

# DIE RELATIVITÄTSTHEORIE UND GYÖZÖ ZEMPLÉN

Von

G. BIRÓ

Lehrstuhl für Experimentelle Physik, Technische Universität, Budapest

Eingegangen am 28. April 1980

Die Geschichte der Aufnahme der Relativitätstheorie ist ein interessanter Teil der Verbreitung der Revolution der Naturwissenschaft in Ungarn, die um die Jahrhundertwende ihre ersten Schritte machte. Obwohl die Physiker seit gewisser Zeit die Relativitätstheorie zur klassischen Physik zählen, möchte ich beweisen, daß die wiederholte geschichtliche Rekonstruktion der Relativitätstheorie als ein lebendiges Problem zu betrachten ist. Meine Methode ist auf einem Gedanken des vor kurzem verschiedenen ausgezeichneten Wissenschaftshistorikers Frau M. Jolán Zemplén gebaut. Sie sagte, daß die Untersuchung der Entwicklung eines Wissenschaftszweiges innerhalb der Geschichte eines nicht gerade im Mittelpunkt der Entwicklung der gegebenen Wissenschaft stehenden Landes eine sozusagen verzögerte Filmaufnahme ihrer allgemeinen Entwicklung liefert und dadurch eine tiefere, in Einzelheiten eingehende Prüfung ermöglicht.

Durch die Analyse der Aufnahme der Relativitätstheorie in Ungarn, möchte ich die Aufmerksamkeit auf die Aktualität der allgemein geschichtlichen Rekonstruktion der Relativitätstheorie hinlenken.

\*

In Ungarn war es Gyözö Zemplén, der sich als erster mit einer Publikation meldete, mit der er beweisen hat, die Relativitätstheorie richtig erfaßt zu haben.

Gyözö Zemplén wurde vor hundert Jahren geboren. Schon mit 19 Jahren hat er die Aufmerksamkeit mit seiner Arbeit über die innere Reibung der Gase auf sich gezogen. Noch als Student nahm er mit einem, in den Annalen der Physik erschienenen Artikel an der Diskussion über die kinetische Gastheorie teil [1]. Später hielt er als erster an der Budapester Universität Vorlesungen über die statistische Mechanik und am Anfang des Jahrhunderts führte er den Unterricht des Maxwellschen Theorie ein [2].

Während seiner Studienzeit in Göttingen befaßte er sich mit Gas- und Hydrodynamik. Hier erregten die „nicht kontinuierlichen Bewegungen“ (heute Stoßwellen genannt) resp. die Probleme der un stetigen Erscheinungen seine Aufmerksamkeit. Riemanns Ergebnisse weiterentwickelnd sprach er den später von ihm benannter Satz aus, daß die hydrodynamischen Wellen nur Kompressionswellen sein können [3]. Seine Ergebnisse wurden schon zu seiner Zeit geschätzt. Er wurde aufgefordert in der „Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften“ einen zusammenfassenden Artikel über diese Probleme zu schreiben [4]. Zempléns diesbezügliche Arbeiten sind erst heutzutage in der Plasmaphysik zur richtigen Bedeutung gelangt.

Es ist wohlbekannt, daß Einsteins Arbeit über die „Elektrodynamik bewegter Körper“ in den Jahren nach 1905 kein zu großes Aufsehen erregt hat. Unter den Physikern gab es nur wenige, die die große Perspektive dieser Arbeit verstanden haben. Erst nach dem ersten Weltkrieg als das Experiment der Abweichung des Lichtes in der Nähe der Sonne durchgeführt wurde, in den zwanziger Jahren und danach kam die Relativitätstheorie „in Mode“: sowohl ihre Entdeckung, als ihr Mißverständnis und Mißdeutung betreffend.

Der Budapester Mathematischen und Physikalischen Gesellschaft ist es hoch anzurechnen, daß in ihrer, im Jahre 1911 gehaltenen Generalversammlung Gyözö Zemplén einen Vortrag „Über das Prinzip der Relativität“ halten durfte. Der Vortrag erschien in der Zeitschrift der Gesellschaft im Jahre 1911 [5].

