Die Anzahl der Keilnuthen ist für die Theorie gleichgültig, für die Ausführung ist die Anordnung mehrerer Nuthen jedoch derjenigen einer einzigen vorzuziehen, weil dabei die Tiefe der Nuthen vermindert werden und der Flächendruck hinreichend klein gehalten werden kann. Daß nämlich die Tiefe der Furchen um so nachtheiliger wirkt, je größer sie ist, erkennt man leicht. Berühren sich ein Ring und eine Furche, Fig. 169, in einer Länge ab, so können die Umfangsgeschwindigkeiten doch nur in einem Punkte, etwa in c, gleich groß sein; in allen anderen Punkten zwischen c und a sowie c und b sind ungleiche Geschwindigkeiten vorhanden, welche starke schädliche Reibungen herbeiführen, die um so größer ausfallen müssen, je größer die Längen ca und cb im Verhältnisse zu den Radhalbmessern sind. In Folge dieser Reibungen werden die Oberflächen bald eine Form wie Fig. 170 andeutet annehmen, so daß der Druck sich doch nur auf einen Punkt c oder eine sehr schmale Fläche concentrirt, weshalb die Anordnung mehrerer Furchen resp. Rippen neben einander sich empfiehlt.

Fig. 169.

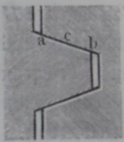
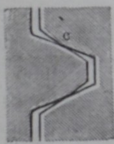


Fig. 170.



Der Winkel α der Keile wird etwa zu 30^0 angenommen. Auch für conische Räder hat Minotto diese Anordnung unter Anwendung nur einer nachstellbaren Rinne angewandt, ebenso hat man Keilräder für Locomotivbetrieb zur Ueberwindung größerer Steigungen in Vorschlag gebracht. Reuleaux empfiehlt die Keilräder vorzugsweise für Uebersetzungen ins Langsame.

Anmerkung. Nimmt man den Reibungscoefficienten zu 0,2 und den Winkel $\alpha = 30^0$ an, so erhält man

$$F = \frac{0{,}2\ R}{sin\,15^0 + 0{,}2\ .\ cos\,15^0} = 0{,}43\,R,$$

während die öfter angegebene einfachere Formel den unwahrscheinlich hohen Werth

$$F = \frac{0{,}2\,R}{sin\,15^0} = 0{,}77\ R$$

liefert.

Riemenräder. Die Riemenräder sind ebenfalls zu den Reibungsrädern zu rechnen, indem auch bei ihnen die Uebertragung der Bewegung nur dadurch ermöglicht wird, daß an den Umfängen der beiden Räder Reibungswiderstände auftreten, welche größer sind, als der zu überwindende Nutzwiderstand; denn da von zwei Widerständen natürlich immer der kleinere zunächst überwunden wird, so wird dies mit dem Nutzwiderstande so lange geschehen, als derselbe kleiner ist, als die Reibung, welche bei einem etwaigen §. 53.

Gleiten des einen Rades überwunden werden muß. Von den gewöhnlichen Frictionsscheiben unterscheiden sich die Riemenräder durch die mittelbare Bewegungsübertragung durch Riemen, Schnüre oder Seile, überhaupt durch Körper von hinreichender Biegsamkeit, um ein möglichst inniges Anschmiegen an die Räderoberflächen zu gestatten. Sind A und B, Fig. 171 und 172, die Axen zweier Riemscheiben, deren Umfänge durch den endlosen Riemen $EFGH$ umspannt sind, und wirkt an der Axe B ein zu überwindender Widerstand Q am Hebelsarme q, so ist in dem Früheren schon ermittelt, daß, abgesehen von Nebenhindernissen, zur Ueberwindung dieses Widerstandes eine Kraft P an der Axe A, etwa im Abstande p wirksam sein muß, die sich bestimmt zu:

Fig. 171.

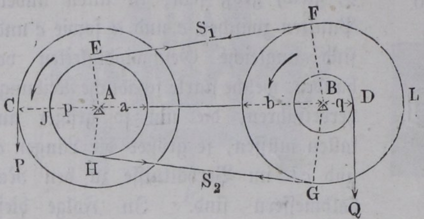
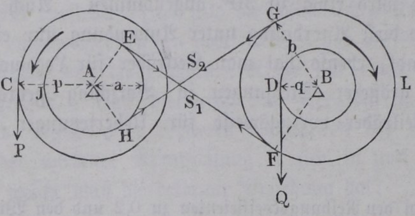


Fig. 172.



$$P = Q \frac{q}{p} \frac{a}{b}.$$

Die am Umfange der Scheibe B wirkende Widerstandskraft ist durch $Q \frac{q}{b}$ gegeben, und ebenso groß muß natürlich die Kraft K sein, welche am Umfange des Rades A wirkt, um vermöge des Riemens den Widerstand der Axe B zu überwinden. Um letzteren Zweck zu erreichen, darf ein Gleiten des Riemens weder auf der Scheibe A noch auf B stattfinden, es muß also an jedem der Radumfänge ein Reibungswiderstand von mindestens der Größe

$$K = Q \frac{q}{b} = P \frac{p}{a}$$

sich dem Gleiten des Riemens entgegenstellen. Dieser Widerstand nun, welchen ein biegsamer Körper, Riemen oder Seil, erfährt, wenn er auf einem Cylinder gleitet, ist nach den Entwickelungen in Theil I. §. 199 leicht zu bestimmen. Bezeichnet nämlich S_2 eine in dem Riemenstücke GH vorhandene Spannung, so muß, um den Riemen zum Hinweggleiten über die festgehaltene Scheibe A zu veranlassen, bei E eine Kraft S_1 in der Richtung EF wirksam sein, welche sich nach den früheren Ermittelungen bestimmt zu: $S_1 = S_2 e^{\varphi \gamma_1}$, wenn γ_1 den vom Riemen umspannten Bogen (vom Halbmesser Eins) HJE bedeutet. Die dabei auftretende Reibung ist also durch

