

# 172 Dilatation, Kontraktion, Expansion

## ZUSAMMENFASSUNG

Man verwechselt leicht die Änderung der Werte einer physikalischen Größe bei einem Bezugssystemwechsel mit der Werteänderung in einem physikalischen Prozess. Eine solche Verwechslung wird unterstützt durch die Bezeichnungen Längenkontraktion und Zeitdilatation der speziellen Relativitätstheorie.

## Gegenstand

Die Begriffe Längenkontraktion und Zeitdilatation

## Mängel

In der Umgangssprache und auch in der Sprache der Technik bezeichnet man mit Kontraktion und Dilatation Vorgänge, d.h. etwas, das in der Zeit abläuft. Etwas war erst länger, später ist es kürzer, es hat sich kontrahiert; etwas ist erst kürzer und dann länger, es dilatiert sich. Das meint man aber nicht, wenn man von Längenkontraktion und Zeitdilatation spricht. Der Wert der Länge oder der Dauer ändert sich nur deshalb, weil man das Bezugssystem wechselt, also weil man für denselben Vorgang eine andere mathematische Beschreibung wählt.

Dass sich die Werte physikalischer Größen bei Bezugssystemwechsel ändern, ist in der Physik die Regel.

So ändert sich etwa, wenn man das Bezugssystem wechselt, der Wert der kinetischen Energie. Man wird aber nicht sagen, die Energie habe *zugenommen*. Diese Aussage würde in die Frage münden, wie denn die Änderungsrate  $dE/dt$  der Energie ist.

Wenn man das Bezugssystem wechselt, ändert sich der Wert des Impulses. Man wird aber nicht sagen, der Impuls habe *zugenommen*, denn dann müsste man die Frage nach der Änderungsrate des Impulses  $dp/dt$  beantworten, und welche Kraft diese Änderung verursacht.

Man könnte denken, dass es sich hier um eine Bagatelle handelt: jeder weiß doch, was gemeint ist. So wäre es vielleicht, wenn es nicht gerade um die Relativitätstheorie ginge.

Der Anfänger lernt mit Mühe, was es mit der Längenkontraktion und der Zeitdilatation auf sich hat. Nichts an dem verkürzten Maßstab hat sich verändert und nichts an der Uhr, die aus Sicht von anderen Uhren langsamer läuft; denn beim Bezugssystemwechsel ist nicht nur der Maßstab kürzer geworden, sondern die ganze Welt, und daher merkt man es nicht, wenn man in dieser Welt lebt.

Dann bekommt er (der Anfänger) es aber mit anderen Themen der Relativitätstheorie zu tun, wo sich auch etwas verlängert oder verkürzt, und er wird es für einen Effekt der selben Art halten, wie beim Bezugssystemwechsel. Etwa das Michelson-Interferometer, mit dem Gravitationswellen nachgewiesen werden sollen. Der Abstand der Spiegel ändert sich, so lernt er, also ändert sich der Lichtweg und damit das Interferenzmuster. Aber ändern sich nicht alle anderen Längen mit: die Wellenlänge des verwendeten Lichts; alle Längenmessgeräte und auch die Körpergröße der Forscher? Dann dürfte die Längenänderung doch gar nicht nachweisbar sein.

Das ist natürlich nicht zutreffend. Man hat es mit einem echten Prozess zu tun, der nicht bei einem Wechsel des Bezugssystems wieder verschwindet. Diese Einsicht wird erschwert, wenn man die Begriffe „physikalischer Prozess“ und „Bezugssystemwechsel“ nicht deutlich auseinander hält.

Zu dem Problem trägt auch noch die immer wiederholte Beteuerung bei, es gebe keinen Äther, der Raum sei leer; dann wäre natürlich die Aussage, er dehne sich aus, sinnlos.

## Herkunft

Die Bezeichnung Längenkontraktion war im Rahmen der Lorentzschen Vorstellungen [1] angebracht. Nach Lorentz' Theorie handelte es sich bei der Längenkontraktion genannten Erscheinung um eine echte Verkürzung der Abstände in materiellen Objekten. Schon in der Vorstellung eines Vorgängers von Lorentz, Fitz Gerald [2], Abb. 1, handelt es sich um eine echte Längenänderung.

