



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

73. Flüssigkeitshäutchen. Blasen

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

möglich ist. Zwei Tropfen vereinigen sich, sobald sie in Berührung kommen, zu einem einzigen, dessen Oberfläche offenbar kleiner ist, als die der getrennten Tropfen war. Dieses Bestreben der Oberflächenschicht, sich auf eine möglichst kleine Fläche zusammenzuziehen, bezeichnet man als Oberflächenspannung.

**73. Flüssigkeitshäutchen. Blasen.** Taucht man Drahtgerüste, welche die Kanten von Polyedern (z. B. Tetraeder, Würfel usw.) nachahmen, in Seifenwasser und zieht sie langsam heraus, so bildet die an den Kanten haftende Seifenlösung dünne ebene Häutchen, welche im Innern des Gerüsts sich in scharfen geradlinigen Kanten durchschneiden. Diese zierlichen Figuren entstehen durch das Streben der Molekularkräfte, die kleinste Oberfläche herzustellen; man nennt sie Gleichgewichtsfiguren (Plateau), weil bei ihnen dieses Ziel erreicht ist und die Oberflächenspannungen sich gegenseitig das Gleichgewicht halten.

Eine kugelförmige Blase dagegen ist keine Gleichgewichtsfigur. Hat man eine Seifenblase mit Tabaksrauch gefüllt, so strömt unter dem Druck, welchen die flüssige Hülle auf ihren Inhalt ausübt, die Luft samt dem Rauch aus dem offenen Glasrohr, an welchem die Blase noch hängt, und zwar so heftig, daß durch den Luftstrom eine Kerzenflamme zur Seite geblasen wird; dabei verkleinert sich die Blase mehr und mehr; sie behält dagegen ihre Größe bei, wenn man die Mündung des Röhrchens zuhält, weil alsdann der Überdruck der im Innern zusammengepreßten Luft der Oberflächenspannung das Gleichgewicht hält.

Die Entstehung dieses Überdruckes aus dem Kohäsionsdruck in den Oberflächenschichten des Flüssigkeitshäutchens kann man leicht ableiten, wenn man sich vergegenwärtigt, daß das Flüssigkeitshäutchen einer Seifenblase von zwei Kugelflächen von sehr nahe gleichem Radius begrenzt wird, die in bezug auf die Flüssigkeit entgegengesetzte Krümmung haben; denn die äußere Fläche ist eine konvexe, die innere eine konkave Flüssigkeitsoberfläche. Der Überdruck der Luft im Innern ist daher nichts anderes als das Maß für die Differenz des Kohäsionsdruckes an der konvexen und der konkaven Fläche von gleicher Krümmung und ist, da die Änderung des Kohäsionsdruckes mit der Krümmung proportional geht, der Krümmung der Seifenblase direkt, oder ihrem Radius umgekehrt proportional,  $P = 2H/R$ , wenn  $H/R$  die von der Krümmung herührende Änderung des Kohäsionsdruckes für eine einzelne, kugelförmig gestaltete Fläche bedeutet.

Statt des Kohäsionsdruckes kann man sich auch der Vorstellung der Oberflächenspannung als einer innerhalb der Oberfläche in tangentialer Richtung wirkenden Kraft bedienen, um die Erscheinungen darzustellen. Wenn eine Seifenlamelle in einem ebenen viereckigen Drahtrahmen ausgespannt ist, so zieht sie an der Umgrenzung mit einer Kraft, die, weil die Lamelle zwei Oberflächen hat, das Doppelte von der in jeder einzelnen Fläche wirkenden Spannung ist. Bedeutet  $\alpha$  diese Zugkraft der einzelnen Oberfläche für die Längeneinheit der Begrenzung, so ist für eine Seite des Drahtvierecks von der Länge  $L$  die Zugkraft  $\alpha L$ . Ist die Seite beweglich und wird sie von der Spannung der Lamelle um die Strecke  $l$  nach innen gezogen, so daß sich die Oberfläche um die Fläche  $Ll$  verkürzt, so leistet die Oberflächenspannung eine Arbeit  $\alpha Ll$  für jede Oberfläche. Man kann also sagen, die Konstante  $\alpha$  bedeutet die Zugkraft der Oberflächenspannung für die Längeneinheit, oder auch die Arbeit der Molekularkräfte bei der Verminderung der Fläche um die Flächeneinheit.