Die Arbeit war eine korrekte Besprechung der Einsteinschen Abhandlung. Zemplén gehört zu den wenigen, die das grundsätzlich Neue im Relativitätsprinzip, die wesentliche Abweichung von den früheren Arbeiten von Lorentz und den grundlegenden Gegensatz zu der Elektronentheorie von Abraham erkannt haben.

In der Einleitung seines Artikeis, resp. seines Vortrags sagte Zemplén folgendes: „Die neueren Experimente und theoretischen Untersuchungen der Elektrodynamik“ bewegter Körper führten zu solchen Ergebnissen, deren Wichtigkeit über die Elektrodynamik, sogar weit über die Sphere der Physik reichen und geeignet sind unsere bisherigen Vorstellungen über Raum und Zeit von einem neuen und höheren Standpunkt zu klären. Diese neue Auffassung des Raumes und der Zeit kann im sogenannten Prinzip der Relativität zusammengefaßt werden, worüber Planck sagte: „Nur die kopernikanische Weltanschauung konnte eine ähnliche Änderung in unserem naturwissenschaftlichen Grundbegriff hervorrufen. ... Die hervorragende prinzipielle Bedeutung der Relativität kann überhaupt nicht bestritten werden, da durch sie störende elektrodynamische und optische Paradoxon eine ganz und gar zufriedenstellende Erklärung gewinnen.“

Der Vortrag analysierte den Michelson Versuch und kam zu der Folgerung, daß sofern es keine absolute Ruhe gibt, der Michelson Versuch mit

einem negativen Resultat enden mußte. Er gab die Definition der Einsteinschen Zeitmessung und Gleichzeitigkeit an; leitete auf Grund des Relativitätsprinzips die Lorentzsche Transformation ab. Es lohnt sich seine Erklärung über die Lorentzsche Kontraktion zu zitieren: „Die Kugel scheint also aus dem ruhenden System betrachtet in Richtung der Bewegung platt gedrückt zu sein. Dies ist aber keinesfalls eine materielle Deformation der Kugel . . . es ist nur die Folge der vorgehenden Definition des Raumes und der Zeit.“

Zemplén sah also klar, daß mit der Kugel sachlich keine Änderung geschieht, sondern der sich im Vergleich mit dem Objekt bewegende Beobachter sie platt „sieht“. (Darauf komme ich noch zurück.)

Zum Schluß sagte noch Zemplén im Jahre 1911: „Auf Grund des Prinzips der Relativität sind alle Zweige der Physik von neuem aufzubauen.“ Er begriff folglich, daß die Maxwell'schen Gleichungen Lorentzsche Invarianten sind (wenn er sich auch nicht so ausdrückte) und, daß als Folge des Relativitätsprinzips . . . „in der Mechanik die bisherige, absolute Unveränderlichkeit des Begriffs der Masse aufhört . . .“

Obzwar Zemplén weiterdenkend im Jahre 1914 einen Artikel erscheinen ließ, in dem er das negative Resultat von Michelson mit einer von Einstein abweichenden Hypothese zu erklären versuchte, vermindert dies nicht seine Physiker-Klarsicht. Das Wesentliche dieser Hypothese war, daß sich die von sich bewegenden Lichtquellen ausgehenden Lichtstrahlen in verschiedene Richtungen mit verschiedenen Geschwindigkeiten verbreiten. Seiner Hypothese fügte er die Erklärung hinzu: da das Licht eine transversale Welle ist, kann die Geschwindigkeit des Lichtes von der longitudinalen Bewegung der Lichtquelle beeinflußt werden. Seine Hypothese genauer gefaßt: „Solche transversalen Äther-Deformationen, die von einer longitudinalen Deformation begleitet werden, verbreiten sich mit einer anderen Geschwindigkeit, als die reinen transversalen Deformationen“ [6].

