

## Werk

**Titel:** Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen

**Jahr:** 1903

**Kollektion:** Mathematica

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN360709532

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360709532>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360709532>

**LOG Id:** LOG\_0047

**LOG Titel:** 24. Die Annahme von Gerber

**LOG Typ:** chapter

## Übergeordnetes Werk

**Werk Id:** PPN360504019

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360504019>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360504019>

## Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain there Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

Die Durchführung dieser Anschauung liefert für die Planeten wenig Befriedigendes: sie ergiebt eine Perihelbewegung überhaupt nicht, wohl aber eine säkulare Änderung der mittleren Länge und zwar z. B. für den Mond von solchem Betrage, dass als unterste Grenze von  $c$  ungefähr 100 000 000 mal die Lichtgeschwindigkeit angenommen werden müsste. Nicht uninteressant ist aber, dass die Anschauung von *Laplace* dieselbe Wirkung ergiebt, wie ein der Geschwindigkeit des Planeten proportionaler *Widerstand des Mediums*.

Ein — allerdings dem *Quadrat* der Geschwindigkeit proportionaler — Widerstand des Mediums könnte vielleicht nach *Encke*<sup>97)</sup> und *v. Oppolzer*<sup>98)</sup> die p. 36 aufgeführten Unregelmässigkeiten des *Encke'schen* Kometen erklären. Die von *Oppolzer* vorausgesetzten und auf dieselbe Weise erklärten Anomalien des *Winnecke'schen* Kometen sind inzwischen durch Rechnungen *E. v. Haerdtl's*<sup>99)</sup> als nicht vorhanden nachgewiesen worden.

**24. Die Annahme von Gerber.** Die beiden Voraussetzungen von *P. Gerber*<sup>100)</sup> sind die folgenden.

a) Das von einer Masse  $\mu$  nach einer zweiten  $m$  ausgesandte Potential  $P$  ist  $\frac{\mu}{r}$ , wo  $r$  den Abstand von  $\mu$  und  $m$  im Moment der Aussendung des Potentials bedeutet. Dieses Potential pflanzt sich mit der endlichen Geschwindigkeit  $c$  fort.

b) Es ist eine gewisse Dauer nötig, damit das Potential „bei  $m$  angelangt, dieser Masse sich mitteile, d. h. den ihm entsprechenden Bewegungszustand von  $m$  hervorrufe“. „Wenn die Massen ruhen, geht die Bewegung des Potentials mit ihrer eigenen Geschwindigkeit an  $m$  vorüber; dann bemisst sich sein auf  $m$  übertragener Wert nach dem umgekehrten Verhältnis zum Abstände. Wenn die Massen aufeinander zueilen, verringert sich die Zeit der Übertragung, mithin der übertragene Potentialwert im Verhältnis der eigenen Geschwindigkeit des Potentials zu der aus ihr und der Geschwindigkeit der Massen bestehenden Summe, da das Potential in Bezug auf  $m$  diese Gesamtgeschwindigkeit hat.“

Zu dem Wert, den das Potential unter diesen Annahmen haben muss, gelangt *Gerber* auf folgende Weise:

„Das Potential bewegt sich ausser mit seiner Geschwindigkeit  $c$  noch mit der Geschwindigkeit der anziehenden Masse. Der Weg

97) Citirt bei *von Oppolzer*.

98) *Astr. Nachr.* 97, p. 150—154 u. 228—235.

99) *Wien. Denkschr.* 56 (1889), p. 179 f.

100) *Zeitschr. Math. Phys.* 43 (1898), p. 93—104.

$r - \Delta r$ <sup>101)</sup>, den die beiden sich entgegenkommenden Bewegungen, die des Potentials und die der angezogenen Masse, in der Zeit  $\Delta t$  zurücklegen, beträgt daher

$$\Delta t \left( c - \frac{\Delta r}{\Delta t} \right),$$

während  $r = c \Delta t$  ist. Also erhält man für den Abstand, bei dem sich das Potential zu bilden anfängt und dem es umgekehrt proportional ist,

$$r - \Delta r = r \left( 1 - \frac{1}{c} \frac{\Delta r}{\Delta t} \right).$$

Weil ferner die Geschwindigkeit, mit der die Bewegungen aneinander vorbeigehen, den Wert

$$c - \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

hat, fällt das Potential wegen des Zeitverbrauchs zu seiner Mitteilung an  $m$  auch proportional

$$\frac{c}{c - \frac{\Delta r}{\Delta t}}$$

aus. Man findet so

$$P = \frac{\mu}{r \left( 1 - \frac{1}{c} \frac{\Delta r}{\Delta t} \right)^2}.$$

