

5. Antwort
auf die Kritik des Hrn. E. Bestelmeyer
bezüglich meiner experimentellen Bestätigung des
Relativitätsprinzips;
von A. H. Bucherer.

(Hierzu Taf. VIII, Figg. 1a u. 1b.)

In dieser Zeitschrift veröffentlichte Hr. E. Bestelmeyer¹⁾ eine Kritik der Versuche, welche ich zur Prüfung der zur Entscheidung stehenden elektrodynamischen Theorien unternommen hatte.²⁾ Da die vielfachen Irrtümer und Mißverständnisse des Hrn. Bestelmeyer dringend der Richtigstellung bedürfen, so will ich im folgenden diejenigen Punkte beantworten, deren Klarstellung vom Standpunkte des wissenschaftlichen Interesses geboten schien.

Allgemeines.

§ 1. Hr. Bestelmeyer bemerkt l. c. p. 174, daß die Relativitätstheorie ja schon deshalb größere Wahrscheinlichkeit besitze, weil die Optik bewegter Medien dafür spreche. Der Zusammenhang, in dem Hr. Bestelmeyer dies sagt, veranlaßt mich, den Leser auf die Einleitung meiner Arbeit zu verweisen, in der ich meine eigene Stellungnahme zu den einzelnen Theorien gekennzeichnet habe. Man wird daraus entnehmen, daß ich bei Beginn meiner Arbeit auf eine Bestätigung der Relativtheorie nicht gehofft hatte. Abgesehen davon, daß Hr. Bestelmeyer sich mit seiner Bemerkung *ohne Kommentar über die Kaufmannschen Versuche hinwegsetzt*, wird er auch nicht der Auffassung einer Gruppe von Physikern gerecht, von denen Hr. Minkowski bei Besprechung meines Vortrages in Köln sagte: „Man muß auf das höchste den Mut und die Kraft der Schule des starren Elektrons bewundern, die mit

1) E. Bestelmeyer, Ann. d. Phys. **30**. p. 166. 1909.

2) A. H. Bucherer, Ann. d. Phys. **28**. p. 513. 1909.

fabelhaftem Ansatz über die breitesten mathematischen Hürden hinwegspringt, in der Hoffnung, drüben auf experimentellem Boden zu Fall zu kommen.“ Wie wenig bei dieser Schule die Hypothese des starren Elektrons noch überwunden ist, erhellt aus der neuen Auflage des Abrahamschen Werkes.¹⁾

§ 2. *Über Mitteilung von Protokollen.* Manche der Ansichten des Hrn. Bestelmeyer tragen ein individuelles Gepräge und es ist Sache des Lesers, ob er da folgen will. So, wenn Hr. Bestelmeyer meint, es sei fraglich, ob ein fundamentales Prinzip von einem einzelnen Forscher und mit einem einzigen Apparat entschieden werden könne. In einem solchen Falle wünscht er detaillierte Angaben aller Messungen und Beobachtungsprotokolle.

Während ich Hrn. Bestelmeyer beipflichten muß darin, daß eine Untersuchung dieses wichtigen Problems von recht vielen Forschern erwünscht ist, so kann ich ihm nicht beistimmen bezüglich *der Ausdehnung*, in der die Beobachtungsprotokolle mitzuteilen sind, und die Hr. Bestelmeyer mit einem Beispiel erläutert: „es sei nicht ersichtlich, wer die Regulierung des Magnetfeldes vorgenommen habe.“ Daß es mir tatsächlich gelungen ist, das Magnetfeld sehr konstant zu halten — unter Beihilfe von mehreren Personen natürlich — kann man an der Feinheit der Kurven erkennen.

Im übrigen möchte ich betonen, daß ich mich im Interesse der Klarheit und Übersichtlichkeit bemüht hatte, kurz zu sein und dabei doch keine wesentlichen Daten auszulassen. Bei diesem Bemühen ist es mir allerdings entgangen, daß ich die Dicke der Films nicht angegeben hatte. Um nämlich den Abstand a des Kondensatorrandes von der Auftreffstelle der Strahlen genau zu kennen, muß diese Dicke — sie beträgt 0,12 mm — von dem Abstand der zylindrischen Wandfläche abgezogen werden. Der Abstand a erhält dadurch den bei den Berechnungen verwandten Wert 39,88 mm. Sonst habe ich meinen Angaben nichts hinzuzufügen.

