

Über die Aberration.

Von **R. Tomaschek** in Heidelberg.

(Eingegangen am 18. März 1925.)

Es wird, unter Zurückweisung eines erhobenen Einwurfes, auf die charakteristische Unabhängigkeit der Aberration von der Bewegung der Lichtquelle und die prinzipiellen Schwierigkeiten einer relativitätstheoretischen Erklärung dieses Verhaltens hingewiesen.

Da ein vor kurzem erhobener Einwand¹⁾ gegen den von Herrn Lenard betonten²⁾ absoluten Charakter der Aberration den Anschein erweckt, als ob von mir³⁾ zu Unrecht auf die prinzipielle Unfähigkeit der Relativitätstheorie, die Aberrationserscheinungen zu erklären, hingewiesen worden sei, erscheint es bei der fundamentalen Bedeutung, welche die Aberration für die Erkenntnis der Lichtausbreitung hat, geboten, auf das Wesentliche derselben noch näher einzugehen.

1. Das Charakteristische der Aberration ist, daß sie nicht abhängt von der Relativbewegung von Lichtquelle und Beobachter.

Diese Tatsache steht unabhängig von irgendwelchen Interpretationen der Aberration fest, wie das Verhalten der Aberration bei Doppelsternen beweist.

2. Im Gegensatz zu dieser Erfahrungstatsache behauptet die Relativitätstheorie die Abhängigkeit der Aberration von der Relativbewegung von Lichtquelle und Beobachter⁴⁾.

3. Nach Herrn Thirring's Ausführungen nun soll zwar der Ausspruch der Relativitätstheorie gelten, also die Relativbewegung maßgebend sein, eigentlich soll sie aber nicht maßgebend sein, da bei Berücksichtigung der Latenzzeit der zu erwartende Effekt kompensiert wird.

4. Da eine Analyse des Einwandes H. Thirring's sehr gut die für die Relativitätstheorie bestehenden Schwierigkeiten erkennen läßt, wollen wir etwas näher auf seine Ausführungen eingehen.

¹⁾ H. Thirring, ZS. f. Phys. **80**, 63, 1924.

²⁾ P. Lenard, Ann. d. Phys. **73**, 89, 1924.

³⁾ R. Tomaschek, ebenda **74**, 136, 1924.

⁴⁾ Siehe die Zitate in meiner oben angeführten Abhandlung.

Zunächst sei festgestellt, daß dasjenige, was H. Thirring als die „Überlegungen Herrn Tomascheks“ angibt, nämlich die Abhängigkeit der Aberrationserscheinungen von der Relativgeschwindigkeit in der relativitätstheoretischen Erklärung, nicht meine Überlegungen sind, sondern die Herrn Einsteins, denn diese führen zu der klar ausgesprochenen Behauptung, daß die Aberration eine Relativerscheinung zwischen Beobachter und Lichtquelle sei¹⁾. Herr Thirring kommt mit seinen Ausführungen — die übrigens nichts anderes sind als eine unvollkommene Wiederholung längst bekannter Konstruktionen — zu demselben Schluß wie ich, daß nämlich die Relativbewegung keinen Einfluß auf die Aberration hat. Damit bin aber nicht ich widerlegt, sondern Einstein²⁾.

5. Wenn nun die Betrachtungsweise Hrn. Einsteins zu verlassen ist, stellt etwa Hrn. Thirrings Versuch eine befriedigende Lösung auf Grund der Relativitätstheorie dar? Diese Frage muß entschieden verneint werden.

