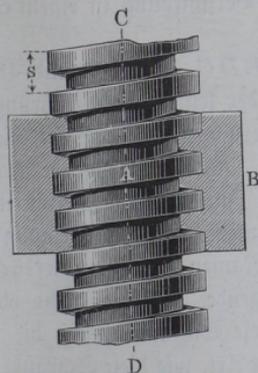


## Fünftes Capitel.

### Die Schrauben.

Schrauben im Allgemeinen. Das in der Einleitung, §. 28, mit §. 124. dem Namen des Schraubenpaares bezeichnete Maschinenorgan findet eine sehr häufige Anwendung bei den verschiedensten Maschinenconstructions. Wie bereits an gedachter Stelle angegeben wurde, besteht die relative Bewegung, deren die beiden Glieder, die Schraubenspindel und die Schraubennutter, gegen einander fähig sind, aus einer Drehung um die Ase der Schraube verbunden mit einer Schiebung längs derselben, und es ist die Möglichkeit eines vollständigen Umschließens der Spindel durch die Mutter an die Bedingung geknüpft, daß das Verhältniß dieser beiden Bewegungen zu einander fortwährend denselben unveränderlichen Werth habe. Unter dieser Voraussetzung beschreibt nämlich jeder Punkt der Mutter *B*, Fig. 484, relativ gegen die Spindel *CD* eine cylindrische

Fig. 484.



Schraubenlinie von der constanten Steigung *s*. Eine solche cylindrische Schraubenlinie *BLK*, Fig. 485 (a. f. S.), ist bekanntlich dadurch gekennzeichnet, daß sie durch Abwicklung des Cylindermantels, auf welchem sie befindlich ist, zu einer geraden Linie *BH* gestreckt wird, deren Neigungswinkel  $\angle HBG = \alpha$  gegen die Basis *BG* des Cylinders gegeben ist durch:

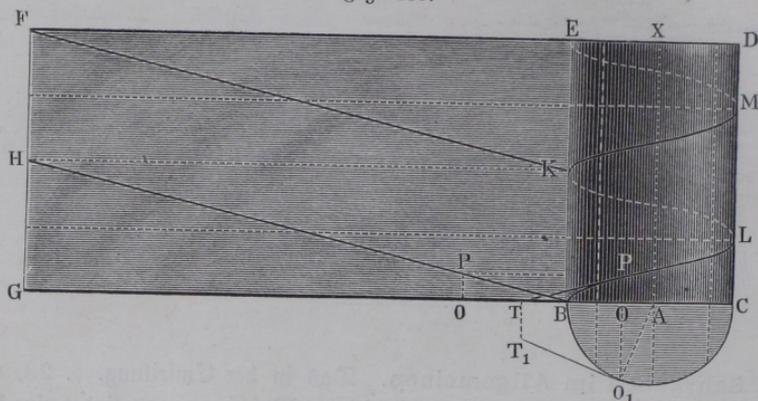
$$\tan \alpha = \frac{GH}{GB} = \frac{s}{2\pi r},$$

unter *s* die Steigung oder Höhe *GH* eines Schraubenganges und unter *r* den Halbmesser

$AB$  des Cylinders verstanden. Die Länge einer ganzen Schraubenwindung ist demgemäß bestimmt durch

$$BH = l = \sqrt{s^2 + (2\pi r)^2} = \frac{s}{\sin \alpha} = \frac{2\pi r}{\cos \alpha}.$$

Fig. 485.



Ebenso hat man für irgend ein Stück  $BP$  der Schraubenlinie, dessen Endpunkte  $B$  und  $P$  um den Centriwinkel  $BAO_1 = \omega$  absteigen, die Ansteigung

$$OP = h = r\omega \tan \alpha,$$

und die Länge

$$BP = l = \frac{r\omega}{\cos \alpha}.$$

Aus  $\tan \alpha = \frac{s}{2\pi r}$  und  $\tan \alpha = \frac{h}{r\omega}$  folgt

$$\frac{h}{\omega} = \frac{s}{2\pi'}$$

d. h. der Drehungswinkel steht zu der zugehörigen Verschiebung in einem constanten Verhältnisse.

