

## C. Die Hauptformen der Befestigungsschrauben.

Die normalen Befestigungsschrauben werden in drei Hauptformen verwendet als Kopf-, Durchsteck- und Stiftschrauben.

### 1. Die Kopfschraube.

Bei der Kopfschraube, Abb. 365, sitzt das Muttergewinde in einem Konstruktionsteil. Zur Herstellung genügen die drei eingeschriebenen Maße für den Gewindedurchmesser  $d$ , die Bolzenlänge  $l$  und die Gewindelänge  $b$ , die in der Form  $d \cdot l \cdot b$ , also im Falle der im Maßstabe 1:5 gezeichneten Abb. 365: — Kopfschraube  $1\frac{1}{2}'' \cdot 90 \cdot 70$  —, geschrieben, eine kurze, aber ausreichende Bezeichnung ermöglichen, falls nicht normrechte Schrauben mit der unten angegebenen Kennzeichnung verwandt werden können. Die Einschraubtiefe, das ist die nutzbare Gewindelänge in dem Teil, in welchem die Schraube sitzt, soll

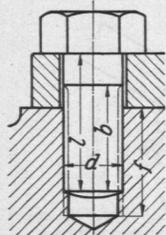


Abb. 365.  
Kopfschraube  
 $1\frac{1}{2}'' \cdot 90 \cdot 70$ . M.1:5.

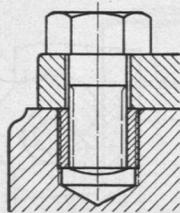


Abb. 366. Kopf-  
schraube, in einer  
Büchse sitzend.

in Schmiedeeisen und Bronze  $1 \dots 1,2 d$ ,  
in Gußeisen  $\dots \dots \dots 1,3 \dots 1,5 d$

betragen. Am Schaft ist das Gewinde genügend lang vorzusehen, in Rücksicht darauf, daß das letzte Stück wegen des Auslaufens des Werkzeuges nicht bis auf die volle Tiefe ausgeschnitten werden kann. Eine Zugabe von etwa  $1 d$  bei kleineren, von  $0,7 d$  bei mittleren Schrauben wird in den meisten Fällen genügen. Soweit irgend möglich, wird man sich hierbei an die anschließend erwähnten Normblätter 931 und 932 halten.

Aus dem gleichen Grund muß das Bohrloch für das Gewinde entsprechend tiefer sein, so daß es

	bei kleineren Schrauben	bei größeren Schrauben
in Schmiedeeisen und Bronze	$f = 1,5 \dots 1,7 d$ ,	$1,0 \dots 1,2 d + 15 \text{ mm}$
in Gußeisen $\dots \dots \dots$	$f = 1,8 \dots 2,0 d$ ,	$1,3 \dots 1,5 d + 15 \text{ mm}$

tief wird.

Bei öfterem Lösen von Kopfschrauben werden die Gewingegänge in sprödem Werkstoff, z. B. in Gußeisen, zerstört. Lassen sich Kopfschrauben nicht umgehen, so sind in solchen Fällen schmiedeeiserne oder bronzene, durch Vernieten oder Verbohren gesicherte Büchsen nach Abb. 366 einzusetzen.

In den DIN 931 und 932 sind die „Sechskantschrauben“ für das Whitworth- und das Metrische Gewinde in der Weise genormt, daß die Gewindelängen  $b$  Raum für eine oder für zwei Muttern bzw. eine Kronenmutter bieten und daß die Bolzenlängen  $l$  in Stufen von 2 bis 3 mm bei schwächeren und kürzeren, von 5 und 10 mm bei stärkeren und längeren Schrauben festgelegt sind. Lassen sich Zwischenstufen nicht vermeiden, so sollen Längen mit den Endziffern 2, 5 und 8, z. B. 102 gewählt werden. Zur Kennzeichnung genügt: „Sechskantschraube  $\frac{3}{4}'' \times 85$  DIN 931 Flußeisen“, wobei die zweite Zahl die Bolzenlänge  $l$  angibt.

