

Leistung der resultirenden Leistung sämmtlicher übrigen gegebenen Kräfte gleich und entgegengesetzt ist.

3) Wirkt ein System von Kräften auf ein Massenelement ein, und es erfolgt Bewegung, so läßt sich der Fall auch so ansehen, als wirke eine Kraft, welche gleich der resultirenden aller übrigen Kräfte ist, allein frei auf das System ein, während alle übrigen Kräfte einzeln durch Gegenkräfte, die ihnen gleich und entgegengesetzt sind, im Gleichgewicht gehalten werden. Sind aber die auf ein Massenelement wirkenden Kräfte sämmtlich im Gleichgewicht, so läßt sich die Sache auch so auffassen, als ob jede einzelne Kraft für sich durch eine gleiche und entgegengesetzte im Gleichgewicht gehalten werde. Wenn man nach den Gesetzen 1, 2 und 3 die Wirkung, welche eine gegebene Kraft, oder ein gegebenes System von Kräften auf ein Massenelement ausübt, hervorgebracht denkt durch eine andere Kraft, oder durch ein anderes System von Kräften, so sagt man, diese andere Kraft, oder dieses andere System werde der ersten Kraft, oder dem ersten System substituirt.

#### Äußere und innere Kräfte eines Massenelements.

§ 36. Aus dem letzten Satz (No. 3) des vorigen Paragraphen folgt, daß wenn mehre Kräfte auf ein Massenelement einwirken, man sich die Sache so vorstellen könne, als ob jede einzelne Kraft nach ihrer Richtung auf das Massenelement einen Druck ausübe, welcher durch einen gleichen, aber entgegengesetzten Gegendruck aufgehoben wird; gleichviel ob das ganze System im Gleichgewicht oder in Bewegung ist. Diese Gegendrucke sind wir genöthigt wiederum der Wirkung von Kräften zuzuschreiben. Dergleichen Kräfte nennen wir Reaktionskräfte, auch wohl innere Kräfte des Massenelements zum Unterschiede von den zuerst betrachteten Kräften, welche wir äußere Kräfte, oder bewegende Kräfte nennen. Jenen Gegendruck, welchen eine äußere Kraft hervorruft, nennen wir die Reaktion auch wohl den Widerstand des Massenelements. Die innern Kräfte eines Massenelements erscheinen uns stets nur im Zustande des Gleichgewichts; niemals sind sie fähig Bewegung hervorzurufen. Wir können ihr Vorhandensein nur als Hypothese hinstellen, als Folgerung aus den Ansichten, welche wir über die Wirkung der Kräfte aufgestellt haben; unserer direkten Wahrnehmung entziehen sie sich vollständig.

Aus den eben entwickelten Begriffen folgt:

wenn eine oder mehrere Kräfte auf ein Massenelement einwirken, so entspricht stets jedem wirkenden Drucke eine gleich grofse, aber nach entgegengesetzter Richtung wirkende Reaktion.

Gleichung für die Bahn eines Massenelements.

§ 37. Die sämtlichen auf ein Massenelement wirkenden Kräfte können wir in jedem Zeitelement auf drei Kräftesummen zurückführen, deren Richtungslinien stets parallel mit drei angenommenen, zu einander normalen und in verschiedenen Ebenen liegenden Axen bleiben (§ 32), indem wir dazu die Gleichungen 61) S. 35 benutzen.

Sind  $a_i, a_{ii}, a_{iii}$  die Koordinaten eines Massenelements in Bezug auf dasselbe Axensystem, auf welches wir die ursprünglichen Kräfte zurückgeführt haben, und sind für die drei zu einander normalen Kräftesummen  $c_i, c_{ii}, c_{iii}$  die Geschwindigkeiten für irgend ein Zeitelement, so sind die Wege des Massenelements in der Richtung der Axen:

$$ds' = c_i dt, \quad ds'' = c_{ii} dt, \quad ds''' = c_{iii} dt.$$

Diese Wege bilden das Wachsthum der Koordinaten, und bezeichnen wir die letzten mit  $x, y, z$ , so ist:

$$dx = ds' = c_i dt, \quad dy = ds'' = c_{ii} dt, \quad dz = ds''' = c_{iii} dt.$$

Da aber die betrachteten Zeitelemente für sämtliche Axen dieselben sind, so folgt, wenn wir  $dt$  aus diesen Ausdrücken entwickeln, und die so gefundenen Werthe einander gleich setzen:

$$dt = \frac{dx}{c_i} = \frac{dy}{c_{ii}} = \frac{dz}{c_{iii}},$$

folglich:

$$68) \quad \left\{ \begin{array}{l} dy = dx \cdot \frac{c_{ii}}{c_i} \\ dz = dx \cdot \frac{c_{iii}}{c_i} \end{array} \right.,$$

und wenn man integrirt, und die Constante wie oben bezeichnet:

$$69) \quad \left\{ \begin{array}{l} y = \int \frac{c_{ii}}{c_i} dx + a_{ii}, \\ z = \int \frac{c_{iii}}{c_i} dx + a_{iii}. \end{array} \right.$$

Durch diese Gleichungen ist also der Weg des Massenelements bestimmt.