

$$\varphi (\gamma + \gamma') = 0,28 \frac{164,2}{180} \pi = 0,801$$

und

$$e^{\varphi (\gamma + \gamma')} = 2,7183^{0,801} = 2,222$$

ausfällt, so ist die Spannung des schlaffen Riemenstücks, auf welches hier die Spannrolle wirkt:

$$S_2 = \frac{K}{e^{\varphi (\gamma + \gamma')} - 1} = \frac{130}{2,222 - 1} = 106,4 \text{ Kilogramm,}$$

und endlich die erforderliche Kraft der Spannrolle:

$$P = 2 S_2 \cos \frac{\delta}{2} = 212,8 \cdot 0,283 = 60 \text{ Kilogramm.}$$

Uebrigens ist die Anwendung der Spannrolle nicht immer von mechanischem Vortheil, da in der Reibung und in dem Steifigkeitswiderstande des Riemens beim Umliegen um die Spannrolle dem Räderwerke neue Nebenhindernisse zu wachsen. Obgleich durch diesen Apparat das übermäßige Anspannen des Treibriemens und also auch die daraus entspringende Vergrößerung der Radaxenreibungen vermieden wird, so sind dafür auch die Widerstände der Spannrolle zu überwinden.

Riemenführung. Wenn ein Riemen *A*, Fig. 183, einer glatten §. 57. cylindrischen Scheibe *BC* in einer zur Axe derselben normalen Richtung zugeführt wird, also in einer Richtung, welche in die Mittelebene der Scheibe hineinfällt, so verbleibt er bei der Drehung der Scheibe auf der Oberfläche derselben, ohne daß besondere Mittel zu seiner Leitung oder Führung nothwendig wären. Gelangt indeß ein Riemen, Fig. 184, zu der Scheibe in

Fig. 183.



Fig. 184.

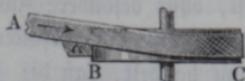


Fig. 185.

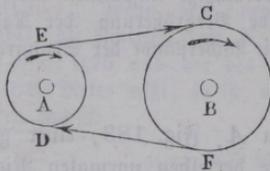


einer Richtung, welche gegen deren Mittelebene unter einem gewissen Winkel α geneigt ist, so verbleibt der Riemen nicht auf der Scheibe, sondern fällt von derselben seitlich herab, indem ihm durch die Neigung α das Bestreben ertheilt wird, auf dem Umfange der Scheibe einen schraubensförmigen Weg von jenem Neigungswinkel α zu verfolgen. Hierbei ist schon ein sehr geringer Winkel α genügend, um ein Abfallen des Riemens herbeizuführen, und daher bei der Aufstellung von Riemscheiben auf eine genaue Zuführung des Riemens in der Ebene der Scheiben besonders zu achten.

Bei der Absführung des Riemens von der Riemscheibe kann man dagegen den Winkel, welchen das ablaufende Riemenende *A*, Fig. 185, mit der Mittelebene *BC* der Scheibe bildet, erfahrungsmäßig beträchtlich größer (bis 25° und darüber) annehmen, ohne ein Abfallen des Riemens befürchten zu müssen. Der Grund dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß zu einem

Abziehen des Riemens durch einen auf das ablaufende Ende ausgeübten seitlichen Zug der letztere so beträchtlich sein muß, daß die bedeutende zwischen Riemen und Scheibe auftretende Reibung überwunden wird, während dem auflaufenden Riemenende nur die geeignete Richtung erteilt zu werden braucht, um es in der erwähnten Weise zu einem schraubenförmigen Abflauen von der Scheibe zu veranlassen. Man kann sich von diesem Verhalten sehr leicht bei jedem Riemen überzeugen, welcher die Bewegung zwischen zwei Scheiben vermittelt. Uebt man nämlich auf diesen Riemen während der Bewegung einen seitlichen Druck aus, so wird der Riemen hierbei durch die geringste Kraft heruntergeschoben, sobald letztere in der Nähe einer der beiden Auslaufstellen der Scheiben bei *C* oder *D*, Fig. 186, auf den Riemen ein-

Fig. 186.



wirkt, während es auch bei großer Anstrengung kaum gelingen wird, den Riemen durch Einwirkung auf ihn an den Ablaufstellen *E* oder *F* von den Scheiben herunterzuschieben. Es ergibt sich hieraus ohne Weiteres, daß in solchen Fällen, wo behufs des Ein- und Ausrückens der Bewegung der Betriebsriemen abwechselnd auf eine feste und lose Scheibe

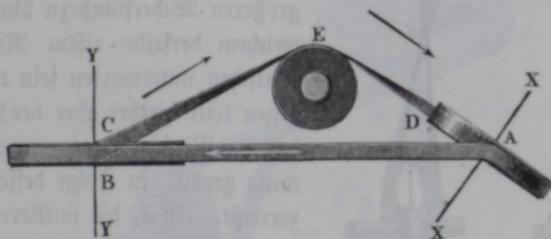
geschoben werden muß (s. später), der diese Verschiebung bewirkende Hebel den Riemen in der Nähe eines Auslaufpunktes *C* oder *D* ergreifen muß.

