

Einsteins allgemeine Relativitätstheorie

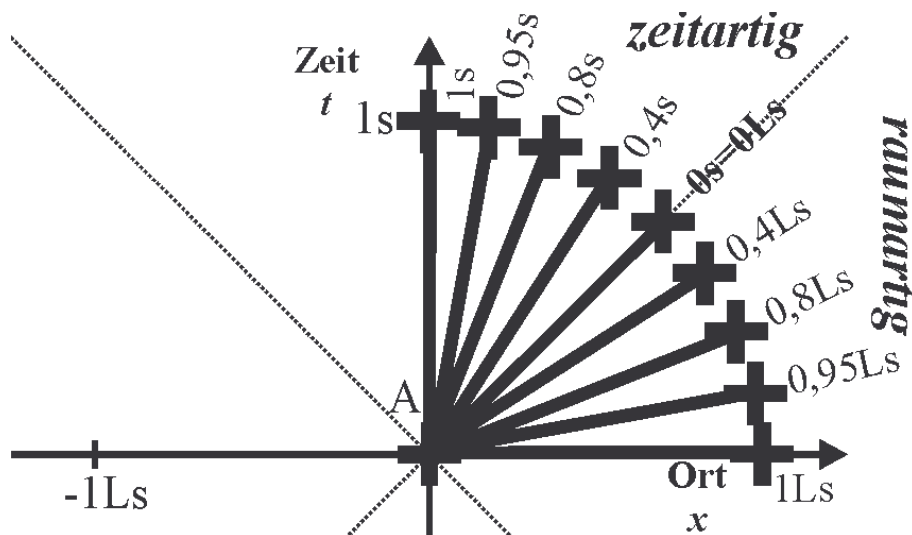
Lektion 12

Der relativistische Abstand (V)

Wir haben nun alle Regeln beieinander, um **relativistische Abstände** zwischen zwei Ereignissen A und B in der vierdimensionalen Raum-Zeit angeben zu können. Bemerkenswert ist hierbei, dass der relativistische Abstand zwischen A und B „zeitartig“ oder aber „raumartig“ sein kann. So etwas gibt es nur in Hermann Minkowskis 4D-Raum-Zeit.

Die Regeln für den relativistischen Abstand

Gegeben seien zwei Ereignisse A und B in der Raum-Zeit.
Der Einfachheit halber liege das Ereignis A im Ursprung.



Angenommen, die Weltlinie A-B repräsentiert eine...

- *...Reise langsamer als das Licht, so ist der Abstand A-B „zeitartig“.*

Man kann den Abstand messen, indem man eine Uhr zwischen A und B auf die Reise schickt und diese Uhr die zeitliche Dauer der Reise messen lässt.

Die Einheit zeitartiger Abstände ist s (Sekunden).

- ...**Reise schneller als das Licht**, so ist der Abstand A-B „**raumartig**“.

Man kann den Abstand bestimmen, indem ein geeigneter Schnappschuss-Beobachter den Abstand A-B direkt mit dem Lineal misst.

Die in der ART übliche Einheit raumartiger Abstände ist **Ls (Lichtsekunden)**.

$$(1\text{Ls} = 300.000 \text{ km} = 300.000.000 \text{ m})$$

Wenn die Weltlinie A-B direkt eine **Licht-Weltlinie** repräsentiert, ist der relativistische Abstand zwischen A und B gleich **Null (0 s oder 0 Ls)**.

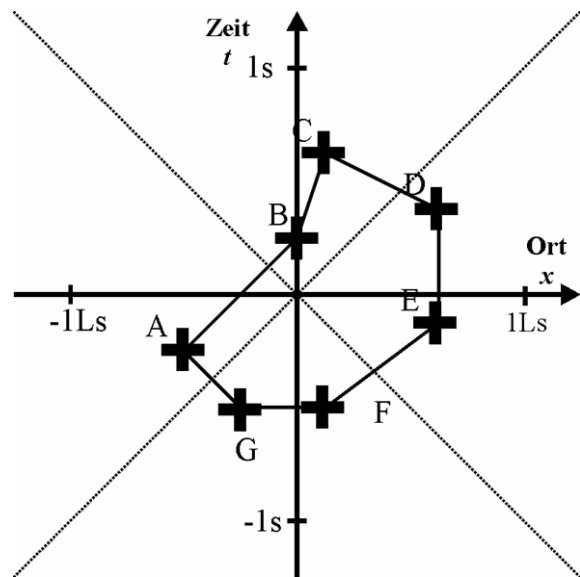
Der Abstand zwischen A und B ist deshalb tendenziell **kleiner**, je **ähnlicher** die Weltlinie A-B einer **Licht-Weltlinie** ist (\rightarrow Zeitdilatation, \rightarrow Längenkontraktion).

Aufgabe 5 - Der relativistische Abstand zwischen Ereignissen (Übung)

Im rechts gezeigten Raum-Zeit-Diagramm ist eine geschlossene Kette A-B-C-D-E-F-G-A von Ereignissen gezeigt. Wir interessieren uns nacheinander für den relativistischen Abstand zwischen A und B, zwischen B und C usw.

Diese Abstände werden kurz mit $d(A, B)$, $d(B, C)$, ..., $d(F, G)$ und $d(G, A)$ bezeichnet.

- Welche dieser Abstände $d(\dots)$ sind raumartig, welche davon sind zeitartig bzw. bei welchen Abständen gilt: $d(\dots) = 0$?



Beispiele: $d(A, B) = 0$, denn die Weltlinie A-B ist eine Lichtwelt-Linie (45°-Steigung!).

$d(B, C)$ ist zeitartig, denn die Weltlinie B-C ist ein Reise langsamer als das Licht.

- Jemand behauptet, dass gilt: $d(E, F) = d(F, G)$.

Überlege und begründe Deine Antwort: Ist das prinzipiell überhaupt möglich?

- Jemand behauptet, dass gilt: $d(B, C) = d(D, E)$.

Überlege und begründe Deine Antwort: Ist das prinzipiell überhaupt möglich?