

9. DIREKTVERSCHRAUBUNG IN KUNSTSTOFFE UND METALLE

9.1 Direktverschraubung in Kunststoffe

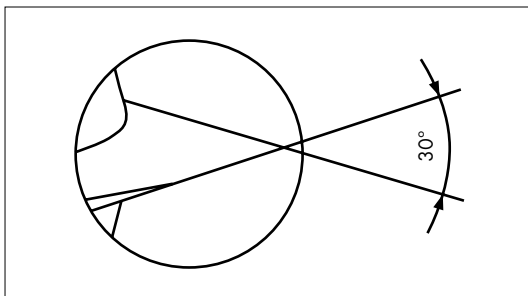
Der Einsatz von Kunststoffen gewinnt durch neue Anwendungsmöglichkeiten zunehmend an Bedeutung.

Vorteile hierbei liegen unter anderem in den Bereichen Gewichtsreduzierung, erhöhter chemischer Beständigkeit sowie im Recycling der Bauteile.

Die Direktverschraubung von Kunststoffen mit gewindeformenden Metallschrauben bietet durch ihre wirtschaftliche Montagemöglichkeit, Wiederlösbarkeit und kostengünstige Beschaffung Vorteile gegenüber anderen Verbindungsverfahren. Speziell für die Verschraubung in Kunststoffen konstruierte Verbindungselemente ermöglichen durch ihren geringeren Flankenwinkel und größerer Gewindesteigung eine höhere Prozesssicherheit gegenüber anderen Schraubentypen.

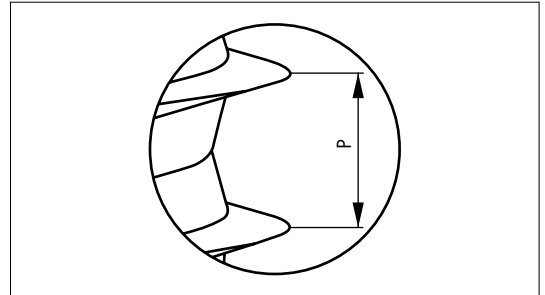
Mit der WÜPLAST®-Produktlinie bietet die Würth Industrie Service GmbH & Co. KG ihren Kunden ein lagerhaltiges Sortiment gewindeformender Metallschrauben zur Verarbeitung in Kunststoffen an. Die Fertigung der über 150 verschiedenen Abmessungen erfolgt nach Standards der Automobilindustrie.

Gewindegeometrie 30° Winkel



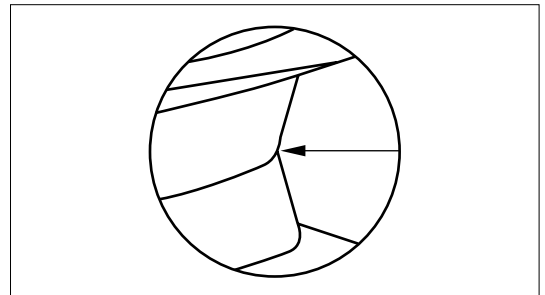
- Verringerung von Radialspannungen
Konstruktion dünner Wandstärken möglich
Einsparung an Kosten und Gewicht
Keine Beschädigung des Schraubendoms
- Größere Überdeckung zwischen Gewindeflanken und Werkstoff
höhere Ausreißkräfte erhöhen die Prozesssicherheit.

Optimierte Gewindesteigung



- Hohe Selbsthemmung
Selbstständiges Lösen der Verbindung wird reduziert
- Materialschonend
höhere Belastbarkeit der Schraubverbindung

