

179 Die Relativität der Gleichzeitigkeit

ZUSAMMENFASSUNG

Die Relativität der Gleichzeitigkeit wird gewöhnlich im Rahmen der Behandlung der Speziellen Relativitätstheorie ausführlich diskutiert. Aus Sicht der Allgemeinen Relativitätstheorie ist aber die Frage nach der Gleichzeitigkeit von zwei Ereignissen nicht mehr sinnvoll.

Gegenstand

Wenn in Schulbüchern die spezielle Relativitätstheorie behandelt wird, ist die Relativität der Gleichzeitigkeit ein wichtiges Thema, ebenso wie Zeitdilatation und Längenkontraktion. Oft wird ein Lehrsatz formuliert, der etwa so lautet: „Gleichzeitigkeit ist relativ.“

Mängel

Wir sind der Meinung, dass das Thema, im Vergleich zu anderen Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) zu viel Raum einnimmt. Es ist verwickelt, hat aber kaum Auswirkungen auf irgend etwas, das von Belang ist.

Der Fragestellung, ob zwei Ereignisse, die an verschiedenen Orten stattfinden, gleichzeitig sind, entspringt der Überzeugung, dass es eine von Ort und Geschwindigkeit unabhängige Zeit gibt, gewissermaßen einen Parameter, mit dem man die Zustände der Welt als Ganzem anordnen kann. Um überhaupt eine Antwort auf die Frage geben zu können, muss man ein Verfahren angeben, dass es gestattet von zwei räumlich entfernten Ereignissen zu sagen, ob sie gleichzeitig sind oder nicht. Das tut man, indem man erklärt, wie man Uhren, die sich an verschiedenen Orten befinden, „synchronisiert“.

Um etwas Abstand zu gewinnen, wollen wir eine andere, aber doch ähnliche Frage stellen: Ist auch die „Gleichortigkeit“ relativ? In etwas flüssigerer Sprache: Passieren zwei Ereignisse, die für eine Person am gleichen Ort stattfinden, auch für jede andere am gleichen Ort? Mit dem „für eine Person“ und „für jede andere“ meinen wir: „in einem Bezugssystem“ bzw. „in jedem anderen Bezugssystem“. Die Antwort ist natürlich ‚nein‘. Sie ist so selbstverständlich, dass niemand auf die Idee käme, die Frage überhaupt zu stellen.

Dass auch die Aussage über die Gleichzeitigkeit eher unbedeutend ist, sieht man am besten wenn man sie aus Sicht der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) betrachtet. Denn dort zerrinnt einem die Frage gewissermaßen zwischen den Fingern; der Begriff der Gleichzeitigkeit verliert seinen Sinn, denn man kann zwei baugleiche Uhren im Allgemeinen nicht mehr „synchronisieren“. Es sei denn, man entschließt sich, unter Synchronisation etwas anderes zu verstehen. Etwa die Synchronisation der Uhren im GPS-System: Man montiert in den Satelliten eine Uhr, die, wenn sie ruhend neben der Erduhr stünde, langsamer lief. Im Satelliten läuft sie dann zu den Erduhren „synchron“: Bei jedem erneuten Vergleich der Satelliten mit einer der Erduhren zeigen beide dasselbe an. Aber Achtung: Dieses Synchronlaufen ist nicht gemeint, wenn man im Zusammenhang mit der SRT von Uhrensynchronisation spricht.

Wie Längenkontraktion und Zeitdilatation, so hat auch die Relativität der Gleichzeitigkeit mit dem Wechsel des Bezugssystems zu tun. Bezugssystemwechsel geben oft Anlass zu Verwirrung – schon in der klassischen Physik; Verwirrung nicht nur bei den Schülerinnen und Schülern, sondern auch bei gestandenen Physikern [1]. Wenn man das Bezugssystem wechselt, muss man stets im Kopf behalten: Es ändert sich nichts in der Natur oder in der realen Welt. Was sich ändert ist nur die mathematische Beschreibung. Etwas übertrieben könnte man sogar sagen: Die Werteänderungen physikalischer Größen und die sich daraus ergebenden Änderungen in der Interpretation einer Erscheinung bei Bezugssystemwechsel sind Ausdruck einer Unzulänglichkeit der Beschreibung. Leider haben wir aber keine andere Wahl.

Warum hat aber die Relativität der Gleichzeitigkeit keine wichtigen Konsequenzen? Weil die Beziehung zwischen Ereignissen, die in einem Bezugssystem gleichzeitig sind und in allen anderen nicht, raumartig ist. Das eine der Ereignisse ist mit dem anderen nicht kausal verbunden. Die Umkehr der zeitlichen Reihenfolge hat daher keine Konsequenzen.

Herkunft

Das Thema Synchronisation und Relativität der Gleichzeitigkeit behandelt Einstein in seiner berühmten Arbeit „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ [2] gleich am Anfang, und zwar ausführlich auf drei Seiten. Jeder, der sich mit Einsteins Theorie beschäftigt, wird damit als erstes konfrontiert.

Einstein selbst konnte zu dieser Zeit noch nicht ahnen, was für ein merkwürdiges Ende das Konzept der Gleichzeitigkeit nehmen würde, und zwar durch die Theorie, die er selbst in den folgenden zehn Jahren entwickelte.

Während es 1905 noch ein wichtiges Anliegen zu sein schien, sich mit einer menschlichen Erwartung zu beschäftigen, nämlich, dass man von zwei Ereignissen an verschiedenen Orten und in verschiedenen Bezugssystemen eindeutig entscheiden kann, ob sie gleichzeitig sind oder nicht, offenbart sich dieses Bemühen aus Sicht der ART nur als verzweifelter Versuch, ein Misskonzept unserer Anschauung zu retten.

Entsorgung

Die Entsorgung ist mit einem Zeitgewinn verbunden: Man verzichtet, wenigstens in der Schule, auf die Behandlung des Themas. Es gibt wichtigere Aussagen im Zusammenhang mit der Raumzeit, die gewöhnlich zu kurz kommen.

[1] F. Herrmann: Altlasten der Physik, Relativitätstheorie und Bezugssystemwechsel

[2] A. Einstein: Zur Elektrodynamik bewegter Körper, Annalen der Physik und Chemie, Jg. 17, 1905, S. 891–921.