§ 3. *Die Prioritätsansprüche des Hrn. Bestelmeyer.* Bezüglich dieser sollte ein Hinweis auf meine Ausführungen l. c.

1) M. Abraham, Theorie der Elektrizität II. 2. Aufl. Leipzig 1908. Man beachte vor allem die Vorrede.

p. 516 genügen. Die Methode der gekreuzten Felder stammt von Sir Joseph Thomson. Man gelangt zu der von Hrn. Bestelmeyer und später von mir benutzten Anordnung, wenn man den Plattenabstand des Kondensators enger macht, um so nur Strahlen einer beschränkten Geschwindigkeit durchzulassen. Wäre es bei der Wichtigkeit, die Hr. Bestelmeyer Prioritätsfragen zuschreibt, nicht konsequenter gewesen, er hätte den Namen des Forschers genannt, dem er die wesentlichen Züge seiner Methode entlehnt hat? Im übrigen vergleiche man die verschiedene Versuchsanordnung bei mir und Hrn. Bestelmeyer. — Da bei letzterer der Geschwindigkeitsbereich der untersuchten Strahlen sehr klein war, so ließ es sich einrichten, daß die Ablenkungen immer annähernd gleich waren. Das war bei meinen Versuchen, bei denen der Geschwindigkeitsbereich dreimal so groß war, unmöglich; es sei denn, daß ich *auf den in die Augen fallenden Vorzug großer Ablenkungen* verzichtet hätte. Da bei einer Geschwindigkeit von $\beta = 0,7$ eine größere Ablenkung als 6,23 mm nicht erreichbar war, während für $\beta = 0,32$ die Ablenkung über 16 mm betrug, so leuchtet ein, daß ein Gleichmachen der Ablenkungen ein schwerer Fehler gewesen wäre. Nicht zu vergessen ist auch, daß die größeren Ablenkungen bei gegebenem β größeren Feldstärken entsprechen und *diese wieder schärfere Kurven bedingen*. Man erkennt, wie Unrecht Hr. Bestelmeyer hat, wenn er mir vorwirft, den Vorteil gleicher Ablenkungen außer acht gelassen zu haben.

Ein Haupteinwand gegen die Kritik des Hrn. Bestelmeyer.

Hr. Bestelmeyer gelangt zu einem durchaus falschen Bilde von der Beweiskraft meiner Versuche, indem er nur die wegen der Kondensatorstreuung korrigierten ε/m_0 -Werte heranzieht. Zwei Umstände hätten ihn hiervon abhalten müssen. Erstlich hat Hr. Bestelmeyer diese Korrektur bei seinen Versuchen ganz übersehen. Hierdurch werden *sämtliche Schlußfolgerungen, die Hr. Bestelmeyer an die absolute Größe von ε/m_0 knüpfte, hinfällig*. Die Kondensatorkorrektur¹⁾ bringt

1) Wenn ich in meiner Arbeit diese Korrektur versehentlich als „klein“ bezeichnete, so hatte ich ihren Einfluß auf die Konstanz der ε/m_0 -Werte im Auge, nicht auf den absoluten Wert.

nämlich diese Größe von $1,73 \times 10^7$ auf mindestens $1,8 \times 10^7$. Wäre es nicht konsequenter gewesen, Hr. Bestelmeyer hätte auch die besonders aufgeführte Tabelle der nicht korrigierten ϵ/m_0 -Werte *bei mir* berücksichtigt. Dazu kommt, daß ich in gesperrtem Druck p. 523 darauf hingewiesen hatte, daß diese Korrektur den Nachweis der Gültigkeit des Relativitätsprinzips nicht beeinträchtigen könnte.“