Denkt man sich nun den Radius  $R$  einer Seifenblase um die kleine Strecke  $r$  verkleinert, so verkleinert sich hierbei sowohl die äußere als die innere Oberfläche um

$$4\pi R^2 - 4\pi (R - r)^2 = 4\pi (R^2 - R^2 + 2Rr - r^2) = 4\pi r(2R - r),$$

wofür man, wenn  $r$  gegen  $2R$  sehr klein ist, ohne merklichen Fehler  $8\pi Rr$  setzen kann. Die Verkleinerung für beide Flächen zusammen beträgt demnach  $16\pi Rr$ , und die von der Oberflächenspannung geleistete Gesamtarbeit  $16\pi Rr\alpha$ . Andererseits läßt sich diese Arbeit als gegen den inneren Überdruck  $P$  geleistet darstellen durch den Ausdruck  $4\pi R^2 P r$ . Man hat also

$$4\pi R^2 P r = 16\pi R r \alpha,$$

woraus für beide Flächen zusammen folgt:  $P = \frac{4\alpha}{R}$ , und für jede einzelne

$$p = \frac{2\alpha}{R}. \quad \text{Die Konstante } \alpha \text{ ist also } = H/2.$$

74. **Adhäsion. Randwinkel.** Auch zwischen Flüssigkeiten und festen Körpern wirkt molekulare Anziehung, welche man Adhäsion nennt.

Die Wassertröpfchen, mit welchen sich eine Fensterscheibe betaut, haften an ihr durch Adhäsion; diese ist auch die Ursache, daß Wasser, welches man aus einem Trinkglas ausgießen will, so leicht an der äußeren Wand herabläuft. Wasser, auf eine reine Glasplatte gebracht, zerfließt auf ihr und benetzt sie; Quecksilber dagegen benetzt die Glasplatte nicht, sondern bildet auf ihr abgerundete Tropfen, und ebenso verhält sich Wasser auf einer mit Fett bestrichenen Oberfläche. Im ersteren Falle ist offenbar die Adhäsion des Wassers zum Glas größer als die Kohäsion der Wasserteilchen unter sich, während im zweiten Falle die Kohäsion des Quecksilbers seine Adhäsion zum Glas oder die Kohäsion des Wassers seine Adhäsion zum Fett übertrifft. Man kann daher beim Ausgießen von Wasser das Herablaufen an der äußeren Gefäßwand verhüten, wenn man den Rand des Glases mit Fett bestreicht.

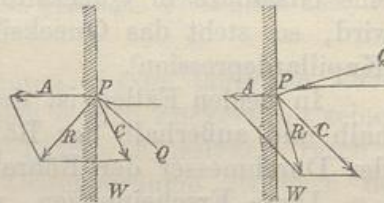


Fig. 80.  
Randwinkel.

Steht eine Flüssigkeit mit einer festen Wand in Berührung, so zeigt die Flüssigkeit an der Berührungsstelle eine eigentümliche Krümmung. Auf ein der Wand anliegendes Flüssigkeitsteilchen  $P$  (Fig. 80) wirken nämlich außer der Schwerkraft noch einerseits die Adhäsion mit einer zur Wand senkrechten Kraft  $A$  nach auswärts, und die Kohäsion mit einer in die Flüssigkeit einwärts gerichteten Kraft  $C$ . In  $P$  kann die Flüssigkeit nur im Gleichgewicht sein, wenn sich ihre Oberfläche daselbst senkrecht zu der Mittelkraft  $R$  aus diesen Kräften in die Richtung  $PQ$  gestellt hat. Den Winkel  $QPW$ , welchen die Flüssigkeitsoberfläche mit der Wandfläche bildet, nennt man den Randwinkel; da seine Größe nur abhängt von dem Verhältnis der wirkenden Kräfte, so ist er bei gleichbleibender Beschaffenheit von Flüssigkeit und Gefäßwand unveränderlich. Je nachdem die Resultante  $R$  nach auswärts in die Gefäßwand hinein