$$F_1 = S_1 - S_2 = S_2 (e^{\varphi \gamma_1} - 1)$$

ausgedrückt. Dieselbe Betrachtung läßt sich auch für die Scheibe B anstellen, und es folgt für dieselbe der Reibungswiderstand des gleitenden Riemens zu

$$F_2 = S_1 - S_2 = S_2 (e^{\varphi \gamma_2} - 1),$$

wenn unter γ_2 der umspannte Bogen FLG verstanden wird. Von diesen beiden Werthen ist derjenige offenbar der kleinere, für welchen der umspannte Bogen den kleineren Werth hat, und man kann daher, unter γ den kleineren dieser Bögen verstanden, nach dem Obigen schließen, daß die zu übertragende Kraft K höchstens den Werth dieses kleineren Reibungsbetrages haben kann, d. h. man erhält die Gleichung:

$$K = S_1 - S_2 = S_2 (e^{\varphi \gamma} - 1),$$

welche man auch schreiben kann:

$$S_2 = \frac{K}{e^{\varphi \gamma} - 1},$$

$$S_1 = \frac{e^{\varphi \gamma} K}{e^{\varphi \gamma} - 1}.$$

Diese Gleichungen lehren, daß zur Uebertragung einer bestimmten Kraft K die Spannungen der Riemen in den beiden Stücken zwischen den Rädern von verschiedener Größe sein müssen, und daß die Differenz dieser Spannungen gleich der übertragenen Kraft ist. Man nennt das Riemenende, welches die größere Spannung S_1 hat, das ziehende oder treibende auch wohl straffe, das andere mit der kleineren Spannung S_2 heißt dagegen das gezogene oder getriebene auch wohl schlaffe Riemenende. Im Zustande der Ruhe haben beide Riemenstücke gleiche Spannung S, und man muß, wenn der Riemen nicht rutschen soll, diese Spannung zu

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{e^{\varphi \gamma} + 1}{e^{\varphi \gamma} - 1} \frac{K}{2}$$

normiren. Der durch den Riemen erzeugte Druck auf jede der beiden Axen beträgt daher

$$2S = S_1 + S_2 = \frac{e^{\varphi \gamma} + 1}{e^{\varphi \gamma} - 1} K,$$

ist also unter allen Umständen größer als K. Ist die Kraft K nicht durch die Angabe von Q und q gegeben, sondern kennt man, wie dies gewöhnlich der Fall ist, außer der Anzahl der Umdrehungen u_1 und u_2 der Wellen A und B

pro Minute noch die Größe des zu übertragenden Arbeitsmomentes N in Pferdekräften, so ergiebt sich, die Halbmesser a und b in Metern verstanden, K in Kilogrammen durch

$$K = \frac{30\,N\,75}{\pi\,a\,u_1} = \frac{30\,N\,75}{\pi\,b\,u_2}$$

$$= 716{,}2\,\frac{N}{a\,u_1} = 716{,}2\,\frac{N}{b\,u_2}.$$

Kennt man die Riemengeschwindigkeit

$$v = \frac{2\pi\,a\,u_1}{60} = \frac{2\pi\,b\,u_2}{60},$$

so hat man direct

$$K = \frac{75\,N}{v}.$$

Beispiel. Wenn ein Riemenbetrieb ein Arbeitsquantum N von 2 Pferdekräften zu je 75 Kilogrammmeter bei 2 Meter Riemengeschwindigkeit fortpflanzt, und wenn ferner die beiden Räder, um welche der Riemen läuft, so weit von einander entfernt sind, daß man annehmen kann, der letztere bedeckt den halben Umfang von jedem der Räder, so hat man bei dem Reibungscoefficienten $\varphi = 1/2$ zwischen Riemen und Rad:

$$e^{\varphi\gamma} = (2{,}71828)^{0,5\,.\,3,1416} = 2{,}71828^{1,5708} = 4{,}81,$$

daher die Riemenspannungen:

$$S_2 = \frac{K}{e^{\varphi\gamma}-1} = \frac{N75}{v\,(e^{\varphi\gamma}-1)} = \frac{2\cdot 75}{2\,(4{,}81-1)} = \frac{75}{3{,}81} = 19{,}68 \text{ Kilogramm}$$

und

$$S_1 = e^{\varphi\gamma}\,S_2 = 4{,}81\,.\,19{,}68 = 94{,}68 \text{ Kilogramm},$$

folglich die mittlere Spannung vor dem Ingangsetzen der Maschine:

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{94{,}68 + 19{,}68}{2} = 57{,}2 \text{ Kilogramm}.$$

§. 54. **Riemenspannungen.** Zur Berechnung der Riemenspannungen ist dem Vorhergehenden zufolge die Kenntniß der Reibungscoefficienten zwischen Riemen und Rad, sowie die Größe des durch den Riemen bedeckten Bogens nothwendig. Was die ersten anlangt, so hat man nach Morin (siehe dessen Aide mémoire oder dessen Nouvelles expériences sur le frottement etc., Paris 1838):

$\varphi = 0{,}50$ für Hanfseile auf hölzernen Rädern,
$= 0{,}50$ für neue Riemen auf dergleichen,
$= 0{,}47$ für gewöhnlich fette Riemen auf hölzernen Trommeln,
$= 0{,}38$ für feuchte Riemen auf abgedrehten gußeisernen Rädern,
$= 0{,}28$ für gewöhnlich fette Riemen auf dergleichen,
$= 0{,}12$ für eingefettete Riemen auf dergleichen.