Ferner hatte ich darauf aufmerksam gemacht, daß die Kondensatorkorrektur einer experimentellen Untersuchung bedürfe, mit anderen Worten, daß meine Arbeit bezüglich der korrigierten ϵ/m_0 -Werte zu ergänzen sei. Hr. K. Wolz¹⁾ hat unterdessen diese Untersuchung beendet und bewiesen, daß das Steigen der korrigierten ϵ/m_0 -Werte *mit zunehmendem β daher rührt*, daß die Kondensatorkorrektur — wie ich übrigens schon selbst hervorgehoben hatte — nur auf geringe Bahnkrümmungen, d. h. auf relativ geringe Ablenkungen anwendbar ist. *Man darf daher, ja man muß*, wie ich dies in meiner ersten Veröffentlichung getan hatte, die *unkorrigierten Werte* zu einer Prüfung bezüglich der Gültigkeit der einzelnen Theorien *heranziehen*. Ich stelle meine Resultate und die Wolzschen zusammen, und erwähne noch, daß die Absolutwerte durch die Kondensatorstreuung mitbedingt sind. Diese Streuung hat Hr. Wolz durch Änderung der Höhe der Versilberung variiert, um eingehend den Einfluß auf die Werte von ϵ/m_0 untersuchen zu können.

Gruppe I. Versuche von A. H. Bucherer. $a = 39,88$ mm.

β	Kondensatorstreuung „ p “	$\frac{\epsilon}{m_0} \times 10^{-7}$ nach Lorentz ohne Korrektur	$\frac{\epsilon}{m_0} \times 10^{-7}$ nach Abraham ohne Korrektur
0,8787	} $p = 0,77$ (annähernd)	1,701	1,675
0,4281		1,699	1,663
0,5154		1,700	1,645
0,6780		1,701	1,58

1) K. Wolz, Ann. d. Phys. 30. p. 288. 1909; A. H. Bucherer, Ann. d. Phys. 29. p. 1063. 1909.

Ein Vergleich der beiden Kolonnen der ε/m_0 -Werte scheint mir nur *eine* Deutung zuzulassen: die Gültigkeit der Lorentzschen Formel.

Gruppe II. Versuche von K. Wolz.

β	Abstand a in mm	Kondensator- streuung p berechnet	$\frac{\varepsilon}{m_0} \times 10^{-7}$ nach Lorentz ohne Korrektur	$\frac{\varepsilon}{m_0} \times 10^{-7}$ nach Abraham ohne Korrektur
0,5147	} 40,35	} $p = 0,350$	1,735	1,678
0,6965			1,735	1,607
0,5023	} 50,45	} $p = 0,55$ (angenähert)	1,727	1,673
0,7038			1,729	1,597
0,5146	} 40,66	} $p = 0,55$ (angenähert)	1,718	1,663
0,6965			1,720	1,593

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, daß die Konstanz der nach der Lorentzschen Theorie berechneten ε/m_0 -Werte bei Hrn. Wolz ebenso groß ist wie bei mir. *Angesichts dieser Zahlen ist es vollständig unnötig, Berechnungen darüber anzustellen „ob und innerhalb welcher Fehlergrenzen sie (die Geschwindigkeitsfunktion) mit einer der Theorien übereinstimmt“.* Die Bestätigung der Relativitätstheorie ist evident.

Im übrigen ist in mehr als einer Beziehung die Diskussion der korrigierten Tabelle durch Hrn. Bestelmeyer zu beanstanden. Vor allem hätte Hr. Bestelmeyer die Versuche Nr. 10 und Nr. 11 ausschließen müssen, denn ich hatte deutlich darauf hingewiesen, daß diese Versuche infolge der abnormen Versuchsdauer nicht hinreichend exakt wären. Ich bemerkte l. c. p. 525: „Daß der Wert für $\beta = 0,817$ etwas abweicht, rührt von der langen Versuchsdauer — 70 Stunden im Durchschnitt — her.“ Ferner l. c. p. 520: „Bei abnorm langen Versuchen war die Gefahr nicht ausgeschlossen, daß die Regulierung im Durchschnitt nicht so exakt war, wie bei Versuchen kürzerer Dauer; in der unten angegebenen Tabelle sind solche Versuche unter der Nr. 10 und 11 aufgeführt.“ Daß ich diese Versuche überhaupt aufführte, geschah wegen des Interesses, welches die Ablenkung von so langsamen Becquerelstrahlen bean-