Wegen der Herstellung des tiefen Gewindes im Konstruktionsteil werden Verbindungen mittels Kopfschrauben teuer.

Kopfschrauben lassen sich nicht einpassen; es kann also nicht verlangt werden, daß sie im Durchgangsloch schließend anliegen.

### 2. Die Durchsteckschraube.

Eine Schraube mit Mutter, eine Durchsteckschraube, zeigt Abb. 367. Auch bei ihr sind die drei Maße  $d$ ,  $l$  und  $b$  und die Bezeichnung „Kopfschraube  $d \cdot l \cdot b$  mit Mutter“ zur Bestimmung und Herstellung ausreichend. Was die einzelnen Maße angeht, so nimmt man die Bolzenlänge  $l$  nach den DIN 931 oder 932 oder die Abmessungen der zusammenspannenden Teile so groß, daß das Schraubenende des besseren Aus-

sehens wegen um ein Geringes aus der Mutter hervorragt. Bei kleinen Schrauben genügen hierfür 1 bis 2, bei größeren 5 bis 10 mm. Siehe DIN 930. Durchsteckschrauben sitzen gewöhnlich mit Spiel in den Konstruktionsteilen, die sie verbinden sollen, also in Löchern von etwas größerem Durchmesser als der Schaft.

Die DIN 69 unterscheidet in der Beziehung gebohrte und gegossene Durchgangslöcher. In Zusammenstellung 69 sind nur die im allgemeinen Maschinenbau benutzten „mittel“ gebohrten und die im Rohrleitungsbau an Rohren von mehr als 500 mm Durchmesser benutzten „grob“ gebohrten Durchgangslöcher von 5 mm Gewinde an aufgeführt. Bezüglich der Löcher für sehr kleine Schrauben, sowie der „sehr fein“ und „fein“ gebohrten, die in der Feinmechanik und im Präzisionswerkzeugmaschinenbau Anwendung finden, sei auf DIN 69 verwiesen.

Nötigenfalls lassen sich Durchsteckschrauben aber auch einpassen, so daß der etwas stärker als das Gewinde gehaltene Schaft das Schraubenloch vollständig ausfüllt und die Schraube geeignet wird, Kräfte quer zu ihrer Längsachse zu übertragen.

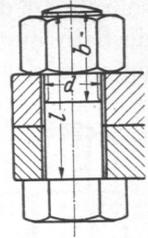


Abb. 367. Schraube mit Mutter oder Durchsteckschraube.

Zusammenstellung 69. Durchgangslöcher für Schrauben nach DIN 69 (Auszug).

Schraube		Durchgangsloch			Schraube		Durchgangsloch			Schraube		Durchgangsloch			
Whitworth	Metr.	gebohrt		gegossen	Whitworth	Metr.	gebohrt		gegossen	Whitworth	Metr.	gebohrt		gegossen	
		mittel mm	grob mm				mittel mm	grob mm				mittel mm	grob mm		
—	5	5,8	—	—	—	20	23	—	26	2"	—	55	58	65	
—	5,5	6,4	—	—	7/8"	22	25	26	28	—	52	56	—	65	
—	6	7	—	—	—	24	27	—	30	2 1/4"	56	62	—	70	
1/4"	—	7,4	—	—	1"	—	28	30	32	—	60	65	—	75	
—	7	8	—	—	—	27	30	—	35	2 1/2"	—	68	—	80	
5/16"	8	9,5	—	—	1 1/8"	—	32	33	35	—	64	70	—	80	
—	9	10,5	—	—	—	30	33	—	38	2 3/4"	—	68	74	—	85
3/8"	—	10,5	—	—	1 1/4"	—	35	36	38	—	72	78	—	90	
—	10	11,5	—	—	—	33	36	—	42	3"	—	76	82	—	95
7/16"	11	13	—	—	1 3/8"	—	38	40	42	—	80	86	—	100	
—	12	14	—	18	—	36	40	—	45	3 1/4"	—	88	—	100	
1/2"	—	15	—	18	1 1/2"	—	42	43	45	—	84	90	—	105	
—	14	16	—	20	—	39	42	—	48	3 1/2"	—	89	95	—	110
5/8"	16	18	—	22	1 5/8"	42	45	47	50	3 3/4"	—	94	102	—	115
—	18	20	—	24	1 3/4"	45	48	50	55	4"	—	99	108	—	120
3/4"	—	22	23	25	1 7/8"	48	52	55	60	—	—	—	—	—	

