

# Spezielle Relativitätstheorie, Anmerkungen I

## 1. Die Gleichberechtigung der Bezugssysteme $S$ und $S'$

Kritiker Einsteins haben immer wieder darauf hingewiesen, dass die beiden Bezugssysteme nicht wirklich gleichberechtigt seien, weil das eine von ihnen irgendwann einmal eine Beschleunigung erfahren habe, das andere aber nicht. Einstein selbst spricht<sup>1</sup> – irreführend und sich selbst widersprechend – von einem ruhenden und einem bewegten Bezugssystem und davon, dass dem einen Bezugssystem eine Geschwindigkeit  $v$  erteilt worden sei.

Der Einwand der Kritiker ist nicht leichthin von der Hand zu weisen und zeigt tatsächlich eine Schwachstelle in der oben zitierten Arbeit Einsteins auf. Der Einwand wird jedoch hinfällig, wenn man annimmt, die beiden Bezugssysteme befänden sich zunächst in großer Entfernung voneinander und ruhten relativ zueinander, wobei der Ursprung eines jeden Bezugssystems auf der  $X$ -Achse des anderen liegt. In diesem Zustand werden zunächst die Uhren in den Ursprüngen  $O$  und  $O'$  der Bezugssysteme synchronisiert und anschließend alle Uhren in  $S$  mit der Uhr in  $O$  und alle Uhren in  $S'$  mit der Uhr in  $O'$ . Dann werden die beiden Systeme gleich stark, aber in entgegengesetzten Richtungen beschleunigt, bis ihre Relativgeschwindigkeit gleich  $v$  ist. Dann sind die beiden Systeme gleichberechtigt und deshalb darf angenommen werden, dass die Uhren in  $O$  und  $O'$  immer noch synchron gehen, wenn sie einander begegnen. Mit einigem Aufwand lässt sich sogar erreichen, dass sie dann beide auf null zeigen, aber das ist nicht unbedingt nötig. Vielmehr kann man ihre Anzeige zu dieser Zeit als Nullpunkt definieren. Allerdings darf man danach niemals mehr von einem ruhenden und einem bewegten System sprechen, sondern nur noch von einem Bezugssystem, das relativ zu einem bestimmten Beobachter ruht bzw. sich bewegt. Wichtig ist jedoch: Man kann auch jetzt beweisen, dass für den Übergang von einem System zum anderen die Lorentz-Transformationen gelten.

## 2. Die so genannte Lorentz-Kontraktion

Die Relativität der Länge lässt sich vollständig aus der Relativität der Gleichzeitigkeit erklären. Ein bewegter Körper kontrahiert also nicht in Bewegungsrichtung, und die »Lorentz-Kontraktion« gehört – wie der Lichtäther, das Phlogiston und die Relativität der Masse (siehe unten) – in die Rumpelkammer der Naturwissenschaft.

## 3. Die so genannte Relativität der Masse

Noch immer ist die Auffassung weit verbreitet, die Masse eines Körpers wäre von seiner Relativgeschwindigkeit zum Beobachter abhängig. Für einen relativ zum Körper ruhenden Beobachter besäße der Körper demnach die »Ruhemasse«  $m_0$ , für einen mit der Relativgeschwindigkeit  $v$  bewegten Beobachter dagegen die Masse

---

<sup>1</sup> A: Einstein, Zur Elektrodynamik bewegter Körper, Annalen der Physik, Jg. 17. 1905, S. 897

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

Dem gegenüber setzt sich (mühsam, aber immerhin doch) die Auffassung durch, dass die Masse eines Körpers – wie die elektrische Ladung – eine absolute, von der Relativgeschwindigkeit des Beobachters unabhängige, dem Körper immanente Eigenschaft ist. Die beobachtbare Zunahme der Trägheit des Körpers mit seiner Geschwindigkeit beruht allein auf der Trägheit seiner kinetischen Energie.

Bereits in seiner ersten Arbeit zur Speziellen Relativitätstheorie hat Einstein gezeigt, dass ein Körper der Masse  $m$  bei der Geschwindigkeit  $v$  die kinetische Energie

$$E_{\text{kin}} = m c^2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right\}$$

besitzt. In seiner zweiten Arbeit<sup>2</sup>, nur drei Monate später, hat er nachgewiesen, dass ein Energiequantum  $E$  eine Trägheit besitzt, die der einer Masse

$$m = \frac{E}{c^2}$$

entspricht. Die oben genannte kinetische Energie besitzt demnach die Masse

$$m_E = m \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right\}$$

Addiert man dazu die Masse  $m$  des Körpers, so erhält man

$$m + m_E = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

die so genannte relativistische Masse eines bewegten Körpers. Diese ist also nichts anderes als die Summe seiner Masse und der Masse seiner kinetischen Energie. Die Begriffe »Ruhemasse«, »relativistische Masse«, »Impulsmasse« »longitudinale und transversale Masse« sind demnach hinfällig; die Masse eines Körpers ist konstant.

Siegfried Petry, im Februar 2008

[Weiter zu Anmerkungen II](#)

[Home](#)

[Rückmeldungsformular/Gästebuch](#)

---

<sup>2</sup> A. Einstein, Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig? Annalen der Physik, Jg.18, 1905, S. 639 ff.