spricht, abgesehen von dem Entschluß, überhaupt sämtliche erzielten Kurven — die Hälfte der Versuche gingen fehl — zur Veröffentlichung zu bringen. Daß tatsächlich jede Willkür bei Ausschließung dieser Versuche vermieden war, daß mit anderen Worten die erwähnte Abweichung wirklich auf Versuchsstörungen zurückzuführen sind, erhellt aus dem Umstand, daß beim Versuch Nr. 10 bei größerer Geschwindigkeit eine größere Ablenkung gemessen wurde, als beim Versuch Nr. 11.

Die Daten sind die folgenden:

Nr. des Versuches	β	H	Z in mm
10	0,3178	104,55	16,40
11	0,3171	104,55	16,35

Daß die Versuche Nr. 10 und 11 bei einer detaillierten Diskussion auszuschneiden waren, hatte ich übrigens bereits dadurch nahe gelegt, daß ich sie in der Tabelle der unkorrigierten Werte nicht aufgeführt hatte.

Die irrtümliche Rolle der nichtkompensierten Strahlen bei
Hrn. Bestelmeyer.

§ 1. *Eine optische Analogie.* Stelle ich ein Bündel paralleler Lichtstrahlen her, so sind nur unendlich wenige Strahlen einer gegebenen Linie mathematisch streng parallel. Für den Physiker sind aber Lichtstrahlen parallel, wenn sie sich innerhalb der Beobachtungsgrenzen so verhalten, wie parallele Strahlen.

Lasse ich aus einem Kondensator, der 160 mal so lang als breit ist, unter gleichzeitiger Wirkung von zwei elektrodynamischen Kräften Becquerelstrahlen austreten, so gibt es allerdings nur unendlich wenige Strahlen, die kompensiert sind, d. h. die den Platten des Kondensators mathematisch parallel sind. Aber der Physiker hat mit dieser mathematischen Fiktion der unendlich wenigen Strahlen nichts zu tun. Ihn interessieren nur die sehr nahe kompensierten Strahlen, deren Auftreffstelle mit derjenigen der mathematisch genau kompensierten „merklich“ zusammenfällt. Diese Strahlen wird der Physiker kompensierte Strahlen nennen. Physikalisch

lassen sich keine Argumente daraus ableiten, daß es nur unendlich wenige mathematisch kompensierte Strahlen gibt, und *daher ist es irreführend*, wenn Hr. Bestelmeyer, l. c. p. 172 bemerkt, daß „das gesamte Strahlenbündel nur unendlich wenige kompensierte Strahlen enthält“ und „zur kleineren Hälfte aus langsameren, zur größeren aus schnelleren Strahlen besteht“, und wenn er *daraus einen Einwand gegen meine Überlegungen ableitet*.

§ 2. *Die nichtkompensierten Strahlen bedingen keine Korrektur*. Es liegt mir natürlich fern, die Analogie der Lichtstrahlen zu weit zu führen. Tatsächlich verlangen die nichtkompensierten Strahlen eine orientierende Betrachtung und die Gesichtspunkte hierfür habe ich l. c. p. 527 dargelegt. Ich hebe hier die Hauptpunkte nochmals hervor, da sie nicht die nötige Beachtung bei Hrn. Bestelmeyer gefunden haben.

1. . . . „Es ist wohl zu beachten, daß im allgemeinen die relative Anzahl der nichtkompensierten Elektronen eine sehr beschränkte ist, und daß daher ihre radiographische Wirkung gering ist.“ Hiermit ist gesagt, daß die „merklich kompensierten“ Strahlen die Kurve im allgemeinen erzeugen, oder was dasselbe bedeutet „*daß das ganze Strahlenbündel für $\beta = \beta_m$ ein Maximum der Intensität hat*, wo β_m die Geschwindigkeit der mathematisch kompensierten Strahlen beim Maximum der Kurven bedeutet.

