

RESEARCH

Josef von Stackelberg

# Die Masse eines Photons

Randnotizen der Elektrotechnik

---

## Die Masse eines Photons

---

Josef von Stackelberg

# Die Masse eines Photons

Randnotizen der Elektrotechnik

Josef von Stackelberg  
Baunach, Deutschland

ISBN 978-3-658-33664-6      ISBN 978-3-658-33665-3 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-33665-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Verlage. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Reinhard Dapper

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Geleitwort

Über einen Zeitraum von vielen Jahren entstanden diverse, untereinander scheinbar unzusammenhängende Untersuchungen aus dem erweiterten Bereich der Elektrotechnik. Die Ursachen und Gründe für diese Untersuchungen lagen immer in irgendwelchen Alltagsfragen, denen ich im Rahmen meiner beruflichen Tätigkeit besonders auf den Grund gehen musste, oder wenn ich einen als gegeben angenommenen Zusammenhang verstehen wollte.

Ich habe versucht, für alle Aussagen, die ich nicht für mich in Anspruch nehme, Quellen zu finden, auch wenn ich eine Aussage erst einmal aus dem Gedächtnis formulierte, wie ich sie während meiner Berufsausbildung und meines Studiums gelernt zu haben dachte oder im Lauf meines Berufslebens in einem Buch gelesen hatte. Ich konnte während des Schreibens dieses Buches nicht mehr für alle Aussagen Quellen aufreiben. Daher möchte ich als meine eigenen Erkenntnisse nur folgende Herleitungen benennen:

- Im Kap. 3 die Herleitung der Gravitationskraft aus hochfrequenten elektromagnetischen Oszillationen,
- Im Kap. 4 die Herleitung der einzelnen Oszillationen, der Photonenmasse und der vier Grundkräfte der Physik aus der Toroiden Wendel,
- Im Kap. 5 die alternative Erläuterung des relativistischen Masseerhöhungsphänomens,
- Im Kap. 6 die Auflösung der Permittivität und der Permeabilität und Ersetzen durch die Vakuumlichtgeschwindigkeit,
- Im Kap. 7 die Herleitung der Fourierreihe für den angeschnittenen Sinus,
- Im Kap. 8 die Herleitung der alternativen Diodengleichung, in der die Temperatur im Exponenten in den Zähler gehoben wird.

Bei allen anderen Betrachtungen erhebe ich keinen Anspruch auf eigene Entdeckung. Insbesondere bei der vorgestellten Lösung für die Koeffizientenermittlung für das Interpolationspolynom in Kap. 9 und bei der Einführung der Grundgleichung für gerade Graphen im doppelt logarithmischen Koordinatensystem im Kap. 10 kann ich mir nicht vorstellen, dass diese Erkenntnisse nicht schon in früherer Zeit veröffentlicht wurden.

In Zeiten des allgegenwärtigen Internets und den darüber veröffentlichten Informationen und Nichtinformationen sehe ich es als normal an, eine Enzyklopädie wie Wikipedia genauso für meine Arbeit zu zitieren wie eine beliebige andere Quelle, weil nach meiner Ansicht die Fehlerrate von Wikipedia zumindest nicht wesentlich höher ist als die anderer Veröffentlichungen. Insbesondere wenn ich die Inhalte der vorliegenden Untersuchungsberichte betrachte, in denen ich doch einige als grundsätzlich angenommene Wahrheiten infrage stellen kann, fragte ich mich während der Arbeiten daran bisweilen generell, welchen Veröffentlichungen zu vertrauen ist.

Ich habe im Verlauf der Erläuterungen die Berechnungsschritte relativ ausführlich beschrieben, weil ich jedem Leser die Möglichkeit geben möchte, meine Berechnungen nachzuvollziehen, um entweder Fehler aufzudecken, die mir trotz mehrfacher Überprüfung bzw. Neuberechnung unterlaufen sein mögen (auch wenn ich nicht davon ausgehe), oder um zu verstehen, wie die Ergebnisse zustande kommen, und eventuell sogar weiter an ihnen zu arbeiten. Wer an den mathematischen Herleitungen nicht interessiert ist, kann diese überspringen und den jeweils nachfolgenden Text weiterlesen.

