

Schrauben und Muttern aus warmfesten, hochwarmfesten und kaltzähen Stählen

Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur und Mindestwerte der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen

nach DIN EN 10269 (alt DIN 17240)

| Werkstoffbezeichnung                |               | Durchmesser | Zugfestigkeit              | Bruchdehnung  | Kerbschlagarbeit | Mindestwerte der 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] bei einer Temperatur von [°C] |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------|---------------|-------------|----------------------------|---------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Kurzname                            | Werkstoff-Nr. | d [mm]      | $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $A_{min}$ [%] | $K_{Vmin}$ [J]   | 20                                                                                              | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| Stähle vergütet                     |               |             |                            |               |                  |                                                                                                 |     |     |     |     |     |     |
| C35E                                | 1.1181        | d ≤ 60      | 500 bis 650                | 22            | 55               | 300                                                                                             | 270 | 229 | 192 | 173 |     |     |
| 35B2                                | 1.5511        | d ≤ 60      | 500 bis 650                | 22            | 55               | 300                                                                                             | 270 | 229 | 192 | 173 |     |     |
| 25CrMo4                             | 1.7218        | d ≤ 100     | 600 bis 750                | 18            | 60               | 440                                                                                             | 428 | 412 | 363 | 304 | 235 |     |
| 42CrMo4                             | 1.7225        | d ≤ 60      | 860 bis 1060               | 14            | 50               | 730                                                                                             | 702 | 640 | 562 | 475 | 375 |     |
| 40CrMoV4-6                          | 1.7711        | d ≤ 100     | 850 bis 1000               | 14            | 30               | 700                                                                                             | 670 | 631 | 593 | 554 | 470 | 293 |
| X22CrMoV12-1                        | 1.4923        | d ≤ 160     | 800 bis 950                | 14            | 27               | 600                                                                                             | 560 | 530 | 480 | 420 | 335 |     |
| X19CrMoNbVN11-1                     | 1.4913        | d ≤ 160     | 900 bis 1050               | 12            | 20               | 750                                                                                             | 701 | 651 | 627 | 577 | 495 | 305 |
| Austenitische Stähle lösungsgeglüht |               |             |                            |               |                  |                                                                                                 |     |     |     |     |     |     |
| X5CrNi18-10                         | 1.4301        | d ≤ 35      | 500 bis 700                | 45            | 100              | 190                                                                                             | 155 | 127 | 110 | 98  | 92  |     |
| X5CrNiMo17-12-2                     | 1.4401        | d ≤ 35      | 500 bis 700                | 40            | 100              | 200                                                                                             | 175 | 145 | 127 | 115 | 110 |     |
| X5NiCrTi26-5                        | 1.4980        | d ≤ 160     | 900 bis 1150               | 15            | 50               | 600                                                                                             | 580 | 560 | 540 | 520 | 490 | 430 |

Verweis

Werte für Verbindungselemente aus austenitischem Stahl, Seite 36

Anhaltswerte für die Dichte und den statischen Elastizitätsmodul

nach DIN EN 10269 (alt DIN 17240)

| Werkstoffbezeichnung                |               | Dichte                       | Statischer Elastizitätsmodul E [kN/mm <sup>2</sup> ] bei einer Temperatur von [°C] |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|-------------------------------------|---------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Kurzname                            | Werkstoff-Nr. | $\rho$ [kg/dm <sup>3</sup> ] | 20                                                                                 | 100               | 200               | 300               | 400               | 500               | 600               |
| Stähle vergütet                     |               |                              |                                                                                    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| C35E                                | 1.1181        | 7,85                         | 211                                                                                | 204               | 196               | 186               | 177               | 164               | 127               |
| 40CrMoV4-7                          | 1.7711        |                              |                                                                                    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| X19CrMoNbVN11-1                     | 1.4913        | 7,7                          | 216                                                                                | 209               | 200               | 190               | 179               | 167               | 127               |
| X22 CrMoV12-1                       | 1.4923        |                              |                                                                                    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Austenitische Stähle lösungsgeglüht |               |                              |                                                                                    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| X5CrNi18-10                         | 1.4301        | 7,9                          | 200                                                                                | 194               | 186               | 179               | 172               | 165               | –                 |
| X5CrNiMo17-12-2                     | 1.4401        | 8,0                          |                                                                                    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| X5NiCrTi26-15                       | 1.4980        | 8,0                          | 211 <sup>1)</sup>                                                                  | 206 <sup>1)</sup> | 200 <sup>1)</sup> | 192 <sup>1)</sup> | 183 <sup>1)</sup> | 173 <sup>1)</sup> | 162 <sup>1)</sup> |