Denkt man sich nun auf einem Cylinder  $BEDC$ , Fig. 486 und 487, eine Schraubenlinie  $BLK$  .. gezeichnet und auf der letzteren als Führungslinie eine gerade Erzeugendenslinie  $BB_1$  derartig herumgeführt, daß ein Punkt  $B$  derselben stetig in der Schraubenlinie verbleibt, und die Erzeugende  $BB_1$  fortwährend die Axe  $AX$  unter demselben Winkel schneidet, so beschreibt jeder Punkt  $B_1$  der Erzeugenden wieder eine Schraubenlinie von der Steigung  $s$ , und es entsteht eine gewisse windschiefe, mit dem Namen Schraubenfläche zu bezeichnende Fläche. Je nachdem die Erzeugende  $BB_1$  senkrecht oder schief zur Axe  $AX$  vorausgesetzt wird, nimmt diese Schraubenfläche die in Fig. 486 oder 487 angedeutete Form an. Aus der Art, wie diese Schrauben-

flächen entstanden gedacht werden können, ergibt sich, daß jeder um die Schraubenaxe  $AX$  concentrisch gelegte Cylinder von dem beliebigen Halb-

Fig. 486.

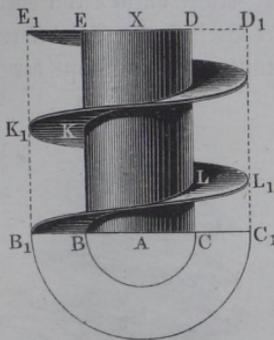
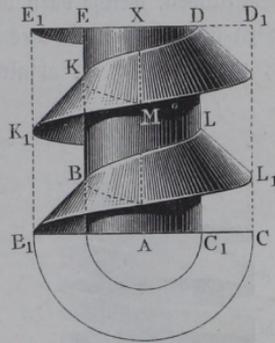


Fig. 487.



messer  $r_1$  die Schraubenfläche in einer cylindrischen Schraubelinie vom Halbmesser  $r_1$  schneidet, und daß für alle diese Schraubelinien die Steigung eine und dieselbe Größe  $s$  hat. Der Neigungswinkel  $\alpha_1$  dieser Schraubelinie ist dabei durch  $\tan \alpha_1 = \frac{s}{2\pi r_1}$  ausgedrückt, woraus sich ergibt, daß

die von den einzelnen Punkten der Erzeugenden  $BB_1$  beschriebenen Schraubelinien um so geringere Neigung gegen die Basis des Cylinders haben, je größer der Abstand  $r_1$  derselben von der Axe ist.

Wenn man in der angegebenen Weise anstatt der geraden Linie  $BB_1$  eine beliebige gerad- oder krummlinig begrenzte ebene Figur als erzeugendes Element anwendet, indem man diese Figur mit einem ihrer Punkte auf einer gegebenen Schraubelinie so herumsührt, daß ihre Ebene stetig die Axe der Schraube in sich aufnimmt, so beschreibt der Umfang dieser Figur ebenfalls eine Schraubenfläche, welche einen gewissen schraubenförmig gewundenen Raum abschließt. Man nennt ein derartiges schraubenförmiges, materiell ausgeführtes Gebilde ein Schraubengewinde, und kann sich dasselbe gewissermaßen als eine Verkörperung der Schraubelinie vorstellen.

