

Einsteins allgemeine Relativitätstheorie

Lektion 15

Das wichtigste Bewegungsgesetz in Einsteins ART (II)

Der Ersatz für Newtons Trägheitssatz lautet in Einsteins ART also:

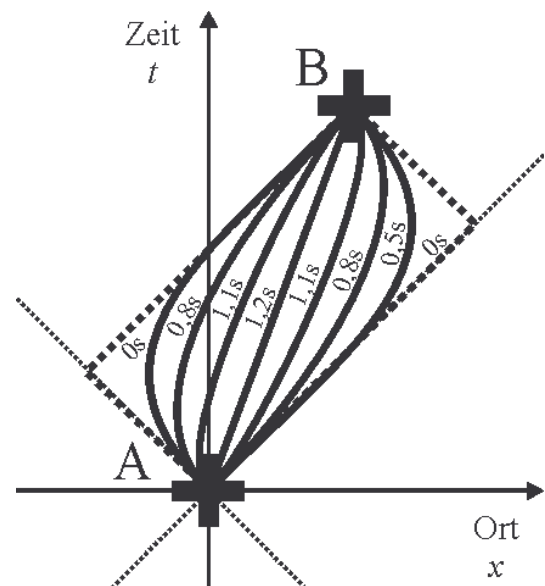
Bewegungsgesetz für kräftefreie Körper: Die Weltlinie eines kräftefreien Körpers zwischen zwei Ereignissen ist genau so beschaffen, dass deren relativistische Länge möglichst groß ist.

Warum ist dieses Bewegungsgesetz so kompliziert formuliert?

Wenn wir nämlich die möglichen Weltlinien zwischen den Ereignissen A und B betrachten, wird klar:

Die Weltlinie zwischen A und B, deren **relativistische Länge möglichst groß** ist, ist einfach die **gerade Verbindung** von A nach B.

Warum Einstein forderte dann Einstein nicht einfach: „Die Weltlinie eines kräftefreien Körpers zwischen zwei Ereignissen ist deren **gerade Verbindung**.“ ?



Das liegt daran, dass Albert Einstein die Möglichkeit in seine ART eingebaut hat, dass sich die Raumzeit „**verkrümmt**“!

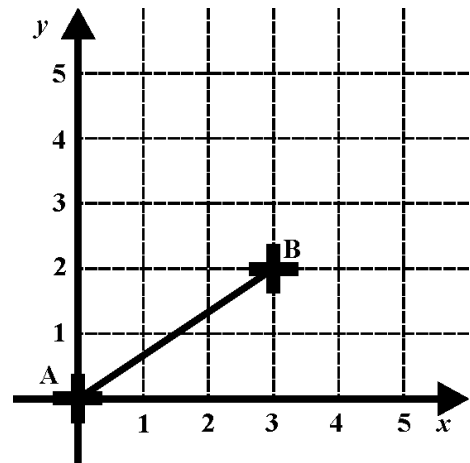
Und in einer „verkrümmten“ Raumzeit ist die Weltlinie mit der **größten relativistischen Länge** von A nach B **keineswegs** mehr **geradlinig**...

Es wird also Zeit, sich mit diesen „**Verkrümmungen**“ genau zu beschäftigen!

Was ist eine Metrik?

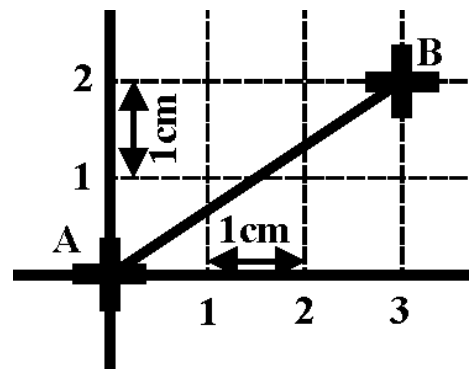
Wir kehren einmal zurück zum guten alten **kartesischen Koordinatensystem** mit x - und y -Achse. In unserem Beispiel sind zwei Punkte A, B mit den Koordinaten $(0 | 0)$ bzw. $(3 | 2)$ eingezeichnet.

Eine **Metrik** legt fest, auf welche Weise man den Abstand zwischen zwei Punkten bestimmt.



Im Normalfall ist das völlig unproblematisch. Denn üblicherweise ist es so, dass auf beiden Achsen die einzelnen Koordinatenschritte immer gleich weit voneinander entfernt sind.

Beispielsweise könnte dieser Abstand auf beiden Achsen immer 1 cm betragen (siehe rechts).



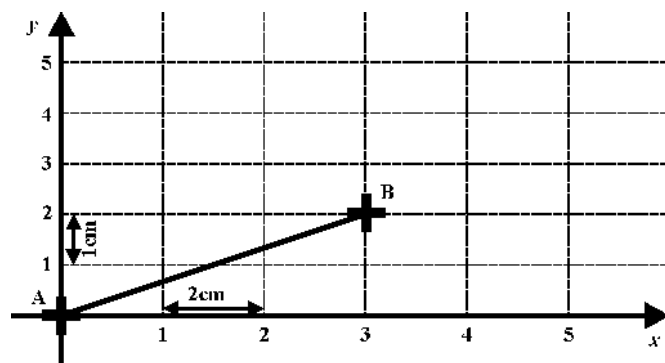
Dann berechnet sich der Abstand \overline{AB} nach dem guten, alten Pythagoras wie folgt:

$$\overline{AB}^2 = (3 \cdot 1 \text{ cm})^2 + (2 \cdot 1 \text{ cm})^2$$

Durch die Maßstäbe in x - bzw. in y -Richtung ist eine **Metrik** gegeben.

Nun stellen wir uns das Gitter des Koordinatensystems als eine dehnbare **Gummimatte** vor.

Ziehen wir die Gummimatte doch mal in x -Richtung auf doppelte Länge auseinander.



Wie man sieht, haben die Punkte A und B immer noch die Koordinaten $(0 | 0)$ und $(3 | 2)$.

Aber durch die **verzerrte Gummimatte** ergibt sich jetzt auch eine **neue Metrik** zur Abstandsmessung:

$$\overline{AB}^2 = (3 \cdot 2 \text{ cm})^2 + (2 \cdot 1 \text{ cm})^2$$

A und B sind mit dieser verzerrten Gummimatte (= Metrik) weiter voneinander entfernt!