

- b) die Steigung des Gewindes muſs in allen Theilen deſſelben ganz gleich ſein;
- c) die Spindel ſowohl, als die Höhlung der Mutter muſs ganz gerade, genau rund und überall von gleichem Durchmesser ſein;
- d) das Gewinde muſs glatt und rein ausgearbeitet ſein, um keine unnöthige Reibung bei der Bewegung zu veranlaſſen;
- e) die Spindel muſs genau in die Mutter paſſen, ohne ſich zu klemmen oder zu ſchlottern, zu welchem Behufe es nothwendig iſt, daſs der Durchmesser des Kernes gleich ſei dem Durchmesser der Mutter an dem innern Rande der Gänge.

Was die erſte Forderung anbetrifft, ſo hat die Erfahrung über die Steigung und über die Feinheit des Gewindes gewiſſe Verhältniſſe als angemessen und paſſend herausgeſtellt, und es iſt rathſam, wo nicht beſondere Umſtände eine Abweichung unvermeidlich machen, dieſe durch die Praxis bewährten Geſetze als Norm zu nehmen.

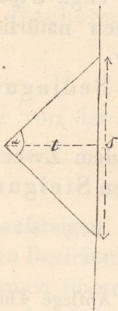
Die am häufigſten zur Ausführung kommenden Schraubenformen ſind das dreieckige und rechteckige Gewinde.

## b) Formen der Schraubengewinde.

### 1) Das dreieckige Schraubengewinde.

Verhältniſſe des dreieckigen Gewindes, Whitworthſche Skala.

§ 34. Das dreieckige Gewinde, auch ſcharfes Gewinde genannt, kommt vorzugſweiſe bei den Befesti- gungsschrauben zur Anwendung, und zwar hier namentlich das einfache Gewinde.



Das Dreieck, welches dieſem Gewinde zum Grunde liegt, iſt gleichſchenklich, auch wohl gleichſeitig. Die Grundlinie dieſes Dreiecks, welche mit der Achſe der Spindel parallel iſt und die Gangbreite repräſentirt, macht man gleich der Steigung, ſo daſs die einzelnen Schraubengänge unmittelbar an einander ſtoſſen, ohne dazwiſchen ein Stück des Kernes freizulaſſen. Der Winkel in der Spitze dieſes Dreiecks (der Kantenwinkel) variirt bei guten Ausführungen zwiſchen  $50^\circ$  und  $60^\circ$  und hierdurch iſt die Gangtiefe gegeben. Iſt der Kantenwinkel  $= \alpha$ , die

Tiefe des Gewindes =  $t$  und die Gangbreite, hier gleich der Ganghöhe oder Steigung =  $s$ , so hat man:

$$t = \frac{1}{2}s \cotg. \frac{1}{2}\alpha,$$

für  $\alpha = 50^\circ$  ist demnach  $t = 1,072s$ ,

„  $\alpha = 55^\circ$  „ „ „  $t = 0,96s$ ,

„  $\alpha = 60^\circ$  „ „ „  $t = 0,87s$ .

Wenn dagegen die Gangtiefe gleich der Ganghöhe sein soll, also  $t = s$ , so hat man:

$$\cotg. \frac{1}{2}\alpha = 2$$

$$\alpha = 53^\circ.$$

Die Feinheit des Gewindes kann man passend durch die Erfahrungsformel bestimmen:

$$z = 7,6 \sqrt[3]{(d + 0,11)},$$

wenn  $z$  die Anzahl der Gewinde auf eine Länge gleich dem Durchmesser und  $d$  den Durchmesser der Spindel in preufs. Zollen bezeichnet\*). Hieraus ergibt sich die Ganghöhe:

$$s = \frac{d}{z} \text{ Zoll.}$$

Von sehr wesentlichem Nutzen für die Technik würde es sein, wenn man sich über die Annahme eines bestimmten Systems für die Befestigungsschrauben allgemein verständigte, damit sich nicht allein Reparaturen von Maschinen, die aus einer Werkstatt hervorgegangen sind, in der andern leicht ausführen lassen, sondern auch Schrauben in Vorrath gehalten werden können, die in alle Muttern von demselben Durchmesser passen. Dies ist von besonderer Bedeutung für die Befestigungsschrauben. Der Maschinenbauer Joseph Whitworth in England machte zuerst auf die Vortheile aufmerksam, welche aus der allgemeinen Annahme übereinstimmender Schraubengewinde entstehen würden, und hat zu dem Zweck ein System von Schraubengewinden zusammengestellt, wel-

\*) Nach Redtenbacher: »Resultate für den Maschinenbau § 61«, für franz. Maafs:

$$z = \sqrt[3]{(48 + 168d)}$$

wenn  $d$  in Centimètres.

