

## 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\_0331

**LOG Titel:** 1. Kapillarität und Kohäsion

**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 these 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)

- C. Fr. Gauss, Principia generalia theoriae figurae fluidorum in statu aequilibrii, Comment. soc. reg. scient. Gotting. recent. 7 (1830), wiederabgedruckt in Werke 5, p. 29, Göttingen 1867, übersetzt von R. H. Weber in Ostwald's Klassiker d. exakten Wiss. Nr. 135, Leipzig 1903.
- S. D. Poisson, Nouvelle théorie de l'action capillaire, Paris 1831; in einem kurzen Auszuge übersetzt von Link, in Ann. Phys. Chem. 25 (1832), p. 270; 27 (1833), p. 193.
- E. Betti, Teoria della capillarità, Nuovo Cimento 25 (1867), p. 81, 225.
- J. Plateau, Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires, 2 Bde, Gand 1873.
- J. C. Maxwell, Capillary action, Encycl. Brit. 1875 (9. Aufl.), wiederabgedruckt in Scientific papers 2, Cambridge 1890, p. 541.
- J. W. Gibbs, Equilibrium of heterogeneous substances, Connecticut Acad. Trans. 3, New Haven 1876 und 1878, deutsch in: Thermodynamische Studien, übersetzt von W. Ostwald, Leipzig 1892, p. 66.
- É. Mathieu, Théorie de la capillarité, Paris 1883.
- J. D. van der Waals, Die Continuität des gasförmigen und flüssigen Zustandes, Leipzig 1881, 2. Aufl. 1. Teil, Leipzig 1899.
- B. Weinstein, Untersuchungen über Capillarität, Ann. Phys. Chem. 27 (1886), p. 544.
- J. D. van der Waals, Thermodynamische Theorie der Kapillarität unter Voraussetzung stetiger Dichteänderung, Verh. d. Kon. Ak. v. Wet. Amsterdam, Deel I, Nr. 8 (1893), übers. in Zeitschr. f. phys. Chem. 13 (1894), p. 657; Arch. Néerl. 28 (1894).
- Fr. Neumann, Vorlesungen über die Theorie der Capillarität, herausg. von A. Wangerin, Leipzig 1894.
- H. Poincaré, Capillarité (Leçons), Paris 1895.
- Litteraturnachweis: Domke, Wiss. Abhandl. der kais. Normalaichungskommission, Berlin 1902, p. 81—99.

**1. Kapillarität und Kohäsion.** An den Grenzen einer Flüssigkeit gegen die sie umgebenden Medien äussert sich eine besondere Form der Energie, welche namentlich Gestalt und Lage der freien Grenzflächen beeinflusst, wie z. B. die Höhe des Ansteigens der Flüssigkeit in einer Kapillarröhre, und welche von diesem speziellen Phänomene her allgemein den Namen *Kapillarität* erhalten hat. Diese Energie ist sichtlich verknüpft mit dem, sei es nun diskontinuierlichen, sei es schnellen kontinuierlichen Wechsel des Zustandes über eine Trennungsfläche hinüber. Theoretisch wird sie entweder unmittelbar angesetzt mit einem Term, welcher dem Flächeninhalt der Trennungsfläche proportional ist, und wobei der Proportionalitätsfaktor eine *Spannung in der Oberfläche* angibt. Oder aber sie wird erklärt als die potentielle Energie von besonderen Anziehungskräften, welche zwischen allen Massenteilchen unter einander, jedoch mit wahrnehmbarem Betrage nur auf äusserst kleine Distanzen wirksam

sind. Alsdann ist ein überwiegender Anteil dieser Energie dem Volumen der Flüssigkeit proportional, wobei der Proportionalitätsfaktor, negativ genommen, einen *Druck im Raume* angibt, den man die *Kohäsion* der Flüssigkeit nennt.

Es soll hier die erstere Auffassung der Kapillarität vorangestellt werden, welche dieser Energieform die Trennungsflächen als ausschliesslichen Sitz zuweist. Diese Auffassung erscheint hernach als ein mathematisch einfacher Grenzfall der anderen tieferen Auffassung, welche die ganzen Massen als Spielraum von Kohäsionskräften annimmt.

## I. Kapillarität als Flächenenergie.

**2. Oberflächenenergie und deren Variation.** Eine Trennungsfläche zwischen einer Flüssigkeit  $A$  und einem zweiten Medium  $B$  ist verknüpft mit einer potentiellen Energie  $T_{AB}F_{AB}$ , wobei  $F_{AB}$  den Flächeninhalt der Fläche und  $T_{AB}$  eine von den beiderseits angrenzenden Medien abhängende Konstante ist. Dabei sind  $A$  und  $B$  homogen gedacht und sollen Änderungen von Temperatur und Dichte zunächst nicht in Betracht kommen.  $T_{AB}$  hat die Dimensionen  $\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2}$  und heisst *Oberflächenspannung* von  $A$  gegen  $B$ . Unter der Oberflächenspannung schlechthin versteht man für eine Flüssigkeit diejenige gegen ihren gesättigten Dampf, wovon die einer Trennungsfläche gegen Luft<sup>1)</sup> vielfach keine Verschiedenheit zeigt. Für Wasser gegen Luft ist

$$T = 74 \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2} = 0,075 \frac{\text{gr Gewicht}}{\text{cm}},$$

für Quecksilber gegen Luft  $T = 0,55$  gr Gewicht/cm, für Quecksilber gegen Wasser  $T = 0,42$  gr Gewicht/cm.

Die Folgerungen aus dem Bestehen des Terms  $T_{AB}F_{AB}$  in der Energie liessen sich am kürzesten darlegen auf Grund der Bemerkung, dass genau derselbe Ausdruck der Energie Platz greifen würde für eine unendlich dünne elastische Haut, welche die Trennungsfläche bedeckt, wenn in ihr überall eine konstante Spannung  $= T_{AB}$  herrscht, d. h. jede in ihr angebrachte Schnittlinie an beiden Ufern einen von dem anderen fort gerichteten Zug  $T_{AB}$  auf die Längeneinheit erfährt. Diesen Vergleich von vorn herein einzuführen, hiesse aber, die Schwierigkeit, welche für die Theorie der Kapillarität in der Notwendigkeit der Annahme von Druckdiskontinuitäten trans-

1) Von einer Oberflächenspannung gegen eine gasförmige Phase kann, streng genommen, nur bei Flüssigkeiten die Rede sein, welche mit der gasförmigen Phase in chemischem Gleichgewicht koexistieren.