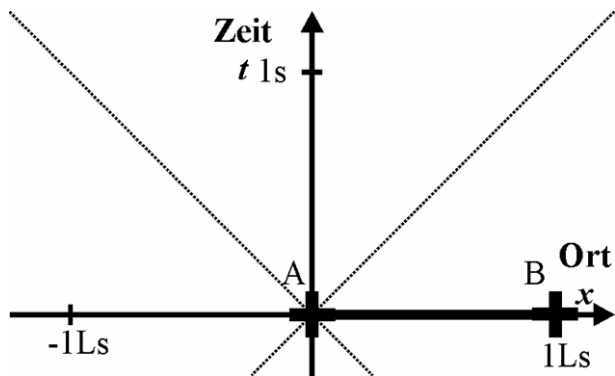


Einsteins allgemeine Relativitätstheorie

Lektion 10

Der relativistische Abstand (III)



„Raumartige“ Abstände

Betrachte nun die Weltlinie zwischen A und B, die links in die Raumzeit eingezeichnet ist. Hier funktioniert die Messweise mit der reisenden Uhr nicht, um den relativistischen Abstand zwischen A und B zu bestimmen.

Wir können **keine Uhr** von A nach B (oder umgekehrt) schicken, denn diese **Uhr müsste schneller als das Licht reisen**. Der Abstand zwischen A und B ist **nicht „zeitartig“**.

Aber für den Abstand zwischen A und B gibt es eine wesentlich einfachere Interpretation:

Der Schnappschuss-Beobachter

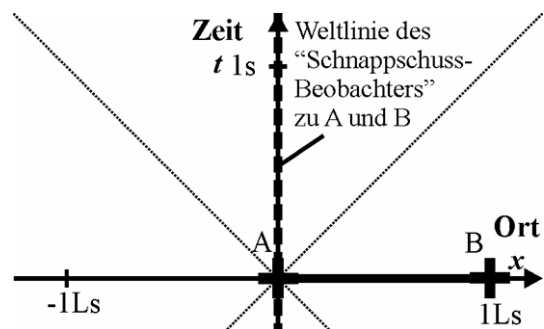
In obiger Situation finden die Ereignisse A und B „zeitgleich“ statt.

Aber - was bedeutet „A und B finden zeitgleich statt“ in der Welt der Relativitätstheorie?

Jede Zeitmessung ist beobachterabhängig. Deshalb müssen wir natürlich auch dazu sagen, **für welchen Beobachter** die Ereignisse A und B „zeitgleich“ stattfinden.

Hier in diesem Beispiel ist es derjenige Beobachter, der in diesem Bezugssystem selbst **ruht**. Die **Weltlinie** dieses Beobachters ist rechts eingezeichnet.

Wir nennen diesen Beobachter „Schnappschuss-Beobachter zu A und B“, denn genau für ihn finden A und B „zeitgleich“ statt.



Für diesen Schnappschuss-Beobachter haben die Ereignisse A und B einen rein „**raumartigen**“ Abstand. Der Schnappschuss-Beobachter zu A und B kann deshalb einfach ein - eventuell sehr langes – Lineal anlegen und diesen Abstand wie allgemein bekannt messen.

Die Einheit, mit der raumartige Raum-Zeit-Abstände angegeben werden, ist deshalb m (Meter) - bzw. in der Relativitätstheorie üblicher: Ls (Lichtsekunde).

Bekanntlich ist ja: $1 \text{ Ls} = 300.000 \text{ km} = 300.000.000 \text{ m}$.

***Raum-Zeit-Abstände** zwischen Ereignissen, die beide in der **kausalen Gegenwart** liegen, können **nicht** mit der Methode der „reisenden Uhr“ ermittelt werden.*

Diese Uhr müsste nämlich zwischen A und B schneller als das Licht reisen.

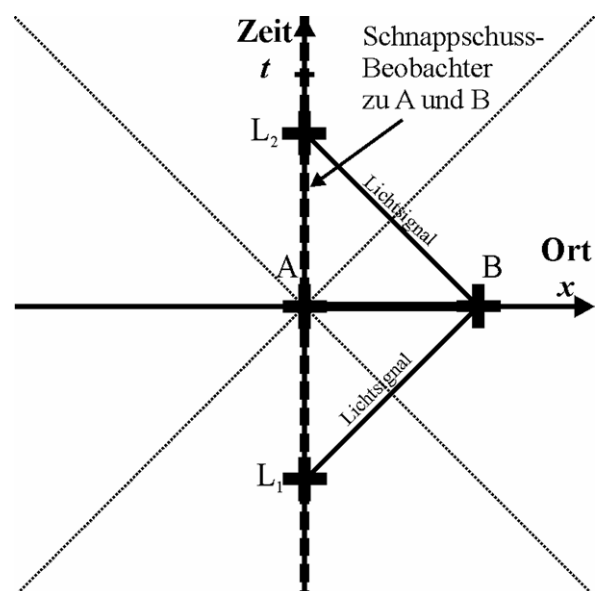
*Stattdessen gibt es zu **zwei Ereignissen A und B** stets genau einen „**Schnappschussbeobachter**“. Für diesen Beobachter finden A und B „zeitgleich“ statt. Er kann deshalb den Abstand zwischen A und B schlicht mit einem Lineal messen.*

***Raum-Zeit-Abstände**, die ein „Schnappschussbeobachter“ einfach mit dem Lineal messen kann, nennt man „**raumartig**“. Sie werden in der **Einheit Ls (Lichtsekunde)** angegeben.*

Was bedeutet „A und B finden zeitgleich statt“ genau?

Die Aussage „A und B sind zeitgleich“ ist eigentlich ungenau. Denn Zeitmessung ist beobachterabhängig. Die einzige **absolute Konstante** ist die **Lichtgeschwindigkeit**. Deshalb müssen wir „A und B sind zeitgleich“ mit Hilfe des Lichts definieren!

Der oben gezeigte Beobachter sendet hierzu zum (passenden!) Zeitpunkt L_1 ein Lichtsignal nach **B** aus. Sobald dieses Lichtsignal **B** erreicht, wird es zum Beobachter zurück reflektiert. Zum Zeitpunkt L_2 trifft es wieder beim Beobachter ein.



***A und B** finden für einen **Beobachter** „zeitgleich“ statt, wenn die Ereignisse L_1-A und $A-L_2$ für den **Beobachter** genau im gleichen zeitlichen Abstand stattfinden!*