Dies giebt für preufs. Maafs:

$$z = 5\sqrt[3]{(1 + 3d)}$$

wenn  $d$  in Zollen.



ches dadurch zu Stande gebracht wurde, dafs man eine grofse Menge Schraubenbolzen von den vorzüglichsten Maschinenwerkstätten Englands sammelte, die Ganghöhe ihrer Gewinde mit dem Durchmesser verglich, und aus den Mittelwerthen eine regelmäfsige Skala bildete.

Die Schrauben von  $\frac{1}{4}$ " ,  $\frac{1}{2}$ " und  $1\frac{1}{2}$ " Durchmesser wurden besonders ausgewählt, und als feststehende Punkte der Skala angenommen, nach welchen man die dazwischen fallenden Abstufungen bestimmte. Diese Skala wurde später bis auf sechs Zoll Durchmesser ausgedehnt, und ist unter dem Namen der Whitworthschen Schrauben-Skala bekannt.

Die Whitworthsche Skala hat nicht nur in England eine ziemlich allgemeine Annahme gefunden, und ist in den meisten grössern Werkstätten dieses Landes, so wie in dem Royal Dock-Yard zu Woolwich und bei der Königl. Postdampfboot-Gesellschaft eingeführt, sondern sie ist auch in Deutschland üblich geworden und namentlich hat die Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker, welche im Februar 1850 in Berlin zusammentrat, dieses System für sämtliche deutsche Eisenbahnen anzunehmen, durch Beschluß festgestellt. Dieser Beschluß lautet im § 169 der „Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands“:

„Für alle Schrauben an den Lokomotiven, Tendern und Wagen muß das Whitworthsche Gewinde zur Anwendung kommen“.

Wir wollen daher auch hier das Whitworthsche Gewinde ausschließlich berücksichtigen und im Folgenden zum Grunde legen.

Die Durchmesser der Schrauben der Whitworthschen Skala sind sämtlich nach englischem Maafs bestimmt und es ist von  $\frac{1}{4}$ " Spindel-Durchmesser bis zu 6" steigend eine Reihe von 33 verschiedenen Schrauben-Durchmessern festgestellt, welche allein zur Ausführung zulässig sind.

Wenn in Folgendem von Durchmessern der Befestigungsschrauben die Rede ist, soll allemal der Spindel-Durchmesser in **englischen** Zollen verstanden werden.

Uebrigens ist 1 preufs. Zoll = 1,03 engl. Zoll,

1 engl. Zoll = 0,97 preufs. Zoll.

Folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Whitworthschen Schraubenskala:

## II. Tabelle

über die Durchmesser und die Feinheit der dreiseitigen Schraubengewinde nach der Whitworthschen Skala:

