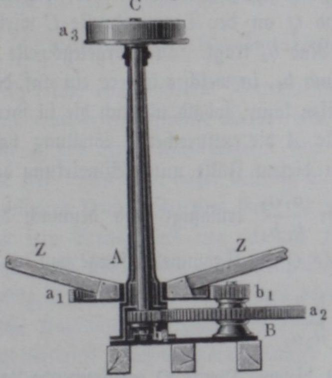
Beispiel. Wenn an dem Göpelwerke, Fig. 128, das von den Pferden direct umgedrehte Rad a_1 sowohl wie das auf der Vorgelegswelle befindliche Rad a_2 jedes einen Halbmesser von 0,8 Meter und jedes der kleineren Räder b_1 und b_2 einen solchen von 0,12 Meter hat, wie groß muß die Riemscheibe b_3 auf einer Dreschmaschine gewählt werden, die von der 1 Meter im Durchmesser großen Riemscheibe a_3 angetrieben wird, wenn die Dreschtrommel bei 2 Umgängen der Pferde pro Minute 600 Umdrehungen machen soll?

Fig. 128.



Man findet den Durchmesser b_3 der betreffenden Scheibe aus

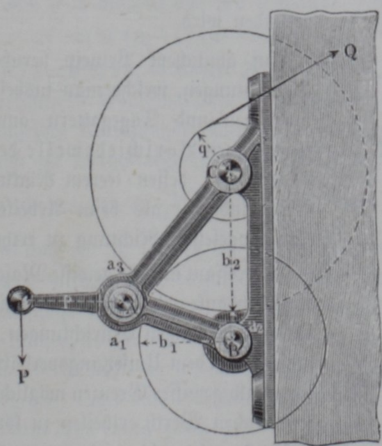
$$600 = 2 \cdot \frac{0,8}{0,12} \, \frac{0,8}{0,12} \, \frac{1,0}{b_3}$$

zu

$$b_3 = 0,148 \text{ Meter}.$$

Veränderliche Umsetzung. In vielen Fällen ist es wünschenswerth, das Umsetzungsverhältniß zwischen zwei Wellen bald größer, bald kleiner zu haben, dies ist z. B. bei Windewerken und Krahnen der Fall, wo eine größere zu hebende Last ein größeres Umsetzungsverhältniß nöthig macht, während bei einer geringeren Last das Vorhandensein der großen Umsetzung die Bewegung zwar nicht hindern, aber unnöthigerweise verzögern würde. Man pflegt daher in solchen Fällen die Anordnung wohl so zu treffen, daß je §. 43.

Fig. 129.



nach Umständen die Uebertragung der Umdrehung bald mittelst eines einzigen Vorgeleges, bald mit Hülfe zweier bewirkt werden kann, wie aus Fig. 129 (a. v. S.) ersichtlich ist. Hier stellt A die treibende Kurbelwelle vor, während der von der Last ausgeübte Widerstand Q an der Trommelwelle C wirkt, welche neben der Trommel ein größeres Rad b_2 trägt. Die Vorgelegswelle B trägt wie immer die beiden Räder a_2 und b_1, in welches letztere ein auf der Kurbelwelle A sitzendes Rad a_1 eingreifen kann, sobald nämlich die in ihrer Längenrichtung verschiebliche Kurbelwelle A die entsprechende Stellung hat. Die Umdrehungsgeschwindigkeit wird in diesem Falle unter Einwirkung der beiden Räderpaare in dem Verhältnisse $\frac{a_1 a_2}{b_1 b_2}$ ermäßigt und demnach die Kraft P an der Kurbel zu einem Drucke Q am Trommelumfange von

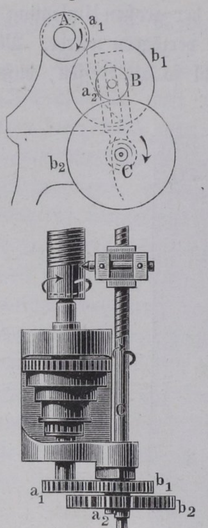
$$Q = P \frac{p}{q} \frac{b_1 b_2}{a_1 a_2}$$

gesteigert. Ist nun eine geringere als diesem Drucke Q entsprechende Last zu heben, so hat man nur die Kurbelwelle nach ihrer Axenrichtung so weit zu verschieben, bis ein auf ihr fest angebrachtes Rad a_3 in Wirkung mit b_2 tritt, in welchem Falle die Räder a_1 und b_1 außer Eingriff kommen, so daß nunmehr das Umsetzungsverhältniß wegen des nun allein zur Wirkung kommenden Räderpaars a_3 und b_2 durch $\frac{a_3}{b_2}$ gegeben ist, und die Kraftsteigerung durch

$$Q = P \frac{p}{q} \frac{b_2}{a_3}$$

gefunden wird.

Fig. 130.



Auf ähnlichem Princip beruhen auch manche Vorrichtungen, welche man insbesondere bei Hobelmaschinen und Sägegattern anwendet, um der sogenannten Vorschiebewelle des Schlittens oder Wagens zu dessen leerem Rücklaufe eine größere Geschwindigkeit als beim Arbeitsgange und nach entgegengesetzter Richtung zu ertheilen.

Interessant und für gewisse Maschinen, namentlich die Drehbänke und Spinnereimaschinen von Wichtigkeit sind diejenigen Einrichtungen, deren man sich bedient, um dem Umsetzungsverhältnisse zweier Axen innerhalb gewisser Grenzen möglichst genau jeden erforderlichen Werth ertheilen zu können. Die Vorrichtung, wie sie zu dem Zwecke gebraucht wird, um von der Drehbanksspindel A, Fig. 130, einer Drehbank die den Stichel führende Schraubenspindel oder Leitspindel C mit der gewünschten Geschwindigkeit zu bewegen, besteht in dem gewöhnlichen aus der Figur erkenntlichen doppelten Vorgelege $\frac{a_1}{b_1}\frac{a_2}{b_2}$, welchem man solche Einrichtung gegeben hat, daß sämmtliche Räder durch solche von anderem Durchmesser ersetzt werden können. Hierzu hat man nämlich eine gewisse Anzahl von sogenannten Versatzrädern zur Verfügung, von denen jedes einzelne mit jedem anderen zusammenwirken kann, und aus denen man daher beliebig vier auswählen und in den Mechanismus einschalten kann. Zu dem Ende ist der Vorgelegsbolzen B so anzubringen, daß sein Axenabstand von A und C nach Bedürfniß abgeändert werden kann, was durch einen mit einem Schlitz versehenen drehbaren Bügel leicht ermöglicht wird. Um ein Urtheil darüber zu gewinnen, daß man durch eine solche Anordnung bei geeigneter Wahl der einzelnen Räderdurchmesser jedem beabsichtigten Umsetzungsverhältnisse außerordentlich nahe kommen kann, bedarf es nur folgender Betrachtung. Ist im Ganzen eine Anzahl von n verschiedenen Versatzrädern vorhanden, so kann man aus diesen n Rädern offenbar dadurch, daß man jedes von ihnen mit jedem der übrigen zusammenarbeiten läßt, $n(n-1)$ verschiedene Vorgelege bilden. Nimmt man zwei der Räder für ein solches Vorgelege, etwa zur Bildung von $\frac{a_1}{b_1}$ heraus, so gestatten in ähnlicher Art die übrigen $n-2$ Räder noch eine $(n-2)(n-3)$ malige Vorgelegebildung, aus welcher Anzahl man nach Belieben irgend eins für $\frac{a_2}{b_2}$ wird wählen können. Daher ergiebt sich die Anzahl der möglichen Zusammenstellungen von je 4 Rädern aus den n vorhandenen offenbar zu

$$N = n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3).$$

Nimmt man z. B. n nur gleich 12, so folgen $N = 11880$, wogegen 20 Räder schon über hunderttausend Combinationen ergeben, von denen übrigens je zwei und zwei demselben Umsetzungsverhältnisse entsprechen. Die Grenzen, innerhalb deren sich die Verhältnißzahlen für alle Zusammenstellungen bewegen, finden sich offenbar durch $\frac{a_1 a_2}{b_1 b_2}$ und $\frac{b_1 b_2}{a_1 a_2}$, wenn man für a_1 und a_2 die beiden kleinsten und für b_1 und b_2 die beiden größten Räder aussucht. Es kann hier bemerkt werden, daß, da man diese Räder stets als Zahnräder ausführt, deren Umfänge beziehungsweise Durchmesser sich daher wie ganze Zahlen verhalten müssen, es mittelst dieser Einrichtung natürlich nur möglich ist, solche Umsetzungsverhältnisse darzustellen, welche durch ganze Zahlen ausdrückbar sind; wogegen irrationale Verhältnisse nicht in voller Schärfe erreichbar sind. Man kann aber schon aus der großen Anzahl der möglichen Zusammenstellungen entnehmen, daß die einzelnen Werthe der Umsetzungsverhältnisse so wenig von einander abweichen werden, daß man in der Praxis mit genügender Schärfe das gesuchte Verhältniß erlangen kann. Man verwendet in der Regel beim Gebrauche eine zu dem Satze berechnete Tabelle. Zum Schraubenschneiden auf der Drehbank und zur Erlangung des richtigen Verzugs bei den Streckköpfen der Spinnereimaschinen bedient man sich der Versatzräder ganz allgemein.

Beispiel. Wenn man an der Kettentrommel von 0,15 Meter Halbmesser einer Krahnwinde mit Einrechnung aller Nebenhindernisse einen Zug der Kette von 2400 Kilogramm anzunehmen hat, wie ist dann das Umsetzungsverhältniß für die beiden zwischen der Trommel und der Kurbelwelle anzubringenden Vorgelege $\frac{a_1}{b_1}\,\frac{a_2}{b_2}$ zu wählen, wenn ein von den Arbeitern an der 0,4 Meter langen Kurbel ausgeübter Druck von zusammen 30 Kilogramm zur Bewegung der Last genügen soll?

