



AF – Arbeitshilfe Ausgabe 3

HV-Verbindungen nach DIN 18 800-1 / DIN 18 800-7 / DIN EN 14 399

- Rand- und Lochabstände
- Grenzlochleibungskräfte
- Grenzabscherkräfte
- Grenzzugkräfte
- Abmessung und Klemmlängen
- Vorspannkkräfte, Anziehmomente, Drehwinkel
- Überprüfung der Vorspannung
- Grenzgleitkräfte



Der HV-Spezialist

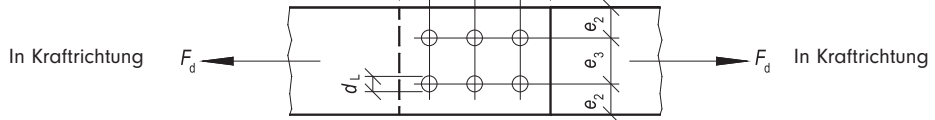
Wer ein technisch und architektonisch anspruchsvolles Gebäude anschaut, denkt nicht gleich an Schrauben von **Friedberg**. Konstruktion und Bauweise beherrschen das Bild. Aber ohne hochwertige Schraubverbindungen sind viele bauliche Highlights nicht denkbar – und schon gar nicht umsetzbar.

Architekten und Planer im modernen Stahlbau verlassen sich daher seit vielen Jahren auf Verbindungstechnologie von **Friedberg**. Was unsere Werke verlässt, hat harte Prüfungen hinter sich, jede Menge Belastung vor sich – und besondere Werte in sich: zertifizierte Qualität, eine fundierte Entwicklung, dokumentierte Abläufe und unsere Erfahrung von über 125 Jahren.

Diese Arbeitshilfe für HV-Verbindungen gibt Ihnen einen Überblick über die technische Verwendbarkeit unserer Schrauben für den Hochbau und soll Ihnen als Begleiter bei der Anwendung von HV-Verbindungen in der täglichen Praxis die Arbeit erleichtern.

1 Rand- und Lochabstände

Bezeichnungen:



| Randabstände | | | Lochabstände | | |
|-----------------------|--|----------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Kleinsten Randabstand | In Krafrichtung e_1 | $1,2d_L$ | Kleinsten Lochabstand | In Krafrichtung e | $2,2d_L$ |
| | ⊥ zur Krafrichtung e_2 | $1,2d_L$ | | ⊥ zur Krafrichtung e_3 | $2,4d_L$ |
| Größten Randabstand | In und ⊥ zur Krafrichtung e_1 bzw. e_2 | | Größten Lochabstand e bzw. e_3 | Zur Sicherung gegen lokales Beulen | |
| | $3d_L$ oder $6t$ ¹⁾ | | | wenn lokale Beulgefahr nicht besteht | |
| | | | | | $6d_L$ oder $12t$ |
| | | | | | $10d_L$ oder $20t$ |

Bei gestanzten Löchern sind die kleinsten Randabstände $1,5d_L$, die kleinsten Lochabstände $3d_L$.

Die Rand- und Lochabstände dürfen vergrößert werden, wenn keine lokale Beulgefahr besteht und wenn ein ausreichender Korrosionsschutz durch besondere Maßnahmen sichergestellt ist.

¹⁾ Maximal $8t$, wenn der freie Rand durch die Querschnittsform versteift wird.

