

---

**Steifigkeit von Leibungswinkeln****Merkblatt 13**Stand **30. Juli 2021**

ersetzt

Stand -----

---

**1 Einleitung**

Im Fassadenbau werden Leibungen vielfach nicht selbständig verankert, sondern an der benachbarten Fassadenplatte befestigt. Die Verbindung von Leibungen mit der Fassadenplatte erfolgt im Regelfall mit Winkelverbindungen aus Aluminium oder nichtrostendem Stahl. Angaben zur Konstruktion von Fassadenplatten mit Leibungen finden sich in der DIN 18516, Teile 1, 3 und 5 sowie in Zulassungen von Befestigungen von Natur- und Betonwerkstein.

Die Anwendung von Leibungswinkeln zur Verbindung von Fassadenplatten beschränkt sich entsprechend den Regelwerken auf zwei Winkelverbindungen je Leibungsplatte. Durch die Verformungswiderstände der Leibungswinkel ergeben sich aus der Temperaturbelastung zusätzliche Beanspruchungen der Befestigung.

**2 Belastung****2.1 Eigenlast**

Die Eigenlast von senkrechten Fassadenplatten führt zu einer Querkzugbeanspruchung von Befestigungen. Bei Befestigungen auf der Rückseite der Fassadenplatte, z.B. Steckdorn oder Hinterschnittanker, muss der Querkzug aus Eigenlast beim Nachweis der Befestigung berücksichtigt werden.

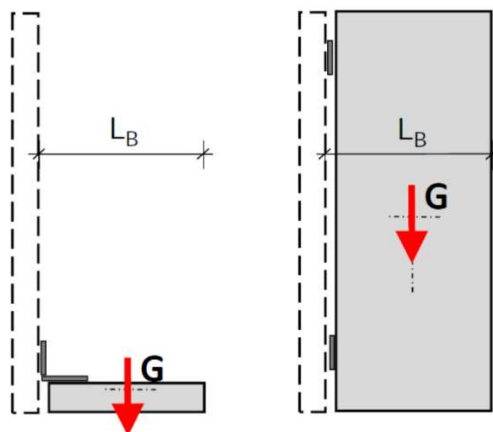


Bild 1: Beanspruchung durch Eigenlast

Bei Sturzleibungen werden die Winkelverbindungen durch die exzentrische Lasteinleitung auf Biegung beansprucht. Für horizontale oder geneigte Fassadenplatten sind bei Fassaden aus Werkstein Erhöhungsfaktoren entsprechend den Regelwerken zu berücksichtigen. Die Größe des Faktors ist abhängig vom Material und der eingesetzten Befestigung.

## 2.2 Windbelastung

Die Belastung aus Wind ist nach DIN EN 1991-1 zu ermitteln. Eigenlast von senkrechten Fassadenplatten führt zu einer Querkzugbeanspruchung von Befestigungen. Dieser Querkzug muss bei Dornbefestigung nicht berücksichtigt werden. Bei

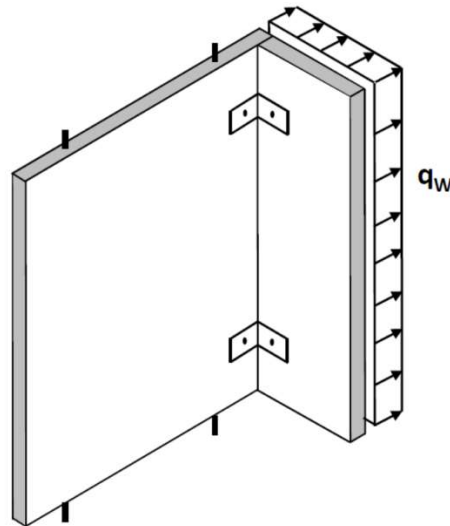


Bild 2: Windbelastung Leibung

Bei einer Befestigung mit Hinterschnittankern oder bei einer Befestigung von Betonwerkstein ist lediglich eine Erhöhungsfaktor  $f_{Erh} = 1,4$  zu berücksichtigen. Fassaden bzw. Außenwandbekleidungen werden nach dem Stand der Technik so geplant, dass die Zwängungen infolge behinderter Verformung so gering wie möglich gehalten werden. Eine zwängungsfreie Konstruktion ist nicht ausführbar. Die Eigenlasten von Leibungsplatten führen zu einer Zusatzbeanspruchung von Plattenbefestigungen.

## 2.3 Temperatur

Die Belastung durch Temperatur stellt die wesentliche Beanspruchung der Winkelplatten bzw. geklebten Leibungsplatten dar. Die DIN 18516-1 macht allgemeine Vorgaben für die Beanspruchung von Fassadenplatten infolge Temperatur.

Temperatur Montage	+10 °C
Untere Temperatur	-20 °C
Obere Temperatur	+80 °C

Temperaturunterschied der Oberflächen	$\Delta T = 1,5 \times d$	(d = Plattendicke in cm) ( $\Delta T$ = Temperaturunterschied in K)
--	---------------------------	--

Temperaturunterschied Leibung/Mutterplatte	35 °C
--	-------

Die gleichmäßige Temperatur stellt bei Fassadenplatten mit einer Ausführung der Befestigung mit Fest- und Gleitpunkten keine wesentliche Beanspruchung dar. Der Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Rückseite der Fassade führt zur Verwölbung von Fassadenplatten. Bei einer Befestigung der Fassadenplatten an vier Punkten, die auf einem Kreis liegen, sind keine wesentlichen Beanspruchungen

(Zwängungen) aus einer Verwölbung zu erwarten. Bei mehr als vier Befestigungen der Fassadenplatte ergeben sich aus dem Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Rückseite Beanspruchungen der Befestigung und der Fassadenplatte. Die Größe der Beanspruchung ist abhängig von der Plattendicke und dem Elastizitätsmodul.

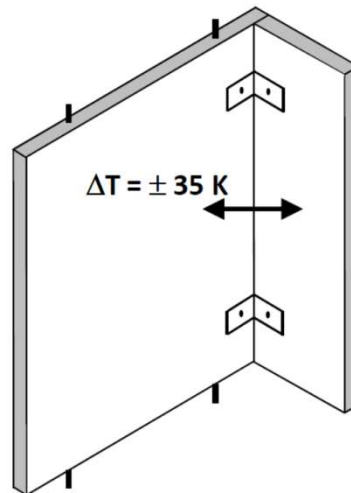


Bild 3: Temperaturunterschied Plattenteilflächen

Der Temperaturunterschied zwischen Leibung und Fassadenplatte (Mutterplatte), wie ihn die DIN 18516-1 vorgibt, hingegen führt zu einer wesentlichen Beanspruchung von Mutter- und Leibungsplatte. Die Beanspruchung ist abhängig vom Abstand der äußeren Winkel und der wirksamen Steifigkeit der Winkelverbindung. Durch eine Auswahl von geeigneten Winkelverbindungen ist die Aufnahme der Verformungen aus Temperatur möglich.

### 3 Materialkennwerte

#### 3.1 Widerstand Befestigung

##### 3.1.1 Steckdornbefestigung

Die Regelung zur Steckdornbefestigung findet sich in der DIN 18516-3 bzw. DIN 18516-5. Der Widerstand einer Steckdornbefestigung wird nicht versuchstechnisch bestimmt. Der Widerstand ergibt sich aus der doppelten Tragfähigkeit einer Dornbefestigung.

Der Widerstand einer Dornbefestigung nach DIN EN 13364, Prüfung von Naturstein - Bestimmung der Ausbruchlast am Ankerdornloch - bestimmt. Für den Steckdorn darf nach DIN 18516-3 bzw. 18516-5 die zweifache Tragfähigkeit einer Dornbefestigung für zentrischen Zug angenommen werden. Für den Querkzug kann je nach Randabstand die einfache bis zweifache Tragfähigkeit einer Dornbefestigung angenommen werden.

##### 3.1.2 Hinterschnittanker

Für den Einsatz eines Hinterschnittankers ist eine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich. Die Tragfähigkeit kann, soweit das zu verwendende Material in der Zulassung genannt ist, aus der Zulassung entnommen werden. Für alle anderen Materialien ist die Tragfähigkeit nach TR 062 zu bestimmen.

### 3.2 Raumgewichte

Das Raumgewicht dient zur Ermittlung der Eigengewichtslast der Fassadenplatte. Es wird teilweise bei Prüfungen des Materials ermittelt. Liegen keine Versuchswerte vor, können die Werte der DIN EN 1991-1-1 als Grundlage dienen. Hinweise für das Raumgewicht finden sich in der Tabelle 1.

Raumgewichte	
Material	Raumgewicht $\rho$ (kN/m <sup>3</sup> )
Basalt, Melaphyr, Diorit, Gabbro	30
Basaltlava	24
Diabas	29
Granit, Syenit, Porphy	28
Tachyt	26
Grauwacke, Sandstein, Nagelfluh	27
Dichter Kalkstein, Dolomit	28
Muschelkalk, Marmor	28
Kalkkonglomerat, Travertin	26
Vulkanischer Tuffstein	20
Gneis, Granulit	30
Serpentin	27
kunststoffgebundene Mineralstoffplatten	19
Beton	24
Polymerbeton	28
Faserbeton	21
Feinsteinzeug	25
HPL-Platten	14

Tabelle 1

### 3.3 Elastizitätsmodul

Der Elastizitätsmodul dient zur Ermittlung der Verformung und ist unterschiedlich für jede Materialart. Aus der Materialdicke und dem Elastizitätsmodul ergibt sich die Steifigkeit des Fassadenmaterials. Je größer die Steifigkeit des Fassadenmaterials ist, umso kleiner ist der Einfluss auf die wirksame Querszugsteifigkeit der Winkelverbindung. Hinweise auf den Wert für den E-Modul finden sich in der Tabelle 2.

Elastizitätsmodul	
Material	E-Modul (N/mm <sup>2</sup> )
Granite	38000 - 76000
Syenite	64000
Gabbros	112000 - 125000
Dunite	60000 - 178000
Porphyre	25000 - 65000
Diabase	78000 - 115000
Basalte	58000 - 103000
Sandsteine	8000 - 18000
Quarzite, Grauwacken	74000 - 77000
Kalksteine (mesozoisch)	40000 - 74000
Kalksteine (paläozoisch)	62000 - 92000
Kreide, weich	8000
Karbon-Tonschiefer (II z. Schieferung)	30000 - 38000
Karbon-Tonschiefer (I z. Schieferung)	1000 - 17000
Gneise (II z. Schieferung)	36000
Gneise (I z. Schieferung)	15000
Stahl	210000
Grauguß	100000
Aluminiumlegierungen	70000 - 72000
Holz	10000 - 12000
kunststoffgebundene Mineralstoffplatten	8500 - 10000
Beton	12000 - 40000
Polymerbeton	20000
Faserbeton	12000
Feinsteinzeug	50000 - 70000
HPL-Platten	9000 - 0000

Tabelle 2

### 3.4 Thermische Ausdehnung

Die thermische Ausdehnung ist materialspezifisch. Ihre Größe wird durch den Wärmeausdehnungskoeffizienten angegeben. Mit diesem Wert lässt sich die Längenänderung der Fassadenplatte und die erforderliche Fugenbreite ermitteln. Werte für verschiedene Materialien sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Die unterschiedliche Verformung von Fassadenplatte und Leibung führt zu einer Beanspruchung der Winkelverbindungen. Das Maß der Beanspruchung ist von der Querkzugsteifigkeit der Winkel und dem Abstand der äußeren Winkel abhängig.

Die Längenänderung zwischen den äußeren Winkeln bei vorgegebener Temperaturdifferenz ermittelt sich zu:

$$\Delta L = 0,5 \cdot L_W \cdot \Delta T \cdot \alpha_T \quad (1)$$

In der Gleichung bedeuten

$L_W$ (m)	Abstand der äußeren Winkel
$\Delta L$ (mm)	Verschiebung Winkel aus Temperatur
$\alpha_T$ (mm/mK)	Wärmeausdehnungskoeffizient
$\Delta T$ (Kelvin)	Temperaturdifferenz

Für die Bemessung von Fassadenplatten aus Naturwerkstein kann nach der DIN 18 516 Teil 3 mit einem konstanten Wärmeausdehnungskoeffizient von

$$\alpha_T = 0,01 \text{ (mm/mK)} \quad (2)$$

gerechnet werden. Mit diesem Wert sind Quellerscheinungen des Materials mitberücksichtigt.

