

Direktverschraubung in Metalle mit gewindefurchenden Schrauben

nach DIN 7500

Was ist bei der Auslegung und Konstruktion zu beachten?

- Schrauben nach DIN 7500 (trilobular) furchen spanlos ein lehrenhaltiges, metrisches Muttergewinde.
 - Die Schrauben sind auf eine Zugfestigkeit von ca. 800 N/mm² einsetzvergütet.
 - Gewindefurchen ist in duktile Metalle wie Stahl, Bunt- und Leichtmetalle bis ca. 140 bis 160 HV möglich.
 - Für spröde Metalle wie Grauguss ist das Gewindefurchen nicht geeignet.
 - Schrauben aus INOX A2 können prozesssicher nur in Leichtmetalle eingedreht werden. **Dabei sind die Vorlöcher 5% grösser als die Tabellenwerte zu wählen.**
 - Es sind keine zusätzlichen Sicherungselemente wie Sicherungsringe notwendig. Vibrationssicherheit wird durch die Gewindereibung gewährleistet.
 - 10 bis 20 Wiederholmontagen sind möglich.
 - Die mechanischen Eigenschaften der Verbindung können bei dünnen Blechen mit Stanzdurchzügen verbessert werden.
- Bei «gelaserten» Löchern sind Vorversuche zu empfehlen (Schnittflächen könnten zu hart sein.)
 - Bei kritischen Anwendungen Vorversuche durchführen. Melden Sie sich möglichst früh während Ihrer Produktentwicklung bei unserem Engineering.
 - Zur Funktionserfüllung einer gewindefurchenden Schraube ist diese in geeigneter Form zu schmieren. Hierzu können in den Oberflächenschutz integrierte und / oder zusätzlich aufgetragene Schmierungssysteme verwendet werden.
 - Bei gewindefurchenden Schrauben mit galvanisch applizierten Beschichtungen besteht ein Bruchrisiko durch Wasserstoffversprödung. Zur Verminderung des Risikos der Wasserstoffversprödung muss eine Behandlung nach ISO 4042 vorgenommen werden. Hochfeste vergütete Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und höher dürfen daher nicht durch einsetzgehärtete und angelassene gewindefurchende Schrauben ohne angemessene Prüfung ersetzt werden!

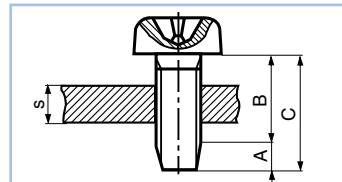
Hinweis

Voraussetzung für eine sichere Schraubverbindung ist die funktionsgerechte Gestaltung der Bauteile und die Wahl des richtigen Verbindungselementes.

Mechanische und funktionelle Eigenschaften von gewindefurchenden Schrauben nach DIN 7500 und ISO 7085.

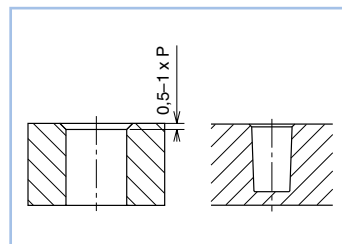
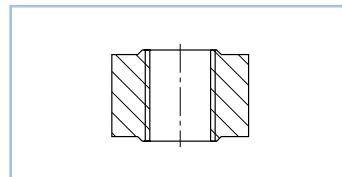
A = Konisches Schraubenende von max. 4 P
 B = Nutzbare Gewindelänge
 C = Gesamtlänge, Toleranz js 16
 s = Materialstärke

Bei Bestimmung der Schraubenlänge ist die Länge des nicht voll tragenden, konischen Schraubenendes zu berücksichtigen.

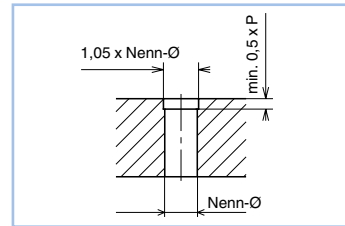


Gestaltung der Vorlöcher

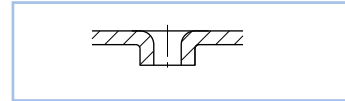
Durch die Materialverdrängung beim Furchen des Gewindes entsteht an der Kernlochkante ein kleiner Wulst. Dieser kann beim Zusammenbau von glatten Teilen stören. Es empfiehlt sich daher eine Ansenkung der Kernlochkanten von 90° auf eine Tiefe von 0,5 bis 1 x der Gewindesteigung P oder eine zylindrische Ansenkung.



Die zylindrische Ansenkung hat den Vorteil, dass durch das Anpassen der Ansenktiefe die Einschraubtiefe bei verschiedenen dicken Befestigungsteilen konstant gehalten werden kann. Das bedeutet bei gleichen Materialien und Schraubendimensionen gleiche Montagemomente. Empfehlung auch für Druckguss.



In dünnen Blechen erhöht ein Durchzug die Tragfähigkeit der Verbindung.



➤ **Detaillierte Informationen** fragen Sie bitte bei Bossard Engineering an.

Richtwerte für Kernlochgeometrie in Stahl

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
max. Anziehdrehmoment [Nm]	ca. 80 % des Bruchdrehmomentes							
min. Bruchdrehmoment ¹⁾ [Nm]	0,4	1	1,8	2,8	4,1	8,7	15	37
min. Zugkraft ¹⁾ [kN]	1,65	2,7	4	5,4	7	11,4	16	29
Materialstärke s [mm]	Kernlochdurchmesser d – H11 für Stahl, HB max. 135, gebohrt oder gestanzt							
2 und kleiner	1,8	2,25	2,7	3,2	3,6	4,5	5,4	–
4	1,85	2,3	2,75	3,2	3,65	4,55	5,5	7,3
6	–	2,35	2,75	3,2	3,7	4,6	5,5	7,4
8	–	–	–	–	3,7	4,65	5,55	7,4
10 und grösser	–	–	–	–	–	4,65	5,6	7,5

¹⁾ Torsionsprüfung an der Schraube nach ISO 898, Teil 7:

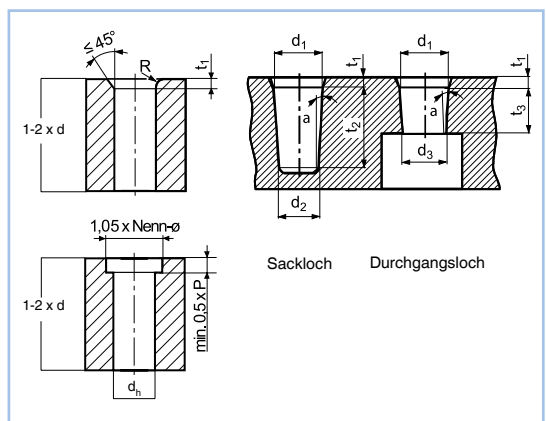
Die zu prüfende Schraube muss in einer geeigneten Vorrichtung entsprechend ISO 898, Teil 7 fest eingespannt werden. Die Prüfung der Mindestbruchdrehmomente nach ISO 898, Teil 7 bezieht sich ausschliesslich auf die Torsionsbelastung unter den definierten Einspannbedingungen.