2 Theoretische Konstruktionsmaße

| Schraube → | | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 | | | |
|---|-------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| HV-Schraube EN 14399-4 mit $\Delta d = 1 \text{ mm}$ bzw. HVP-Schraube EN 14399-8 mit $\Delta d = 0 \text{ mm}$ | $d_L \rightarrow$ | 13 | 17 | 21 | 23 | 25 | 28 | 31 | 37 | | | |
| | $1,2d_L$ | 15,6 | 20,4 | 25,2 | 27,6 | 30,0 | 33,6 | 37,2 | 44,4 | | | |
| | $1,5d_L$ | 19,5 | 25,5 | 31,5 | 34,5 | 37,5 | 42,0 | 46,5 | 55,5 | | | |
| | $2,2d_L$ | 28,6 | 37,4 | 46,2 | 50,6 | 55,0 | 61,6 | 68,2 | 81,4 | | | |
| | $2,4d_L$ | 31,2 | 40,8 | 50,4 | 55,2 | 60,0 | 67,2 | 74,4 | 88,8 | | | |
| | $3,0d_L$ | 39,0 | 51,0 | 63,0 | 69,0 | 75,0 | 84,0 | 93,0 | 111 | | | |
| | $3,5d_L$ | 45,5 | 59,5 | 73,5 | 80,5 | 87,5 | 98,0 | 108,5 | 129,5 | | | |
| | $6,0d_L$ | 78,0 | 102 | 126 | 138 | 150 | 168 | 186 | 222 | | | |
| $10d_L$ | 130 | 170 | 210 | 230 | 250 | 280 | 310 | 370 | | | | |
| HV-Schraube EN 14399-4 mit $\Delta d = 2 \text{ mm}$ bzw. mit $\Delta d = 3 \text{ mm}$ | $d_L \rightarrow$ | 14 | 18 | 22 | 24 | 26 | 29 | 30 | 32 | 33 | 38 | 39 |
| | $1,2d_L$ | 16,8 | 21,6 | 26,4 | 28,8 | 31,2 | 34,8 | 36,0 | 38,4 | 39,6 | 45,6 | 46,8 |
| | $1,5d_L$ | 21,0 | 27,0 | 33,0 | 36,0 | 39,0 | 43,5 | 45,0 | 48,0 | 49,5 | 57,0 | 58,5 |
| | $2,2d_L$ | 30,8 | 39,6 | 48,4 | 52,8 | 57,2 | 63,8 | 66,0 | 70,4 | 72,6 | 83,6 | 85,8 |
| | $2,4d_L$ | 33,6 | 43,2 | 52,8 | 57,6 | 62,4 | 69,6 | 72,0 | 76,8 | 79,2 | 91,2 | 93,6 |
| | $3,0d_L$ | 42,0 | 54,0 | 66,0 | 72,0 | 78,0 | 87,0 | 90,0 | 96,0 | 99,0 | 114 | 117 |
| | $3,5d_L$ | 49,0 | 63,0 | 77,0 | 84,0 | 91,0 | 101,5 | 105 | 112 | 115,5 | 133 | 136,5 |
| | $6,0d_L$ | 84,0 | 108 | 132 | 144 | 156 | 174 | 180 | 192 | 198 | 228 | 234 |
| $10d_L$ | 140 | 180 | 220 | 240 | 260 | 290 | 300 | 320 | 330 | 380 | 390 | |

Erläuterungen zu den Tabellen 3, 6 und 9 (Grenzlochleibungskräfte)

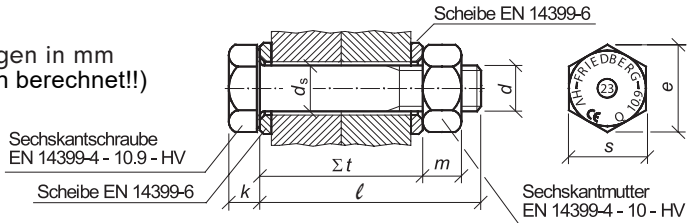
Die Tabellenwerte sind mit der für die jeweilige Krafrichtung maßgebenden Blechdicke $\min \Sigma t$ (in cm) zu multiplizieren. Die maximale Beanspruchbarkeit auf Lochleibung ergibt sich bei einem Lochabstand $e = 3,5d_L$ bzw. einem Randabstand $e_1 = 3d_L$. Das Zeichen „↓“ am Spaltenende bedeutet, dass es sich bei der davor angegebenen Grenzlochleibungskraft um $\max V_{t,R,d}$ handelt, die auch für größere Abstände anzunehmen ist. Beim Nachweis darf die Grenzlochleibungskraft einer Schraube nicht größer angenommen werden als deren Grenzabscherkraft. Für die Stahlsorte S 355 können die Tabellenwerte mit dem Faktor 1,5 umgerechnet werden.