Wärmeausdehnungskoeffizient	
Material	Dehnung (mm/mK)
Sandstein	0,0120
Basalt	0,0090
Gabbro	0,0088
Granit, Syenit	0,0080
Kalkstein	0,0070
Dichte Kalk- und Dolomitsteine	0,0075
Travertine	0,0068
Quarzit, Quarzporphyr, Porphyrit	0,0125
Trachyte	0,0100
Diabas	0,0075
Andesite	0,0053
Diorit	0,0088
kunststoffgebundene Mineralstoffplatten	0,030 – 0,037
Beton	0,0100
Polymerbeton	0,0180
Faserbeton	0,0100
Feinsteinzeug	0,0060
HPL-Platten	0,0180

Tabelle 3

#### 4 Winkelverbindung

Die Winkelverbindungen müssen sowohl das Gewicht, die Windbelastung als auch die Temperaturbelastung der Leibungsplatte in die Fassadenplatte abtragen. Winkelverbindungen werden sowohl auf Biegung als auch auf Querkzug beansprucht. Die Beanspruchung des Winkels infolge Längenänderung durch Temperatur ist von der Steifigkeit des Winkels abhängig. Die Steifigkeit des Winkels ist abhängig von der Geometrie des Winkels, der Federwirkung und Lage der Befestigung und der Biegesteifigkeit der zu verbindenden Platten. Die Winkelverbindungen bestehen aus nichtrostenden Stahl oder Aluminium.

Das Tragverhalten einer Winkelverbindung kann ohne Berücksichtigung der Einflüsse von Platte und Leibung rechnerisch unter Berücksichtigung der Federwirkung und Vorspannung der Befestigung ermittelt werden. Für übliche Winkelformen kann die Querkzugsteifigkeit mit Hilfe der Anlagen ermittelt werden.

#### 4.1 Befestigung

Winkelverbindungen dienen als Befestigung von Leibungsplatten an Fassadenplatten. Die Befestigung der Winkel erfolgt entweder mit einer Steckdornbefestigung nach DIN 18516-3 bzw. 18516-5 oder mit einer Hinterschnittbefestigung.

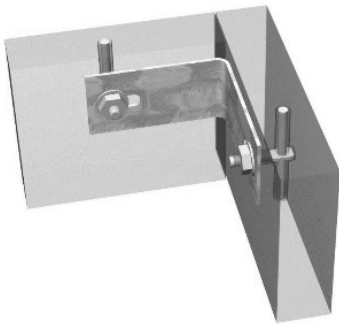


Bild 4: Steckdorn



Bild 5: Hinterschnittanker System fischer



Bild 6: Hinterschnittanker System KEIL

Bei dicken Leibungsplatten und kleinen Winkelabmessungen kann die Tragfähigkeit der Befestigung durch einen behinderten Ausbruch (Bild 7) über dem Wert einer Einzelbefestigung liegen.

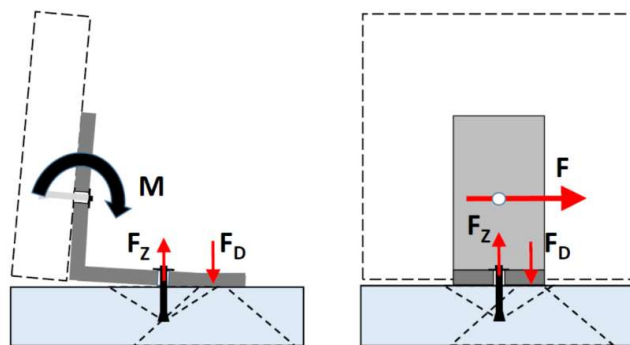


Bild 7: behinderter Ausbruch der Befestigung

Die ideale Lage der Befestigung der Winkel (Bild 8) befindet sich auf gleicher Ebene wie die Befestigung der Fassadenplatte. Bei dieser Lage ergibt sich für die Fassadenplatte ein geringerer Verformungswiderstand der Winkelbefestigung.

Bei Randnahen Befestigungen der Fassadenplatte ist vielfach eine versetzte Anordnung der Winkelbefestigung erforderlich. Hieraus ergibt sich als Anzahl der Winkel eine um 1 reduzierte Anzahl der horizontalen Befestigungsreihen der Fassadenplatte.

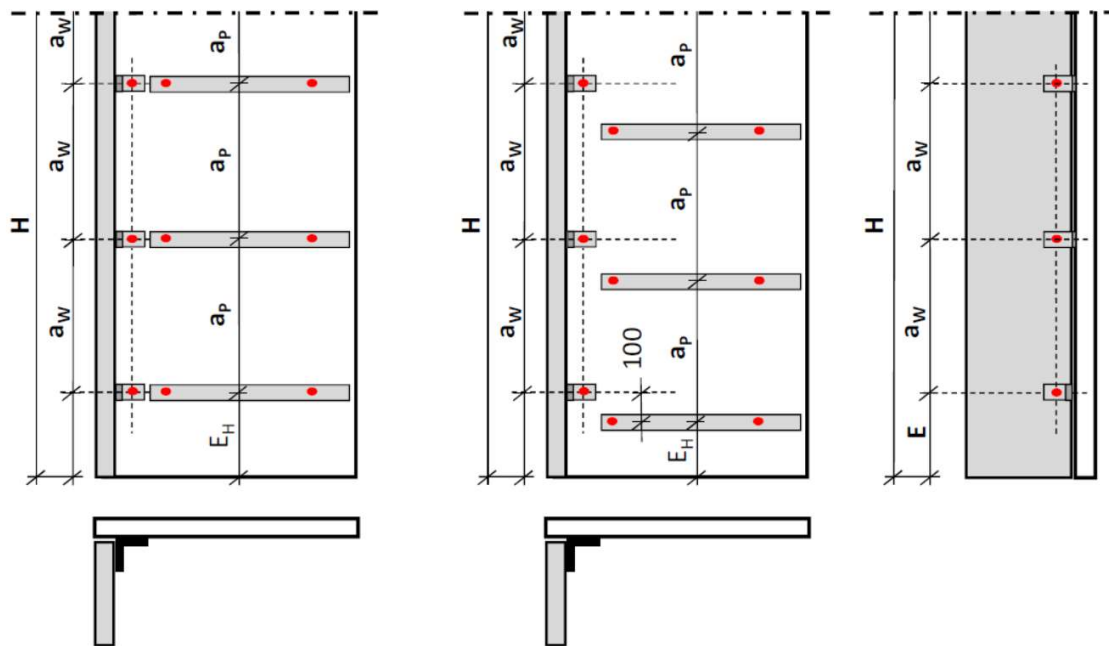


Bild 8: Winkel mit und ohne Versatz

#### 4.2 Biegung

Die Winkelverbindung wird infolge Eigenlast bei Sturzleibungen und Windbeanspruchung auf Biegung beansprucht. Für die Ermittlung der Beanspruchung der Befestigung ist die Kenntnis des inneren Hebelarms erforderlich. Der Hebelarm wird üblicherweise mit  $5/6 \times b_1$  bzw.  $5/6 \times b_2$  angenommen.

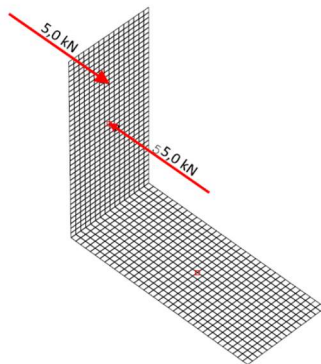


Bild 9: System

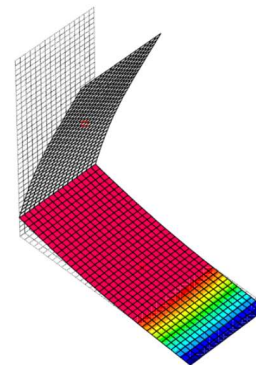


Bild 10: Auflagerdruck Winkel

Die Winkelverbindung wird infolge Eigenlast bei Sturzleibungen und Windbeanspruchung auf Biegung beansprucht. Für die Ermittlung der Beanspruchung der Befestigung ist die Kenntnis des inneren Hebelarms erforderlich. Der Hebelarm wird üblicherweise mit  $5/6 \times b_1$  bzw.  $5/6 \times b_2$  angenommen.



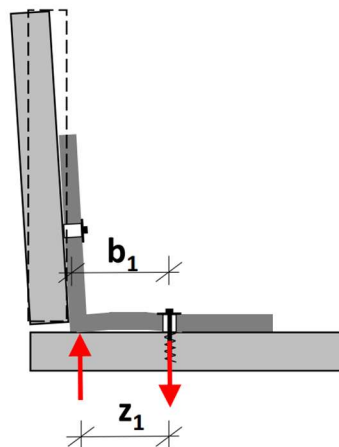


Bild 11: Biegung nach außen

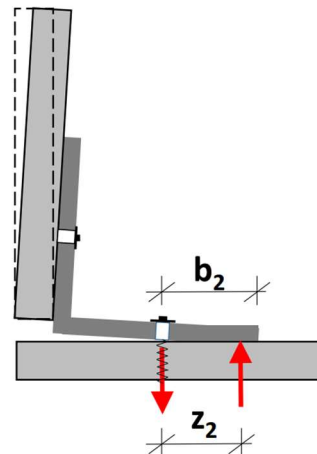


Bild 12: Biegung nach innen

#### 4.2.1 wirksamer Hebelarm

Die Winkel werden im Regelfall bündig auf der Fassadenplatte montiert. Durch die Biegeverformung des Winkels kann sich nicht immer der größtmögliche Hebelarm einstellen, da der Schenkel des Winkels sich direkt hinter der Schraube am Werkstein anliegt. Die Größe des Hebelarms hängt im Wesentlichen von der Biegesteifigkeit des Winkels, von der Federwirkung des Befestigungsmittels und dem Drehmoment der Schraube ab. Je geringer die Federsteifigkeit (Federwirkung in Richtung der Schraubenachse) des Befestigungsmittels ist, umso größer ist der Hebelarm des Winkels. Die Federwirkung der Befestigung liegt bei einem Steckdorn und bei einem Hinterschnittdübel bei einem Wert von mindestens 20 MN/m.

Als Hebelarm wird im Regelfall der Überstand der Befestigung mit einem Faktors 5/6 multipliziert. Berechnungen haben ergeben, dass diese Annahme nicht für alle Winkelabmessungen zutreffend ist. Je größer das Drehmoment der Schraube ist, umso kleiner werden die effektiven Hebelarme zur Ermittlung der Beanspruchung der Befestigung. Um das vereinfachte Rechenmodell beibehalten zu können werden wirksame Überstände der Befestigung ermittelt. Zum einen können die wirksamen (Anlagen A2 und A3) Überstände auf der Basis der Winkeldicke und des Drehmomentes der Schraube ermittelt werden.

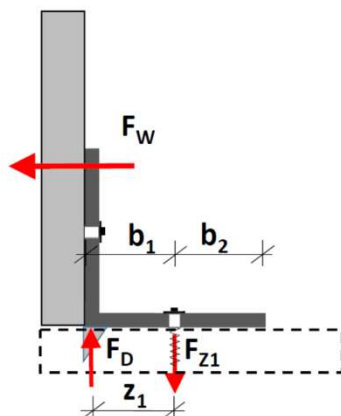


Bild 13: maximaler Hebelarm

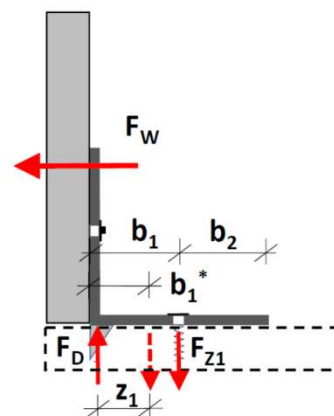


Bild 14: reduzierter Hebelarm



$$F_{z2} = \frac{1000 \cdot M_{D,W}}{z_2} \quad (8)$$

$F_{z2}$  (kN) Beanspruchung Befestigung  
 $M_{D,W}$  (kNm) Moment aus Winddruck am Winkel

**4.2.3 Drehsteifigkeit Winkel**

Die Drehsteifigkeit eines Winkels kann zur Lastverteilung beim Einsatz von unterschiedlichen Typen an einer Leibung genutzt werden.

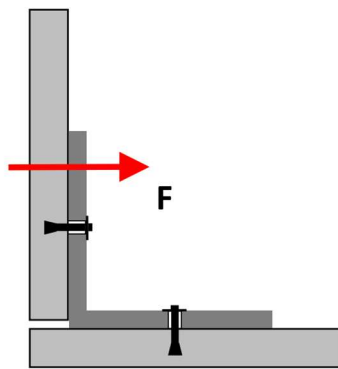


Bild 17: Biegebeanspruchung

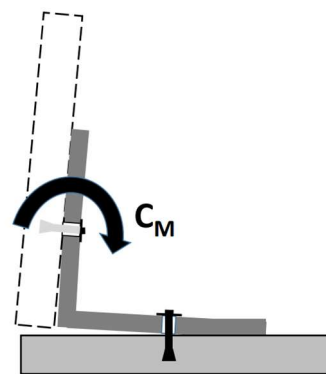


Bild 18: Drehfeder Winkel

Ebenfalls kann die Randverformung bei steifen Fassadenplatten ermittelt werden.