<sup>1)</sup> Dynamischer Elastizitätsmodul

Anhaltswerte für den Wärmeausdehnungskoeffizient, die Wärmeleitfähigkeit und die Wärmekapazität

nach DIN EN 10269 (alt DIN 17240)

| Werkstoffbezeichnung                |               | Wärmeausdehnungskoeffizient in 10–6 /K zwischen 20 °C und |        |        |        |        |        | Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C         | Spezifische Wärmekapazität bei 20 °C |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Kurzname                            | Werkstoff-Nr. | 100 °C                                                    | 200 °C | 300 °C | 400 °C | 500 °C | 600 °C | $\left[ \frac{W}{m \cdot K} \right]$ | [J/(kg · K)]                         |
| Stähle vergütet                     |               |                                                           |        |        |        |        |        |                                      |                                      |
| C35E                                | 1.1181        | 11,1                                                      | 12,1   | 12,9   | 13,5   | 13,9   | 14,1   | 42                                   | 460                                  |
| 40CrMoV4-7                          | 1.7711        |                                                           |        |        |        |        |        | 33                                   |                                      |
| Austenitische Stähle lösungsgeglüht |               |                                                           |        |        |        |        |        |                                      |                                      |
| X5CrNi18-10                         | 1.4301        | 16,0                                                      | 16,5   | 17,0   | 17,5   | 18,0   | n.a.   | 15                                   | 500                                  |
| X5CrNiMo17-12-2                     | 1.4401        |                                                           |        |        |        |        |        |                                      |                                      |
| X5NiCrTi26-15                       | 1.4980        | 17,0                                                      | 17,5   | 17,7   | 18,0   | 18,2   | n.a.   | n.a.                                 | n.a.                                 |

n. a. = keine Werte verfügbar

## Schrauben und Muttern aus warmfesten, hochwarmfesten und kaltzähnen Stählen

## Werkstoffübersicht für Anwendungstemperaturen über +300 °C

nach DIN 267, Teil 13

| Werkstoffbezeichnung   |               |                                    | Grenze der Anwendungstemperaturen im Dauerbetrieb |
|------------------------|---------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Kurzname               | Werkstoff-Nr. | Kennzeichen                        |                                                   |
| C35E (N) <sup>1)</sup> | 1.1181        | Y                                  | +350 °C                                           |
| C35E (QT)              | 1.1181        | YK                                 | +350 °C <sup>2)</sup>                             |
| 35B2                   | 1.5511        | YB                                 | +350 °C <sup>2)</sup>                             |
| 24CrMo5                | 1.7258        | G                                  | +400 °C                                           |
| 25CrMo4                | 1.7218        | KG                                 | +550 °C                                           |
| 42CrMo4                | 1.7225        | GC                                 | +500 °C                                           |
| 21CrMoV5-7             | 1.7709        | GA                                 | +550 °C                                           |
| 40CrMoV4-6             | 1.7711        | GB                                 | +520 °C                                           |
| X22CrMoV12-1           | 1.4923        | V <sup>3)</sup> , VH <sup>4)</sup> | +580 °C                                           |
| X19CrMoNbVN11-1        | 1.4913        | VW                                 | +580 °C                                           |
| X7CrNiMoBNb16-16       | 1.4986        | S                                  | +650 °C                                           |
| X6NiCrTiMoVB25-15-2    | 1.4980        | SD                                 | +650 °C                                           |
| NiCr20TiAl             | 2.4952        | SB                                 | +700 °C                                           |

<sup>1)</sup> Nur für Muttern<sup>2)</sup> Für Muttern darf die übliche obere Grenze der Temperatur im Dauerbetrieb um 50 °C höher liegen.<sup>3)</sup> Kennzeichen V für Werkstoff mit 0,2 %-Dehngrenze  $R_{p0,2} \geq 600 \text{ N/mm}^2$ <sup>4)</sup> VH mit 0,2 %-Dehngrenze  $R_{p0,2} \geq 700 \text{ N/mm}^2$ 