| HV-Schraube → | | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 33 | M 36 | M 39 | | | | | |
|--|--|---|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 3 | | Grenzlochleibungskräfte $V_{\ell,R,d}$ in kN für $t = 10$ mm und S 235 | | | | | | | | | | | | | | |
| Nennlochspiel $\Delta d = 2$ bzw. 3 mm | Voraussetzung: Abstände senkrecht zur Krafftrichtung $e_2 \geq 1,5d_L$ und $e_3 \geq 3d_L$ | d_L in mm → | 14 | 18 | 22 | 24 | 26 | 29 | 30 | 32 | 33 | 38 | 39 | | | |
| | | Lochabstand in Krafftrichtung | mm | $e = 30$ | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 35 | 50,53 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 40 | 60,63 | 56,90 | | | | | | | | | | |
| | | | | 45 | 70,73 | 67,37 | | | | | | | | | | |
| | | | | 50 | 78,81 | 77,85 | 73,51 | | | | | | | | | |
| | | | | 55 | 78,81 | 88,32 | 84,22 | 81,84 | | | | | | | | |
| | | | | 60 | ↓ | 98,79 | 94,93 | 92,64 | 90,19 | | | | | | | |
| | | | | 65 | | 105,1 | 105,6 | 103,4 | 101,1 | 97,24 | | | | | | |
| | | | | 70 | | 105,1 | 116,4 | 114,2 | 111,9 | 108,2 | 103,1 | | | | | |
| | | | | 75 | | ↓ | 127,1 | 125,0 | 122,8 | 119,2 | 113,7 | 115,3 | 110,3 | | | |
| | | | | 80 | | | 131,3 | 135,8 | 133,7 | 130,1 | 124,3 | 126,3 | 121,0 | | | |
| | | | | 85 | | | 131,3 | 144,5 | 144,6 | 141,1 | 134,9 | 137,4 | 131,7 | 129,3 | | |
| | | | | 90 | | | ↓ | 144,5 | 155,4 | 152,1 | 145,5 | 148,4 | 142,4 | 140,4 | 135,3 | |
| | | | | 95 | | | | ↓ | 157,6 | 163,1 | 156,1 | 159,5 | 153,1 | 151,6 | 146,2 | |
| | | | | 100 | | | | | 157,6 | 174,0 | 166,7 | 170,5 | 163,8 | 162,8 | 157,0 | |
| | | | | 105 | | | | | ↓ | 177,3 | 177,3 | 181,6 | 174,5 | 173,9 | 167,9 | |
| | | | | 110 | | | | | | 177,3 | 177,3 | 192,6 | 185,2 | 185,1 | 178,8 | |
| | | | | 115 | | | | | | | ↓ | 197,0 | 195,9 | 196,2 | 189,7 | |
| | | 120 | | | | | | | | ↓ | 197,0 | 207,4 | 200,5 | | | |
| | | 125 | | | | | | | | | ↓ | 218,6 | 211,4 | | | |
| | | 130 | | | | | | | | | | 229,7 | 222,3 | | | |
| | | 135 | | | | | | | | | | 236,4 | 236,4 | | | |
| | | Randabstand in Krafftrichtung | mm | $e_1 = 20$ | 33,29 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 25 | 43,57 | 42,86 | | | | | | | | | | |
| | | | | 30 | 53,86 | 53,53 | 52,36 | 51,60 | | | | | | | | |
| | | | | 35 | 64,15 | 64,19 | 63,27 | 62,60 | 61,83 | 60,53 | | | | | | |
| | | | | 40 | 74,43 | 74,86 | 74,18 | 73,60 | 72,91 | 71,71 | 68,73 | 70,36 | 67,64 | | | |
| | | | | 45 | 78,55 | 85,53 | 85,09 | 84,60 | 83,98 | 82,88 | 79,53 | 81,61 | 78,55 | | | |
| | | | | 50 | 78,55 | 96,19 | 96,00 | 95,60 | 95,06 | 94,05 | 90,33 | 92,86 | 89,45 | 90,12 | 87,21 | |
| | | | | 55 | ↓ | 104,7 | 106,9 | 106,6 | 106,1 | 105,2 | 101,1 | 104,1 | 100,4 | 101,5 | 98,28 | |
| | | | | 60 | | 104,7 | 117,8 | 117,6 | 117,2 | 116,4 | 111,9 | 115,4 | 111,3 | 112,9 | 109,4 | |
| | | | | 65 | | ↓ | 128,7 | 128,6 | 128,3 | 127,6 | 122,7 | 126,6 | 122,2 | 124,2 | 120,4 | |
| | | | | 70 | | | 130,9 | 139,6 | 139,4 | 138,7 | 133,9 | 137,9 | 133,1 | 135,6 | 131,5 | |
| | | | | 75 | | | 130,9 | 144,0 | 150,4 | 149,9 | 144,3 | 149,1 | 144,0 | 147,0 | 142,6 | |
| 80 | | | | | ↓ | 144,0 | 157,1 | 161,1 | 155,1 | 160,4 | 154,9 | 158,3 | 153,7 | | | |
| 85 | | | | | | ↓ | 157,1 | 172,3 | 165,9 | 171,6 | 165,8 | 169,7 | 164,7 | | | |
| 90 | | | | | | | ↓ | 176,7 | 176,7 | 182,9 | 176,7 | 181,1 | 175,8 | | | |
| 95 | | | | | | | | 176,7 | 176,7 | 194,1 | 187,6 | 192,4 | 186,9 | | | |
| 100 | | | | | | | | | ↓ | 196,4 | 196,4 | 203,8 | 198,0 | | | |
| 105 | | | | | | | | | | ↓ | 196,4 | 215,2 | 209,1 | | | |
| 110 | | | | | | | | | ↓ | 226,5 | 220,1 | | | | | |
| 115 | | | | | | | | | | 235,6 | 231,2 | | | | | |
| 4 | | Grenzabscherkräfte in kN je Scherfuge | | | | | | | | | | | | | | |
| $V_{a,R,d} \rightarrow$ | | 56,50 | 100,5 | 157,0 | 190,0 | 226,0 | 286,5 | 353,5 | 509,0 | | | | | | | |
| 5 | | Grenzzugkräfte in kN | | | | | | | | | | | | | | |
| $N_{R,d} \rightarrow$ | | 61,31 | 114,2 | 178,2 | 220,4 | 256,7 | 333,8 | 408,0 | 594,2 | | | | | | | |