**4.3 Querzug**

Die Beanspruchung aus Querzug ergibt sich aus dem Gewicht der Leibung (Bild 21) und aus der Verformung infolge Temperatur. Die Kenntnis der Querzugsteifigkeit eines Winkels ist für die Ermittlung der Beanspruchung infolge unterschiedlicher thermischer Ausdehnung von Fassadenplatte und Leibung erforderlich.

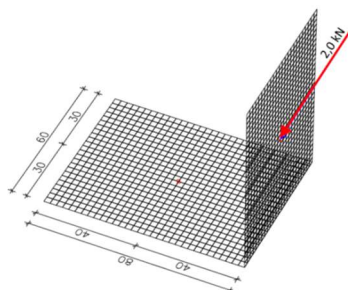


Bild 19: System

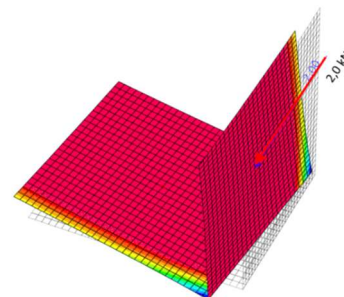


Bild 20: Auflagerdruck Winkel

Bei Leibungsplatten mit mehr als zwei Verbindungswinkeln sollten zur Abtragung der Gewichtslasten nicht alle Winkel genutzt werden. Die Anzahl der Winkeln sollte um zwei

reduziert werden, jedoch nicht zwei unterschreiten. Dies bedeutet, dass erst bei einer Anzahl von 5 Verbindungswinkel (Bild 22) mehr als zwei Winkel genutzt werden können.

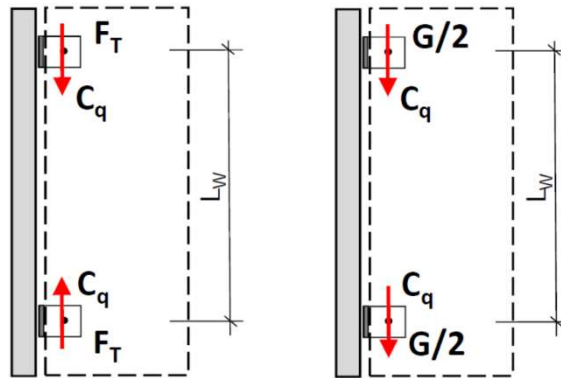


Bild 21: Temperaturbelastung Leibung - 35 K

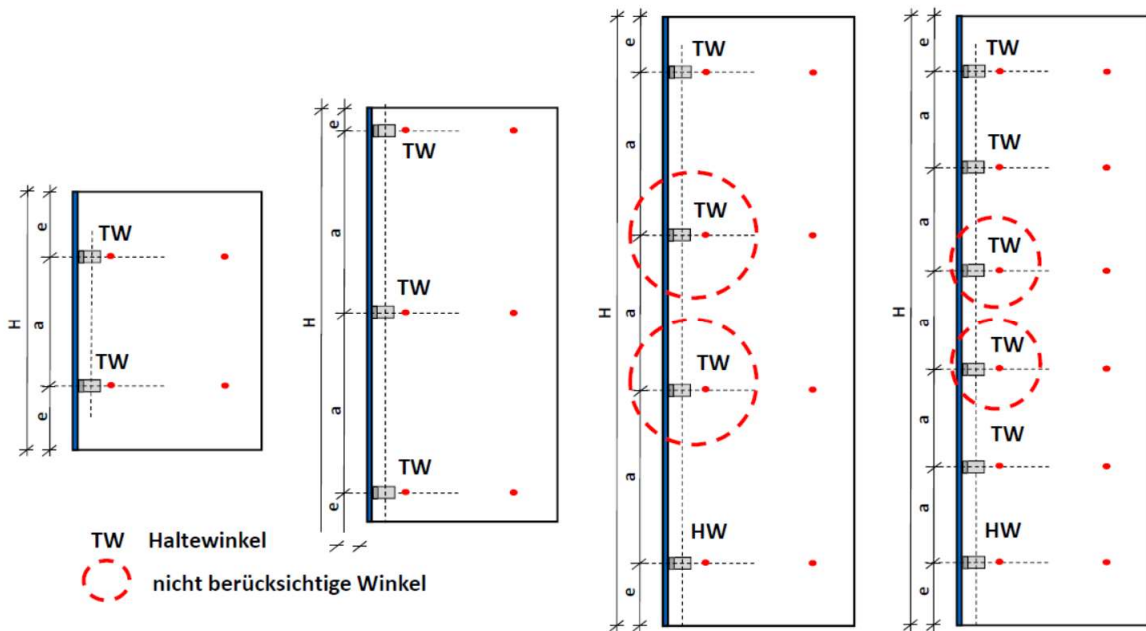


Bild 22: Temperaturbelastung Leibung - 35 K

$$n_G = n_W - 2 \geq 2 \quad (9)$$

$n_W$  Anzahl der Winkelverbindungen  
 $n_G$  nutzbare Winkelverbindungen für Eigengewicht

#### 4.3.1 Querzugsteifigkeit Winkel

Die Querzugsteifigkeit eines Verbindungswinkels kann durch Versuche ermittelt werden. Hierbei ist das Drehmoment (Vorspannung) der Schraube zu berücksichtigen. Die Verformung eines durch Querzug beanspruchten Winkels weist infolge der Vorspannung einen nichtlinearen Verlauf auf.

Die Ermittlung der Querzugsteifigkeit eines Winkels kann auch rechnerisch (Anlagen B1 und B2) ermittelt werden.

Die wirksame Querkzugsteifigkeit eines Verbindungswinkels setzt sich aus der Verformung des Winkels und den Verformungen aus Fassadenplatte und Leibung zusammen.

#### 4.3.2 Einfluss der Steifigkeit von Platte und Leibung

Die Beanspruchung der Winkel infolge Temperaturverformung führt zusätzlich zu einer lokalen Momentenbeanspruchung von Fassadenplatte und Leibung. Hieraus resultieren Verformungen (Bilder 23 bis 25), die zu einer Verschiebung der Winkel führen.

Die Verschiebung des Winkels infolge Temperaturbeanspruchung setzt sich somit aus drei Verschiebungen (Bild 26) zusammen. Hierdurch ergibt sich gegenüber der Querkzugsteifigkeit des Winkels eine reduzierte Steifigkeit. Die Verformung der Fassadenplatte und der Leibung haben nur bei Fassadenplatten mit geringer Biegesteifigkeit, wie z.B. Faserzement- oder HPL-Platten, einen Einfluss auf die Querkzugsteifigkeit. Bei Fassadenplatten aus Beton- und Naturwerkstein ist dieser Einfluss sehr gering und kann vernachlässigt werden.

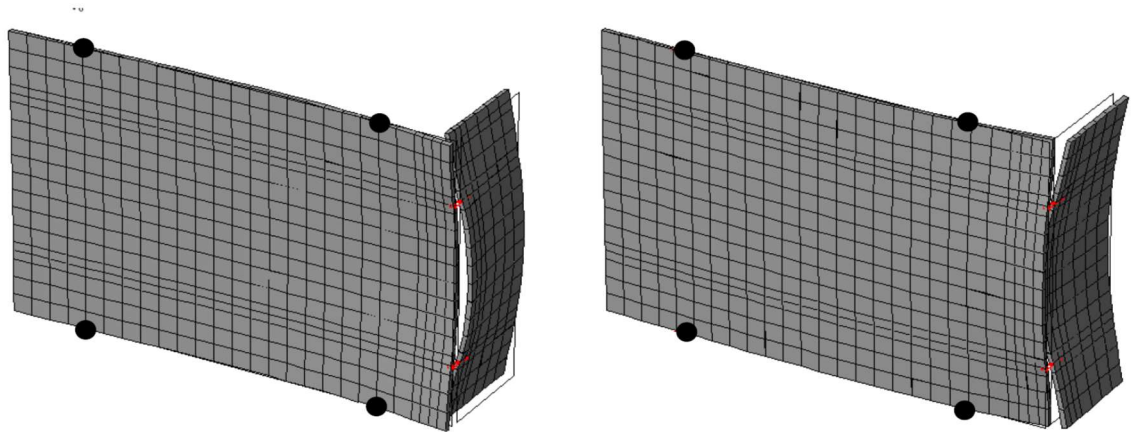


Bild 23: Temperaturbelastung Leibung  $\pm 35$  K

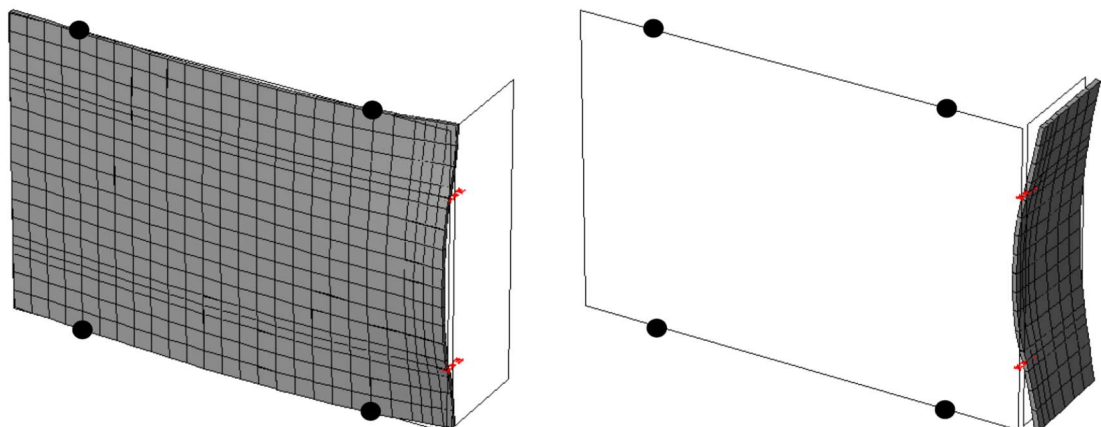


Bild 24: Temperaturbelastung Leibung - 35 K

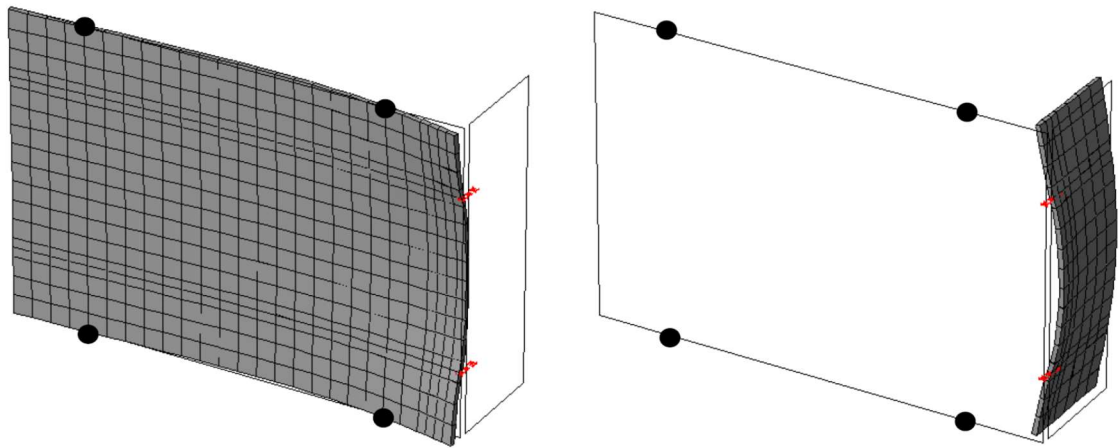


Bild 25: Temperaturbelastung Leibung + 35 K

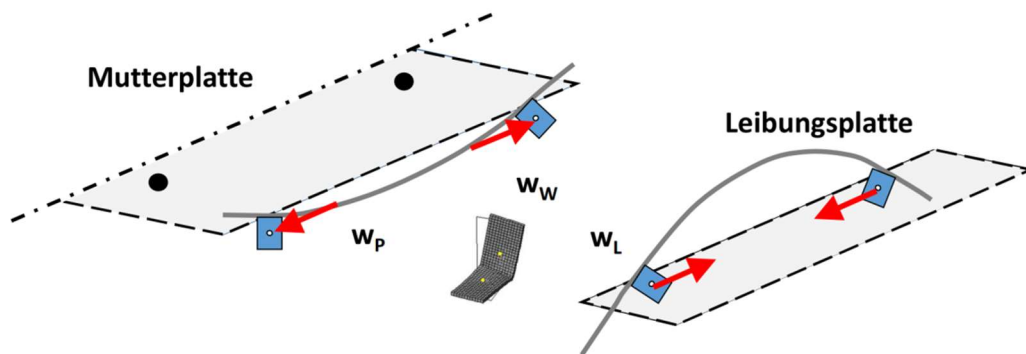


Bild 26: Verschiebungsanteile

Die wirksame Querszugsteifigkeit eine Verbindungswinkel ermittelt sich näherungsweise zu:

$$t_{\text{Ers}} = t \cdot \left( \frac{E}{70000} \right)^3 \quad (10)$$

$$f_s = \frac{b_1}{50} \quad (11)$$

$$f_M = \frac{70000}{E} \cdot \left( \frac{12}{d} \right)^3 \quad (12)$$

$$w_P = \frac{1}{C_{q,P}} \cdot f_s \cdot f_M \quad (13)$$

$$w_L = \frac{1}{C_{q,L}} \cdot f_s \cdot f_M \quad (14)$$

$$w_W = \frac{1}{C_{q,W}} \quad (15)$$

$$C_q = \frac{1}{w_P + w_W + w_L} \quad (16)$$

$$= \frac{1}{\frac{f_s \cdot f_M}{C_{q,P}} + w_W + \frac{f_s \cdot f_M}{C_{q,L}}} \quad (17)$$