Kernlöcher für Druckguss

Alle Empfehlungen sind immer durch praxisnahe Montageversuche zu überprüfen.

Generell gilt für Kernlöcher in Druckguss

- 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 [mm]: Kernlochbereich, Anzugswinkel α maximal 1°
- t_3 [mm]: Tragender Kernlochbereich, Anzugswinkel α maximal 1°



Richtwerte für Kernlochgeometrie in Aluminium-/Zinkdruckguss

Masse mm	Gewinde							
	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
d _{H11}	1,81	2,3	2,75	3,25	3,65	4,65	5,5	7,5
d ₁	min. 1,85	2,33	2,84	3,31	3,74	4,72	5,66	7,61
	max. 1,91	2,39	2,90	3,39	3,82	4,80	5,74	7,69
d ₂	min. 1,75	2,22	2,70	3,13	3,56	4,50	5,40	7,27
	max. 1,81	2,28	2,76	3,21	3,64	4,58	5,48	7,35
d ₃	min. 1,80	2,28	2,75	3,22	3,65	4,61	5,5	7,44
	max. 1,86	2,34	2,83	3,30	3,73	4,69	5,61	7,52
t ₁	variabel, mindestens 1 x Gewindesteigung P							
t ₂	4	5	6	7	8	10	12	16
t ₃	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8

Was ist bei der Montage zu beachten?

- Sichere und wirtschaftliche Verbindungen können nur mit drehmoment- und/oder drehwinkelgesteuerten Schraubern hergestellt werden.
- **Die Drehzahlen sollten zwischen 300 und 1000 U/min liegen.** Es können sowohl elektrisch wie auch pneumatisch betriebene Schrauber eingesetzt werden.
- An Bauteilversuchen sollte die Wiederholgenauigkeit des Schraubprozesses überprüft werden, um evtl. noch nicht erfasste Einflüsse berücksichtigen zu können.

- Wenn Sie mit Schraubautomaten montieren wollen, kontaktieren Sie uns so früh wie möglich, damit wir Ihre Schrauben in der **notwendigen Automatenqualität** definieren und herstellen lassen können (Lieferzeiten berücksichtigen). Die automatisierte Montage von «Lagerschrauben» ohne Tests ist in der Regel nicht zu empfehlen und deckt die Ansprüche einer wirtschaftlichen Lösung meist nicht ab!

➤ Ermittlung der Drehmomente
Seite F.070

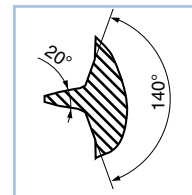
Direktverschraubung in Thermoplaste mit Delta PT®-Schrauben

Die Delta PT® hat alle bekannten Eigenschaften der PT®-Schraube. Darüber hinaus bietet die Delta PT®-Schraube folgende Vorteile:

- Gewindeflankengeometrie mit dem Hauptflankenwinkel 20° begünstigt die Umformung des Kunststoffes
- Bei gleichem Nenn-Ø d, bis zu 50% höhere Zug- und Torsionsfestigkeit durch vergrößerten Kernquerschnitt
- Erhöhte Vibrationsicherheit durch kleinere Gewindesteigung
- Gesteigerte Dauerschwingfestigkeit
- Kleinere Ø-Toleranzen
- Robustes Verbindungselement, das mehr Vorspannkraft übertragen kann
- Das DELTA PT®-Prognoseprogramm DELTACALC® ermöglicht ein vorspannkraftorientiertes Konstruieren in Thermoplasten (vgl. VDI 2230)



DELTA PT®



Kostengünstigere Verbindungen

Aus dem folgenden Beispiel wird deutlich, dass bei gleicher Flankenüberdeckung A_{FL}, bedingt durch die kleinere Steigung P eine kleinere Einschraubtiefe t_e möglich ist. Aus der gegebenen Flankenüberdeckung A_{FL} der PT®-Schraube lässt sich die benötigte Einschraubtiefe t_e der Delta PT®-Schraube berechnen.

	A _{FL} [mm ²]	P [mm]	d [mm]	t _e [mm]
PT® K 50	35	2,24	4	13,24
Delta PT® 50	35	1,8	4	10,42
Delta PT® 40	35	1,46	3,2	11,75

Der Vergleich zwischen DELTA PT® und der PT®-Schraube ergibt: **Beim Einsatz der DELTA PT® kann eine kleinere oder kürzere und somit eine günstigere Schraube verwendet werden.**

$$A_{FL} = (d_1^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{t_e}{P}$$

Konstruktionsempfehlungen

- Für einfache Befestigungen genügen die hier publizierten Empfehlungen.
- Für Verbindungen mit Betriebskräften helfen wir Ihnen gerne bei der Auslegung, unter anderem auch mit Unterstützung von DELTACALC®.
- Wahl grosser Kopfdurchmesser (BN 20040) beim Verbinden von Klemnteilen aus Kunststoff. Die Kopfreibung vergrössert die Prozesssicherheit in der Montage; geringere Flächenpressung ergibt eine geringere Relaxation und somit grössere Restklemmkräfte.
- Vermeidung von Senkschrauben in Klemnteilen aus Kunststoff. Der 90°-Winkel ergibt nicht nur axiale, sondern auch radiale Relaxation, was bei zu geringem Randabstand grosse Vorspannkraftverluste zur Folge hat und bis zum Versagen des Klemnteiles führen kann.
- Vermeidung von Schlitzlöchern in Klemnteilen aus Kunststoff. Mangels Kopfauflage kann das Formmoment grösser sein als das Kopfreibungsmoment, was eine Prozesssichere Montage unmöglich macht.
- Querkräfte sollten durch Formschluss der Bauteile übernommen werden.
- Entlastungsbohrung d_e vorsehen (Vermeidung von Spannungsrissen).