## Werkstoffübersicht für Anwendungstemperaturen von –200 °C bis –10 °C

nach DIN 267, Teil 13

| Werkstoffbezeichnung |               |                   |                         | Grenze der Anwendungstemperaturen im Dauerbetrieb |
|----------------------|---------------|-------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| Kurzname             | Werkstoff-Nr. | Kennzeichen       | Schrauben               |                                                   |
| 25CrMo4              | 1.7218        | KG                |                         | –60 °C                                            |
| X12Ni5               | 1.5680        | KB                |                         | –120 °C                                           |
| X5CrNi18-10          | 1.4301        | A2 <sup>1)</sup>  |                         | –200 °C                                           |
| X4CrNi18-12          | 1.4303        | A2 <sup>1)</sup>  |                         | –200 °C                                           |
| X2CrNi18-9           | 1.4307        | A2L <sup>1)</sup> |                         | –200 °C                                           |
| X6CrNiMoTi-17-12-2   | 1.4571        | A5 <sup>1)</sup>  | mit Kopf <sup>2)</sup>  | –60 °C                                            |
|                      |               |                   | ohne Kopf <sup>2)</sup> | –200 °C                                           |
| X2CrNi17-12-2        | 1.4404        | A4L <sup>1)</sup> | mit Kopf <sup>2)</sup>  | –60 °C                                            |
|                      |               |                   | ohne Kopf <sup>2)</sup> | –200 °C                                           |

<sup>1)</sup> Diesem Zeichen für austenitische Stahlsorten ist die Kennziffer für die gewünschte Festigkeitsklasse anzufügen, z. B. A2–70.

Anwendungstemperaturen bis –200 °C für Schraubenfestigkeit 70/80, Mutterfestigkeit 80, kleinere Festigkeiten bis –60 °C

<sup>2)</sup> Infolge des Molybdängehaltes ist unterhalb der angegebenen Temperatur nicht mehr mit einem homogenen austenitischen Mikrogefüge zu rechnen.**Hinweis**

Bei den in der Tabelle angegebenen unteren Grenzen der Betriebstemperatur muss die Kerbschlagarbeit ( $K_V$ ) der Werkstoffe mindestens 40 J betragen.

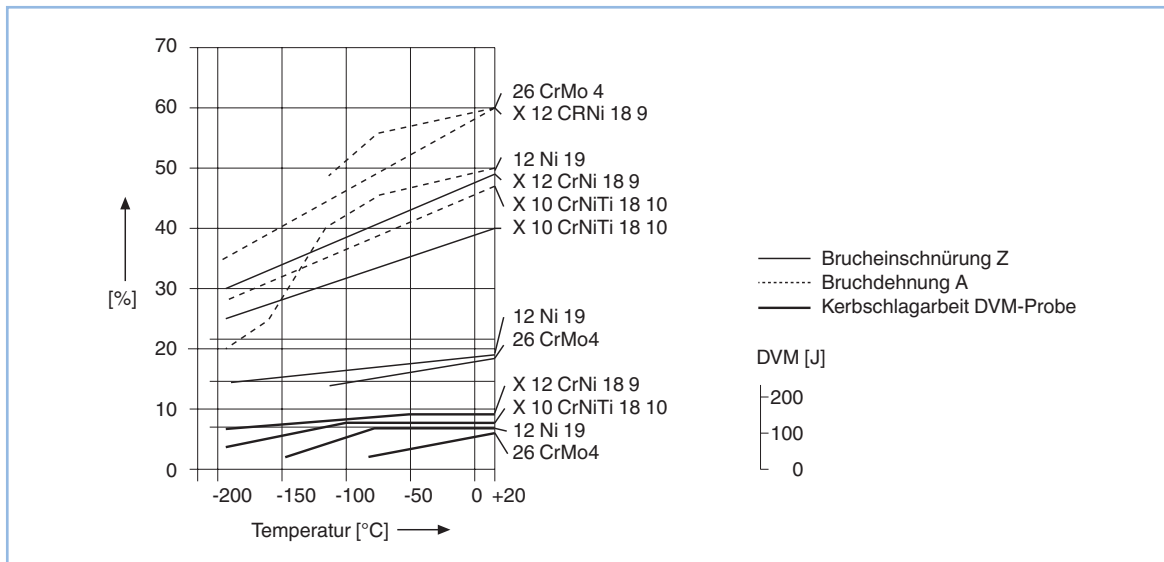
## Zweckmässige Werkstoffpaarungen für Schrauben und Muttern