$C_q$	(MN/m)	wirksame Federsteifigkeit Winkel
$C_{q,P}$	(MN/m)	Federsteifigkeit Mutterplatte (Anlagen C1 und C2)
$C_{q,W}$	(MN/m)	Federsteifigkeit Winkel (Anlagen B1 und B3)
$C_{q,L}$	(MN/m)	Federsteifigkeit Leibungsplatte (Anlage D)
$t_{Ers}$	(mm)	Ersatzdicke
$f_s$		Korrekturfaktor Randabstand Befestigung
$f_M$		Korrekturfaktor Plattensteifigkeit

Für Natur- und Betonwerkstein kann die Steifigkeit von Mutterplatte und Leibungsplatte vernachlässigt werden. Die wirksame Steifigkeit des Winkels ergibt sich zu:

$$C_q = C_{q,W} \quad (18)$$

Beim Einsatz von gleichen Winkeln zur Befestigung der Leibung ergibt sich die Beanspruchung infolge Temperaturexpansion zu:

$$F_T = \frac{\alpha_T \cdot L_W \cdot \Delta T}{2} \cdot C_q \quad (19)$$

$F_T$	(kN)	Zwängungslast aus Längenänderung der Leibung
$L_W$	(m)	Abstand der äußeren Winkel
$\alpha_T$	(m/mK)	Wärmeausdehnungskoeffizient
$\Delta T$	(K)	Temperaturdifferenz zwischen Mutter- und Leibungsplatte
$C_q$	(MN/m)	wirksame Winkelsteifigkeit

#### 4.3.3 wirksamer Hebelarm

Der wirksame Hebelarm ist von der Steifigkeit des Winkels und der Federwirkung der Befestigung abhängig. Durch die Biegeverformung des Winkels kann sich nicht immer der größtmögliche Hebelarm einstellen. Die Größe des Hebelarms hängt im Wesentlichen von der Biegesteifigkeit des Winkels, von der Federwirkung des Befestigungsmittels und dem Drehmoment der Schraube ab. Je geringer die Federsteifigkeit (Federwirkung in Richtung der Schraubenachse) des Befestigungsmittels ist, umso größer ist der Hebelarm des Winkels. Die Federwirkung der Befestigung liegt bei einem Steckdorn und bei einem Hinterschnittdübel bei einem Wert von mindestens 20 MN/m.

Als Hebelarm wird im Regelfall der Überstand der Befestigung mit einem Faktor 5/6 multipliziert. Berechnungen haben ergeben, dass diese Annahme nicht für alle Winkelabmessungen zutreffend ist. Je größer das Drehmoment der Schraube ist, umso kleiner werden die effektiven Hebelarme zur Ermittlung der Beanspruchung der Befestigung. Um das vereinfachte Rechenmodell beibehalten zu können werden wirksame Winkelbreiten ermittelt. Zum einen können die wirksamen (Anlagen B2 und B3) Winkelbreiten auf der Basis der Winkeldicke und des Drehmomentes der Schraube ermittelt werden.

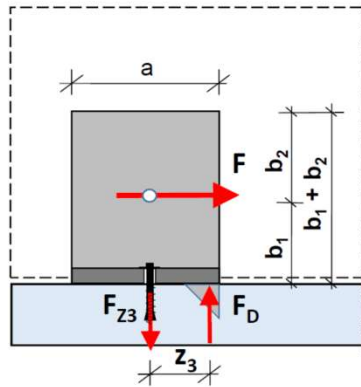


Bild 27: maximaler Hebelarm

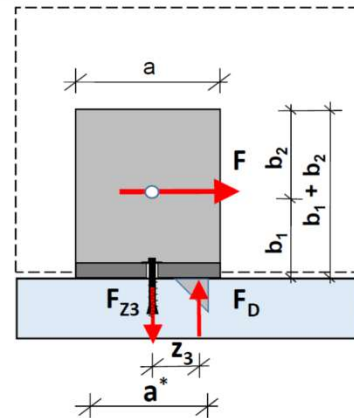


Bild 28: reduzierter Hebelarm

$$a^* = f_a \cdot t$$

(20)

- $a^*$  (mm) wirksamer Winkelbreite  
 $t$  (mm) Winkeldicke  
 $f_a$  Faktor Hebelarm (Anlagen B2 und B4)  
 $z_3$  (mm) wirksamer Hebelarm

$$z_3 = \frac{5 \cdot a^*}{6 \cdot 2}$$

(21)

$$F_{z3} = \frac{F_T \cdot b_1}{z_3}$$

(22)

- $F_T$  (kN) Querkraft infolge Temperatur  
 $b_1$  (mm) Randabstand Befestigung  
 $F_{z3}$  (kN) Beanspruchung Befestigung

Die Annahme eines Faktors 5/6 für die Berechnung des Hebelarms wird mit Hilfe von FE-Berechnungen überprüft. Hierbei wird von einer Bettung des Winkels und einer Federwirkung der Befestigung ausgegangen. Eine Zugbettung des Winkels wird ausgeschlossen. Je steifer der Winkel und geringer die Winkelbreite sind, umso größer ist der Hebelarm.



**5 Literaturhinweise**

- [1] **DIN 18516-1**  
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
- [2] **DIN 18516-3**  
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 3: Naturwerkstein – Anforderungen, Bemessung
- [3] **DIN 18516-5**  
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 5: Betonwerkstein – Anforderungen, Bemessung
- [4] **EAD 330030-00-0601**  
FASTENER OF EXTERNAL WALL CLADDINGS - AUGUST 2018

Anlagen (Informativ)

A Biegung Winkel

A1: Drehfeder

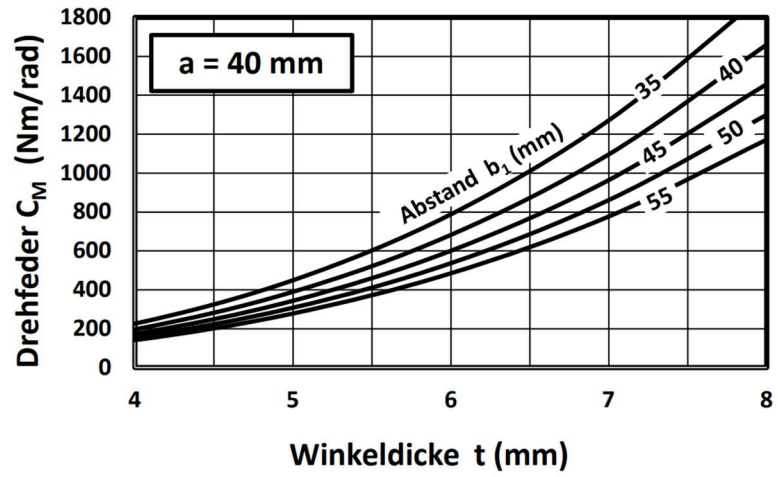


Bild A1

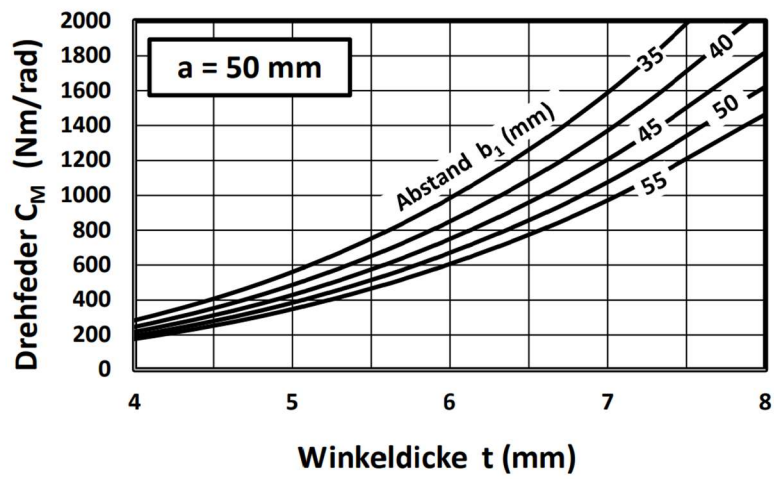


Bild A2

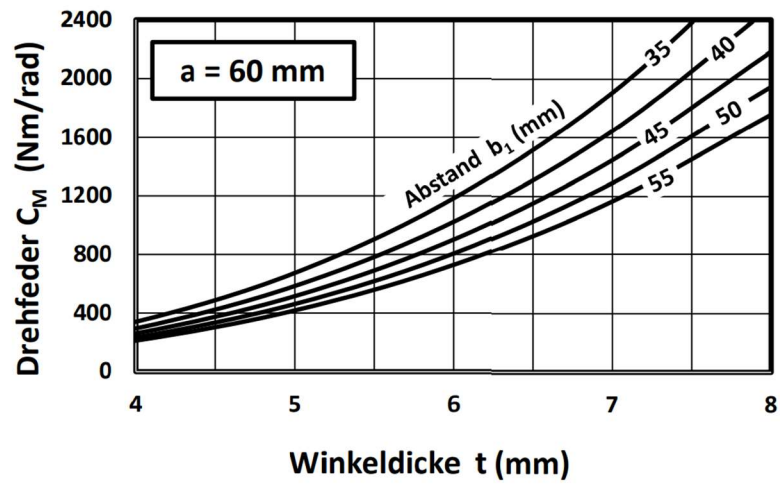


Bild A3

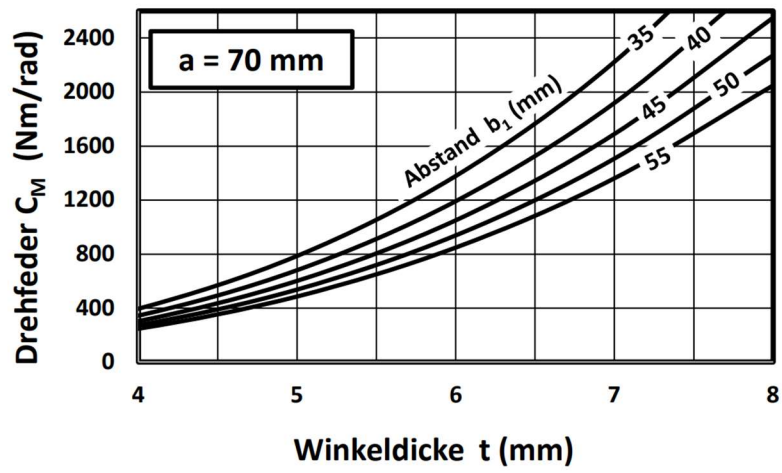


Bild A4

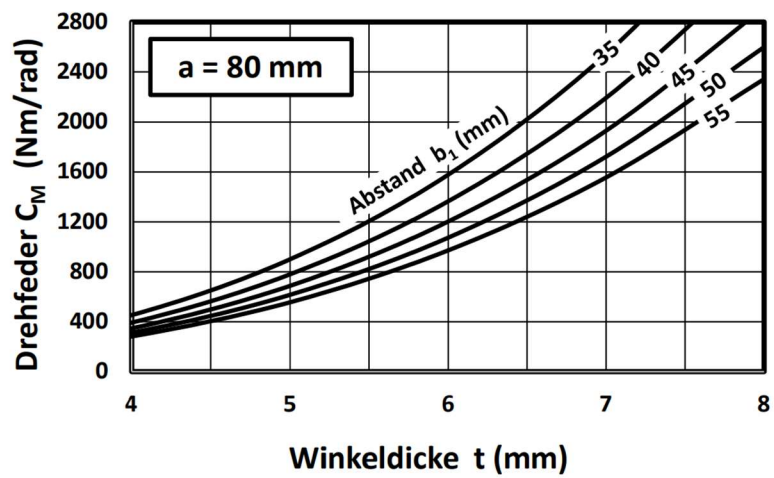


Bild A5

A2: Wirksamer Hebelarm (Vorspannung 4 Nm)