Tubegestaltung für Delta PT®-Schrauben

Die maximal erreichbare Vorspannkraft beim Überdrehen ist das Kriterium für den optimalen **Loch-Ø d**. Er ist weniger vom Tubusmaterial und der Einschraubtiefe t_e , sondern von der Gewindesteigung P und dem Gewindenenn-Ø d_1 der Schraube abhängig. Für die Auslegung gilt für alle gängigen Kunststoffe bis zum E-Modul $E = 15\,000\text{ N/mm}^2$ (Loch-Ø d für Spezialkunststoffe auf Anfrage):

$$d = 0,8 \cdot d_1$$

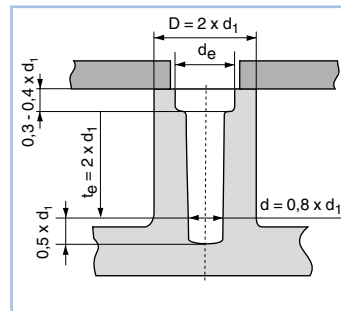
$$d_e = d_1 + 0,2\text{ mm}$$

Die **Entlastungsbohrung d_e** ist besonders wichtig, da sie eine günstige Randspannungsverteilung ergibt und damit ein Aufplatzen des Tubus insbesondere bei spannungsrissempfindlichen Kunststoffen wie z. B. Polycarbonat verhindert. Sie gewährleistet auch die ebene Auflage des Klemnteiles (Aufstauchen des Kunststoffes beim Formen des ersten Gewindenganges).

Bei Optimierung der Verbindung sollte **der Loch-Ø $d = 0,88 \cdot d_1$ nicht überschritten werden.**

In der Praxis können sich aus folgenden Gründen Abweichungen zu diesen Empfehlungen ergeben:

- Verarbeitungsbedingungen des Kunststoffmaterials
- Gestaltung des Spritzgiesswerkzeuges
- Position des Anspritzpunktes
- Bildung von Fliessnähten
- Örtliche Texturen, z. B. durch Zusatz- und Füllstoffe wie Farbpigmente und Fasern
- Die Kunststoffe können je nach Hersteller unterschiedlich modifiziert sein



- D Aussen-Ø
d Vorloch-Ø
 t_e Einschraubtiefe
 d_e Randentlastung
 d_1 Nenn-Ø der Schraube

Hinweis

Wir empfehlen mit den ersten werkzeugfallenden Teilen **Kontrollverschraubungen** durchzuführen.

» **Detaillierte Informationen** fragen Sie bitte bei Bossard Engineering an.

Berechenbar mehr Leistung

Die Vorauslegung der Schraubverbindung in Thermoplaste kann mit dem Berechnungsprogramm DELTACALC® simuliert werden. In Anlehnung an VDI 2230 ist ein vorspannkraftorientiertes Konstruieren möglich. Die Aussagen reichen von Dimensionierungen über die Belastbarkeit bis hin zur Lebensdauer der Verbindung.

Wenn die **Betriebskräfte der belasteten Verbindungen** bekannt sind, kann Ihnen die Checkliste für einen möglichen Engineering Support dienlich sein.

Für Anfragen über DELTACALC®-Berechnungen wenden Sie sich an Ihren Bossard-Ansprechpartner (bossard@bossard.com).



Zugbruchlast

Ausführung PT 10 (Stahl, vergütet, Festigkeit analog 10.9)

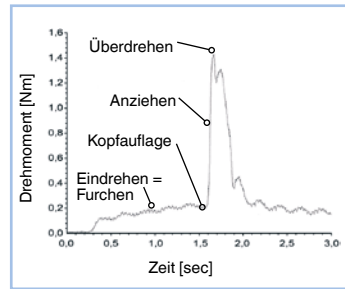
Nenngrösse Delta PT®	Nenn-Ø (d _i) [mm]	Min. Zugbruchlast [kN]
20	2	1,6
22	2,2	1,9
25	2,5	2,7
30	3	3,8
35	3,5	5,2
40	4	6,8
45	4,5	8,6
50	5	10
60	6	15
70	7	21
80	8	28
100	10	44

Was ist bei der Montage zu beachten?

- Sichere und wirtschaftliche Verbindungen können nur mit drehmoment- und/oder drehwinkelgesteuerten Schraubern hergestellt werden. Die für das spannungsarme Formen des Gewindes im Kunststoff benötigte Wärme wird durch Reibung beim Einschrauben erzeugt.
- **Die Drehzahlen sollten zwischen 300 bis 800 U/min liegen.**
- Es können sowohl elektrisch wie auch pneumatisch betriebene Schrauber eingesetzt werden.
- An Bauteilversuchen sollten die errechneten Werte und die Wiederholgenauigkeit des Schraubprozesses überprüft werden, um evtl. noch nicht erfasste Einflüsse zu berücksichtigen.
- Wenn Sie mit Schraubautomaten montieren wollen, kontaktieren Sie uns so früh wie möglich, damit wir ihre Schrauben in der **notwendigen Automatenqualität** definieren und herstellen lassen können (Lieferzeiten beachten). Die automatisierte Montage von «Lagerschrauben» ohne Tests ist in der Regel nicht zu empfehlen und deckt die Ansprüche einer wirtschaftlichen Lösung meist nicht ab!

Ermittlung der Drehmomente

Um eine optimale Prozesssicherheit zu erreichen, muss die Differenz zwischen Eindreh- (Me) und Überdrehmoment (Mü) möglichst gross sein. Die realen Verschraubungsparameter können mit den Originalbauteilen im «Anwendungstechnischen Labor» bei Bossard ermittelt werden. Das optimale, am Schrauber einzustellende Montage-Anziehdrehmoment M_A wird anhand der kundenspezifischen Anforderungen bestimmt. Die Versuche werden in Form eines «Technischen Berichtes» dokumentiert.



Checkliste für eine Vorauslegung der Schraubenverbindung

! Anmerkung

Die Resultate aus der Berechnung von Bossard müssen durch Praxisversuche an Serienbauteilen bestätigt werden.

