genau senkrecht zur Geschwindigkeitsachse der Lichtquelle, z. B. Kanalstrahlen, einzustellen¹⁾, wird es kaum möglich sein, die Formel (2) direkt nachzuprüfen. Es müßte jedoch möglich sein, über die symmetrische oder unsymmetrische Lage der bewegten Intensitäten in der Nähe des Winkels ϑ_0 , wo die von der Relativitätstheorie geforderte Unsymmetrie am größten ist, durch geeignete Versuchsanordnung experimentell zu entscheiden.

Wohl die schnellsten bisher hergestellten Kanalstrahlen²⁾ hatten eine Geschwindigkeit von $2 \cdot 10^8$ cm/sec bei einer Spannungsdifferenz an den Elektroden von etwa 30 Kilovolt. Für diese Geschwindigkeit folgt aus (3), (5), (6):

$$\vartheta_0 = 89^\circ 48' 33,14'',$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda'} = -0,000\,022\,35 \text{ für } \vartheta = 90^\circ$$

und

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda'} = -0,000\,044\,7 \text{ für } \vartheta = 180^\circ - \vartheta_0.$$

Für die Balmerlinie $H_\alpha = 6563 \text{ \AA.-E.}$ berechnet sich dann die Dopplerverschiebung:

$$\Delta\lambda = -0,1467 \text{ \AA.-E. für } \vartheta = 90^\circ$$

und

$$\Delta\lambda = -0,2934 \text{ \AA.-E. für } \vartheta = 180^\circ - \vartheta_0.$$

Nachtrag.

Mit zwei Abbildungen. (Eingegangen am 27. März 1923.)

Herr N. v. Raschewsky bemerkt³⁾, daß auch die Ritzsche Theorie, in der die Galileitransformation gilt, einen transversalen Dopplereffekt von derselben Größe wie die Lorentztransformation fordert. Bezeichnet c' die Lichtgeschwindigkeit in K' und c die Lichtgeschwindigkeit in K , so folgt, da sich Lichtgeschwindigkeit und Translationsgeschwindigkeit nach Ritz vektoriell addieren,

$$\frac{c'}{c} = \frac{\sin \vartheta}{\sin \vartheta'}, \quad (11)$$

¹⁾ J. Stark, Elektrische Spektralanalyse chemischer Atome, S. 62. Leipzig 1904.

²⁾ Hammer, Verh. d. D. Phys. Ges. **13**, 955, 1911.

³⁾ ZS. f. Phys. **14**, 107, 1923.

und wenn, wie v. Raschewsky zur Berechnung des transversalen Dopplereffekts nach Ritz annimmt, die Schwingungsfrequenz der bewegten Lichtquelle die gleiche wie die der ruhenden ist, auch

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{\sin \vartheta}{\sin \vartheta'}.$$

Also ist die Größe des Dopplereffekts nach Ritz allgemein

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda'} = 1 - \frac{\sin \vartheta}{\sin \vartheta'}. \quad (12)$$

Es muß auch hier ein Winkel $0^\circ < \vartheta_0 < 90^\circ$ existieren, für den der Dopplereffekt den Wert Null hat. Dann ist wegen (11)

$$\sin \vartheta_0 = \sin \vartheta'_0,$$

was offenbar nur erfüllt sein kann, wenn

$$\vartheta'_0 = 180^\circ - \vartheta_0$$

ist. Wegen $c' = c$ ergibt sich eine einfache Konstruktion für ϑ_0 :

Dann folgt aus der Figur

$$\cos \vartheta_0 = \frac{\beta}{2} \quad (13)$$

und

$$\sin \vartheta_0 = \sin \vartheta'_0 = \sqrt{1 - \frac{\beta^2}{4}}.$$

Der Winkel ϑ_0 ist also nach der Ritzschen Theorie ein anderer wie nach der Lorentztransformation.

Fig. 1.

Fig. 2.

Eine einfache Konstruktion ergibt sich auch für die entgegengesetzte Blickrichtung $\vartheta = 180^\circ - \vartheta_0$ (Fig. 2). Aus dieser Figur folgt nach einiger Umformung $\sin \vartheta' = (1 - \beta^2) \sin \vartheta_0$, also

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda'} = \frac{\beta^2}{\beta^2 - 1} \quad \text{für } \vartheta = 180^\circ - \vartheta_0. \quad (14)$$

Der Vergleich von (14) und (9) zeigt, daß nach der Ritzschen Theorie der Dopplereffekt für $\vartheta = 180^\circ - \vartheta_0$ nicht mehr doppelt so groß ist, wie für $\vartheta = 90^\circ$.

Auf Grund dieser Verschiedenheiten, nämlich betreffs des Winkels ϑ_0 und der Dissymmetrien in der Lage der bewegten Intensitäten, wäre trotz des Einwandes v. Raschewskys, genügende Größe der Effekte

vorausgesetzt, eine experimentelle Entscheidung zwischen Galilei-
transformation und Lorentztransformation möglich.

Für die oben benutzte Translationsgeschwindigkeit

$$v = 2 \cdot 10^8 \text{ cm sec}^{-1}$$

folgt aus (13):

$$\vartheta_0 = 89^\circ 48' 32,45''$$

und

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -0,000056 \text{ für } \vartheta = 180^\circ - \vartheta_0.$$

Das ergibt für $H_\alpha = 6563 \text{ \AA}$ eine Dopplerverschiebung

$$\Delta\lambda = -0,368 \text{ \AA für } \vartheta = 180^\circ - \vartheta_0.$$

Man kann noch den Einwand machen¹⁾, daß eine Änderung der Schwingungsfrequenz durch die Translationsgeschwindigkeit der Lichtquelle möglich sei, aber ob diese Änderung die von der Lorentztransformation geforderte Größe oder eine andere hat, oder ob diese Änderung überhaupt existiert, werden wir nie erfahren können. Auch hat die Frage nach der „wahren“ Schwingungsfrequenz keinen physikalischen Sinn.

Wenn die Postulate der speziellen Relativitätstheorie nach den Darlegungen v. Raschewskys¹⁾ reine mathematische Konventionen sind, so könnte man doch im Zweifel sein, ob es die einfachsten sind, die man zur einheitlichen Darstellung aller physikalischen Erscheinungen machen kann. Denn anstatt der zwei Postulate Einsteins, der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in jedem berechtigten System und des Additionstheorems der Unterlichtgeschwindigkeiten, könnte man mit dem einen Ritzschen Postulat von der allgemeinen Gültigkeit der Galileitransformation auskommen. Die Argumentationen de Sitters²⁾ widerlegen dieses Ritzsche Postulat nicht, denn sie gelten, um bildlich zu sprechen, meines Erachtens nur für „einen“ ruhenden Äther, während man nach der Ritzschen Theorie jedem Emissionszentrum seinen eigenen Äther, oder in J. Starks Ausdrucksweise³⁾, ein Außenvolumen zuschreiben müßte. Eine experimentelle Bestätigung der Galilei-Ritzschen Relativitätstheorie würde zwar die Notwendigkeit eines teilweisen Umbaus der elektromagnetischen Lichttheorie zur Folge haben, aber aus diesem Umbau würde sich dann die „bequemere Konvention“ ergeben.

¹⁾ ZS. f. Phys. **14**, 107, 1923.

²⁾ Phys. ZS. **14**, 429, 1913.

³⁾ J. Stark, Die Prinzipien der Atomdynamik. I: die elektrischen Quanten. 1. Aufl., 1910.