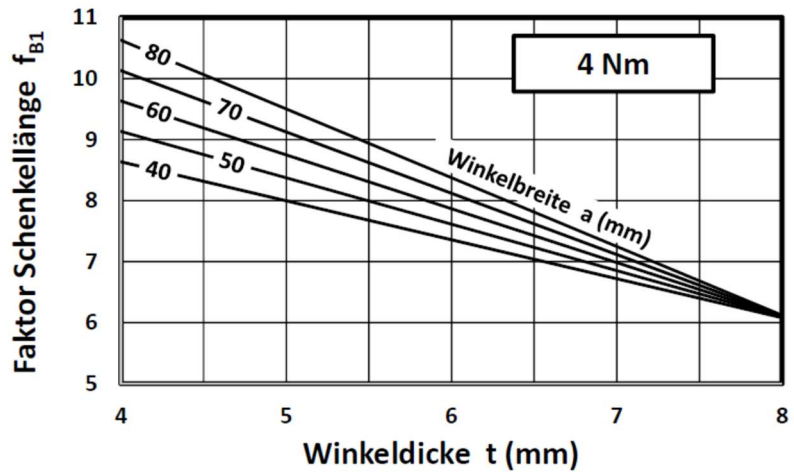


Bild A6

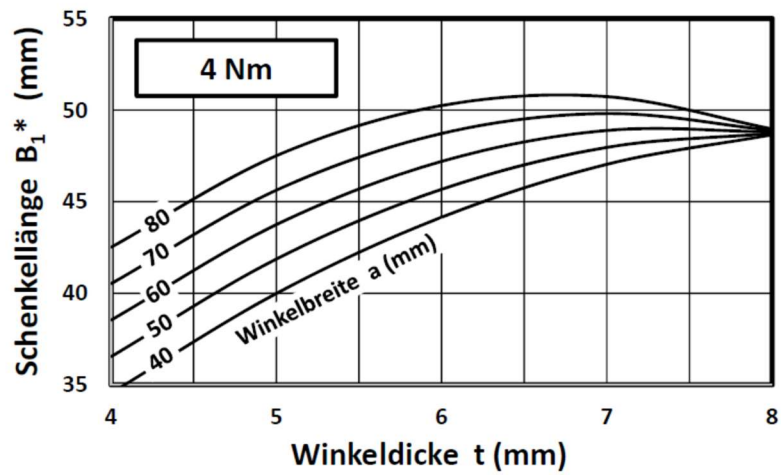


Bild A7

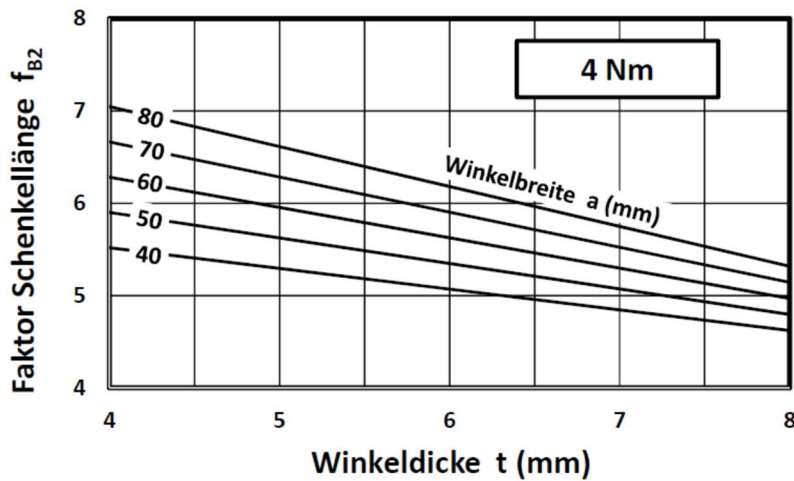


Bild A8

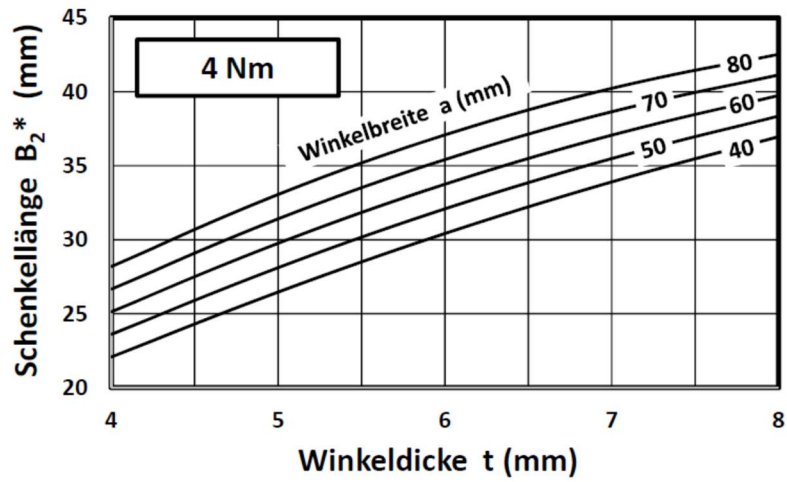


Bild A9

A3: Wirksamer Hebelarm (Vorspannung 10 Nm)

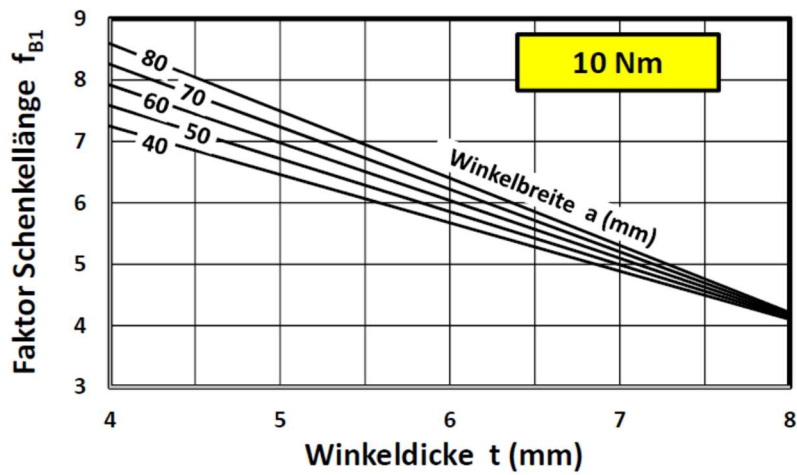


Bild A10

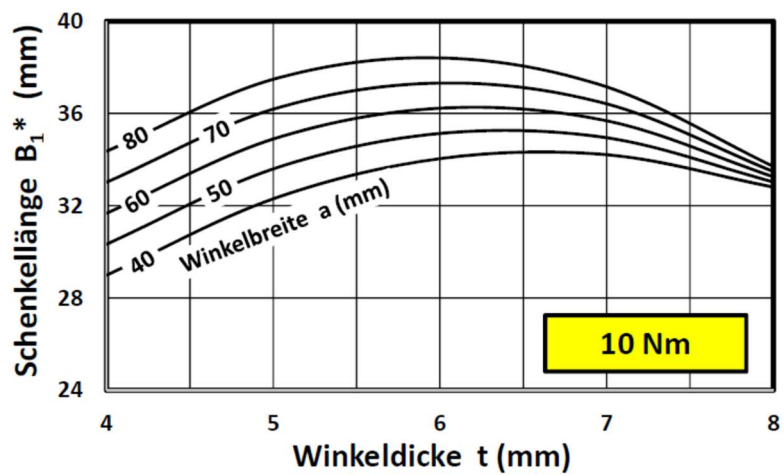


Bild A11

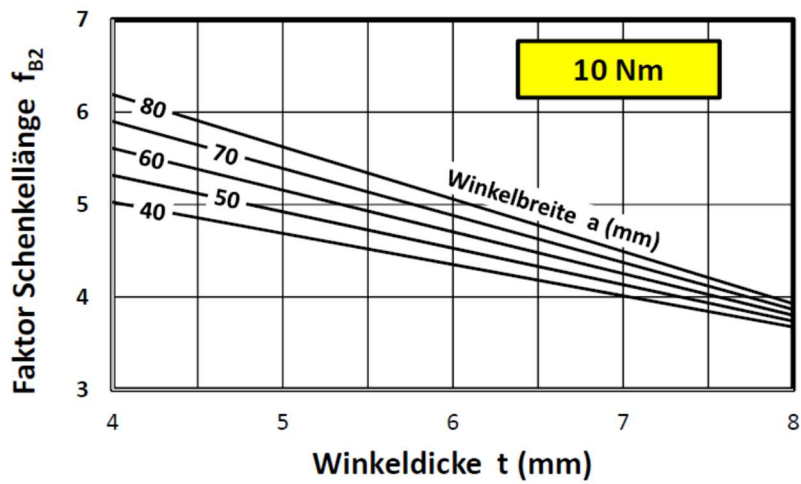


Bild A12

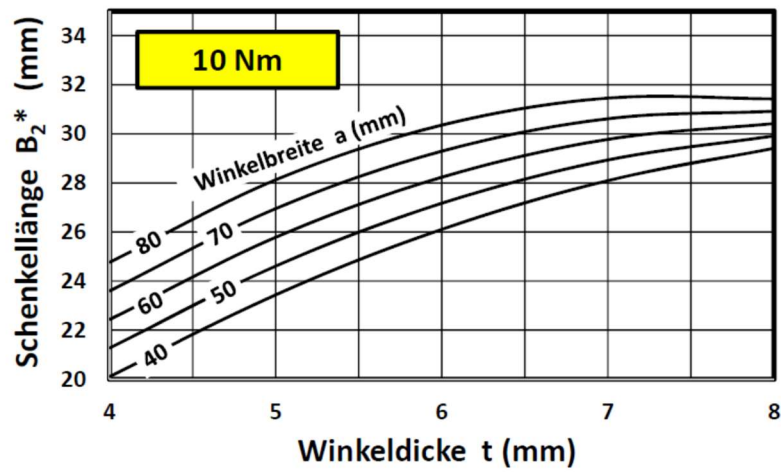


Bild A13

B: Querzug Winkel

B1: Querzugsteifigkeit (Schraubenvorspannung 4 Nm)