Angaben zur Schraube

- Schraube
- Werknorm
- Kopfform-Beschreibung
- Kopf-Ø [mm]
- Nenn-Ø [mm]
- Länge [mm]

Angaben zum Klemmteil

- Materialbeschreibung
- Handelsname
- Dicke des Klemmteils [mm]
- Durchgangsloch-Ø [mm]

Angaben zum Tubus

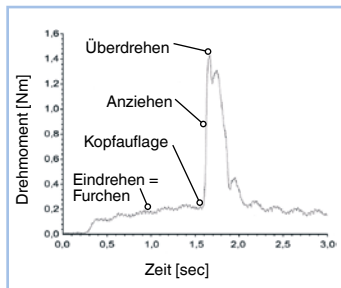
- Materialbeschreibung
- Handelsname
- Tubuskern-Ø [mm]
- Tubusaussen-Ø [mm]
- Einschraubtiefe [mm]
- Entlastungs-Ø [mm]
- Höhe der Entlastung [mm]

Angaben zur Belastung

- gefordertes Anziehdrehmoment [Nm]
- geforderte Vorspannkraft [kN]
- Betriebskraft (axial) [N]
- Tubusbelastung dynamisch [ja/nein]
- Tubusbelastung statisch [ja/nein]
- Temperatur, Dauerbelastung [°C]
- Höhe der Entlastung [mm]
- Zeitraum [h]

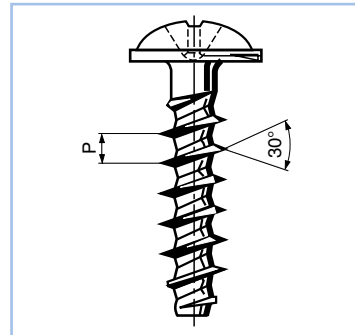
! Hinweise zur Tubusgestaltung
Seite F.069

Direktverschraubung in Thermoplaste mit PT®-Schrauben /ecosyn®-plast



Vorteile der PT®-Schraube /ecosyn®-plast

- Niedriges Eindrehmoment, hohes Überdrehmoment
- Grosse Montage- und Verbindungssicherheit
- Ausgezeichnete Rüttelsicherheit
- Geringe Gefahr von Spannungsrissen
- Kein Setzen der Verbindung durch übermässige Relaxation des Kunststoffes
- Wirtschaftliches Verbindungselement für die Direktverschraubung in Thermoplaste



Die PT®-Schraube /ecosyn®-plast hat alle Eigenschaften, die ihre Montage in Thermoplasten sehr sicher macht und den Verbindungen die hohe Festigkeit gibt.

Konstruktionsempfehlung

- Wahl grosser Kopfdurchmesser (BN 13578) beim Verbinden von Klemmteilen aus Kunststoff. Die Kopfreibung vergrössert die Prozesssicherheit in der Montage; geringere Flächenpressung ergibt eine geringere Relaxation und somit grössere Restklemmkräfte.
- Vermeidung von Senkschrauben in Klemmteilen aus Kunststoff. Der 90°-Winkel ergibt nicht nur axiale, sondern auch noch radiale Relaxation, was bei zu geringem Randabstand grosse Vorspannkraftverluste zur Folge hat und bis zum Bruch führen kann.
- Vermeidung von Schlitzlöchern in Klemmteilen aus Kunststoff. Mangels Kopfaufgabe kann das Formmoment grösser sein als das Kopfreibungsmoment, was eine sichere Montage unmöglich macht.
- Querkräfte sollten durch Formschluss der Bauteile übernommen werden.
- Entlastungsbohrung d_e vorsehen (Vermeidung von Spannungsrissen).



Konstruktionsempfehlungen

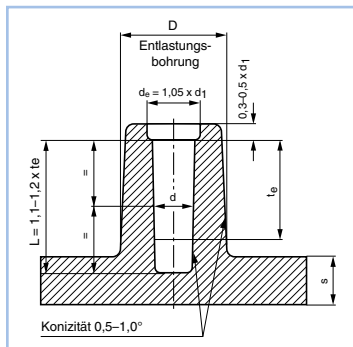
Tubeformgestaltung für PT®-Schrauben / ecosyn®-plast

Um eine optimale, sich auch in der Praxis bewährte Konstruktion zu gestalten, ist es unbedingt erforderlich, die Tubegeometrie den unterschiedlichen Werkstoffen anzupassen. Die untenstehenden Angaben basieren auf Laborversuchen mit Modellkörpern. In der Praxis können Änderungen erforderlich sein. Wir empfehlen, Kontrollverschraubungen mit Erstmustern durchzuführen.

Werkstoff	Loch-Ø d	Aussen-Ø D	Einschraubtiefe t _e
ABS/PC blend	0,80 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
ASA	0,78 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
PA 4.6	0,73 x d ₁	1,85 x d ₁	1,80 x d ₁
PA 4.6 - GF 30	0,78 x d ₁	1,85 x d ₁	1,80 x d ₁
PA 6	0,75 x d ₁	1,85 x d ₁	1,70 x d ₁
PA 6 - GF 30	0,80 x d ₁	2,00 x d ₁	1,90 x d ₁
PA 6.6	0,75 x d ₁	1,85 x d ₁	1,70 x d ₁
PA 6.6 - GF 30	0,82 x d ₁	2,00 x d ₁	1,80 x d ₁
PBT	0,75 x d ₁	1,85 x d ₁	1,70 x d ₁
PBT - GF 30	0,80 x d ₁	1,80 x d ₁	1,70 x d ₁
PC	0,85 x d ₁	2,50 x d ₁	2,20 x d ₁ ¹⁾
PC - GF 30	0,85 x d ₁	2,20 x d ₁	2,00 x d ₁ ¹⁾
PE (weich)	0,70 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
PE (hart)	0,75 x d ₁	1,80 x d ₁	1,80 x d ₁
PET	0,75 x d ₁	1,85 x d ₁	1,70 x d ₁
PET - GF 30	0,80 x d ₁	1,80 x d ₁	1,70 x d ₁
PMMA	0,85 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
POM	0,75 x d ₁	1,95 x d ₁	2,00 x d ₁
PP	0,70 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
PP - TV 20	0,72 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
PPO	0,85 x d ₁	2,50 x d ₁	2,20 x d ₁ ¹⁾
PS	0,80 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
PVC (hart)	0,80 x d ₁	2,00 x d ₁	2,00 x d ₁
SAN	0,77 x d ₁	2,00 x d ₁	1,90 x d ₁

d₁ = Gewinde-Nenn-Ø

¹⁾ Da es sich hier um spannungsrissempfindliche Werkstoffe handelt, sollten die vom Werkstoffhersteller empfohlenen Tests durchgeführt werden. Die Entlastungsbohrung d_e ist hier besonders wichtig, da sie eine günstige Randspannungsverteilung gewährleistet.