Nach Thirring kompensiert sich infolge des Einflusses der Latenzzeit der Aberrationseffekt. Da nun aber dem wesentlichen Gedanken der Relativitätstheorie gemäß nur Relativgeschwindigkeiten einen Sinn haben, so bedeutet in den Überlegungen Thirrings, wenn sie als auf dem Boden der Relativitätstheorie stehend betrachtet werden sollen, die Geschwindigkeit $\dot{x} = v$ stets die Relativgeschwindigkeit des Sternes gegenüber der als ruhend gedachten Erde. Die Erde kann aber, wenn man nur Relativgeschwindigkeiten zwischen Stern und Erde betrachtet, wie es in der Relativitätstheorie der Fall ist, stets als ruhend betrachtet werden. Der Stern erscheint also nach Thirrings Überlegungen infolge des Einflusses der Latenzzeit stets unverschoben, d. h. es existiert überhaupt keine Aberration.

Sein Einwand ist also, da die Aberration im Gegenteil eine wohlbekannte Erscheinung ist, völlig haltlos, und dies tritt nur deshalb

¹⁾ Siehe Anmerkung 4 auf S. 397.

²⁾ Sollte man vielleicht hieran zweifeln, so halte man sich die sonst eintretenden Konsequenzen des Gedankenganges H. Thirrings vor Augen: Es gelten dann folgende Aussagen: 1. Die Aberration ist bedingt durch die Relativbewegung von Beobachter und Lichtquelle (Einstein). Dieser Satz soll unter allen Umständen richtig sein, was als besonderes Ergebnis der Relativitätstheorie hingestellt wird. 2. Die Aberration ist unabhängig von der Relativbewegung von Beobachter und Lichtquelle (Relativitätstheorie nach Thirring). Dieser Satz gilt ebenfalls immer, weil stets Kompensation eintritt. Nach Thirring wären dann beide Sätze gleichzeitig richtig, was der Beurteilung des Lesers überlassen sei.

zunächst nicht so offensichtlich in Erscheinung, weil er in seiner Betrachtung die Relativitätstheorie gar nicht ernstlich anwendet. Gerade der Übergang zur reinen Relativgeschwindigkeit zwischen Beobachter und Lichtquelle ist es aber, welcher — für die Relativitätstheorie charakteristisch — auch den Widerspruch mit der Erfahrung ergibt. Ganz abgesehen davon ist bei der Ableitung Herrn Thirrings die Geradlinigkeit und Gleichförmigkeit der Bewegung der Erde während der Zeit des Laufes des Lichtstrahles vom Stern zum Beobachter vorausgesetzt. Diese Bedingung ist aber bei den hier in Betracht kommenden Latenzzeiten von der Größenordnung vieler Jahre auch nicht annähernd erfüllt. Die Latenzzeit hat mit der von der Entfernung des Fixsternes und der inzwischen erfolgten Bewegung der Erde ganz unabhängigen Aberration gar nichts zu tun.

6. Wenn nun auch die Gründe Hrn. Thirrings sich als nicht stichhaltig erweisen, so liegt doch bereits ein viel gründlicherer und tiefergehender Versuch vor, mit Hilfe der Relativitätstheorie den auch dort erkannten Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen¹⁾. Allein dieser Versuch offenbart gerade die ganzen wirklich „ernsthaften Schwierigkeiten“, die der Erklärung mittels der Relativitätstheorie entgegenstehen.

Um dies noch deutlicher zu zeigen, als ich es schon getan habe, wählen wir folgendes Beispiel:

Betrachten wir der Einfachheit halber eine Doppelsternkomponente, die in der gleichen Richtung, mit derselben Geschwindigkeit und derselben Phase wie die Erde umlaufen möge. Diese beiden Systeme (Erde und Doppelsternkomponente) haben also zueinander gar keine Relativbewegung.

Von der Anwesenheit der anderen Himmelskörper, kann vollkommen abgesehen werden, da diese mit der Aberration nichts zu tun haben, welcher Tatsache ja auch in der Relativitätstheorie durch bloße Anwendung der speziellen Relativitätstheorie Rechnung getragen wird.

Trotzdem nun die beiden Körper keine Relativbewegung zueinander haben, tritt die normale Aberration auf²⁾.

1) Vgl. A. Kopff, Phys. ZS. 23, 255, 1922.