| HV-Schraube → | | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 | | |
|---|---|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | Grenzlochleibungskräfte $V_{\ell,R,d}$ in kN für $t = 10$ mm und S 235 | | | | | | | | | | |
| Nennlochspiel $\Delta d = 1$ mm Voraussetzung: Abstände senkrecht zur Krafrichtung $e_2 \geq 1,5d_L$ und $e_3 \geq 3d_L$ | d_L in mm → | 13 | 17 | 21 | 23 | 25 | 28 | 31 | 37 | | |
| | Lochabstand in Krafrichtung | mm | $e = 30$ | 45,09 | | | | | | | |
| | | | 35 | 55,97 | | | | | | | |
| | | | 40 | 66,84 | 61,83 | | | | | | |
| | | | 45 | 77,72 | 72,92 | | | | | | |
| | | | 50 | 78,81 | 84,01 | 78,61 | | | | | |
| | | | 55 | 78,81 | 95,10 | 89,83 | 87,01 | 84,10 | | | |
| | | | 60 | ↓ | 105,1 | 101,0 | 98,27 | 95,41 | | | |
| | | | 65 | | 105,1 | 112,3 | 109,5 | 106,7 | 102,3 | | |
| | | | 70 | | ↓ | 123,5 | 120,8 | 118,0 | 113,7 | 109,2 | |
| | | | 75 | | | 131,3 | 132,1 | 129,3 | 125,1 | 120,6 | |
| | | | 80 | | | 131,3 | 143,4 | 140,6 | 136,4 | 132,0 | |
| | | | 85 | | | ↓ | 144,5 | 152,0 | 147,8 | 143,4 | 134,4 |
| | | | 90 | | | | 144,5 | 157,6 | 159,1 | 154,8 | 145,9 |
| | | | 95 | | | | ↓ | 157,6 | 170,5 | 166,2 | 157,3 |
| | | | 100 | | | | | ↓ | 177,3 | 177,6 | 168,8 |
| | | | 105 | | | | | | 177,3 | 189,0 | 180,3 |
| | | | 110 | | | | | | ↓ | 197,0 | 191,7 |
| | | | 115 | | | | | | | 197,0 | 203,2 |
| | 120 | | | | | | | ↓ | 214,6 | | |
| | 125 | | | | | | | | 226,1 | | |
| | 130 | | | | | | | | 236,4 | | |
| | 135 | | | | | | | | 236,4 | | |
| | Randabstand in Krafrichtung | mm | $e_1 = 20$ | 36,45 | | | | | | | |
| | | | 25 | 47,53 | 46,00 | | | | | | |
| | | | 30 | 58,61 | 57,29 | 55,48 | 54,47 | 53,41 | | | |
| | | | 35 | 69,68 | 68,59 | 66,91 | 65,95 | 64,93 | 63,33 | | |
| | | | 40 | 78,55 | 79,88 | 78,34 | 77,43 | 76,45 | 74,90 | 73,27 | |
| | | | 45 | 78,55 | 91,17 | 89,77 | 88,90 | 87,97 | 86,47 | 84,88 | 81,52 |
| | | | 50 | ↓ | 102,5 | 101,2 | 100,4 | 99,49 | 98,04 | 96,49 | 93,19 |
| | | | 55 | | 104,7 | 112,6 | 111,9 | 111,0 | 109,6 | 108,1 | 104,9 |
| | | | 60 | | ↓ | 124,1 | 123,3 | 122,5 | 121,2 | 119,7 | 116,5 |
| | | | 65 | | | 130,9 | 134,8 | 134,1 | 132,8 | 131,3 | 128,2 |
| | | | 70 | | | 130,9 | 144,0 | 145,6 | 144,3 | 142,9 | 139,9 |
| | | | 75 | | | ↓ | 144,0 | 157,1 | 155,9 | 154,6 | 151,6 |
| 80 | | | | | | ↓ | 157,1 | 167,5 | 166,2 | 163,2 | |
| 85 | | | | | | | ↓ | 176,7 | 177,8 | 174,9 | |
| 90 | | | | | | | | 176,7 | 189,4 | 186,6 | |
| 95 | | | | | | | | ↓ | 196,4 | 198,3 | |
| 100 | | | | | | | | | 196,4 | 209,9 | |
| 105 | | | | | | | ↓ | 221,6 | | | |
| 110 | | | | | | | | 233,3 | | | |
| 115 | | | | | | | | 235,6 | | | |
| 7 | Grenzabscherkräfte in kN je Scherfuge | | | | | | | | | | |
| | $V_{\alpha,R,d} \rightarrow$ | 56,50 | 100,5 | 157,0 | 190,0 | 226,0 | 286,5 | 353,5 | 509,0 | | |
| 8 | Grenzzugkräfte in kN | | | | | | | | | | |
| | $N_{R,d} \rightarrow$ | 61,31 | 114,2 | 178,2 | 220,4 | 256,7 | 333,8 | 408,0 | 594,2 | | |