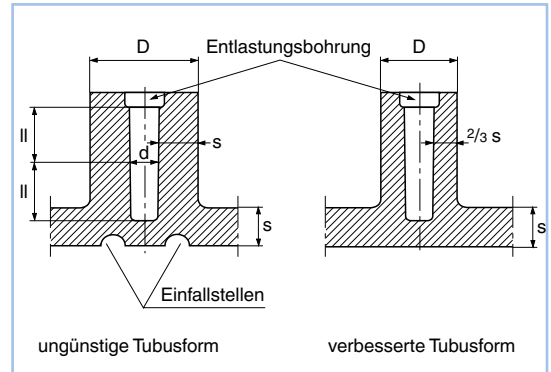


Formveränderungen

Ergeben sich bei der angegebenen Tubeform Lunker, Einfallstellen oder verlängerte Spritzzyklen, kann die Form folgendermaßen geändert werden:

- Tubusaussendurchmesser D verkleinern
- Lochdurchmesser d vergrößern
- Kernlochtiefe und damit Einschraubtiefe der Schraube vergrößern, um die Einbusse an Ausreisswiderstand wieder auszugleichen.

Genügend tiefe Kernlöcher wählen, damit die montierten Schrauben auf keinen Fall im Lochgrund anstehen.



Zugbruchlast der PT®-Schrauben

Stahl, vergütet, Festigkeit analog 10.9

Nenngrösse PT®	Nenn-Ø d ₁ [mm]	Min. Zugbruchlast [kN]
K18	1,8	1,1
K20	2	1,3
K22	2,2	1,6
K25	2,5	2
K30	3	2,7
K35	3,5	3,6
K40	4	4,6
K50	5	7
K60	6	9,8
K70	7	13
K80	8	16
K100	10	25

Was ist bei der Montage zu beachten? Seite F.070

Ermittlung der Drehmomente Seite F.070

Verschraubungsarten von Blechen

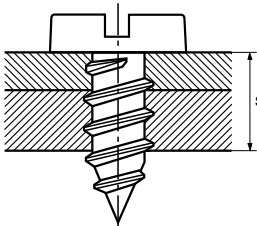
Anwendung nach DIN 7975

Nachfolgend sind einige Richtlinien für die Anwendung von Blechschrauben angegeben. Die dargestellten Verschraubungsarten gelten als Beispiele.

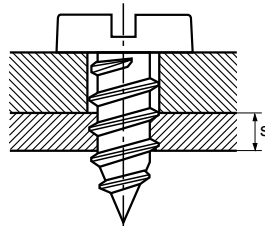
Blechschrauben Form C mit Spitze (auch Suchspitze genannt) werden überwiegend verwendet. Dies gilt besonders beim Verschrauben mehrerer Bleche, bei denen mit Lochversatz gerechnet werden muss.

H Mindestwert der Einschraubtiefe (Blechdicke s)

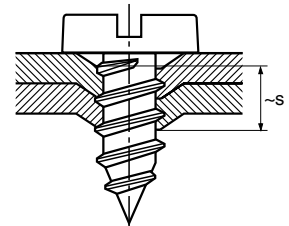
Die Einschraub-Blechdicke muss grösser sein, als die Steigung des Gewindes der gewählten Schraube, da sonst eine prozesssichere Montage nicht gewährleistet ist. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so können Blechschraubenverbindungen entsprechend den Bildern 3 bis 6 angewendet werden.



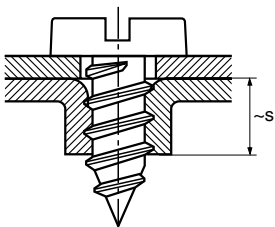
1. Einfache Verschraubung
(zwei Kernlöcher)



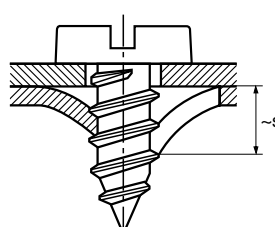
2. Einfache Verschraubung
(mit Durchgangsloch)



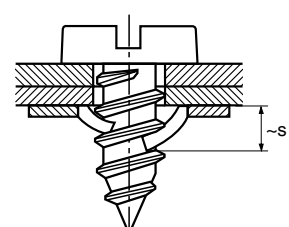
3. Kernloch aufgedornt
(dünne Bleche)



4. Kernloch durchgezogen
(dünne Bleche)



5. Presslochverschraubung



6. Verschraubung mit Klemm-Mutter

H Hinweise

- Blechschrauben sind nicht zum Übertragen hoher Kräfte ausgelegt. Es gibt keine Richtwerte für Vorspannkräfte.
- Bei dünnen Blechen (und besonders bei Massenfertigung) kann auch die Presslochverschraubung verwendet werden. Das Pressloch ist gestanzt, geschlitzt und spiralförmig entsprechend der Gewindesteigung geformt.
- Klemmmuttern ermöglichen den Einsatz von Blechschrauben unabhängig von der Blechdicke oder dem Blechmaterial.
- Für die Verschraubung von austenitischen Rostfrei-Blechen sind die Anziehmomente zu überprüfen.
- Rostfreie Blechschrauben können prozesssicher nur in Leichtmetall verschraubt werden. Beim Einsatz in Stahl oder rostfreiem Stahl sind die Anwendungsbedingungen experimentell zu ermitteln.

Konstruktionsempfehlungen

Blechschaubenverbindungen / Blechdicken / Kernlochdurchmesser

Die folgenden Richtwerte gelten nur für einsatzvergütete Blechschauben in Verbindungen entsprechend Bild 2 auf Seite F.073. Die Einschraubdrehmomente erreichen max. 50% der Mindestbruchdrehmomente.

Bei anderen Schrauben- oder Blechwerkstoffen sollten Vorversuche durchgeführt werden. Gestanzte Löcher müssen eventuell 0,1 bis 0,3 mm grösser gewählt werden. Es sollte nur in Stanzrichtung verschraubt werden.