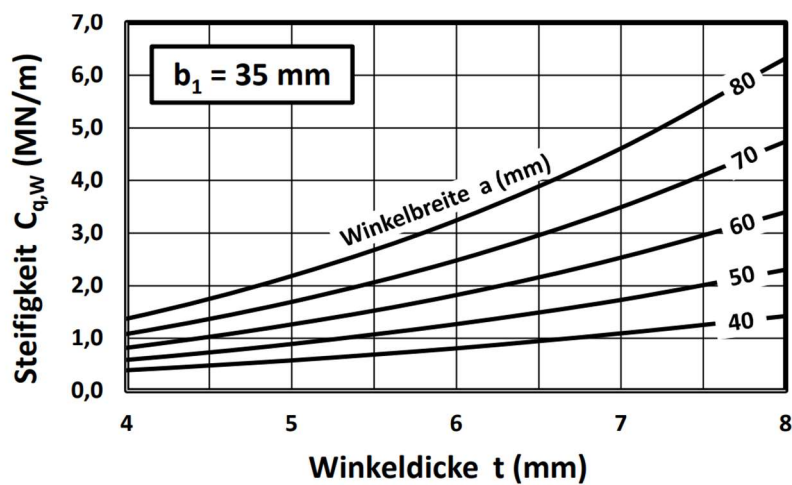


Bild A14

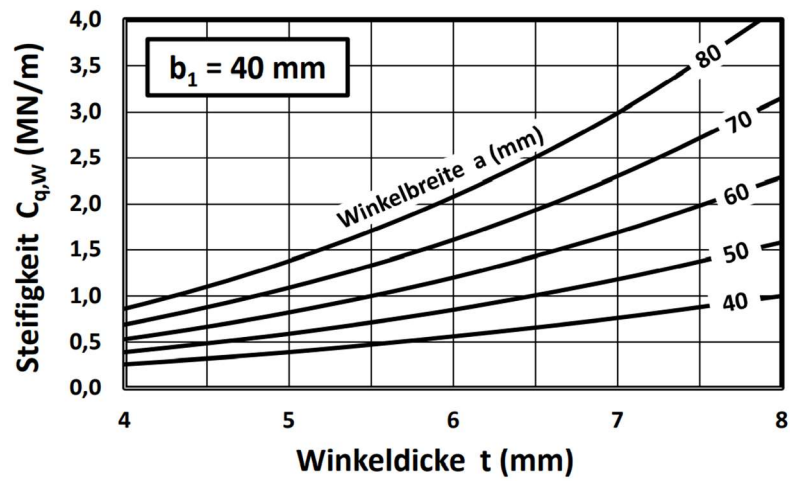


Bild A15

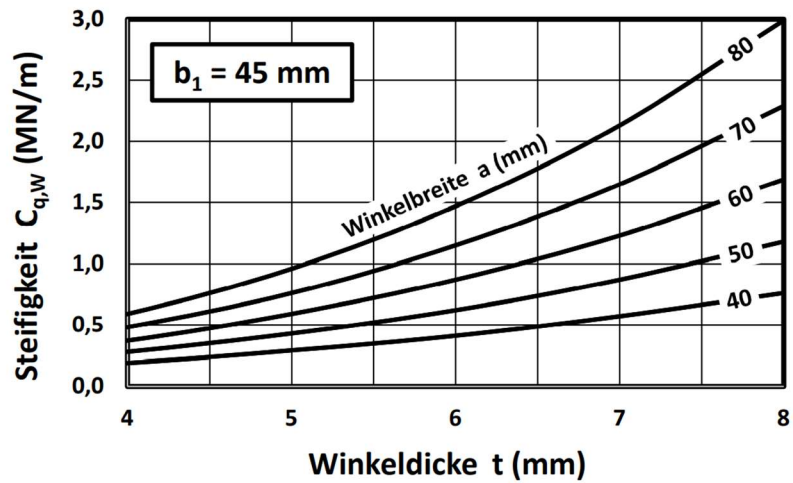


Bild A16

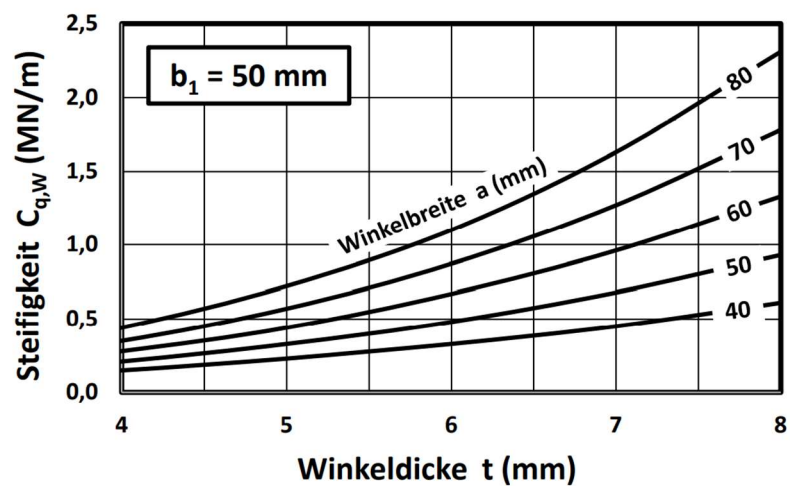


Bild A17

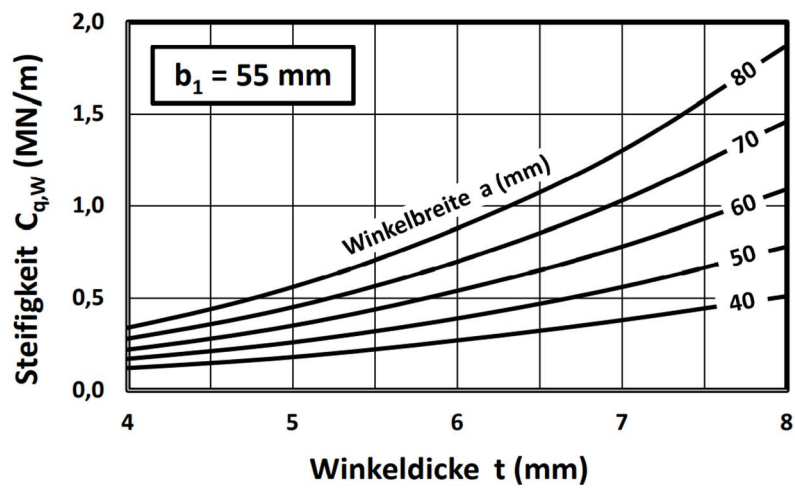


Bild A18

**B2: Wirksamer Hebelarm (Schraubenvorspannung 4 Nm)**

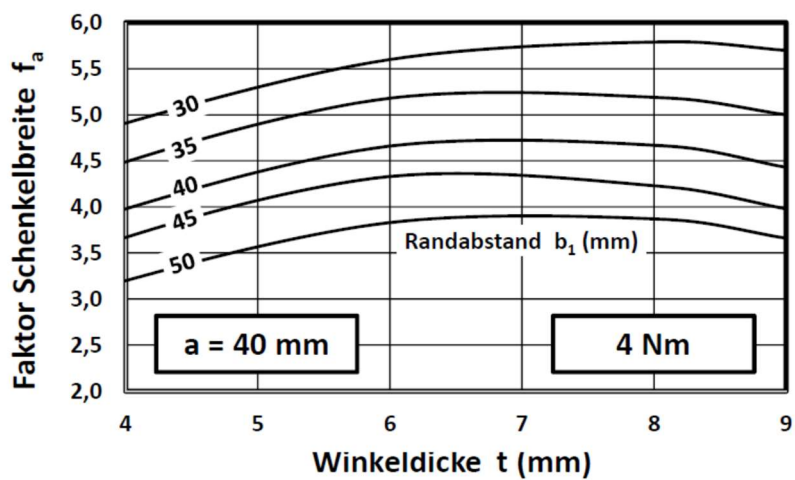


Bild A19

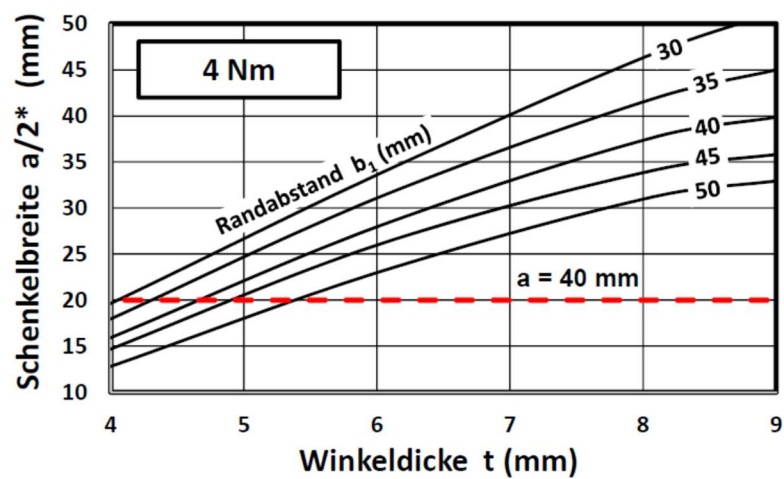


Bild A20



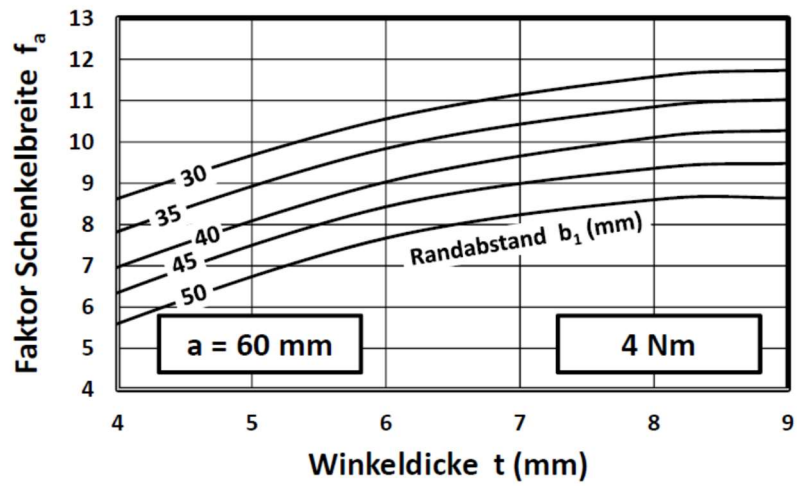


Bild A21

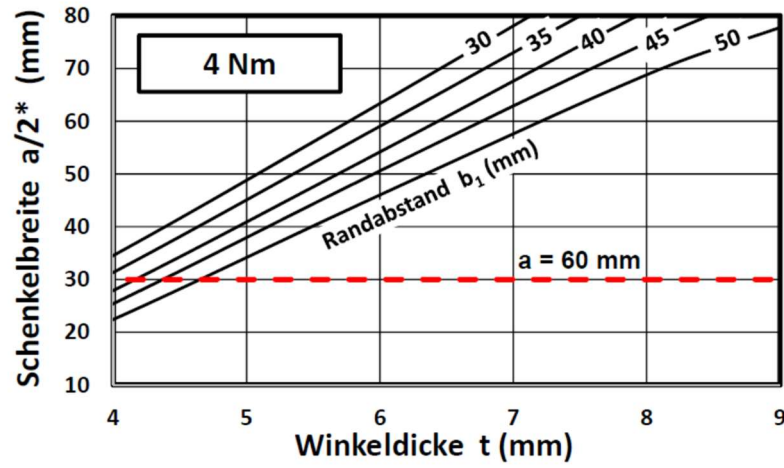


Bild A22

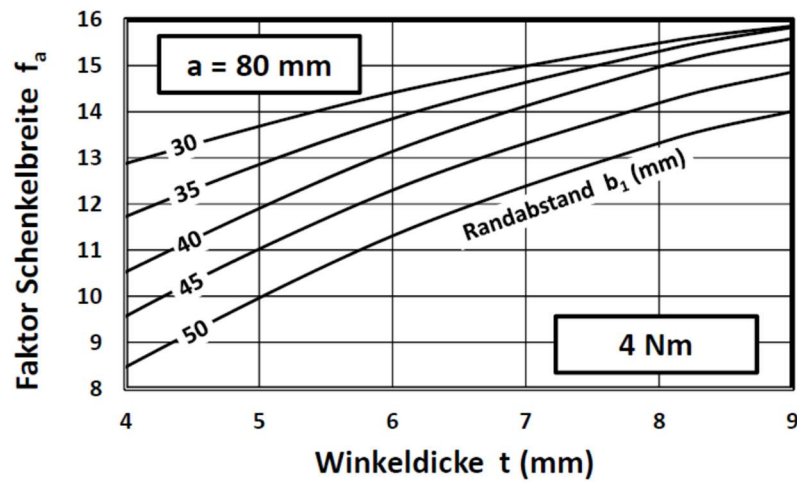


Bild A23

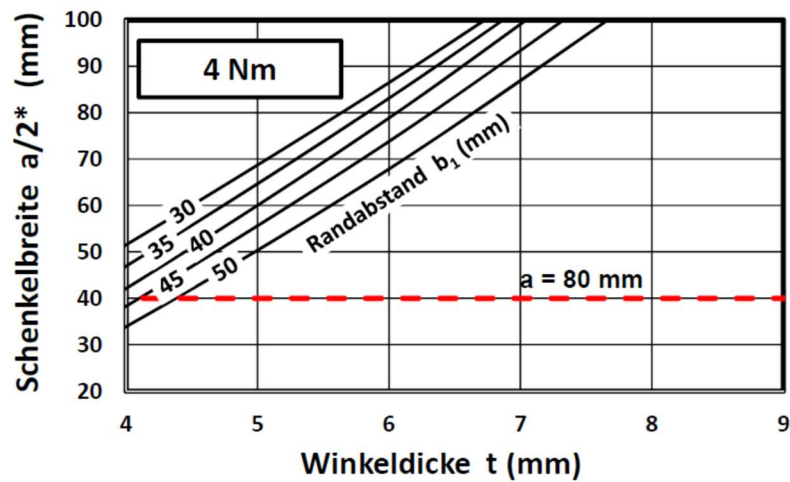


Bild A24

B3: Querkzugsteifigkeit (Schraubenvorspannung 10 Nm)