Solange der Weg  $\Delta r$  kurz und deshalb  $\frac{\Delta r}{\Delta t}$  gegen  $c$  klein ist, darf man dafür  $\frac{dr}{dt}$  setzen. Dadurch wird

$$P = \frac{\mu}{r \left( 1 - \frac{1}{c} \frac{dr}{dt} \right)^2},$$

woraus mit Hilfe des binomischen Satzes bis zur zweiten Potenz folgt:

$$P = \frac{\mu}{r} \left[ 1 + \frac{2}{c} \frac{dr}{dt} + \frac{3}{c^2} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 \right].''$$

Die Anwendung dieser Gleichung auf die Planetenbewegungen ergibt das bemerkenswerte Resultat: Bestimmt man aus der beobachteten Perihelbewegung des Merkur die Fortpflanzungsgeschwindigkeit  $c$ , so erhält man  $c = 305\,500$  km/sec, also überraschend genau die Lichtgeschwindigkeit oder: *Setzt man in der Gerber'schen Gleichung als Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation die Lichtgeschwindigkeit ein, so ergibt diese Gleichung genau die beobachtete anomale Perihelbewegung des Merkur.*

Für die anderen Planeten folgen aus der Gerber'schen Annahme

---

101)  $\Delta r > 0$  bei wachsendem  $r$ .

keine Schwierigkeiten, ausgenommen für Venus, wo der *Gerber'sche* Ansatz die etwas zu grosse säkulare Perihelbewegung von 8" ergibt.

Die *Gerber'sche* Annahme zeigt also, ebenso wie diejenige von *Lévy*, dass eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation von derselben Grösse wie die Lichtgeschwindigkeit nicht nur möglich ist, sondern sogar dazu dienen kann, die schlimmste Differenz, welche bisher zwischen astronomischer Beobachtung und Berechnung vorhanden war, aus der Welt zu schaffen. Allerdings ist dies nur erreicht worden dadurch, dass die Gültigkeit des *Newton'schen* Gesetzes auf ruhende Körper beschränkt und für bewegte Körper ein erweitertes Gesetz zu Grunde gelegt wurde.

#### IV. Erweiterung des *Newton'schen* Gesetzes für unendlich grosse Massen.

**25. Schwierigkeit des *Newton'schen* Gesetzes bei unendlich grossen Massen.** Gegen die Allgemeingültigkeit des *Newton'schen* Gesetzes sind noch nach einer ganz anderen Richtung Bedenken geäussert und ist die Notwendigkeit einer Erweiterung in Betracht gezogen worden.

Im Falle, dass der Weltraum unendlich viele Massen enthält, hätte man, um die in irgend einem Punkt wirkende Kraft zu bekommen, streng genommen die Aufgabe zu lösen: die Wirkung unendlich vieler Massen von endlicher Grösse in einem bestimmten Punkte anzugeben.

*C. Neumann*<sup>102)</sup> hat wohl zuerst darauf hingewiesen, dass in diesem Falle die aus dem *Newton'schen* Gesetz sich ergebenden Kräfte unbestimmt werden können. *H. Seeliger*<sup>103)</sup> hat diese Frage allgemeiner durchgeführt und gezeigt, dass bei unendlichen Massen das *Newton'sche* Gesetz sowohl unendlich grosse Kräfte liefern als dieselben auch ganz unbestimmt lassen kann.

**26. Beseitigung der Schwierigkeit durch Änderung des Attraktionsgesetzes.** Zur Beseitigung dieser Schwierigkeit schlägt *Seeliger* vor, das *Newton'sche* Gesetz etwas zu modifizieren und diskutiert verschiedene Möglichkeiten.

Die schon von *Laplace* besprochene Form

$$K = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot e^{-ar}$$

102) Leipz. Abh. 1874.

103) Astr. Nachr. 137 (1895), p. 129—136; Münchn. Ber. 26 (1896), p. 373—400. Kontroverse von *J. Wilsing* und *H. Seeliger* über den Gegenstand, Astr. Nachr. 137 u. 138.