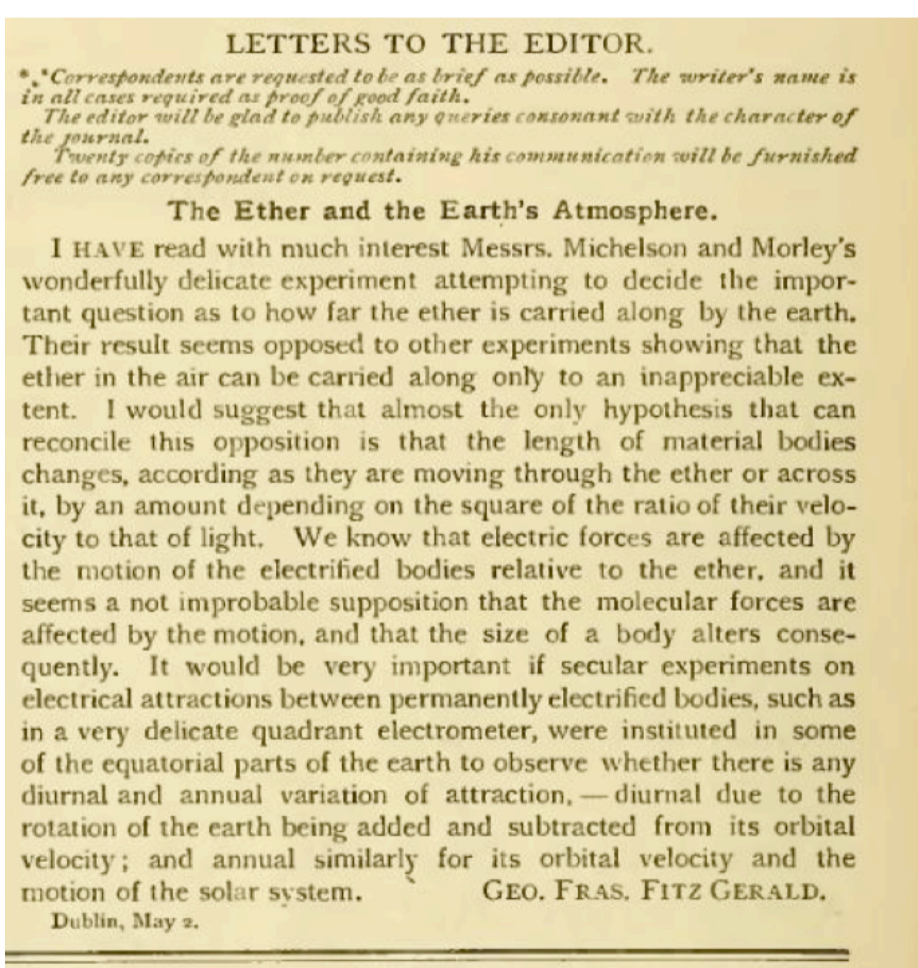


Abb. 1. Prärelativistische Vorstellung zur Längenkontraktion

## Entsorgung

Darauf achten, dass nicht der Eindruck entsteht, die Lorentz'sche Formel beschreibe einen Prozess. Insbesondere wird man die Bezeichnungen Längenkontraktion und Zeitdilatation vermeiden. Beim Gravitations-Interferometer dagegen spricht man klar aus, dass der Abstand der Spiegel zunimmt; entsprechend bei der Expansion der Universums. Hier kann man von Dilatation und Kontraktion oder von Expansion sprechen, und man tut es ja auch. Wobei man sich die Frage gefallen lassen muss, wer sich denn ausdehnt. Und wenn man das Wort Äther zum Unwort erklärt hat, muss man sich eine andere Bezeichnung für das expandierende Gebilde überlegen. Wenn man es einfach Raum nennt, so wird man dem Lernenden sicher keinen Gefallen tun. Denn das Vorverständnis dieses Konzepts ist einfach: „Platz für etwas“. Und in diesem Sinne kann der Raum vielleicht größer werden, sich aber nicht ausdehnen.

[1] H. A. Lorentz: Die relative Bewegung der Erde und des Äthers (Zittingsverlag, Amsterdam, Akad. v. Wet., 1 (1892), p. 74

[2] G. F. Fitz Gerald: The Ether and the Earth's Atmosphere, Science, Vol. XIII, No. 328, Letters to the editor, p. 390