Je nach der gewählten Erzeugungsfläche unterscheidet man verschiedene Arten von Gewinden, und sind die am häufigsten vorkommenden das flache Gewinde, Fig. 488 (a. f. S.), und das scharfe Gewinde, Fig. 489 (a. f. S.). Während das flache Gewinde durch die Bewegung eines Rechtecks  $BCDE$ , Fig. 490 (a. f. S.), erzeugt wird, dessen Höhe  $BC = \frac{s}{2}$  gewählt wird, entsteht das scharfe Gewinde durch die Herumsührung eines gleichschenkeligen Dreiecks  $BCD$ , Fig. 491 (a. f. S.), dessen Basis  $BC = s$  ist. Während daher bei dem letzteren die Gewindgänge an dem inneren massiven Cylinder, dem sogenannten Kern, in dessen gesamnter Oberfläche haften, bedecken die

flachen Gänge nur die Hälfte des Kerns, welcher Umstand bei der Bestimmung der Festigkeit der Gewinde gegen ein Abschneiden in der Axenrichtung zu berücksichtigen ist. Die flachen Gewinde verwendet man hauptsächlich bei solchen Schrauben, welche dazu dienen, größere Kräfte durch Druck oder Stoßwirkung zu übertragen, wie dies besonders bei Pressen und Windwerken der Fall ist, weil das auf der axialen Druckrichtung normale Profil der Gänge

Fig. 488.

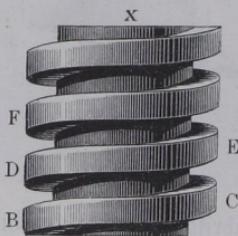
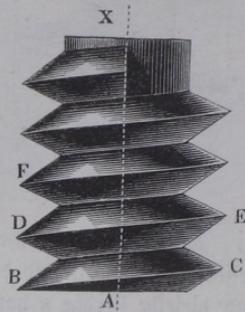


Fig. 489.



die letzteren zur Aufnahme größerer Drucke besonders geeignet macht. Auch ist hierbei der unvermeidliche Reibungswiderstand von einem geringeren Be-

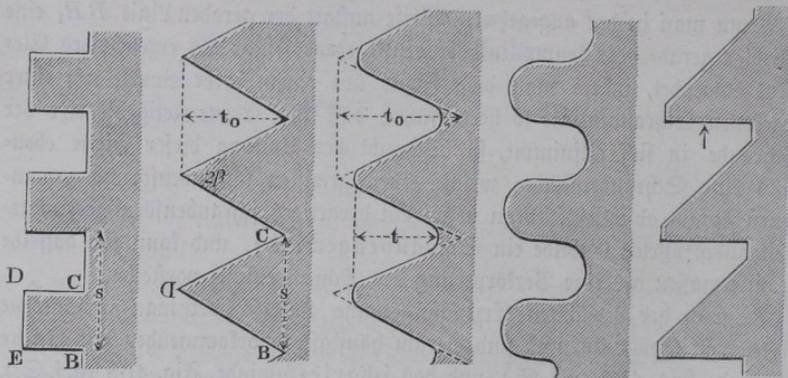
Fig. 490.

Fig. 491.

Fig. 492.

Fig. 493.

Fig. 494.



trage als bei den scharfen Gewinden, welche, wie sich leicht ersieht, wegen ihrer scharfen Profile eine gewissermaßen keilartige Wirkung äußern, mit welcher größere Reibung verbunden ist. Aus letzterem Grunde werden scharfe Gewinde fast ausschließlich bei Befestigungsschrauben verwendet, bei welchen ein großer Reibungswiderstand dem beabsichtigten Zwecke insofern förderlich ist, als durch ihn ein selbständiges Lösen der Schraubenverbindung verhindert

oder erschwert wird. Aus praktischen Rücksichten pflegt man übrigens häufig die scharfen Ecken der Gewindeprofile abzurunden, und wendet für Befestigungsschrauben meist das Whitworth'sche Profil, Fig. 492, und für Preßschrauben häufig runde Gewinde von der Durchschnittsform Fig. 493 an. Um bei sehr starken Drucken den Gewinden von Preß- und Prägschrauben zc. möglichste Widerstandsfähigkeit durch große Anhaftungsfläche am Schraubenkern zu geben und dabei doch nur geringe Reibung zu veranlassen, wird zuweilen der Querschnitt auch trapezförmig nach Fig. 494 gemacht, welche Form indessen selbstverständlich nur anwendbar sein wird, wenn der Druck stets nur in der einen Richtung (des Pfeils) von den Gewindegängen aufzunehmen ist.