Die Herstellung von Verbindungen mittels Durchsteckschrauben ist im allgemeinen billig, das Lösen derselben leicht und rasch möglich; Durchsteckschrauben sind deshalb den anderen Formen in den meisten Fällen vorzuziehen.

Die Abart der Doppelmutterschrauben, Abb. 368, wird da verwendet, wo das Durchstecken einer Schraube mit Kopf nicht möglich ist, wie es die Abbildung an dem Arm einer Riemenscheibe zeigt, wo es gilt, die Schraube möglichst nahe am Kranz anzuordnen, um die Biegemomente klein zu halten. Doppelmutterschrauben fallen übrigens bei großem Durchmesser billiger aus als Durchsteckschrauben, wenn nämlich das Schneiden des zweiten Schaftgewindes und die Herstellung der Mutter weniger kostet als das Schmieden und Bearbeiten des Kopfes. Vorteilhaft ist dabei, wenn man das eine Gewinde mit einer Rille versieht, damit die eine Mutter eine Begrenzung des Weges beim Zusammenschrauben findet, dem andern aber die zum festen Anziehen nötige reichliche Länge gibt.

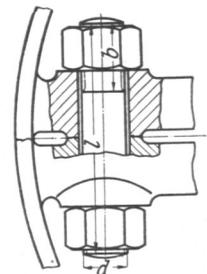


Abb. 368. Doppelmutterschraube.

### 3. Die Stiftschraube.

Stiftschrauben, Abb. 369, werden in die Konstruktionsteile durch völliges Einschrauben des Grundgewindes fest eingezogen und bleiben darin dauernd sitzen, sind deshalb auch im Gußeisen zulässig. Das Lösen der Verbindung geschieht durch Abnehmen der Mutter. Zur Kennzeichnung dienen, sofern nicht normrechte Schrauben

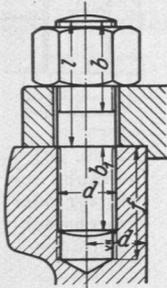


Abb. 369.  
Stiftschraube.

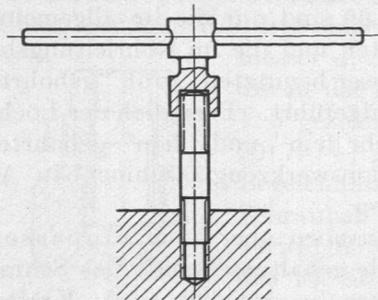


Abb. 370. Stiftsetzer.

in Betracht kommen, die 4 Maße  $d$ ,  $b_1$ ,  $l$  und  $b$ , z. B. in der Form: „Stiftschraube 1'' · 40 · 100 · 50“. Für die nutzbare Gewindelänge  $b_1$ , die Gewindetiefe  $f$  und den Lochdurchmesser gelten die bei 1 und 2 gemachten Bemerkungen. Am vorstehenden Stift soll das Gewinde möglichst so lang vorgesehen werden, daß zwei Muttern zum festen Einschrauben des Stiftes aufgesetzt werden können, sofern kein Stiftsetzer, Abb. 370, benutzt wird. Wegen der sprengenden Wirkung der Gewindebohrer

beim Einschneiden des Gewindes muß der Mittenabstand des Schraubenloches vom Rand mindestens  $d$  mm, die Restwandstärke also  $\frac{d}{2}$  mm betragen. Zur Befestigung in Bronze, Flußeisen und Stahl genügt  $b_1 = 1 d$ , beim Einschrauben in Gußeisen  $b_1 = 1,3 d$ , in Weichmetall  $b_1 = 2,5 d$ . Nach diesen Gesichtspunkten, sowie danach, ob am freien Ende eine oder zwei Muttern, bzw. eine Kronenmutter Platz finden, sind die Stiftschrauben

