

Gleichzeitigkeit

Was bedeutet gleichzeitig? Im Alltag stellt diese Frage kein besonderes Problem dar. Gleichzeitigkeit von unterschiedlichen Ereignissen bedeutet für uns, dass sie zur selben Zeit stattfinden.

Nach der Relativitätstheorie stellt sich das allerdings anders dar. Durch die Tatsache, dass das Licht für alle Beobachter dieselbe Geschwindigkeit hat, ergibt sich eine Überraschung.

Schickt z. B. ein Raumschiff Licht aus, so beobachtet man unterschiedliche Vorgänge, je nachdem, in welchem System man sich befindet.

System A wird durch drei Schiffe gebildet, die alle gleich schnell fliegen. Das ausgesandte Licht breitet sich in beide Richtungen mit Lichtgeschwindigkeit aus. Und da beide Shuttles gleich weit vom Mutterschiff, und damit von der Lichtquelle entfernt sind, brauchen die Laserstrahlen gleich lang, bis sie die beiden Ziele am Bug und am Heck erreichen. Für einen Beobachter, der sich in diesem System befindet, sich also gleich schnell bewegt wie die drei Raumschiffe, kommen die Photonen daher gleichzeitig an.

Wie stellt sich derselbe Prozess von der Erde aus betrachtet dar, an der die Raumschiffe vorbeifliegen? Die Erde ist ein eigenes System, das unabhängig von den fliegenden Raumschiffen existiert. Es ist das System B. Auch für den Betrachter auf der Erde bewegen sich alle Photonen mit Lichtgeschwindigkeit. Von ihm aus gesehen kommt das Shuttle allerdings den nach hinten laufenden Photonen entgegen. Das andere Shuttle läuft den sich nach vorne bewegenden Photonen davon. Die nach hinten fliegenden Photonen legen also eine kürzere Strecke zurück als die nach vorne fliegenden. Die beiden Wege sind unterschiedlich lang, obwohl beide Shuttles gleich weit entfernt und beide Laserstrahlen gleich schnell sind. Da die zurückgelegten Strecken für den Betrachter auf der Erde aber verschiedene Längen haben, sieht er die Strahlen nicht gleichzeitig ankommen.

Verblüffend: Obwohl beide Laserstrahlen jeweils nur eine einzige Bewegung vollführen, sieht dieser Vorgang für die beiden Beobachter unterschiedlich aus.

Ob zwei Ereignisse gleichzeitig stattfinden oder nicht, ist demnach keine Eigenschaft der Ereignisse selbst, sondern hängt davon ab, von welchem System aus das Ereignis beobachtet wird. Dieses Phänomen nennen wir die Relativität der Gleichzeitigkeit.