Ebenso wie die Geometrie je nach der Drehungsrichtung, nach welcher das Fortschreiten in der Axe erfolgt, rechtsgängige und linksgängige Schraubenlinien unterscheidet, kennt man in der Praxis rechte und linke Schrauben, und versteht man unter rechtsgängigen Schrauben solche, bei welchen die Gewindegänge auf dem vorderen Theile der Schraubenspindel, welcher dem Beschauer zugewendet ist, von links nach rechts ansteigen (also entsprechend der Richtung bei der gewöhnlichen Currentschrist). Die in der Technik vorkommenden Schrauben sind fast ausschließlich rechtsgängig, nur in besonderen Fällen muß man linke Gewinde anwenden.

Endlich hat man die einfachen oder eingängigen von den zwei- und mehrgängigen Schrauben zu unterscheiden. Denkt man sich z. B. in Fig. 495 ein flaches Gewinde  $B_1 C_1 D_1 E_1$  .. durch Herumsführung eines

Fig. 495.

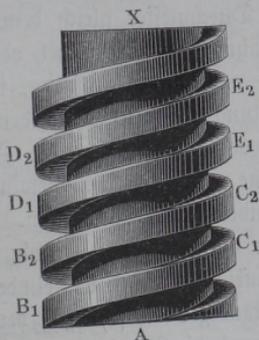
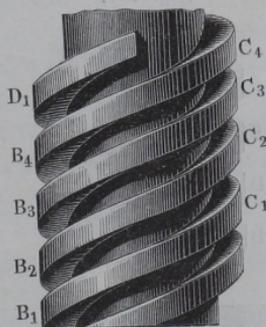


Fig. 496.

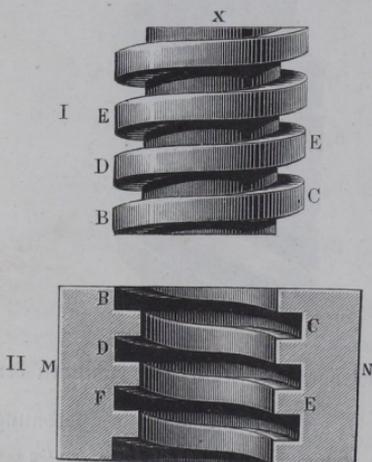


Rechteckes erzeugt, dessen Basis nur  $\frac{s}{4}$  beträgt, so gestattet der zwischen den Gängen verbleibende Zwischenraum von  $\frac{3}{4}s$  Breite offenbar die Anordnung eines dem ersten Gewinde parallelen und congruenten anderen  $B_2 C_2 D_2 E_2 \dots$ ,

dessen Gänge von denen des ersteren überall den Abstand  $\frac{s}{4}$  in der Axenrichtung gemessen haben. Es entsteht auf solche Weise eine zweigängige Schraube, und ist hieraus ohne Weiteres klar, was man unter einer drei-, vier- oder mehrgängigen Schraube zu verstehen hat. Fig. 496 (a. v. S.) stellt z. B. eine viergängige Schraube mit flachem Gewinde vor, dessen Erzeugungsfäche ein Rechteck mit der Basis  $\frac{s}{8}$  ist. Es ist leicht zu erkennen, daß man mehrgängige Schrauben hauptsächlich bei verhältnißmäßig großer Steigung  $s$  anwenden wird, bei welcher eine eingängige Schraube gar zu massige Gewinde annehmen und bedeutende Reibungen ergeben würde. Die mehrgängigen Schrauben haben fast immer rechteckige oder trapezförmige Profile. Zu den mehrgängigen Schrauben gehören auch die zur Wasserförderung dienenden sogenannten Wasserschnecken, sowie die zur Bewegung der Schiffe angewendeten Schiffsschrauben, worüber ein Näheres in der zweiten Abtheilung.