2. Es ist zu untersuchen, ob in einzelnen Fällen die Intensitätsverteilung im Strahlenbündel eine solche ist, daß die Schwerpunktslinie der Kurve beim Maximum verschoben ist. Ich bin zum Schluß gelangt, daß eine derartige Verschiebung bei Geschwindigkeiten von $\beta = 0,3$ bis $0,7$ nicht stattfindet.

Indem ich daher die Auftreffstellen des Bündels beim Maximum der Kurve mit der Auftreffstelle der kompensierten Strahlen identifizierte, stellte ich mich auf den Standpunkt, daß eine Korrektur wegen der nichtkompensierten Strahlen nicht anzubringen sei. Ein experimenteller Beweis folgt weiter unten.

§ 3. *Die Bestelmeyersche Korrektur*. Indem Hr. Bestelmeyer, wie bemerkt, von der Vorstellung ausgeht, daß nur unendlich wenige kompensierte Strahlen im ganzen Bündel vorhanden seien, sieht er sich vor die Frage gestellt, welche Geschwindigkeit die Strahlen besitzen, deren Ablenkung er

mißt. Zur Beantwortung dieser Frage untersucht er den Auftreffbereich einer gewissen Gruppe von nichtkompensierten Strahlen und begründet darauf eine nicht unbedeutende Korrektur. Wie irrig der Ausgangspunkt dieser Überlegungen ist, habe ich bereits dargelegt. Ganz illusorisch wird aber die Korrektur dadurch, daß Hr. Bestelmeyer eine sehr wichtige Gruppe von Strahlen ganz übersehen hat; es sind die asymmetrisch durch den Kondensator gehenden, d. h. Strahlen, deren höchster Punkt auf ihrer Bahn im elektrischen Felde bei der Bestelmeyerschen Anordnung zwischen der Mitte und dem Rand des Kondensators liegt. Hr. Bestelmeyer knüpft seine Berechnungen ausschließlich an das Verhalten der symmetrischen Strahlen, d. h. solcher, die auf ihrer Bahn im elektrischen Feld den höchsten Punkt in der Mitte des Kondensators erreichen. Wenn auch diese Strahlen zur Orientierung bezüglich des Geschwindigkeitsbereiches des ganzen Bündels dienen können, so ist es doch ganz unstatthaft, aus der **Intensitätsverteilung** dieser Gruppe auf eine solche des ganzen Bündels zu schließen, wie dies Hr. Bestelmeyer tut, der außerdem noch hierauf eine bedeutende rechnerische Korrektur gründet. Ein solches Verfahren würde voraussetzen 1. daß die Auftreffstelle von symmetrischen Strahlen einer bestimmten Geschwindigkeit identisch wäre mit der Auftreffstelle asymmetrischer Strahlen derselben Geschwindigkeit. 2. Daß *außerdem* die Geschwindigkeitsverteilung auf die Elektronen in beiden Gruppen identisch wäre. Beide Voraussetzungen sind aber ohne weiteres abzulehnen.

Der ganze Umfang des Bestelmeyerschen Irrtums ist mir übrigens erst während der Beantwortung seiner Kritik klar geworden, sonst hätte ich in meiner Arbeit auf den Einfluß der asymmetrischen Strahlen aufmerksam gemacht. In meiner Annalenarbeit dienten Betrachtungen über den Auftreffbereich nichtkompensierter Strahlen zur Orientierung, nicht zu rechnerischen Korrekturen. In meiner ersten Veröffentlichung¹⁾ habe ich aber den symmetrischen Strahlen noch zuviel Be-

1) A. H. Bucherer, Ber. der Deutschen Physik. Gesellsch. 1908 p. 698 und Physik. Zeitschr. 9. p. 755. Die hier angegebene Ablenkung der langsameren symmetrischen Strahlen bedarf der Berichtigung. Es ist $\alpha_1 = 10,4$ entsprechend $\beta = 0,473$.

deutung beigelegt, wenn sie auch meine Berechnungen und Resultate in keiner Weise beeinflussten.

Der Versuch Nr. 3.