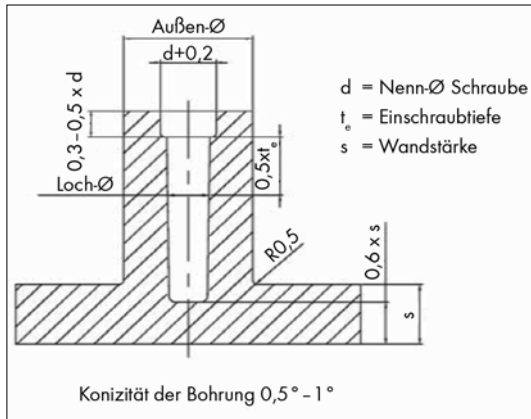
Optimierter Kerndurchmesser



- Kein Materialstau/besserer Materialfluss
keine Materialschädigung und somit Erhöhung der Montagesicherheit
- Geringere Einschraubdrehmomente
Sichere Verschraubung aufgrund größerer Differenz zwischen Einschraub- und Überdrehmoment

Durch die Kombination dieser Merkmale wird die prozesssichere Mehrfachverschraubung der WÜPLAST®-Produkte sichergestellt.

Tubusgestaltung:



Bauweise:

Die Eigenschaften der WÜPLAST®-Schraube ermöglichen eine dünnwandige und flache Bauweise des Tubus.

Entlastungsbohrung:

Die Entlastungsbohrung am oberen Ende des Bohrlochs vermindert Spannungsüberlagerungen und verhindert somit ein Aufplatzen des Tubus.

Zusätzlich dient sie zur Führung der Schraube beim Montagevorgang.

Die Tubusgeometrie ist den unterschiedlichen Werkstoffen anzupassen.

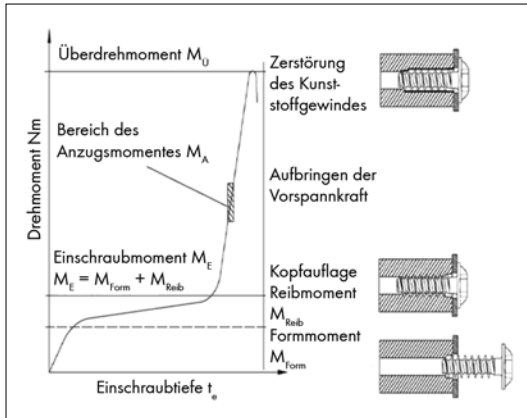
Werkstoff		Loch-Ø mm	Außen-Ø mm	Empfohlene Einschraubtiefe mm e
ABS	Acrylnitril/Butadien/Styrol	0,8x d	2x d	2x d
ASA	Acrylnitril/Styrol/Acrylester	0,78x d	2x d	2x d
PA 4.6	Polyamid	0,73x d	1,85x d	1,8x d
PA 4.6-GF30	Polyamid	0,78x d	1,85x d	1,8x d
PA 6	Polyamid	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PA 6-GF30	Polyamid	0,8x d	2x d	1,8x d
PA 6.6	Polyamid	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PA 6.6-GF30	Polyamid	0,82x d	2x d	1,8x d
PA 30GV	Polyamid	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PBT	Polybutylenterephthalat	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PBT-GF30	Polybutylenterephthalat	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PC	Polycarbonat	0,85x d	2,5x d	2,2x d*
PC-GF30	Polycarbonat	0,85x d	2,2x d	2,2x d*
PE (weich)	Polyethylen	0,7x d	2x d	2x d
PE (hart)	Polyethylen	0,75x d	1,8x d	1,8x d
PET	Polyethylenterephthalat	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PET-GF30	Polyethylenterephthalat	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PETP	Polyethylenterephthalat	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PETP 30GV	Polyethylenterephthalat	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PMMA	Polymethylmethacrylat	0,85x d	2x d	2x d
POM	Polyoxymethylen	0,75x d	1,95x d	2x d
PP	Polypropelen	0,7x d	2x d	2x d
PP-TV20	Polypropelen	0,72x d	2x d	2x d
PPO	Polyphenylenoxid	0,85x d	2,5x d	2,2x d**
PS	Polystyrol	0,8x d	2x d	2x d
PVC (hart)	Polyvinylchlorid	0,8x d	2x d	2x d
SAN	Styrol/Acrylnitril	0,77x d	2x d	1,9x d

* TnP-Test

** TnBP-Test spannungsrissempfindliche Werkstoffe

Montagehinweise

Schematischer Kurvenverlauf des Einschraubvorganges



Anzugsdrehmoment:

Voraussetzung für eine prozesssichere Verschraubung ist eine große Differenz zwischen Einschraub- und Überdrehmoment.