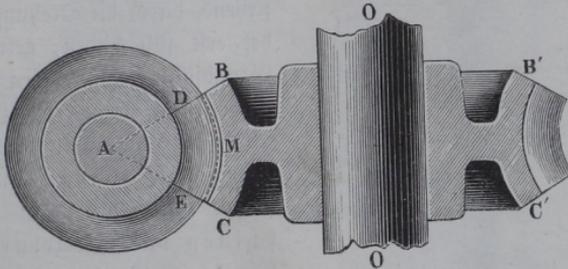
Das bisher über Schrauben Gesagte bezieht sich vorzugsweise auf die eigentliche Schraubenspindel, d. h. auf den aus dem massiven Kern und den darauf befindlichen erhabenen Gewinden bestehenden Theil. Zu jeder Schraubenspindel gehört nach dem in der Einleitung über Elementenpaare Angeführten stets ein zweites Paarglied, welches mit dem Namen der Schraubenmutter oder schlechtweg Mutter bezeichnet wird. Diese Mutter ist in ihrer Form immer durch diejenige der Schraubenspindel bestimmt, insofern die Mutter den Umschlußkörper der Spindel bildet. Die Schraubenmutter, Fig. 497 II, besteht daher immer aus einem

Fig. 497.



Hohlzylinder  $MN$ , von einem inneren Durchmesser gleich dem äußeren Durchmesser der Spindel, oder einem doch nur wenig größeren, in dessen Höhlung ebenfalls Schraubenwindungen vortreten, welche die Zwischenräume zwischen den Gewinden der Spindel gerade ausfüllen. Es ist schon oben angedeutet und aus der Geometrie bekannt, daß ein derartiges vollständiges Umschließen der Spindel durch die Mutter nur bei der cylindrischen Schraube von constanter Steigung möglich ist, da bei nicht cylindrischer Grundgestalt oder veränderlicher Steigung jede relative Be-

wegung der beiden Theile von vornherein ausgeschlossen sein würde. Es ist indessen für die beabsichtigte Bewegung nicht unumgänglich, daß die Schraubenmutter ihre Spindel vollständig umschließe, es genügt dazu auch ein theilweiser Anschluß, wie man sich leicht überzeugt, wenn man aus der Mutter *M* einer Schraubenspindel *A*, Fig. 498, durch zwei, etwa nach der Fig. 498.

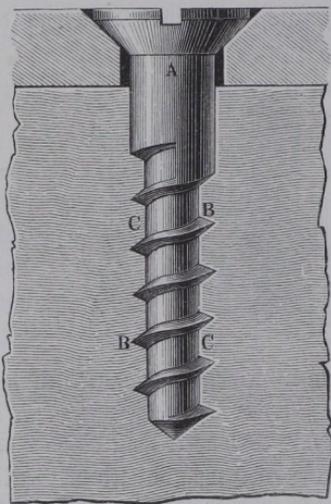


Axre gerichtete Schnitte *AB* und *AC* einen prismatischen Streifen herauschneidet, auf welchem die betreffenden Theile der Muttergewinde *DE* in Form schräger Zähne befindlich sein werden. Verhindert man diesen Theil nur in irgend welcher Weise, z. B. durch eine Führung, mit seinen Gewinden aus denen der Schraube herauszutreten, so muß er eben so wie eine volle Ringmutter an den der Schraube eigenthümlichen Bewegungen theilnehmen. Die Verschiebung dieses Stückes parallel der Axre würde dabei etwa der Bewegung einer Zahnstange entsprechen, und wenn man sich vorstellt, daß der hinreichend lange Streifen *BC* zu einem kreisförmigen Rade *BB'* gebogen werde, das um die feste Axre *OO* rotirt, so erkennt man leicht die Möglichkeit, die Schraubenspindel *A* als sogenannte Schraube ohne Ende mit einem Zahnrade zusammenwirken zu lassen, welches die Function der Schraubenmutter übernimmt und mit der Bezeichnung eines Schneckenrades oder auch wohl Wurmrades belegt wird.