nach DIN 267, Teil 13

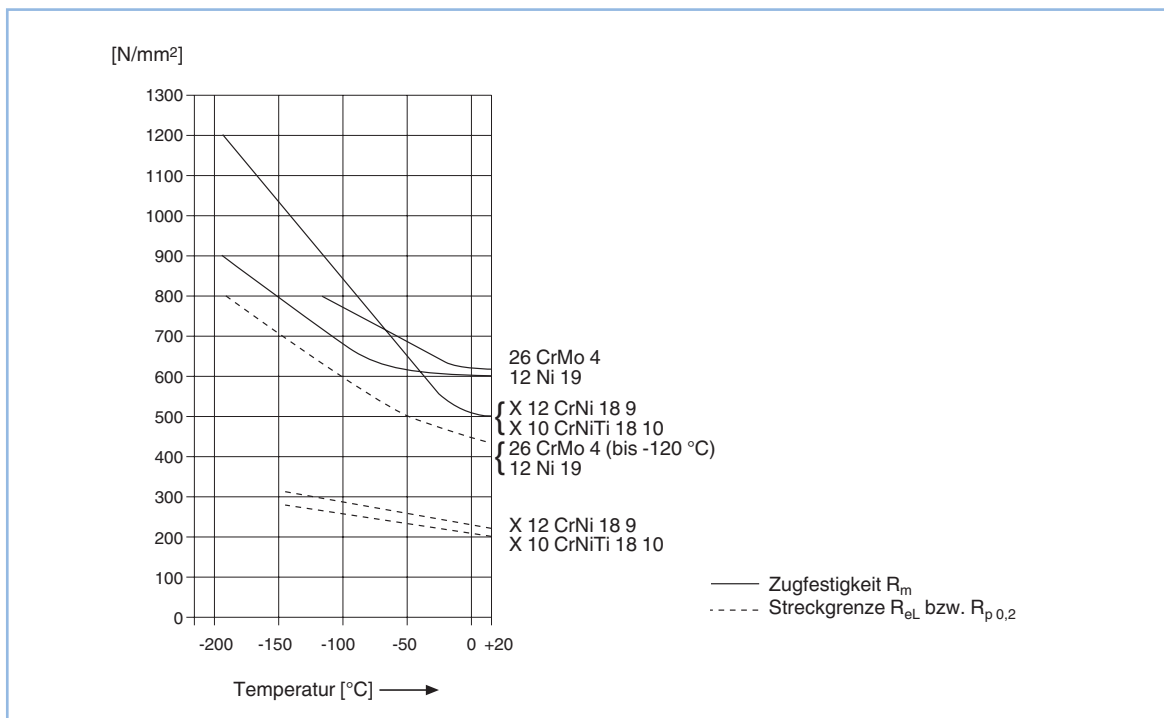
| Werkstoff Schraube  | Werkstoff Mutter          |
|---------------------|---------------------------|
| C35E (QT), 35B2     | C35E (N), C35E (QT), 35B2 |
| 25CrMo4, 24CrMo5    | C35E (QT), 35B2, 25CrMo4  |
| 21CrMoV5-7          | 25CrMo4, 21CrMoV5-7       |
| 40CrMoV47, 42CrMo4  | 21CrMoV5-7, 42CrMo4       |
| X22CrMoV12-1        | X22CrMoV12-1              |
| X19CrMoNbVN11-1     | X22CrMoV12-1              |
| X7CrNiMoBNb16-16    | X7CrNiMoBNb16-16          |
| X6NiCrTiMoVB25-15-2 | X6NiCrTiMoVB25-15-2       |
| NiCr20TiAl          | NiCr20TiAl                |

