Das Pendel

(4. Fortsetzung)

Von Dr. K. Giebel (Glashütte i. Sa.)

3. Der Satz vom Parallelogramm

Wir nehmen an, wir befinden uns auf einem fahrenden Schiffe. Dann legen wir mit dem Schiffe in einer gewissen Zeit den Weg AB (Abb. 13) zurück. Bewegen wir uns aber in dieser Zeit selbst noch auf dem Schiffe in einer beliebigen Richtung AC, so ist unser Weg, bezogen auf die feste Erde anders. Wir können diese beiden Bewegungen, die gleichzeitig sind, auch nacheinander aus-

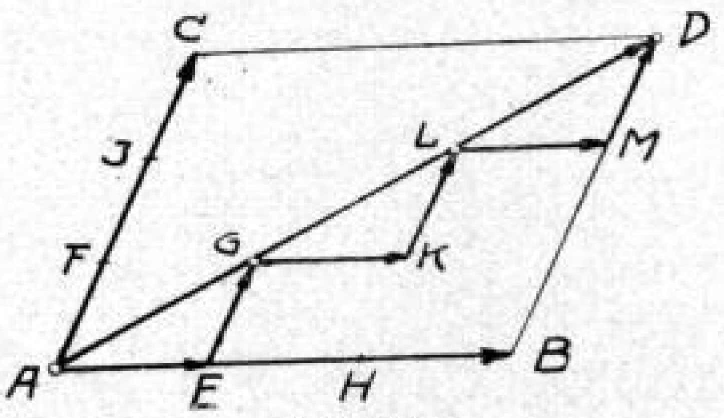

Abb. 13.

geführt denken. Zuerst trägt uns das Schiff von A nach B und bleibt stehen. Nun bewegen wir uns auf dem Schiffe in der angegebenen Richtung um die angegebene Strecke BD (gleich und parallel AC). Wir gelangen also endgültig zu dem Punkte D. Der Punkt D ist der vierte Punkt des Parallelogramms CABD. Um den tatsächlichen Bewegungsvorgang zu erkennen, teilen wir die Wege AB und AC in gleich viel Teile. Wir nehmen an, das Schiff trägt uns zuerst von A nach E. Nun legen wir den Weg EG = AF zurück. Das Schiff bringt uns weiter um die Strecke GK = EH und wir bewegen uns um KL = FJ. Und im dritten Zeitabschnitte gelangen wir von L nach M und von M nach D. Die beiden Punkte G und L liegen, wie sich aus Ähnlichkeitsgründen ergibt, auf der Diagonale AD. Würden wir die Unterteilung der beiden Wege noch mehr verfeinern, so würden wir statt der zwei Punkte G und L eine ganze Reihe von Punkten auf der Diagonalen erhalten. Wenn wir nun die Bewegungen nicht nacheinander, sondern gleichzeitig erfolgen lassen, so ist der tatsächliche Weg die Diagonale AD selbst (unter der selbstverständlichen Voraussetzung, daß beide Bewegungen mit gleichförmiger Geschwindigkeit erfolgen). Die beiden Wege AB und AC nennen wir die Komponenten, die Diagonale nennen wir die Resultante. Wir können den Satz aussprechen: Zwei gleichzeitig von einem Punkte ausgehende Bewegungen setzen sich nach dem Parallelogrammgesetz zu einer resultierenden Bewegung zusammen. Umgekehrt können wir jede einfache Bewegung nach dem Parallelogrammsatze in zwei (oder mehr) Komponenten zerlegen. Da Geschwindigkeit nichts anderes ist als Weg in der Zeiteinheit, gilt der Satz auch für die Zusammensetzung von Geschwindigkeiten. Und ebenso gilt der Parallelogrammsatz auch für Beschleunigungen und damit auch für verschiedene Kräfte, die auf einen Punkt gleichzeitig wirken.

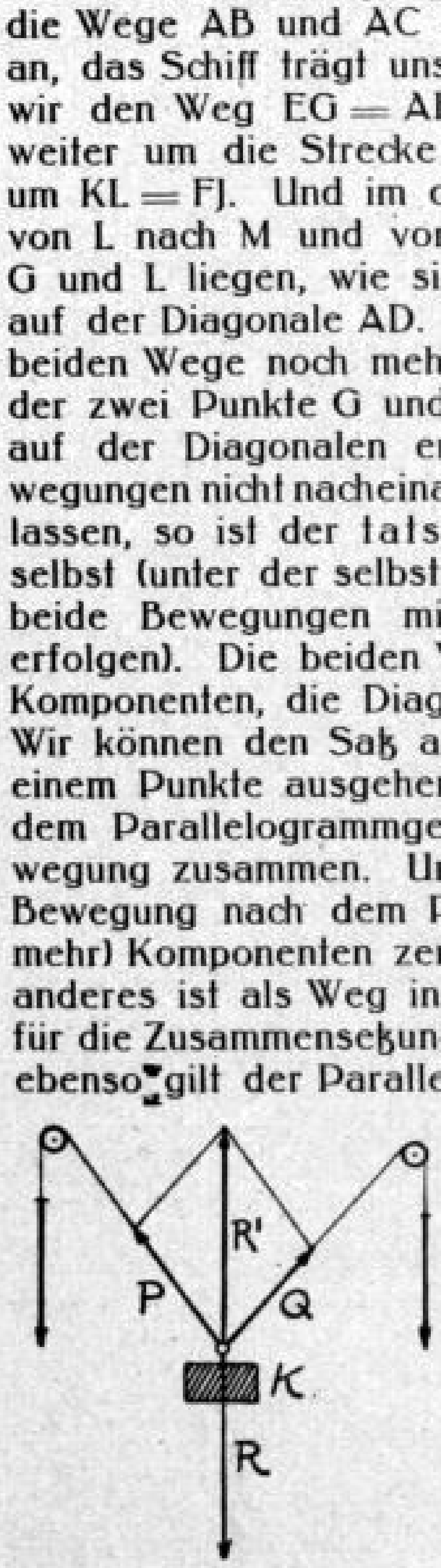

Abb. 14.