Wenn die Schraubenspindel und die Mutter aus Materialien von gleicher oder nahezu gleicher Widerstandsfähigkeit bestehen, so pflegt man den Gewinden auch gleiche Querschnitte zu geben, wie aus den Figuren 490 bis 494 ersichtlich ist. Nur in solchen Fällen, in denen die Festigkeit des Materials beider Theile sehr verschieden ist, weicht man von dieser Regel ab, so z. B. bei den Holzschrauben, Fig. 499 (a. f. S.), d. h. solchen metallenen Schraubenspideln, deren Muttergewinde aus Holz bestehen, und welche durch das Eindrehen der Spindel sich erst bilden. Hierfür ist es allgemein gebräuchlich, die Gewinde *B* der Spindel dünn und der von ihnen zu äußernenden schneidenden Wirkung wegen messerartig scharf auszubilden, so daß die zwischen ihnen vorhandenen breiteren Zwischenräume *C* hölzernen Muttergewinden von genügender Widerstandsfähigkeit gegen ein Ausziehen der

Schraube entsprechen. Bei solchen Holzschrauben ist es auch allein zulässig, der Spindel eine nach dem Ende hin conisch verjüngte Gestalt zu geben, welche

Fig. 499.



Form bei Anwendung metallener Muthern nicht zulässig\*) ist. Auch bei allen denjenigen Schrauben, deren Muthern, aus bildsamen Massen bestehend, durch die Drehung der Spindel erst sich bilden, gelten ähnliche Grundsätze. Zu diesen Schrauben gehören außer den schon erwähnten Schiffschrauben und Wasserschnecken noch gewisse Schraubenventilatoren und manche in Knetmaschinen und Ziegelpressen gebrauchte Schrauben, sowie die zum Transporte des Mehls in Mahlmühlen angewandten Transportschrauben, von denen an den betreffenden Stellen gehandelt werden wird.

- §. 125. **Schraubenbewegung.** Die relative Bewegung zwischen einer Schraubenspindel und ihrer Mutter besteht nach dem Früheren stets in einer zweifachen Elementarbewegung, einer Drehung um die Axe und einer geradlinigen Verschiebung parallel der letzteren. Durch die Form, welche man den Gewindegängen gegeben hat, ist unter Ausschluß jeder anderen Bewegung das Verhältniß der Drehung  $\omega$  zur Schiebung  $h$  ein unveränderliches. Wenn man daher zwischen den beiden Gliedern, Spindel und Mutter, eine jener beiden relativen Bewegungen, Drehung oder Schiebung, in einem gewissen Betrage veranlaßt, so muß auch die andere Bewegung zwischen den Gliedern sich in der durch  $\frac{h}{\omega} = \frac{s}{2\pi}$  gegebenen Größe einstellen. Da es sich hierbei nur um relative Bewegungen zwischen Schraube und Mutter handelt, so ist es offenbar gleichgültig, welcher Theil die absoluten Bewegungen vollführt. Hält man den einen Theil beispielsweise ganz fest, so daß er weder einer Drehung noch einer Verschiebung fähig ist, so müssen beide Bewegungen von dem anderen Theile ausgeführt werden, und ist der eine Theil nur einer der beiden Bewegungen fähig, so wird der andere Theil nothwendig zu der zwei-

\*) Eine sehr seltene Ausnahme hiervon giebt die Seilverbindung, Fig. 463, S. 591.