Nachdem ich die Unrichtigkeit der Bestelmeyerschen Berechnungsweise nachgewiesen habe, hätte ich die speziellen Einwände gegen den Versuch Nr. 3 übergehen können. Durch diesen Versuch wird aber die irrige Betrachtungsweise des Hrn. Bestelmeyer auch experimentell so schlagend widerlegt, daß ich mit wenigen Worten auf den springenden Punkt hinweisen möchte. Nach der Theorie des Hrn. Bestelmeyer könnte bei diesem Versuch überhaupt nur ein breites, bis zur γ -Linie erstreckendes Band, aber keine Kurve entstehen, während nach meiner Ansicht wegen des sehr großen Bereichs der nichtkompensierten Strahlen zwar eine Schattierung bis nahe an die γ -Linie vorhanden sein müßte, aber außerdem eine sowohl nach der konkaven wie nach der konvexen Seite zu wohlbegrenzte Kurve. Aus der Reproduktion dieser Kurve (vgl. Taf. VIII, Figg. 1a u. 1b) erkennt man sofort, daß auch das Experiment gegen Hrn. Bestelmeyer entscheidet. Daß die Reproduktion nicht ganz an das Original heranreicht, braucht wohl nicht betont zu werden.

Auch noch auf andere Weise läßt sich die Ansicht des Hrn. Bestelmeyer widerlegen. Entspräche nämlich der gemessene z -Wert dieser Kurve nicht der Ablenkung der kompensierten Strahlen, so müßte bei einem Parallelversuch, bei dem der Bereich der nichtkompensierten Strahlen auf einen kleinen Bruchteil des bei Nr. 3 vorhandenen reduziert würde, die in meiner Tabelle auftretende Konstanz der ε/m_0 -Werte gestört werden. Derartige Versuche hat Herr Wolz gemacht. Greift man den Versuch Nr. 10 (l. c. p. 285) heraus, so ergibt sich, wenn man sich vorübergehend auf den irrigen Standpunkt des Hrn. Bestelmeyer stellt und nur die symmetrischen Strahlen in Rechnung zieht, daß der Bereich der nichtkompensierten Strahlen etwa $\frac{1}{4}$ desjenigen des Versuches Nr. 3 ist, und doch ist die Konstanz der ε/m_0 -Werte dieselbe wie bei mir. Somit fallen sämtliche Einwände des Hrn. Bestelmeyer gegen die Beweiskraft dieses Versuches in sich zusammen und das Irrtümliche seiner eigenen Berechnungsweise tritt klar hervor.

Die Mittellinie.

Hr. Bestelmeyer leitet aus der Unsymmetrie der γ -Linie den Einwand ab, daß hierdurch die Messung der Ablenkungen fehlerhaft werden könnte, indem man den Punkt, von dem aus die Ablenkung zu messen ist, nicht hinreichend genau festlegen könnte. Zunächst ist dieser Einwand auf den Versuch Nr. 3, bei dem die Kürze der Expositionszeit die Erzeugung einer *Doppelkurve* gestattete, nicht anwendbar. Es fallen daher die Bedenken bezüglich einer möglichen Ungenauigkeit der Messung der Ablenkung fort.

Aber auch bei einfachen Kurven ist der Meßpunkt auf der γ -Linie scharf zu fixieren trotz der Asymmetrie. Da nämlich nur immer eine Hälfte des etwa 48 cm langen Films zur Erzeugung der Kurven verwandt wurde, die andere Hälfte also nur die ganz symmetrische γ -Linie enthielt, so lieferte die verlängerte γ -Linie haarscharf den geometrischen Ort für den Meßpunkt.

Die ungünstigen Versuchsbedingungen der Bestelmeyerschen Anordnung.