Das erforderliche Anziehmoment lässt sich mit nachfolgender Formel theoretisch bestimmen:

$$M_A = M_E + 1/3 \dots 1/2 (M_U - M_E)$$

Einschraub- und Überdrehmoment sind experimentell zu ermitteln.

Eine sichere Kunststoffdirektverschraubung kann nur mit drehmoment- und drehwinkelgesteuerten Montagegeräten durchgeführt werden. Die Einschraubgeschwindigkeit ist zwischen 300 U/min und 800 U/min zu wählen.

Höhere Drehzahlen führen aufgrund der Wärmeeinwirkung zu einer Schädigung des Kunststoffes sowie einer überproportionalen Abnahme der Vorspannkraft.

Sowohl die Tubusgestaltung als auch das Anzugsdrehmoment sind in der Praxis am Bauteil zu überprüfen.

9.2 Direktverschraubung in Metalle

Unter gewindefurchenden Schrauben für Metalle versteht man furchende Schrauben mit metrischem Gewinde und Blechschrauben. Diese Schrauben furchen ihr Gegengewinde selbst ohne dabei einen Span zu erzeugen. Sie können in duktilen Metallen wie z.B. Stahl oder Leicht-

baustoffen bis zu 140 HV10 oder entsprechend einer Zugfestigkeit von 450 MPa eingesetzt werden.

9.2.1 Metrische gewindefurchende Schrauben

Diese Schrauben werden in Durchgangslöchern und sehr häufig in gegossenen Kernlöchern (Aluminium oder Zinkdruckguss) angewendet.

Die DIN 7500 ist hier die älteste und weit verbreitetste Ausführung und definiert das Gewinde und die technischen Lieferbedingungen. Aber auch Schrauben wie Taptite, Duo-Taptite oder Taptite 2000 sind heute am Markt sehr gängig.

Die Schrauben furchen beim Eindrehen spanlos ein normales metrisches Muttergewinde, in welches eine konventionelle Schraube eingedreht werden kann.

In der Regel sind diese Schrauben einsatzgehärtet was bedeutet, dass die Oberfläche extrem hart und der Schraubenkern weich bzw. zäh ist.

Zur Erleichterung beim Gewindefurchen sind die Schraubenquerschnitte auf der ganzen Länge oder auch nur am Schraubenende speziell (trilobular) geformt.

Zum Ansetzen im Kernloch ist das Schraubengewinde gemäß DIN 7500 über max. 4 x P Gewindesteigung konisch.

Die gegenüber Blechschrauben kleinerer Gewindesteigung und die hohe Gewindeüberdeckung geben den Schrauben eine gewisse Sicherheit gegen selbsttätiges Lösen.

9.2.2 Schraubenverbindungen für Gewindefurchende Schrauben nach DIN 7500 (Gefu-1 und Gefu-2)

Der ideale Bohrdurchmesser für die Kernlöcher ist durch Versuche festzulegen. Gute Anhaltspunkte geben die folgenden zwei Tabellen.

Gefu-1: Die empfohlenen Kernlöcher für kalt verformbare Materialien in Abhängigkeit der Einschraublänge