2) Denn da die Aberration erfahrungsgemäß unabhängig von jeder beliebigen Bewegung der Lichtquelle auftritt, kann sie auch im speziellen oben gewählten Falle der Bewegung der Lichtquelle erfahrungsgemäß nicht fehlen.

Dieses Beispiel zeigt evident, daß die Aberration nicht durch die Relativbewegung irgendwelcher materieller¹⁾ Systeme bedingt ist. Diese Tatsache schließt aber jede einwandfreie Anwendung der Relativitätstheorie aus, da für sie wesentlich ein Koordinatensystem im freien Raum (Äther) nicht definierbar ist²⁾.

Man kann ferner, was für manche Betrachtungen von Vorteil ist, das Beispiel auch so wählen, daß die Latenzzeit berücksichtigt wird, daß also ein in einem bestimmten Augenblick die Erde treffender Lichtstrahl von der Doppelsternkomponente emittiert worden ist in einer Stellung, die sowohl hinsichtlich Größe als auch Richtung der augenblicklichen Geschwindigkeit dem beim Eintreffen des Lichtstrahles herrschenden Geschwindigkeitszustand der Erde entspricht.

Aufklärend ist auch folgendes Beispiel:

Der Beobachter bewege sich vollkommen geradlinig und parallel zu ihm, weit entfernt im Himmelsraum, eine siderische Lichtquelle. Hat der Beobachter auf seiner als geradlinig angenommenen Bahn eine ungleichförmige Geschwindigkeit und die siderische Lichtquelle ebenfalls stets dieselbe Geschwindigkeit, so daß die beiden Systeme relativ zueinander in Ruhe sind, so tritt³⁾ auch in diesem Falle eine beobachtbare Aberration auf, und zwar nur durch die Änderung des Bewegungszustandes des Beobachters bedingt⁴⁾.

¹⁾ Unter Materie ist alles zu verstehen, was aus den chemischen Grundstoffen zusammengesetzt ist. Die konsequente Anwendung dieser Definition würde einen erheblichen Teil der Dunkelheiten der modernen Ätherphysik beseitigen. Der Äther gehorcht ganz anderen Gesetzen (z. B. den Maxwell'schen Gleichungen) als die Materie (Mechanik). Dieser Unterschied bleibt auch zu Recht bestehen, wenn man die Materie nur als einen besonderen Zustand des Äthers auffassen sollte, weil für das Verhalten derartiger stabiler Zustände untereinander und gegenüber ihrem Substrat ganz andere Gesetze gelten als für das Substrat selbst.

²⁾ Einstein sagt z. B.: Dieser Äther darf aber nicht mit der für ponderable Medien charakteristischen Eigenschaft ausgestattet gedacht werden, aus durch die Zeit verfolgbaren Teilen zu bestehen; der Bewegungsbegriff darf auf ihn nicht angewendet werden (A. Einstein, Äther und Relativitätstheorie, Berlin 1920).

³⁾ Siehe Anmerkung 2 auf S. 399.

⁴⁾ Diese Beispiele führen auch zu Schwierigkeiten für die sogenannte „ballistische Theorie“ der Lichtemission, denen sie nur durch ganz spezielle Annahmen über den Akt der Lichtemission entgehen könnte. Meine Ablehnung der „ballistischen Theorie“ hat den scharfen Widerspruch La Rosas hervorgerufen (Ann. d. Phys. 75, 195, 1924). — Meine Ablehnung gründete sich auf Überlegung und Durchrechnung einiger konkreter Beispiele, die die Unvereinbarkeit der „ballistischen Theorie“ mit der Erfahrung zeigten. Da ganz analoge Überlegungen inzwischen ausführlich von anderer Seite veröffentlicht worden sind (de Sitter, Bull. Astron. Inst. Netherlands 2, 121, 163, 1924, und H. Thirring, ZS. f. Phys. 31, 133, 1925), mit denen die meinigen vollkommen übereinstimmen, erübrigt sich ein weiteres