Es bedarf keines besonderen Hinweises, daß die Schlußfolgerungen, die Hr. Bestelmeyer l. c. p. 172 an die von ihm berechnete Tabelle knüpft, schon wegen Übersehens der asymmetrischen Strahlen hinfällig sind. Seine Behauptung, bei seiner Anordnung lägen die Verhältnisse günstiger, wird aber direkt durch einen besonderen Versuch von K. Wolz l. c. p. 284 und Tafel II Fig. 8 widerlegt. Dieser wichtige Versuch wurde unter Bedingungen ausgeführt, die ähnlich waren wie bei Hrn. Bestelmeyer. Hr. Wolz erhielt, wie ein Blick auf Fig. 8 zeigt, *statt einer Kurve nur ein breites verwaschenes Band*. Bei dieser Aufnahme betrug der Abstand des Kondensatorrandes von der Platte 60 mm, während die Länge des Kondensators 50 mm und sein Plattenabstand $\frac{1}{4}$ mm war. Man überzeugt sich leicht davon, daß die Ablenkung kaum bis auf 3 Proz. angebbar ist. Hierdurch wird eine Entscheidung zwischen den einzelnen Theorien unmöglich, zumal da, wie bemerkt, die Versuchsanordnung nur die Erzeugung von Kathodenstrahlen von sehr beschränktem Geschwindigkeitsbereich — ein Drittel des von mir benutzten Bereichs — ge-

stattet. Übrigens waren bei Hrn. Bestelmeyer die Verhältnisse noch etwas ungünstiger als bei Hrn. Wolz. Denn der Abstand der photographischen Platte und die Länge des Kondensators betragen 66,5 mm, der Plattenabstand 0,58 mm.

Auf keinen Fall ist es angängig, die Ablenkungen, wie dies Hr. Bestelmeyer l. c. p. 439 tut, *auf hundertel Millimeter genau anzugeben*, wo doch die Zehntel noch ungewiß sind.

Der vermeintliche „Rechenfehler“.

Es scheint, daß Hr. Bestelmeyer Zweck und Sinn der Berechnungen, die ich an einen seiner Versuche knüpfte, vollständig mißverstanden hat. Mein Standpunkt ist dieser:

1. Eine Korrektur wegen der nicht kompensierten Strahlen ist nicht anzubringen (l. c. p. 527, 6. Zeile von unten).

2. Hr. Bestelmeyer bringt eine nicht unbedeutende Korrektur an (p. 528 erste Zeile von oben).

3. Selbst, wenn eine Korrektur vom irrigen Standpunkte des Hrn. Bestelmeyer aus als notwendig erachtet wird, könnte sie sogar in dem unwahrscheinlichen Falle, „daß die langsameren symmetrischen Strahlen mit *bedeutend größerer Intensität* erzeugt würden, den Wert von ε/m_0 höchstens um $\frac{1}{2}$ Proz. ändern“ (l. c. p. 531, Zeile 15 von unten).

Dieses Resultat ergibt sich aus der Berechnung des Bestelmeyerschen Versuchs Nr. 4. Hr. Bestelmeyer bringt hingegen eine Korrektur an β von 1 Proz. an. Anstatt auf diese Kritik zu antworten, behauptet Hr. Bestelmeyer zweierlei: 1. Ich hätte einen Rechenfehler begangen. 2. Ich hätte überhaupt nur einen einzigen Versuch berechnet und zwar einen von seinen Versuchen und daraus Schlüsse auf meine Versuche gezogen.

Ich habe zu bemerken:

ad 1. Infolge der wenig verständlichen Darlegungen in der Bestelmeyerschen Arbeit habe ich allerdings einen etwas abweichenden Wert von β , nämlich 0,322 anstatt 0,3165 meiner Berechnung zugrunde gelegt. *Damit habe ich aber keinen Rechenfehler begangen, wie Hr. Bestelmeyer behauptet.* Was wesentlich ist, ist aber die Tatsache, daß sich durchaus nichts an der Beweiskraft meiner Berechnung ändert, ob ich den einen oder anderen Wert benutze. Die Tatsache bleibt

bestehen, daß selbst vom irrtümlichen Standpunkt des Hrn. Bestelmeyer aus „die Wirkung der langsameren Strahlen höchstens den ϵ/m_0 -Wert um $1/2$ Proz. ändern könnte“.