Abgesehen von seinen anderen Publikationen, stellt es sich aus diesem Artikel von Zemplén heraus, daß er zeitgemäß verstanden hat, was die Maxwell'sche-Theorie überhaupt bedeutet, da er ferner folgendes schrieb: „Noch weniger fremdartig ist unsere Annahme, wenn wir überlegen, daß das Licht, der elektromagnetischen Lichttheorie entsprechend, nicht durch die Bewegung der Ätherteilchen verursacht wird, sondern durch die periodische Änderung der elektrischen und magnetischen Kräfte . . .“ [7].

Zemplén war mit der hypothetischen Art seiner Voraussetzung vollständig im Klaren: „ . . . ich bin darauf gefaßt, daß diese Hypothese durch Experimente widerlegt werden kann . . . Wenn die Hypothese Gelegenheit bietet, Experimente durchzuführen, die diese entscheidenden Probleme der Physik in jeden Hinsicht klären können, dann habe ich mein Ziel erreicht.“

Zemplén gehörte zu den wenigen, die schon 1911 die Bedeutung der Einsteinschen Theorie in einer weiten Perspektive verstanden haben;

trotdem versuchte er diese Probleme im Jahre 1914 auf eine andere Weise zu lösen.

Ich möchte vergleichsweise auf die Tatsache hinweisen, daß Planck im Jahre 1912 einen Artikel in der Zeitschrift „Annalen der Physik“ geschrieben hat, in dem er seine Hypothese von 1900 abschwächte. Er lies die Hypothese der diskontinuierlichen Energieaufnahme fallen und hielt die Quantiertheit nur für die Emission aufrecht (8). Meiner Meinung nach, vermindert der Artikel von 1912 keineswegs die Verdienste Plancks, ebenso setzt Zempléns Gedankenkampf von 1914 die Modernheit seines im Jahre 1911 geschriebenen Artikels nicht herunter. Lebt man sich in die damals gärende Zeit der Wissenschaft hinein, so ist eine gewisse Unbeständigkeit der damaligen Physiker durchaus zu verstehen.

\*

Kurz möchte ich noch erwähnen, warum ich die *historische* Rekonstruktion der Relativitätstheorie vom Standpunkt der *modernen* Physik aus für eine aktuelle Frage halte.

Es ist bekannt, daß von den 20-er Jahren an die Einsteinsche Relativitätstheorie den früheren Hypothesen gegenüber zur einzig herrschenden Theorie wurde. Monographien und Lehrbücher über die Relativitätstheorie schreiben einheitlich über „Maßzunahme“, über die Relativität der „Zeit“ und über die Relativität der „Entfernung“ [9].

Ich möchte feststellen, daß Einstein von 1905 an sich darüber im klaren ist, daß nicht mit dem Stab, der auf dem mit einer fast Lichtgeschwindigkeit rasenden Zug liegt, etwas geschieht, sondern das sich die Länge des Stabes sich verschieden für den Beobachter vom Bahnhof, und für den mit dem Stab zusammen im Zug Fahrenden ergibt. (Dies verstand auch Zemplén, als er Einsteins Originalarbeit las.)

Im Laufe der Verbreitung der Einsteinschen Relativitätstheorie *vermischte sich jedoch die Differenz zwischen dem zu messenden Objekt und dem von ihm gemessenen Wert.*

Der Rahmen dieses Artikels würde weit überschritten werden, wenn ich zu analysieren versuchte unter welchen physikalischen und philosophischen Einwirkungen so gestaltet hatte. Gewiß spielte darin Rolle: die Kritik der Grundbegriffe der klassischen Physik noch vor der Entdeckungen der neuen Physik (z. B. die Mach-sche Kritik); weiterhin der geschichtliche Weg zur Entwicklung der Quantummechanik, und der von Machs Positivismus bis zum logischen Positivismus laufende historische ideologische Zug; bzw. die Wechselwirkungen aller dieser miteinander [10].