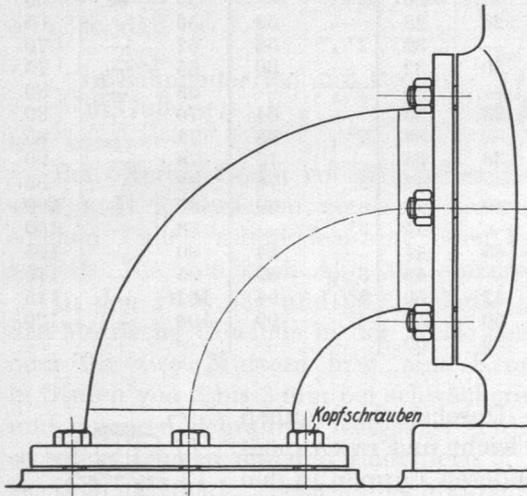


Abb. 371. Krümmerbefestigung mit Stift- und Kopfschrauben.

in den DIN 938 bis 943 und 944, 945, 947, 948 unter Abstufungen der Länge  $l$  des vorstehenden Endes um 2...3 mm bei den kürzern, um 5 und 10 mm bei den längern Schrauben genormt worden. Zur Bezeichnung dient „Stiftschraube  $d \cdot l$  DIN ... Werkstoff“. Die zuletzt angeführte Normengruppe bezieht sich auf Stiftschrauben mit Rille am Ende des Grundgewindes. Die Rillen sollen besseren Aussehens wegen das völlige Einziehen des Grundgewindes ermöglichen.

Verbindungen durch Stiftschrauben sind teuer in der Herstellung, gestatten aber oft eine wesentliche Herabsetzung der Abmessungen und der Beanspruchungen an Flanschen und ähnlichen Teilen und werden deshalb häufig angewendet. Vergleiche in dieser Beziehung das Berechnungsbeispiel Nr. 3.

Unzulässig sind Stiftschrauben dort, wo ein Konstruktionsteil beim Zusammenbau oder Auseinandernehmen quer zur Trennfläche verschoben werden muß. So dürfen an dem Krümmer, Abb. 371, Stiftschrauben nur an einem der Flansche verwandt werden, am andern müssen Durchsteck- oder ausnahmsweise Kopfschrauben Verwendung finden, wenn der Krümmer für sich soll entfernt werden können.

### D. Unterlegscheiben.

Unterlegscheiben werden nur dann benutzt, wenn

1. die Auflagerfläche für die Mutter uneben, unbearbeitet oder schief ist,

2. der Flächendruck unter der Mutter zu hoch wird, dadurch daß
- a) das Schraubenloch zu groß ist,
  - b) der Werkstoff, auf dem die Mutter oder der Schraubenkopf aufliegt, hohen Flächen-  
druck nicht verträgt, wie etwa Holz, an dem nur  $p = 40 \text{ kg/cm}^2$  zulässig ist.

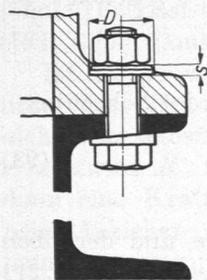


Abb. 372. Verwendung von Unterlegscheiben.

In den Fällen 1 und 2a genügen die Abmessungen der normalen Scheiben nach DIN 125, vgl. den untenstehenden Auszug und Abb. 372 oben. An Flanschen von U-Eisen wird die schiefe Fläche durch keilförmige Vierkant-U-Scheiben der DIN 434, Abb. 372 unten, an I-Trägern durch Vierkant-I-Scheiben nach DIN 435 ausgeglichen, um Biegebeanspruchungen in den Schrauben zu vermeiden.