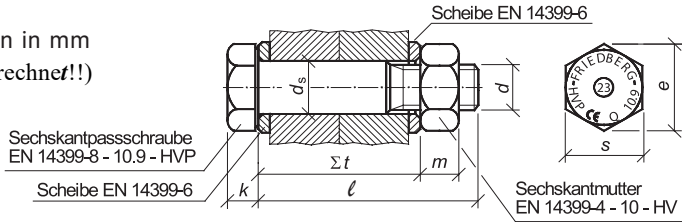
| HV-Passschraube → | | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 | |
|---|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9 | | Grenzlochleibungskräfte $V_{\ell,R,d}$ in kN für $t = 10$ mm und S 235 | | | | | | | | |
| Nennlochspiel $\Delta d = 0$ mm Voraussetzung: Abstände senkrecht zur Krafrichtung $e_2 \geq 1,5d_\ell$ und $e_3 \geq 3d_\ell$ | d_ℓ in mm → | 13 | 17 | 21 | 23 | 25 | 28 | 31 | 37 | |
| | Lochabstand in Krafrichtung mm | $e = 30$ | 48,85 | | | | | | | |
| | | 35 | 60,63 | | | | | | | |
| | | 40 | 72,41 | 65,69 | | | | | | |
| | | 45 | 84,20 | 77,48 | | | | | | |
| | | 50 | 85,37 | 89,26 | 82,54 | | | | | |
| | | 55 | 85,37 | 101,0 | 94,32 | 90,96 | 87,60 | | | |
| | | 60 | ↓ | 111,6 | 106,1 | 102,7 | 99,38 | | | |
| | | 65 | | 111,6 | 117,9 | 114,5 | 111,2 | 106,1 | | |
| | | 70 | | ↓ | 129,7 | 126,3 | 123,0 | 117,9 | 112,9 | |
| | | 75 | | | 137,9 | 138,1 | 134,7 | 129,7 | 124,7 | |
| | | 80 | | | 137,9 | 149,9 | 146,5 | 141,5 | 136,4 | |
| | | 85 | | | ↓ | 151,1 | 158,3 | 153,3 | 148,2 | 138,1 |
| | | 90 | | | | 151,1 | 164,2 | 165,0 | 160,0 | 149,9 |
| | | 95 | | | | ↓ | 164,2 | 176,8 | 171,8 | 161,7 |
| | | 100 | | | | | ↓ | 183,9 | 183,6 | 173,5 |
| | | 105 | | | | | | 183,9 | 195,3 | 185,3 |
| | | 110 | | | | | | ↓ | 203,6 | 197,0 |
| | | 115 | | | | | | | 203,6 | 208,8 |
| | 120 | | | | | | | ↓ | 220,6 | |
| | 125 | | | | | | | | 232,4 | |
| | 130 | | | | | | | | 243,0 | |
| | 135 | | | | | | | | 243,0 | |
| | Randabstand in Krafrichtung mm | $e_1 = 20$ | 39,49 | | | | | | | |
| | | 25 | 51,49 | 48,87 | | | | | | |
| | | 30 | 63,49 | 60,87 | 58,25 | 56,95 | 55,64 | | | |
| | | 35 | 75,49 | 72,87 | 70,25 | 68,95 | 67,64 | 65,67 | | |
| | | 40 | 85,09 | 84,87 | 82,25 | 80,95 | 79,64 | 77,67 | 75,71 | |
| | | 45 | 85,09 | 96,87 | 94,25 | 92,95 | 91,64 | 89,67 | 87,71 | 83,78 |
| | | 50 | ↓ | 108,9 | 106,3 | 104,9 | 103,6 | 101,7 | 99,71 | 95,78 |
| | | 55 | | 111,3 | 118,3 | 116,9 | 115,6 | 113,7 | 111,7 | 107,8 |
| | | 60 | | 111,3 | 130,3 | 128,9 | 127,6 | 125,7 | 123,7 | 119,8 |
| | | 65 | | ↓ | 137,5 | 140,9 | 139,6 | 137,7 | 135,7 | 131,8 |
| | | 70 | | | 137,5 | 150,5 | 151,6 | 149,7 | 147,7 | 143,8 |
| | | 75 | | | ↓ | 150,5 | 163,6 | 161,7 | 159,7 | 155,8 |
| 80 | | | | | ↓ | 163,6 | 173,7 | 171,7 | 167,8 | |
| 85 | | | | | | ↓ | 183,3 | 183,7 | 179,8 | |
| 90 | | | | | | | 183,3 | 195,7 | 191,8 | |
| 95 | | | | | | | ↓ | 202,9 | 203,8 | |
| 100 | | | | | | | | 202,9 | 215,8 | |
| 105 | | | | | | | ↓ | 227,8 | | |
| 110 | | | | | | | | 239,8 | | |
| 115 | | | | | | | | 242,2 | | |
| 10 | | Grenzabscherkräfte in kN je Scherfuge | | | | | | | | |
| $V_{a,R,d} \rightarrow$ | | 66,50 | 113,5 | 173,0 | 207,5 | 245,5 | 308,0 | 377,5 | 537,5 | |
| 11 | | Grenzzugkräfte in kN | | | | | | | | |
| $N_{R,d} \rightarrow$ | | 61,31 | 114,2 | 178,2 | 220,4 | 256,7 | 333,8 | 408,0 | 594,2 | |

Abmessungen
und Klemmlängen in mm
(ohne Scheiben berechnet!!)



