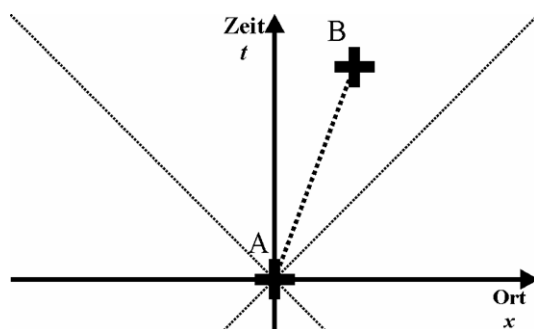
Isaac Newtons **Trägheitssatz** besagt also:

*Wenn auf einen Gegenstand keine Kraft wirkt, so bleibt er in Ruhe oder er bewegt sich geradlinig mit gleichbleibender Geschwindigkeit weiter.*

Diesen Trägheitssatz gibt es nicht mehr in Albert Einsteins **Allgemeiner Relativitätstheorie (ART)**. Der Physiker hat ihn durch ein völlig neues Bewegungsgesetz ersetzt.



Betrachten wir dazu die rollende Billardkugel und nehmen einfach mal an, dass sie sich **kräftfrei** bewegt. In der ART müssen wir ein **Raumzeit-Diagramm** des Vorgangs zeichnen. Hierzu sehen wir uns die **Ereignisse A** und **B** genauer an.



Wir müssen uns allerdings daran erinnern, dass die Ereignisse A und B jeweils sowohl die Information über den **Ort** als auch über den **Zeitpunkt** der Situation umfassen!

Zeichnen wir A und B in ein Raumzeit-Diagramm ein (siehe links).

Da sich ein realer Gegenstand von A nach B bewegt (langsamer als das Licht), muss  $d(A, B)$  **zeitartig** sein.

Die gestrichelte Linie von A nach B ist die Weltlinie, auf der sich die Billard-Kugel bewegen würde. In Einsteins ART ergibt sich diese Bewegungs-Weltlinie von A nach B aber nach einem ganz anderen Prinzip.

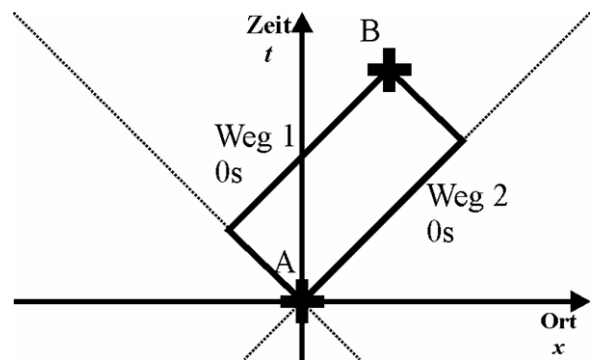
## Die relativistischen Längen verschiedener Wege von A nach B (I)

Einstein untersuchte nun die **relativistischen Längen** verschiedener Wege von A nach B. Da A und B einen **zeitartigen Abstand** haben, kann man eine **Uhr** mit auf die Reise von A nach B schicken. Diese Uhr ermittelt dann die relativistische Länge des jeweiligen Wegs von A nach B.

### Die zwei relativistisch-kürzesten Wege von A nach B:

Wir erinnern uns daran, dass alle Weltlinien mit  $45^\circ$ -Steigung die **relativistische Länge 0** haben. Sie repräsentieren ja Licht-Weltlinien. Folglich sind die zwei Wege A→B die relativistisch-kürzest möglichen (siehe rechts).

Im Diagramm sind die beiden Wege A→B eingezeichnet und ihre **relativistische Länge (0s)** angegeben.



Diese zwei Wege A→B sind freilich nicht möglich für einen realen Gegenstand, da dieser sich mit **Lichtgeschwindigkeit** bewegen müsste.

Aber die Überlegung erleichtert das Verständnis des Folgenden:

### Die relativistische Länge aller möglichen Wege von A nach B im Vergleich:

Die verschiedenen möglichen Wege A→B haben verschiedene relativistische Längen.

Und da fiel Albert Einstein etwas auf: Derjenige geradlinige Weg von A nach B, den die Billard-Kugel tatsächlich nehmen würde, besitzt die **längstmögliche** relativistische Länge!

Und somit lautete der Ersatz für Newtons Trägheitssatz in Einsteins ART ganz einfach:

***Bewegungsgesetz für kräftefreie Körper:** Die Weltlinie eines kräftefreien Körpers zwischen zwei Ereignissen ist genau so beschaffen, dass deren relativistische Länge möglichst groß ist.*