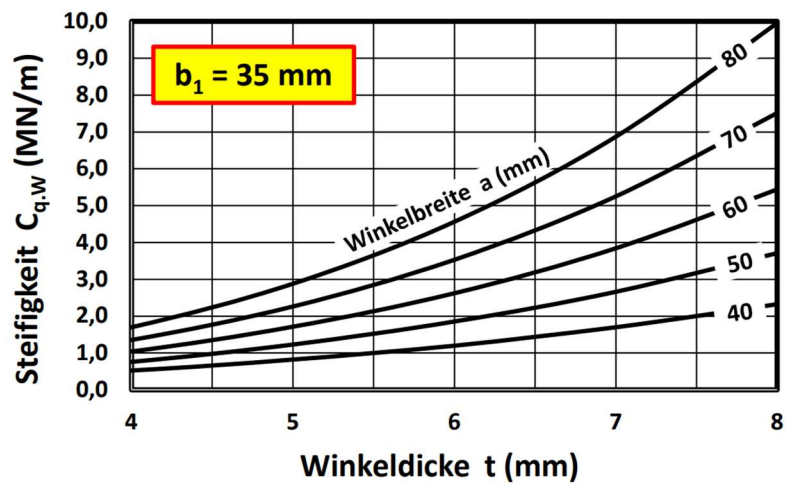


Bild A25

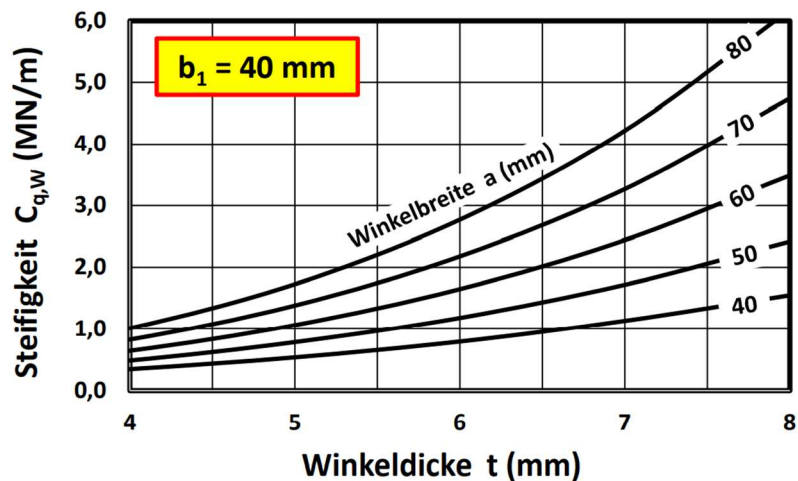


Bild A26

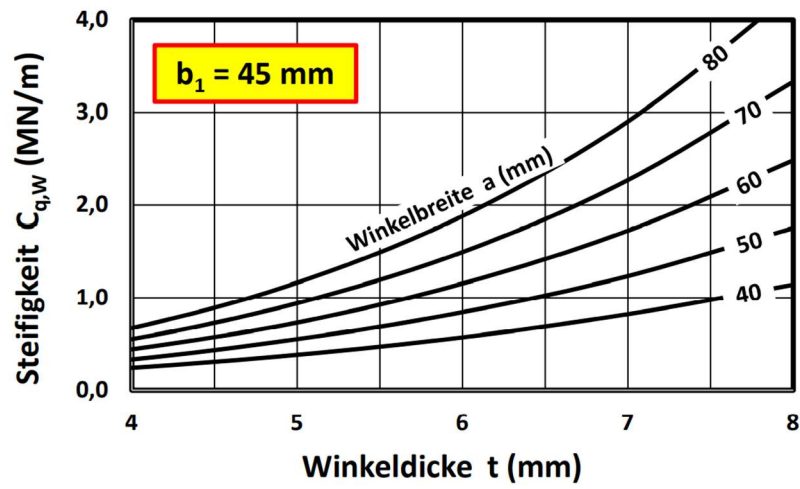


Bild A27

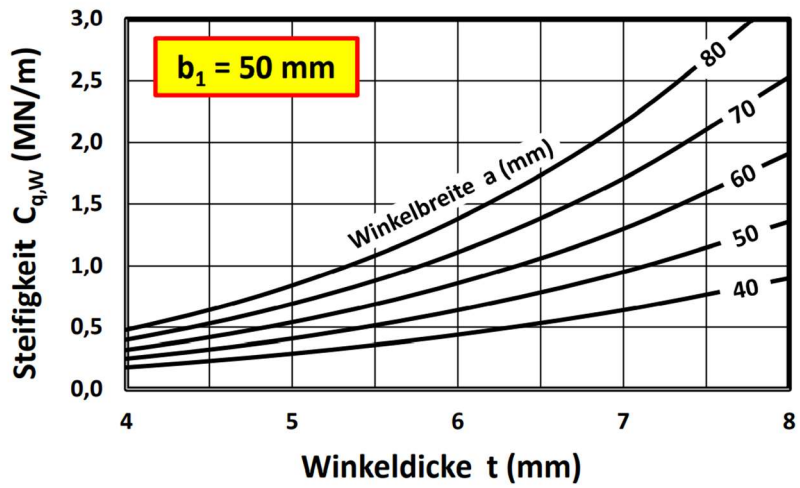


Bild A28

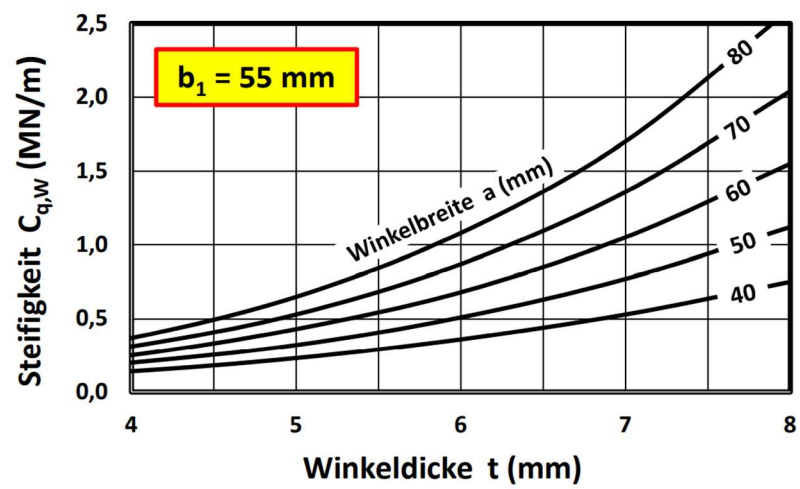


Bild A29

B4: Wirksamer Hebelarm (Schraubenvorspannung 10 Nm)