Es gibt einen Lehrer, den ich im Zusammenhang mit den Inhalten dieses Buches dankbar erwähnen möchte: Professor Dr. Dr. Wolfgang Halang, emeritierter Professor für Informationstechnik an der Fernuniversität Hagen, der mich über viele Jahre im Studium und bisweilen privat begleitete und mich an der einen oder anderen Stelle entscheidend ermutigte, einen unbequemen Gedanken zu Ende zu formulieren, ehe ich ihn als nicht Ziel führend ablegte. Aus dieser Aufforderung, einen anfänglich fremd oder falsch scheinenden Weg zu Ende zu denken, entstand das eine oder andere der nachfolgenden Kapitel.

Josef von Stackelberg

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
<b>2</b>	<b>Gravitationslinsen</b> .....	3
2.1	Die Ablenkung von Licht durch Massen .....	3
	Literatur .....	10
<b>3</b>	<b>Das Gravitationsfeld</b> .....	11
	Literatur .....	17
<b>4</b>	<b>Die Toroide Wendel</b> .....	19
4.1	Die Maxwellschen Gleichungen .....	41
4.1.1	Herkunft der Maxwellschen Gleichungen .....	41
4.1.2	Das Gleichungssystem in seiner integralen Form .....	41
4.1.3	Das Gleichungssystem in seiner differenziellen Form .....	42
4.1.4	Die Materialgleichungen .....	42
4.1.5	Die Rotationsfunktion .....	43
4.2	Die Photonenmasse .....	50
4.3	Die Starke Kraft .....	58
4.4	Die Schwache Kraft .....	58
4.5	Die Toroide Wendel und die Grundelemente .....	59
4.6	Die toroide Wendel und das Wirkungsquantum .....	59
	Literatur .....	61
<b>5</b>	<b>Die Relativität</b> .....	63
	Literatur .....	64
<b>6</b>	<b>Die Masse</b> .....	65
	Literatur .....	75
<b>7</b>	<b>Fourierreihen</b> .....	77
	Literatur .....	93

<b>8</b>	<b>Die Diodengleichung</b> .....	95
8.1	Die Vakuumdiode .....	96
8.2	Die Halbleiterdiode .....	96
8.3	Berechnung der Diodengleichung .....	115
8.4	Betrachtung verschiedener Diodenbeispiele .....	118
	Literatur .....	126
<b>9</b>	<b>Das Interpolationspolynom</b> .....	129
	Literatur .....	134
<b>10</b>	<b>Koordinatentransformationen</b> .....	135
10.1	Koordinatensysteme .....	135
10.1.1	Orthonormiertes kartesisches Koordinatensystem .....	136
10.1.2	Polarkoordinatensystem .....	136
10.1.3	Koordinatentransformation innerhalb der kartesischen Koordinaten .....	137
10.1.3.1	Verschiebung .....	137
10.1.3.2	Streckung .....	137
10.1.3.2.1	Doppelt logarithmische Darstellung ...	137
10.1.3.3	Drehung .....	141
10.1.4	Koordinatentransformation vom kartesischen zum Polarkoordinatensystem .....	141
	Literatur .....	143



Photonen haben keine Masse, heißt es. Als Begründung für diese Aussage wird gesagt, dass sie sich sonst nicht mit Lichtgeschwindigkeit bewegen würden. Die Basis dafür liefert Albert Einstein mit seinen Relativitätstheorien.

Andererseits lassen sich Photonen von Massen ablenken. Die Ablenkung lässt sich berechnen. Eine erste Abschätzung der Ablenkung lieferte Johannes Soldner, später korrigierte Albert Einstein die Rechenwerte Johannes Soldners und begründete damit u. a. seine Allgemeine Relativitätstheorie.

Diese Ablenkung lässt den Schluss zu, dass Photonen auf Gravitation reagieren; Gravitation ist eine kennzeichnende Eigenschaft von Masse. Die zweite kennzeichnende Eigenschaft von Masse ist Trägheit.

Aus diesem Ablenkungseffekt lässt sich eine weitere Annahme ableiten: Dass Gravitation und elektromagnetische Felder irgendwie miteinander verquickt sind, weil Photonen nach allgemeinem Kenntnisstand elektromagnetische Wellen sind. Für die Verbindung zwischen der Gravitation und den elektromagnetischen Feldern lässt sich eine technische Erklärung finden, mit der ein neues Grundelement eingeführt wird, aus dem alles besteht, beginnend von den Photonen, Elektronen und Quarks bis hin zur gesamten Materie im Universum. Denkt man auf diesem Weg weiter, kann man die beiden anderen Grundkräfte der Physik, die starke und die schwache Kraft, ebenfalls mit diesem neuen Grundelement erklären. Das charmante an diesem Grundelement liegt darin, dass man die drei Raumdimensionen und die Zeitdimension nicht verlassen muss.