ad 2 habe ich zu bemerken, daß ich nicht einsehe, wie Hr. Bestelmeyer, selbst wenn ihm ganz entgangen war, daß ich allein zum Zwecke der *Kritik seiner Berechnungsweise* den Versuch Nr. 4 heranzog, behaupten konnte, ich hätte nur *einen seiner Versuche* berechnet und daraus auf die Verhältnisse bei meinen geschlossen. Nicht nur steht in meinem Kölner Vortrag in den Berichten der D. Phys. Gesellschaft p. 698: „*Ich habe die Ablenkung dieser extremen Strahlen berechnet und mich davon überzeugt, daß sie die Resultate nicht merklich beeinflussen*“, sondern ich habe noch persönlich Hrn. Bestelmeyer in der Diskussion geantwortet und ihm mitgeteilt, daß ich meine eigenen Versuche — ausgenommen übrigens Nr. 10 und 11 — berechnet hätte. Ich habe sogar Zahlen angegeben! —

Da das gesamte Bündel das Maximum der Intensität bei den kompensierten Strahlen hat, so konnte ich um so eher auf die Mitteilung von Berechnungen in meiner Annalenarbeit verzichten. —

Es muß im übrigen auffallen, daß Hr. Bestelmeyer in seiner Kritik sich durchweg meiner Rechenmethode bedient, trotzdem ich ihm durch meine kritischen Bemerkungen nahe gelegt hatte, seine ganze Berechnungsweise zu enthüllen. Seine Methode weiche etwas ab, bemerkt Hr. Bestelmeyer. Da meine Methode für die symmetrischen Strahlen streng ist, so ist seine Methode ungenau oder irrig in dem Maße, wie sie von der meinigen abweicht.

In der folgenden Zusammenfassung habe ich mich auf Hervorhebung der wesentlichen Punkte beschränkt.

Zusammenfassung.

1. Die von mir benutzte Methode der gekreuzten Felder stammt nicht von Hrn. Bestelmeyer, sondern von Sir Joseph Thomson. Da auch die Versuchsanordnung von der Bestelmeyerschen abweicht, so sind seine Prioritätsansprüche hinfällig.

2. Zur Beurteilung meiner Resultate ist die ausschließliche Heranziehung der korrigierten ε/m_0 -Werte nicht statthaft, aus angegebenen Gründen. Die Versuche von K. Wolz beweisen, daß die Abweichungen dieser Werte verschwinden, wenn die Korrektur für relativ kleine Ablenkungen angebracht wird. **Die Gültigkeit der Lorentzschen Formel tritt klar hervor.**

3. Die von mir vertretene Ansicht, daß die nicht kompensierten Strahlen ihr Maximum der Intensität bei der Auftreffstelle der kompensierten habe, wird durch die Kurve des Versuchs Nr. 3 und durch die Wolzschen Versuche als richtig erwiesen.

4. Die Unsymmetrie der Mittellinie kann nicht zu Ungenauigkeiten führen, weil die γ -Linie der von Kurven freien Hälfte des Films den Meßpunkt genau festlegt.

5. Bei der Bestelmeyerschen Anordnung liegen die Verhältnisse *nicht* günstiger. Aus dem Wolzschen Versuch Nr. 8 ergibt sich im Gegenteil, daß entscheidende Messungen unmöglich sind, zumal angesichts des notwendig beschränkten Bereichs der Strahlen.

6. Die Schlußfolgerungen, die Hr. Bestelmeyer an die absolute Größe der spezifischen Ladung knüpft, sind wegen Übersehens der Kondensatorkorrektur hinfällig.

7. Die Korrektur, die Hr. Bestelmeyer wegen der nicht kompensierten Strahlen anbringt, ist wegen Übersehens der asymmetrischen Strahlen illusorisch. Damit fallen alle Schlußfolgerungen, die Herr Bestelmeyer an die berechneten ε/m_0 -Werte bezüglich der Gültigkeit der zur Entscheidung stehenden Theorien knüpft.

8. Die Behauptung, ich hätte nur einen der Bestelmeyerschen Versuche berechnet, und daraus Schlüsse auf meine Versuche gezogen, wird als irrig nachgewiesen.

9. Die Begehung eines Rechenfehlers meinerseits wird als nicht vorhanden nachgewiesen.

Bonn, Physikal. Institut d. 22. Okt. 1909.

(Eingegangen 25. Oktober 1909.)