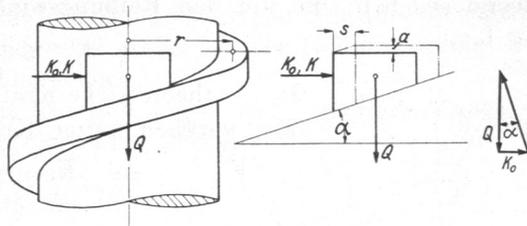


Abb. 373. Kraftverhältnisse an einer Schraube.

Im Fall 2b ist die Größe der Unterlegscheibe je nach dem zulässigen Auflagedruck zu berechnen. Vierkantscheiben für Holzverbindungen siehe DIN 436.

Zusammenstellung 70. Blanke Scheiben nach DIN 125 (Auszug).

Für Gewinde		Bohrung $d'$	$D$	$s$	Für Gewinde		Bohrung $d'$	$D$	$s$	Für Gewinde		Bohrung $d'$	$D$	$s$
Whitw.	Metr.				Whitw.	Metr.				Whitw.	Metr.			
—	5	5,2	12	0,8	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> "	—	36	68	6	—	84	86	150	12
—	6	6,2	14	1,5	—	36	37	68	6	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	89	92	160	12
—	8	8,3	18	2	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	—	39	75	6	—	94	96	165	12
( <sup>3</sup> / <sub>8</sub> "	—	9,8	22	2,5	—	39	40	75	6	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	—	98	165	12
—	10	10,3	22	2,5	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> "	—	43	80	7	—	99	102	180	14
—	12	12,5	28	3	—	42	43	80	7	4"	—	105	180	14
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	—	13,2	28	3	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	45	46	85	7	—	104	108	185	14
—	14	14,5	30	3	(1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> "	48	50	92	8	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	109	112	190	14
5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	16	16,5	34	3	2"	—	52	98	8	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	114	118	205	14
—	18	19	40	4	—	52	54	98	8	—	119	122	215	16
3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	—	20	40	4	—	56	58	105	9	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	—	125	215	16
—	20	21	40	4	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	—	60	105	9	—	124	128	220	16
7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	22	23	45	4	—	60	62	112	9	5"	—	130	220	16
—	24	25	45	4	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	64	66	120	9	—	129	132	225	16
1"	—	26,5	52	5	—	68	70	125	10	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	134	138	230	16
—	27	28	52	5	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	—	72	130	10	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	139	142	245	18
1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	—	29,5	58	5	—	72	74	130	10	—	144	148	255	18
—	30	31	58	5	3"	76	78	135	10	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	—	150	255	18
1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	—	33	62	5	—	80	82	145	12	—	149	152	255	18
—	33	34	62	5	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	—	84	150	12	6"	—	155	270	18

Bezeichnet werden die Unterlegscheiben durch Angabe des Lochdurchmessers  $d'$  in mm und die DIN-Nummer, z. B. blanke Scheibe 20 DIN 125.

#### IV. Kraftverhältnisse an den Schrauben.

Die Schraube, Abb. 373, an der die Kräfte  $K_0$  und  $K$ , die zur Verschiebung der mit  $Q$  belasteten Mutter ohne bzw. unter Einschluß der Reibung nötig sind, tangential am mittleren Flankenhalbmesser  $r = \frac{d_f}{2}$  der Schraubenflächen wirken mögen, ist als schiefe Ebene zu betrachten. Ohne Rücksicht auf die Reibung muß auf Grund der Arbeitsgleichung

$$K_0 \cdot s = Q \cdot a$$

sein, wenn  $s$  und  $a$  die Strecken sind, die  $K_0$  und  $Q$  bei einer Verschiebung zurücklegen.