Gewindegrösse	Gewindesteigung P [mm]	Werkstofffestigkeit R _m [N/mm ²]	Kernlochdurchmesser d _k für Gewindegrösse ST 2,2 bis ST 6,3																					
			Blechdicke s [mm]																					
			0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	
ST 2,2	0,8	ab 100	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		bei ca. 300	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-
		bis 500	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ST 2,9	1,1	ab 100	-	-	-	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-
		bei ca. 300	-	-	-	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	-	-	-	-	-	-	-
		bis 500	-	-	-	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	-	-	-	-	-	-	-
ST 3,5	1,3	ab 100	-	-	-	-	-	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	-	-	-	-	-	
		bei ca. 300	-	-	-	-	-	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	-	-	-	-	-	
		bis 500	-	-	-	-	-	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	-	-	-	-	-	
ST 3,9	1,4	ab 100	-	-	-	-	-	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	-	-	-	-	
		bei ca. 300	-	-	-	-	-	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	-	-	-	-	
		bis 500	-	-	-	-	-	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	-	-	-	-	
ST 4,2	1,4	ab 100	-	-	-	-	-	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	-	-	-	-	
		bei ca. 300	-	-	-	-	-	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,5	3,6	3,6	-	-	-	-	
		bis 500	-	-	-	-	-	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	-	-	-	-	
ST 4,8	1,6	ab 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	-	
		bei ca. 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	
		bis 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	
ST 5,5	1,8	ab 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	
		bei ca. 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	4,4	4,4	4,5	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	
		bis 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	
ST 6,3	1,8	ab 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,7	
		bei ca. 300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	
		bis 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	

Mindestbruchdrehmomente für Blechschauben aus Stahl

ISO 2702 (alt DIN 267, Teil 12)

Nenn-Ø [mm]	ST 2,2	ST 2,6	ST 2,9	ST 3,3	ST 3,5	ST 3,9	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3	ST 8	ST 9,5
Mindestbruchdrehmoment ¹⁾ [Nm]	0,45	0,9	1,5	2	2,7	3,4	4,4	6,3	10	13,6	30,5	68

¹⁾ Torsionsfestigkeit mit Klemmvorrichtung nach ISO 2702 ermittelt.

Anziehdrehmomente für Blechschauben

Anhaltswerte sind aus ISO 2702 (alt DIN 267, Teil 12) abzuleiten.

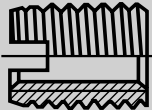
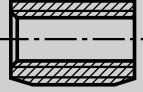
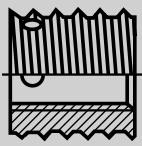
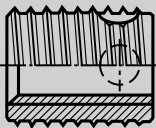

Richtwerte für Anziehdrehmomente:

M_A = ca. 80% der Mindestbruchmomente resp. dem Überdrehmoment mit Ausfallstelle in Schraube oder Bauteil.

Das maximale Einschraubmoment sollte nicht höher als 50% des Überdrehmomentes (Bruchdrehmoment der Schraube) sein.

Auswahlkriterien für selbstschneidende Gewindeeinsätze Ensat®

Gruppierung der Werkstoffe, Werknormenreihe und Ausführung

				
Ensats® Typ 302	Ensats® Typ 305	Ensats® Typ 307/308	Ensats® Typ 337/338	Ensats® Typ 309

Werkstoffgruppe	Werkstoff des Werkstückes	Empfohlene Werknormen	Empfohlene Ensats®-Ausführung
I	Vergütete Leichtmetalllegierungen über 350 N/mm ² Festigkeit	302/337 307/338 308	Stahl einsatzgehärtet verzinkt
	Gusseisen höherer Härte, Messing Bronze und andere NE-Metalle	302	Stahl einsatzgehärtet verzinkt
II	Leichtmetalllegierungen bis 350 N/mm ² Festigkeit	302/337 307/338 308	Stahl einsatzgehärtet verzinkt
	Gusseisen	302	Stahl einsatzgehärtet verzinkt
	Harte, spröde Kondensationsharzkunststoffe und Edelkunstharze	302/337 307/338 308	Stahl einsatzgehärtet verzinkt oder Messing
III	Leichtmetalllegierungen bis 300 N/mm ² Festigkeit	302/337 307/338 308	Stahl einsatzgehärtet verzinkt
	Weiches Gusseisen	302	Stahl einsatzgehärtet, verzinkt
	Kondensationsharzkunststoffe mittlerer Härte	302/337 307/338 308	Stahl einsatzgehärtet verzinkt
IV	Leichtmetalllegierungen bis 250 N/mm ² Festigkeit	302	Stahl einsatzgehärtet verzinkt
	Weichmetalle und Leichtmetalllegierungen bis 180 N/mm ² Festigkeit	302	Stahl einsatzgehärtet verzinkt oder INOX A1
	Weiche Kondensationsharzkunststoffe Schichtstoffe mit Kunstharzbindung	302	Stahl einsatzgehärtet, verzinkt oder Messing oder INOX A1
	Weiche Polymerisations-, Polykondensations- und Polyadditionskunststoffe Harthölzer	302	Stahl einsatzgehärtet, verzinkt oder Messing oder INOX A1
V	Harthölzer	309	Messing
VI	Weichhölzer und Sperrhölzer Holzfaserstoffe	309	Messing
VII	Weiche Polymerisations-, Polykondensations- und Polyadditionskunststoffe	305	Messing

Empfohlene Kernlochdurchmesser und Materialdicke/Sacklochtiefe für selbstschneidende Gewindeeinsätze Ensat®

Der Kernlochdurchmesser ist von dem Ensat®-Aussengewinde, von der Festigkeit und den physikalischen Eigenschaften des Werkstückmaterials abhängig.

Harte und spröde Werkstoffe erfordern ein grösseres Kernloch als weiche und elastische Werkstoffe. Der optimale Kernlochdurchmesser ist gegebenenfalls durch Versuche zu ermitteln.

Ensats® Typ 302

Gewinde	Kernloch-Ø D [mm]				Materialdicke A _{min}	Sacklochtiefe B _{min}
	Für Werkstoffgruppe					
	I	II	III	IV		
	Erreichbare Flankenüberdeckung					
	30%–40%	40%–50%	50%–60%	60%–70%		
M2,5	4,3–4,2	4,2–4,1	4,1	4,1–4	6	8
M2,6	4,3–4,2	4,2	4,1	4,1–4	6	8
M3	4,8–4,7	4,7	4,6	4,6–4,5	6	8
M3,5	5,7–5,6	5,6–5,5	5,5–5,4	5,4–5,3	8	10
M4	6,2–6,1	6,1–6	6–5,9	5,9–5,8	8	10
M5	7,6–7,5	7,5–7,3	7,3–7,2	7,2–7,1	10	13
M6a	8,6–8,5	8,5–8,3	8,3–8,2	8,2–8,1	12	15
M6	9,4–9,2	9,2–9	9–8,8	8,8–8,6	14	17
M8	11,4–11,2	11,2–11	11–10,8	10,8–10,6	15	18
M10	13,4–13,2	13,2–13	13–12,8	12,8–12,6	18	22
M12	15,4–15,2	15,2–15	15–14,8	14,8–14,6	22	26
M14	17,4–17,2	17,2–17	17–16,8	16,8–16,6	24	28
M16	19,4–19,2	19,2–19	19–18,8	18,8–18,6	22	27
M20	25,4–25,2	25,2–25	25–24,8	24,8–24,6	27	32
M24	29,4–29,2	29,2–29	29–28,8	28,8–28,6	30	36