Aus dem vorstehend erläuterten Verhalten des Riemens ergibt sich nun auch sogleich, welchen Anforderungen eine Riemenführung genügen muß, wenn der Riemen von selbst, ohne besondere Zwangsmittel sich in correcter Weise auf die Scheiben legen, und ein Abfallen also nicht eintreten soll. Da es sich hierbei nur darum handelt, daß die Zuführung des Riemens auf irgend eine Scheibe genau in der Ebene derselben (Mittlebene) geschehe, so ergibt sich für jeden Riemenbetrieb als Grundbedingung eine solche Anordnung, bei welcher die Mittlebene jeder Scheibe den Ablaufpunkt des Riemens von der vorhergehenden Scheibe in sich enthalten muß. Diese Bedingung gilt ganz allgemein für die Vereinigung von nur zwei sowohl wie von beliebig vielen Scheiben oder Rollen. Auch ist diese Bedingung des richtigen Auflaufens des Riemens auf jede Scheibe die einzige zu erfüllende, vorausgesetzt nur, daß das Abflauen des Riemens nicht gar zu schief, also unter Abweichungen von den Ebenen der Scheiben geschehe, welche nicht größer als etwa 25° bis 30° sind.

Wenn die obige Bedingung erfüllt ist, daß jede Scheibe in ihrer erweiterten Mittlebene den Ablaufpunkt der vorhergehenden Scheibe enthält, so ist die Riemenführung eine richtige für die zu Grunde gelegte Bewegung des Riemens, es ist damit aber noch keineswegs gesagt, daß sie auch für die

entgegengesetzte Umdrehungsrichtung der Scheiben genüge. Da vielmehr bei dieser letzteren Bewegung jeder vorherige Anlaufspunkt zu einem Ablaufspunkte wird, so ist klar, daß auch für diese entgegengesetzte Bewegungsrichtung die obige Grundbedingung erfüllt sein muß. Wenn z. B. drei Riemscheiben in der Fig. 187 dargestellten Weise durch einen Riemen ver-

Fig. 187.



bunden sind, so ist die Riemenführung richtig für die durch die Pfeile angedeutete Bewegung, denn es liegt der Ablaufspunkt A in der Ebene der Scheibe B, der Ablaufspunkt C in der Ebene der Scheibe E und endlich deren Ablaufspunkt E in der Ebene der Scheibe AD. Für die entgegengesetzte Bewegungsrichtung ist diese Anordnung aber nicht geeignet, denn dafür müßte z. B. der jetzt zur Ablaufsstelle gewordene Punkt B der Scheibe BC in der Ebene AD liegen, was nicht der Fall ist, wie auch der Punkt E nicht in der Ebene der Scheibe BC liegt. Es geht hieraus hervor, daß, wenn eine Riemenführung richtig ist für eine Bewegungsrichtung, daraus noch nicht die richtige Anordnung für die entgegengesetzte Richtung sich folgern läßt, doch wird auf Grund der oben angegebenen Regel für das Auslaufen des Riemens in jedem Falle sich leicht ergeben, ob eine Anordnung nur für eine oder beide Richtungen eine richtige Riemenführung gewährt.

Der einfachste Fall der Riemenführung liegt vor, wenn zwei parallele Axen direct durch einen Riemen verbunden werden können, und man erhält dabei bekanntlich den offenen, Fig. 188 (a. f. S.), oder den gekrenzten Riemen, Fig. 189, je nachdem die Drehungsrichtungen beider Wellen übereinstimmen oder entgegengesetzt sind. Um der Bedingung für ein richtiges Auslaufen der Riemen zu genügen, müssen hier die beiden Mittelebenen wegen des Parallelismus der Axen zusammenfallen, und es folgt ohne Weiteres, daß alsdann die Riemenführung sowohl für die eine wie für die entgegengesetzte Umdrehungsrichtung eine passende ist.