No.	Durchmesser der Schraube in engl. Zoll.	Anzahl der Gewinde	
		auf einen engl. Zoll Länge.	auf eine Länge gleich dem Spindel- Durchmesser.
1	$\frac{1}{4}$	20	5
2	$\frac{5}{16}$	18	$5\frac{5}{8}$
3	$\frac{3}{8}$	16	6
4	$\frac{7}{16}$	14	$6\frac{1}{8}$
5	$\frac{1}{2}$	12	6
6	$\frac{5}{8}$	11	$6\frac{7}{8}$
7	$\frac{3}{4}$	10	$7\frac{1}{2}$
8	$\frac{7}{8}$	9	$7\frac{7}{8}$
9	1	8	8
10	$1\frac{1}{8}$	7	$7\frac{7}{8}$
11	$1\frac{1}{4}$	7	$8\frac{3}{4}$
12	$1\frac{3}{8}$	6	$8\frac{1}{4}$
13	$1\frac{1}{2}$	6	9
14	$1\frac{5}{8}$	5	$8\frac{1}{8}$
15	$1\frac{3}{4}$	5	$8\frac{3}{4}$
16	$1\frac{7}{8}$	$4\frac{1}{2}$	$8\frac{7}{8}$
17	2	$4\frac{1}{2}$	9
18	$2\frac{1}{4}$	4	9
19	$2\frac{1}{2}$	4	10
20	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$9\frac{5}{8}$
21	3	$3\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$
22	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{4}$	$10\frac{9}{16}$
23	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	$11\frac{3}{8}$
24	$3\frac{3}{4}$	3	$11\frac{1}{4}$
25	4	3	12
26	$4\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{8}$	$12\frac{7}{32}$
27	$4\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{8}$	$12\frac{15}{16}$
28	$4\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$13\frac{1}{16}$
29	5	$2\frac{3}{4}$	$13\frac{3}{4}$
30	$5\frac{1}{4}$	$2\frac{5}{8}$	$13\frac{25}{32}$
31	$5\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	$14\frac{7}{16}$
32	$5\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$14\frac{3}{8}$
33	6	$2\frac{1}{2}$	15



Der Kantenwinkel ist bei sämmtlichen Gewinden 55 bis 60 Grad und daher die Gangtiefe nach dem Fröhern 0,96 bis 0,87 der Steigung (S. 61). Diese Skala gilt sowohl für Schrauben von Gufseisen wie auch von Schmiedeeisen.

Die Resultate der Whitworthschen Skala werden für fernere Berechnungen hinreichend genau wieder gegeben durch die Formel

$$z = 7,52 \sqrt[3]{(d+0,12)},$$

wenn  $z$  die Zahl der Schraubengänge ist, auf eine Länge gleich  $d$ , dem Spindel-Durchmesser in englischen Zollen.

Diese Formel korrespondirt mit der oben angegebenen für preufs. Maafs (s. S. 61).

Taf. 2. Fig. 12 bis 15 zeigen in natürlicher Gröfse die Durchschnitte durch Schrauben der Whitworthschen Skala, und zwar:

Fig. 12	eine Schraube von	$\frac{1}{4}$ Zoll-Durchmesser,	
Fig. 13	"	"	$\frac{1}{2}$ "
Fig. 14	"	"	$\frac{3}{4}$ "
Fig. 15	"	"	1 "
Fig. 16	"	"	$1\frac{1}{4}$ "
Fig. 17	"	"	$1\frac{1}{2}$ "

Wenn man veranlaßt ist, Schrauben mit mehrfachen Gewinden zu konstruiren, so bleiben die Dimensionen des Gewindes dieselben, wie bei den einfachen Gewinden, nur wird dann die Steigung gleich der 2 bis 3fachen Gangbreite, je nachdem die Schraube eine doppelte, dreifache etc. werden soll.

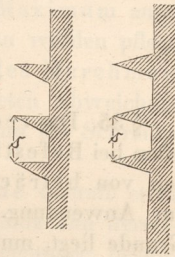
Der Neigungswinkel der Spirale (§ 29), welcher von der Spitze des erzeugenden Dreiecks beschrieben wird, ist, wenn die Steigung im Durchmesser enthalten ist:

3 mal	$3\frac{1}{2}$ mal	4 mal	$4\frac{1}{2}$ mal	5 mal	6 mal	7 mal	8 mal	9 mal	10 mal	12 mal	15 mal
6° 3'	5° 12'	4° 32'	4° 3'	3° 39'	3° 2'	2° 36'	2° 17'	2° 2'	1° 50'	1° 31'	1° 13'