Gewinde d	M3			M4			M5			M6		
	empfohlenes Toleranzfeld											
Werkstoffdicke der Einschraublänge	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu
1,0		2,7										
1,2		2,7										
1,5		2,7			3,6			4,5				
1,6		2,7			3,6			4,5				
1,7		2,7			3,6			4,5				
1,8	2,75	2,7			3,6			4,5				
2,0	2,75	2,7	2,7		3,6			4,5			5,4	
2,2		2,75			3,6			4,5			5,4	
2,5		2,75		3,65	3,6	3,6		4,5			5,4	
3,0		2,75		3,65	3,6	3,6		4,5			5,45	
3,2		2,75		3,65	3,6	3,6	4,55	4,5	4,5		5,45	
3,5		2,75			3,6			4,55			5,45	
4,0		2,75			3,6			4,55		5,5	5,45	5,45
5,0		2,75		3,7	3,65	3,65		4,6		5,5	5,45	5,45
5,5		2,75		3,7	3,65	3,65		4,6			5,5	
6,0		2,75		3,7	3,65	3,65		4,6			5,5	
6,3		2,75						4,65			5,5	
6,5		2,75						4,65			5,5	
7,0		2,75						4,65		5,55	5,5	5,5
7,5								4,65		5,55	5,5	5,5
8 bis ≤ 10								4,65			5,55	
>10 bis ≤ 12												
>12 bis ≤ 15												

Gefu-2: Die empfohlenen Kernlöcher für duktile Materialien

Gewinde d	M5			M6			M8		
	empfohlenes Toleranzfeld								
Werkstoffdicke der Einschraublänge	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu
1,0									
1,2									
1,5	4,5	4,5	4,5						
1,6	4,5	4,5	4,5						
1,7	4,5	4,5	4,5						
1,8	4,5	4,5	4,5						
2,0	4,5	4,5	4,5	5,4	5,4	5,4			
2,2	4,5	4,5	4,5	5,4	5,4	5,4	7,25	7,25	7,25
2,5	4,5	4,5	4,5	5,4	5,4	5,4	7,25	7,25	7,25
3,0	4,5	4,5	4,5	5,45	5,45	5,45	7,25	7,25	7,25
3,2	4,55	4,5	4,5	5,45	5,45	5,45	7,25	7,25	7,25
3,5	4,55	4,55	4,55	5,45	5,45	5,45	7,25	7,25	7,25

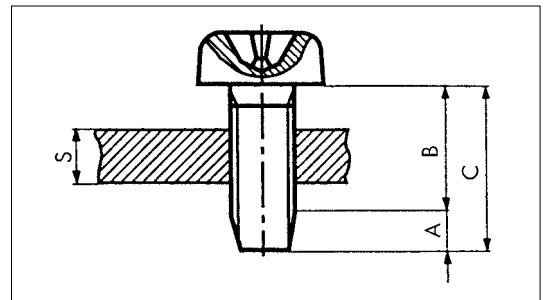
Gewinde d	M5			M6			M8		
	empfohlenes Toleranzfeld								
Werkstoffdicke der Einschraublänge	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu
4,0	4,55	4,55	4,55	5,5	5,45	5,45	7,3	7,3	7,3
5,0	4,6	4,6	4,6	5,5	5,45	5,45	7,4	7,3	7,3
5,5	4,6	4,6	4,6	5,5	5,5	5,5	7,4	7,3	7,3
6,0	4,6	4,6	4,6	5,5	5,5	5,5	7,4	7,3	7,3
6,3	4,65	4,65	4,65	5,5	5,5	5,5	7,4	7,35	7,35
6,5	4,65	4,65	4,65	5,5	5,5	5,5	7,4	7,35	7,35
7,0	4,65	4,65	4,65	5,55	5,5	5,5	7,5	7,4	7,4
7,5	4,65	4,65	4,65	5,55	5,5	5,5	7,5	7,4	7,4
8 bis ≤ 10	4,65	4,65	4,65	5,55	5,55	5,55	7,5	7,4	7,4
>10 bis ≤ 12							7,5	7,5	7,5
>12 bis ≤ 15							7,5	7,5	7,5

9.2.3 Direktverschraubungen in Metalle mit gewindefurchenden Schrauben nach DIN 7500

Schrauben DIN 7500 furchen beim Eindrehen ihr Gegengewinde spanlos durch plastische Verformung des Grundmaterials (Stahl, HB max. 135, Leichtmetalle, Buntmetalle). Schrauben aus A2 können normalerweise nur in Leichtmetalle eingedreht werden.