Man muß hierbei bemerken, daß die Anordnung des gekrenzten Riemens eine derartige Verdrehung desselben erfordert, daß jedes Riemenstück eine Wendung um 180° macht, wodurch gleichzeitig ein Vorübergehen der beiden Riemenstücke an einander an der Kreuzungsstelle ermöglicht wird. Daß bei der Kreuzung des Riemens die unspannten Bögen größer werden, daher

schon eine geringere Anspannung des Riemens zur Erzeugung einer bestimmten Reibung genügt, wurde bereits oben angeführt. In Fällen, wo die Um-

Fig. 188.

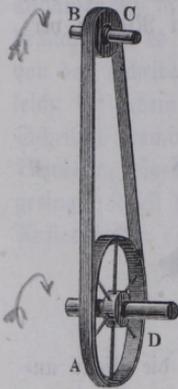


Fig. 189.



drehungsrichtung einer getriebenen Welle gleichgültig ist, bedient man sich daher in der Praxis zuweilen des Kunstgriffs, durch Kreuzung des Riemens einen größeren Widerstand zu überwinden, bei welchem derselbe offene Riemen einem Rutschen unterworfen sein würde. Dagegen tritt hierbei aber der Nachtheil ein, daß der Riemen in eine ungleiche Spannung geräth, in Folge dessen er leichter zerreißt. Ist l_1 die mittlere Länge eines geraden Riemenstückes von Berührungspunkt zu Berührungspunkt gemessen, und b die Riemenbreite, so hat man die

entsprechende Länge an den schraubenförmig gewundenen Rändern desselben:

$$l_2 = \sqrt{l_1^2 + \left(\frac{\pi b}{2}\right)^2}, \text{ annähernd } = l_1 \left[1 + \frac{1}{8} \left(\frac{\pi b}{l_1}\right)^2 \right],$$

daher die Dehnung an jedem Rande:

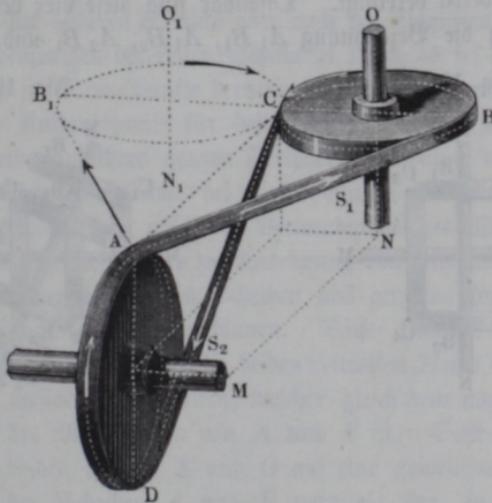
$$\lambda = l_2 - l_1 = \frac{1}{8} \frac{(\pi b)^2}{l_1} = 1,234 \frac{b^2}{l_1},$$

woraus man leicht beurtheilen kann, welche Spannung, d. h. welchen Verlust an Festigkeit der Riemen durch diese Wendung erfährt.

Wenn die beiden Axen nicht parallel sind, und daher die Ebenen der Scheiben nicht zusammenfallen können, so läßt sich doch die Bedingung des geraden Auslaufens durch eine geeignete Stellung der Scheiben erreichen. Zu diesem Zwecke hat man die beiden Räder, Fig. 190, so gegen einander zu stellen, und den Treibriemen so aufzulegen, daß die gerade Verbindungslinie AC der beiden Ablaufspunkte in den Durchschnitt der beiden Radebenen hineinfällt, indem alsdann offenbar der Ablaufspunkt eines jeden Rades in der Ebene des anderen Rades liegt. Diese Linie AC ist übrigens, wie leicht zu erkennen, dem kürzesten Abstände MN beider Axen gleich und parallel. Das Auslaufen des Riemens geschieht hier in den Punkten B und D tangential, während das Ablauen schräg gegen die Radebenen in A und C erfolgt. Durch dieses schräge Ablauen entsteht zwar ein Seitendruck und demselben entsprechend eine Seitenreibung zwischen dem Riemen und Rade, sowie auch in den Lagern der Axen, das Bewegungsverhältniß wird aber dadurch nicht geändert. Diese Reibungen möglichst klein zu machen und ein Abfallen des Riemens überhaupt zu verhindern,

gilt für die Größe der Abweichung des ablaufenden Riemens das oben Gesagte. Nach Redtenbacher soll man den Rollenabstand AC mindestens

Fig. 190.



gleich dem doppelten Durchmesser der größeren Scheibe wählen, wobei der Ablenkungswinkel γ durch $\tan \gamma = \frac{1}{2}$ zu $\gamma = 26^\circ 40'$ sich bestimmt. Ueber die Anstrengung des Riemens siehe den Aufsatz von Völcker, Zeitschrift deutsch. Ing. 1860, S. 115.