| Schraubengröße | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 |
|--------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gewinde-Ø d | 12 | 16 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 | 36 |
| Schaft-Ø d_s | = Gewinde-Ø d | | | | | | | |
| Kopfhöhe k | 8 | 10 | 13 | 14 | 15 | 17 | 19 | 23 |
| Mutterhöhe m | 10 | 13 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 29 |
| Schlüsselweite s | 22 | 27 | 32 | 36 | 41 | 46 | 50 | 60 |
| Eckenmaß $\min e$ | 23,91 | 29,56 | 35,03 | 39,55 | 45,20 | 50,85 | 55,37 | 66,44 |
| Scheibenaußen-Ø | 24 | 30 | 37 | 39 | 44 | 50 | 56 | 66 |
| Scheibendicke h | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| Schraubenlänge l | Klemmlängenbereich Σt_{\min} bis Σt_{\max} | | | | | | | |
| 35 | 16 - 21 | | | | | | | |
| 40 | 21 - 26 | 17 - 22 | | | | | | |
| 45 | 26 - 31 | 22 - 27 | 18 - 23 | | | | | |
| 50 | 31 - 36 | 27 - 32 | 23 - 28 | 22 - 27 | | | | |
| 55 | 36 - 41 | 32 - 37 | 28 - 33 | 27 - 32 | | | | |
| 60 | 41 - 46 | 37 - 42 | 33 - 38 | 32 - 37 | 29 - 34 | | | |
| 65 | 46 - 51 | 42 - 47 | 38 - 43 | 37 - 42 | 34 - 39 | | | |
| 70 | 51 - 56 | 47 - 52 | 43 - 48 | 42 - 47 | 39 - 44 | 36 - 41 | | |
| 75 | 56 - 61 | 52 - 57 | 48 - 53 | 47 - 52 | 44 - 49 | 41 - 46 | 39 - 44 | |
| 80 | 61 - 66 | 57 - 62 | 53 - 58 | 52 - 57 | 49 - 54 | 46 - 51 | 44 - 49 | |
| 85 | 66 - 71 | 62 - 67 | 58 - 63 | 57 - 62 | 54 - 59 | 51 - 56 | 49 - 54 | 43 - 48 |
| 90 | 71 - 76 | 67 - 72 | 63 - 68 | 62 - 67 | 59 - 64 | 56 - 61 | 54 - 59 | 48 - 53 |
| 95 | 76 - 81 | 72 - 77 | 68 - 73 | 67 - 72 | 64 - 69 | 61 - 66 | 59 - 64 | 53 - 58 |
| 100 | | 77 - 82 | 73 - 78 | 72 - 77 | 69 - 74 | 66 - 71 | 64 - 69 | 58 - 63 |
| 105 | | 82 - 87 | 78 - 83 | 77 - 82 | 74 - 79 | 71 - 76 | 69 - 74 | 63 - 68 |
| 110 | | 87 - 92 | 83 - 88 | 82 - 87 | 79 - 84 | 76 - 81 | 74 - 79 | 68 - 73 |
| 115 | | 92 - 97 | 88 - 93 | 87 - 92 | 84 - 89 | 81 - 86 | 79 - 84 | 73 - 78 |
| 120 | | 97 - 102 | 93 - 98 | 92 - 97 | 89 - 94 | 86 - 91 | 84 - 89 | 78 - 83 |
| 125 | | 102 - 107 | 98 - 103 | 97 - 102 | 94 - 99 | 91 - 96 | 89 - 94 | 83 - 88 |
| 130 | | 107 - 112 | 103 - 108 | 102 - 107 | 99 - 104 | 96 - 101 | 94 - 99 | 88 - 93 |
| 135 | | | 108 - 113 | 107 - 112 | 104 - 109 | 101 - 106 | 99 - 104 | 93 - 98 |
| 140 | | | 113 - 118 | 112 - 117 | 109 - 114 | 106 - 111 | 104 - 109 | 98 - 103 |
| 145 | | | 118 - 123 | 117 - 122 | 114 - 119 | 111 - 116 | 109 - 114 | 103 - 108 |
| 150 | | | 123 - 128 | 122 - 127 | 119 - 124 | 116 - 121 | 114 - 119 | 108 - 113 |
| 155 | | | 128 - 133 | 127 - 132 | 124 - 129 | 121 - 126 | 119 - 124 | 113 - 118 |
| 160 | | | | 132 - 137 | 129 - 134 | 126 - 131 | 124 - 129 | 118 - 123 |
| 165 | | | | 137 - 142 | 134 - 139 | 131 - 136 | 129 - 134 | 123 - 128 |
| 170 | | | | | 139 - 144 | 136 - 141 | 134 - 139 | 128 - 133 |
| 175 | | | | | 144 - 149 | 141 - 146 | 139 - 144 | 133 - 138 |
| 180 | | | | | 149 - 154 | 146 - 151 | 144 - 149 | 138 - 143 |
| 185 | | | | | 154 - 159 | 151 - 156 | 149 - 154 | 143 - 148 |
| 190 | | | | | 159 - 164 | 156 - 161 | 154 - 159 | 148 - 153 |
| 195 | | | | | 164 - 169 | 161 - 166 | 159 - 164 | 153 - 158 |
| 200 | | | | | | 166 - 171 | 164 - 169 | 158 - 163 |