**Zähigkeit kaltzäher Stähle bei tiefen Temperaturen**

nach Herstellerangaben

**Streckgrenze und Zugfestigkeit kaltzäher Stähle bei tiefen Temperaturen**

nach Herstellerangaben



## Schrauben und Muttern aus warmfesten, hochwarmfesten und kaltzähen Stählen

## Elastische Verlängerungen von Schraubenverbindungen mit Dehnschaft

nach DIN 2510

| Werkstoffe                     | Elastische Verlängerung $\lambda$ [mm] beim Vorspannen auf ca. 70 % Streckgrenze unter Raumtemperatur |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L [mm]                         | YK                                                                                                    | G     | GA    | GB    | V     | VW    | S     | SB    |
| E [ $10^3$ N/mm <sup>2</sup> ] | 211                                                                                                   | 211   | 211   | 211   | 216   | 216   | 196   | 216   |
| 60                             | 0,056                                                                                                 | 0,088 | 0,109 | 0,139 | 0,116 | 0,152 | 0,107 | 0,116 |
| 70                             | 0,065                                                                                                 | 0,102 | 0,127 | 0,162 | 0,136 | 0,177 | 0,125 | 0,136 |
| 80                             | 0,074                                                                                                 | 0,117 | 0,146 | 0,186 | 0,155 | 0,202 | 0,143 | 0,155 |
| 90                             | 0,084                                                                                                 | 0,131 | 0,164 | 0,209 | 0,175 | 0,228 | 0,161 | 0,175 |
| 100                            | 0,093                                                                                                 | 0,146 | 0,182 | 0,232 | 0,194 | 0,253 | 0,179 | 0,194 |
| 110                            | 0,102                                                                                                 | 0,161 | 0,200 | 0,255 | 0,213 | 0,278 | 0,197 | 0,213 |
| 120                            | 0,112                                                                                                 | 0,175 | 0,218 | 0,278 | 0,233 | 0,304 | 0,215 | 0,233 |
| 130                            | 0,121                                                                                                 | 0,190 | 0,237 | 0,302 | 0,252 | 0,329 | 0,233 | 0,252 |
| 140                            | 0,130                                                                                                 | 0,204 | 0,255 | 0,325 | 0,272 | 0,354 | 0,251 | 0,272 |
| 150                            | 0,140                                                                                                 | 0,291 | 0,273 | 0,348 | 0,291 | 0,280 | 0,269 | 0,291 |
| 160                            | 0,149                                                                                                 | 0,234 | 0,291 | 0,371 | 0,310 | 0,405 | 0,286 | 0,310 |
| 170                            | 0,158                                                                                                 | 0,248 | 0,309 | 0,394 | 0,330 | 0,430 | 0,304 | 0,330 |
| 180                            | 0,167                                                                                                 | 0,263 | 0,328 | 0,418 | 0,349 | 0,455 | 0,322 | 0,349 |
| 190                            | 0,177                                                                                                 | 0,277 | 0,346 | 0,441 | 0,369 | 0,481 | 0,340 | 0,369 |
| 200                            | 0,186                                                                                                 | 0,292 | 0,364 | 0,464 | 0,388 | 0,506 | 0,358 | 0,388 |
| 210                            | 0,195                                                                                                 | 0,307 | 0,382 | 0,487 | 0,407 | 0,531 | 0,376 | 0,407 |
| 220                            | 0,205                                                                                                 | 0,321 | 0,400 | 0,510 | 0,427 | 0,557 | 0,394 | 0,427 |
| 230                            | 0,214                                                                                                 | 0,336 | 0,419 | 0,534 | 0,446 | 0,582 | 0,412 | 0,446 |
| 240                            | 0,223                                                                                                 | 0,350 | 0,437 | 0,557 | 0,466 | 0,607 | 0,430 | 0,466 |
| 250                            | 0,233                                                                                                 | 0,365 | 0,455 | 0,580 | 0,485 | 0,633 | 0,448 | 0,485 |
| 260                            | 0,242                                                                                                 | 0,380 | 0,473 | 0,603 | 0,504 | 0,658 | 0,465 | 0,504 |
| 270                            | 0,251                                                                                                 | 0,394 | 0,491 | 0,626 | 0,524 | 0,683 | 0,483 | 0,524 |
| 280                            | 0,260                                                                                                 | 0,409 | 0,510 | 0,650 | 0,543 | 0,708 | 0,501 | 0,543 |
| 290                            | 0,270                                                                                                 | 0,423 | 0,528 | 0,673 | 0,563 | 0,734 | 0,519 | 0,563 |
| 300                            | 0,279                                                                                                 | 0,438 | 0,546 | 0,696 | 0,582 | 0,759 | 0,537 | 0,582 |

## Verweis

Werkstoffübersicht, Seite 26

## Berechnung

$$\lambda = \frac{F_V \cdot L}{E \cdot A} \text{ [mm]}$$

- $\lambda$  [mm] = Elastische Verlängerung unter der Vorspannung  $F_V$   
 $F_V$  [N] = Schraubenvorspannkraft  
 $E$  [N/mm<sup>2</sup>] = Elastizitätsmodul  
 $A$  [mm<sup>2</sup>] = Querschnittfläche des Dehnschaftes  
 $L$  [mm] = Dehnschaftlänge

darin entspricht:

$$0,7 \cdot \frac{F_V}{A} = 70\% \text{ von } R_{p0,2}$$

## Beispiel

$$\begin{aligned}
 \text{X8CrNiMoBNb16-16} &= [\text{S}] \\
 R_{p0,2} &= 500 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{Dehnschaftlänge } L &= 220 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Elastische Verlängerung

$$\lambda = 0,7 \cdot 500 \cdot \frac{220}{196000} = 0,394 \text{ mm}$$

Siehe Tabelle:  
 Kolonne S bei L = 220 mm