Festigkeitseigenschaften, Kernlochgeometrie

Bei der Wahl der Schraubenlänge ist die Länge des nicht tragenden konischen Schraubenendes zu berücksichtigen! Bei härterem Material sind die Lochdurchmesser experimentell zu ermitteln.



- A = max. 4 P
- B = mögliche tragende Gewindelänge
- C = Gesamtlänge, Toleranz js 16
- s = Materialstärke

Abb. AB

Technische Angaben	Gewinde Nenndurchmesser							
	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
Gewindesteigung P [mm]	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25
Anziedrehmoment max.	ca. 80% des Bruchdrehmomentes							
Bruchdrehmoment min. [Nm]	0,5	1	1,5	2,3	3,4	7,1	12	29
Zugkraft min. [kN]	1,7	2,7	4	5,4	7	11,4	16	29
Materialstärke s [mm]	Kernlochdurchmesser d – H11 für Stahl, HB max. 135; gebohrt und gestanz							
2 und kleiner	1,8	2,25	2,7	3,15	3,6	4,5	5,4	7,25
4,0	1,85	2,3	2,75	3,2	3,65	4,5	5,45	7,3
6,0		2,35	2,8	3,25	3,7	4,6	5,5	7,35
8,0				3,3	3,75	4,65	5,55	7,4
10,0						4,7	5,6	7,45
12,0							5,65	7,5
14,0								7,5
16,0								7,55

Kernlöcher für Druckguss

Alle Empfehlungen sind immer durch praxisnahe Montageversuche zu überprüfen.

Allgemeines

t_1 [mm]: Oberer Lochbereich, mit verstärkter Konizität für gießtechnisch vorteilhafte Ausrundungen, Verstärkung des Dornes, Schraubenzentrierung, Verhinderung von Materialstauchung und Anpassung an kostengünstige Schraubennormlängen.

t_2/t_3 [mm]: Tragender Kernlochbereich, Anzugswinkel maximal 1°

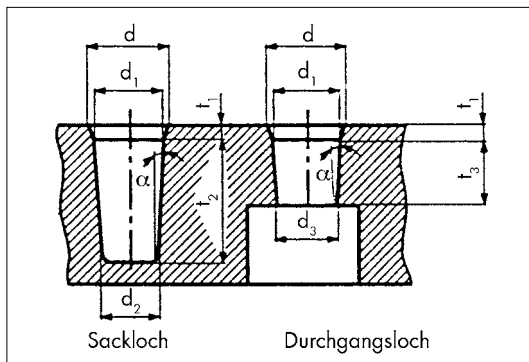


Abb. AC

Gewinde Nenndurchmesser	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
dH12 [mm]	2,7	3,2	3,7	4,3	5,3	6,4	8,4
d1 [mm]	2,36	2,86	3,32	3,78	4,77	5,69	7,63
d2 [mm]	2,2	2,67	3,11	3,54	4,5	5,37	7,24
d3 [mm]	2,27	2,76	3,23	3,64	4,6	5,48	7,35
Toleranzen für d1, d2, d3 in [mm]	+0 -0,06	+0 -0,06	+0 -0,075	+0 -0,075	+0 -0,075	+0 -0,075	+0 -0,09
t1 [mm]	variabel, minimum 1x Gewindesteigung P						
t2 [mm]	5,3	6	6,9	7,8	9,2	11	14
Toleranzen für t2 in [mm]	+0,2 -0,0	+0,2 -0,0	+0,6 -0,0	+0,5 -0,0	+0,5 -0,0	+0,5 -0,0	+0,5 -0,0
t3 [mm]	2,5	3	3,5	4	5	6	8

9.3 Blechschrauben

9.3.1 Blechschraubenverbindungen

Die folgenden Beispiele für Schraubenverbindungen gelten für Blechschrauben mit Gewinde nach DIN EN ISO 1478. Blechschrauben der Form C mit Spitze (auch Suchspitze genannt) werden vorzugsweise verwendet. Dies gilt besonders beim Verschrauben mehrerer Bleche, bei denen mit Lochversatz gerechnet werden muss.