Abmessungen
und Klemmlängen in mm
(ohne Scheiben berechnet!!)



| Schraubengröße | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 |
|--------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gewinde-Ø d | 12 | 16 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 | 36 |
| Schaft-Ø d_s | 13 | 17 | 21 | 23 | 25 | 28 | 31 | 37 |
| Kopfhöhe k | 8 | 10 | 13 | 14 | 15 | 17 | 19 | 23 |
| Mutterhöhe m | 10 | 13 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 29 |
| Schlüsselweite s | 22 | 27 | 32 | 36 | 41 | 46 | 50 | 60 |
| Eckenmaß $\min e$ | 23,91 | 29,56 | 35,03 | 39,55 | 45,20 | 50,85 | 55,37 | 66,44 |
| Scheibenaußen-Ø | 24 | 30 | 37 | 39 | 44 | 50 | 56 | 66 |
| Scheibendicke h | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| Schraubenlänge l | Klemmlängenbereich Σt_{\min} bis Σt_{\max} | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 50 | 31 - 36 | | | | | | | |
| 55 | 36 - 41 | | | | | | | |
| 60 | 41 - 46 | | | | | | | |
| 65 | 46 - 51 | 42 - 47 | | | | | | |
| 70 | 51 - 56 | 47 - 52 | | | | | | |
| 75 | 56 - 61 | 52 - 57 | 48 - 53 | | | | | |
| 80 | 61 - 66 | 57 - 62 | 53 - 58 | 52 - 57 | | | | |
| 85 | 66 - 71 | 62 - 67 | 58 - 63 | 57 - 62 | | | | |
| 90 | 71 - 76 | 67 - 72 | 63 - 68 | 62 - 67 | 59 - 64 | | | |
| 95 | 76 - 81 | 72 - 77 | 68 - 73 | 67 - 72 | 64 - 69 | 61 - 66 | | |
| 100 | | 77 - 82 | 73 - 78 | 72 - 77 | 69 - 74 | 66 - 71 | | |
| 105 | | 82 - 87 | 78 - 83 | 77 - 82 | 74 - 79 | 71 - 76 | 69 - 74 | |
| 110 | | 87 - 92 | 83 - 88 | 82 - 87 | 79 - 84 | 76 - 81 | 74 - 79 | |
| 115 | | 92 - 97 | 88 - 93 | 87 - 92 | 84 - 89 | 81 - 86 | 79 - 84 | |
| 120 | | 97 - 102 | 93 - 98 | 92 - 97 | 89 - 94 | 86 - 91 | 84 - 89 | |
| 125 | | 102 - 107 | 98 - 103 | 97 - 102 | 94 - 99 | 91 - 96 | 89 - 94 | 83 - 88 |
| 130 | | | 103 - 108 | 102 - 107 | 99 - 104 | 96 - 101 | 94 - 99 | 88 - 93 |
| 135 | | | 108 - 113 | 107 - 112 | 104 - 109 | 101 - 106 | 99 - 104 | 93 - 98 |
| 140 | | | 113 - 118 | 112 - 117 | 109 - 114 | 106 - 111 | 104 - 109 | 98 - 103 |
| 145 | | | 118 - 123 | 117 - 122 | 114 - 119 | 111 - 116 | 109 - 114 | 103 - 108 |
| 150 | | | 123 - 128 | 122 - 127 | 119 - 124 | 116 - 121 | 114 - 119 | 108 - 113 |
| 155 | | | 128 - 133 | 127 - 132 | 124 - 129 | 121 - 126 | 119 - 124 | 113 - 118 |
| 160 | | | | 132 - 137 | 129 - 134 | 126 - 131 | 124 - 129 | 118 - 123 |
| 165 | | | | 137 - 142 | 134 - 139 | 131 - 136 | 129 - 134 | 123 - 128 |
| 170 | | | | | 139 - 144 | 136 - 141 | 134 - 139 | 128 - 133 |
| 175 | | | | | 144 - 149 | 141 - 146 | 139 - 144 | 133 - 138 |
| 180 | | | | | 149 - 154 | 146 - 151 | 144 - 149 | 138 - 143 |
| 185 | | | | | 154 - 159 | 151 - 156 | 149 - 154 | 143 - 148 |
| 190 | | | | | | 156 - 161 | 154 - 159 | 148 - 153 |
| 195 | | | | | | 161 - 166 | 159 - 164 | 153 - 158 |
| 200 | | | | | | 166 - 171 | 164 - 169 | 158 - 163 |