Jedenfalls hat sich die Identifizierung des *Existierenden* mit dem *Meßbaren* in bezug auf die Relativitätstheorie tief und eindeutig in das Bewußtsein der Physiker eingefleischt. Seit den fünfziger Jahren trat Lajos Jánossy mit der Ansicht hervor [11], daß sich in der Einsteinschen Relativitätstheorie jede Behauptung auf das Resultat des *Messens* und nicht auf das zu *Messende* bezieht. (D. h. die Zeitmessung ist relativ, nicht die Zeit, die Längemessung ist relativ und nicht die Länge: in einem konsequenten Gedankensystem sogar: die Massenmessung ist relativ und nicht die Masse.) Hiervon ausgehend hat Jánossy noch weiter zurückgegriffen und versuchte die originale Lorentzsche Interpretation auf Grund der Ergebnisse der Quantenmechanik, der modernen Festkörperphysik neu zu berechnen. Nicht in dieser Lorentz-Jánossyschen Interpretation — wie wir sie heißen könnten — sehe ich Jánossys Bedeutung, sondern in dem im Hintergrund stehenden *methodologischen Prinzip*. Darin nämlich, daß man zur Geschichte der Relativitätstheorie zurückgreifen muß, um klar zu sehen: was die Theorie sagt und was sie nicht sagt; wie weit reicht der Wirkungskreis der Theorie? Die Einsteinsche Theorie ist nicht das System der Gesetzmäßigkeiten der sich in der Nähe der Lichtgeschwindigkeit abspielenden Prozesse, sondern das der *Meßergebnisse dieser Prozesse*. Vom Standpunkt der Weiterentwicklung der Physik mag es wichtig sein zu wissen, daß wir bis jetzt erst zur Erkenntnis der letzteren gelangt sind. Deswegen halte ich die historische Analyse der Relativitätstheorie für ein heute wieder aktuelles Problem.

Eine historische Analogie soll meine Betrachtungen schließen: Newton, indem er sich von der skolastischen Mistifikation abgrenzen wollte, verneinte, daß es erlaubt sei, in bezug auf den *Mechanismus* der Wirkungsfortpflanzung *Voraussetzungen* zu benutzen. Daraus entstand die These der Newtonianer, daß *die Wirkungsverbreitung keinen Mechanismus hatte*, es gäbe eine Fernwirkung. Ob die Relativitätstheorie nicht einen ähnlichen Weg zurückgelegt hat die Identifikation des zu messenden Objekts und der sich darauf beziehenden Meßresultate betreffend?

Diese Identifikation erfolgte in den Jahren nach 1905 noch nicht. (Auch Gyözö Zemplén sah den Unterschied zwischen beiden 1911 klar.) Eine historische Rekonstruktion über den Vorgang wie sich diese Identifikation vollzog, kann für die heutige Physik wichtige Erkenntnisse liefern. Wir denken dabei nicht nur auf Fragen wie „was der Gegenstand der Relativitätstheorie ist“, sondern auch auf die Deutung der quantenmechanischen Zustandsfunktion, auf das Problem des Wirkungskreises der Quantentheorie in der Perspektive einer teilchen-physikalischen Synthese. In all dem ist das Verhältnis des zu messenden Objekts und des Meßresultats eine Kernfrage.

## Zusammenfassung

Die Einsteinsche Auffassung der speziellen Relativitätstheorie wurde Alleinherrscher von den Zwanzigerjahren an. Die Arbeit will zeigen, daß inzwischen der originale einsteinsche physikalische Inhalt eine Umdeutung überstanden hat. Im Laufe dieser Umdeutung vermischte sich die Differenz zwischen dem zu messenden Objekt und dem darauf bezogenen gemessenen Wert.

In der Arbeit ist es dokumentiert, daß der erste hervorragende ungarische Kenner der Relativitätstheorie, Gyözö Zemplén, auf Grund der originalen einsteinschen Interpretation stand. (Im Jahre 1911).