Ensats® Typ 307/308/337/338

Gewinde	Kernloch-Ø D [mm]			Materialdicke A _{min}	Sacklochtiefe B _{min}
	Für Werkstoffgruppe				
	I	II	III		
	Erreichbare Flankenüberdeckung				
	50%–60%	60%–70%	70%–80%		
M3,5	5,7–5,6	5,6	5,6–5,5	5/8	7/10
M4	6,2–6,1	6,1	6,1–6	6/8	8/10
M5	7,7–7,6	7,6–7,5	7,5–7,4	7/10	9/13
M6	9,6–9,5	9,5–9,4	9,4–9,3	8/12	10/15
M8	11,5–11,3	11,3–11,2	11,2–11,1	9/14	11/17
M10	13,5–13,3	13,3–13,2	13,2–13,1	10/18	13/22
M12	15,4–15,2	15,2–15,1	15,1–15	12/22	15/26
M14	17,4–17,2	17,2–17,1	17,1–17	14/24	17/28

Ensats® Typ 309

Gewinde	Kernloch-Ø D [mm]		Materialdicke A _{min}	Sacklochtiefe B _{min}
	Für Werkstoffgruppe			
	V	VI		
	Erreichbare Flankenüberdeckung			
	85%–90%	90%–95%		
M2,5	3,8–3,6	3,6–3,5	6	8
M3	4,3–4,2	4,2–4,1	6	8
M4	5,3–5,2	5,2–5,1	10	13
M5	6,9–6,7	6,7–6,6	12	15
M6	7,9–7,7	7,7–7,6	14	17
M8	10,3–10,1	10,1–9,9	20	23
M10	12,8–12,6	12,6–12,4	23	26
M12	15,8–15,6	15,6–15,4	26	30

Ensats® Typ 305

Gewinde	Empfohlener Kernloch-Ø D [mm]	Materialdicke A _{min}	Sacklochtiefe B _{min}
	Für Werkstoffgruppe		
	VII		
M3	4,6–4,7	6	7
M4	6–6,1	8	9
M5	7,3–7,4	10	11
M6	9–9,2	14	15

Aufnahmebohrung im Werkstück

Die Aufnahmebohrung kann entweder gebohrt oder bereits beim Formguss vorgesehen werden. Ansenken der Bohrung ist in der Regel nicht erforderlich, wird jedoch für einen sauberen, oberflächenbündigen Sitz des Ensats® empfohlen.

Materialdicke:

Länge des Ensats® = kleinste zulässige Materialdicke (A)

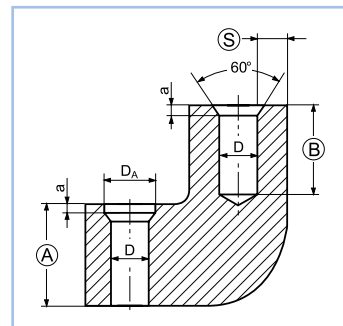
Sacklochtiefe: Mindesttiefe (B)

Kantenabstand: Der kleinste noch zulässige Kantenabstand hängt von der vorgesehenen Belastung und von der Elastizität des Werkstoffs ab, in den der Ensats® eingedreht wird.

Richtwerte für Leichtmetall: (S) ≥ 0,2 bis ≥ 0,6 d₂

Richtwerte für Gusseisen: (S) ≥ 0,3 bis ≥ 0,5 d₂

d₂ = Aussendurchmesser [mm] des Ensats®



D_A = + 0,2 bis 0,4 mm

a = 1 bis 1,5 x Steigung des Aussengewindes

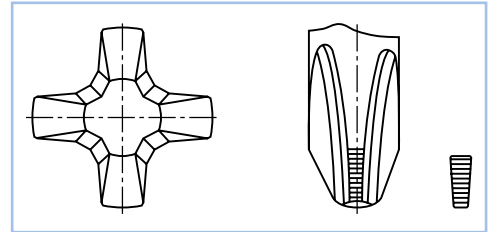
Innenantriebe für Schrauben

Der technische Fortschritt und wirtschaftliche Überlegungen bewirken weltweit einen zunehmenden Übergang von Geradschlitzschrauben zu Schrauben mit Innenantrieben.

Kreuzschlitz H (Phillips)

nach ISO 4757

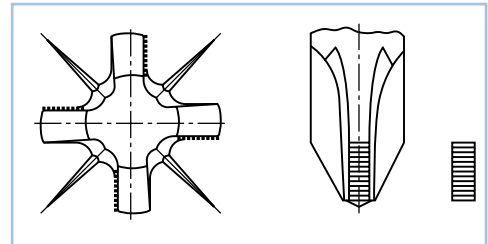
- Der Phillips-Kreuzschlitz ist weltweit am meisten verbreitet.
- Normaler Kreuzschlitz, bei dem alle Wände und Rippen schräg geneigt sind, wobei der Schraubenzieher trapezförmige Flügelenden aufweist.
- Die wichtigsten Identifikationsmasse finden Sie in den Produktbeschreibungen der jeweiligen Kataloggruppe.



Kreuzschlitz Z (Pozidriv)

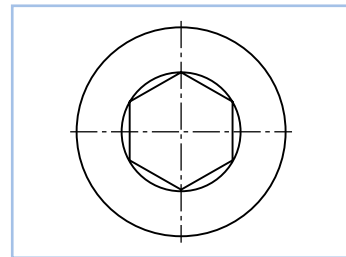
nach ISO 4757

- Der Pozidriv Kreuzschlitz hat vorwiegend in Europa eine gewisse Bedeutung erlangt.
- Die vier «Anzugswände» im Kreuzschlitz an denen der Schraubenzieher beim Eindrehen der Schrauben anliegt sind senkrecht. Die restlichen Wände und Rippen sind schräg. Dies verbessert bei optimal gefertigten Kreuzschlitz die Montierbarkeit. Der Pozidriv-Schraubenzieher hat rechteckige Flügelenden.
- Die wichtigsten Identifikationsmasse finden Sie in den Produktbeschreibungen der jeweiligen Kataloggruppe.