Wegen des schrägen Ablaufens ist nach dem Vorherigen die Bewegungsübertragung nur für den einen Drehungssinn möglich, wie er in der Figur durch die eingezeichneten Pfeile angedeutet ist, indem bei der entgegengesetzten Drehung die vorherigen Anlaufspunkte B und D zu Ablaufspunkten werden, welche nun nicht in den Ebenen der anderen Scheiben liegen. Es unterliegt aber keiner Schwierigkeit, die Anordnung doch so zu treffen, daß die Bewegungsübertragung auch für die entgegengesetzte Bewegungsrichtung der einen Scheibe möglich ist; man erreicht dies ohne Weiteres, wie aus der Figur ersichtlich, durch Verschiebung der Scheibe AD auf ihrer Axe um den Durchmesser der Scheibe B , welche neue Stellung in der Figur durch die punktirte Lage B_1 angedeutet ist. In beiden Fällen dreht sich die Scheibe A in derselben Richtung um, und es ist ohne Weiteres klar, daß man auch bei entgegengesetzter Bewegung dieser Scheibe A die Riemenführung für jede Drehung von B anordnen kann, wenn man eine Verschiebung von B auf der eignen Axe entsprechend dem Durchmesser von A vornimmt. Dies zu erkennen, seien MM und NN , Fig. 191 (a. f. S.), die Projectionen der Axen auf eine Ebene senkrecht zu ihrem kürzesten Abstände, so sind die

vier möglichen Stellungen der Riemscheiben ersichtlich, welche den oben-gedachten vier verschiedenen Bewegungszuständen entsprechen, die man erhält, wenn man jede Drehungsrichtung der einen Scheibe mit jeder Drehungsrichtung der anderen vereinigt. Offenbar sind diese vier verschiedenen Aufstellungen durch die Bezeichnung $A_1 B_1$, $A_1 B_2$, $A_2 B_1$ und $A_2 B_2$ gegeben,

Fig. 191.

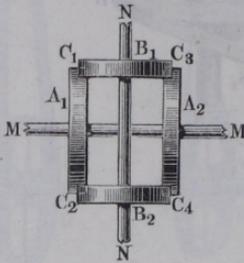
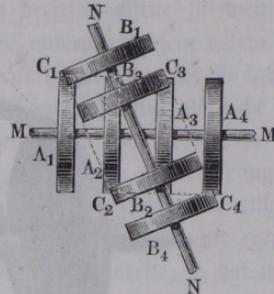


Fig. 192.



welchen Lagen entsprechend die Ablaufspunkte sich beziehentlich in C_1 , C_2 , C_3 und C_4 projectiren. Wenn die Axen, wie hierbei zu Grunde gelegt, einander rechtwinklig schneiden, so ist bei einer Umkehrung der Drehung einer Scheibe auch nur die Verschiebung der anderen Scheibe auf ihrer Axe erforderlich. Sind indessen die Axen nicht unter rechten Winkeln gegen einander geneigt, so müssen nach Fig. 192 beide Scheiben auf ihren Axen entsprechend verschoben werden, sobald auch nur der einen von ihnen die entgegengesetzte Drehung ertheilt werden soll. Es bezeichnen hier $A_1 B_1$, $A_2 B_2$, $A_3 B_3$ und $A_4 B_4$ in unzweideutiger Weise die Stellungen der Riemscheiben zu einander, welche den vier mehrerwähnten Bewegungszuständen entsprechen.

Vorstehende Betrachtung ergibt übrigens, daß für zwei sich im Raume kreuzende Axen der Riemenbetrieb ganz allgemein für jede Drehungsrichtung ebenso möglich ist, wie bei parallelen Axen, bei welchen man den verschiedenen Drehungsrichtungen durch den offenen und gekrenzten Riemen Rechnung trägt. Zum Unterschiede von dem gekreuzten oder geschränkten Riemen bei zwei parallelen Axen, bei welchem die Verwindung jedes Riemens 180° beträgt, nennt man den Riemen bei zwei windschiefen, zu einander rechtwinkligen Axen, bei welchen jedes Riemenstück um 90° in sich verwunden ist, den halbverschränkten Riemen und kann unter Umständen auch von einer Viertelschränkung, Sechstelschränkung u. s. w. sprechen, wenn der Winkel der Axen gegen einander den Betrag $\frac{\pi}{4}$, $\frac{\pi}{6}$ u. s. w. hat.