Weiterhin wird mithilfe des Modells eine Erklärung gegeben, warum Photonen sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen und unter welchen Bedingungen sich jede beliebige Masse ebenfalls auf Lichtgeschwindigkeit oder sogar noch weiter beschleunigen lässt.

Schließlich führen die weitergehenden Betrachtungen sogar dazu, dass durch eine einfache Neubewertung des Begriffes der Masse zwei derzeit fest verankerte Konstanten in

der Elektrotechnik wegfallen bzw. durch die Konstante der Vakuumlichtgeschwindigkeit ersetzt werden können.

All diese Gedankenschritte entstehen daraus, dass bestehende Gesetze der Elektrotechnik kritisch betrachtet werden, weil sie im täglichen Einsatz nicht die gewünschten Ergebnisse liefern, und aus den kritischen Betrachtungen neue Erkenntnisse abgeleitet werden.

Darum trägt dieses Buch den zweiten Titel, "Randnotizen der Elektrotechnik", weil alle hier beschriebenen Erkenntnisse aus praktischen Untersuchungen während meiner Tätigkeit als Elektroingenieur stammen.

Da auf diesem Weg nicht nur Erkenntnisse entstanden waren, die in die oben beschriebene Argumentationskette passen, sondern links und rechts weitere Unstimmigkeiten festgestellt und bearbeitet wurden, füge ich diese weiteren Erkenntnisse in den dann folgenden Kapiteln hinzu, um sie ebenfalls der Allgemeinheit zugänglich zu machen.

Die Fourierreihe einer z. B. durch einen Thyristor angeschnittenen Sinusspannung ergibt keine angeschnittene Sinusspannung.

Die Diodengleichung ist ein typisches Beispiel, wie vor langer Zeit ein mathematisches Modell eines technischen Zusammenhanges entstand und anschließend niemand mehr wagte, dieses Modell infrage zu stellen, obwohl man weiß, dass das bestehende Modell nicht funktioniert.



Gravitationslinsen sind Massen, die Lichtstrahlen beugen [1, 2]. Diese Ablenkung findet überall statt, die Ablenkung ist jedoch so gering, dass sie nur in der Kombination sehr großer Massen und großer Entfernungen nennenswert ist, weil die großen Massen entsprechend große Querbeschleunigungen erzeugen und die großen Entfernungen auch bei kleinen Ablenkungswinkeln zu messbaren Querdistanzen führen. Diese Ablenkungen eines Lichtstrahls auf seinem Weg durch die Weite des Alls führen dazu, dass ein Stern sich gar nicht an der Stelle befindet, wo wir ihn vermeintlich sehen, sondern dass er ganz woanders liegen kann, was publikumswirksam mit der „Krümmung des Raumes“ bezeichnet wird.

Ein einfaches Beispiel ist die Lichtquelle, die sich hinter der Sonne befindet und die wir trotzdem sehen können, weil die Strahlen der Lichtquelle eben durch die Sonne stark genug abgelenkt werden.

Die erste bekannte Berechnung dieser Ablenkung publizierte Johannes Soldner im März 1801, ein in Franken beheimateter Mathematiker [3].

## 2.1 Die Ablenkung von Licht durch Massen

In seiner Ausarbeitung kam Herr Soldner auf ein Ergebnis, das exakt den halben Winkel ergab, der später durch Messungen verifiziert wurde.

Die in der vorgenannten Quelle beschriebene Berechnung nachzuvollziehen, ist nicht an allen Stellen trivial, weil die Begriffe für physikalische Größen, wie wir sie heute kennen, teilweise gravierend anders belegt sind:

„Die Beschleunigung der Schwere auf der Oberfläche des Körpers sey  $g$ “: Allerdings gibt Soldner die Fallbeschleunigung  $g$  nicht in  $m/s^2$  an, sondern als Zahlenwert, der mit dem Radius der Erde und mit  $\pi$  zu multiplizieren ist:

$$g_{\text{ErdeSoldner}} \cdot r_{\text{Erde}} \cdot \pi = g_{\text{Erde}} \quad (2.1)$$