Außer bei den Befestigungsschrauben kommt die dreiseitige Form des Gewindes auch bei Schrauben vor, welche aus Holz (gewöhnlich aus einem harten, festen Holze) angefertigt werden. Die Natur des Materials gestattet hier nicht eine so große Feinheit des Gewindes, wie bei den metallenen Schrauben und

eben so wenig eine so große Verschiedenheit in dem Verhältnisse zwischen dem Durchmesser und der Steigung. Eine allgemein angenommene Skala existirt hier nicht, doch kann nach guten Mustern die Regel aufgestellt werden: daß man für Schrauben von Holz die Gangbreite gleich  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{2}{7}$  des Spindeldurchmessers mache, daß also der Spindeldurchmesser das  $3\frac{1}{2}$  bis 4fache der Gangbreite betragen müsse. Bei Schrauben, deren Durchmesser einen Zoll und weniger beträgt, wählt man am passendsten das Verhältniß 1:4 zwischen Gangbreite und Spindeldurchmesser. Bei Schrauben von sehr großem Durchmesser kann man bis zu einem Verhältniß von 1:4 $\frac{1}{2}$  gehen. Nur selten findet man das Verhältniß von 1:5 in Anwendung gebracht; es ist dieses überhaupt als die äußerste Grenze der Feinheit der Gewinde bei hölzernen Schrauben anzusehen. Bei mehrfachen Schrauben von Holz behält man dieselbe Gangbreite bei, welche eine einfache Schraube von demselben Durchmesser haben würde. Die Steigung ist dann aber gleich der mehrfachen Gangbreite.

Die dreiseitigen Schraubengewinde finden noch eine fernere Anwendung bei den Holzschrauben (fr. *vis à bois*, *clous à vis* — engl. *wood-screws*). Der Kern der Schraube ist hier gewöhnlich ein wenig konisch und es ist unter dem Spindeldurchmesser der mittlere Durchmesser verstanden. Das erzeugende Dreieck ist bei diesen Schrauben entweder ein gleichschenkliges oder ein rechtwinkliges, dessen eine Kathete in die Seite des konischen Kerns fällt. Die Verhältnisse dieser Schrauben sind nach Angaben von Karmarsch aus Messungen an besonders schönen Exemplaren folgende:





## III. Tabelle

über die Verhältnisse guter Holzschrauben:

Durchmesser in Zollen	Anzahl der Gewinde auf eine Länge		Tiefe der Gewindgänge	Verhältniß der Gewindetiefe zum Durchmesser	
	gleich 1 Zoll	gleich dem Durchmesser		zum Durchmesser	zur Steigung
0,44	6 $\frac{1}{4}$	2,75	0,078"	1:5,64	1:2,05
0,23	12	2,76	0,050"	1:4,6	1:1,67
0,17	15	2,55	0,040"	1:4,25	1:1,67
0,08	27	2,16	0,020"	1:4,0	1:1,85

Gewöhnlich macht man die Gangbreite, wenn der Querschnitt des Gewindes ein gleichschenkliges Dreieck ist, gleich der halben Steigung, und dann ist der Kantenwinkel durchschnittlich  $51^{\circ} 35'$ . Wenn dagegen der Querschnitt des Gewindes ein rechtwinkliges Dreieck ist, so macht man die Gangbreite etwa gleich  $\frac{3}{4}$  der Steigung, und dann ist der Kantenwinkel durchschnittlich  $= 55^{\circ} 35'$ . In beiden Fällen wird zwischen den einzelnen Schraubengängen, da die Gangbreite kleiner, als die Steigung ist, ein Theil des Kerns sichtbar werden.

## 2) Das rechteckige Gewinde.

Verhältnisse des rechteckigen Gewindes.

§ 35. Das rechteckige, auch flache Gewinde genannt, kommt selten bei Befestigungsschrauben, und überhaupt nur bei Schrauben von beträchtlichem Durchmesser und größerer Steigung zur Anwendung. Das Rechteck, welches diesem Gewinde zum Grunde liegt, muß wenigstens gleiche Höhe und Breite haben, also ein Quadrat sein, besser ist es jedoch, wenn man die Dimension, welche der Gangtiefe entspricht, ein wenig größer macht (etwa  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{4}$ ), als die andere Dimension, welche die Gangbreite abgibt. Die Gangbreite muß hier immer kleiner als die Steigung sein; man macht sie bei Schrauben mit einfachen Gewinden gewöhnlich gleich der halben Steigung. Wenn die Mutter aus einem Material von geringerer Widerstandsfähigkeit, als die Schraube besteht, so sucht man auch wohl zuweilen die Widerstandsfähigkeit der Schraube und der Mutter dadurch gleich groß zu machen, daß man den Gängen der Mutter eine größere