

der Normalen für dieses Element zusammenfällt, so ist die Richtung der andern Kräftesumme tangential, und es folgt aus dieser Betrachtung:

Wenn ein Massenelement sich in einer beliebigen Kurve bewegt, so kann man in jedem Element der Bahn für die wirkenden Kräftesummen zwei andre substituiren (§38), von denen die eine normal zur Bahn gerichtet (Normalkraft) immer für dieses Bahnelement als konstant wirkend, die andre tangential zur Bahn gerichtet (Tangentialkraft) als im Gleichgewicht befindlich betrachtet werden muß.

Die Gleichung 76):

$$r = \frac{(c_t \sin \alpha)^2}{f_n}$$

gilt hiernach ganz allgemein, sobald man unter  $r$  den Krümmungshalbmesser in irgend einem Element der Kurve, unter  $f_n$  das Aenderungsmaafs der Normalkraft, unter  $c_t$  die gleichförmige Seitengeschwindigkeit und unter  $\alpha$  den Winkel versteht, welchen diese gleichförmige Seitengeschwindigkeit mit der Normale der Kurve bildet. Wird die gleichförmige Seitengeschwindigkeit tangential genommen, so ist  $\alpha = 90$  Grad  $\sin \alpha = 1$ , und man hat:

$$77) \left\{ \begin{array}{l} r = \frac{c_t^2}{f_n} \\ f_n = \frac{c_t^2}{r} \end{array} \right.$$

Da aber die Tangente für ein Kurvenelement mit diesem zusammenfällt, so kann man unter  $c_t$  auch die Geschwindigkeit in der Richtung der Bahn, oder die Geschwindigkeit, mit welcher das Massenelement in dem betrachteten Augenblick sich eben bewegt verstehen.

#### Centripetalkraft und Centrifugalkraft.

§ 43. Aus den Untersuchungen des vorigen Paragraphen folgt, dafs wenn ein Massenelement sich in einer beliebigen Kurve bewegt, man immer das Aenderungsmaafs  $f_n$  der Normalkraft nach der Gleichung 77) bestimmen kann, sobald man die Geschwindigkeit des Massenelements und den Krümmungshalbmesser der Bahn kennt. Diese Normalkraft äufsert auf das Massenelement einen Druck in der Richtung nach dem Mittelpunkt des Krümmungskreises, und diesem Druck muß eine gleich grofse, aber entgegengesetzt wirkende Reaktion (§ 36) entsprechen. Man nennt daher auch wohl die Normalkraft, welche das Bestreben darstellt, das Massen-

element dem Mittelpunkt des Krümmungskreises zu nähern, die Centripetalkraft, die gleich große, aber entgegengesetzte Reaktion dagegen, welche das Bestreben ausdrückt, das Massenelement von dem Mittelpunkt des Krümmungskreises zu entfernen, die Centrifugalkraft (Fliehkraft, Schwungkraft). Nennt man  $dF$  das Werthelement einer von beiden, so drücken sich offenbar beide aus (nach Gleichung 76 und 4) durch:

$$78) \quad dF = dm \cdot f_u = dm \cdot \frac{c_i^2}{r} = \frac{dG}{g} \cdot \frac{c_i^2}{r}.$$

Bezeichnet man eine von beiden als positiv, so ist die andere negativ zu bezeichnen. Auch ist es klar, daß es gleichgiltig bleibt, welchen von beiden Drucken man als den wirkenden, und welchen man als die Reaktion ansehen will; in manchen Fällen erleichtert es die Anschauung, wenn man die Centripetalkraft als Reaktion der Centrifugalkraft betrachtet.

Kreisbewegung.

§ 44. Die Gleichung 77):

$$f_u = \frac{c_i^2}{r}$$

zeigt, daß das Aenderungsmaafs der Centrifugalkraft in jedem Augenblick konstant ist, wenn  $\frac{c_i^2}{r}$  konstant ist, also unter andern, wenn  $c_i$  konstant und  $r$  konstant ist. Der Krümmungshalbmesser  $r$  ist nur konstant, wenn die Kurve, in welcher das Massenelement sich bewegt, ein Kreis ist. Bewegt sich also ein Massenelement in einem Kreise, und zwar so, daß die Geschwindigkeit in der Richtung der Bahn in jedem Augenblick konstant ist, so ist auch das Aenderungsmaafs der Normalkraft, und diese selbst konstant, und umgekehrt:

Ist das Aenderungsmaafs der Normalkraft konstant, und bewegt sich ein Massenelement in einem Kreise, so ist die Geschwindigkeit in der Richtung der Bahn in jedem Augenblick konstant.

Aus diesen Gesetzen lassen sich noch mancherlei Folgerungen leicht herleiten.

Die Bewegung im Kreise kommt bei Maschinen sehr häufig vor. Man bezeichnet sie gewöhnlich als Rotationsbewegung, oder als rotirende Bewegung, pflegt aber diese Benennungen