7. Relativ wozu erfolgt aber die durch Aberration unzweifelhaft angedeutete Bewegung? Die Relativitätstheorie gibt in ihrem hier betrachteten Versuch die Antwort, daß die Aberration deshalb auftritt, weil die Erde in ein anderes Bezugssystem bei ihrer Bewegung um die Sonne übergegangen ist. Nun hat aber, wie wir gesehen haben, die Sonne mit der Aberration gar nichts zu tun. Die Behauptung der Relativitätstheorie ist also, wenn man ihre Grundlagen klar analysiert, die, daß die Aberration bedingt wird durch die Relativbewegung der Erde gegen sich selbst.

Das führt also zu dem Ergebnis, daß die Bewegung eines Körpers relativ zu sich selbst erkennbar ist. Dies wäre aber absoluteste Bewegungsfeststellung, die man überhaupt nur ersinnen könnte!

Daß der Übergang in ein anderes „Koordinatensystem“ beim Umlauf um die Sonne nicht wesentlich ist, sieht man sofort daraus, daß eine für uns ganz analog erkennbare Änderung der Aberration auftreten würde, wenn sich, wie in dem oben angegebenen Beispiel, die Erde und die siderische Lichtquelle vollkommen geradlinig, aber mit variabler Geschwindigkeit so bewegen würden, daß sie durch ein starres Koordinatensystem miteinander verbunden werden könnten¹⁾.

8. Ich habe schon in einer früheren Mitteilung gezeigt, daß das Bezugssystem, relativ zu dem die Änderung des Koordinatensystems stattfindet und das notwendigerweise außerhalb des Beobachters liegen muß, das des Fixsternstrahles ist, zu dessen Festlegung aber der Relativitätstheorie infolge ihrer Leugnung eines kinematisch definierten Äthers jede Möglichkeit mangelt. Die Aberration zeigt uns unzweifelhaft, daß dieses System weitestgehend unabhängig ist von den Bewegungen sowohl der Erde als auch des Fixsterns. Die Relativbewegung der Erde gegenüber diesem System ist bis auf eine (wohl schwierig, aber prinzipiell bestimmbare) Konstante erkennbar, und zwar deshalb, weil sie sich im Laufe der Zeit ändert.

Eingehen meinerseits hierauf. Über die übrigen Gründe, welche der Durchführung einer „ballistischen Theorie“ der Lichtemission entgegenstehen, siehe man die in der Erwiderung von La Rosa mir empfohlene, in der angegriffenen Abhandlung aber sogar von mir zitierte (!) Monographie von W. Pauli, Relativitätstheorie, Leipzig 1921.

¹⁾ Wir haben also in der Aberration die besondere Erscheinung vor uns, daß die Bewegungsänderung eines Systems erkennbar wird nicht etwa durch auftretende Kräfte, sondern durch Winkeländerungen von Lichtstrahlen. Gerade der Umstand, daß die auftretenden Kräfte für die Aberration ganz unwesentlich sind, ist das Besondere ihres Verhaltens.

9. Ich glaube im vorstehenden genügend auf die charakteristischen Eigenschaften der Aberration hingewiesen zu haben; schon die Tatsache, daß zu ihrer Erkennung beschleunigte Bewegungen notwendig sind, macht von vornherein die Anwendung der speziellen Relativitätstheorie sehr bedenklich, wie sie ja auch tatsächlich einerseits zum Widerspruch mit der Erfahrung, andererseits zu prinzipiellen Schwierigkeiten führt. Allein auch die Anwendung der allgemeinen Relativitätstheorie ist hier illusorisch, da die bei den beschleunigten Bewegungen auftretenden Kräfte im vorliegenden Falle gar keine Rolle spielen, und die erkennbare Änderung der Aberration in bezug auf die beschleunigte Bewegung rein phoronomischen Charakter hat.

Heidelberg, Radiologisches Institut der Universität, 5. März 1925.