Mindestwert der Gesamtdicke der zu verschraubenden Bleche

Die Blechdicken der zu verschraubenden Teile müssen zusammen größer sein, als die Steigung des Gewindes der gewählten Schraube, da sonst wegen des Gewindeauslaufes unter dem Schraubenkopf ein hinreichend großes Anziehdrehmoment nicht aufgebracht werden kann. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so können Blechschraubenverbindungen entsprechend den Bildern 3 bis 6 angewendet werden.

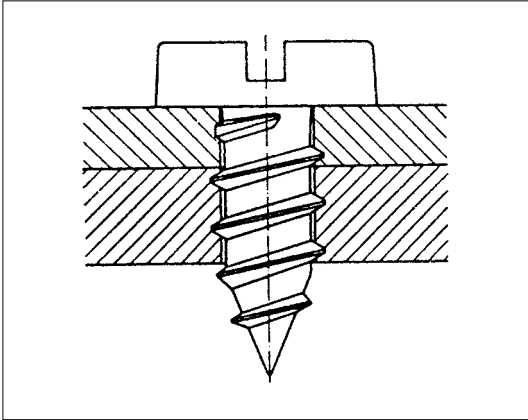


Bild 1: Einfache Verschraubung (zwei Kernlöcher)

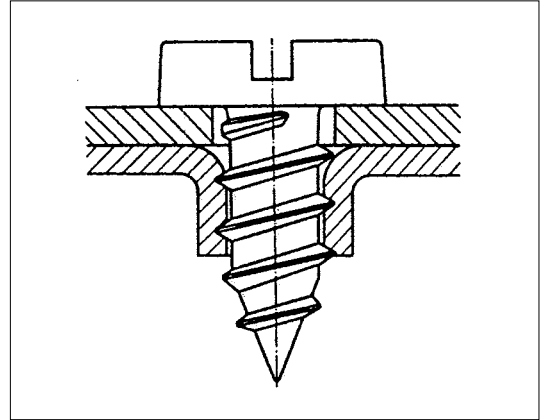


Bild 4: Kernloch durchgezogen (dünne Bleche)