| 14 Vorspannkräfte und Anziehmomente in Anlehnung an DIN 18800-7:2008-11 | | | | | |
|--|---------------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Maße | Regel-Vorspannkraft F_V | Drehmomentverfahren | Drehimpulsverfahren | Drehwinkelverfahren | Kombiniertes Verfahren |
| | | Aufzubringendes Anziehmoment M_A zum Erreichen der Regel-Vorspannkraft F_V | Einzustellende Vorspannkraft $F_{V,DI}$ zum Erreichen der Regel-Vorspannkraft F_V | Voranziehmoment $M_{VA,DW}$ | Voranziehmoment $M_{VA,KV}$ |
| | kN | Nm | kN | Nm | Nm |
| Oberflächenzustand: Garnitur feuerverzinkt, Mutter mit Molybdänsulfid behandelt und Garnitur schwarz, Mutter geschmiert | | | | | |
| M 12 | 50 | 100 | 60 | 10 | 75 |
| M 16 | 100 | 250 | 110 | 50 | 190 |
| M 20 | 160 | 450 | 175 | 50 | 340 |
| M 22 | 190 | 650 | 210 | 100 | 490 |
| M 24 | 220 | 800 | 240 | 100 | 600 |
| M 27 | 290 | 1250 | 320 | 200 | 940 |
| M 30 | 350 | 1650 | 390 | 200 | 1240 |
| M 36 | 510 | 2800 | 560 | 200 | 2100 |

| 15 Erforderliche Weiterdrehwinkel ϑ bzw. Weiterumdrehungsmaße V für das kombinierte Vorspannverfahren | | |
|--|------------------------------|-------------------------|
| Gesamte Nenndicke l_k der zu verbindenden Teile (einschließlich aller Futterbleche und Unterlegscheiben) | Weiterdrehwinkel ϑ | Weiterumdrehungsmaß V |
| $l_k < 2d$ | 45° | 1/8 |
| $2d \leq l_k < 6d$ | 60° | 1/6 |
| $6d \leq l_k < 10d$ | 90° | 1/4 |
| $10d < l_k$ | keine Empfehlung | keine Empfehlung |

| 16 Überprüfen der Vorspannung bei Regelvorspannkräften | | |
|---|-------------------------------------|--|
| Weiterdrehwinkel | Bewertung | Maßnahme |
| < 30° | Vorspannung war ausreichend | Keine |
| 30° bis 60° | Vorspannung war bedingt ausreichend | Garnitur belassen und zwei benachbarte Verbindungen im gleichen Anschluss prüfen |
| > 60° | Vorspannung war nicht ausreichend | Garnitur auswechseln ^o und zwei benachbarte Verbindungen im gleichen Anschluss prüfen |

^o Lediglich bei vorwiegend ruhend beanspruchten SLV- oder SLVP-Verbindungen ohne zusätzliche Zugbeanspruchung dürfen diese überprüften Verbindungsmittel in der Konstruktion belassen werden.

| 17 Grenzleitkraft in kN je Scherfuge für $N = 0$ und $\mu = 0,5$ | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Schraube → | M 12 | M 16 | M 20 | M 22 | M 24 | M 27 | M 30 | M 36 |
| $V_{g,R,d}$ → | 21,74 | 43,48 | 69,57 | 82,61 | 95,65 | 126,1 | 152,2 | 221,7 |

Seit über 125 Jahren verlassen sich viele Unternehmen auf Produkte aus dem Hause **Friedberg**. Was einst mit Schrauben für den Bergbau der Region begann, wuchs zu einem umfassenden Programm hochwertiger Verbindungen und Befestigungssysteme.

Friedberg ist nicht nur eines der traditionsreichsten Unternehmen der Branche, sondern auch einer der Marktführer im Bereich hochwertiger Verbindungstechnologie. Unsere Anfänge liegen im Bergbau, der damals wichtigsten Industrie an unserem Standort im zentralen Ruhrgebiet. Mit dem industriellen Boom begann früh der Schritt von **Friedberg** in Hochtechnologie-Bereichen wie Automobil- und Fahrzeugbau, Maschinen- und Anlagenbau, konstruktiver Hochbau und Spezialprodukte für andere Bereiche. Heute ist **Friedberg** der führende Hersteller auch von Verschraubungstechnik in der wegweisenden Windenergie-Technik. Von der Fundamentbefestigung bis hin zur Turmverschraubung und Rotorblatt-Verschraubung bestehen heute viele Windkraftanlagen weltweit buchstäblich von oben bis unten aus unserem Material.

Umfassende Entwicklungen, sorgfältige Produktions- und Vergütungsprozesse, Qualitäts- und Sicherheitsprüfungen wie Härteprüfungen, Reibwertprüfungen, Schlibbildanalysen bis hin zu Zerreißproben garantieren höchste Sicherheit und ausgezeichnete Ergebnisse, mit denen **Friedberg** auf allen Märkten der Welt präsent ist.

August Friedberg GmbH

Achternbergstraße 38 A
45884 Gelsenkirchen

Tél.: +49 (0) 2 09-91 32-0

Fax.: +49 (0) 2 09-91 32-178

info@august-friedberg.com
www.august-friedberg.com

GET A GRIP.