

resultirende Kraft, die Resultante, die Mittelkraft; die andern Kräfte nennt man in Bezug auf die Resultante, deren Seitenkräfte, Komponenten. Denkt man die Mittelkraft verschiedener Seitenkräfte, so sagt man, das man die Seitenkräfte zusammensetze.

3) Die Wirkung jeder Kraft läßt sich auffassen als das Resultat mehrer anderer gleichzeitig wirkender Kräfte, oder mit andern Worten, jede Kraft läßt sich als Resultante verschiedener Seitenkräfte ansehen. Bestimmt man die Seitenkräfte, als deren Resultante man die gegebene Kraft ansehen will, so sagt man, man zerlege die Kraft in Seitenkräfte.

4) Aus dem Begriff des Gleichgewichts (S. 5) folgt, das mehrer Kräfte, welche auf ein Massenelement wirken, im Gleichgewicht sind, wenn die WirkungsgröÙe ihrer Mittelkraft gleich Null ist.

5) Auch folgt aus dem Vorgetragenen leicht, das mehrer auf ein Massenelement wirkende Kräfte im Gleichgewicht sind, wenn die WirkungsgröÙen ihrer sämtlichen Seitenkräfte gleich Null sind, und umgekehrt.

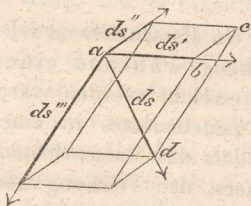
Prinzip des Parallelepipedums der Kräfte.

§ 25. Denken wir uns drei Kräfte, deren Richtungen nicht in derselben Ebene liegen, auf ein Massenelement wirken. Die Elemente dieser Kräfte seien:

$$dK' = dm f',$$

$$dK'' = dm f'',$$

$$dK''' = dm f''',$$



und die Wegelemente derselben mögen bezeichnet werden mit $ds' = c' dt$, $ds'' = c'' dt$, $ds''' = c''' dt$.

Wir können uns nun nach dem ersten Grundsatz in § 24 den Fall auch so denken, das während eines bestimmten Zeitelementes die Wirkungen nach einander erfolgt wären, so, das zuerst das

Massenelement vermöge der Kraft $dK' ds'$ den Weg ds' zurückgelegt hätte, also von a nach b gelangt sei, dann in einem folgenden Theil desselben Zeitelementes in der Richtung von ds'' vermöge der Kraft $dK'' ds''$ den Weg $bc = ds''$ und endlich in einem dritten Theil des Zeitelementes vermöge der Kraft $dK''' ds'''$ den Weg $cd = ds'''$ in der Richtung von ds''' zurückgelegt habe. Es wird dann nach Vol-

lung des Zeitelements das Massenelement sich in d befinden. Dasselbe würde stattfinden, wenn vermöge einer einzigen Kraft dK , welche in der Richtung ad wirksam ist, das Massenelement in dem Zeitelement den Weg $ds = ad$ zurückgelegt hätte. Es läßt sich also die Wirkung der drei Kräfte durch eine einzige ersetzen, deren Leistung sich ausdrückt durch $dKds$, und diese Kraft $dKds$ ist die Resultante aus den drei Kräften $dK'ds'$, $dK''ds''$, $dK'''ds'''$.

Es folgt hieraus das Gesetz:

Wenn drei Kräfte, deren Richtungen nicht in derselben Ebene liegen, auf ein Massenelement wirken, so erfolgt die gemeinschaftliche Wirkung nach der Diagonale des Parallelepipedums, welches durch die Gröfse und Richtung der Wegelemente der drei Kräfte gegeben ist, auch ist das Wegelement der Mittelkraft gleich der Länge dieser Diagonale. Dies Gesetz nennt man das Prinzip des Parallelepipedums der Kräfte.

Parallelepipedum der Geschwindigkeiten.

§ 26. Zufolge des Ausdrucks $ds = c \cdot dt$ verhalten sich die Wegelemente in einem bestimmten Zeitelemente, wie die in diesem Zeitelemente stattfindenden Geschwindigkeiten. Trägt man auf den Richtungslinien der Kräfte anstatt der Wegelemente die in dem betrachteten Zeitelemente stattfindenden Geschwindigkeiten ab, so folgt, daß die Diagonale des Parallelepipedums der Geschwindigkeiten sowohl der Gröfse als der Richtung nach gleich der Geschwindigkeit der Mittelkraft sein müsse.

Das Leistungselement, die Mittelkraft, aber drückt sich aus durch:

$$dKds = dm \cdot c \cdot dc.$$

Sind nun die Seitenkräfte ihrer Geschwindigkeit und Richtung nach gegeben, so ist auch die Geschwindigkeit und Richtung der Mittelkraft, und dadurch ihr Leistungselement entweder durch einfache geometrische, oder durch analytische Betrachtung zu finden.

Prinzip der virtuellen Leistungen.

§ 27. Für den Fall, daß die Richtungen der Seitenkräfte mit einander rechte Winkel machen, ist offenbar zufolge des Parallelepipedums der Geschwindigkeiten (Figur umstehend):

$$c^2 = c'^2 + c''^2 + c'''^2,$$

folglich: