

MASCHINENKUNDE  
FÜR  
WEBESCHULEN.

AUF GRUND DES NEUEN NORMALLEHRPLANES

VERFASST VON

ING. KARL MIKOLASCHEK,

K. K. HOFRAT, O. Ö. PROFESSOR DER K. K. DEUTSCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
IN PRAG, K. K. WEBESCHUL-INSPEKTOR.

ERSTER TEIL:

MASCHINEN-ELEMENTE UND TRANSMISSIONEN.

MIT 192 FIGUREN.

DRITTE AUFLAGE.

PREIS GEB. 2 K.

MIT ERLASZ DES K. K. MINISTERIUMS FÜR ÖFFENTLICHE ARBEITEN VOM 5. DEZEMBER  
1913, Z. 64912-XXIa, ZUM UNTERRICHTS- GEBRAUCHE AN WEBESCHULEN ALLGEMEIN  
ZUGELASSEN.

WIEN UND LEIPZIG.  
FRANZ DEUTICKE.

1914.

Verlags-Nr. 2128.

# MASCHINENKUNDE

FÜR

## WEBESCHULEN.

AUF GRUND DES NEUEN NORMALLEHRPLANES

VERFASST VON

**ING. KARL MIKOLASCHEK,**

K. K. HOFRAT, O. Ö. PROFESSOR DER K. K. DEUTSCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
IN PRAG, K. K. WEBESCHUL-INSPEKTOR.

---

ERSTER TEIL :

### MASCHINEN-ELEMENTE UND TRANSMISSIONEN.

MIT 192 FIGUREN.

DRITTE AUFLAGE.

PREIS GEB. 2 K.

MIT ERLASZ DES K. K. MINISTERIUMS FÜR ÖFFENTLICHE ARBEITEN VOM 5. DEZEMBER  
1913, Z. 64912-XX1a, ZUM UNTERRICHTSGEBRAUCHE AN WEBESCHULEN ALLGEMEIN  
ZUGELASSEN.

---

WIEN UND LEIPZIG.  
FRANZ DEUTICKE.

1914.

Verlags-Nr. 2128.

K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

# Inhalts-Verzeichnis.

---

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	I
<b>Allgemeines über Maschinenteile</b> . . . . .	3
Konstruktionsmaterialien für Maschinenteile . . . . .	5
<b>I. Maschinenteile zur Befestigung und Verbindung</b> . . . . .	12
1. Schrauben . . . . .	12
Befestigungsschrauben . . . . .	14
Schraubenverbindungen oder Verschraubungen . . . . .	16
2. Keile . . . . .	17
3. Nieten . . . . .	18
4. Zwingen . . . . .	20
<b>II. Maschinenteile zur Lagerung und Unterstützung</b> . . . . .	21
<b>III. Bewegungselemente</b> . . . . .	21
<b>A. Maschinenteile für Transmissionen</b> . . . . .	21
1. Achsen, Wellen und Zapfen . . . . .	21
2. Lager . . . . .	23
3. Kupplungen . . . . .	33
4. Riemen und Riemenscheiben . . . . .	36
5. Seiltrieb und Seilscheiben . . . . .	40
a) Drahtseile und deren Seilscheiben . . . . .	41
b) Faserseile und deren Scheiben . . . . .	41
6. Ketten und Kettenscheiben . . . . .	43
7. Reibungs- oder Friktionsräder . . . . .	44
8. Zahnräder . . . . .	45
<b>B. Kurbelmechanismus</b> . . . . .	52
1. Kurbel . . . . .	53
2. Exzenter und unrunde Scheiben . . . . .	54
3. Pleuel-, Schub- oder Kurbelstangen . . . . .	56
4. Kreuzkopf . . . . .	57
<b>C. Schaltwerke, Sperrwerke und Bremsen</b> . . . . .	59
1. Sperr- und Schaltwerke . . . . .	59
2. Bremsen . . . . .	60

## IV

	<b>Seite</b>
<b>IV. Haltungselemente</b> . . . . .	<b>61</b>
1. Gefäße . . . . .	61
2. Kolben und Stopfbüchsen . . . . .	62
3. Röhren und Rohrverbindungen . . . . .	63
4. Hähne, Ventile und Schieber . . . . .	65
<b>Transmissionen</b> . . . . .	<b>68</b>
<b>A. Mechanische Transmission</b> . . . . .	<b>69</b>
1. Wellentransmission . . . . .	69
2. Riementriebe . . . . .	72
3. Drahtseiltrieb . . . . .	77
4. Hanfseiltransmission . . . . .	78
5. Kettentrieb . . . . .	81
6. Reibungs- oder Friktionsrädertrieb . . . . .	81
7. Zahnrädertransmission . . . . .	81
<b>B. Druckwassertrieb</b> . . . . .	<b>85</b>
<b>C. Pneumatische Transmission</b> . . . . .	<b>85</b>
<b>D. Elektrische Transmission</b> . . . . .	<b>86</b>
<b>Übersichtstabelle</b> . . . . .	<b>90</b>

---

## EINLEITUNG.

Jeder mechanische Arbeitsprozeß hat den Zweck, die Körper entweder umzubilden oder dieselben von einem Orte zum anderen zu befördern.

Die erstere Art der Arbeitsprozesse bewirkt eine Formveränderung der Körper, um Naturprodukte in Gebrauchsgegenstände umzuwandeln und ist eine dabei auftretende Ortsveränderung von minderer Bedeutung (z. B. Schmieden, Walzen, Drehen, Hobeln, Spinnen u. s. w.). Die zweite Art des Arbeitsprozesses bewirkt eine Ortsveränderung der Körper, ohne dieselben in ihrer Gestalt zu ändern, z. B. Lastentransport, Hebung von Gegenständen und Flüssigkeiten (Lastenhebemaschinen, Pumpen, Ventilatoren u. s. w.).

Zur Durchführung dieser mechanischen Arbeitsprozesse ist eine bewegende Kraft, die Betriebskraft, notwendig, die bestimmten Körpern eigen ist, welche man mit dem Namen **Motoren** bezeichnet.

Im weiteren Sinne gehört hierzu auch der menschliche und tierische Körper, welche durch ihre Muskelkraft wirken können. Diese werden **animalische Motoren** genannt.

Enger begrenzt, bezeichnet man aber als **Motor** jene Substanzen, welche die bewegende Kraft abgeben.

Dazu gehören bewegtes Wasser, gespannter Dampf oder Gas, bewegte Luft, Federn und endlich der elektrische Strom.

Um diese motorischen Kräfte zur Wirkung bringen zu können, ist eine Maschine notwendig, welche mit entsprechenden Einrichtungen versehen sein muß, um im stande zu sein, diese Kräfte aufzunehmen und in geeigneter Weise wieder abzugeben.

Man heißt eine solche Maschine **Kraftmaschine**, **Betriebsmaschine** oder **Betriebsmotor** oder auch kurz **Motor**.

Nach der Art der motorischen Kräfte werden diese verschieden gebaut sein und man unterscheidet deshalb:

Wasser-, Dampf-, Gas- und Luftmotoren, Federmotoren und elektrische Motoren (Elektromotoren).

Um die oben erwähnten Arbeitsprozesse durchzuführen, müssen Einrichtungen vorhanden sein, welche je nach der Art der verschiedenen Arbeitsprozesse in mannigfacher Weise ausgeführt sind. Stets wird der Endzweck der sein, einen bestimmten mechanischen Arbeitsprozeß durchzuführen, und man bezeichnet deshalb diese Einrichtungen als *Arbeits- oder Werkmaschinen*.

Man kann dabei die motorische Kraft, welche durch die Kraftmaschine aufgenommen wurde, unmittelbar von dieser der Arbeitsmaschine zuführen, indem dieselbe in unmittelbarer Verbindung steht. Doch ist dies selten der Fall, weil dabei jede Arbeitsmaschine ihren eigenen Motor verlangt, was aus lokalen oder ökonomischen Gründen nicht immer tunlich oder vorteilhaft ist.

Aus Gründen der Ökonomie des Betriebes, der Gleichförmigkeit des Ganges, der Einfachheit der Gesamtanlage erscheint es in den häufigsten Fällen zweckmäßig, von einem Motor eine ganze Anzahl von Arbeitsmaschinen, oft von der verschiedensten Gattung (z. B. Spinnereimaschinen, Webstühle), zu betreiben und ist deshalb für den Arbeitsaufwand der einzelnen Arbeitsmaschinen eine entsprechende Verteilung der vom Motor abzugebenden Betriebskraft notwendig, wozu man ein Zwischenglied benötigt, welches den Zusammenhang vermittelt. Dieses bezeichnet man mit *Triebwerk* oder *Transmission*.

Motor, Transmission und Arbeitsmaschinen werden in ihrer Eigenart und ihrem Zusammenhang meist leicht erkennbar sein.

Eine jede Maschine ist aus einzelnen Teilen zusammengesetzt, welche gegeneinander stets jene Lagen einnehmen, die zur Durchführung des gedachten Zweckes notwendig sind.

Man kann deshalb die Maschine bezeichnen als eine Verbindung von widerstandsfähigen Körpern, welche durch motorische Kräfte genötigt wird, unter bestimmter gegenseitiger Beweglichkeit der einzelnen Körper eine beabsichtigte mechanische Arbeitsleistung auszuführen.

---

## **Allgemeines über Maschinenteile.**

Die einzelnen Teile der Maschine heißen **Maschinenelemente** oder **Maschinenteile**.

Jede Maschine, selbst die verwickeltste, ist aus einer geringen Zahl einzelner Maschinenelemente zusammengesetzt, welche zumeist in ihren Grundformen feststehend, doch in Größe und Gestaltung die mannigfachsten Abweichungen bieten, die dem jeweiligen Zweck angepaßt sind.

Es lassen sich sonach die Maschinenteile nach Zweck und Grundform in bestimmte Gruppen zusammenfassen und nach diesen der Betrachtung unterziehen.

Man teilt die Maschinenelemente folgendermaßen ein:

1. Maschinenteile zur Verbindung und Befestigung; **Verbindungselemente**.
2. Maschinenteile zur Erhaltung der richtigen und sicheren Lagerung und Führung der zur Bewegungsvermittlung dienenden Teile, **Unterstützungselemente**.
3. Maschinenteile zur Sicherung und Vermittlung einer Bewegung, **Bewegungselemente**.
4. Maschinenteile zur Aufnahme, Leitung und Absperrung einer Flüssigkeit, **Haltungselemente**.

Die Gestalt und Größe der Maschinenteile hängt sonach teils von dem bestimmten Zweck ab, dem sie dienen, teils von der Größe der auf dieselben einwirkenden Kräfte. Diese letzteren werden sich als Spannungen zeigen, welche durch die der Maschine zugeführte motorische Kraft hervorgerufen werden und daher durch die Festigkeit des Materials, aus welchem die Maschinenteile hergestellt sind, aufgehoben werden müssen. Diese Spannungen können nun in verschiedener Weise einwirken und beanspruchen deshalb das Material der Maschinenteile auf verschiedene Festigkeit, oft auch gleichzeitig.

Wird der Körper durch die Kraft  $P$  gezogen, so wird derselbe auf Zugfestigkeit in Anspruch genommen (Seile, Riemen), Fig. 1.

Wirkt die Kraft  $P$  gegen den Körper in der Längsrichtung desselben, so wird derselbe auf Druckfestigkeit beansprucht, Fig. 2, wenn dessen Länge klein ist; auf Knickungsfestigkeit, wenn die Länge vielmal größer ist als die anderen Dimensionen (Säulen), Fig. 3.



Fig. 1.

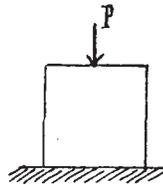


Fig. 2.



Fig. 3.

Wirkt die Kraft  $P$  seitwärts von der Unterstützungsstelle des Körpers senkrecht zu dessen Länge, so erfolgt die Beanspruchung auf Biegefestigkeit (Kurbel, Arme von Scheiben), Fig. 4.

Wirkt die Kraft  $P$  derart senkrecht gegen die Achse des Körpers, daß sie den Körper zu verdrehen sucht, so wird dieser auf Drehfestigkeit beansprucht (Wellen), Fig. 5.

Wirkt endlich die Kraft  $P$  im Querschnitt des Körpers und sucht ihn in diesem zu trennen, so wird derselbe auf Schubfestigkeit beansprucht (Nieten), Fig. 6.

Sehr häufig wird aber ein Maschinenteil gleichzeitig auf verschiedene Festigkeit beansprucht (zusammengesetzte Festigkeit), z. B. Schubstange (auf

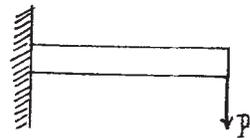


Fig. 4.

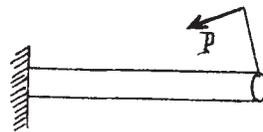


Fig. 5.

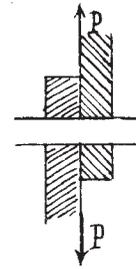


Fig. 6.

Knickung und Biegung durch Massenwirkung), belastete Wellen (auf Torsion und Biegung) u. s. w.

Diesen Umständen entsprechend muß das Material, aus welchem die Maschinenteile hergestellt werden, gewählt werden, wobei

aber auch noch andere Momente mit in Betracht kommen, wie: Herstellungsweise, Verhalten gegen Flüssigkeiten, gegen Wärme, Reibungsverhältnisse u. s. w.

---

### Die Konstruktionsmaterialien für Maschinenteile.

Die Materialien, aus welchen die Maschinenteile hergestellt werden, heißt man **Konstruktionsmaterialien**. Zu den wichtigsten derselben zählt man in erster Reihe die Metalle (Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei u. s. w.), Metallegierungen (Messing, Bronze, Weißmetall), Holz, dann eine Reihe anderer Stoffe, wie Leder, Baumwoll- und Hanffaden, Kautschuk, Asbest, natürliche und künstliche Steine u. s. w.

**Eisen.** Das Eisen in seinen verschiedenen Arten ist das wichtigste Konstruktionsmaterial für die Maschinen.

Man unterscheidet dasselbe in Roheisen und schmiedbares Eisen.

Das **Roheisen** enthält 2·2—5% Kohlenstoff, ist bei verhältnismäßig niedriger Temperatur (1050—1200° C) schmelzbar, ist spröde, daher im kalten wie warmen Zustand nicht hämmerbar (schmiedbar). Es erscheint entweder als graues oder weißes Roheisen.

Ersteres, von grauer Farbe, besitzt die Eigenschaft der Gießbarkeit, d. h. es wird beim Schmelzen so dünnflüssig, daß es in Hohlformen gegossen, diese genau ausfüllt und nach dem Erstarren die Form behält. Es wird deshalb als **Gußeisen** bezeichnet und zur Herstellung der mannigfachsten Arten von Gußgegenständen, wie Maschinenteile, Bauguß u. s. w. verwendet. Es läßt sich mit dem Meißel und der Feile, durch Drehen, Hobeln, Bohren u. s. w. bearbeiten, wodurch den Gußgegenständen die genau bestimmte Gestalt gegeben werden kann.

Mit Rücksicht auf die Gießbarkeit und geringe Zugfestigkeit wird Gußeisen hauptsächlich zur Herstellung von Maschinenteilen mit komplizierterer Form oder solchen, welche zumeist drückenden Kräften ausgesetzt sind, verwendet, z. B. Zahnräder, Riemenscheiben, Schwungräder, Dampfzylinder, Maschinengestelle u. s. w.

Die Verarbeitung des Gußeisens erfolgt derart, daß man aus Formsand oder Lehm (selten aus Eisen) Hohlformen nach der Gestalt des zu erzeugenden Gegenstandes ausführt. Die Herstellung dieser Gußformen erfolgt mittels Modell, Schablone oder durch Formmaschinen. In diese Hohlformen wird das in einem Schmelzofen flüssig gemachte Gußeisen eingegossen und man erhält so nach dem Erstarren den Gußgegenstand genau nach der herge-

stellten Form (nur etwas kleiner, als Folge des Schwindens). Diese Gußstücke können nach dem Putzen derselben, je nach Zweck, direkt oder erst nach weiterer Bearbeitung (siehe oben) verwendet werden.

Das weiße Eisen, von weißer Farbe, ist sehr hart und nicht gut gußfähig, daher es nur ausnahmsweise zu Gußgegenständen verwendet wird.\*) Es dient fast ausschließlich zur Herstellung von schmiedbarem Eisen.

Die Herstellung des Roheisens in seinen beiden Hauptarten erfolgt durch den Hochofenprozeß. Das Eisen kommt in der Natur nicht gediegen vor, sondern gebunden mit Sauerstoff als Eisenerze oder mit Schwefel als Kiese. Die ersteren sind das Rohmaterial für die Eisengewinnung. Nach einer entsprechenden Vorbereitung (Befreien von anderem Gestein, Rösten u. s. w.) werden die Erze mit Koks oder Holzkohle und den Zuschlägen in den 16—30 *m* hohen schachtartigen Ofen (Hochofen) eingebracht und durch Windzuführung (gepreßte Luft) das Brennmaterial zur Verbrennung gebracht. Unter der Einwirkung der dadurch entstehenden Wärme, der sich bildenden Gase und des Kohlenstoffs des Brennmaterials, wird den Erzen der Sauerstoff entzogen und das metallische Eisen erhalten, welches dann durch Aufnahme von Kohlenstoff sich zu Roheisen umwandelt. Es wird dann geschmolzen und so im flüssigen Zustand von Zeit zu Zeit abgelassen. Man läßt es in Formen fließen und darin erstarren, wodurch man die Eisenbarren für den Versand erhält. Oder man fängt es in einer Pfanne auf und verarbeitet es gleich weiter zu schmiedbarem Eisen.

Da die Erze Verunreinigungen und fremde Gesteine enthalten, gibt man zur Entfernung derselben die Zuschläge (meist Kalkstein), welche mit den Erzen zu einer Schlacke zusammenschmelzen, die aus dem Ofen fließt, so daß auch diese entfernt wird. Die Schlacke ist wohl ein notwendiges, aber unerwünschtes Produkt. Sie wird auf Halden gestürzt oder bei geeigneter Beschaffenheit zu Schlackensand, Schlackenziegeln oder Schlackenzement verarbeitet.

Die aus dem Hochofen entweichenden Gase werden zum Vorwärmen des Windes, zum Heizen der Dampfkessel oder zum Betrieb von Gasmaschinen verwendet.

Das schmiedbare Eisen wird unterschieden in weiches Eisen (früher Schmiedeseisen) mit bis 0,4% Kohlenstoff und in Stahl mit 0,5 bis 2,0% Kohlenstoff.

\*) Nur das mit einem Phosphorgehalt zeigt eine besondere Dünnflüssigkeit, so daß es zu Kunst-, Topf- und Röhrenguß verwendet werden kann.

Das weiche Eisen ist dehnbar und läßt sich im kalten und warmen (glühenden) Zustand durch Hämmern bearbeiten (schmiedbar). Es läßt sich walzen und ziehen. Es hat weiter die Eigenschaft, daß sich im weißglühenden Zustand durch Druck oder Schlag zwei Stücke miteinander fest verbinden lassen: es ist schweißbar.

Das kohlenstoffarme Eisen ist nur bei sehr hoher Temperatur schmelzbar und genügend dünnflüssig, um es zu Gußzwecken zu verwenden (siehe auch Stahlguß).

Mit der Feile und den schneidenden Werkzeugen (Meißel etc.) läßt es sich gut bearbeiten. Es wird zumeist zu Maschinenteilen, welche größeren wechselnden Beanspruchungen ausgesetzt sind, oder ein zähes Material verlangen, verwendet, wie z. B. zu Schrauben, Nieten, Ketten, Achsen, Wellen, zu Kesselblechen und namentlich zu Eisenkonstruktionen, Trägern, Dächern, Brücken u. s. w. Die Verarbeitung erfolgt wie beim Stahl.

Der Stahl ist in verschiedenem Grade gießbar, schmiedbar und schweißbar, je nach dem größeren oder geringeren Kohlenstoffgehalt. Seine charakteristische Eigenschaft ist die Härte, d. h. im rotglühenden Zustand rasch abgekühlt (in kaltes Wasser getaucht) eine solche Härte anzunehmen, daß er von der Feile nicht angegriffen wird (glasharter Stahl). In diesem Zustand ist er aber sehr spröde, weshalb in vielen Fällen eine geringere Härte gewünscht wird, weil dabei der Stahl eine größere Festigkeit und Zähigkeit besitzt. Diese wird dadurch erreicht, daß man glasharten Stahl bis zu einer gewissen Temperatur (unter der Glühhitze) erwärmt und dann rasch abkühlt. Man nennt dies das Anlassen oder Nachlassen. Je höher die Temperatur war, desto mehr verliert er von seiner Härte. Die richtige Temperatur erkennt man an dem Auftreten von Anlauffarben, die auf der blank geschliffenen Oberfläche nach und nach erscheinen: lichtgelb, dunkelgelb, purpurrot, blau, violett. (Werkzeuge werden je nach ihrem Zwecke verschieden nachgelassen.)

Der Stahl besitzt außerdem eine große Festigkeit und wird deshalb zu Maschinenteilen, welche eine solche oder besondere Elastizität oder Härte verlangen, verwendet, wie zu Keilen, Bolzen, Zapfen, Wellen, Kurbeln, Kurbelstangen, Zahnrädern, durch Stöße beanspruchten Maschinengestellen u. s. w., ferner zu Werkzeugen der verschiedensten Art. Im Handel kommt er in Form von Blechen, Stäben und Drähten vor.

Die Verarbeitung des schmiedbaren Eisens (weiches Eisen und Stahl) erfolgt durch den Schmiede-, Walz- oder Gußprozeß.

Beim Schmieden wird das Arbeitsstück im glühenden Zustand durch Hand- oder Maschinenhämmer umgeformt und dadurch die Schmiedestücke (Wellen, Kurbeln, Hebel u. s. w.) erhalten. Beim Preßschmieden wird auf das ebenfalls glühende Arbeitsstück, durch kräftige Schmiedepressen ein solcher Druck ausgeübt, daß dadurch (und durch Anwendung besonderer Formen) die Umformung erfolgt.

Man erhält durch diese Arbeitsmethode ein besonders dichtes Material (Preßstücke, z. B. für Geschütze, Geschosse, Räder u. s. w.).

Beim Walzen wird das Arbeitsstück zwischen zwei Walzen durchgezogen und dadurch in Stäbe oder Platten von bestimmter Querschnittsform umgebildet (Walzstücke). Sind die Walzen glatt zylindrisch, so wird man Blech erhalten, haben die Walzen zusammenpassende Riefen (Kaliber), so wird man Stäbe von der Querschnittsform der Riefen erhalten, wie z. B. Flach-, Rund- und Quadratischeisen, Träger, Schienen u. s. w. Die Walzstücke werden teils unmittelbar verwendet (Blech, Träger), teils durch Schmieden umgestaltet (Stäbe zu Schrauben, Ringen u. a.) oder durch Ziehen zu Draht verarbeitet.

Beim Gußverfahren wird in prinzipiell gleicher Weise wie beim Gußeisen vorgegangen. Nur muß, weil die Schmelztemperatur eine höhere ist, ein genug widerstandsfähiges Formmaterial (Schamotte) verwendet, und beim Guß besondere Vorsicht angewendet werden. Heute hat dieses Arbeitsverfahren (Stahlguß) eine sehr ausgedehnte Anwendung gefunden, weil man Gegenstände herstellen kann, welche durch den Schmiede- und Preßprozeß überhaupt nicht oder nur teurer hergestellt werden können.

Den Schmiede-, Preß-, Walz- und Gußstücken wird von Hand oder auf geeigneten Werkzeugmaschinen (Drehbank, Hobelmaschine, Fräsmaschine) die genaue gewünschte Form gegeben und diese zu den eigentlichen Gebrauchsgegenständen ausgebildet.

Nach der Herstellung des schmiedbaren Eisens unterscheidet man: Schweiß-eisen und Flußeisen bzw. Schweißstahl und Flußstahl.

Das schmiedbare Eisen wird aus dem Roheisen durch Entziehung des Kohlenstoffs erzeugt. Beim Puddelprozeß wird dies in einem Ofen durch eine stark lufthaltige Flamme bewirkt, indem dadurch der Kohlenstoff zur Verbrennung gelangt. Man erhält Schweiß-eisen oder Schweißstahl.

Beim Bessemerprozeß wird durch flüssiges Roheisen, das sich in einem Gefäß (der Bessemer-Birne) befindet, Wind (gepreßte Luft) durchgeleitet, wodurch die Verbrennung des Kohlenstoffs und dadurch die Umwandlung erfolgt. Man erhält bei diesem Prozeß Flußeisen und Flußstahl. Nachdem aber bei diesem Prozeß kein phosphorhaltiges Roheisen verwendet werden kann, da der Phosphor auch im fertigen Produkt bleibt und dieses schlecht macht, so wird für phosphorhaltiges Roheisen der Thomasprozeß angewendet. Auch bei diesem wird in einem gleichgeformten Gefäß (Thomas-Birne) durch flüssiges Roheisen Wind durchgeblasen, doch wird hiebei durch entsprechende Änderung der Einrichtung der Birne und des Verfahrens ein phosphorfrees Flußeisen bzw. Flußstahl erhalten.

Beim Martin-Siemens-Prozeß wird im Siemens-Ofen, welcher eine sehr hohe Temperatur erzielen läßt, kohlenstoffreiches (Roh-)Eisen mit kohlenstoffarmem (Schmiedeeisen) zusammengeschmolzen und so ein Eisen von mittlerem Kohlenstoffgehalt (Martin-Stahl) erhalten. Oder man gibt zum Roheisen Eisenerze, deren

Sauerstoff dem ersteren den Kohlenstoff entzieht. Auf diese Weise kann man Flußeisen und Flußstahl erhalten.

Um den Stahl zu reinigen oder um ihn durch Legierung mit Zusätzen (Mangan, Wolfram, Nickel, Chrom u. a.) besondere Eigenschaften zu verleihen, wird ein Umschmelzen in Tiegeln vorgenommen. Man erhält auf diese Weise den Tiegelgußstahl, der in seiner verschiedenen Zusammensetzung größere Festigkeit und Eigenschaften erhält, welche ihn für bestimmte Verwendungen besonders geeignet machen. (Werkzeuge, besondere Maschinenteile, Geschütze, Panzerplatten u. v. a.)

Das Verfahren der Herstellung des Tiegelgußstahles ist umständlich und wird von verschiedenen Werken vielfach als Geheimnis bewahrt. Das Produkt ist von vorzüglicher Qualität und daher teuer.

Von großem Einfluß auf die Eigenschaften des Eisens sind die Beimengungen desselben.

Wie bereits früher angeführt, bestimmt der Kohlenstoffgehalt den Charakter des Eisens und ist dieser für das technisch verwendete Eisen unerläßlich. (Bezüglich der Verhältnisse siehe Seite 5 und 6.)

Phosphor macht alle Eisensorten im kalten Zustand brüchig (Kaltbruch); beim weißen Roheisen im geschmolzenen Zustand bewirkt er größere Dünflüssigkeit (siehe oben) und ist in größerer Menge notwendig beim Roheisen für den Thomas- und basischen Martin-Prozeß.

Schwefel macht alle Sorten, selbst bei geringer Menge, im glühenden Zustand brüchig (Rotbruch) und das Gußeisen unverwendbar zum Guß. Er muß deshalb im Eisen möglichst vermieden werden.

Das Silizium bewirkt die Bildung von grauem, das Mangan von weißem Roheisen. Im schmiedbaren Eisen darf ersteres in nicht zu großer Menge vorkommen, weil es das Eisen (faul-)brüchig macht. Im Stahl bewirken beide bei gewisser Menge eine größere natürliche Härte. (Siliziumstahl, Manganstahl für Werkzeuge.)

Nickel wird dem Stahl in gewissem Verhältnis zugesetzt und macht diesen zäh und fest (Nickelstahl), daher solcher z. B. zu Panzerplatten, Geschützrohren, Maschinenteilen (Pleuelstangen, Radreifen u. s. w.) verwendet wird.

Wolfram gibt dem Stahl eine größere Härte und besondere Gleichmäßigkeit (Wolframstahl für Werkzeuge).

Ebenso geben Zusätze von Chrom, Molybdän, Vanadium dem Stahl solche Eigenschaften, welche ihn für Werkzeuge vorzüglich geeignet machen. (Schnelldrehstahl, Rapidstahl u. s. w.)

Das Kupfer ist ein Metall von roter Farbe, welches sich durch eine besondere Dehnbarkeit und Zähigkeit auszeichnet und gegen die Einwirkung von Flüssigkeiten und Hitze widerstandsfähig ist. Es läßt sich gut zu Blechen auswalzen und zu Draht ziehen; zu Gußzwecken ist es nur bei einem geringen Zusatze von Zinn oder Zink geeignet. Es leitet gut den elektrischen Strom.

Das Kupfer wird zu Kochgefäßen, zu Dampfrohren, Trockentrommeln, zu elektrischen Leitungen u. s. w. sowie zu Legierungen benützt.

Das Zink hat eine grauweiße Farbe, ist leicht schmelzbar, gut gießbar und bei einer bestimmten Temperatur dehnbar, so daß

es zu Blechen ausgewalzt werden kann. Infolge seiner besseren Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Flüssigkeiten wird deshalb Zink zum Überziehen von Eisenblech (verzinktes Blech) verwendet.

Das Zinn ist ein silberweißes Metall, das große Dehnbarkeit und gute Gußfähigkeit besitzt sowie gegen die Einwirkung von Luft und Flüssigkeiten widerstandsfähig ist. Der Preis desselben ist aber ziemlich hoch.

Es wird zu Gußgegenständen, zu Röhren und zur Herstellung von Überzügen auf Eisenblech (verzinntes Blech oder Weißblech), auf Kupfer (bei Trockentrommeln), auf Blei (Innenseite der Bleiröhren) verwendet.

Das Blei hat eine lichtgraue Farbe, große Weichheit und ist schwer. Es läßt sich gießen und mit Hammer und Walzen bearbeiten, besitzt Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Säuren, weshalb Blei zu Gefäßen bzw. zur Ausfütterung für diese, zu Rohrleitungen, zu einzelnen Gußgegenständen, als Dichtungsmaterial Verwendung findet.

Das Aluminium ist ein Metall von weißer Farbe und zeichnet sich durch ein geringes Gewicht aus. Es ist von großer Unveränderlichkeit an der Luft, läßt sich walzen, hämmern, zu Draht ziehen. Seine Festigkeit ist gering. Seines geringen Gewichtes wegen wird Aluminium zu einzelnen Gegenständen verarbeitet (Luftschiffe).

Neben Kupfer bilden oft Zink, Zinn, Blei und Aluminium die Hauptbestandteile von Legierungen. Eine Reihe anderer Metalle finden fast nur zu solchen Verwendung. (Antimon, Wismut, Nickel.)

In vielen Fällen eignen sich zu bestimmten Zwecken, mit Rücksicht auf die besonderen Eigenschaften, die Metallgemische oder Legierungen besser als die reinen Metalle. Sie finden deshalb vielfach Verwendung. Als solche wären hervorzuheben:

Das **Messing**, welches durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink erhalten wird. Es hat eine rotgelbe bis lichtgelbe Farbe, je nach der Zusammensetzung. Bei 12—19% Zink und 88 bis 81% Kupfer ist die Farbe rötlichgelb (Tombak oder Rotguß genannt); bei 24—32% Zink und 76—68% Kupfer ist die Farbe gelb (das eigentliche Messing). Es zeichnet sich durch schöne Farbe, größere Dauerhaftigkeit an der Luft, größere Härte (daher gut zu polieren), bessere Gießbarkeit, sowie durch eine gewisse Dehnbarkeit aus, so daß man das Messing zu Blech und Drähten umformen kann.

Diese Legierung wird zu mannigfachen Gußgegenständen, wie Hähne, Ventile, Armaturstücke, Lagerschalen, zu Röhren u. s. w. verwendet.

Die Bronze wird durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zinn erhalten, im Verhältnis von 5 bis 25% Zinn und 95 bis 75% Kupfer. Die Bronze hat je nach dem abnehmenden Kupfergehalte eine rötliche bis rötlichgelbe Farbe. Je nach der Zusammensetzung hat die Bronze einen verschiedenen Grad von Dehnbarkeit, Festigkeit, Sprödigkeit, Härte und Politurfähigkeit. Sie läßt sich im kalten oder glühenden Zustand hämmern und walzen und ist gegen die Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit widerstandsfähig.

Eine besondere Art ist die Phosphorbronze (aus Kupfer und Phosphorzinn erhalten), welche sich durch besondere Festigkeit, Politurfähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit auszeichnet (Telephondrähte).

Man verwendet die Bronze zu Armaturstücken, Ventilen, Lagerschalen, Geschützen, Glocken u. s. w.

Eine Reihe anderer Legierungen benützt man hauptsächlich zu Lagerschalen, Führungsplatten oder Büchsen, so z. B. Weißmetall (Zinn, Blei, Antimon), Deltametall (Zink, Kupfer, Eisen), Antifriktionsmetall (Zink, Zinn oder Antimon, Kupfer) und andere.

Von anderen Konstruktionsmaterialien seien erwähnt:

Das Holz, welches zumeist zu Unterlagen, Gestellen, Riegeln, Bäumen (Walzen), Tischen bei Arbeitsmaschinen benützt wird, wobei diese (mit Rücksicht auf die Unbeständigkeit desselben) aus einzelnen Teilen zusammengesetzt werden, hat die Eigenschaft der Spaltbarkeit, läßt sich mit Säge, Bohrer, Meißel und Hobel bearbeiten.

Sehr verschieden ist der Grad seiner Härte, weshalb man sehr harte (Pockholz, Ebenholz), mittelharte (Eiche, Weißbuche, Ulme, Ahorn) und weiche (Fichte, Tanne, Kiefer, Linde, Pappel) Hölzer unterscheidet. Sehr harte Hölzer finden mitunter zu Lagerschalen Verwendung, andere in neuerer Zeit zu Riemenscheiben (Buche).

Das Holz verändert häufig an der Luft seine Gestalt durch Aufnahme oder Verlust der Feuchtigkeit, es wirft sich und reißt. Durch Trocknen, Auslaugen und Imprägnieren wird diesem Übelstand vorgebeugt. Das Imprägnieren schützt auch vor Fäulnis.

Leder wird für Treibriemen und als Dichtungsmaterial verwendet. Ersteres muß eine besondere Biegsamkeit und Zähigkeit besitzen, weshalb es aus den besten Häuten durch Gerben mit Eichenlohe und entsprechenden Zurichtungen hergestellt und mit Unschlitt gefettet wird.

Baumwoll- und Hanffäden werden durch Zusammendrehen zu Seilen und durch Zusammenflechten zu Schnüren für

Dichtungen verwendet. Dichtungen können auch aus Hanffasern direkt hergestellt werden.

Kautschuk wird aus dem Milchsaft verschiedener, in der tropischen Zone wachsender Bäume gewonnen. Der Rohkautschuk wird auf Tonformen gegossen und über Feuer erstarren gelassen. Derselbe wird dann durch Waschen, Vermengen mit Schwefel (Vulkanisieren) und nachheriges Walzen zu Platten geformt, aus welchen die verschiedenen Gegenstände, wie Kautschukriemen, Schläuche, Dichtungsplatten und -ringe u. s. w. hergestellt werden.

Asbest bildet seidenglänzende, etwas biegsame Fasern von geringer Festigkeit, die feuerbeständig sind. Er wird mit Flachs oder allein zu Faden versponnen, aus denen Schnüre oder Gewebe hergestellt werden, während man die kürzeren Fasern durch einen Filzprozeß zu Asbestpapier und -platten verarbeitet.

Der Asbest wird in diesen Formen als Dichtungsmaterial bei solchen Teilen verwendet, welche höheren Temperaturen ausgesetzt sind (Röhren, Stopfbüchsen) oder zu feuersicherer Kleidung.

---

## **I. Maschinenteile zur Befestigung und Verbindung.**

Diese dienen zur Herstellung einer gesicherten Lage zweier oder mehrerer Maschinenteile gegeneinander. Diese Verbindung kann entweder eine lösbare oder unlösbare sein.

Erstere findet Verwendung, wenn wegen Erneuerung, Auswechslung, Nachstellung, Reinigung u. s. w. ein leichtes Auseinandernehmen notwendig ist, letztere, wenn dies nicht beabsichtigt wird.

Zu den ersteren Verbindungen zählen die Schrauben und Keile, zu den letzteren die Niete und Zwingen.

### **1. Die Schrauben.**

Wird um einen massiven Zylinder oder in einem Hohlzylinder ein prismatischer Stab nach einer Schraubenlinie gelegt, so entsteht das Schraubengewinde. Das Maschinenelement heißt: Schraube. Dasselbe besteht demnach aus zwei Teilen: dem Schraubenbolzen (Massivzylinder) und der Schraubenmutter (Hohlzylinder), die so beschaffen sein müssen, daß das erhöhte Gewinde des Schraubenbolzens in das vertiefte Gewinde der Schraubenmutter paßt.

Der Grundkörper des Gewindes (Zylinder) heißt der Kern, dessen Durchmesser der Kerndurchmesser, die äußerste Zylinderbegrenzung des Gewindes (in welchem gleichsam das Gewinde eingeschnitten ist) heißt der Bolzen (Schraubenbolzen) und dessen Durchmesser Bolzendurchmesser.

Der Zweck der Schrauben kann sein:

1. Zwei Teile miteinander zu verbinden. Man bezeichnet diese als Befestigungsschrauben;
2. zur Übertragung einer drehenden Bewegung in eine geradlinige zu dienen (selten und nur in ganz besonderen Fällen umgekehrt). Diese heißen dann Bewegungsschrauben;
3. zur Erzielung eines größeren Druckes Verwendung zu finden. Es sind dies die Preßschrauben.

Es seien im weiteren bloß die ersteren angeführt.

Nach der Querschnittsform des Gewindes unterscheidet man scharfes Gewinde, Fig. 7, wenn der Querschnitt ein Dreieck ist,

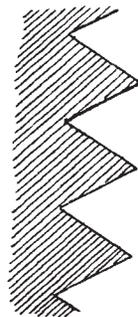


Fig. 7.  
Scharfes Gewinde.



Fig. 8.  
Flaches Gewinde.

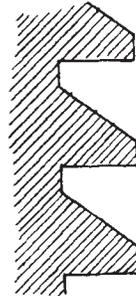


Fig. 9.  
Trapezgewinde.



Fig. 10.  
Rundes Gewinde.

flaches Gewinde, Fig. 8, wenn dieser ein Quadrat, halbiertes oder Trapezgewinde, Fig. 9, wenn ein Trapez, und rundes Gewinde, Fig. 10, wenn derselbe ein Halbkreis ist. Für die Befestigungsschrauben verwendet man im allgemeinen das scharfe Gewinde (nur ganz große Schrauben erhalten flaches), Bewegungsschrauben und Preßschrauben flaches, halbiertes oder rundes Gewinde.

Die Größe des Gewindes wird nach dem Verhältnis der Dimensionen des Gewindequerschnittes zum Bolzendurchmesser bezeichnet. Man unterscheidet grobes (für besondere Bewegungsschrauben), normales (für die gewöhnlichen Befestigungsschrauben) und

feines Gewinde (für Gasrohre und Schrauben für Instrumente und Uhren).

Nach der Richtung, in welcher die Schraubenlinie geht, unterscheidet man Rechtsgewinde (die Schraubenlinie steigt von links unten nach rechts oben) und Linksgewinde (rechts unten nach links oben).

Ersteres findet allgemeine Anwendung, letzteres nur in besonderen Fällen, bei Bewegungsschrauben und bei Zugstangen mit Nachstellung.

Ist in der Steighöhe der Schraubenlinie bloß ein Gewinde angeordnet, so hat man die eingängige Schraube (bei Befestigungsschrauben), sind zwei oder mehrere Gewindgänge vorhanden, so die zwei- oder mehrgängige Schraube (bei Bewegungs- und Preßschrauben).

### Befestigungsschrauben.

Die normale Befestigungsschraube, Fig. 11, besteht aus dem Schraubenbolzen *B* (dessen äußerer Durchmesser der Bolzendurch-

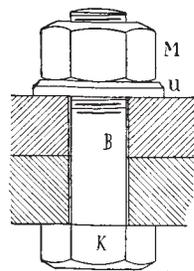


Fig. 11.  
Befestigungsschraube.

messer *d*, Fig. 12, die Größe der Schraube angibt, während der innere Durchmesser  $d_1$  in der Tiefe des Gewindes der Kerndurchmesser ist) mit dem Schraubenkopf *K* und der Schraubenmutter *M*. Unter der letzteren ist gewöhnlich eine Unterlagscheibe *u*.

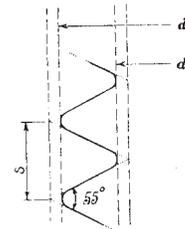


Fig. 12.

Die Schrauben bezeichnet man nach ihrem Durchmesser *d* in englischen Zollen ( $= 25.4 \text{ mm}$ ) und bestimmen sich nach diesem alle übrigen Verhältnisse derselben nach gewissen Regeln, welche in ihrer Gesamtheit das Schraubensystem ergeben. Zumeist findet das von Whitworth Verwendung, Fig. 12.

Die Schraubenmutter bekommt gewöhnlich eine sechskantige, seltener eine vierkantige oder zylindrische Form. Die Entfernung der parallelen Flächen des Sechskants oder Vierkants bzw. der Durchmesser der zylindrischen Form heißt Schlüsselweite *D*.

Die Mutter muß so hoch sein (gewöhnlich  $= d$ ), daß genügend Gewinde umfaßt wird, um Sicherheit gegen ein Ausreißen des Gewindes zu bieten.

Der Kopf erhält die gleiche Form wie die Mutter, ist aber niedriger. Mitunter ist er kugelförmig, Fig. 13, oder konisch (versenkt).

In einzelnen Fällen fehlt die Schraubenmutter und ist dann das Muttergewinde in eines der zu verbindenden Stücke eingeschnitten (Kopfschraube), Fig. 14.

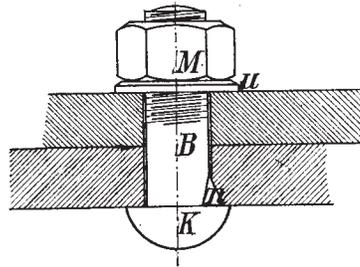


Fig. 13. Schraube mit kugelförmigem Kopfe.

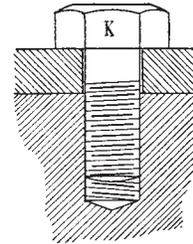


Fig. 14. Kopfschraube.

In ähnlicher Weise kann auch der Kopf fehlen und ist dann der Schraubenbolzen in eines der zu verbindenden Stücke eingeschraubt (Stiftschrauben).

Um beim Anziehen der Mutter ein Mitdrehen des Bolzens zu verhindern, wird, wenn nicht der Kopf in irgend einer Weise festgehalten ist, entweder der an den Kopf anstoßende Teil des Bolzens vierkantig gemacht (das zugehörige Schraubenloch muß dann mit ebenen Flächen versehen sein), oder es wird am Bolzen eine Nase *n*, Fig. 13, angeordnet.

Um bei Verbindungen, welche Erschütterungen ausgesetzt sind, ein selbstätiges Lösen der Mutter zu verhindern, wendet man die

Schraubensicherungen an, welche am einfachsten derart sind, daß ober der Mutter durch den Bolzen ein Stift *i* durchgesteckt, Fig. 15, oder auf die Mutter eine zweite, die Gegenmutter *M*, aufgeschraubt wird, Fig. 16.

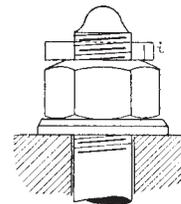


Fig. 15.  
Schraubensicherung.

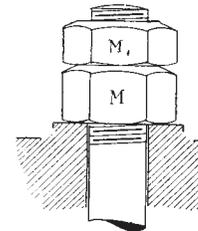


Fig. 16.  
Schraubensicherung  
mit Gegenmutter.

Zum Anziehen und Lösen der Schrauben verwendet man die Schraubenschlüssel, welche entweder einfach, Fig. 17 (offen), Fig. 18 (geschlossen), oder doppelt, Fig. 19, sind. Diese können jedoch nur für bestimmte Schrauben verwendet werden, während die Universalschraubenschlüssel, Fig. 20, für verschiedene Schrauben benützt werden, weil dieselben mit verstellbaren Teilen versehen sind.



Fig. 17. Einfacher Schraubenschlüssel.

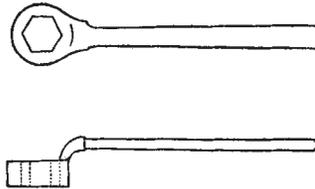
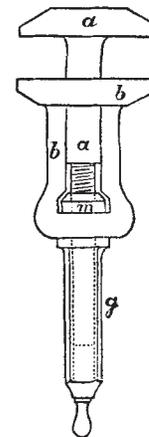
Fig. 18.  
Geschlossener Schraubenschlüssel.

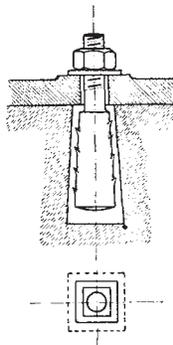
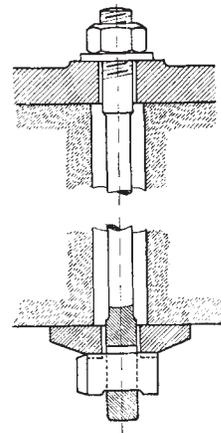
Fig. 19. Doppelter Schraubenschlüssel.

Fig. 20.  
Universalschraubenschlüssel.

### Schraubenverbindungen oder Verschraubungen.

Diese erfolgen entweder durch einfaches Übereinanderlegen der beiden zu verbindenden Teile (Platten), in welchen sich korrespondierende Löcher befinden, durch welche der Bolzen hindurchgeschoben, die Mutter aufgeschraubt und angezogen wird. Hiezu gehört auch die Flanschenverbindung bei Röhren (siehe dort) oder es erfolgt die Verbindung durch Einschrauben der Kopfschraube. Eine besondere Form erhalten diejenigen Schrauben, welche zur Befestigung einzelner Teile mit Stein oder Mauerwerk dienen.

Für leichtere Befestigungen verwendet man Steinschrauben, Fig. 21, bei welchen der pyramidenartig ausgestaltete Schraubenkörper in den Stein oder das Mauerwerk mit Zement, Schwefel oder Blei vergossen wird. Für größere und sicher zu lagernde Teile dient die Fundamentschraube, Fig. 22, welche eine große Länge erhält, damit selbe durch das ganze Fundament reicht. Statt des Kopfes ist ein Keil, der nach dem Einsetzen der Schraube eingeschoben wird.

Fig. 21.  
Steinschraube.Fig. 22.  
Fundamentschraube.

Zur Verbindung zweier Platten, welche in bestimmter Entfernung voneinander gehalten werden sollen, benützt man die Distanzschraube, Fig. 23.

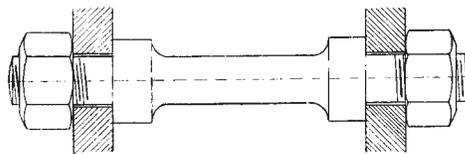


Fig. 23. Distanzschraube.

Werden die zu verbindenden Teile starken, verschiebenden Kräften ausgesetzt, so wendet man die entlasteten Verbindungen an, bei welchen durch Nasen, Fig. 24, oder durch eingelegte Stahlscheiben, Fig. 25, der Schub auf die Schraube selbst aufgehoben wird.

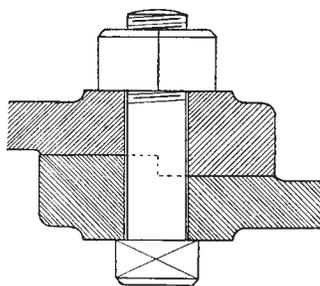


Fig. 24. Entlastete Verbindung.

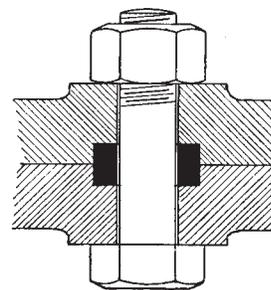


Fig. 25. Entlastete Verbindung.

dungen an, bei welchen durch Nasen, Fig. 24, oder durch eingelegte Stahlscheiben, Fig. 25, der Schub auf die Schraube selbst aufgehoben wird.

## 2. Keile.

Die Keile dienen gleichfalls zur Herstellung einer lösbaren Verbindung und sind entweder Längs- oder Querkeile, je nachdem ob die Richtung des Keiles mit den Achsen der zu verbindenden Teile parallel ist oder senkrecht darauf steht.

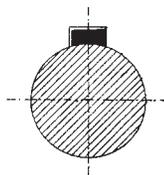


Fig. 26.

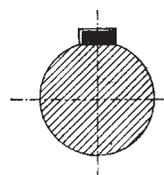


Fig. 27.

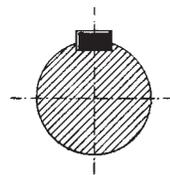


Fig. 28.

Längskeilverbindungen.

Erstere dienen hauptsächlich zur Verbindung von Scheiben oder Rädern mit ihren Wellen, Fig. 26, 27 und 28, letztere zur Verbindung von Stangen miteinander, Zapfen in Kurbeln, Fig. 29.

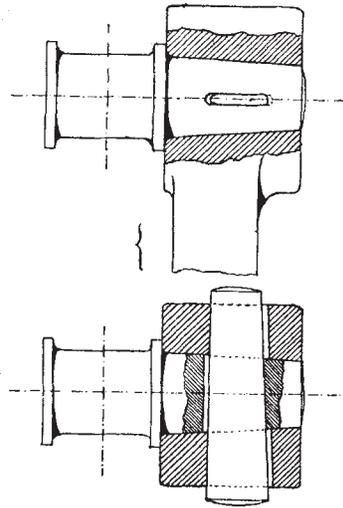


Fig. 29. Querkeilverbindung.

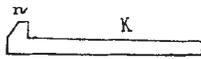


Fig. 30. Nasenkeil.

Die Neigung der Keilseiten heißt Anzug und kann diese nur auf einer Seite (einzügiger), Fig. 30, oder auf beiden Seiten (doppelzügiger Keil), Fig. 29, sein.

Wenn die Längskeile, die sich auf rotierenden Wellen befinden, mit einer Nase  $n$  versehen sind (Nasenkeil), Fig. 30, so muß diese durch Umwickeln mit einer glatten Schnur oder durch eine darüber geschobene Hülse verdeckt werden, um Unfälle zu vermeiden.

Hat ein Längskeil keinen Anzug, so kann man den befestigten Teil auf dem anderen verschieben (z. B. bei den ausrückbaren Kupplungen). Man heißt diese Verbindung, durch welche aber die Drehung übertragen wird, die mit Feder und Nut. (Siehe Fig. 77.)

Um das selbsttätige Lösen (Zurückgehen) des Keiles zu verhindern, werden Keilsicherungen angewendet, welche meist als Druckschrauben ausgeführt sind. (Siehe Fig. 141.)

### 3. Nieten.

Die Nieten dienen zur Herstellung fester und unlösbarer Verbindungen plattenartiger Teile. Die Verbindung erfolgt derart, daß durch die beiden (durch Ausstoßen oder Bohren) durchlochenden und übereinander gelegten Platten ein mit einem Kopfe versehener Bolzen durchgesteckt und dessen vorstehendes Ende durch Umstauchen zu dem zweiten Kopfe ausgebildet wird.

Es erfolgt durch die Lochung der Platten eine Verschwächung derselben an der Verbindungsstelle.

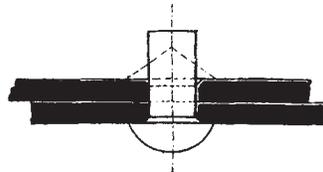


Fig. 31.

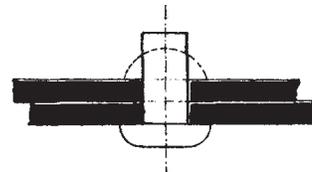


Fig. 32.

Nietkopfformen.

Das Niet besteht demnach aus einem Eisen- oder Stahl-, selten Kupferbolzen mit zwei Köpfen, wovon der eine der Setzkopf,

bei der Erzeugung des Nietes, der andere, der Schließkopf, bei der Herstellung der Verbindung selbst, und zwar entweder im kalten oder im glühenden Zustande des Bolzens (kalte und warme Nietung) durch Hammerschläge (Handnietung), oder mittels Maschine durch Luft- oder Wasserdruck (Maschinennietung) gebildet wird.

Die Formen der Köpfe zeigen die Figuren 31 und 32. Ist der Kopf ganz in eine der Platten eingelassen, so hat man den versenkten Kopf. Nach dem Zwecke der Nietverbindung unterscheidet man:

1. Die feste Nietung, wobei es sich um die möglichste Festigkeit der Verbindung handelt, z. B. bei Trägern, Brücken. Dabei sind starke, weiter auseinanderstehende Niete angewendet.
2. Die dichte Nietung, bei welcher die Verbindung möglichst luft- und wasserdicht sein soll, z. B. bei offenen Gefäßen (Reservoirs, Gasbehältern). Dabei sind schwache, dichtgestellte Niete angewendet.
3. Die dichte und feste oder Kesselnietung, bei welcher die Verbindung nebst einem gewissen Grad von Dichtheit auch größere Festigkeit haben soll, z. B. bei Dampfkesseln. Hierbei sind mittelstarke Niete in mittlerer Entfernung angewendet.

Bei beiden letzteren Arten werden, um eine vollkommene Dichtung zu erzielen, die Nietköpfe und die Blechkanten ver-

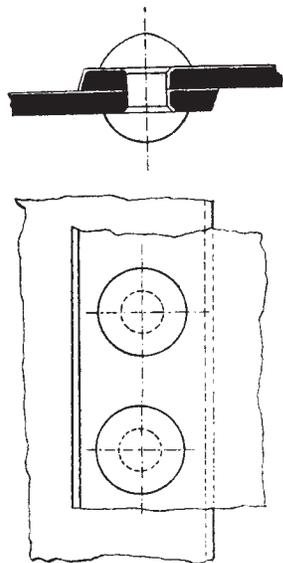


Fig. 33.  
Einfache Nietung mit Überlappung.

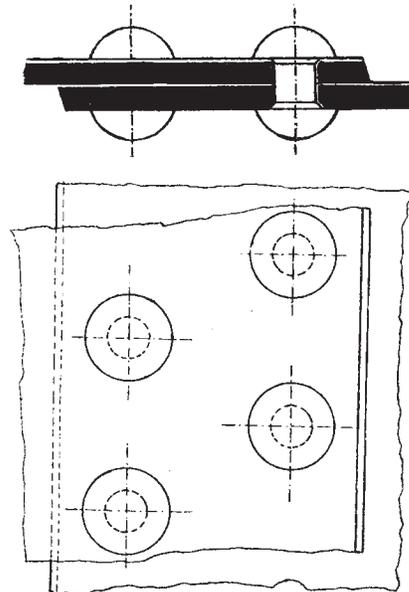


Fig. 34. Doppelte Nietung.

stemmt, weshalb die letzteren abgeschrägt sind. (Siehe Fig. 33, 34, 35.)

Die zu verbindenden Platten werden entweder übereinandergelegt, Überlappung, Fig. 33 und 34, oder es erfolgt die Verbindung durch eine dritte Platte (Lasche) als Laschenverbindung, Fig. 35

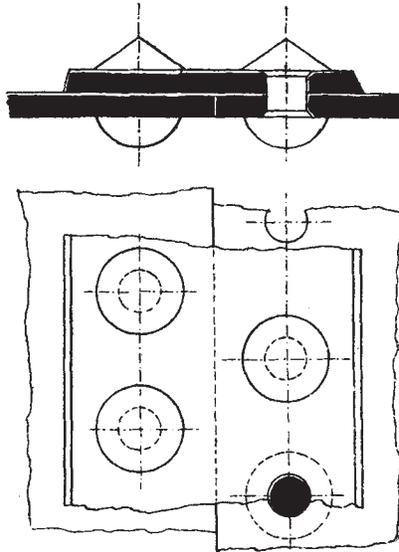


Fig. 35. Einfache Laschennietung.

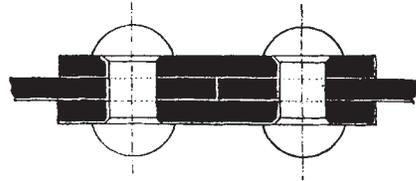


Fig. 36.  
Laschennietung mit zwei Laschen.

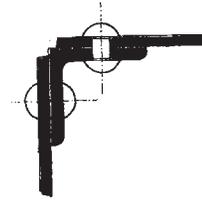


Fig. 37.  
Kantenverbindung.

und 36. Dabei werden die Nieten entweder in einer Reihe (einfache Vernietung, Fig. 33) oder in zwei, eventuell mehr Reihen (doppelte Vernietung, Fig. 34) angeordnet. Fig. 37 zeigt eine Kantenverbindung mit Winkelisen.

#### 4. Zwingen oder Zwängverbindungen.

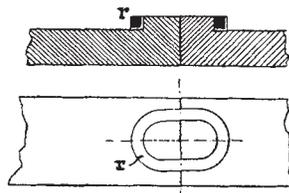


Fig. 38.  
Zwängring.

Die Zwingen werden meist derart gebildet, daß ring- oder klammerartige Teile warm auf die entsprechend geformten, zu verbindenden Stücke geschoben werden und durch die in ersteren auftretende Spannung (Erkalten des warm aufgezogenen Ringes) das Zusammenhalten bewirken. Fig. 38 zeigt eine derartige Form.

## **II. Maschinenteile zur Lagerung und Unterstützung.**

Die zur Lagerung und Unterstützung dienenden Maschinenelemente bezwecken hauptsächlich die gesicherte Unterstützung oder Führung bewegter Teile und stehen deshalb mit den Bewegungselementen in unmittelbarem Zusammenhang, weshalb selbe bei diesen mit angeführt sind. Diese Elemente sind Lager und Führungen.

---

## **III. Bewegungselemente.**

Diese vermitteln die Bewegungen zwischen den einzelnen Teilen. Der Zweck derselben kann die Übertragung einer ununterbrochenen Drehbewegung oder die Überführung einer Drehbewegung in eine hin und her gehende (schwingende) oder die Erzielung einer periodischen (unterbrochenen) Bewegung sein.

Die erstere ist hauptsächlich bei den Transmissionen, die zweite bei dem Kurbelmechanismus und die dritte bei den Sperr- und Bremswerken.

Obwohl die Bewegungselemente in allen Fällen in ähnlicher Weise angewendet werden, ergibt sich doch, daß die einzelnen Elemente sich zweckmäßigerweise in die eine oder andere Gruppe einreihen lassen und ergibt sich von diesem Gesichtspunkte aus die getroffene Einteilung.

### **A. Maschinenteile für Transmissionen.**

Die bei den Transmissionen vorkommenden Maschinenteile dienen entweder zur Unterstützung und Verbindung der übrigen Teile (Lager, Zapfen, Kupplungen) oder unmittelbar zur Bewegungsübertragung (Wellen, Scheiben, Räder). Die meisten der bei den Transmissionen vorkommenden Maschinenteile werden auch bei den Kraft- und Arbeitsmaschinen zur Verwendung kommen.

#### **1. Achsen, Wellen und Zapfen.**

Die Achsen und Wellen sind meist zylindrisch abgedrehte Eisen- oder Stahlstangen (selten Rohre), auf welchen die Räder und Scheiben befestigt werden. Sie selbst werden durch die Lager unterstützt und gehalten, in welchen sie mit ihren Zapfen ruhen.

Sind dieselben bestimmt, zum Tragen oder Stützen drehender oder schwingender Maschinenteile zu dienen, so heißen selbe Achsen; z. B. die Drehachse eines Hebels, Laufachsen der Waggonräder u. s. w. Sie werden auf Biegung beansprucht.

Sind dieselben bestimmt, Drehbewegungen zu übertragen, also Arbeitseffekte weiter zu leiten, so heißen diese Wellen, z. B. die Transmissionswellen in einem Arbeitssaal. Sie werden hauptsächlich auf Torsion und durch ihr Eigengewicht und die darauf sitzenden Räder und Scheiben u. s. w. auch auf Biegung beansprucht.

Besteht die Achse oder Welle aus einzelnen Teilen, so werden diese durch Kupplungen miteinander verbunden.

Die Zapfen bekommen zumeist eine geringere Stärke, bei den eigentlichen Transmissionswellen jedoch werden diese gleich

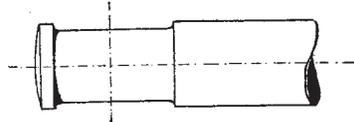


Fig. 39. Stirnzapfen.

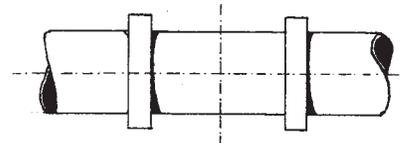


Fig. 40. Halszapfen.

stark mit den Wellen gemacht. Bei den horizontalen Wellen sind die Zapfen entweder am Ende, als Stirnzapfen, Fig. 39, oder in der Mitte derselben, als Halszapfen, Fig. 40, ausgeführt.

Der unterste Zapfen einer vertikalen Welle heißt Stützzapfen, Fig. 41.

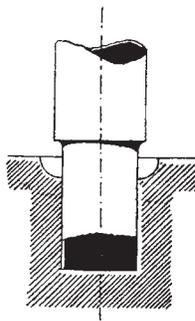


Fig. 41. Stützzapfen.

Nach der Ausführung der Zapfen unterscheidet man zylindrische, konische, Kugel- und Kammzapfen, welche letztere, Fig. 42, mit vielen Ringen ausgestattet sind, um starke Schübe in der Achsenrichtung aufnehmen zu können.

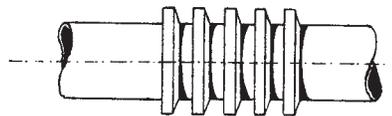


Fig. 42. Kammzapfen.

Damit die Wellen sich nicht verschieben, werden die Zapfen eingedreht, Fig. 41, oder Ringe aufgeschweißt, Fig. 40, oder Ringe aufgeschoben und diese mittels versenkter Schrauben befestigt (Stellringe Fig. 43.) Die Ringe liegen stets an den Lagern an.

Zuweilen erhalten die Wellen eine etwas größere Stärke an der Stelle, wo die Hauptantriebsscheibe angeordnet ist (Kopf). Die

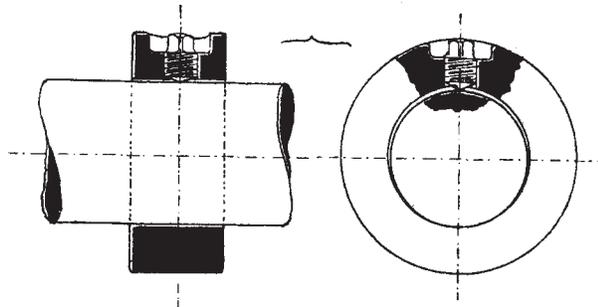


Fig. 43. Stellring.

Achsen werden stets an der Stelle verstärkt, wo das Rad, Scheibe oder Hebel befestigt ist.

## 2. Lager.

Die Lager dienen zur Unterstützung und Umhüllung der Zapfen. Je nach der Art und Lage der Wellen und der Form der Zapfen ist die Einrichtung der Lager verschieden. Sie bestehen zumeist aus mehreren Teilen, welche entsprechend miteinander

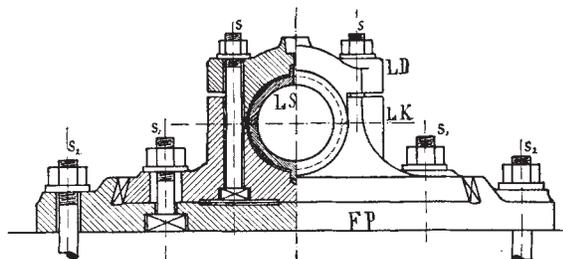


Fig. 44. Gewöhnliches Stehlager.

verbunden sind. Die Wellen können 1. horizontal, 2. vertikal gelagert sein. Die ersteren sind entweder *a)* nahe der Unterstützungsfläche (Boden), *b)* nahe der Decke, *c)* nahe der Wand.

Es werden deshalb für

1. *a)* die Stehlager,  
*b)* die Hängelager,  
*c)* die Wand- oder Konsollager und
2. die Fuß- und Halslager verwendet.

Das gewöhnliche Stehlager, Fig. 44, besteht aus den zumeist aus Metall (Rotguß), selten aus anderen Legierungen, Stahl, Guß-

eisen, Holz u. s. w. hergestellten Lagerschalen  $LS$ , welche den Zapfen umschließen und durch Ansätze gegen das Mitdrehen und Verschieben gesichert sind.

Die untere Schale ist in dem Lagerkörper  $LK$ , die obere im Lagerdeckel  $LD$  eingesetzt, welcher mit dem Lagerkörper durch die Deckelschrauben  $s$  verbunden ist. Der letztere ruht auf der Fußplatte  $FP$ , mit welcher er durch die Fußschrauben  $s_1$  verbunden wird, während derselbe gegen ein Verschieben durch Festkeilen zwischen den Nasen der Fußplatte gesichert ist. Letztere ist mit dem Fundament durch die Fundamentschrauben  $s_2$  verbunden. Für untergeordnete Wellen werden zwei oder mehrere Teile dieses Lagers zu je einem Stück vereinigt. Zuweilen ist das ganze Lager aus einem Stück hergestellt [Froschlager, Fig. 45], manchmal eine büchsenartige Lagerschale eingesetzt. \*)

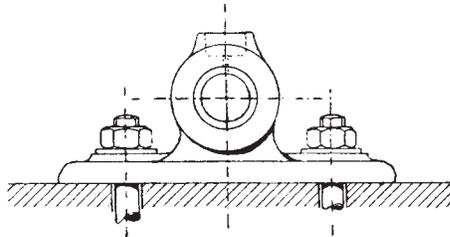


Fig. 45. Froschlager.

Das Sellerssche Stehlager, Fig. 46, ist ganz aus Eisen hergestellt und besteht aus denselben Teilen wie das gewöhnliche Stehlager. Die Lagerschalen  $LS$  sind sehr lang und mit Kugelflächen versehen, mit welchen sie in den Lagerkörper  $LK$  und Lagerdeckel  $LD$  einpassen. Dadurch bekommt die Schale eine gewisse Beweglichkeit und kann sich nach der Welle einstellen.

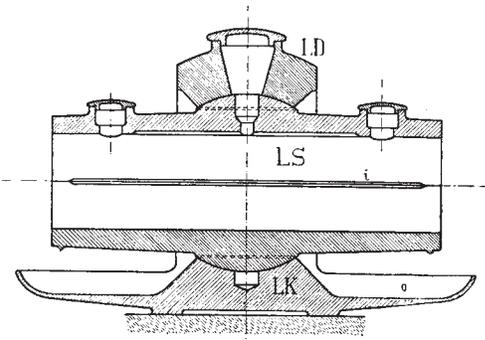


Fig. 46. Sellers Stehlager.

Fig. 47 zeigt ein Schaubild dieses Lagers (nach der Ausführung der Peniger Maschinenfabrik).

Eine besondere Art der Ausführung zeigen die Ringschmierlager, Fig. 48, bei welchen auf dem Zapfen ein oder zwei Ringe aufliegen, welche den Zweck haben, aus dem unterhalb befindlichen Ölbehälter Öl auf den Zapfen zu bringen, indem diese in das Öl eintauchen und bei ihrer Bewegung, infolge der Mitnahme durch

\*) Die Buchstaben auch der folgenden Figuren haben die gleiche Bedeutung wie bei Fig. 44.

den Zapfen, dasselbe heraufbringen. Die Verteilung des Öles erfolgt durch die Schmiernuten in den Lagerschalen. Die Lagerschalen *LS*

sind mit ihren Kugelflächen (wie beim Sellerslager) in den Lagerkörper *LK* und Lagerdeckel *LD* eingesetzt. Sie werden namentlich bei schnell laufenden Zapfen angewendet.

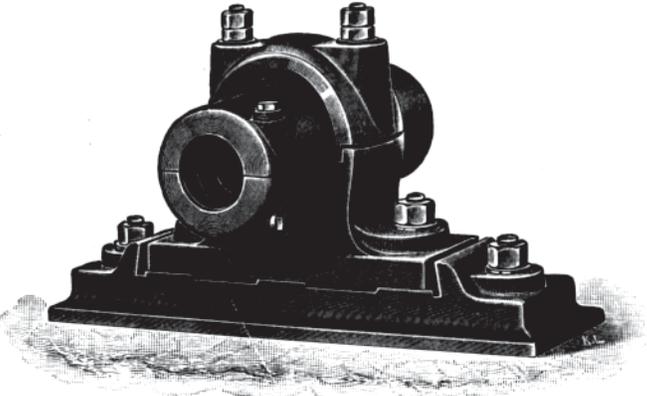


Fig. 47. Sellers Stehlager.

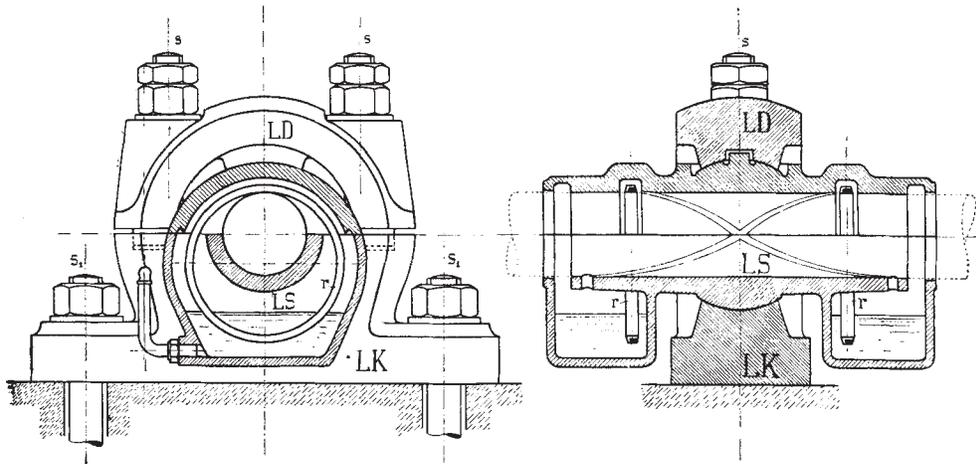


Fig. 48. Ringschmierlager.

Fig. 49 zeigt eine Ansicht eines solchen Lagers.

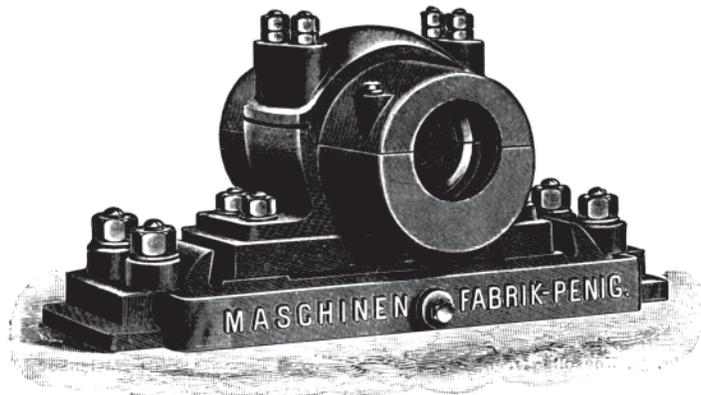


Fig. 49. Ringschmierlager.

Befindet sich die Welle nahe bei einer Wand oder bei einer Säule, so wird das Lager auf einem Arm oder Konsole befestigt

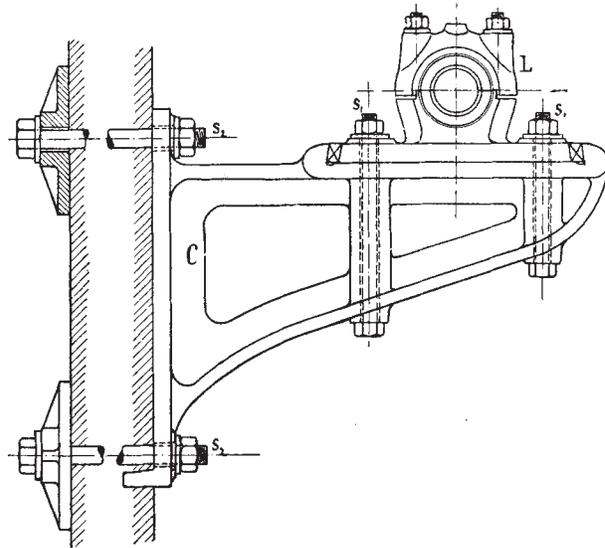


Abb. 50. Konsollager.

oder mit diesem aus einem Stück hergestellt. Solche Lager heißen dann Wand- oder Konsollager; Fig. 50 ist mit aufgesetztem Lager, Fig. 51 mit Sellerschem Lager, Fig. 52 ein Säulenkonsollager.

Ist die Welle nahe der Decke, so wird das Lager an einem einfachen gegabelten oder säulenartigen Hängarme befestigt

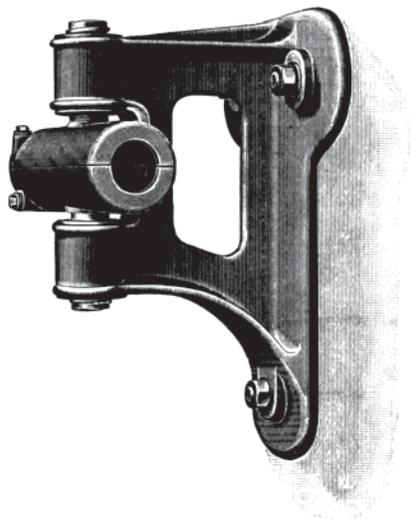


Fig. 51. Konsollager.

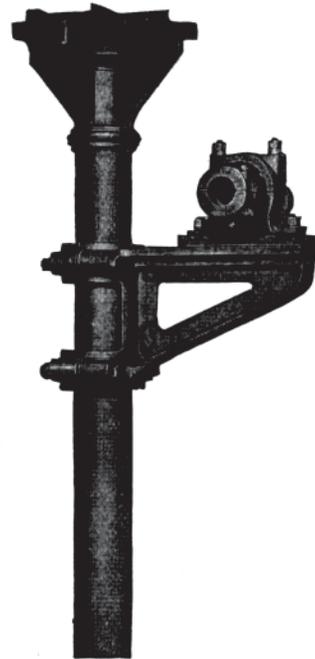


Fig. 52. Säulenkonsollager.

oder mit diesem zusammen gegossen. Solche Lager heißen dann Hängelager und unterscheidet man das Rippenhängelager, Fig. 53, und das Gabelhängelager, Fig. 54.

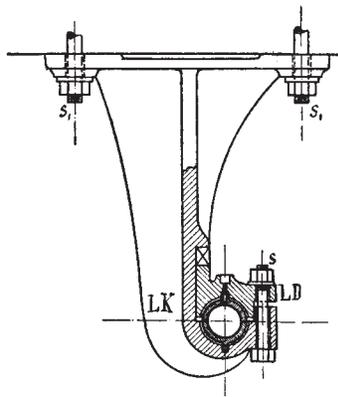


Fig. 53. Rippenhängelager.

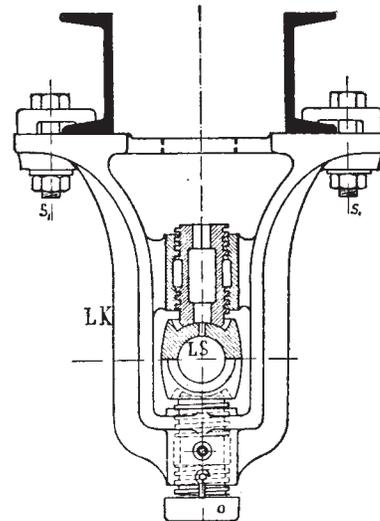


Fig. 54. Gabelhängelager.

Eine besondere Anordnung zeigt das Konselhängelager, Fig. 55.

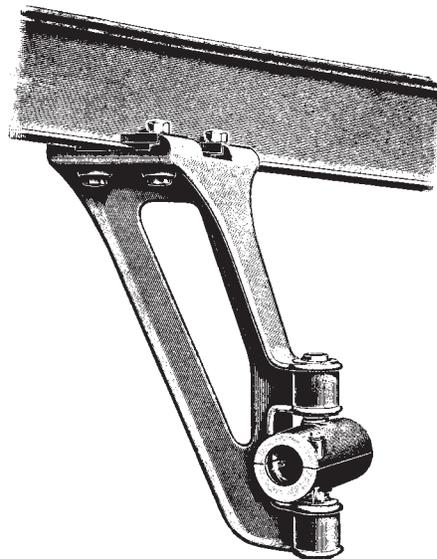


Fig. 55. Konselhängelager.

In allen diesen Fällen kann das Lager nach Art des gewöhnlichen Stehlagers mit festen Schalen oder nach Art des Sellersschen Lagers oder mit Ringschmierung ausgeführt sein.

Für die Unterstützung von vertikalen Wellen an ihrem unteren Ende verwendet man das Fußlager, Fig. 56. Bei diesem steht der Zapfen mit seiner Stirnfläche auf einer Stahlplatte und wird von

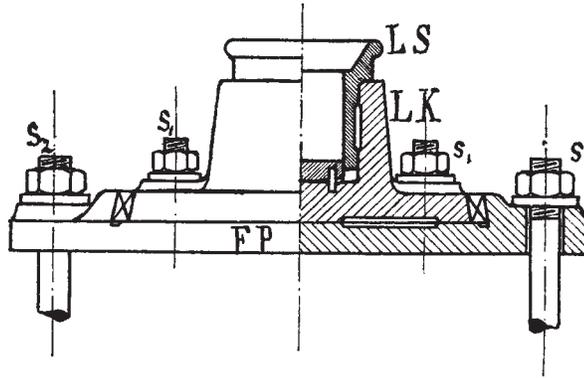


Fig. 56. Fußlager.

einer Metallbüchse *LS* umschlossen. Beide sind in dem Lagerkörper *LK* eingesetzt, welcher mittels Schrauben *s* auf der Fußplatte *FP* befestigt und zwischen Nasen an derselben festgekeilt ist.

(Auch als Wand- oder Hängelager findet das Fußlager zuweilen Anwendung.)

Für weiter vom Boden abstehende Wellen werden Steh- oder Stützlager auf einen Bock gestellt (Bocklager), Fig. 57, oder mit einem solchen aus einem Stück hergestellt, Fig. 58.

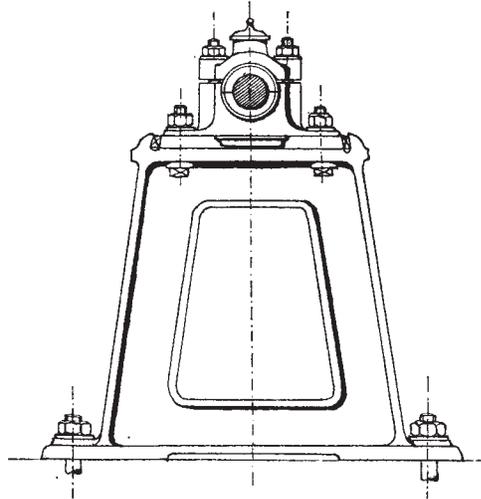


Fig. 57. Bocklager.

Zuweilen sind zwei oder mehrere Lager an einem Unterstützungsstück angebracht, um eine gesicherte, bestimmte gegenseitige Stellung derselben zu erhalten. Diese Unterstützungsstücke

sind platten- oder kastenartig oder nach Art von Trägern und heißen Lagerstühle (z. B. bei Kegelhäder-Übersetzungen).

Für sehr schwere Wellen, welche eine genaue Lagerung verlangen, wie z. B. die Schwungradwellen der Dampfmaschinen, wird das Lager mit vierteiligen Lagerschalen ausgestattet, wobei

die seitlichen Teile der Lagerschale nachstellbar sind. Fig. 59 zeigt je zur Hälfte zwei solche Anordnungen.

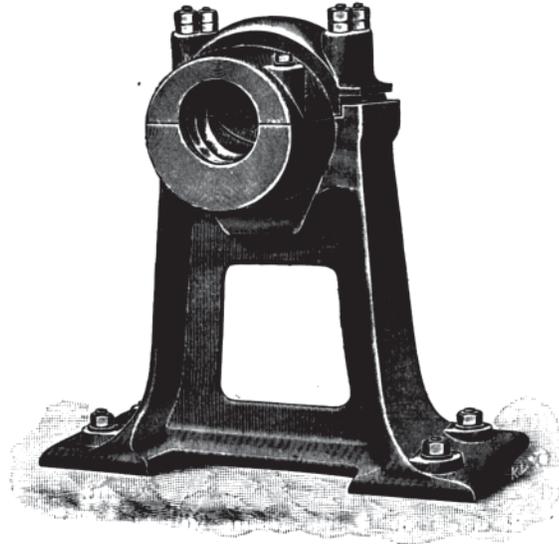


Fig. 58. Bocklager.

Damit die Reibung an der Lagerstelle möglichst verringert wird, einerseits um Kraftverluste, andererseits um ein Heißlaufen zu vermeiden, wendet man Schmiermittel an. Als solche werden zumeist feste (Unschlitt) oder flüssige Fette (Öl und zwar Baumöl, Mineralöl), in einzelnen Fällen Wasser, Seifenwasser, Seife (für Holz), Talg, Graphit u. s. w. angewendet.

Zur gleichmäßigen Verteilung des Schmiermaterials werden in den Lagerschalen Nuten (Schmiernuten) eingearbeitet. Zur Zuführung des Öles hat man die Schmiergefäße, welche entweder an dem Lagerdeckel, Fig. 44, 45, 46, 57 und 59, oder an der Lagerschale, Fig. 46 und 56, angegossen sind oder welche besondere Gefäße bilden, die in den Lagerdeckel eingesetzt oder eingeschraubt werden, Fig. 60, 61 und 62. Fig. 60 und 61 sind Glas-

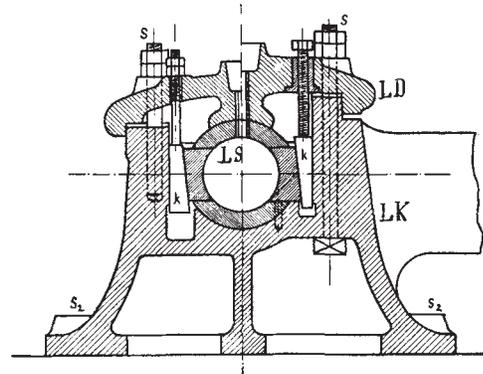


Fig. 59. Schwungradlager.

gefäße mit einem Holzstöpsel, aus dessen Röhrchen ein Stift bis zum Zapfen reicht und von diesem in eine schüttelnde Bewegung



Fig. 60.

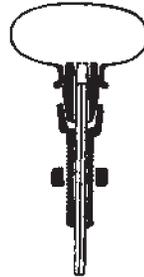
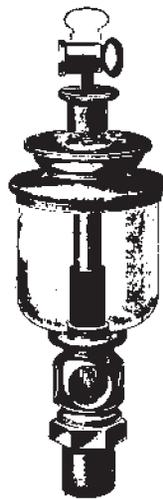
Fig. 61.  
Schmiergefäße.

Fig. 62.

versetzt wird. Dadurch wird während der Bewegung des Zapfens das Fließen des Öles veranlaßt, während beim Stillstande dasselbe unterbrochen ist (Selbstschmierer).

In Fig. 62 ist das Schmiergefäß aus Metall. Die Zuführung des Öles zum Zapfen erfolgt durch einen Docht. Beim Stillstande des Zapfens soll der Docht aus dem Röhrchen gezogen werden, damit das Schmieren unterbleibt.

Bei den Tropfschmiergefäßen, Fig. 63, tropft das Öl aus dem Behälter sichtbar zum Kanal, welcher zu der zu schmierenden

Fig. 63.  
Tropfschmiergefäß.

Fläche führt. Dadurch kann man sich von der sicheren Funktionierung jederzeit überzeugen. In einzelnen Fällen wird das Öl durch eine Pumpe im steten Kreislaufe den zu schmierenden Flächen zugeführt, oder wie bei den bereits früher erwähnten Ringschmierlagern (Fig. 48 und 49) mittels auf den Zapfen sitzenden Ringen die kontinuierliche Schmierung bewerkstelligt. Mitunter erfolgt von einem gemeinsamen Apparat die Schmierung sämtlicher Teile einer Maschine (Zentralschmierung).



Fig. 64.

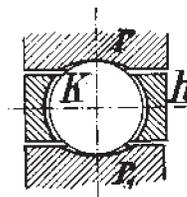


Fig. 65.

Festes Fett wird durch gelinden Druck gegen die Zapfen geführt. Es sind dann Metallschmiergefäße besonderer Art in Anwendung (wie z. B. Fig. 64).

In neuerer Zeit finden die Kugellager vielfach Verwendung. Bei diesen ist auf der Welle ein gehärteter Stahlring  $r$ , Fig. 65,

aufgesetzt und ebenso ein solcher  $r_1$  im Lagerkörper, zwischen denen sich die gehärteten Stahlkugeln (von 5 bis 30 *mm* Durchmesser) in flachen Rillen befinden. Die Kugeln werden in ihrer Stellung durch den Kugelkorb *h* gehalten. Infolge dieser Anordnung laufen nicht Flächen auf einander, die gleitende Reibung ergeben, sondern die Kugeln rollen auf den Ringen, haben also rollende Reibung, die wesentlich geringer ist. Der Reibungswiderstand ist hierbei nur  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{8}$  des bei Schalenlagern auftretenden.

Fig. 66 zeigt ein einfaches Kugellager.  $r$  ist der Ring auf der Welle *W*, der sich mit dieser dreht, an den Anschlag derselben anliegt und durch das Rohrstück *R* in dieser Lage gehalten wird.

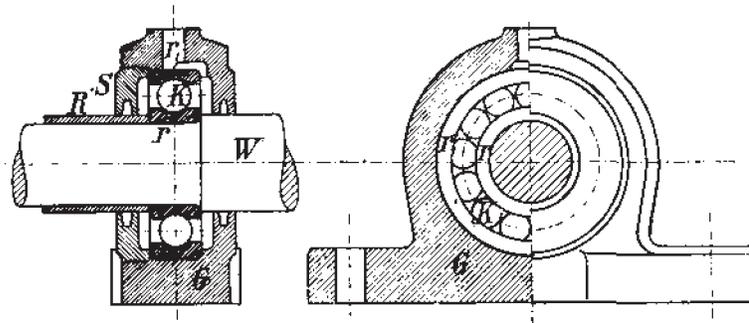


Fig. 66. Kugellager.

$r_1$  ist der Ring im Lagergehäuse *G*, welcher wieder durch die Schraube *s* gehalten wird. Zwischen  $r$  und  $r_1$  sind die Kugeln *k* angeordnet, die durch den Kugelkorb in ihrer Stellung gehalten werden.

In den Hohlraum des Gehäuses *G* kommt Schmieröl, weshalb das Gehäuse *G* und die Schraube *s* gegen die Welle *W* abgedichtet sind.

Fig. 67 zeigt ein solches Lager für eine Transmissionswelle.  $r$  und  $r_1$  sind die oben erwähnten Ringe.  $r$  ist durch eine Klemmvorrichtung fest auf der Welle *W*.  $r_1$  ist in dem Einsatzstück *E*, welches mit Kugelflächen ausgestattet ist, etwas verschiebbar angeordnet, um der Längenänderung der Welle (infolge der Temperaturänderungen) etwas nachgeben zu können. Das Einsatzstück *E* kann sich im Lagerkörper *LK* und Lagerdeckel *LD* deshalb einstellen, um den Durchbiegungen der Welle, infolge der Belastung, nachzugeben. Lagerkörper und Lagerdeckel sind durch die Schrauben  $s_1$  zusammengehalten, während ersterer durch die Schrauben  $s_2$  auf

der Unterlage (z. B. einem Konsol) befestigt ist. In den Hohlraum des Lagers kommt Schmieröl, so daß die unterste Kugel von diesem bedeckt ist. Lagerkörper und Deckel sind gegen die Welle abgedichtet.

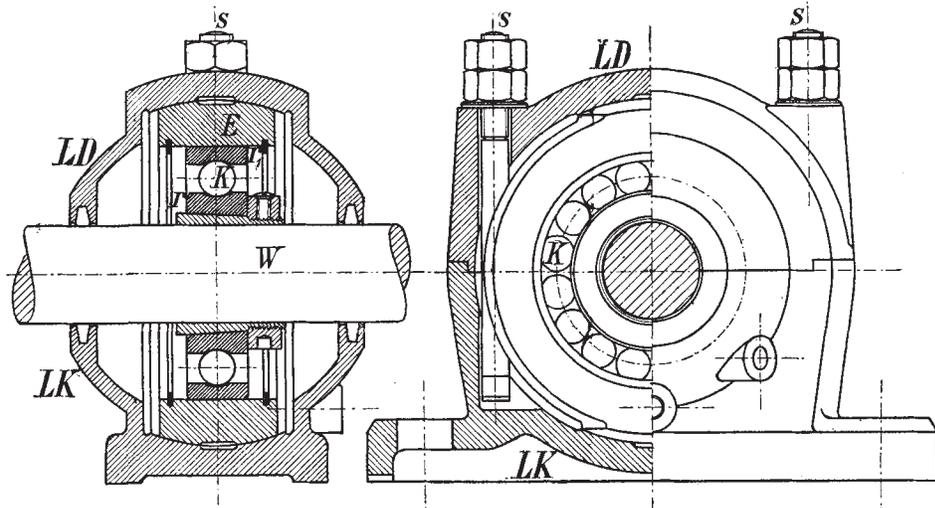


Fig. 67. Kugellager für eine Transmissionswelle.

Solche Anordnungen werden in etwas abgeänderter Weise auch bei Hängelagern verwendet.

Ebenso finden die Kugellager als Stützlager (wegen des Achsendrucks) vielfach Verwendung.

Fig. 68 zeigt die Einrichtung eines solchen Kugellagers,  $r$  ist der Ring, der mit der Welle  $W$  fest verbunden ist,  $r_1$  ist der im Lagerkörper  $LK$  etwas nachgiebig gelagerte Ring, zwischen denen sich die Kugeln befinden.

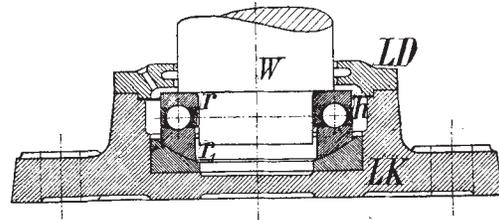


Fig. 68. Kugelstützlager.

Bei den Kugellagern werden die Kugeln, um sie in ihrer Anordnung zu erhalten, durch zwei miteinander verbundene Ringe (Kugelkorb) umfaßt.

Die Kugellager haben infolge der geringen Reibung einen geringen Effektverlust und werden namentlich bei höheren Umdrehungszahlen mit Vorteil angewendet. Auch die Lagerlänge ist kürzer als bei anderen.

### 3. Kupplungen.

Zur Verbindung zweier Wellenstücke werden die Kupplungen benützt. Diese sind 1. feste, bei welchen die Verbindung der beiden Wellenstücke nur durch die Wegnahme der Kupplung aufgehoben werden kann; 2. auslösbare, bei welchen die Verbindung durch Verschiebung eines Teiles der Kupplung aufgehoben und in einzelnen Fällen auch während des Ganges hergestellt werden kann

Zu den ersteren gehören:

- a) Die Muffenkupplung, Fig. 69, welche aus einer über beide Wellenenden geschobenen und mit diesen verkeilten Hülse besteht.\*) Zuweilen ist diese Hülse zweiteilig und sind beide Teile durch Schrauben miteinander verbunden, wie bei der Schalenkupplung, Fig. 70.

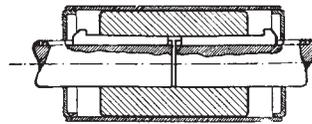


Fig. 69. Muffenkupplung.

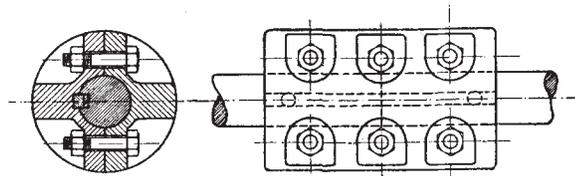


Fig. 70. Schalenkupplung.

- b) Die Klemmkupplung nach Sellers, Fig. 71. Bei dieser umschließt eine innen doppelkegelförmig ausgeführte Muffe  $m$ , zwei geschlitzte (bei  $s_1$ ) Vollkegel  $K_1$  und  $K_2$ , welche auf den beiden Wellenenden  $W_1$  und  $W_2$  durch eine Feder auf diesen verschiebbar aufgesetzt sind. Durch die drei axial

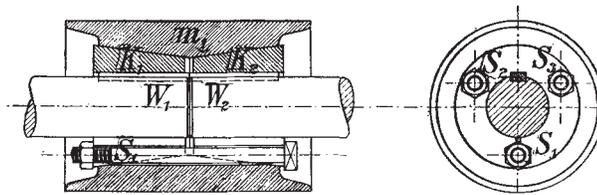


Fig. 71. Sellerssche Kupplung.

angeordneten Schrauben  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  werden diese Kegel einwärts geschoben und pressen sich sowohl gegen die Muffe wie gegen die Wellenenden. Die hiedurch entstehende Reibung

\*) Die Figur zeigt gleichzeitig einen Keilschutz (übergeschobene glatte Blechhülse), welche als Sicherung dient.

stellt die Verbindung der Wellen her. Die Kupplung kann leicht verbunden und gelöst werden.

- c) Die Scheibenkupplung, Fig. 72, bei welcher auf jedes Wellenende Scheiben aufgekeilt sind, die wieder durch Schrauben miteinander verbunden werden. Die Schraubenköpfe und Muttern sind durch einen vorstehenden Rand verdeckt.

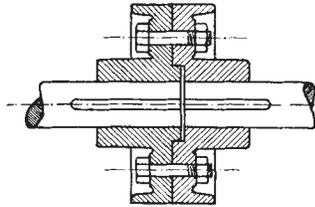


Fig. 72. Scheibenkupplung.

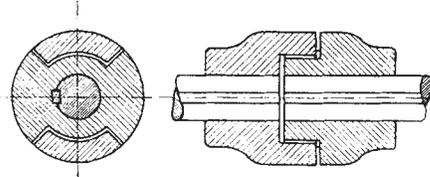


Fig. 73. Klauenkupplung.

- d) Die Klauenkupplung, Fig. 73, besteht aus auf den Wellenenden aufgekeilten Stücken, welche mit Zähnen versehen sind, die ineinandergreifen. Da die Zähne häufig einseitig sind, so erfolgt die Mitnahme nur bei einer bestimmten Drehrichtung. Da ferner die Zähne nicht ganz dicht anschließen, so kann das eine Wellenstück etwas nachgeben.

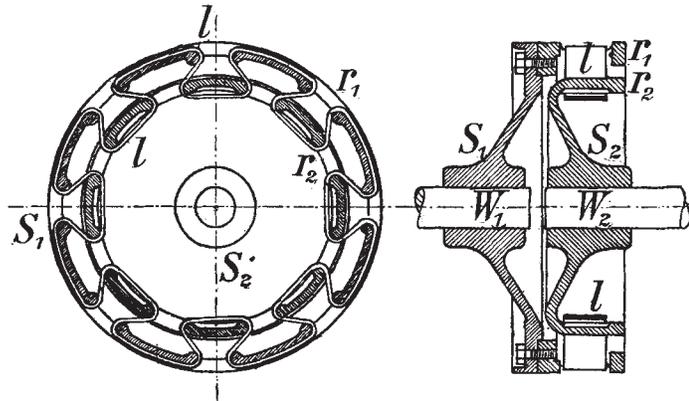


Fig. 74. Kupplung von Zodl-Voith.

- e) Ebenfalls etwas nachgiebig ist die elastische Kupplung von Zodel-Voith, Fig. 74. Bei dieser sind an den Wellenenden  $W_1$  und  $W_2$  einander gegenüberstehend zwei Scheiben  $S_1$  und  $S_2$ , die mit einander übergreifenden Rändern  $r_1$  und  $r_2$  versehen sind, befestigt. Durch die Schlitze der Ränder wird ein nur leicht angezogener Lederriemen  $l$  geschlungen. Dadurch ist eine geringe Beweglichkeit der Scheiben  $S_1$  und

$S_2$  gegeneinander erzielt (diese Kupplung findet namentlich bei der Verbindung einer Dynamomaschine mit ihrem Antriebsmotor Verwendung).

Zu der zweiten Art gehören:

- d) Die ausrückbaren Zahnkuppelungen, Fig. 75, bei welchen durch einen Hebel die Verschiebung der einen Kuppelungshälfte erfolgt, wodurch die Zähne außer Eingriff kommen. Die Einschaltung dieser Kupplung kann nur in der Ruhe oder bei ganz langsamem Gang erfolgen.

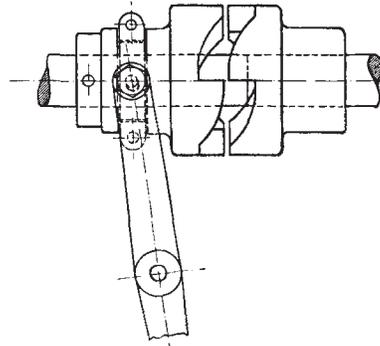


Fig. 75. Zahnkupplung.

Eine andere Form dieser Kupplung zeigt das Schaubild Fig. 76, welche nach Art der Klauenkupplung ausgeführt ist.

- e) Die Friktionskupplung, Fig. 77. Bei derselben erfolgt die Verbindung durch Reibung, die infolge des Aufeinanderpressens der auf beiden Wellenenden angeordneten Scheiben entsteht. Diese beiden Scheiben sind kegelartig (Voll- und Hohlkegel) ausgeführt.

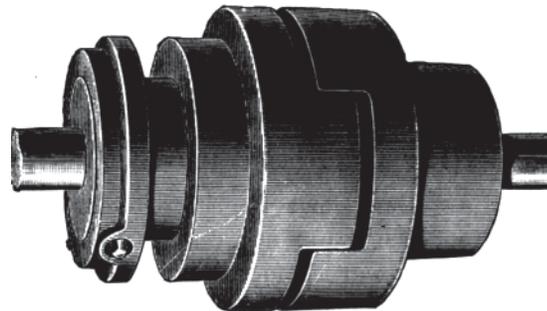


Fig. 76. Ausrückbare Klauenkupplung.

Bei der Friktionskupplung, Fig. 78, ist auf der einen Welle ein Hohlzylinder, auf der zweiten ein in diesen passender geteilter und elastischer Ring, welcher durch Backen auseinandergeschoben, sich an den ersteren fest anlegt und sich so festpreßt. Letzteres erfolgt durch Verschieben einer Muffe mittels Kniegelenk. (Ausführung der Peniger Maschinenfabrik.)

Diese Kupplungen haben den Vorteil, daß bei einem größeren Widerstande dieselben außer Tätigkeit kommen,

indem die Stücke aufeinander gleiten. Sie können auch während des Ganges aus- und eingertückt werden.

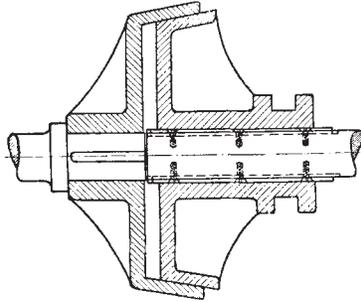


Fig. 77. Friktionskupplung.

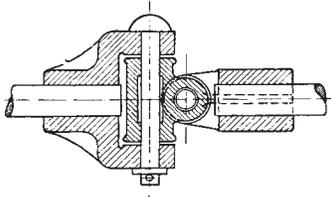


Fig. 79. Gelenkkupplung.

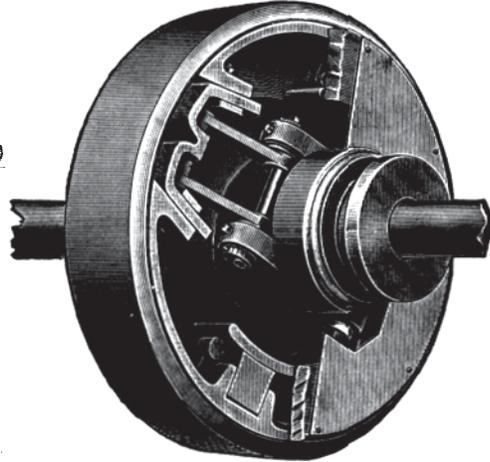


Fig. 78. Friktionskupplung.

In dem besonderen Falle, daß die beiden Wellenstücke nicht in derselben Richtung liegen, werden

- f) die Gelenkkupplungen, Fig. 79, angewendet. Durch ein Doppelgelenk und die an den Wellenenden befindlichen gabelartigen Gelenke wird die Verbindung und Beweglichkeit hergestellt.

#### 4. Riemen und Riemenscheiben.

Die Übertragung der Bewegung von einer Welle zu einer zweiten weiter abstehenden kann nur durch ein Zwischenglied ausgeführt werden, welches ein Riemen sein kann, der um zwei auf diesen Wellen sitzenden Scheiben gelegt wird. Dieser muß derart gespannt sein, daß die auf den Scheiben erzeugte Reibung genügt, die Übertragung der Bewegung zu vermitteln. Solange dieser Riemen in Ruhe ist, bleibt die Spannung in demselben überall die gleiche. Während der Bewegung wird der Teil des Riemens, welcher die Übertragung bewirkt (das treibende Stück), mehr gespannt sein als der andere rücklaufende Teil des Riemens (das getriebene Stück). Der Unterschied beider Spannungen ist gleich der Größe der zu übertragenden Kraft und ist unter den gewöhnlich eintretenden Verhältnissen die Spannung im treibenden Riemen gleich der doppelten übertragenen Kraft, im getriebenen demnach gleich derselben.

Ist die Spannung im ruhenden Riemen schon zu groß, so würden die Wellen leicht eingebogen werden. Bei geringer Spannung tritt Gleiten ein, was zu Störungen Anlaß gibt. Überhaupt wird, infolge der elastischen Beschaffenheit des Riemen und des

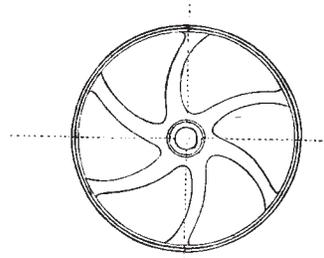


Fig. 80. Gußeiserne Scheibe.

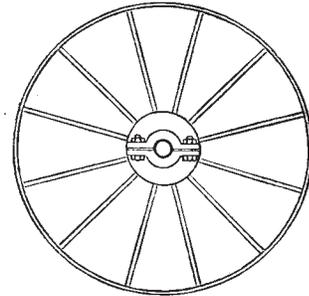


Fig. 81. Schmiedeiserne Scheibe.

Gleitens desselben auf den Scheiben, die Geschwindigkeit der getriebenen Scheibe nicht immer gleichförmig, daher die Übertragung nicht exakt sein.

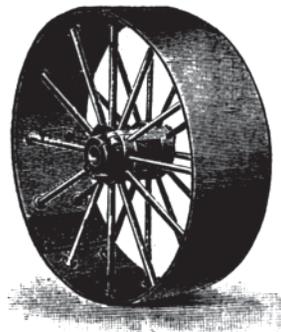


Fig. 82.  
Schmiedeiserne Riemenscheibe.

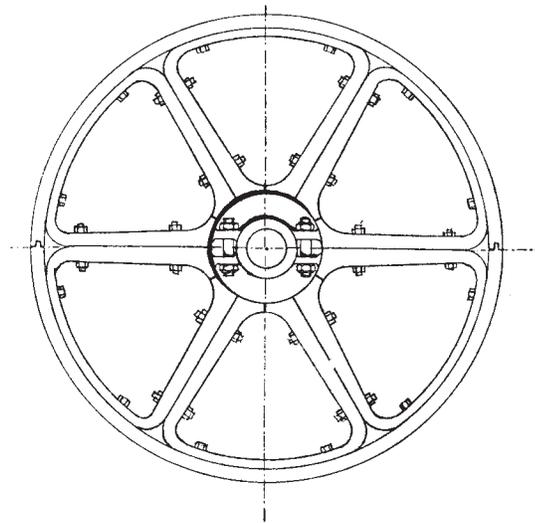


Fig. 83. Hölzerne Riemenscheibe.

Das Anspannen des Riemen wird entweder durch den Riemenspanner ausgeführt oder der Riemen etwas kürzer zusammengemacht und dann erst über die Scheiben gelegt.

Die Riemenscheiben sind entweder aus Gußeisen, Fig. 80 und 86, oder teilweise (mit Ausnahme der Nabe) aus Schmiedeisen, Fig. 81 und 82, oder ganz aus Holz, Fig. 83 und 84, hergestellt.

Bei letzterem ist die Reibung des Riemens auf der Scheibe größer und sind diese auch leichter als erstere.

Sie bestehen aus dem Kranz, den Armen und der Nabe. Der Kranz ist gerade oder etwas gewölbt (ballig abgedreht), Fig. 85. Die Arme sind entweder gerade oder gekrümmt. Die Nabe ist mit einer dem Wellendurchmesser entsprechenden Bohrung versehen, zuweilen auch zweiteilig ausgeführt und mit Schrauben zusammengehalten, Fig. 81.

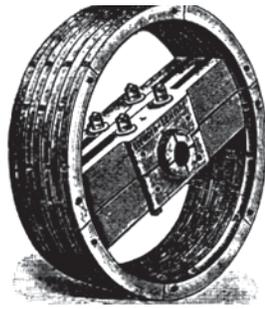


Fig. 84. Hölzerne Riemscheibe.

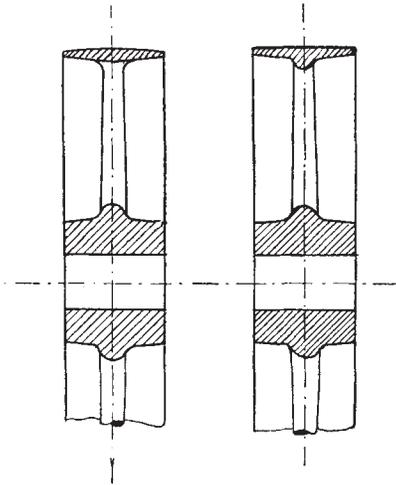


Fig. 85. Riemscheiben-Querschnitte.

Die Riemscheibe kann entweder aus einem Stücke sein, z. B. Fig. 80, oder aus zwei miteinander verschraubten Teilen bestehen, Fig. 83, 84 und 86, was eine leichtere Anbringung und Abnahme von der Welle gestattet (geteilte Scheiben). Sehr kleine Scheiben werden ganz voll ausgeführt.

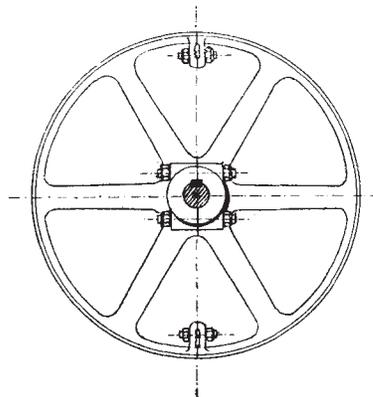


Fig. 86. Geteilte Riemscheibe.

Zur Veränderung der Geschwindigkeit einer Bewegung werden Scheiben mit verschiedenen Durchmessern (aus einem Stücke) verwendet, Stufenscheiben, Fig. 87. Soll die Änderung allmählich erfolgen, so werden die Riemenkonusse, Fig. 88, verwendet, auf welchen der Riemen mittels einer Schraube und Gabel verschoben werden kann.

Zur Abstellung und Einrückung der getriebenen Welle, ohne daß die Drehung der treibenden aufhört, verwendet man Fest- und Losscheiben, d. h. neben der fest auf der Welle sitzenden Scheibe

kommt eine lose aufsitzende Scheibe. Der Riemen wird durch eine Gabel auf denselben verschoben, Fig. 89.\*)

Diese Verschiebung der den Riemen umfassenden Gabel (Ausrücker) erfolgt durch einen Hebel oder einen Schieber mit Hebel und Kette oder Schnur.

Die Gabel muß das auflaufende Riemenstück umfassen.

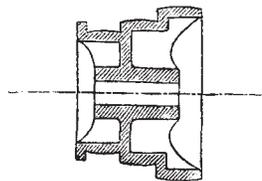


Fig. 87. Stufenscheibe.



Fig. 88. Riemenkonusse.

Die Verbindung der Scheiben mit den Wellen erfolgt durch Keile, Druckschrauben oder durch Festklemmen.

Die zur Verwendung kommenden Riemen sind entweder aus Leder, Kautschuk mit oder ohne Leinwandeinlagen, Baumwoll-

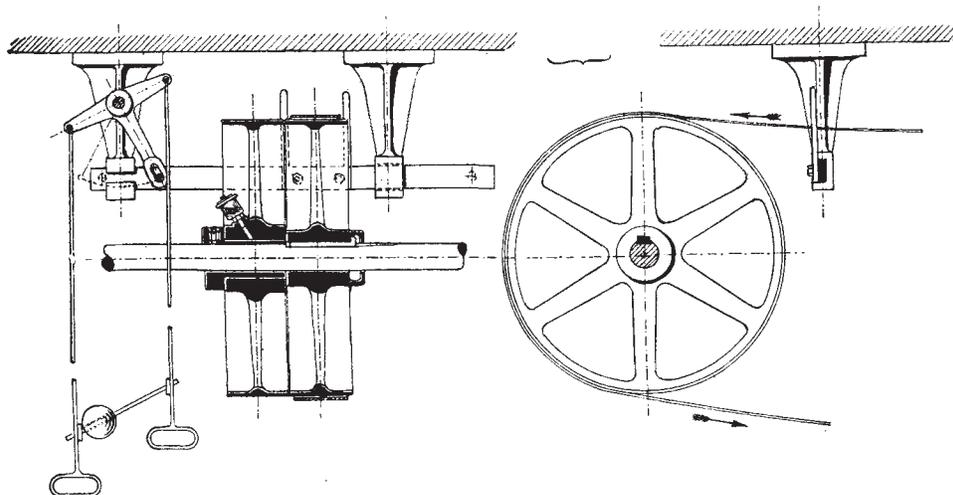


Fig. 89. Fest- und Losscheibe.

geweben oder Geflechten (auch Hanf- oder Haargarngewebe). Erstere werden am häufigsten verwendet, da dieselben überall anwendbar sind. Sie sind jedoch am teuersten namentlich bei größerer Breite.

\*) Zur Verminderung der Reibung der bewegten Losscheibe auf der feststehenden Welle wird auch hier die Kugellageranordnung angewendet (siehe Fig. 65).

Die Gummieriemen haben den Nachteil, daß sie sich stark dehnen und in trockenen und warmen Räumen leicht brüchig werden.

Die Baumwollriemen sind weniger vorteilhaft, wenn sie in einer Gabel gehen, weil sich die Ränder ausfransen. Sie sind jedoch am billigsten, doch nicht so dauerhaft als Lederriemen.

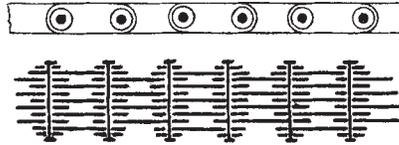


Fig. 90. Gliederriemen.

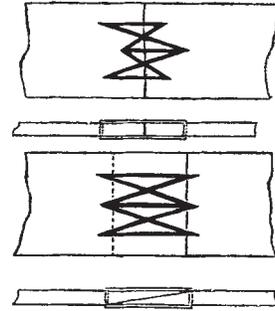


Fig. 91. Riemenverbindungen.

Bei Verwendung der Riemen muß dieser einen geschlossenen Ring bilden. Ist dieser Ring ohne eigentlich hervortretende Verbindungsstelle, so wird er endlos genannt. Die Anordnung ist nur bei Baumwollriemen oder einer Art Lederriemen (Gliederriemen), Fig. 90, ausgeführt.

Sonst erfolgt die Verbindung der Riemenenden entweder durch Zusammenkitten oder Zusammennähen der stumpfen oder

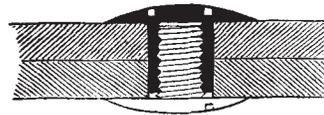


Fig. 92.

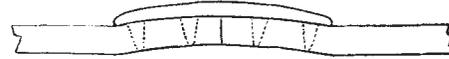


Fig. 93.



Fig. 94.

abgeschrägten Enden, Fig. 91, durch Riemenschrauben, Fig. 92, oder durch Riemenverbinder verschiedener Art, jedoch von zumeist hakenartiger Form, Fig. 93, 94, 95.

Von diesen Verbindungen (Riemenstoß) wird die am besten sein, welche den geringsten Ruck beim Auflaufen auf die Riemenscheibe gibt.

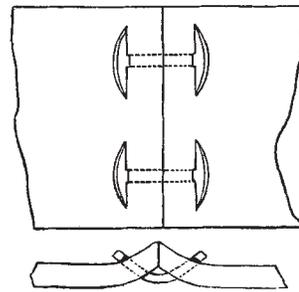


Fig. 95. Riemenverbindungen.

## 5. Seiltrieb und Seilscheiben.

Wird statt eines Riemen ein Seil um die beiden Scheiben gelegt, so erhält man den Seiltrieb. Damit das Seil von der Scheibe

nicht abrutschen kann, muß die letztere mit einer Rille versehen sein, in welche sich das Seil einlegt. Als Seile verwendet man Drahtseile (aus Metalldrähten) und Faserseile (aus Faserfäden) und werden danach Drahtseiltriebe und Faserseiltriebe unterschieden. Die zwischen Seil und Seilscheibe notwendige Reibung wird durch die Spannung im Seil erzielt, welche entweder durch das eigene Gewicht, durch entsprechende Verkürzung desselben oder durch Belastung hervorgerufen wird.

#### a) Drahtseile und deren Seilscheiben.

Die hiebei verwendeten Drahtseile (Rundseile) werden aus Stahl, Eisen- oder Phosphorbronzedraht derart hergestellt, daß gewöhnlich sechs Drähte um eine Hanfschnur (Seele) zu einer Litze zusammengedreht und diese (meist ebenfalls sechs) wieder um eine Hanfseele, jedoch in entgegengesetzter Richtung zu dem Seil zusammengeschlagen werden, Fig. 96. Dieses Drahtseil wird durch Verflechten der beiden Enden zu einem Ringe verbunden (gespleißt) und um die beiden Seilscheiben gelegt. Das Gewicht des Seiles bewirkt die notwendige Reibung.

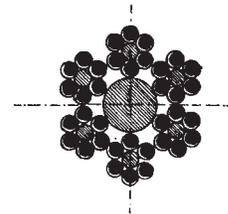


Fig. 96. Drahtseil.

Das Seil liegt auf dem Grunde der Rille auf und berührt nicht die Wände derselben. Die Scheiben bestehen aus einem gußeisernen Kranz und ebensolcher Nabe, welche durch gußeisernen, Fig. 98, oder eingegossene schmiedeiserne Arme verbunden sind, Fig. 97. Sie können wie die Riemenscheiben ganz oder geteilt sein, Fig. 98. (Scheibe ganz aus Gußeisen.)

Der Kranz ist im Grunde mit Leder- oder Korkstückchen gefüllt, damit das Seil weicher geht und vor Abnützung geschützt ist, Fig. 98.

#### b) Faserseile und deren Scheiben.

Die Faserseile werden in der gleichen Weise aus (drei) Litzen hergestellt, welche letztere aus vielen Fäden erzeugt werden, Fig. 99.

Diese Fäden sind aus Hanf, Jute, Manillahanf, Aloehanf oder Baumwolle.

Diese Seile werden ebenfalls durch Spleißen zu einem Ringe geformt, der jedoch meist straff gespannt um die Seilscheiben gelegt oder durch Belastung gespannt wird.

Das Seil klemmt sich in die glattbearbeiteten, keilförmigen Rillen ein, Fig. 100.

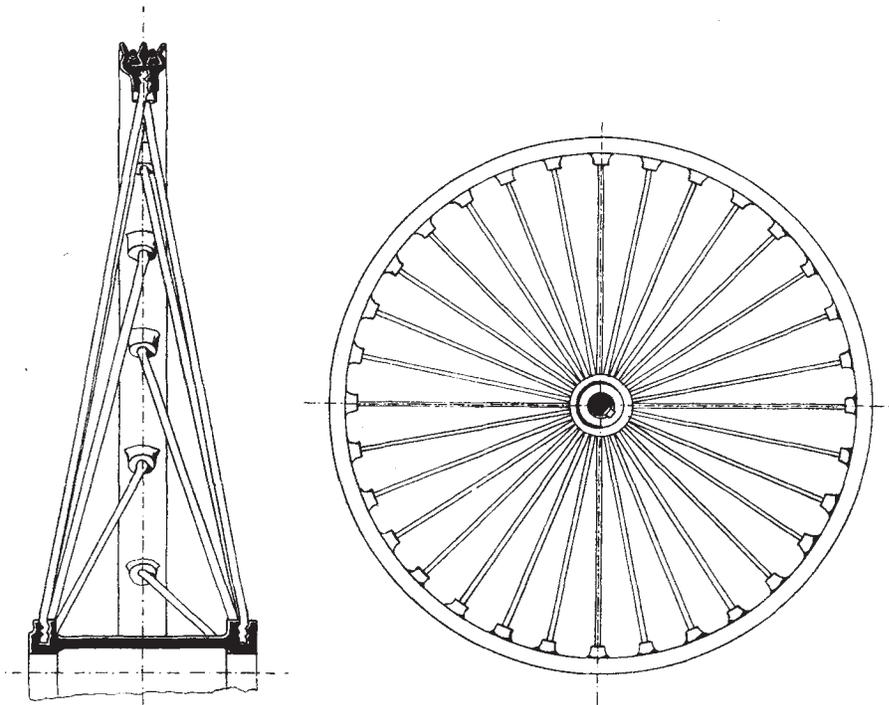


Fig. 97. Seilscheibe.

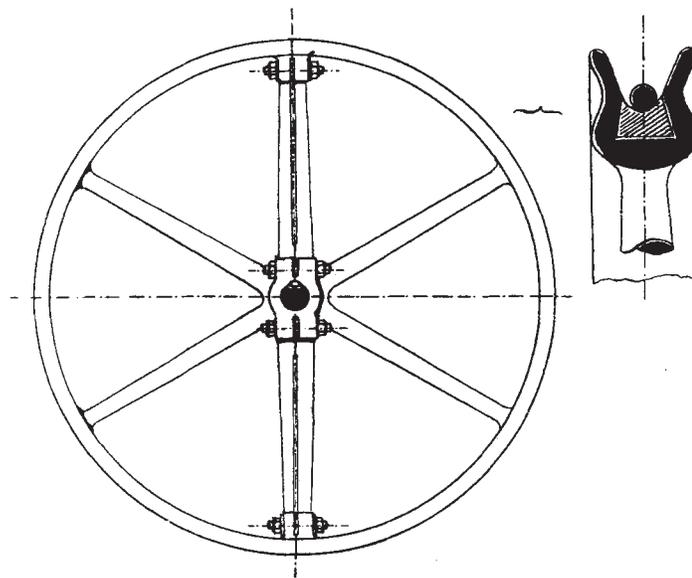
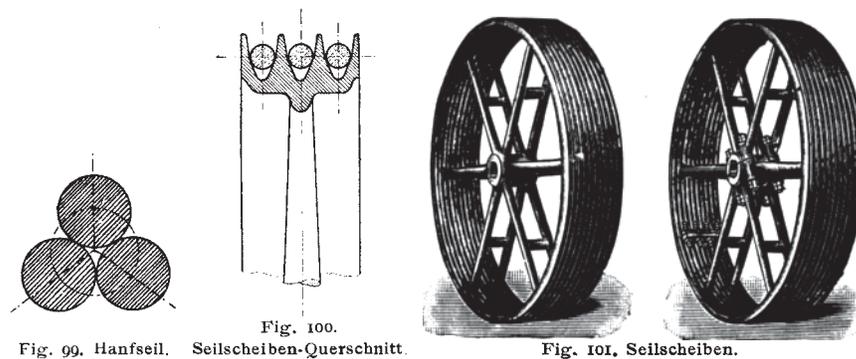


Fig. 98. Geteilte Seilscheibe.

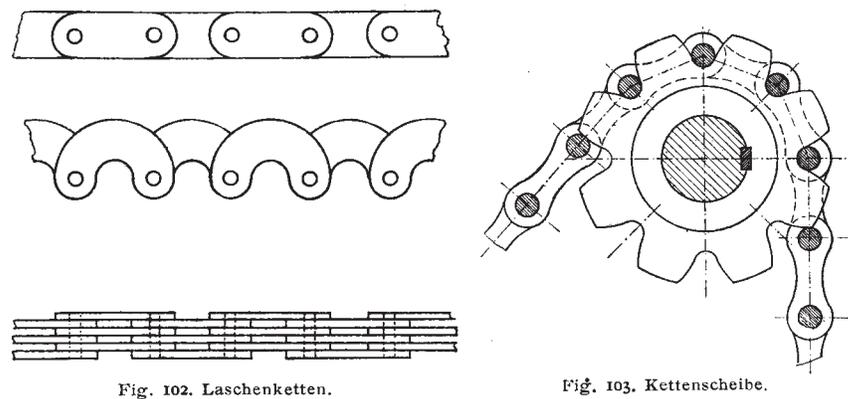
Die Rillen sind in dem Kranze der ganz aus Gußeisen hergestellten Scheibe je nach der Größe der zu übertragenden Kraft in verschiedener Zahl (1 bis 24) vorhanden.

Die Scheiben sind ebenfalls je nach ihrer Größe aus einem Stücke oder geteilt. (Ansicht Fig. 101.)



## 6. Ketten und Kettenscheiben.

Legt man um zwei Scheiben eine endlose Kette, so erhält man den Kettentrieb. Die dabei zur Verwendung kommenden Scheiben müssen mit Vorsprüngen (Zähnen) versehen werden, gegen die sich die Ketten legen. Die angewendeten Ketten sind fast stets Laschenketten, Fig. 102, welche aus einzelnen, durch



Bolzen gelenkig miteinander verbundenen Blechplatten bestehen. Die Kettenscheiben, Fig. 103, für diese sind mit entsprechend geformten Zähnen versehen, zwischen denen die Bolzen der Kette ungehindert eingreifen können.

Fig. 104 ist eine Gliederkette, welche aus ineinander gehängten Ringen besteht. Solche Ketten werden nur selten zur Bewegungsübertragung verwendet, dienen vielmehr hauptsächlich als Lastketten. Die Scheiben sind mit der Kettenform angepaßten Rillen versehen, Fig. 105.



Fig. 104. Gliederkette.

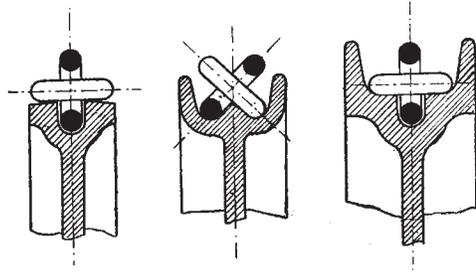
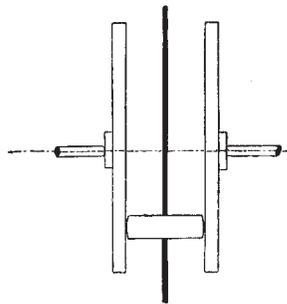


Fig. 105. Kettenrollen.

## 7. Reibungs- oder Friktionsräder.

Durch festes Aneinanderpressen zweier Räder entsteht an der Berührungsfläche eine Reibung, welche, wenn das eine Rad bewegt wird, die Mitnahme des zweiten Rades so lange bewirkt, als nicht der Widerstand größer als die auftretende Reibung ist. In diesem Falle findet ein Gleiten statt.

Es sind entweder beide Räder aus Eisen oder bloß eines, während das andere aus Papier, Leder oder Holz besteht.

Fig. 106.  
Zylindrische Friktionsräder.

Dieselben sind entweder zylindrisch oder konisch, glatt oder mit Rillen versehen (Keilräder) und berühren sich am Umfange oder an der Stirnseite und dem Umfange.

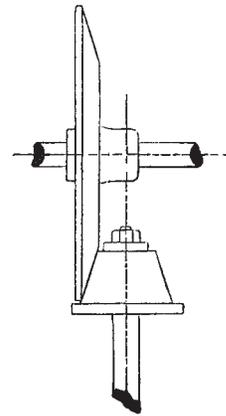
Fig. 107.  
Konische Friktionsräder.

Fig. 106 zeigt zwei zylindrische Scheiben.

Fig. 107 zwei konische Scheiben.

Fig. 108. Friktionsräder mit ineinandergreifenden Rillen.

Das Aneinanderpressen erfolgt entweder durch Federn, Hebel oder Hebel und Schrauben.

Mitunter ist ein Rad verstellbar zur Erzielung einer verschiedenen Geschwindigkeit, Fig. 106.

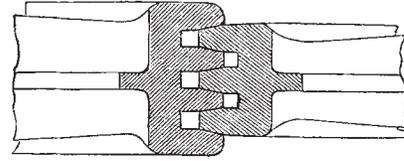


Fig. 108. Keilräder.

### 8. Zahnräder.

Die Übertragung der Bewegung erfolgt bei diesen durch am Umfange der Räder befindliche, ineinander greifende Zähne, welche nach genau bestimmten Kurven geformt sind. Man unterscheidet je nach der Stellung der beiden Wellen zueinander folgende Arten von Zahnrädern:

1. Stirnräder, bei parallelen Wellen. Die Zähne sitzen hierbei auf dem Mantel des Zylinders und sind gerade, Fig. 109, oder in Winkelform, Fig. 126.

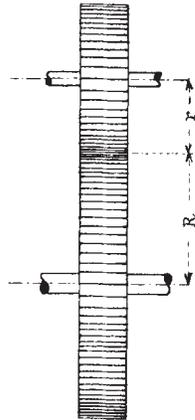


Fig. 109. Stirnräder.

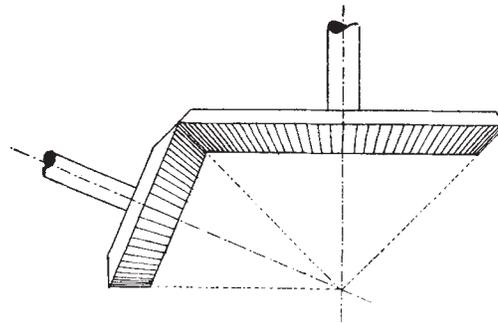


Fig. 110. Kegelräder.

2. Kegelräder, bei sich schneidenden Wellen. Die Zähne sitzen auf dem Kegelmantel, Fig. 110.
3. Hyperbelräder, bei sich kreuzenden Wellen, die Zähne sitzen auf Zylinder oder Kegel und sind schräg gestellt, Fig. 111 und 112.
4. Schraubenräder, bei sich kreuzenden oder parallelen Achsen. Die Zähne sind auf einem Zylinder nach Schraubenlinien gestellt, Fig. 113 und 114.

Bei zwei ineinander greifenden Zahnrädern kann man sich zwei Kreise aus den Achsenmittelpunkten beschrieben denken, welche sich berühren und welche die gleiche Umfangsgeschwindigkeit haben. Man nennt diese Kreise die Teilkreise und geben diese die Größe der Räder an. (Fig. 115 und 116,  $T_1$  und  $T_2$ .)

Die Bewegung der beiden Zahnräder kann man sich dann so denken, als ob diese beiden Teilkreise wie zwei Friktionsräder sich gegenseitig abwälzen.

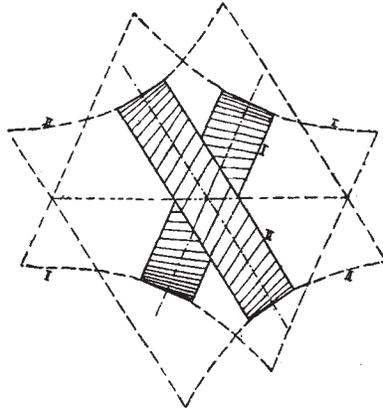


Fig. 111. Hyperbelräder.

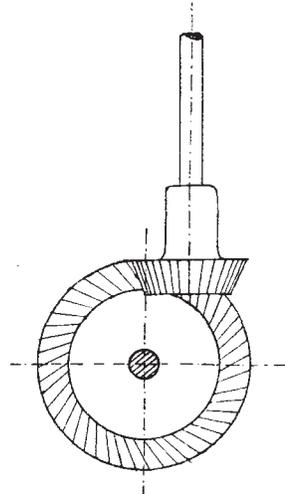


Fig. 112.

In diesen Teilkreisen und von denselben aus werden die Dimensionen der Zähne angegeben. Die Zähne selbst sind entweder prismatisch, pyramidenstumpfförmig oder nach einem Schraubengang geformt. Die Zähne liegen mit einer Fläche aneinander an, welche die Zahnflanke bildet. Diese ist entweder nach der Zykloide oder der Evolvente geformt. Erstere haben eine doppelte, Fig. 115, letztere eine einfache Krümmung, Fig. 116.

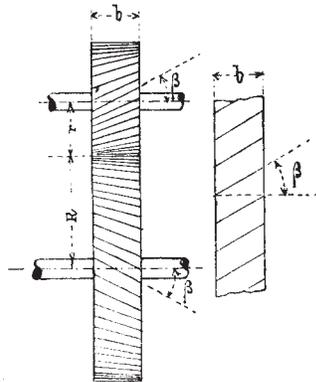


Fig. 113. Schraubenzahnräder.

Diese Kurven können in besonderen Fällen in gerade Linien übergehen (z. B. der Evolventenzahn bei der Zahnstange, Fig. 117, oder werden wie bei der Evolventenverzahnung bei geringerer Zähnezahl (unter 60) durch gerade Linien ersetzt. Die Zykloidenverzahnung kann bei jeder Zähnezahl (Minimum drei Zähne am

Rad), die Evolventenverzahnung nur bei größerer Zähnezahl (über 30) vorteilhaft angewendet werden.

Bei jedem Zahne unterscheidet man, Fig. 118,  $T$  den Teilkreis,  $K$  den Kopfkreis,  $F$  den Fußkreis,  $a, b, c, d$  den Zahnkopf,  $a, b, e, f$  den Zahnfuß,  $a, b$  die Zahnstärke,  $b, l$  die Zahnlücke,

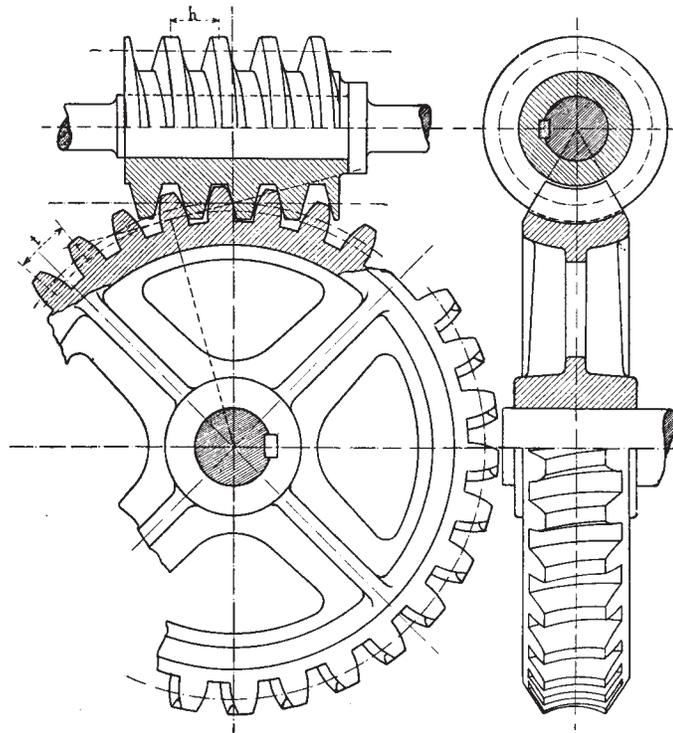


Fig. 114. Schraubenrad.

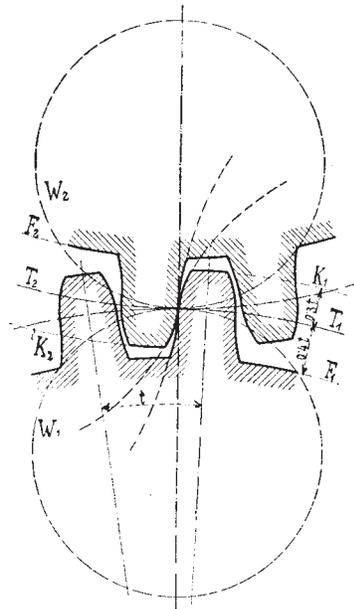


Fig. 115. Zykloidenverzahnung.

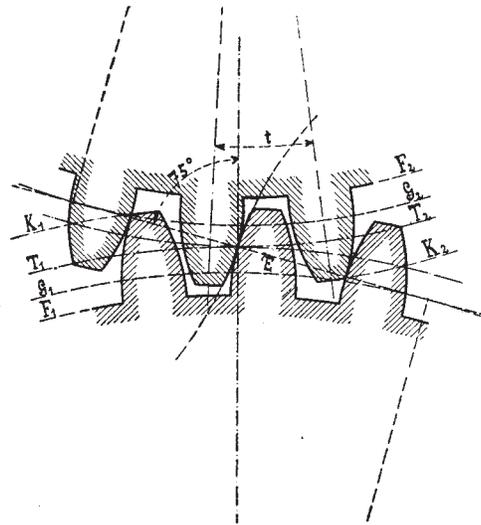


Fig. 116. Evolventenverzahnung.

$a, b, l = n, p$  gleich der Entfernung der Mitte zweier Zähne (im Bogen des Teilkreises gemessen), die Teilung, welche im Radumfang so oft enthalten ist, als das Rad Zähne besitzt. Die Zahn-  
 lücke ist um  $\frac{1}{10}$  größer als die Stärke des eingreifenden Zahnes,

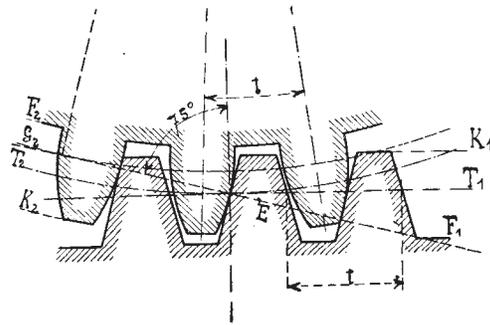


Fig. 117. Zahnstangenverzahnung.

$m, n$  ist die Höhe des Zahnkopfes,  $n, o$  die des Zahnfußes,  $m, n, o$  die Zahnlänge;  $d, h = f, i$  die Zahnbreite, welche gewöhnlich gleich der Radbreite ist.

Bei den Stirnrädern unterscheidet man nach der Art des Eingriffes:

1. Äußere Verzahnung, wenn beide Räder die Zähne am äußeren Umfange haben, Fig. 119.
2. Innere Verzahnung, wenn ein Rad in dem zweiten angeordnet ist und letzteres die Zähne am inneren Umfange hat, Fig. 120.
3. Zahnstangenverzahnung, wenn statt des einen Rades eine geradlinige Zahnstange vorhanden ist, Fig. 121.

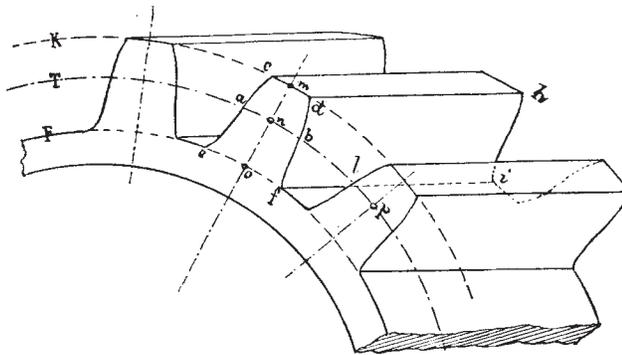


Fig. 118. Zahnform.

Die Zähne werden entweder aus demselben Material wie das Rad oder aus einem anderen Material hergestellt und im letzteren Falle mit dem Rade entsprechend verbunden.

Das Material der Zähne ist Gußeisen, Fig. 118, in neuerer Zeit vielfach Stahl, selten Bronze, wobei das Rad mit den Zähnen aus einem Stücke hergestellt ist; sind die Zähne aus Schmiedeeisen, so

bestehen sie aus einem Stücke mit dem Kranze, der dann auf das Rad aufgezogen wird. Hölzerne Zähne sind mit einem Stiele versehen, in die Aussparungen des Radkranzes eingesetzt und durch Stifte befestigt, Fig. 122 und 123.

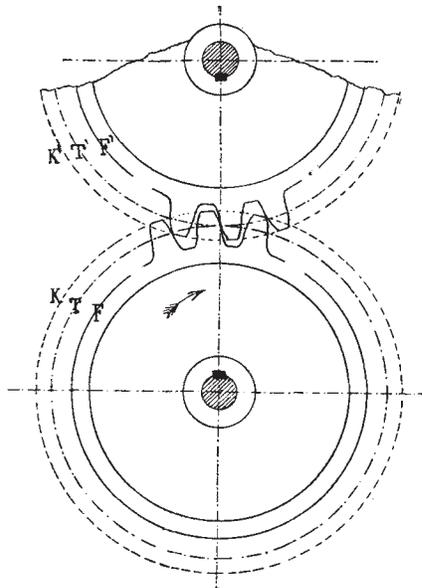


Fig. 119. Äußere Verzahnung.

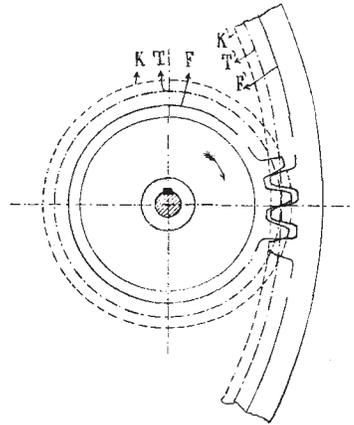


Fig. 120. Innere Verzahnung.

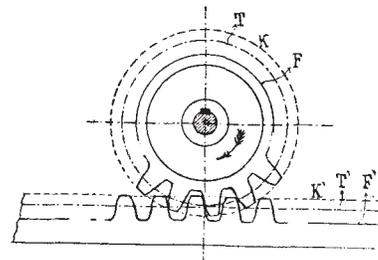


Fig. 121. Zahnstangenverzahnung.

Zwei mit Zähnen aus Metall ineinander greifende Räder haben den Nachteil, daß sie namentlich bei größerer Umfangsgeschwindigkeit einen lärmenden Gang haben. Gibt man dem einen Rade z. B. Holzzähne, so wird wegen des elastischen Materials ein ruhiger Gang erzielt.

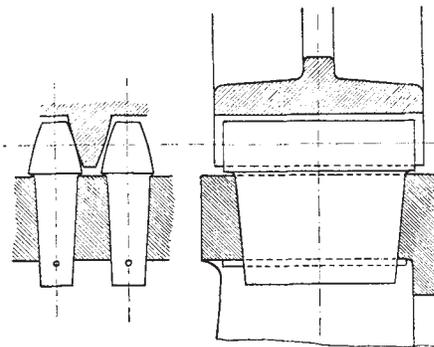


Fig. 122. Holzzahn.

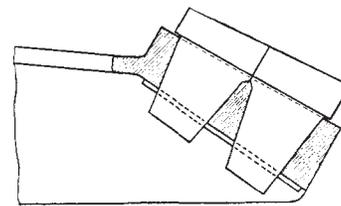


Fig. 123.

Bei sehr schnell laufenden Rädern werden die Zähne des einen Rades mitunter aus Rohhaut hergestellt (z. B. bei Dynamo-  
maschinenantrieb).

Die Zahnräder bestehen aus dem Radkranz, den zumeist geradlinigen Armen und der Nabe.

Kleine Räder werden voll ausgeführt, Fig. 124 und 125. Große Räder dagegen sind auch zwei- und mehrteilig, Fig. 126. Diese Figur zeigt gleichzeitig die Anordnung der Winkelzähne, das

sind solche, welche eine gebrochene Richtung (Winkel) haben. Diese werden namentlich bei schneller laufenden Rädern und größeren Kräften angewendet, weil selbe durch den allmählichen Eingriff einen stoßfreien Gang ergeben.

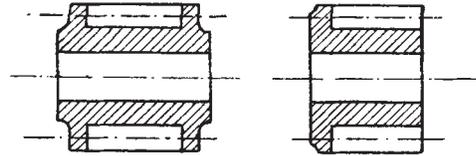


Fig. 124. Volle Räder.

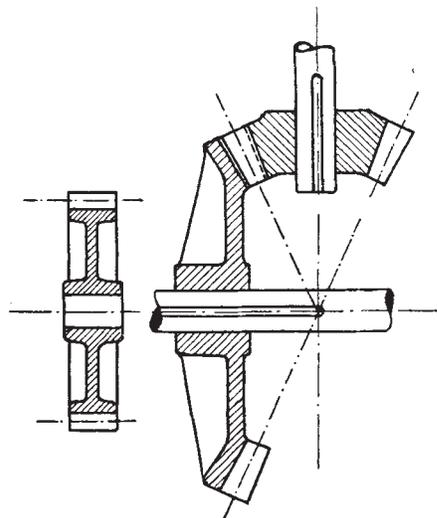


Fig. 125. Volle Räder.



Fig. 126.

Zweiteiliges Rad mit Winkelzähnen.

Die Befestigung der Räder auf den Wellen erfolgt durch Keile oder Schrauben.

Bei den Schraubenrädern ist das eine Rad manchmal durch eine Schraube ersetzt (Schraube ohne Ende, Fig. 114). Hierbei geht das Rad bei einer Umdrehung der Schraube um so viel Zähne weiter, als dieselbe Gänge hat.

Solche Anordnungen haben den Vorteil, daß eine große Übersetzung erzielt wird und ein selbsttätiges Zurückgehen des Rades

verhindert ist (Selbsthemmung). Jedoch ist bei denselben eine große Reibung vorhanden.\*)

In einzelnen Fällen wendet man Räder an, bei welchen das eine Rad bloß einen Zahn, das andere dagegen mehrere Zahn­lücken besitzt. Das letztere wird nur dann gedreht, wenn der Zahn im Eingriff ist, während es sonst in Ruhe ist, Fig. 127 (Einzahnrad). Die Übersetzung wird durch die Zahl der Zahn­lücken angegeben. Die Einrichtung findet Anwendung bei den Zählwerken (z. B. Schußzähler) und zur Bewegung der Exzenter bei Web­stühlen (als Greifer und Stern).

Mitunter erhalten die Räder eine andere als die Kreisform, oder kreisförmige Räder sind exzentrisch gelagert. Solche, un­runde Räder genannt, haben den Zweck, die Bewegung in periodisch ver-

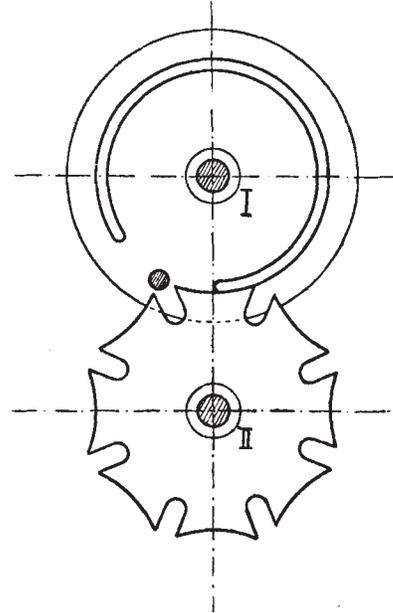


Fig. 127. Ein Zahnrad.

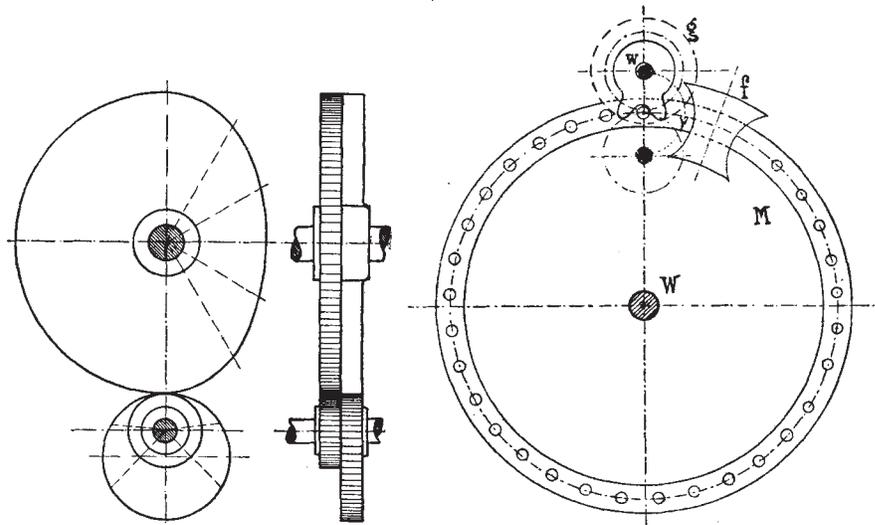


Fig. 128. Unrunde Räder.

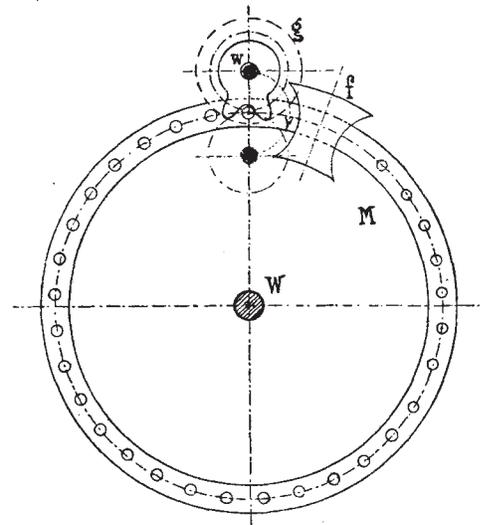


Fig. 129. Mangelrad.

\*) Zur Aufhebung des hier auftretenden Achsenschubs werden heute häufig Kugellager angewendet (Fig. 65).

änderlicher Weise zu übertragen. Bedingung für den richtigen Gang derselben ist, daß die Summe der beiden Radien, welche jeweils in die Verbindungslinie der beiden Wellenmittelpunkte fallen, stets gleich ist. (Elliptische Räder, unrunde Räder, Fig. 128.)

Einen Hin- und Hergang vermittelt selbsttätig das Mangelrad  $M$ , Fig. 129, wobei das Getriebe  $g$  mit seiner Welle verschoben werden muß, damit es einmal am äußeren (voll gezeichnet), einmal am inneren Umfange (punktirt gezeichnet) zum Eingriffe kommt. Die Führung beim Übergange bewirkt das Führungsstück  $f$  am Mangelrade (angewendet z. B. bei Spulmaschinen).

### B. Kurbelmechanismus.

Derselbe hat den Zweck, eine geradlinig hin und her gehende Bewegung in eine drehende zu verwandeln oder umgekehrt. Der Mechanismus besteht, Fig. 130, aus einem an der Welle  $A$  ange-

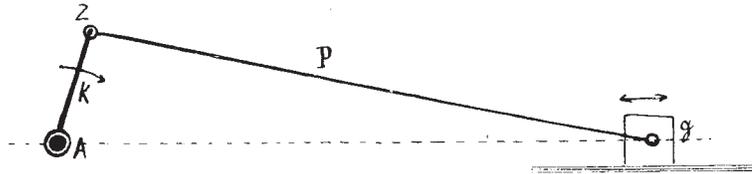


Fig. 130. Kurbelmechanismus.

brachten Arm  $K$  (Kurbel), dessen Zapfen  $Z$  (Kurbelzapfen) von dem einen Ende der Kurbel- oder Pleuelstange  $P$  umgriffen wird, während das andere Ende derselben den Zapfen des hin und her bewegten Stückes  $g$  (Kreuzkopf u. s. w.) umgreift.

Die geradlinige Bewegung, welche die gleichmäßig sich drehende Kurbel hervorruft, ist ungleichförmig und ebenso bewirkt eine gleichmäßige geradlinige Bewegung eine ungleichförmige Kurbeldrehung.

In der Stellung  $I$  der Kurbel, Fig. 131, wird die geradlinige Bewegung gleich Null sein (toter Punkt der Kurbel). Von der Stellung  $I$  bis  $II$  wird bei gleichmäßig bewegter Kurbel eine beschleunigte Bewegung sich ergeben, während von der Stellung  $II$  bis  $III$  eine verzögerte Bewegung eintreten wird, die endlich in der Stellung  $III$  gleichfalls wieder Null wird (zweiter toter Punkt der Kurbel).

Für die Stellungen  $III$  bis  $IV$  und  $IV$  bis  $I$  gilt das für  $I$  bis  $II$  bzw.  $II$  bis  $III$  Angeführte.

Die geradlinige Bewegung ist deshalb zu- und abnehmend und dadurch wieder in den einzelnen Phasen verschieden, weil die

Kurbelstange (infolge ihrer endlichen Länge) nicht parallel verschoben wird, sondern um einen Punkt schwingt. Die Kurbelwege *I* bis *II* und *II* bis *III* (bezw. *III* bis *IV* und *IV* bis *I*) sind demnach bei gleichen Hubgrößen verschieden.

Wo deshalb eine größere Gleichmäßigkeit der Drehbewegung erwünscht ist, muß eine sich mitdrehende Schwungmasse (Schwungrad) angeordnet werden.

Aus dem oben angeführten Grunde, demzufolge in den toten Punkten der Kurbel keine geradlinige Bewegung erfolgt, wird es

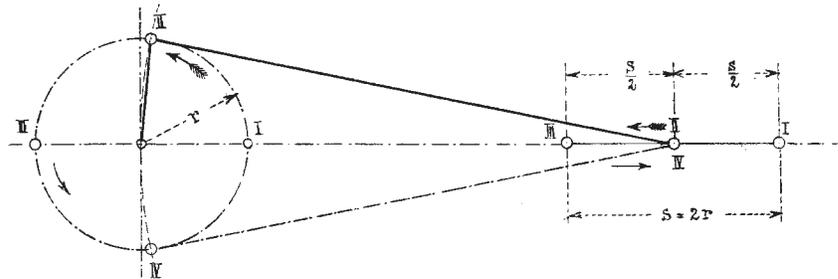


Fig. 131. Kurbelbewegung.

nicht möglich sein, dort wo eine geradlinige Bewegung in die drehende verwandelt werden soll, den Mechanismus im toten Punkt in Bewegung zu setzen, z. B. eine Dampfmaschine anzulassen, wenn die Kurbel im toten Punkte steht.

Die doppelte Länge der Kurbel (Radius der Kurbel = Entfernung von Mitte Welle bis Mitte Zapfen) ist gleich dem Hube der geradlinigen Bewegung. Die einzelnen Teile des Kurbelmechanismus sind je nach dem Zwecke verschieden ausgeführt.

### 1. Kurbel.

Die Kurbel besteht aus einem Arm aus Schmiedeisen oder Stahl, selten Gußeisen, an dessen Ende ein Zapfen mittels Keil oder Schraube befestigt ist, während das andere Ende mit einer Bohrung zum Aufstecken auf die Welle versehen ist, Fig. 132. *v* dient zur Schmierung des Kurbelzapfens.

In einzelnen Fällen ist der Kurbelzapfen in einer

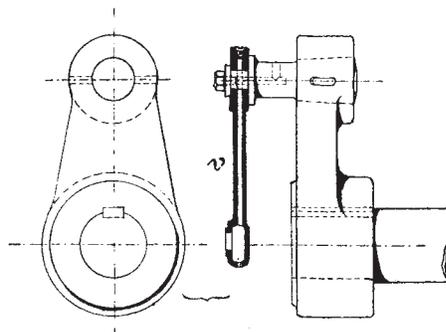


Fig. 132. Schmiedeeiserne Kurbel.

vollen Gußscheibe (Kurbelscheibe) befestigt. Ist die Kurbel in der Mitte der Welle anzuordnen, so wird sie durch entsprechendes Schmieden und Ausstoßen des Zwischenraumes, bei schwachen

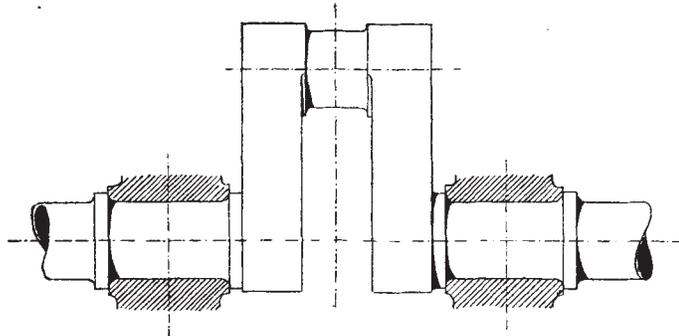


Fig. 133. Kurbelwelle.

Wellen durch Abbiegen erhalten. Dadurch entsteht die Kurbelwelle, Fig. 133, oder gekröpfte Welle.

Versieht man die Kurbel statt des Zapfens mit einem Handgriff, damit die Drehbewegung durch Menschenhand erfolgen kann, so erhält man die Handkurbel, Fig. 134.

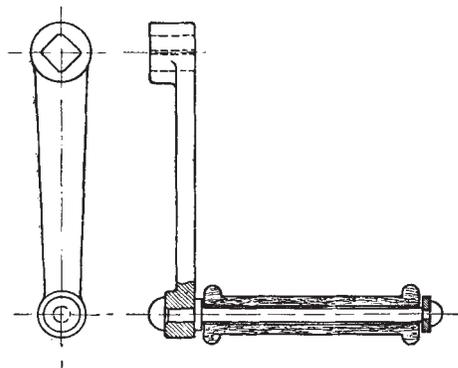


Fig. 134. Handkurbel.

Ist der Handgriff in einem Rade angebracht, so erhält man das Handrad.

## 2. Exzenter und unrunde Scheiben.

Für kleine Hubbewegungen wird statt der Kurbel ein Exzenter, d. i. eine Kreisscheibe, welche exzentrisch auf der Welle aufgekeilt ist, verwendet, Fig. 135. Die Entfernung von Wellenmitte und Scheibenmitte heißt Exzentrizität. Die doppelte Exzentrizität gibt den Hub des Exzenters. Um die Scheibe wird ein meist zweiteiliger Ring gelegt, der Exzentering, Fig. 136 (Querschnittsformen zeigt die Figur), welcher mit der Exzenterstange in Verbindung steht. Diese ist durch das Auge mit dem zu bewegenden Teile in Verbindung.

Die Exzenterischeibe kann entweder ganz, Fig. 135, oder geteilt sein, Fig. 136, und werden im letzteren Falle die beiden Hälften durch Keilschrauben verbunden.

Das Exzenter kann wegen der sonst auftretenden zu großen Widerstände nur zur Umwandlung einer Drehbewegung in eine hin und her gehende verwendet werden, wobei auch nur kleinere Kräfte zu übertragen sind (z. B. für den Antrieb der Steuerung bei Dampfmaschinen, Antrieb des Zylinders einer Schaft- oder Jacquardmaschine u. s. w.).

In einzelnen Fällen, z. B. beim Antrieb einer Schaftmaschine wendet man Exzenterringe an, welche innen Rollen besitzen, die an dem Exzenter anliegen. Es wird dadurch eine Verminderung der Reibung erzielt, aber die Ausführung wird komplizierter.

Zur Umwandlung der gleichmäßig rotierenden Bewegung in eine schwingende, welche einen besonderen Verlauf haben soll, werden unrunde Scheiben (bei Textilmaschinen auch Exzenter genannt) angewendet. Sie finden hauptsächlich Anwendung bei Spulmaschinen zur Fadenführerbewegung, bei Webstühlen zur Schaft- und Ladenbewegung u. s. w.

Die Scheiben erhalten je nach der Art der zu erzielenden, schwingenden Bewegung eine verschiedene Gestalt, wobei stets eine exzentrisch angeordnete Kurve die Grundlage bildet.

Bei der Anordnung in Fig. 137 wird durch die unrunde Scheibe *s* eine schwingende Bewegung des Hebels *h*, welcher mit seiner Rolle anliegt, nach abwärts veranlaßt, in einer durch die Kurve der Scheibe

bestimmten Weise. Die zentrischen Teile der Kurve werden demnach Stillstand des Hebels bewirken; die exzentrischen Teile beeinflussen sonach die Abwärts- bzw. Aufwärtsbewegung des Hebels. Letztere muß durch einen Zug in der Richtung des Pfeiles *k* erfolgen (kraft-

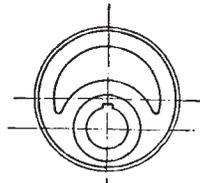


Fig. 135.  
Exzenter-scheibe.

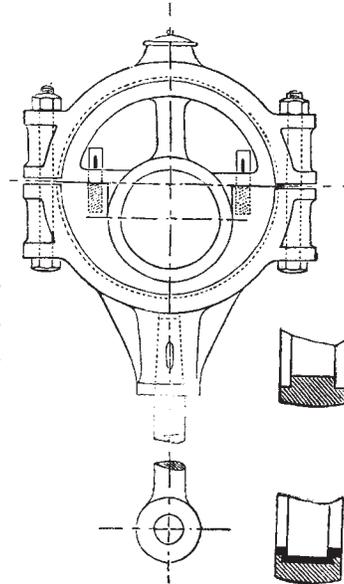


Fig. 136. Exzenter.

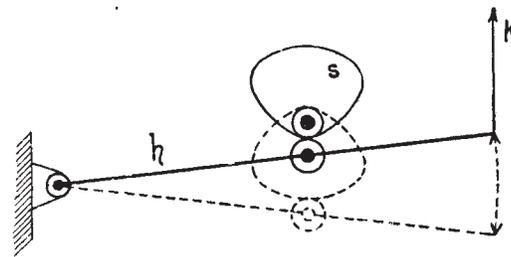


Fig. 137. Offenes Exzenter.

schüssige Anordnung), weil nur dadurch das stete Anliegen der Rolle erzielt wird und sonach diese der Form der Kurve Folge leisten kann (Trittexzenter).

Die Herzscheibe, Fig. 138, wird eine stete schwingende Bewegung des Hebels  $h$  veranlassen (ohne Stillstand), weil die Kurve aus zwei exzentrischen Teilen besteht. Auch hier muß Kraftschluß vorhanden sein.

Bei den Rinnen- oder Nutenscheiben (sogenannte geschlossene Exzenter), Fig. 139, wird die Rolle des Hebels  $h$  in der exzentrischen

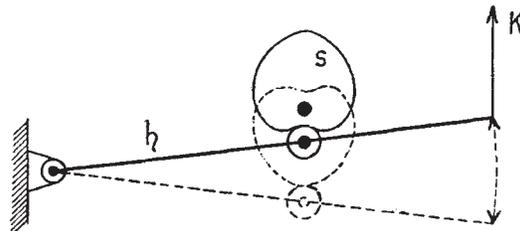


Fig. 138. Herzscheibe.

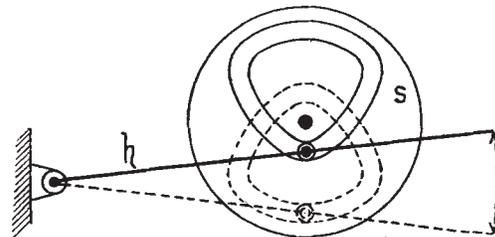


Fig. 139. Geschlossenes Exzenter.

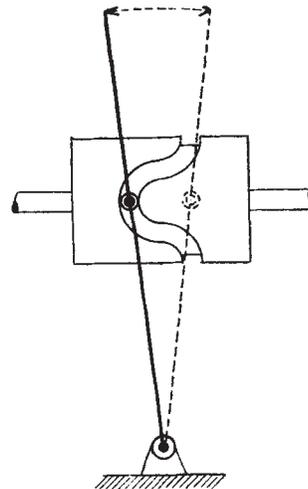


Fig. 140. Nutzyylinder.

Rinne laufen, wodurch die Auf- und Abwärtsbewegung des Hebels gezwungen ausgeführt wird. (Zwangsläufige Anordnung.)

Bei dem Nutzyylinder, Fig. 140, ist am Zylinderumfang eine in sich geschlossene Nut, in welcher ein Hebel  $h$  mit einem Stift eingreift und so die Schwingung des Hebels zwangsläufig bewirkt. Nach der Anordnung der Nut (wie die Figur zeigt), wird der Hebel die Schwingung rasch ausführen und während des übrigen größten Teiles der Umdrehung des Nutzyinders stille stehen. Es kann durch andere Nutenführung auch stete Schwingung erzielt werden.

### 3. Pleuel-, Schub- oder Kurbelstangen.

Die Verbindung der Kurbel mit dem Kreuzkopf bildet die Kurbel- oder Pleuelstange. Dieselbe ist meist aus Schmiedeisen oder Stahl hergestellt und an den Enden mit lagerartigen Köpfen versehen, welche mit ihren eingelegten Schalen die beiden Zapfen um-

schließen, Fig. 141. Der Querschnitt der Stange ist rund, flach oder gerippt; bei letzterem wird die Stange leichter, was bei sehr schnell gehenden Maschinen vorteilhaft ist. Gegen die Mitte zu wird die Pleuelstange stärker ausgeführt.

Die Schalen in den Köpfen sind in diesen entweder durch einen mit Keilen befestigten Bügel gehalten (offener Pleuelkopf, Fig. 141 oben) oder in den geschlossenen Pleuelkopf (Fig. 141 unten) eingesetzt.

Die zur Befestigung der Schalen angewendeten Keile dienen gleichzeitig zum Nachstellen derselben. Die Keile sind zumeist durch Schrauben gegen Lockerwerden oder Herausfallen gesichert.

Fig. 142 zeigt die Einrichtung des sogenannten Marinekopfes, wie er heute bei Dampfmaschinen sehr viel angewendet wird. Gleichzeitig ist auch die Gabelung der Stange veranschaulicht, welche den Kreuzkopfszapfen aufnimmt.

#### 4. Kreuzkopf.

Der Kreuzkopf dient zur genauen geradlinigen Führung des hin und her bewegten Teiles. Er ist entweder bei einfachen Anordnungen als eine Hülse ausgeführt, welche durch eine Stange die Führung erhält. Bei größeren Ausführungen ist er als ein lagerartiges Stück, welches entweder mit einer Führungsfläche, die in einer schwalbenschweif-förmigen Nut geht (einseitiger Kreuzkopf), oder mit zwei solchen (nachstellbaren) Füh-

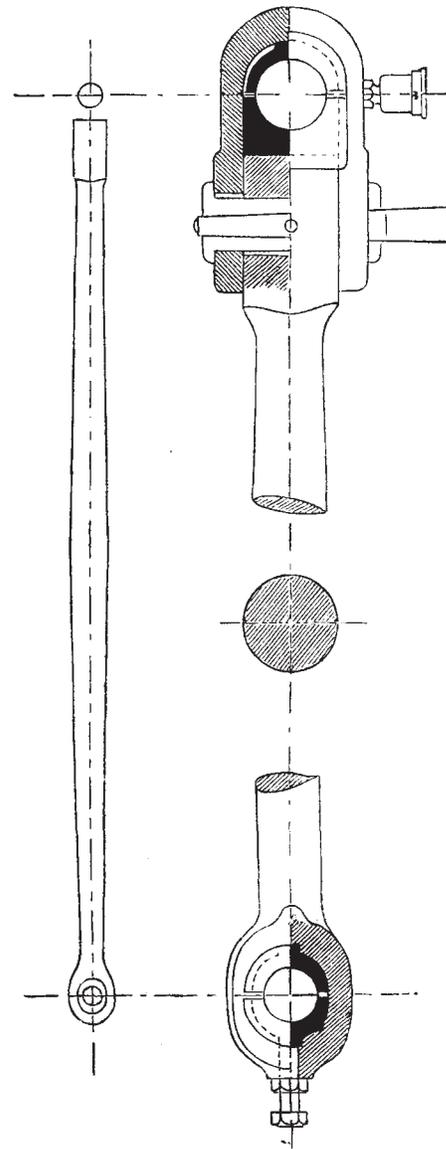


Fig. 141. Pleuelstange.

rungsstücken versehen (zweiseitiger Kopf). Letztere sind mit ebenen oder zylindrischen Führungsflächen ausgestattet, die in

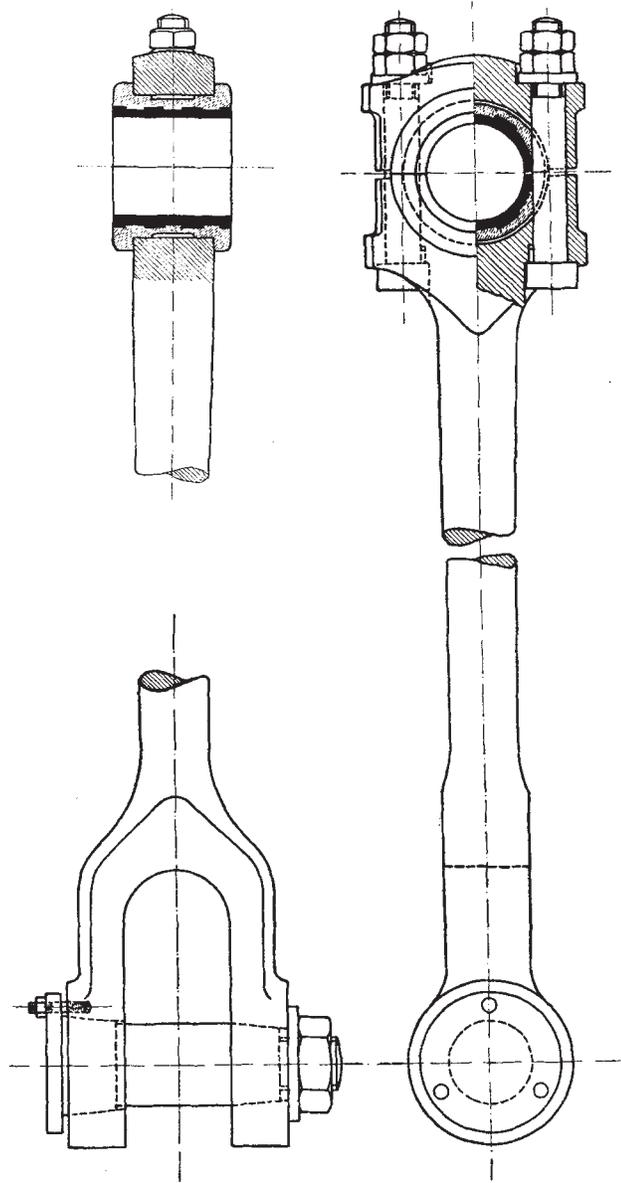


Fig. 142. Gegabelte Pleuelstange mit Marinekopf.

den bezüglichen Führungen gehen. Diese Anordnung zeigt Fig. 143. In dem Kreuzkopf ist der Zapfen fest oder drehbar

gelagert, welcher von dem zweiten Ende der Pleuelstange umfaßt wird oder in dieser gehalten ist.

In einzelnen Fällen ist statt dieser Kreuzkopfführung eine solche mit Hebeln (Lenker) angewendet (Lenkerführung) oder es

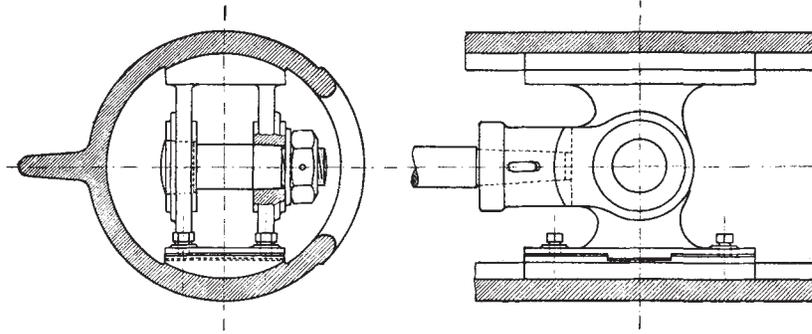


Fig. 143. Kreuzkopf.

fehlt dieselbe ganz mit Rücksicht auf die Anordnung des eine schwingende Bewegung (hin und her gehend um eine Achse drehbar) ausführenden Teiles (Webstuhllade).

### C. Schaltwerke, Sperrwerke und Bremsen.

Die Schalt- und Sperrwerke dienen entweder zur Erzielung einer ruckweisen Weiterbewegung (Schaltbewegung) oder zur Verhinderung einer nicht beabsichtigten Bewegung.

Die Bremsen dienen gleichfalls zur Verhinderung einer nicht beabsichtigten Bewegung oder zur Mäßigung oder Einstellung einer Bewegung.

#### 1. Sperr- und Schaltwerke.

Die gebräuchlichste Anordnung eines Sperrwerkes besteht in der Anordnung von (meist einseitigen) Zähnen auf einem Rade oder an einer Stange, in welche eine Falle (Sperrklinke, Sperrkegel) eingreift. Ist letztere fest gelagert, so ist die Bewegung des Rades *S* nur in einer Richtung und nur nach Auslösen der Klinke *s* auch nach der anderen Richtung möglich, Fig. 144. Eine Bewegung des Rades durch die Klinke erfolgt hier nicht.

Ist die Klinke *s* an einem beweglichen Teile (Hebel) *h*, so wird durch dieselbe eine Bewegung des Rades *S* erzielt werden kön-

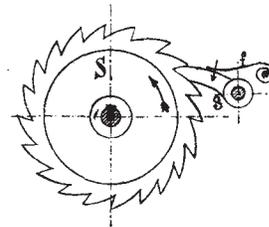


Fig. 144. Sperrrad.

nen (Webstuhlregulator), Fig. 145. Im letzteren Falle ist, um ein Zurückgehen des Rades beim Rückgange der Schaltklinke zu verhindern, noch ein fester Sperrhaken (Gegenklinke)  $s_1$  angeordnet (Schaltwerk).

Wird durch den bewegten Schalthaken eine Weiterschaltung des Rades bewirkt, so muß diese mindestens eine Zahnteilung betragen, damit der feste Sperrhaken in den nächsten Zahn einfallen kann. Weil nun dies bei kleinen Bewegungen sehr schwache Zähne ergibt, so wendet man häufig zwei oder mehr Klinken (feste und bewegliche) an, welche gegeneinander um den sovielten Teil der Teilung zurückstehen,

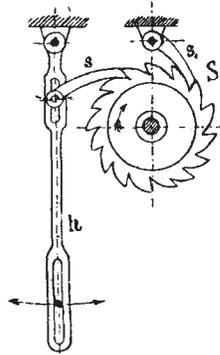


Fig. 145. Schaltwerk.

als die Zahl der Klinken beträgt (z. B. beim negativen Regulator der Kurbelwebstühle).

Außer diesen Zahngesperren werden auch Reibungsgesperre angeordnet, bei welchen durch festes Anpressen eines (keilartig geformten) Backens gegen eine Scheibe die Mitnahme derselben durch Reibung erfolgt, während beim Rückgange durch Abheben des Backens die Scheibe freigegeben und daher nicht zurückgenommen wird. Ein ebensolcher fester Backen mit Gewichtsdruck hindert das Zurückgehen. Diese Anordnung gestattet eine beliebig große Weiterschaltung des Rades; letztere ist also nicht von einer Zahnteilung abhängig.

## 2. Bremsen.

Bei diesen wird durch Anpressen eines festen Teiles (Backen oder Band) an den in Bewegung befindlichen eine solche Reibung erzielt, daß die Bewegung verlangsamt oder ganz eingestellt wird. Da es sich zumeist um die Bremsung rotierender Teile handelt, so wird auf der Welle eine Scheibe  $S$  (die Bremsscheibe) angewendet, an welcher der Andruck erfolgt. Der Andruck erfolgt zumeist mittels eines Hebels  $H$ , an welchem durch Handdruck, Gewichte, Federn, auch Luft-, Wasser- oder Dampfdruck die bremsende Kraft wirkt.

Bei den Backenbremsen, Fig. 146, wird ein aus Holz oder aus Eisen mit oder ohne Lederbelag hergestellter Backen an die Bremsscheibe angedrückt.

Mitunter sind zwei gegenüberstehende Backen angewendet, wodurch ein Seitendruck auf die Welle vermieden wird.

Bei den Bandbremsen, Fig. 147, wird um die Bremsscheibe  $B S$  ein Stahlband  $B b$  gelegt, welches einerseits befestigt, am anderen Ende mittels eines Hebels angezogen wird und dadurch sich fest auf die Scheibe anlegt (Stahlbandbremse).

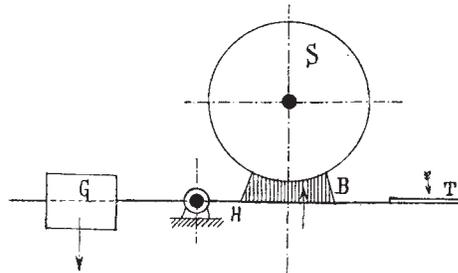


Fig. 146. Backenbremse.

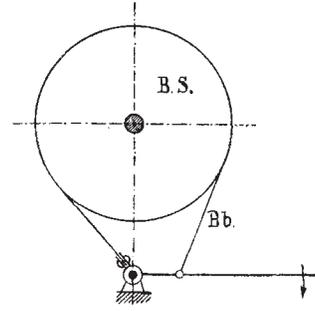


Fig. 147. Bandbremse.

Mitunter ist das Bremsband innen mit Holz ausgefüllt behufs Vergrößerung der Reibung.

Statt des Stahlbandes wendet man auch Seile oder Ketten an (Seil- und Kettenbremsen, z. B. bei Kettenbäumen), welche dann mehrmals herumgelegt werden.

## IV. Haltungselemente.

Diese dienen zur Aufnahme, Leitung und Absperrung von Flüssigkeiten und Gasen. Hierzu gehören die Gefäße, die Röhren und Röhrenverbindungen, sowie Hähne und Ventile.

### 1. Gefäße.

Die Gefäße dienen entweder zur Aufbewahrung von Flüssigkeiten (Reservoirs) oder zur Durchführung gewisser Arbeitsprozesse (Zylinder an Dampfmaschinen, Pumpen u. s. w.).

Die ersteren sind zylindrisch, mit Kreis- oder Ovalform, oder prismatisch und werden aus Holz, Stein, Zement, Eisen (Gußeisen, Schmiedeeisen, Stahl), letztere, welche stets zylindrisch sind, aus Eisen, Kupfer, Bronze u. s. w. hergestellt.

Die eisernen Reservoirs werden aus einzelnen Platten gebildet, die bei Gußeisen verschraubt, bei Schmiedeeisenblech vernietet werden. Die Dichthaltung der Verbindung wird durch Anwendung einer Dichtung erzielt, bei schmiedeisernen Gefäßen durch Ver-

stemmen. Bei größeren prismatischen Ausführungen muß eine besondere Versteifung angeordnet werden (Distanzstangen, siehe Fig. 23).

Die Zylinder erhalten je nach Verwendung und Flüssigkeit eine verschiedene Form und Ausführung.

In den Zylindern sind verschiebbare Teile, die Kolben, vorhanden, welche entweder unmittelbar nach außen treten oder durch eine Stange, die Kolbenstange, die Verbindung mit den äußeren bewegten Teilen erhalten. In beiden Fällen muß an der Durchtrittsstelle beim Zylinder ein dichter Abschluß vorhanden sein, welcher durch die Stopfbüchse erhalten wird.

## 2. Kolben und Stopfbüchsen.

Um die motorische Kraft einer in einem Zylinder eingeschlossenen Flüssigkeit (Wasser, Dampf) nutzbar zu machen, läßt man diese auf eine bewegliche Wand im Zylinder, den Kolben, einwirken; ebenso kann man auch umgekehrt durch einen Kolben auf die eingeschlossene Flüssigkeit einen Druck ausüben, um diese

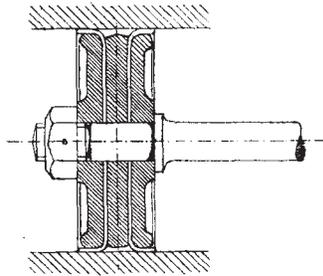


Fig. 148. Scheibenkolben.

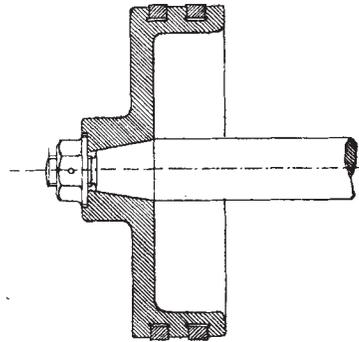


Fig. 149. Dampfkolben.

z. B. zu heben (Wasser bei den Pumpen) oder auf eine höhere Spannung zu bringen (Luft bei den Gebläsen).

Erstere heißen Arbeits-, letztere Treibkolben.

Die Kolben können entweder eine Scheibenform haben (Scheibenkolben) und diese voll (voller Kolben, Fig. 148 und 149) oder durchbrochen und mit Verschlußstücken (Klappen oder Ventilen) ausgestattet sein (ventilierter Kolben, Fig. 150) oder die Kolben erhalten die Zylinderform (Plungerkolben, Fig. 151).

Da die Kolben an der Zylinderwand dicht anschließen müssen, um den Übertritt der Flüssigkeit auf die andere Seite zu verhindern, werden die Scheibenkolben am Umfange mit Dichtungen versehen, welche aus Leder- oder Hanfringen, Fig. 148, oder aus

federnden Metallringen, Fig. 149, bestehen, welche letztere öfter durch besondere Einrichtungen gespannt werden. Die Scheibenkolben sind mit einer Stange, der Kolbenstange, durch Keil oder Schraube verbunden.

Diese Stange tritt aus dem Zylinder und wird, wie der zylindrische Kolben, durch Stopfbüchsen gegen die Gefäßwand abgedichtet.

Die Stopfbüchse, Fig. 152, ist an dem Zylinder angeordnet und besteht aus dem Topf, in welchen ein Ring, die Stopfbüchsen-

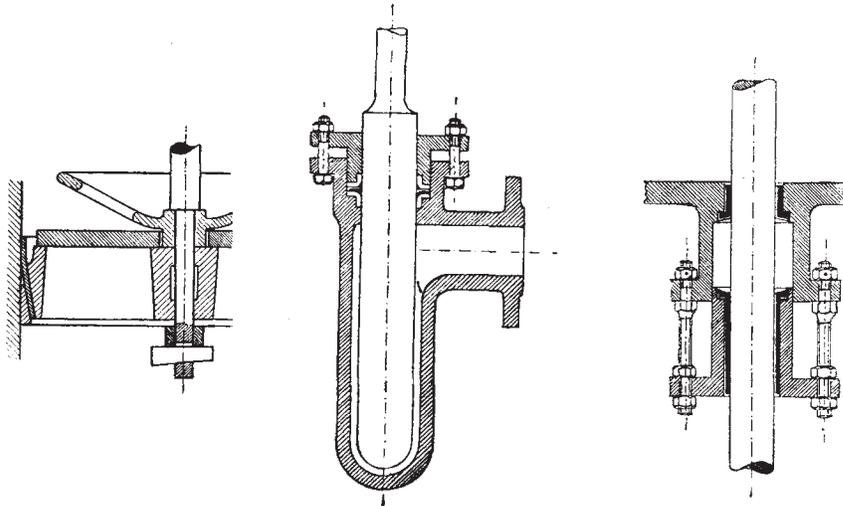


Fig. 150. Ventilierter Kolben.

Fig. 151. Plungerkolben.

Fig. 152. Stopfbüchse.

brille (gewöhnlich aus Metall), paßt. Zwischen diesen befindet sich das aus Hanf-, Baumwoll- oder Asbestschnüren, Fig. 152, oder aus Leder-, Fig. 151, oder Metallringen bestehende Dichtungsmaterial, das durch Niederdrücken der Brille (mit Hilfe von Schrauben) gegen die Stange bzw. Kolbenfläche gepreßt wird und so die Dichtung bewerkstelligt.

Die Stopfbüchse muß geschmiert werden.

### 3. Röhren und Rohrverbindungen.

Die Röhren dienen zur Leitung von Flüssigkeiten und Gasen und werden je nach der zu leitenden Flüssigkeit (Gas), dem Drucke derselben und der besonderen Verwendung aus Holz, Gußeisen, Schmiedeeisen, Blei, Kupfer, Messing, Ton, Glas u. s. w. hergestellt. Die aus biegsamem Material hergestellten Rohre (Leder, Kautschuk, Gewebe u. s. w.) werden Schläuche genannt.

stücke, Setzstücke, angeordnet, welche zusammengesraubt oder durch Klammern verbunden werden.

Vor der Verwendung werden die Röhren einer Wasserdruckprobe unterzogen, um sich von deren Dichtheit zu überzeugen. Der Probedruck ist gleich dem doppelten Betriebsdruck, zumindest 6 Atm.

Fig. 153 und 154 zeigen die Verbindung zweier Holzröhren; Fig. 155 die Verbindung gußeiserner Röhren durch Muffe, Fig. 156 durch Flanschen.

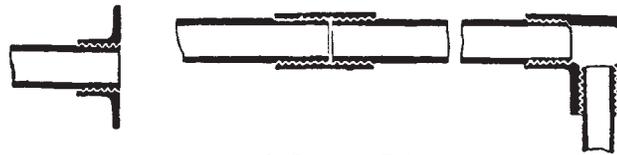


Fig. 158. Gezogene Rohre.

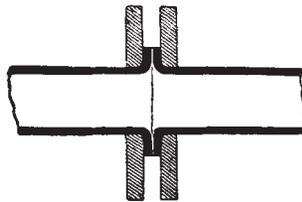


Fig. 159. Kupferrohr.

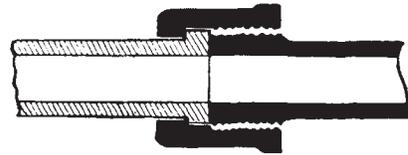


Fig. 160. Blei- und Messingrohr.

Fig. 157 die Verbindung genietet schmiedeiserner Röhren durch aufgenietete Flanschen und Fig. 158 die gezogenen schmiedeiserner Röhren durch aufgeschraubte Flanschen oder Schraubmuffen.

Fig. 159 zeigt die Verbindung von Kupferrohren mittels aufgeschobener schmiedeiserner Flanschen und umgebörtelter Rohrenden.

Fig. 160 die Verbindung zwischen einem Blei- und Messingrohr mittels Überwurfmutter.

Fig. 161 eine Schlauchverbindung.

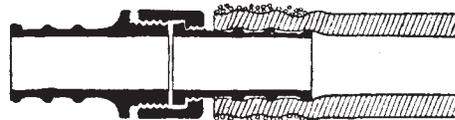


Fig. 161. Schlauchverbindung.

#### 4. Hähne, Ventile und Scheiben.

Dieselben dienen zur Abschließung einer Rohrleitung. Bei den Hähnen ist ein durchlochtetes kónisches Stück (Hahnkegel) senkrecht zur Rohrleitung eingesetzt, welches mittels Handgriffes drehbar ist und dadurch entweder den Durchgang frei gibt oder denselben

absperrt, Fig. 162. Bei gerade gehender Leitung ist der Durchgangshahn, Fig. 162, bei abgebogener Richtung der Winkelhahn, Fig. 163 in Verwendung.

Geht die Leitung vom Hahne aus nach drei oder vier Richtungen, so findet der Dreiweghahn, Fig. 164 und 165 und der Vierweghahn, Fig. 166 Verwendung.

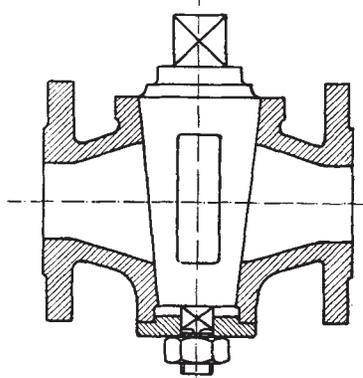


Fig. 162. Durchgangshahn.

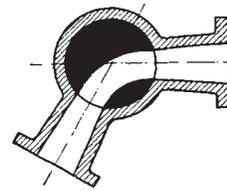


Fig. 163. Winkelhahn.

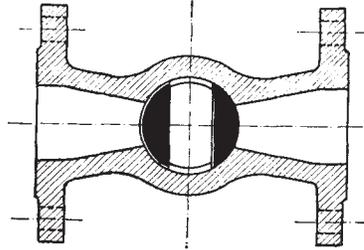


Fig. 164. Dreiweghahn.

Die Hähne schließen bei der Drehung des Kegels die Leitung rasch ab, wodurch leicht Stöße im Rohre entstehen. Es werden deshalb häufig die Ventile vorgezogen, bei welchen der Abschluß der Rohröffnung durch eine entsprechend geführte, nach der Achsen-

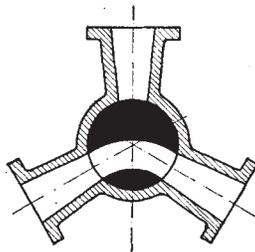


Fig. 165. Dreiweghahn.

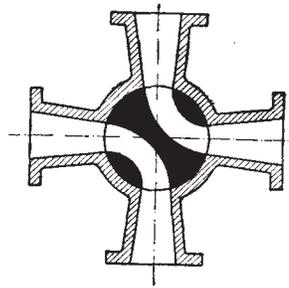


Fig. 166. Vierweghahn.

## Transmissionen.

Die Transmissionen (Triebwerke) finden Verwendung zur Übertragung der von dem Motor entwickelten Energie (Arbeitseffekt) auf die Arbeitsmaschinen. Je nach dem Zweck der Transmission, der Entfernung, auf welche die Übertragung zu erfolgen hat, der Größe der dabei zu übertragenden Arbeitsleistung und der Geschwindigkeit derselben, werden die Transmissionen verschieden ausgeführt.

Die Transmissionen bestehen aus einzelnen Elementen, welche je nach ihrer mehr oder weniger vollkommenen Ausführung und Zusammenfügung den Wirkungsgrad wesentlich beeinflussen, indem eine genau und richtig ausgeführte Transmission den geringsten Verlust an Arbeitseffekt durch Reibung, Übergewicht u. s. w. ergibt.

Es ist deshalb bei vollkommen ausgeführten Motoren und Arbeitsmaschinen auch die Transmission in vollkommener Weise auszuführen.

Nicht minder als die genaue konstruktive Durchführung der Transmission ist auch eine rationelle Wartung (Reinhaltung, Schmierung u. s. w.) derselben von wesentlichem Einfluß auf den Wirkungsgrad.

Nach Art und Wirkungsweise der Transmission kann die Übertragung in verschiedener Weise erfolgen, weshalb man verschiedene Transmissionsarten unterscheidet. Die motorische Energie äußert sich zumeist in einer Kreisbewegung des kraftabgebenden Teiles, weshalb diese die einfachste und gewöhnlichste Art der Übertragung ist. Hiezu werden Scheiben, Räder, Wellen, Seile u. s. w. zur Anwendung kommen und bezeichnet man diese Art der Übertragung mit mechanischer Transmission.

Es ist diese die älteste und heute noch am weitesten verbreitete Transmissionsart, obgleich sich selbe zumeist nur für kürzere Entfernungen eignet, weil durch die auftretenden Reibungswiderstände ein ungünstigerer Wirkungsgrad sich ergibt, je größer die Entfernung wird. Es wird deshalb bei größeren Entfernungen (Fernleitung) bald die Grenze erreicht sein, bei welcher die Verluste größer sind, als der am Ende der Transmission abzugebende Effekt.

Man hat deshalb für weitere Entfernungen andere Arten von Transmissionen in Anwendung gebracht, wie z. B. hochgespanntes Wasser (Druckwassertransmissionen), komprimierte Luft (Drucklufttransmissionen) und den elektrischen Strom (elektrische Transmission) und hiebei trotz der Umformung der Energie des Motors geringere

Verluste durch Widerstände als bei der mechanischen Transmission erreicht, so daß diese letzteren die eigentlichen Fernleitungstransmissionen sind.

Nichtsdestoweniger werden in vielen Fällen ihrer bequemen Handhabung und Anordnung wegen diese auch für geringere Entfernungen (auch innerhalb der Betriebsräume) als sogenannte *Innentransmission* angewendet und haben sich diese als zweckmäßig erwiesen. Sie finden deshalb immer mehr allgemein Eingang.

Wohl ist heute noch die mechanische Transmission überwiegend in Anwendung, weil vielfach die Höhe der Anschaffungskosten und teilweise auch der Betriebskosten der genannten Transmissionen der allgemeinen Anwendung hindernd entgegenstehen.

Von den Fernleitungstransmissionen ist es namentlich die elektrische Kraftübertragung, welche heute fast ausschließlich angewendet wird. Aber auch als *Innentransmission* findet diese immer mehr Eingang.

#### A. Mechanische Transmission.

Bei dieser erfolgt die Effektübertragung durch zwischen dem Motor und den Arbeitsmaschinen angeordnete Wellen, Räder, Scheiben mit Riemen, Seilen und Ketten.

Man unterscheidet dieselben in *direkt wirkende*, wenn die die Bewegung übertragenden Teile unmittelbar in Verbindung stehen (Wellen, Zahnräder), und *indirekt wirkende*, wenn zwischen denselben ein eigenes Verbindungsglied eingeschaltet ist (Riemen, Seile, Ketten). Ist die Verbindung nachgiebig (Riemen, Seile, Reibungsräder), so heißt diese Transmission *elastisch*, sonst *steif* (Wellen, Zahnräder).

Zu den mechanischen Transmissionen gehören folgende Arten:

1. Wellentransmissionen;
2. Riementrieb;
3. Drahtseiltrieb;
4. Hanfseiltransmission;
5. Kettentrieb;
6. Reibungs- oder Friktionsrädertrieb;
7. Zahnrädertransmission.

##### 1. Wellentransmission.

Bei diesen wird mit der Kraftmaschine ein Wellenstrang unmittelbar oder mittelbar verbunden und erhält dieser sonach eine Drehbewegung, welche auf die Arbeitsmaschine an irgend einer

Stelle abgegeben werden kann. Die Anordnung soll derart sein, daß größere Arbeitseffekte näher beim Motor entnommen werden. Die Stärke der Wellenleitung richtet sich nach der Größe des zu übertragenden Arbeitseffekts und der Geschwindigkeit derselben und ist bei Hauptwellenleitungen der Durchmesser der Welle

$$d_{cm} = 14 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

bei Neben- und leichten Transmissionswellen

$$d_{cm} = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

wobei  $N$  die Anzahl der zu übertragenden Pferdestärken und  $n$  die Zahl der Umdrehungen pro Minute ist.

Daraus ergibt sich, daß bei größerer Geschwindigkeit die Welle schwächer werden kann, wodurch auch die Gewichte derselben und der darauf befindlichen Kupplungen und Scheiben kleiner werden. Daher verringert sich der Lagerdruck und somit auch die Arbeit, welche zur Überwindung der durch diesen hervorgerufenen Reibung notwendig ist, was einen günstigen Wirkungsgrad ergibt.

Diese Geschwindigkeit wird auch möglichst der der Arbeitsmaschinen angepaßt, um größere Übersetzungen zu vermeiden.

Man gibt bei langsam gehenden Arbeitsmaschinen der Transmission

	120—150 Umdrehungen per Minute;
für Webereien	120—180 » » »
für Spinnereien	250—350 » » »

Große Geschwindigkeiten verlangen aber eine genaue Ausführung der Wellenleitung und müssen einseitige Massen (Übergewicht) vermieden werden, weil sonst eine ungleichmäßige Bewegung (das Schlagen der Wellen) eintritt, die auf die Welle schädlich einwirkt.

Die Wellen müssen aber auch genau und sorgfältig gelagert sein. Die Lagerung erfolgt je nach der Anbringung der Welle durch Steh-, Wand- oder Konsollager oder durch Hängelager. (Siehe Lager, Seite 23 u. f.) Zumeist wird die Haupttransmissionswelle längs einer Wand mittels Konsollager, die Nebenwellen durch Hängelager an der Decke gelagert.

Ist die Transmission unterhalb des Fußbodens des Arbeitssaales, so ist diese in Steh- oder Bocklagern gelagert, welche in leicht zugänglichen Kanälen angeordnet werden. (Unterirdische Transmission, bei welcher der Arbeitssaal frei von Riemen u. s. w. ist.)

In allen Fällen ist es unbedingt notwendig, daß alle Lager einer Transmissionswelle in einer geraden Linie liegen, um Klemmungen zu vermeiden. Es werden deshalb einstellbare Lager und Sellerslager angewendet.

Nachdem die Gewichte der Wellen und der darauf befindlichen Räder, Scheiben, die gespannten Riemen u. s. w. eine Einbiegung der Welle verursachen, muß, um diese nicht zu groß zu erhalten, die Entfernung der Lagerstellen nicht zu weit sein. Als mittlere Werte nimmt man für Wellen von

Durchmesser  $d = 30 \ 40 \ 50 \ 60 \ 70 \ 80 \ 90 \ 100 \text{ mm}$

Entfernung  $L = 1.8 \ 2.0 \ 2.1 \ 2.25 \ 2.35 \ 2.5 \ 2.6 \ 2.75 \text{ m}$ ,

wobei mit Rücksicht auf lokale Verhältnisse diese um 25% größer oder kleiner sein kann.

Um Verschiebungen der Wellen zu verhindern, werden entweder eingedrehte Zapfen angewendet oder bei mit der Welle gleich starken Zapfen Stellringe neben den Lagern angeordnet.

Die Wellenleitungen bestehen aus einzelnen Stücken von ca. 5 bis 8 m Länge. Dieselben werden durch Kupplungen (Muffen- und Scheibenkupplungen, Seite 33) verbunden. Wenn einzelne Wellenstränge zeitweise nicht benützt werden sollen oder zum Zwecke einer raschen Abstellung behufs Verhütung eines Unfalles, werden lösbare Kupplungen (Zahn- oder Friktionskupplungen Seite 35) am Anfange der Wellenleitung angeordnet.

Wenn Wellenleitungen im Bereiche eines Verkehrs sind, z. B. Bodenwellen, stehende Wellen im Arbeitssaale, so müssen diese zur Vermeidung von Unfällen geschützt werden, was durch Umhüllung derselben mit einem festen Holzgitter oder mittels festgemachter Blechröhren geschieht, Fig. 170. Ebenso müssen gleichfalls zur Vermeidung von Unfällen alle vorstehenden Teile der Wellen, z. B. Keilnasen, Köpfe der Stellringschrauben vermieden oder mit glatten Holz- oder Blechkapseln umhüllt werden. (Siehe Fig. 69.)

Aus dem gleichen Grunde muß das Reinigen der Wellen, wenn es während des Betriebes geschehen muß, mittels eines mit einer Schnur umwickelten Hakens vom Fußboden aus erfolgen.

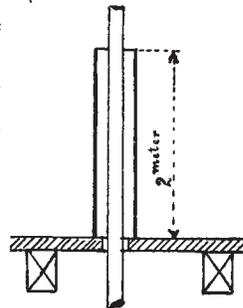


Fig. 170. Geschützte Welle.

## 2. Riementreibe.

Die Riementreibe beruhen auf der zwischen dem Riemen und der Riemenscheibe entstehenden Reibung, welche durch das Anpressen des ersteren und das Umspannen der letzteren durch den Riemen hervorgerufen wird. Die Scheibe, von welcher die Kraft abgeleitet wird, heißt *treibende*, die andere die *getriebene* Scheibe. Das Riemenstück, welches auf die erstere aufläuft, heißt das *treibende Riementrumm*, das andere das *getriebene*; ersteres ist während des Ganges mehr gespannt als das letztere.

Es soll sich nach den Verhältnissen ergeben, daß Riemen und Riemenscheibenumfang gleiche Geschwindigkeit haben. Aber infolge der Beschaffenheit der Berührungsflächen beider und der Elastizität des Riemens wird auch ein teilweises Gleiten des Riemens auf der Scheibe auftreten. Dadurch werden die Geschwindigkeitsverhältnisse sich ändern und die getriebene Scheibe etwas zurückbleiben, was bis zu 5% betragen kann.

Bestimmung der Übersetzungsverhältnisse bei den Riementreiben. Die Größe der Riemenscheibe hat auf die Geschwindigkeit des Riemen und dadurch auf die Größe der zu übertragenden Umfangskraft, also auf die Stärke des Riemens Einfluß. Das Verhältnis der beiden Scheibendurchmesser (Übersetzungsverhältnis) dagegen bestimmt die Umdrehungszahl der getriebenen Scheibe.

Sind, Fig. 171,  $D$  und  $D_1$  die Durchmesser zweier Scheiben,  $n$  und  $n_1$  deren Umdrehungszahlen, so ist die Umdrehungsgeschwindigkeit

$$\text{der Scheibe } D = \frac{n D \pi}{60} \text{ und der Scheibe } D_1 = \frac{n_1 D_1 \pi}{60}$$



Fig. 171. Einfacher Riemetrieb.

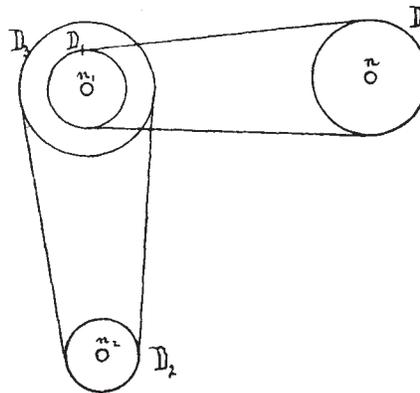


Fig. 172. Doppelter Riemetrieb.

und weil beide gleich sind der Geschwindigkeit des Riemens, so ist

$$\frac{n D \pi}{60} = \frac{n_1 D_1 \pi}{60} \text{ oder}$$

$$n D = n_1 D_1 \text{ oder}$$

$D : D_1 = n_1 : n$ , d. h. die Durchmesser der Scheiben verhalten sich umgekehrt wie die Umdrehungszahlen, woraus die Größe der einen Scheibe oder deren Umdrehungszahl bei den gegebenen Werten der anderen drei Größen bestimmt werden kann.

Das Übersetzungsverhältnis ist dann daraus:

$$i = \frac{D}{D_1} = \frac{n_1}{n}$$

Die Übersetzung ist 1:1 bis 1:5, mitunter darüber.

Bei doppeltem Riemtrieb ergibt sich, Fig. 172,

$$D : D_1 = n_1 : n$$

$$D_3 : D_2 = n_2 : n_1$$

$$D \cdot D_3 : D_1 \cdot D_2 = n_2 : n$$

Bestimmung der Stärke des Riemens. Die Stärke des Riemens ist von der größten Spannung im Riemen abhängig, welche wieder von der Umfangskraft  $\left( Pkg = 716.200 \frac{N}{nr} \right)$ , wobei  $r$  in  $mm$  einzusetzen ist) und dem vom Riemen belegten Umfang der kleineren Scheibe abhängt. In normalen Fällen kann man die größte Spannung gleich der doppelten Umfangskraft setzen.

Die Dimensionen des Lederriemens und die Riemenscheibenbreite ergibt sich dann aus folgender Tabelle:

Übertragbare Kraft in Kilogramm	Riemendimensionen in Millimetern		Breite der Riemenscheibe in Millimetern
	Breite	Dicke	
20—25	50	4	75
24—30	60	4	85
35—43	70	5	95
40—50	80	5	100
54—62	90	6	110
60—75	100	6	130
66—82	110	6	140
84—90	120	6	150
91—100	130	6	160
100—120	140	7	170
120—140	160	7	200
150—175	200	7	240
190—220	250	8	280

Die Riemendicke soll nicht zu groß genommen werden. Es werden lieber zwei Riemen übereinander verbunden (Doppelriemen), welche aber größere Steifigkeit haben und deshalb größere Riemenscheibendurchmesser verlangen.

Die Geschwindigkeit des Riemens soll 5–12 *m*, im Maximum 30 *m* betragen.

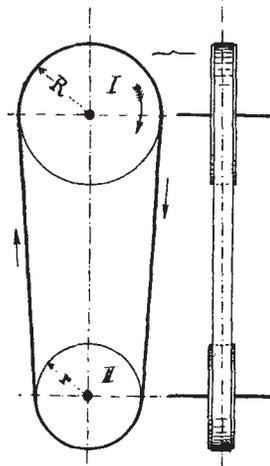


Fig. 173. Offener Riementrieb.

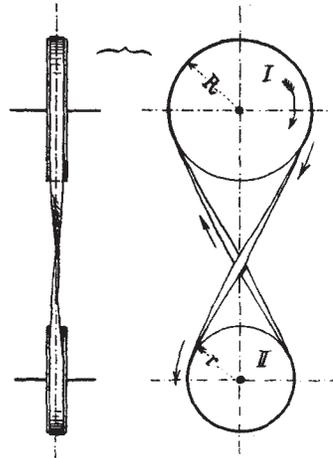


Fig. 174. Gekreuzter Riementrieb.

Je nach der Lage der Wellen und der Art der Riemenführung unterscheidet man:

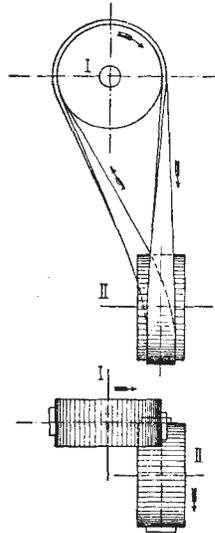


Fig. 175. Geschränkter Riementrieb.

1. Den offenen Riementrieb, Fig. 173, bei parallelen Wellen mit gleicher Drehrichtung.
2. Den gekreuzten Riementrieb, Fig. 174, bei parallelen Wellen mit entgegengesetzter Drehrichtung.
3. Den geschränkten Riementrieb, Fig. 175, bei sich kreuzenden Wellen.
4. Der Riementrieb mit Leitrollen, Fig. 176, bei welchen der Riemen über zwischen gelagerte, die Richtung des Riemens ablenkende Rollen geführt wird.
5. Riementrieb mit Spannrolle, Fig. 177, bei welchen durch das Anlegen der Spannrolle *s* erst die Riemenspannung erhalten wird, welche die Mitnahme durch die Scheiben ermöglicht, andernfalls der

Riemen schlaff wird und die Scheibe gleitet. Oder es wird durch die Spannrolle der Riemen um einen größeren Teil des Umfanges der kleineren Scheibe gelegt, wodurch eine sichere Mitnahme dieser Scheibe erzielt wird, wie Fig. 177 zeigt.

Infolge der geringen Entfernung der Scheiben umgreift der Riemen (siehe punktierte Linie) bei gewöhnlicher Anordnung nur wenig die kleine Scheibe, so daß er leicht rutscht. Durch die Spannrolle  $s$  am Gewichtshebel  $q$  wird das Umgreifen vergrößert (wie die stark ausgezogene Riemenführung zeigt).

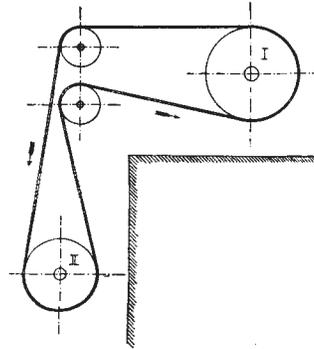


Fig. 176. Riementrieb mit Leitrollen.

Die Riemen werden dabei aber mehr angestrengt und halten nicht so lange.

Die unter 1, 2, 3 und 5 angegebenen sind selbstleitende, der unter 4 ein geführter Riementrieb.

Fig. 178 zeigt die Anordnung eines Riemenleiters (Peniger Maschinenfabrik), wie er zu Figur 176 verwendet werden kann.

Im Falle 1, 2 und 5 müssen die Scheiben in derselben Ebene liegen, im Falle 3 müssen die Ablaufstellen des Riemens in einer

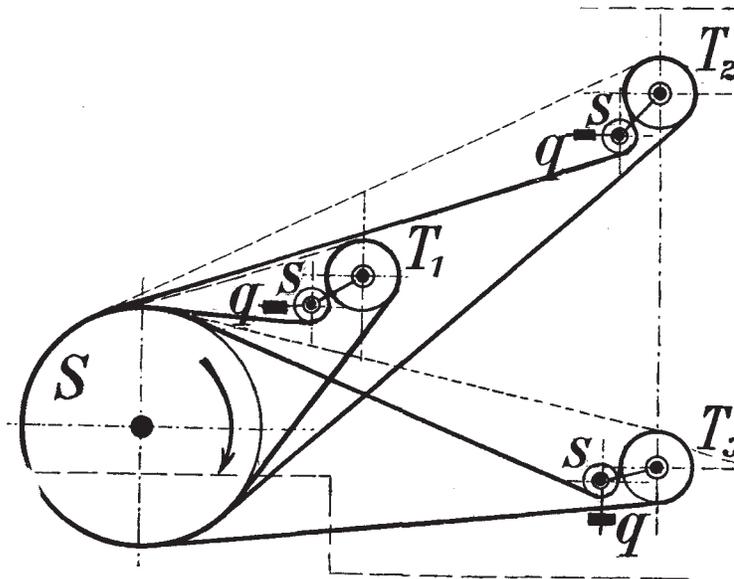


Fig. 177. Riementrieb mit Spannrolle.

die beiden Scheiben tangierenden Linie liegen, bei 4 kann das eine oder das andere sein.

Die Entfernung der beiden Wellen voneinander soll mindestens so groß sein, als der doppelte Durchmesser der größeren Scheibe; im gegenteiligen Falle müßte der Riemen zu sehr gespannt werden.

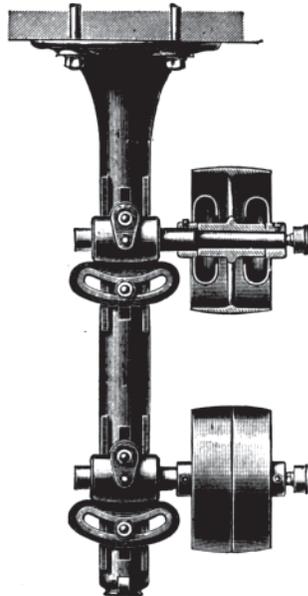


Fig. 178. Riemenleiter.

Bezüglich der Riemen und Riemenscheiben wird auf früheres verwiesen. (Seite 36 u. f.)

Die Riementreibe werden zur Kraftübertragung sehr häufig angewendet und bieten den Vorteil einer einfachen und leicht auszuführenden Anordnung, selbst zur Übertragung größerer Kräfte, namentlich wenn schnell laufende Riemen verwendet werden. Nur für große Kräfte stellen sich die Kosten höher, weil der Anschaffungspreis eines guten, breiten Riemens (namentlich Lederriemens) ein hoher ist.

Die Übertragung erfolgt ruhig und stoßfrei, wengleich nicht ohne Verlust an Effekt (aus den früher angegebenen Gründen).

Die Riementreibe werden sowohl zur Übertragung der Effekte, vom Motor auf die Transmission, wie von dieser auf die Arbeitsmaschinen und bei letzteren selbst angewendet. Bei Übertragungen von der Trans-

mission wird diese sehr häufig durch eine Zwischenwelle vermittelt (Decken-, Wand- u. s. w. Vorgelege), namentlich dann, wenn die Arbeitsmaschine mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufen soll, was durch Anwendung von Stufenscheiben und Riemenkonussen erreicht wird. Fast stets kommt hiebei die Fest- und Losscheibe zur Anwendung.

Das Auflegen eines Riemens von Hand aus soll nur beim Stillstande oder langsamen Gang erfolgen. Soll das Auflegen während des Ganges geschehen (z. B. wenn man die Transmission nicht abstellen will, um nicht alle daran hängenden Maschinen außer Betrieb zu bringen), so wird dies mit Hilfe eines Riemenauflegers, der an einer Stange befestigt ist, vom Fußboden aus erfolgen. Der Riemenaufleger ist entweder als einfacher Haken oder als solcher mit nachgebbarem Teil ausgeführt. Besondere Konstruktionen sind als lose Arme an der Welle angeordnet. Breite Riemen müssen während des Stillstandes mit dem Riemenspanner aufgelegt werden.

Wenn ein Riemen abgeworfen ist, so darf der Riemen nicht an der Welle hängen, sondern soll an einem seitwärts der Riemenscheibe angeordneten Haken aufliegen, Fig. 179. Riemenführungen oberhalb eines Ganges oder an einer Stelle, wo Personen verkehren, müssen mit einer Schutzvorrichtung versehen sein, damit nicht etwa

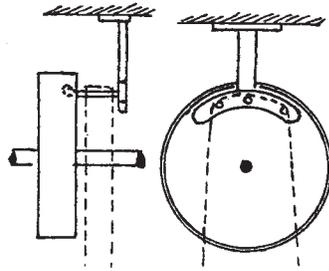


Fig. 179. Riemenhaken.

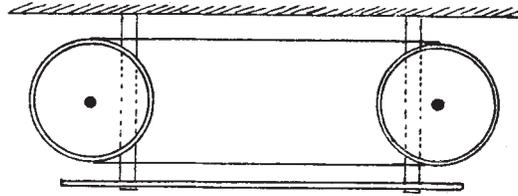


Fig. 180. Schutzbrett.

abfallende oder gerissene Riemen einen Unfall verursachen. Ein Brett oder ein Drahtgitter unterhalb des Riemens bietet Schutz, Fig. 180. Erreichbare Riemen sollen ebenfalls durch Schutzbretter, Rinnen oder Gitter gesichert sein, Fig. 181.

Die Lederriemen sollen (mit Rindstalg) eingefettet werden, damit dieselben nicht brüchig werden und länger halten. Auch ist es gut, dieselben nach längerer Zeit mit warmem Wasser zu waschen und dann einzufetten.

Auch Baumwollriemen sind zur besseren Erhaltung zu schmieren.

Das Aufstreuen von Kolophonium, zur Vermeidung des Rutschens, ist nicht gut, weil die Riemen dadurch hart und brüchig werden.

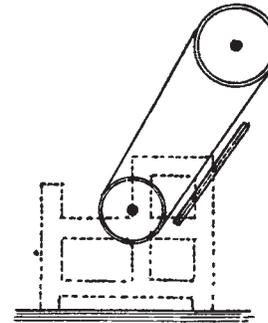


Fig. 181. Schutzbrett.

### 3. Drahtseiltrieb.

Bei diesen erfolgt die Übertragung durch ein um zwei gewöhnlich gleichgroße Scheiben mit Rillen (Fig. 97 und 98, Seite 42 u. f.) umgelegtes Eisen- oder Stahldrahtseil, wobei dasselbe in der Rille der Scheibe nicht eingeklemmt ist, sondern darin frei geht und durch sein eigenes Gewicht die entsprechende Spannung und dadurch die Reibung auf der Scheibe ergibt.

Die Drahtseiltriebe müssen daher eine größere Achsenentfernung haben, mindestens 25 *m*, besser nicht unter 40–50 *m*, als größte 100–125 *m*. Bei größeren Entfernungen werden mehrere Seiltriebe hintereinander angeordnet.

Die Drahtseiltriebe sind heute durch die elektrische Kraftübertragung verdrängt. Sie werden nur noch bei Drahtseilbahnen zur Lastbeförderung verwendet.

#### 4. Hanfseiltransmission.

Bei diesen wird ein aus Faserfäden (Hanf, Baumwolle, Jute, Manilahanf) hergestelltes Seil um die Scheiben gelegt, welches sich in die keilartig ausgeführten glatten Rillen derselben einpreßt und durch die dadurch entstehende Reibung die Mitnahme veranlaßt (Seite 43). Die Seile werden zur Erzielung der ausreichenden Seilspannung, künstlich gespannt. Sie können daher auch für kürzere Achsenentfernungen (8–10 *m*, selbst darunter, im Maximum 32–40 *m*) angewendet werden.

Die Spannung erfolgt durch entsprechende Verkürzung des Seiles oder durch Anwendung von belasteten Spannrollen, namentlich dann, wenn das Seil über mehrere Seilscheiben geführt wird und eine große Länge hat.

Da die Faserseile nur geringer Beanspruchung ausgesetzt werden können, würde sich bei größeren Zugkräften im Seile ein größerer Querschnitt desselben ergeben. Mit Rücksicht auf die Innenreibung im Seil und die dadurch hervorgerufene Erwärmung des Seiles (was einen raschen Verschleiß bedingen würde) kann man eine große Geschwindigkeit nicht geben, gewöhnlich im Maximum 15–18 *m*. Da ferner ein stärkeres Seil eine größere Steifigkeit hat und daher auch größere Biegebungsbeanspruchungen beim Umliegen um die Scheibe auftreten, wendet man nur Seile von 25 bis 50 *mm*, höchstens 60 *mm* an. Wenn größere Effekte zu übertragen sind, gibt man mehrere Seile nebeneinander, weshalb dann die Seilscheiben die entsprechende Anzahl Rillen erhalten müssen.

Ein Hanfseil von 50 *mm* Stärke überträgt bei 12–20 *m* Geschwindigkeit 25–40 Pferdestärken darnach bestimmt sich die Zahl der Seile, doch werden über 15 Seile selten genommen.

Die Seilscheibengröße soll mindestens die 40–50fache Seilstärke betragen, damit ein rascher Verschleiß des Seiles vermieden wird. Nur bei geringen Kräften geht man auf den 25fachen Durchmesser herab.

Die Übersetzung kann 1:1 bis 1:5 sein.

Nachdem die Seile künstlich gespannt werden, kann dieser Seiltrieb horizontal oder schräg sein.

Die Verbindung der Seilenden erfolgt durch Spleißen, wobei die Enden zirka 2 *m* lang zusammengeflochten sind.

Es lassen sich durch diesen Seiltrieb auch große Effekte übertragen. Angewendet wird er wegen der Beschaffenheit der Seile nur im Innern der Gebäude, so für die Effektübertragung vom Schwungrade der Dampfmaschinen auf die einzelnen Transmissions-

wellen, wobei das Schwungrad so viel Rillen erhält, als die Gesamtzahl der Seile beträgt, während die Scheiben auf den einzelnen Wellen so viele erhalten, als Seile auflaufen, was je nach der zu übertragenden Effektgröße verschieden ist. Fig. 182 zeigt eine solche Anordnung im Stockwerkbau, wobei  $SR$  das Schwungrad mit zusammen zwölf Seilen ist,  $T_1$  bis  $T_4$  die einzelnen Transmissionswellen in den Stockwerken bedeuten. Die Anzahl der Seile sind angegeben. Der Raum heißt Seilschacht.

Bei Shedbauten führt man die ganze Seiltriebsanlage in einem Gange aus (Seilgang), in welchem die Enden der einzelnen Trans-

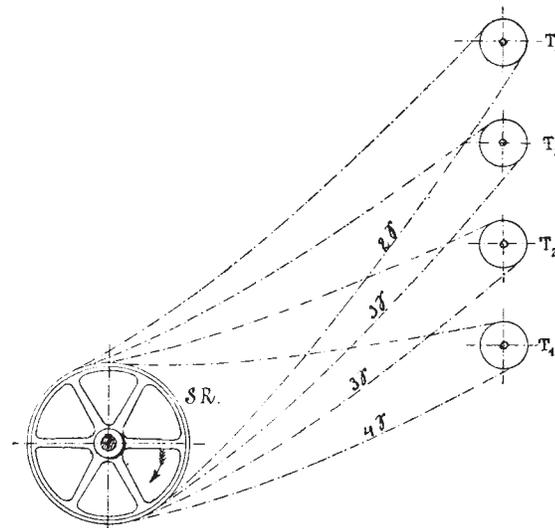


Fig. 182. Hanfseiltrieb in einem Hochbaue.

missionsstränge reichen und mit den bezüglichen Seilscheiben versehen sind. Fig. 183 zeigt diese Anordnung.

Dieser Seiltrieb wird auch angewendet zur Übertragung von Welle zu Welle und bei Arbeitsmaschinen (Walken, Selfaktor).

Auch dieser Seiltrieb ist heute vielfach durch die elektrische Kraftübertragung verdrängt.

Eine besondere Art dieses Seiltriebes ist der sogenannte Kreisseiltrieb, bei welchem das Seil entweder über eine Anzahl Scheiben geführt wird, welche dadurch betrieben werden oder es wird das Seil mehreremal um dieselben Scheiben geführt, die deshalb mehrere Rillen haben müssen. In beiden Fällen ist es notwendig, daß das Seil durch eine Spannrolle gespannt und durch Führungsrollen geleitet wird. Der Vorteil liegt darin, daß ein einziges langes Seil verwendet wird, daher nur eine Spleißstelle vorkommt und die einzelnen Seilstücke gleiche Spannung haben. Bei einzelnen Seilschlingen wird in jeder eine andere Spannung sein.

Anmerkung. In neuerer Zeit verwendet man mit Vorteil statt der Riemmen oder Faserseile schwache und lose Stahlbänder, welche um glatte Scheiben gelegt sind. (Stahlbandantrieb.) Es verlangt derselbe eine genaue Stellung der Scheiben gegeneinander und hat sich da gut bewährt.

Der Stahlbandantrieb wird gewöhnlich zur Übertragung des Effekts vom Schwungrad auf die Haupttransmission angewendet.

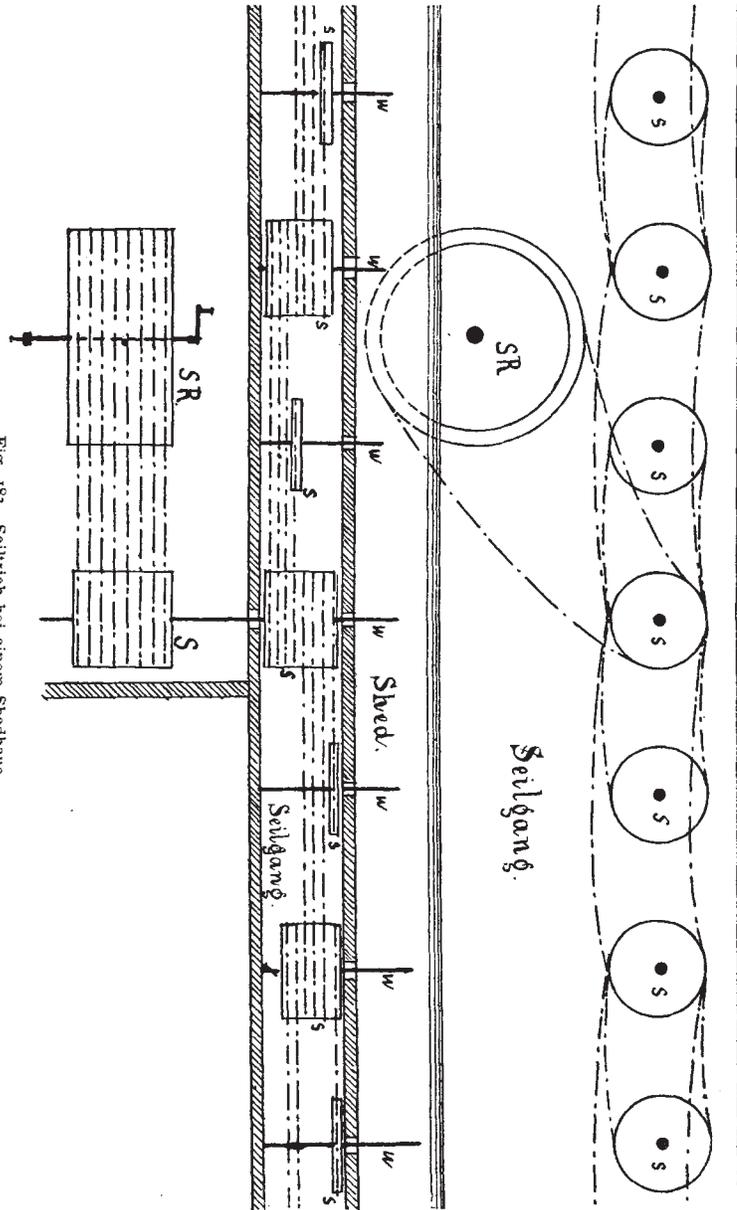


Fig. 183. Seittrieb bei einem Sheddau.

### 5. Kettentrieb.

Dieser findet nur eine beschränkte Verwendung zum Übertragen verhältnismäßig kleiner Effekte mit geringer Geschwindigkeit

und auf verhältnismäßig größere Entfernungen. Sie finden als eigentliche Transmission nicht Anwendung und werden zumeist bei Arbeitsmaschinen benützt. (Z. B. Arbeitsantrieb bei Karden, bei Jacquardmaschinen- und Schützenwechselantrieben u. s. w.)

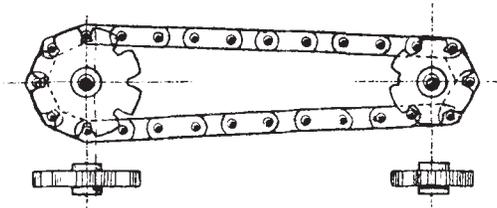


Fig. 184. Kettentrieb.

Es werden meist Laschen- oder Gelenkketten angewendet (Seite 43), welche um die mit Zähnen versehenen Kettenscheiben gelegt werden und die mit ihren Bolzen zwischen die Zähne greifen, Fig. 184 (siehe auch Fig. 103).

### 6. Reibungs- oder Friktionsrädertrieb.

Dieser dient zur Übertragung kleinerer Effekte auf geringe Entfernungen und ist derart ausgeführt, daß zwei mit glatter Oberfläche versehene Räder von verschiedener Form (Seite 44) gegeneinander gepreßt werden, wobei durch die entstehende Reibung durch das treibende Rad die Mitnahme des getriebenen erfolgt.

Nachdem die Reibung nicht zu groß sein kann, um einen zu großen Achsdruck zu vermeiden, können nur kleinere Effekte übertragen werden. Man kann aber eine sehr große Geschwindigkeit anwenden, wobei sich noch immer ein ruhiger und stoßfreier Gang ergibt.

Im Falle ein größerer Widerstand sich der Bewegung entgegenstellt, werden die Räder gleiten, weshalb dieser Antrieb sich namentlich für stoßfreies Einschalten einer Bewegung bei großer Geschwindigkeit als vorteilhaft erweist, da der Angriff infolge des anfänglichen Rutschens allmählich erfolgt.

Infolge des unvermeidlichen Gleitens der Räder werden aber auch Geschwindigkeitsverluste entstehen, weshalb diese Bewegungsübertragung nicht genau ist.

Durch entsprechende Form und Anwendung der Räder läßt sich leicht eine verschiedene Übersetzung erreichen, wie dies z. B. in Fig. 106, Seite 44, durch Verstellen des kleinen Rades möglich ist.

Dieser Antrieb wird hauptsächlich bei den Arbeitsmaschinen benützt, z. B. bei Schlicht- und Leimmaschinen, Zentrifugen, bei Seidenwebstühlen u. s. w.

### 7. Zahnrädertransmission.

Bei diesen erfolgt die Effektübertragung durch zwei auf den Wellen sitzende Räder, welche mit bestimmt geformten Zähnen versehen sind, die ineinander eingreifen. Es ist der Ausführung der Zähne ein bestimmtes Bewegungsgesetz zu Grunde gelegt, gewöhnlich in der Weise, daß die Umfangsgeschwindigkeit beider Räder gleich ist. (Seite 45 u. f.)

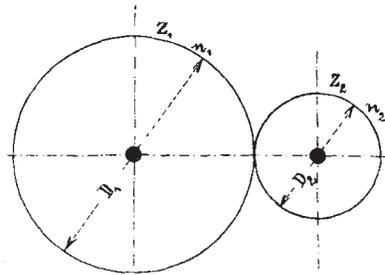


Fig. 185. Einfache Zahnräderübersetzung.

Durch das Eingreifen der Zähne geht jedes Rad um gleich viel Zähne weiter, so daß die durch die Größenverhältnisse der Räder sich ergebende Übersetzung genau eingehalten wird, daher die Bewegungsübertragung eine exakte ist.

Berechnung der Übersetzung bei Zahnrädern.

a) Sind  $D_1$  und  $D_2$  die Durchmesser der Räder, Fig. 185,  $Z_1$  und  $Z_2$  die zugehörigen Zähnezahlen,  $n_1$  und  $n_2$  die entsprechenden Umdrehungszahlen und  $t$  die Teilung, so ist:

$$\frac{D_1 \pi}{t} = Z_1 \quad \frac{D_2 \pi}{t} = Z_2 \quad \text{daher}$$

$$\frac{\frac{D_1 \pi}{t}}{\frac{D_2 \pi}{t}} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad \text{oder} \quad \frac{D_1}{D_2} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad \dots \dots \dots 1)$$

Ferner ist nach früherem (Riemenscheibe)

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \dots \dots \dots 2)$$

$$\text{daher} \quad \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2} = i \quad \dots \dots \dots 3)$$

dem Übersetzungsverhältnis.

Aus 1, 2, 3 lassen sich bei gegebenen Werten die anderen bestimmen.

b) Bei doppelter Räderübersetzung ergibt sich, Fig. 186:

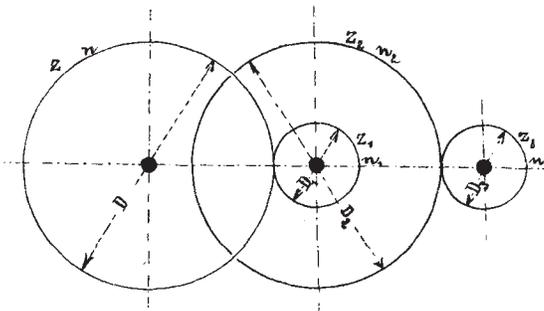


Fig. 186. Doppelte Zahnräderübersetzung.

$$\frac{D}{D_1} = \frac{Z}{Z_1} = \frac{n_1}{n}$$

$$\frac{D_2}{D_3} = \frac{Z_2}{Z_3} = \frac{n_3}{n_2} \quad \text{daraus ergibt sich}$$

$$\text{weil } n_1 = n_2 \cdot \cdot \cdot \frac{D \cdot D_2}{D_1 \cdot D_3} = \frac{Z \cdot Z_2}{Z_1 \cdot Z_3} = \frac{n_3}{n}$$

$$\text{Ist } \frac{D}{D_1} = \frac{Z}{Z_1} = \frac{n_1}{n} = i_1 \quad \text{und} \quad \frac{D_2}{D_3} = \frac{Z_2}{Z_3} = \frac{n_3}{n_2} = i_2, \quad \text{so ist}$$

$\frac{n_3}{n} = i_1 \cdot i_2 = i$  das Gesamtübersetzungsverhältnis.

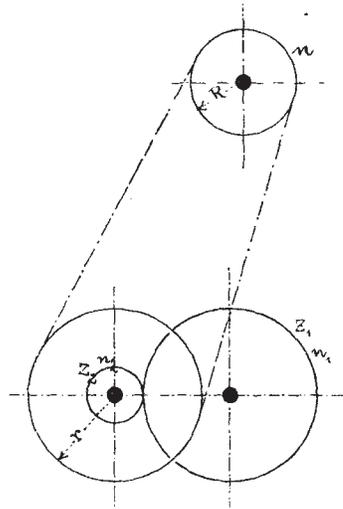


Fig. 187. Riementrieb mit Rädervorgelege.

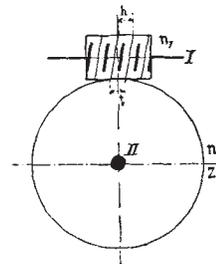


Fig. 188. Schraubenrädübersetzung.

c) Bei Riementrieb mit Rädervorgelege, Fig. 187, ist

$$n : n_2 = r : R$$

$$n_2 : n_1 = Z_1 : Z_2 \quad \text{daraus}$$

$$\frac{n}{n_1} = \frac{r \cdot Z_1}{R \cdot Z_2} = \frac{r}{R} \cdot \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\text{und wenn } \frac{Z_1}{Z_2} = i$$

das Übersetzungsverhältnis der Zahnräder ist, so ist

$$\frac{n}{n_1} = \frac{r}{R} \cdot i$$

d) Für Schraubenrädübersetzungen.

Ist, Fig. 188  $h$ , die Steigung der eingängigen Schraube, so ist  $h = t$ , der Teilung der Zähne des Schraubenrades. Es wird deshalb bei einer Umdrehung der Schraube das Zahnrad um eine Zahn-

teilung (einen Zahn) weiter gedreht. Ist nun  $z$  die Zähnezahl des Schraubenrades, so ergibt sich, wenn  $n_1$  die Umdrehungszahl der Schraube ist, die Anzahl der Umdrehungen des Schraubenrades

$$n = \frac{n_1}{z}.$$

Bei zweigängiger Schraube ist  $h = 2t$  und deshalb wird bei einer Umdrehung der Schraube das Rad um zwei Zähne weiter gedreht, daher dann

$$n = \frac{2n_1}{z}.$$

Nachdem bei dem Eingriff der Zahnräder die Zähne sich gegenseitig bewegen, wird infolge des Zahndruckes eine Reibung, die Zahnreibung, auftreten, welche als Widerstand der Bewegung entgegenwirkt und daher Effektverluste ergibt. Diese werden um so größer, je größer die Umfangsgeschwindigkeit ist. Nachdem dabei auch gefährliche (die Festigkeit der Zähne überwindende) Stöße auftreten, werden die Zahnräder nur bei nicht zu großer Umfangsgeschwindigkeit angewendet, und zwar bei besonders guten Ausführungen 15  $m$  im Maximum.

Die gewöhnlich angewendeten Übersetzungen sind 1 : 1 bis 1 : 5, selten darüber. Nur bei Schraubenrädern, Fig. 188, hat man Übersetzungen 1 : 12 bis 1 : 100.

Da die Räder sich mit ihren Zähnen unmittelbar berühren, so wird durch diese die Effektenübertragung nur auf geringere Entfernung möglich sein, da man die Räder, der Umfangsgeschwindigkeit wegen, nicht zu groß machen darf. Nur durch Einschaltung von Zwischenrädern (was bei Transmissionen nicht vorkommt) kann man diese vergrößern. Besser ist dann z. B. Riementrieb.

Die Zähne der Räder kann man genügend stark und lang machen, weshalb man den Zahnradtrieb auch zur Übertragung großer Effekte verwenden kann.

Zur Vermeidung des lärmenden Ganges und um die Stöße zu mildern, werden die Zähne des einen Rades aus Holz hergestellt. Bei sehr rasch laufenden Zahnrädern, z. B. für Dynamomaschinenantrieb, macht man das kleine Rad ganz aus Rohhaut.

Man verwendet die Zahnradtransmission heute seltener mehr für die Effektübertragung vom Motor auf die Transmission (ausgenommen bei Turbinen, wo man zuerst auf eine Zwischenwelle mit Zahnrädern und von da erst mit Riemen oder Seil weitergeht), ebenso auch seltener, um von der Haupttransmission auf die Nebenstränge zu treiben, da der Gang nicht stoßfrei und geräuschlos ist und die Effektverluste größer sind als z. B. bei der Seiltransmission. Auch die elektrische Übertragung hat diese verdrängt.

Bei Transmissionen wendet man Stirn- und Kegelräder an, äußerst selten Schraubnräder. Große Verwendung finden dagegen die Zahnräder bei den Arbeitsmaschinen der verschiedensten Art.

Zur Verringerung der Reibung und der Abnützung werden die Zahnräder geschmiert. Dies muß unbedingt bei den Schraubnrädern geschehen.

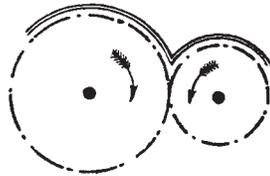


Fig. 189. Zahnraderschutz.

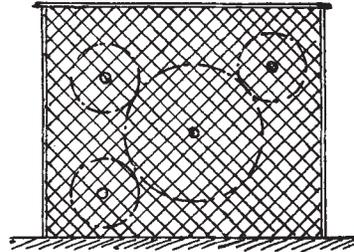


Fig. 190. Gitter bei Zahnrädern.

Zur Sicherung gegen Unfälle werden die Zahnräder mit Schutzhüllen versehen, welche namentlich die Einlaufstellen umhüllen, Fig. 189, oder auch die ganze Räderanordnung umschließen und dann gitterartig ausgeführt sind, Fig. 190.

### B. Druckwassertrieb.

Infolge der Unzusammendrückbarkeit des Wassers ist es möglich, durch Fortleitung des gespannten Wassers an irgend einer Stelle der dazu notwendigen Rohrleitung besonders eingerichtete Kraftmaschinen oder unmittelbar danach gebaute Arbeitsmaschinen zu betätigen.

Der Druck wird dadurch erzielt, daß das Wasser einem hochgelegenen Reservoir entnommen wird oder durch eigene Druckwerke in die Rohrleitung gepreßt wird.

In ersterer Weise werden z. B. von städtischen Wasserleitungen Aufzüge, kleine Motoren, Arbeitsmaschinen u. s. w. betätigt, während die letztere Art im Fabrikbetrieb für Hebewerke, Pressen, Nietmaschinen u. s. w. vielfach Anwendung findet.

Es werden dabei Wasserpressungen von 20 und mehr Atmosphären angewendet. Die Verwendung dieser Art Transmission erfordert aber meist eine kostspielige Einrichtung, gibt aber ruhigen Gang.

### C. Pneumatische Transmission.

Die in einer Rohrleitung eingeschlossene Luft kann durch Absaugen verdünnt oder Einpressen verdichtet werden. Dieser sich dadurch ergebende Druckunterschied (im ersteren Falle Überdruck der äußeren Luft, im zweiten Falle im Innern der Rohrleitung) wird durch die Rohrleitung fortgepflanzt und kann zum Betriebe von dementsprechend eingerichteten Kraft- und Arbeitsmaschinen verwendet werden.

Man unterscheidet deshalb Sauglufttrieb und Drucklufttrieb.

Bei ersterem kann der Druckunterschied nur höchstens 0,75 Atm. (Vakuum) betragen, daher er nur selten und nur für kleinere Leistungen angewendet werden kann, z. B. die Vakuumbremse bei den Eisenbahnwaggons, pneumatische Briefbeförderung u. s. w.

Beim Drucklufttrieb kann man die Spannung der Luft wesentlich erhöhen, 5–6 Atm. und darüber und daher größere Kraftwirkungen erzielen. Man erreicht dies durch Zusammenpressen der Luft mittels einer Luftpumpe (Kompressor), wobei aber der Umstand, daß durch die Komprimierung eine Erwärmung der Luft eintritt, schädlich auf die Maschine einwirkt, weshalb eine Kühlung erfolgen muß. Bei der Verwendung der Druckluft tritt aber wieder eine Abkühlung ein, welche wieder schädlich wirkt (weil unter 0°), weshalb durch Erwärmung vor der Verwendung dieser vorgebeugt wird. Diese Einrichtungen sind kostspielig, weshalb Druckluftanlagen nicht sehr häufig ausgeführt sind. Es ist aber durch diese eine Kraftverteilung möglich, wie selbe sich bei den Gasleitungen für Beleuchtungszwecke ergibt.

Zudem hat diese Art der Transmission den Vorteil, daß durch die ausströmende (gebrauchte) Luft eine stete Lufterneuerung (also Ventilation) erzielt wird.

Man verwendet diese Transmission zum Betriebe der mannigfachsten Arbeitsmaschinen in Werkstätten, für Hebevorrichtungen, zum Betriebe von Werkzeugen (pneumatische Hämmer, Bohrer u. s. w.) und ist in letzterer Richtung der elektrischen Transmission noch überlegen, da die Werkzeuge einfacher sind.

#### D. Elektrische Transmission.

Durch die von einem Motor betriebene dynamoelektrische Maschine wird ein elektrischer Strom erzeugt (mechanische Arbeit in elektrische Energie umgewandelt), welcher durch Drahtleitungen weiter geführt und durch ähnlich konstruierte Maschinen (Sekundär-

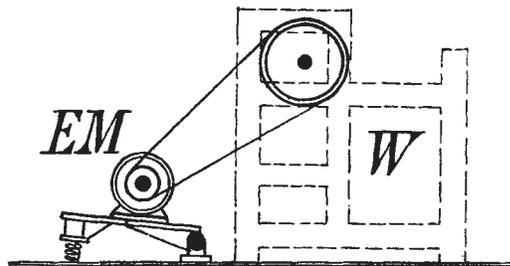


Fig. 191. Einzelantrieb.

dynamo, Elektromotor) wieder in mechanische Arbeit umgewandelt, von diesen abgegeben werden kann. Trotz dieser doppelten Umformung und der damit verbundenen Verluste bietet diese Art der Transmission mannigfache Vorteile.

Nachdem die Drahtleitungen kurz oder lang gemacht werden können, wird diese Übertragungsart sich für beliebige Entfernungen (selbst auf mehrere Kilometer) eignen und so recht eigentlich eine Ferntransmission sein.

Die Einrichtung der Kraftabgabe kann derart sein, daß jede Arbeitsmaschine einen eigenen Elektromotor hat, welcher an die Leitung angeschlossen ist und die Arbeitsmaschine allein betätigt. Man heißt dies Einzelantrieb, Fig. 191. *EM* ist der Antriebs-

motor, *W* ein Webstuhl, der durch eine Riemenübersetzung den Antrieb erhält.

Es kann ein Elektromotor seinen Arbeitseffekt mittels Riementrieb auf eine oder zwei Transmissionswellen abgeben, von welchen dieser auf die einzelnen Arbeitsmaschinen abgeleitet wird. Man heißt dies Gruppenantrieb, Fig. 192. *EM* ist der Elektromotor, der mittels Riemen die beiden Transmissionswellen *T* antreibt, von welchen dann in gewöhnlicher Weise in vier Reihen Webstühle *W* betätigt werden.

Bei ersteren hat man den Vorteil, daß jede Maschine für sich angetrieben wird und nach Bedarf ein- und ausgeschaltet werden

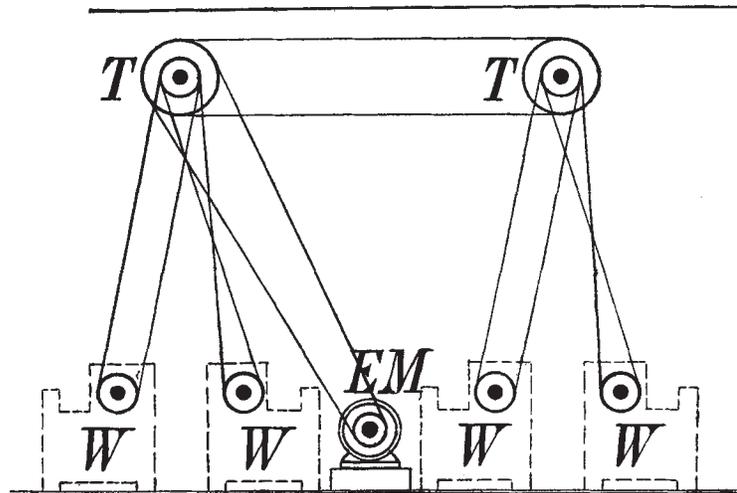


Fig. 192. Gruppenantrieb.

kann, daher der Stromverbrauch nur nach Maßgabe der Verwendung der Maschine notwendig ist. Es ist bei demselben auch keine andere eigentliche Transmission notwendig. Dagegen ist derselbe teurer in der Anlage, weil auch kräftigere Motore angewendet werden müssen (um den Anhub zu bewerkstelligen) und für jede Maschine eine separate Einrichtung (Ausschalter, Widerstand) notwendig ist. Er ist aber vorteilhaft, wo abseits stehende Arbeitsmaschinen betrieben werden sollen, z. B. abseits stehende Pumpen, Aufzüge, Arbeitsmaschinen in abgetrennten Räumen u. s. w.

Der Gruppenantrieb gestattet eine rationellere Ausnützung des Elektromotors und gewährt gleichmäßigen Gang (beim Anlassen der Arbeitsmaschinen besonders), erfordert aber eine zwischengeschaltete Transmission, so daß durch denselben gewissermaßen nur die Haupttransmission ersetzt ist. Er ist beim Betriebe vieler gleich-

artiger Arbeitsmaschinen, z. B. Webstühle, ökonomisch vorteilhaft und in der Anlage billiger.

Der von der Dynamomaschine erzeugte Strom kann entweder Gleichstrom, Wechselstrom oder Drehstrom sein. Ersterer geht in der Leitung stets in derselben Richtung und mit gleicher Stärke, beim Wechselstrom wechseln in kurzen Zeiträumen Richtung und Stärke, Drehstrom ist eine Kombination mehrerer Wechselströme mit besonderem Verhalten.

Der Gleichstrom wird beim Betriebe den Vorteil bieten, daß derselbe durch Einschalten von Widerständen in seiner Stärke geändert werden kann, wodurch sich in einfacher Weise Geschwindigkeitsänderungen bei den Arbeitsmaschinen erzielen lassen, weshalb dieser in solchen Fällen vorteilhaft zur Anwendung kommt.

Der Wechselstrom wird wegen der Schwierigkeit beim Anlassen der Arbeitsmaschinen für die unmittelbare Kraftübertragung nicht geeignet sein, wohl aber um elektrische Energie auf weite Entfernungen zu leiten (weil geringerer Verlust entsteht) und wird dann dieser an der Verwendungsstelle durch geeignete Einrichtungen (Transformationsmaschinen) in Gleichstrom umgewandelt (Betrieb der elektrischen Bahnen). Derselbe hat meist eine hohe Spannung und ist daher gefährlich.

Der Drehstrom läßt sich auf weite Entfernungen ohne größere Verluste leiten und kann auch unmittelbar zum Betriebe der Elektromotoren verwendet werden. Doch ist Einschalten von Widerständen untunlich. Auch dieser hat in der Leitung eine höhere Spannung (um schwächere Drahtleitungen zu erhalten) und kann durch geeignete Einrichtungen (Transformatoren), wie der Wechselstrom, in Strom von niedrigerer Spannung umgewandelt werden, was für die gefahrlose Handhabung (und für Beleuchtungszwecke) vorteilhaft ist.

Die Dynamomaschine, welche den Strom erzeugt, und der Elektromotor sind durch Leitungen verbunden, welche beim Betriebe einen geschlossenen Kreis ergeben müssen.

Die Leitungen sind entweder aus blankem oder umwickeltem (isolierten) Kupferdraht hergestellt, ersterer Fall nur dort, wo eine Berührung ausgeschlossen ist. Es werden diese auf an Stangen oder Haken angebrachten Isolatoren befestigt (oberirdische Leitung); oder es sind die Leitungsdrähte mit isolierenden Hüllen (aus Baumwollfäden, Gummi, Flachs- und Hanfschnüren in Wachs oder Asphalt getränkt), außerdem noch mit Eisendraht oder Eisenbändern oder mit einem Bleimantel (wenn im Wasser) umgeben und heißen diese dann Kabel. Diese werden in die Erde eingebettet (unterirdische oder Kabelleitungen).

Die Leitungsdrähte müssen eine der Stromstärke und Menge entsprechende Dicke (Querschnitt) besitzen, da sich dieselben sonst erhitzen und größeren Widerstand der Fortleitung (also Effektverluste) verursachen, ja selbst Erhitzungen und dadurch Brände verursachen können.

Um Beschädigungen an den Maschinen infolge eines zu stark auftretenden Stromes zu verhüten, sind Bleisicherungen in die Leitung vor dem Motor eingeschaltet, welche aus Blei- oder Zinnstreifen von einem der Strommenge entsprechenden Querschnitt bestehen.

Ferner sind in den Leitungen Ausschalter angebracht, um durch diese den Stromkreis zu schließen und zu unterbrechen.

Vielfach werden auch Meßapparate verschiedener Art (für die Stromstärke und Menge) in die Leitung eingeschaltet.

Die elektrische Kraftübertragung bietet den Vorteil, daß man leicht und ohne besondere Umstände die Leitung an irgend eine Stelle führen kann. Man ist deshalb mit der Aufstellung der Arbeitsmaschinen in keiner Weise gebunden. Auch kann man den Strom und daher auch die Effekte in beliebiger Weise verteilen.

Es kann die Übertragung auf selbst sehr weite Entfernungen erfolgen, ohne daß die Verluste zu bedeutend sind.

Der erzielbare Nutzeffekt ist je nach Größe der zu übertragenden Energie und der Länge der Leitung 60—95%, also günstiger als bei der mechanischen Transmission.

Der elektrische Strom bietet den weiteren Vorteil, daß die In- und Außerbetriebsetzung rasch und in einfacher Weise möglich ist, daher auch durch minder fachmännisch gebildete Kräfte durchgeführt werden kann.

Entgegen stehen nur die in vielen Fällen noch ziemlich hohen Stromkosten, namentlich wenn der elektrische Strom nicht durch Wasserkräfte (Wassermotoren) erzeugt wird, weshalb letztere durch diese Art der Transmission heute eine erhöhte Bedeutung erlangt haben.\*)

Die folgende Übersichtstabelle gibt die wichtigeren Verhältnisse der einzelnen Transmissionsarten an und gewährt einen Vergleich derselben.

---

\*) Weiteres unter elektrischer Beleuchtung in Maschinenkunde, 2. Teil.

## Übersichtstabelle.

Art der Transmission	Art der Übertragung	Größe des zu übertragenden Effektes	Geschwindigkeit der Übertragung	Übersetzung	Entfernung der Übertragung	Anwendbar bei	Anwendbar bei Arbeitsmaschinen
Wellen- transmission	genau	Nicht zu groß	Beliebig	1 : 1	Nicht zu groß	Haupt- und Nebentransmission	Ja
Riementrieb	Nicht genau	Groß und klein	Im allgemeinen größer	1 : 1 bis 1 : 5	Gering	Haupt- und Nebentransmission	Ja
Drahtseiltrieb	Nicht genau	Groß	Groß	1 : 1	Groß	Haupttransmission	Nein
Hanfseiltrieb	Nicht genau	Groß und klein	Groß	1 : 1 bis 1 : 5	Mittel	Haupt- und Nebentransmission	Ja
Kettentrieb	genau	Klein	Klein	1 : 1 bis 1 : 10	Klein	Bei Trans- missionen selten	Ja
Eriktionstrieb	Nicht genau	Klein	Groß	1 : 1 bis 1 : 10 event. veränd.	Gering	Bei Trans- missionen selten	Ja
Zahnradtrieb	genau	Groß und klein	Nicht zu groß	1 : 1 bis 1 : 5*)	Gering	Haupt- und Nebentransmission	Ja
Druckwassertrieb	Regulierbar	Groß und klein	Regulierbar	Beliebig und veränderlich	Groß und klein	Unmittelbarer Übertragung	Ja
Pneumatische Transmission	Regulierbar	Groß und klein	Regulierbar	Beliebig und veränderlich	Groß und klein	Unmittelbarer Übertragung	Ja
Elektrischer Antrieb	Regulierbar	Groß und klein	Groß und regulierbar	Ins Schnelle event. veränderlich	Groß und klein	Haupttransmission und unmittelbarer Übertragung	Ja

\*) Bei Schraubenträgern bis 1 : 100.

- Bär Franz**, Fachlehrer, und **Krauthelm Karl**, Buchhalter, Verbuchungsaufgaben für Webereifachschulen. Dritte Auflage. Preis, geb. M 1.25 = K 1.50. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 8. Mai 1903, Z. 13284.)
- Bär Franz**, Fachlehrer, und **Müller Wilhelm**, Bürgerschullehrer, Rechenaufgaben für Webereifachschulen. Zweite Auflage. Preis, kart. M 1.40 = K 1.60. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 8. Mai 1903, Z. 13284.)
- Edelstein Sigmund**, Ingenieur, k. k. Professor, Direktor, Die Fachbildgetriebe am mechanischen Webstuhle. Mit 59 Abbildungen. Preis, geb. M 6.— = K 7.20.
- Georgievics, Dr. Georg von**, Professor. Lehrbuch der chemischen Technologie der Gespinnstfasern. I. Teil: Lehrbuch der Farbenchemie. Vierte Auflage. Herausgegeben von Professor **Dr. Eugen Grandmougin**. Preis, geb. M 15.— = K 18.—, geb. M 16.50 = K 19.80. — II. Teil: Gespinnstfasern, Wäscherei, Bleicherei, Färberei, Druckerei, Appretur. Unter Mitwirkung von Professor **Dr. Gustav Ulrich**. Zweite Auflage. Mit 47 Abbildungen im Texte. Preis, geb. M 10.— = K 12.—, geb. M 11.20 = K 13.50.
- Haußner Alfred**, Ingenieur, Professor, Vorlesungen über mechanische Technologie der Faserstoffe. Spinnerei, Weberei, Papierfabrikation. Mit vielen Abbildungen im Texte und 7 Tafeln. 2 Teile à M 7.— = K 8.40.
- Kinzer Heinrich**, k. k. Fachschuldirektor, Fabrikationskunde für die Webereiindustrie. Mit 4 Fabrikplänen. Preis, geb. M 3.— = K 3.60.
- Kraus Franz**, Textiltechniker und k. k. Fachschullehrer. Der Webmeister für mechanische Weberei. I. Teil: Einfacher schmaler Webstuhl. Mit 40 Fig. Preis, kart. M 1.50 = K 1.80. — II. Teil: Die schmalen Wechselstühle. Mit 25 Fig. Preis, kart. M 1.50 = K 1.80. — III. Teil: Die Schaft- und Jacquardmaschinen. Mit 100 Fig. Preis M 1.80 = K 2.—. — IV. Teil: Die Vorrichtungen für spezielle Gewebe. Im Druck.
- Mikolaschek Karl**, Ingenieur, k. k. Hofrat, k. k. Professor, Maschinenkunde für Webschulen. II. Teil: Motoren und elektrische Beleuchtung. Zweite Auflage. Mit 104 Fig. und 2 Tafeln. Preis, geb. M 1.80 = K 2.20. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 6. Juli 1910, Z. 437/1—XXIa.)
- Mechanische Weberei. Dritte Auflage. I. Abteilung: Die Vorbereitungsmaschinen. Mit 117 Fig. Preis, geb. M 2.20 = K 2.50. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 5. Oktober 1904, Z. 31471.) — II. Abteilung: Einrichtungen zur Bewegung der Kette. Mit 169 Fig. Preis, geb. M 3.— = K 3.60. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 22. Februar 1908, Z. 4495.)
- Kurzer Abriß der mechanischen Weberei. Mit 42 Figuren. Preis M 1.— = K 1.20. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 21. März 1911, Z. 115/1—XXIa.)
- Müller Gustav**, k. k. Fachschullehrer. Lehrbuch der Buchhaltung für Textilschulen. I. Teil: Einfache Buchhaltung. Preis, kart. M 1.50 = K 1.80. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 4. Juni 1912, Z. 19182—XXIa.) — II. Teil: Doppelte Buchhaltung. Unter der Presse.
- Weiß Artur**, Kais. Rat, Professor. Textiltechnik und Textilhandel. Dritte Auflage. Mit 100 Abbildungen. Preis, geb. M 8.— = K 9.60, geb. M 9.20 = K 11.—.
- Zipser Julius**, k. k. Regierungsrat, emer. Professor, Technologie der Spinnerei. Zweite Auflage. Mit 78 Fig. Preis, geb. M 1.50 = K 1.80. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 31. Jänner 1908, Z. 31474 ex 1907.)
- Die textilen Rohmaterialien und ihre Verarbeitung zu Gespinnsten. I. Teil: Die textilen Rohmaterialien. (Materiallehre.) Vierte Auflage. Mit 40 Abbildungen. Preis M 1.50 = K 1.80. — II. Teil: Die Verarbeitung der textilen Rohstoffe zu Gespinnsten. (Die Technologie der Spinnerei.) Zweite Auflage. I. Hälfte: Die Verarbeitung der pflanzlichen Rohstoffe. Mit 144 Abbildungen. Preis M 3.50 = K 4.—. — 2. Hälfte: Die Verarbeitung der tierischen und mineralischen Rohstoffe. Mit 125 Abbildungen. Preis M 4.50 = K 5.40.
- Zipser Julius**, k. k. Regierungsrat, emerit. Professor, und **Marschik Samuel**, Professor, Materialienkunde für Webeschulen. Mit 52 Abbildungen. Preis, kart. M 2.— = K 2.40. (Approbiert mit Min.-Erlaß vom 8. Oktober 1912, Z. 50559—XXIa.)