Ähnlich drückt er die Lichtgeschwindigkeit aus:

$$v_{\text{ErdeSoldner}} \cdot r_{\text{Erde}} \cdot \pi = c_{\text{Vakuum}} \quad (2.2)$$

mit

$$g_{\text{ErdeSoldner}} = 5,75231 \cdot 10^{-7} \frac{1}{\text{s}^2}$$

$$r_{\text{Erde}} = 6,369514 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$v_{\text{ErdeSoldner}} = 15,562085 \frac{1}{\text{s}}$$

Setzt man diese Werte in seine Formel für die Ablenkung eines Lichtstrahls ein

$$\tan \omega = \frac{2 \cdot g}{v \cdot \sqrt{v^2 - 4 \cdot g}} \quad (2.3)$$

und drückt  $\omega$  in Grad anstatt im Bogenmaß aus (indem man den Bogenmaßwert durch  $(\pi \cdot 180)$  teilt), so erhält man entsprechend seiner Ausarbeitung einen Abweichungswinkel von  $10^{-3}$  Bogensekunden.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass dieser Abweichungswinkel nur die Abweichung des Lichtstrahls von der Lichtquelle bis zur Erde beschreibt. Natürlich gibt es noch eine ebenso große Abweichung, wenn der Lichtstrahl die Erde passiert hat und bis zum weiter entfernten Beobachter weitergeht.

Während Soldner die Ausgangswerte für seine Berechnung der Lichtstrahlenablenkung durch die Erde angibt, so finden sich für die Ablenkung des Lichts durch die Sonne keine Ausgangswerte. Er gibt nur das Ergebnis mit  $\omega = 0,84''$  an, was in etwa die Hälfte der messtechnisch ermittelten Ablenkung ist.

Um dieses Ergebnis nachvollziehen zu können, werden aus den Dimensionen für die Sonne [4]

$$r_{\text{Sonne}} = 6,967 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$g_{\text{Sonne}} = 273,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

die beiden Werte  $g_{\text{Sonne Soldner}}$  und  $v_{\text{Sonne Soldner}}$  gemäß der Gl. 2.1 ermittelt:

$$g_{\text{Sonne Soldner}} = 1,2509437 \cdot 10^{-7} \frac{1}{\text{s}^2}$$

$$v_{\text{Sonne Soldner}} = 0,1370647 \frac{1}{\text{s}}$$

Diese wieder in die Formel für  $\tan \omega$  eingegeben, ergibt einen Wert

$$\omega = 2,7469296''$$

Teilt man diesen Wert durch  $\pi$ , erhält man

$$\omega = 0,87437485'',$$

welcher auffallende Ähnlichkeit mit dem von Albert Einstein in seinem ersten Anlauf publizierten Wert hat und der die Hälfte des von ihm korrigierten Wertes ist [5]. Die Korrektur ist insofern logisch, weil der ursprüngliche Wert nur die Hälfte des Lichtstrahlenweges beschreibt (siehe oben).

Jedenfalls ist in den bisherigen Berechnungen alles konventionell ohne Einbeziehung von Zeitdilatation oder Längenkontraktion von statten gegangen.

Die Ablenkung eines sich mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegenden Teilchens lässt sich auch folgendermaßen abschätzen (Abb. 2.1):

$$\tan \alpha_0 = \frac{x_h}{d-x} = \frac{r}{d} \quad (2.4)$$

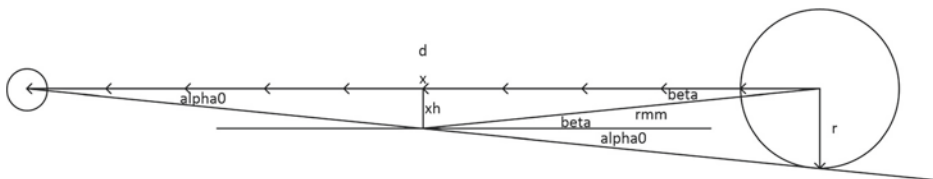
$$x_h = (d-x) \cdot \frac{r}{d} \quad (2.5)$$

$$\alpha_0 = \arctan \frac{r}{d} \quad (2.6)$$

$$\tan \beta = \frac{x_h}{x} \quad (2.7)$$

$$\tan \beta = \frac{(d-x) \cdot \frac{r}{d}}{x} \quad (2.8)$$

$$\beta = \arctan \frac{d \cdot r - x \cdot r}{x \cdot d} \quad (2.9)$$



**Abb. 2.1** Schematische Darstellung einer Photonenquelle (kleiner Kreis links) und ablenkender Masse (großer Kreis rechts mit dem Radius  $r$ ); zur Veranschaulichung der nachfolgenden Berechnung sind die Winkel und Längen in die Darstellung eingetragen