Unterliegt z. B. ein Körper K (Abb. 14) der Kraft R, so kann er im Gleichgewicht gehalten werden durch eine gleich große Gegenkraft R', indem etwa ein Mensch den schweren Körper an einem Seile hält. Zerlegt man diese Gegenkraft R' nach dem Parallelogrammsatz in zwei Komponenten P und Q, so halten auch diese der Kraft R das Gleichgewicht.

Der Parallelogrammsatz wird bei der Erklärung der einfachen Maschinen, der schiefen Ebene, der Schraube, des Keiles usw. und auch in unseren weiteren Ausführungen sehr häufig gebraucht.

4. Der starre Körper

a) Schwerpunkt

Bisher haben wir nur den Angriff von Kräften an Punkten betrachtet. Nun sind aber unsere Körper keine Punkte, sondern ausgedehnte und — soweit sie für uns in Frage kommen — starre Gebilde.

Nehmen wir an, ein solcher Körper unterliegt der Schwerkraft. Diese wirkt auf jedes einzelne Teilchen des ausgedehnten Körpers. Wir fragen nun: Lassen sich diese vielen kleinen Kräfte ersetzen durch eine Resultante? Ist das der Fall, so muß von dieser resultierenden Kraft Richtung, Größe und Angriffspunkt bestimmt werden. Da all die kleinen Kräfte parallel, nämlich senkrecht nach unten gerichtet sind, so wird die resultierende Kraft dieselbe Richtung haben müssen. Ferner leuchtet ohne weiteres ein, daß ihre Größe gleich der Summe der vielen kleinen Teilkräfte sein muß. Schwierigkeiten macht nur die Bestimmung des Angriffspunktes. Der Parallelogrammsatz ist nicht anwendbar, weil die Teilkräfte parallel sind, sich also erst im Unendlichen schneiden. Wir gehen deshalb anders vor und sagen: Wenn ein solcher Punkt vorhanden ist, dann muß eine der Resultante gleiche und entgegengesetzt wirkende Kraft in diesem Punkte den sämtlichen Teilkräften das Gleichgewicht halten. Unterstützen wir also diesen Punkt, indem wir ihn an ein Seil hängen oder ihn auf eine Spitze setzen, so muß der Körper im Gleichgewicht schweben. Dann wirken aber auf den Körper die Teilkräfte nicht mehr als reine Kräfte, sondern als Kraftmomente in bezug auf den Unterstützungspunkt als Drehpunkt. Und diese Drehmomente müssen einander im Sinne des Hebelgesetzes das Gleichgewicht halten.

Bei einer geraden Stange (Abb. 15) ist ohne weiteres ersichtlich, daß der Unterstützungspunkt (= Angriffspunkt

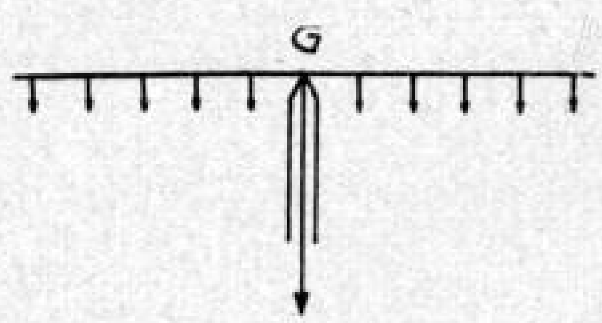

Abb. 15.

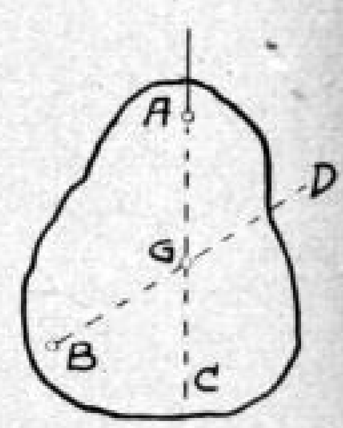

Abb. 16

der Resultante) in der Mitte der Stange liegen muß. Aber auch bei allen symmetrischen Figuren, Kreislinie, Kreisfläche, Quadrat, ebenso auch bei Rechteck und Rhombus, ja jedem Parallelogramm ist offensichtlich, daß der Angriffspunkt der Symmetriepunkt sein muß. Denn es suchen immer zwei symmetrisch zu diesem Punkt gelegene gleich schwere Teilchen mit gleichem Moment in einander entgegengesetzten Richtungen zu drehen und halten also einander die Wage. Dieser Punkt ist beim Kreis der Mittelpunkt, beim Parallelogramm der Schnittpunkt der Diagonalen. Wir nennen ihn Schwerpunkt oder Massenmittelpunkt.