Innensechskant

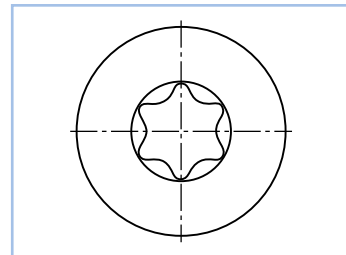
- Innensechskant-Schrauben bewähren sich seit Jahren im allgemeinen Maschinen- und Apparatebau.
- Innensechskant-Schrauben haben kleinere Schlüsselweiten als Aussensechskant-Schrauben, das heisst auch wirtschaftlichere Konstruktionen durch kleinere Abmessungen.
- Die wichtigsten Identifikationsmasse finden Sie in den Produktbeschreibungen der jeweiligen Kataloggruppe.



Innensechsrund

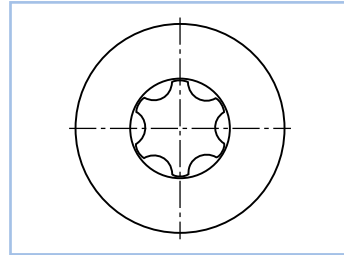
nach ISO 10664

- Die Entwicklung des Innensechsrund-Antriebes war ein Meilenstein in der Entstehung anwendungsgerechter Kraftangriffe für Hand- und automatische Montage und er findet immer mehr Anwendung auf der ganzen Welt.
- Im Vergleich zu herkömmlichen Kreuzschlitz- und Innensechskantantrieben zeichnet sich dieses Antriebssystem durch geringe Abnutzung und niedrige Anpresskräfte aus. Das typische Herauspringen «cam out» der Werkzeuge konnte eliminiert und die Kraftübertragung verbessert werden.
- Die wichtigsten Identifikationsmasse finden Sie in den Produktbeschreibungen der jeweiligen Kataloggruppe.



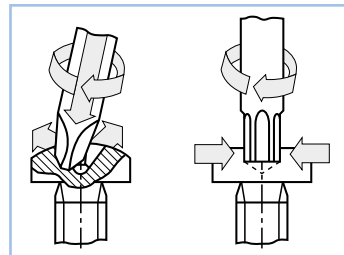
Torx plus®

- Der Torx plus®-Antrieb wird gegenüber dem Innensechsrund-Antrieb (Torx®), welcher durch eine Folge von Radien definiert wird, über Ellipsen definiert und verbessert das ursprüngliche Innensechsrund-Design.
- Das Torx plus®-System ist mit den vorhandenen Werkzeugen des Innensechsrund (Torx®)-Systems kompatibel!
- Die speziellen Vorteile der Torx plus®-Geometrie erschliessen sich dem Anwender jedoch nur bei Verwendung von Torx plus®-Schrauberrits (Werkzeug) und bei Verwendung in Schraubautomaten.
- Die wichtigsten Identifikationsmasse finden Sie in den Produktbeschreibungen der jeweiligen Kataloggruppe.



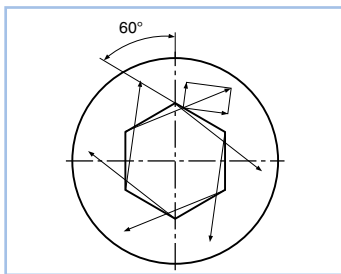
Technische Vorteile der Innensechsrund- und Torx plus®-Antriebe und ihr wirtschaftlicher Nutzen

- Kein axialer Anpressdruck, wie bei der Montage von Kreuzschlitzschrauben.
- Einwandfreie Eignung für die Anziehdrehmomente aller genormten Festigkeitsklassen.
- Keine Beschädigung des Innenantriebes, damit immer einwandfrei lösbar. Extrem niedriger Werkzeugverschleiss.
- Grosses Rationalisierungs-Potential in der Verbindungs-Technik, da sicherer Antrieb für alle Schrauben.
- Kreisrunder, kleiner, material- und platzsparender Kopf, entsprechend Zylinderschrauben DIN 84, DIN 7984, aber trotzdem voll belastbar und allen Anforderungen bezüglich einer maximal zulässigen Flächenpressung entsprechend.
- Keine Probleme bei der Montage von Linsenschrauben ISO 7380 und Senkschrauben DIN 7991. Die hohe Festigkeit 010.9 dieser Schrauben, die nur einer Verbesserung der Innensechskantfestigkeit dient, kann für Schrauben mit Innensechsrund zugunsten einer besseren Zähigkeit auf 08.8 zurückgenommen werden.

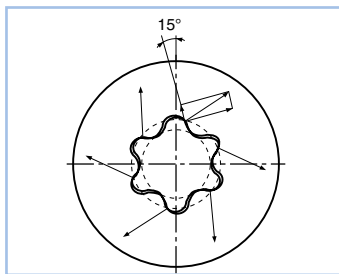


Vorteile des Innensechsrund- und Torx plus®-Schraubensystems

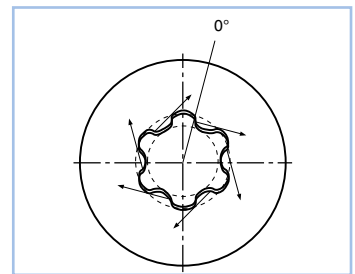
Das Innensechsrund- und Torx plus®-Schraubensystem bietet Vorteile aufgrund seiner besonderen Konstruktionsmerkmale.



60° Kraftangriffswinkel
beim Innensechskant-Antrieb



15° Kraftangriffswinkel
beim Innensechsrund-Antrieb



0° Kraftangriffswinkel
beim Torx plus®-Antrieb

- Der tatsächliche Angriffswinkel beträgt bei Innensechsrund 15° und bei Torx plus® 0°. Damit wird die eingesetzte Kraft auch wirklich zum Antrieb der Schraube verwendet. Die Innensechsrund- und die Torx plus®-Geometrie verlängert somit die Lebenszeit der Schrauberrits um bis zu 100%.

- Der Querschnitt des Torx plus®-Antriebes ist im Vergleich zum Innensechsrund noch zusätzlich verstärkt. Dadurch wird die Torsionsfestigkeit der Antriebswerkzeuge noch erhöht.
- Die geringe Abschrägung des Kraftangriffs ermöglicht einen besseren Sitz der Antriebswerkzeuge selbst bei geringen Eindringtiefen.