Die Arbeit will die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß die geschichtliche Rekonstruktion der Relativitätstheorie für die heutige Physik auch nützlich ist. Vor allem in der Frage, was eigentlich das Objekt der Relativitätstheorie ist.

## Literatur und Bemerkungen

1. ZEMPLÉN, GY.: Über die Grundhypothesen der kinetischen Gastheorie. *Annalen der Physik* IV. 3. 761.
2. ABONYI I.: Zemplén Gyözö. *Fizikai Szemle* 10 (1966) 289.
3. ZEMPLÉN, GY.: *Math. Phys. Lapok* 14. 361; *Comptes Rendus* 141. 710.
4. ZEMPLÉN, GY.: Besondere Ausführungen über un stetige Bewegungen in Flüssigkeiten. *Enzykl. der math. Wiss.* Bd. IV. 12. Teil 3. 282.
5. ZEMPLÉN, GY.: *Math. és Phys. Lapok* 20. 331 (1911). Über den Empfang der Relativitätstheorie in Ungarn vgl. GAZDA ISTVÁN: *Magyar Tudomány* 6. 476 (1979)
6. ZEMPLÉN, GY.: *Math. és Term. tud. Ért.* 22. 225 (1914). Auch in dieser Arbeit erkennt Zemplén, daß „Einsteins System für sich selbst ganz und gar widerspruchlos ist, und wir haben bis heute noch keine solchen experimentellen Erfahrungen, die mit der Relativitätstheorie unvereinbar wären.
7. Es lohnt sich zu erwähnen, daß in den 1910-er Jahren sogar die Maxwellsche Theorie ziemlich neu war. Und Maxwell selbst, der seine mathematische Verallgemeinerung auf Grund Faradays Arbeit, in Rollen und Bolzen denkend, ausarbeitete, glaubte nach der mathematischen Beschreibung seiner elektromagnetischen Feldtheorie an die Existenz der Äthers bis zu seinem Tode. Darüber s. ausführlich BIRÓ G.: Az elektromágneses tér fogalmának kialakulása. (Ausbildung des Begriffes des elektromagnetischen Feldes.) *Fizikai Szemle* 10. (1976) 292–97.
8. PLANCK, M.: *Ann. der Phys.* 1912. 643.
9. Ich möchte hier keinen Standpunkt in der seit Jahren dauernden Polemik einnehmen, ob Einstein im Jahre 1905 den Michelson Versuch, resp. in den 10-er Jahren das Eötvös-Experiment gekannt hat oder nicht. Sicher ist, daß aus dem negativen Resultat des Michelson Versuchs logisch keine solchen Postulate folgen, die die Basis der speziellen Relativitätstheorie bilden. Vom Standpunkt meines Gedankenganges benötige ich auch die, nebenbei sehr interessanten, historischen Analysen nicht, die über den Einfluß von Mach auf Einstein und darüber schreiben, wie sich Einstein vom Positivismus entfernte. Vgl.: PALLÓ, G., GAZDA I.: Experimentum crucis volt-e Eötvös Lóránd mérése. (War L. EÖTVÖS' Messung ein Experimentum crucis?) *Technikatörténeti Szemle* 10. (1978) 77–85; ILLY, J.: Einstein eltávolodása a pozitivizmustól. (Wie sich Einstein vom Positivismus entfernte.) *Magyar Filozófiai Szemle* 1–2. (1975) 195–160. L. S. besonders die Fußnote des 16-ten Kapitels.
10. BIRÓ G.: Megjegyzések a fizikai idealizmus történeti periodizációjához. (Bemerkungen zur historischen Periodisation des physikalischen Idealismus. *ÉKME Tudományos Közlemények* 11. (1965) 3–8.
11. JÁNOSSY L.: Relativitáselmélet (Relativitätstheorie). (Bp. Akadémiai Kiadó (1973)). Dieses Buch enthält zusammenfassend seine diesbezügliche 20-jährige Arbeit.

Dr. Gábor BIRÓ H-1521, Budapest