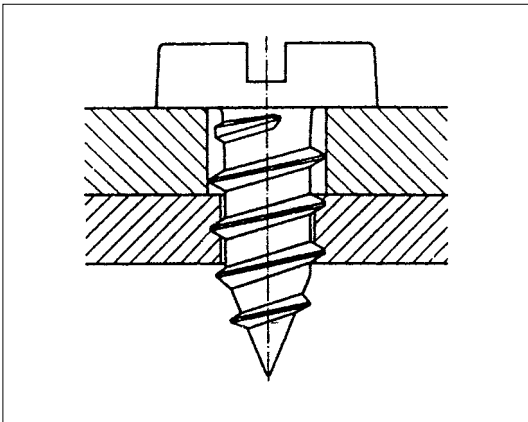


Bild 2: Einfache Verschraubung mit Durchgangsloch

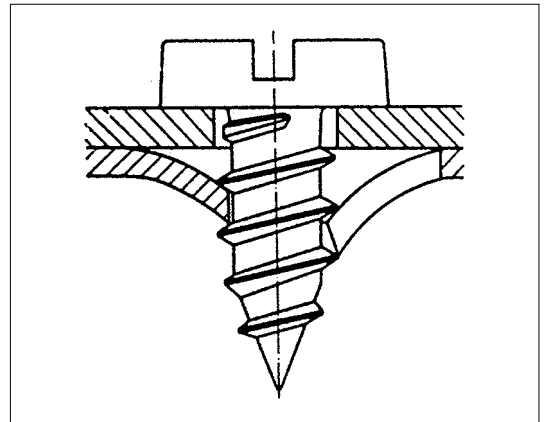


Bild 5: Presslochverschraubung

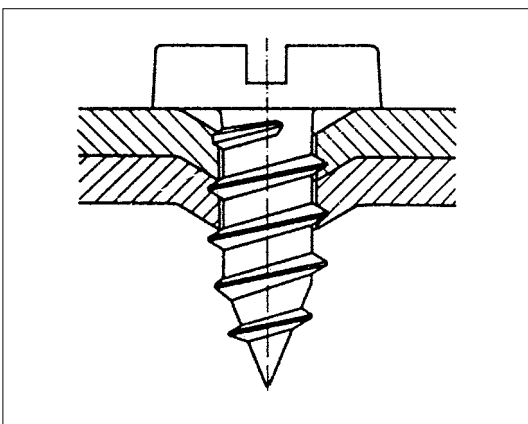


Bild 3: Kernloch aufgedornt (dünne Bleche)

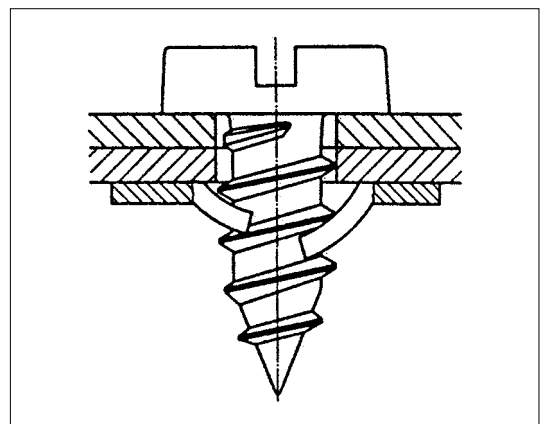


Bild 6: Verschraubung mit Klemmutter

Kernlochdurchmesser

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Kernlochdurchmesser gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Einfache Blechschraubenverbindung entsprechend Abbildung Z
- Kernloch gebohrt
- Blechschraube einsatzvergütet und unbeschichtet
- Einschraubdrehmoment $\leq 0,5 \times$ Mindestbruchmoment
- Verschraubung nur in Stanzrichtung
- Gestanzte Löcher evtl. 0,1–0,3 mm größer wählen

Bei anderen Schrauben- oder Blechwerkstoffen sollten eigene Vorversuche durchgeführt

Richtwerte für den Kernlochdurchmesser

Blechdicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 2,2									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
0,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
0,9	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
1,1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
1,2	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8
1,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
1,4	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9
1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9

Blechdicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 2,9									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
1,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3
1,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
1,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4
1,5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4
1,6	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4
1,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
1,8	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5
1,9	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5
2,0	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5
2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Blechdicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 3,5									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8
1,4	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
1,5	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9
1,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9
1,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9
1,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9
1,9	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0
2,0	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0
2,2	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
2,5	2,7	2,7	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1
2,8	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1

Blechdicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 3,9									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,3	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1
1,4	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1
1,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2
1,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2
1,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3
1,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3
1,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3
2,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3
2,2	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4
2,5	3,0	3,0	3,2	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4
2,8	3,0	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
3,0	3,0	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5

Blechdicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 4,2									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4
1,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4
1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4
1,7	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4
1,8	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5
1,9	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5
2,0	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5
2,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6
2,5	3,2	3,2	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6
2,8	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
3,0	3,2	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7
3,5	3,3	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7

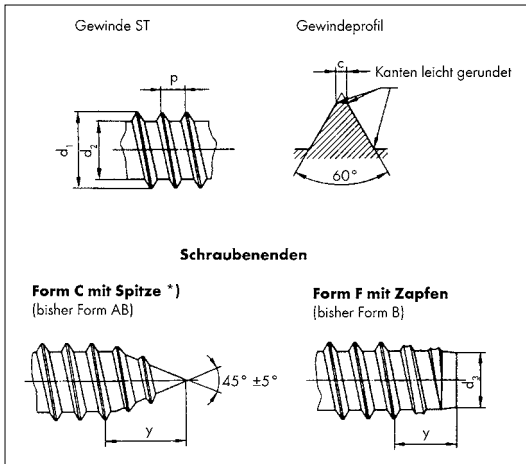
Blechedicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 4,8									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	
1,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	
1,8	3,6	3,6	3,6	3,6	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	
1,9	3,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	
2,0	3,6	3,6	3,6	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	
2,2	3,6	3,6	3,7	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	
2,5	3,6	3,7	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2	
2,8	3,6	3,8	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	
3,0	3,7	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	
3,5	3,8	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	

Blechedicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 8									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
2,1	6,3	6,3	6,3	6,3	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	
2,2	6,3	6,3	6,3	6,5	6,6	6,8	6,8	6,9	7,0	
2,5	6,3	6,3	6,5	6,7	6,8	6,9	7,0	7,0	7,1	
2,8	6,3	6,4	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	
3,0	6,3	6,5	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,2	
3,5	6,4	6,8	7,0	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	
4,0	6,7	6,9	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	
4,5	6,8	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	7,4	
5,0	7,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	
5,5	7,1	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	
6,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	
6,5	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	

Blechedicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 5,5									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	
1,9	4,2	4,2	4,2	4,2	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	
2,0	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	
2,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	
2,5	4,2	4,2	4,4	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	
2,8	4,2	4,4	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	
3,0	4,2	4,5	4,6	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	
3,5	4,4	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	
4,0	4,6	4,7	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	
4,5	4,7	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	

Blechedicke s	Kernlochdurchmesser d_b für Gewindegröße ST 6,3									
	Werkstoff-Festigkeit R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,2	5,3	5,3	5,4	
1,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	
2,0	4,9	4,9	4,9	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	
2,2	4,9	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	
2,5	4,9	5,0	5,2	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	5,6	
2,8	4,9	5,2	5,3	5,5	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	
3,0	4,9	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	
3,5	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	
4,0	5,3	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	
4,5	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
5,0	5,5	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	

9.3.2 Gewinde für Blechschrauben



Die Abmaße für Blechschrauben wie Steigung und Durchmesser sind für ST 1,5 bis ST 9,5 in Tabelle 48 abgebildet.

Gewindegröße		ST 1,5	ST 1,9	ST 2,2	ST 2,6	ST 2,9	ST 3,3	ST 3,5
P	«	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,3
	max.	1,52	1,90	2,24	2,57	2,90	3,30	3,53
¹ min.		1,38	1,76	2,1	2,43	2,76	3,12	3,35
	max.	0,91	1,24	1,63	1,90	2,18	2,39	2,64
d ₂ min.		0,84	1,17	1,52	1,80	2,08	2,29	2,51
	max.	0,79	1,12	1,47	1,73	2,01	2,21	2,41
d ₃ min.		0,69	1,02	1,37	1,60	1,88	2,08	2,26
c	max.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
y	Form C	1,4	1,6	2	2,3	2,6	3	3,2
Hilfsmaß ¹⁾	Form F	1,1	1,2	1,6	1,8	2,1	2,5	2,5
Nummer ²⁾		0	1	2	3	4	5	6

Gewindegröße		ST 1,5	ST 1,9	ST 2,2	ST 2,6	ST 2,9	ST 3,3	ST 3,5
P	«	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,3
	max.	1,52	1,90	2,24	2,57	2,90	3,30	3,53
¹ min.		1,38	1,76	2,1	2,43	2,76	3,12	3,35
	max.	0,91	1,24	1,63	1,90	2,18	2,39	2,64
d ₂ min.		0,84	1,17	1,52	1,80	2,08	2,29	2,51
	max.	0,79	1,12	1,47	1,73	2,01	2,21	2,41
d ₃ min.		0,69	1,02	1,37	1,60	1,88	2,08	2,26
c	max.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
y	Form C	1,4	1,6	2	2,3	2,6	3	3,2
Hilfsmaß ¹⁾	Form F	1,1	1,2	1,6	1,8	2,1	2,5	2,5
Nummer ²⁾		0	1	2	3	4	5	6