

## Sind alle Inertialsysteme physikalisch gleichwertig und gleichberechtigt?

Wenn ein Bezugssystem, das zunächst relativ zur Erde ruht, eine Zeit lang beschleunigt wird und sich dann mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, ist es per definitionem wieder ein Inertialsystem, nämlich ein unbeschleunigtes Bezugssystem. Aber ist es mit einem anderen Bezugssystem, das nicht beschleunigt wurde und daher noch immer relativ zur Erde ruht, physikalisch gleichwertig und gleichberechtigt?<sup>1</sup> Das ist es nicht, denn in diesem Bezugssystem gehen die Uhren (und alle zeitabhängigen Prozesse) langsamer. Und zwar »absolut«. Das soll heißen, dass nicht (nur) jeder Beobachter die Uhren im jeweils anderen Bezugssystem langsamer gehen sieht, so wie es die Spezielle Relativitätstheorie als »relativistische Zeitdilatation« beschreibt. Vielmehr ist in dem bewegten Bezugssystem nach seiner Rückkehr von einer Rundreise weniger Zeit vergangen als im nicht bewegten System. (Darum geht es im so genannten Zwillingsparadoxon, das nicht wirklich ein Paradoxon ist.)

Aber wie ist diese weit verbreitete Legende von der Gleichberechtigung (oder Gleichwertigkeit) aller Inertialsysteme entstanden? Als Belege dafür müssen das Michelson-Morley-Experiment von 1887 und seine mehrfachen Wiederholungen durch andere herhalten. Doch was haben diese Experimente tatsächlich gezeigt? Nicht mehr und nicht weniger als dass die Lichtgeschwindigkeit *im benutzten* Inertialsystem *in allen Richtungen* denselben Wert hat. Als Inertialsystem diente dabei die Erde, deren ständige Beschleunigung in Richtung Sonne vernachlässigt werden konnte. Relativ zur Sonne bewegt sich die Erde mit einer Bahngeschwindigkeit von etwa 30 km/s, die groß genug ist, um bei dem Experiment wahrgenommen zu werden – falls es den Lichtäther gäbe. Ohne auf dieses Experiment Bezug zu nehmen (obgleich er es gekannt hatte), machte Einstein die Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in allen Inertialsystemen zur Basis der Speziellen Relativitätstheorie. Dahinter steckt aber eine kühne, nicht bewiesene Verallgemeinerung. Die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in allen Richtungen eines *jeden* Inertialsystems bedeutet bereits eine erste Verallgemeinerung von einer Art, die in der Philosophie zwar als unkorrekt gilt<sup>2</sup>, in der Physik aber üblich und sogar notwendig ist, wenn man überhaupt vorankommen will. Aber diese erste Verallgemeinerung bedeutet noch nicht, dass die Lichtgeschwindigkeit auch in allen anderen Inertialsystemen *denselben* Wert hat, insbesondere auch dann, wenn diese in der Vergangenheit einmal beschleunigt wurden. Das aber nahm Einstein an, als er zwei Bezugssysteme als gleichberechtigt ansah und behandelte, obwohl eines davon zuvor beschleunigt worden war. Im Original: „Es werde nun dem Anfangspunkte des einen der beiden Systeme (*k*) eine (konstante) Geschwindigkeit  $v$  in Richtung des wachsenden  $x$  des anderen, ruhenden Systems (*K*) erteilt, welche sich auch den Koordinatenachsen, dem betreffenden Maßstabe sowie den Uhren mitteilen möge.“ (Einstein, Zur Elektrodynamik bewegter Körper, Annalen der Physik, Jg. 17, 1905, S. 897, letzter Absatz.)

Mit diesem Einwand ist aber die Spezielle Relativitätstheorie nicht widerlegt. Einstein hätte in seinem Gedankenexperiment nur fordern müssen, die beiden Systeme sollten aus einer gewissen Entfernung aufeinander zu in völlig symmetrischer Weise auf die Relativgeschwindigkeit  $v$  beschleunigt werden. Dann wären die beiden Systeme gleichberechtigt gewesen (wenngleich ihre Uhren nun langsamer gingen als die auf der Erde) und alle seine Folgerungen hätten weiter bestehen können. So beruht Einsteins Arbeit also auf einem (für sie folgenlosen) Irrtum, der erst durch sie selbst überhaupt erkannt werden konnte. Irren ist also nicht nur menschlich, es ist manchmal auch überaus nützlich und erkenntnisfördernd.

---

<sup>1</sup> Gleichberechtigung bedeutet hier, dass in den Systemen nicht nur alle mechanischen Vorgänge sondern auch die optischen nach denselben Gesetzen ablaufen und insbesondere die Lichtgeschwindigkeit dieselbe ist.

<sup>2</sup> Die Aussage „Alle Schwäne sind weiß“ ist unzulässig, solange man nicht alle Schwäne gesehen hat.