Man hat $Qq = Pp\,\frac{b_1\,b_2}{a_1\,a_2}$, Fig. 129, daher im vorliegenden Falle:

$$2400\ .\ 0{,}15 = 30\ .\ 0{,}4\ \frac{b_1\,b_2}{a_1\,a_2},$$

woraus

$$\frac{b_1\,b_2}{a_1\,a_2} = 30.$$

Wählt man $\frac{b_1}{a_1} = 5$, indem man etwa $a_1 = 0{,}08$ und $b_1 = 0{,}4$ Meter annimmt, so folgt $\frac{b_2}{a_2} = 6$, was etwa durch einen Halbmesser des Getriebes $a_2 = 0{,}1$ Meter und des Trommelrades $b_2 = 0{,}6$ Meter erreicht werden könnte. Rückt man das Vorgelege $\frac{a_1}{b_1}$ aus, indem man ein Rad a_3 auf der Kurbelaxe in b_2 eingreifen läßt, so würde der zu überwindende Kettenzug, wenn, wie gewöhnlich der Fall ist, $a_3 = a_2$ angenommen wird,

$$Q = P\,\frac{p}{q}\,\frac{b_2}{a_3} = 30\,\frac{0{,}4}{0{,}15}\,\frac{0{,}6}{0{,}1} = 480 \text{ Kilogramm}$$

sein. Wäre indeß die Bedingung gestellt, daß die Winde bei der Wirkung des einen Vorgeleges für einen Widerstand der Kette von 400 Kilogramm geeignet sein solle, so hätte man a_3 aus

$$400 = 30\,\frac{0{,}4}{0{,}15}\,\frac{0{,}6}{a_3}$$

zu $a_3 = 0{,}12$ Meter, zu bestimmen.

Der Druck K am Umfange der Räder wäre dann

$$K = P\,\frac{p}{a_3} = 30\,\frac{0{,}4}{0{,}12} = 100 \text{ Kilogramm},$$

während bei einem Widerstande von $Q = 2400$ Kilogramm die Räderdrucke sich bestimmen zwischen a_1 und b_1 durch:

$$K_1 = P\,\frac{p}{a_1} = 30\,\frac{0{,}4}{0{,}08} = 150 \text{ Kilogramm}$$

und zwischen a_2 und b_2 durch:

$$K_2 = P \frac{p}{a_1} \frac{b_1}{a_2} = 30 \frac{0{,}4}{0{,}08} \frac{0{,}4}{0{,}1} = 600 \text{ Kilogramm.}$$

Zwischenräder. Wenn die auf den beiden Axen A und B befindlichen Räder a und b nicht direct mit einander im Eingriffe stehen, sondern zwischen ihnen ein drittes c, Fig. 131, oder zwei Zwischenräder c und d, Fig. 132, eingeschaltet sind, so ist klar, daß im ersten Falle wegen der zweimaligen Umkehrung bei O_1 und O_2 die Axen A und B in gleichem Sinne umlaufen, während in dem Falle Fig. 132 bei der dreimaligen Umkehrung die Bewegungsrichtungen entgegengesetzte sind. Ueberhaupt gilt für alle derartigen Fälle der wiederholten Bewegungsübertragung, daß eine gerade Anzahl von Umkehrungen die Richtung der Umdrehung ungeändert läßt und eine ungerade Anzahl diese Richtung umkehrt. Selbstredend gelten hierbei innere Radeingriffe ebensowenig als Umkehrungen, wie die Uebertragung durch offene Riemen. §. 44.

Fig. 131.

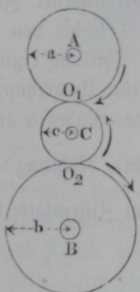
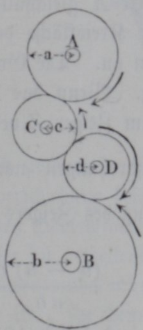


Fig. 132.



Auf die Größe der Geschwindigkeit haben diese Zwischenräder keinen Einfluß, denn wie man leicht erkennt wird die Geschwindigkeit β der Axe B in Fig. 131 durch

$$\alpha \frac{a}{c} \frac{c}{b} = \alpha \frac{a}{b}$$

und in Fig. 132 durch

$$\alpha \frac{a}{c} \frac{c}{d} \frac{d}{b} = \alpha \frac{a}{b}$$

gegeben sein. Der Einfluß der Zwischenräder kann daher nur in dem etwaigen Wechsel der Bewegungsrichtung bestehen, weswegen man ihnen auch wohl den Namen Wechselräder beilegt.

Die Ausführung der Räder als gezahnte gestattet eine eigenthümliche Anordnung eines Wechselrades zu dem Zwecke, ein Zählwerk zu bilden. Setzt man nämlich voraus, daß die beiden Räder a und b, Fig. 131, nur sehr wenig verschieden sind, daß sie sich etwa verhalten wie 49 : 50, indem