$$\gamma_0 = \alpha_0 + \beta \quad (2.10)$$

$$\gamma_0 = \arctan \frac{r}{d} + \arctan \frac{d \cdot r - x \cdot r}{x \cdot d} \quad (2.11)$$

mit

$$\frac{r}{d} \cdot \frac{r \cdot (d - x)}{d \cdot x} = \frac{r^2}{d^2} \cdot \frac{d - x}{x} < 1 \text{ für } x \in [r; d] \quad (2.12)$$

$$\gamma_0 = \arctan \frac{\frac{r}{d} + \frac{d \cdot r - x \cdot r}{x \cdot d}}{1 - \frac{r}{d} \cdot \frac{d \cdot r - x \cdot r}{x \cdot d}} \quad (2.13)$$

$$\gamma_0 = \arctan \frac{\frac{r \cdot x + d \cdot r - x \cdot r}{x \cdot d}}{1 - \frac{d \cdot r^2 - x \cdot r^2}{x \cdot d^2}} \quad (2.14)$$

$$\gamma_0 = \arctan \frac{d \cdot r}{x \cdot d \cdot \left(1 - \frac{d \cdot r^2 - x \cdot r^2}{x \cdot d^2}\right)} \quad (2.15)$$

$$\gamma_0 = \arctan \frac{d \cdot r}{\left(x \cdot d - \frac{x \cdot d \cdot (d \cdot r^2 - x \cdot r^2)}{x \cdot d^2}\right)} \quad (2.16)$$

$$\gamma_0 = \arctan \frac{d \cdot r}{\left(\frac{x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2}{d}\right)} \quad (2.17)$$

$$\gamma_0 = \arctan \frac{d^2 \cdot r}{x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2} \quad (2.18)$$

Für

$$F_g = \frac{g \cdot m_1 \cdot m_2}{r_{mm}^2} \quad (2.19)$$

mit

$g$  = Gravitationskonstante =  $6,67408 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$

$m_1$  = Masse des anziehenden Körpers in kg

$m_2$  = Masse des Photons in kg

$r_{mm}$  = Distanz der beiden Massenmittelpunkte zueinander in m

und

$$F = m_2 \cdot a \quad (2.20)$$

mit

$m_2$  = Masse des Photons

$a$  = Beschleunigung, die durch die Kraft hervorgerufen wird

wird bei Gleichsetzen der Kräfte

$$a = \frac{g \cdot m_1}{r_{mm}^2} \quad (2.21)$$

Zum Einen ist erkennbar, dass sich die Photonenmasse rauskürzt, d. h., die Ablenkung ist unabhängig von der abgelenkten Massengröße, was der Lehre der Newton'schen Mechanik entspricht (siehe auch Newton [6]), zum Andern ergibt diese Beschleunigung die Querschleunigung  $a_q$  des Photons, die vom Winkel  $\gamma$  abhängt:

$$a_q = a \cdot \sin \gamma \quad (2.22)$$

Damit wird

$$a_{q0} = \frac{g \cdot m_1}{r_{mm}^2} \cdot \sin \arctan \frac{d^2 \cdot r}{x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2} \quad (2.23)$$

$$a_{q0} = \frac{g \cdot m_1}{r_{mm}^2} \cdot \frac{\frac{d^2 \cdot r}{x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2}}{\sqrt{1 + \left( \frac{d^2 \cdot r}{x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2} \right)^2}} \quad (2.24)$$

$$a_{q0} = \frac{g \cdot m_1}{r_{mm}^2} \cdot \frac{d^2 \cdot r}{(x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2) \cdot \sqrt{1 + \left( \frac{d^2 \cdot r}{x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2} \right)^2}} \quad (2.25)$$

$$a_{q0} = \frac{g \cdot m_1}{r_{mm}^2} \cdot \frac{d^2 \cdot r}{\sqrt{(x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2)^2 \cdot 1 + \frac{(x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2)^2 \cdot d^4 \cdot r^2}{(x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2)^2}}} \quad (2.26)$$

$$a_{q0} = \frac{g \cdot m_1}{r_{mm}^2} \cdot \frac{d^2 \cdot r}{\sqrt{(x \cdot d^2 - d \cdot r^2 + x \cdot r^2)^2 + d^4 \cdot r^2}} \quad (2.27)$$

wobei

$$r_{mm} = \frac{x}{\cos \beta} \quad (2.28)$$