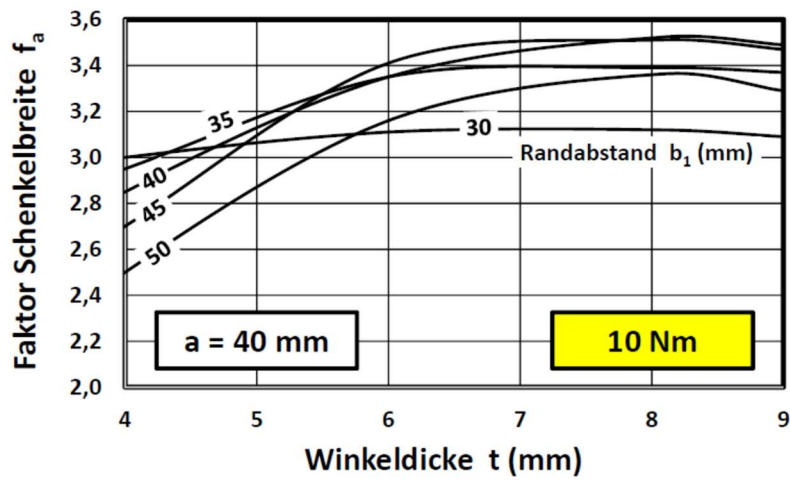


Bild A30

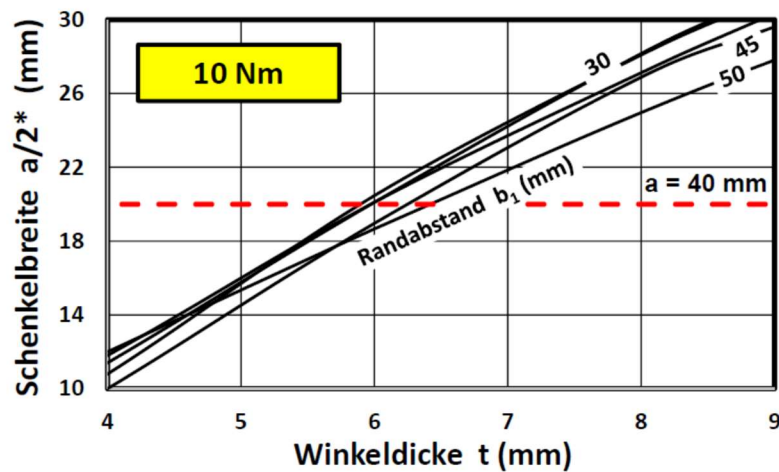


Bild A31

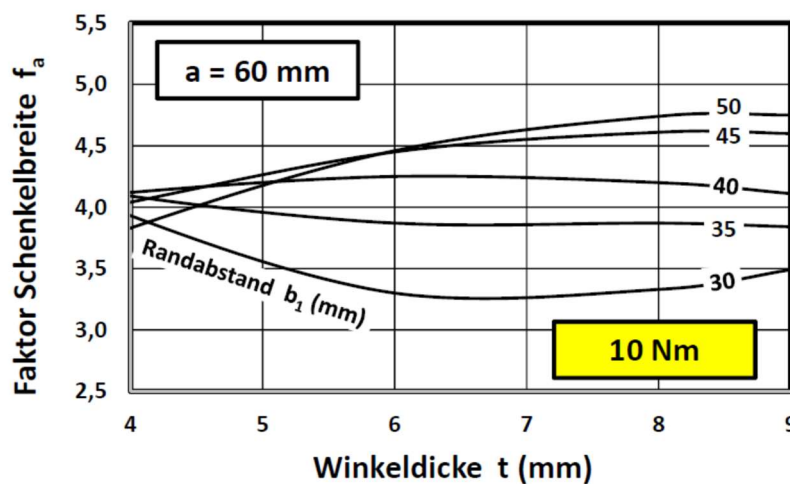


Bild A32

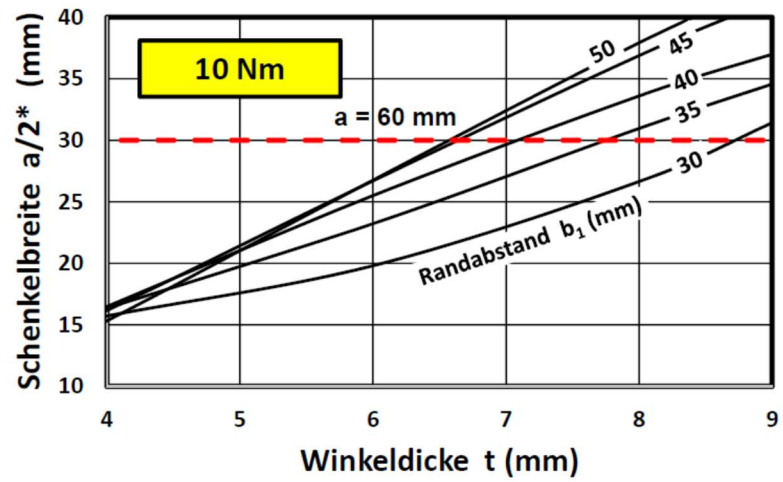


Bild A33

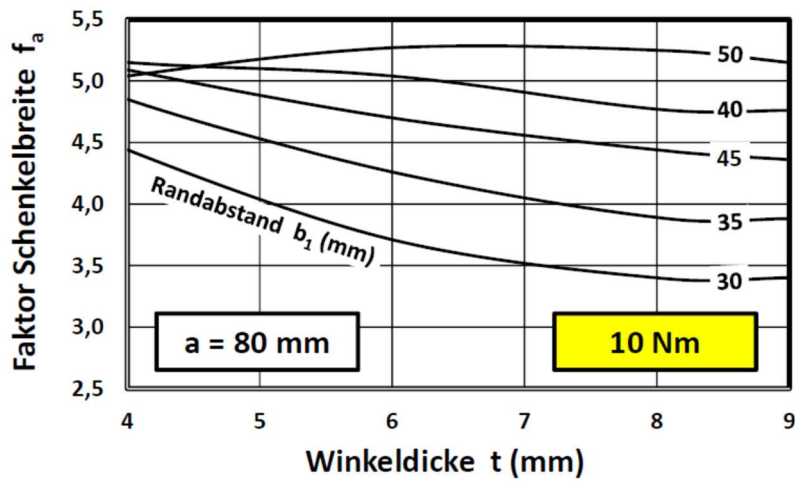


Bild A34

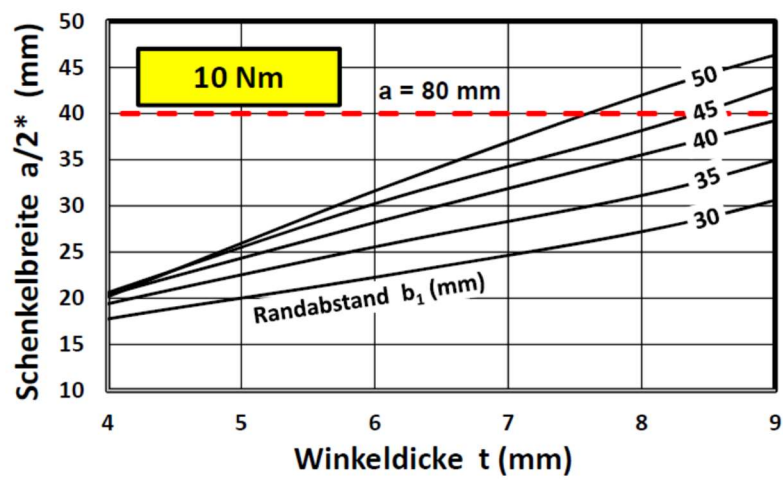


Bild A35

- C: Querkzug Platte
- C1: Winkel ohne Versatz

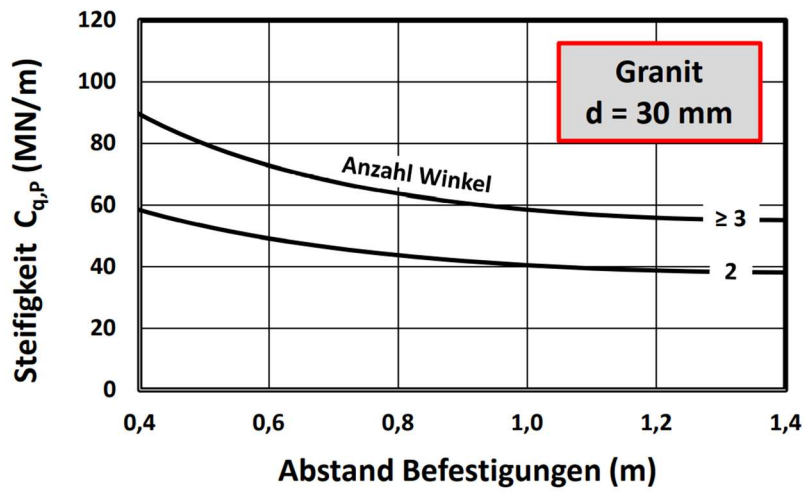


Bild A36

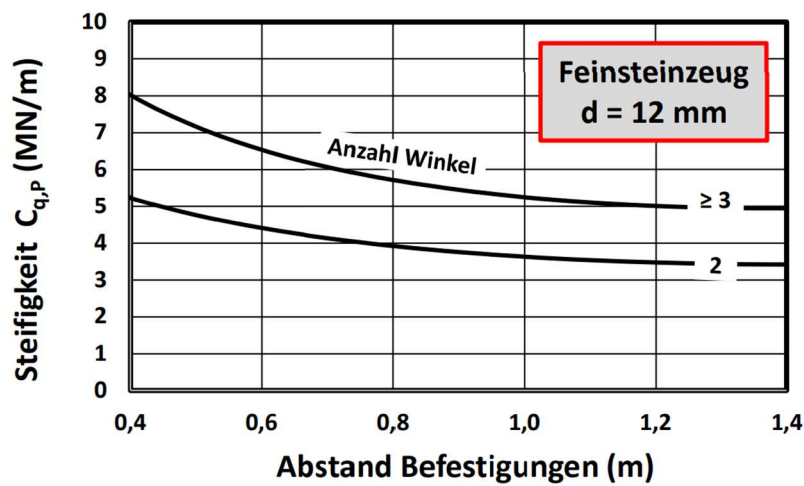


Bild A37

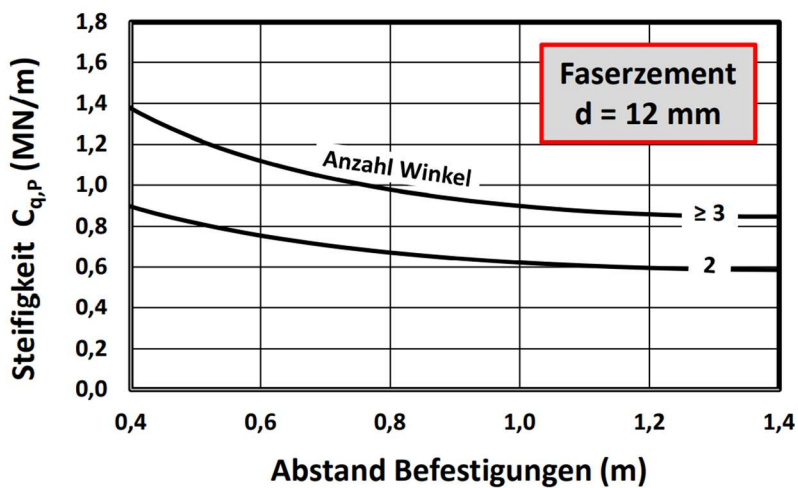


Bild A38

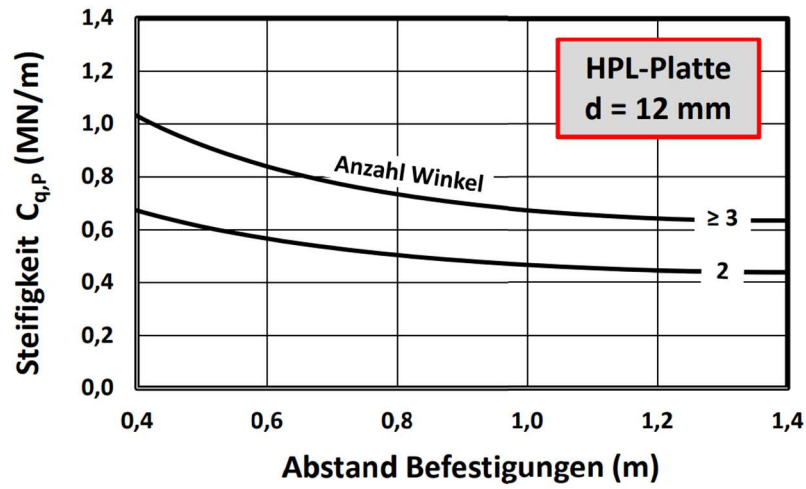


Bild A39

C2: Winkel mit Versatz

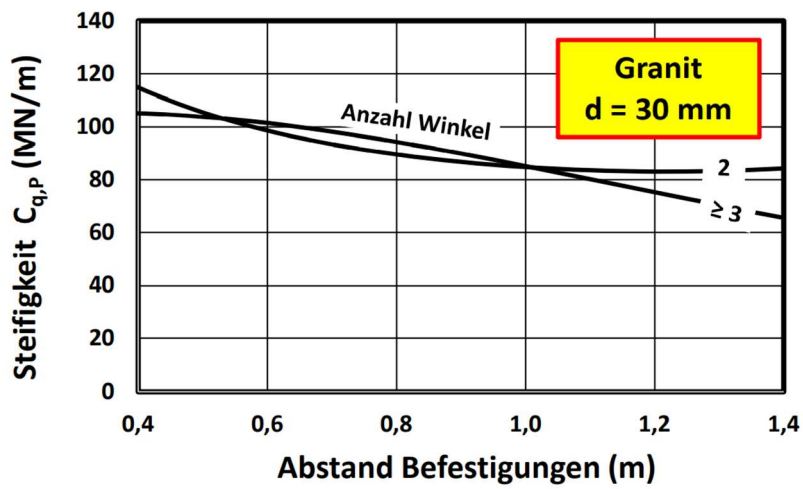


Bild A40

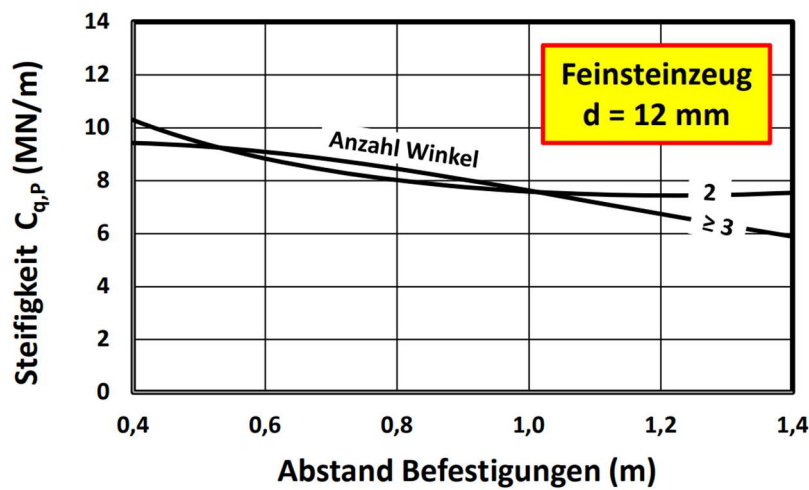


Bild A41

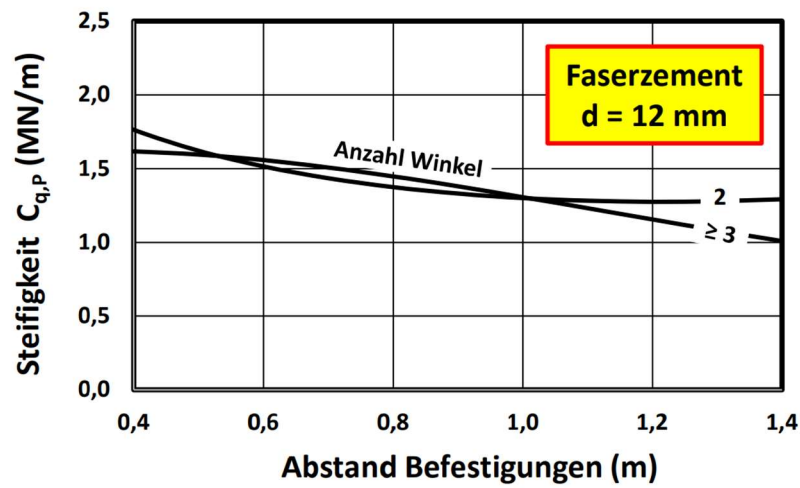


Bild A42

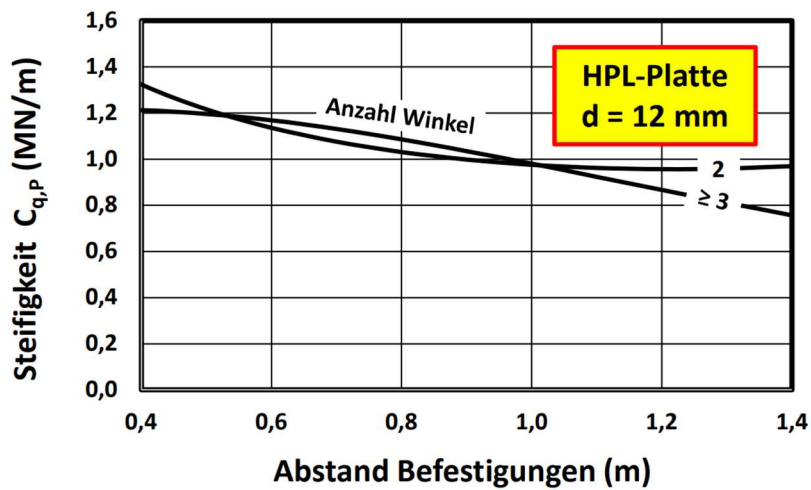


Bild A43

C: Querzug Leibung

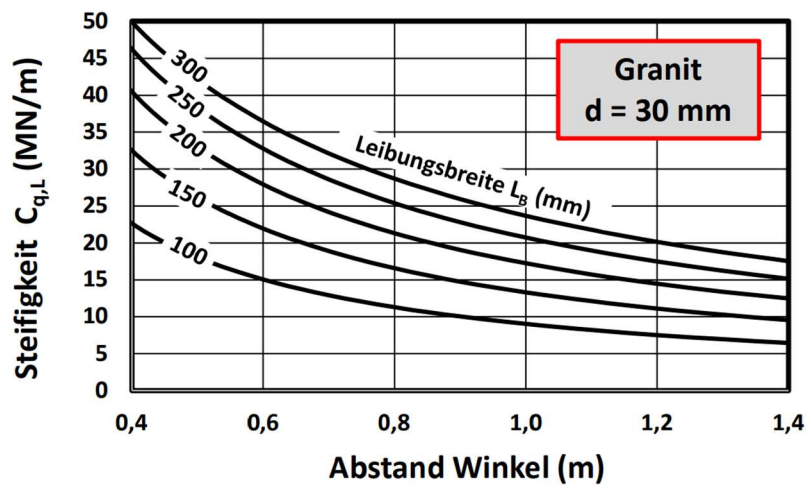


Bild A44



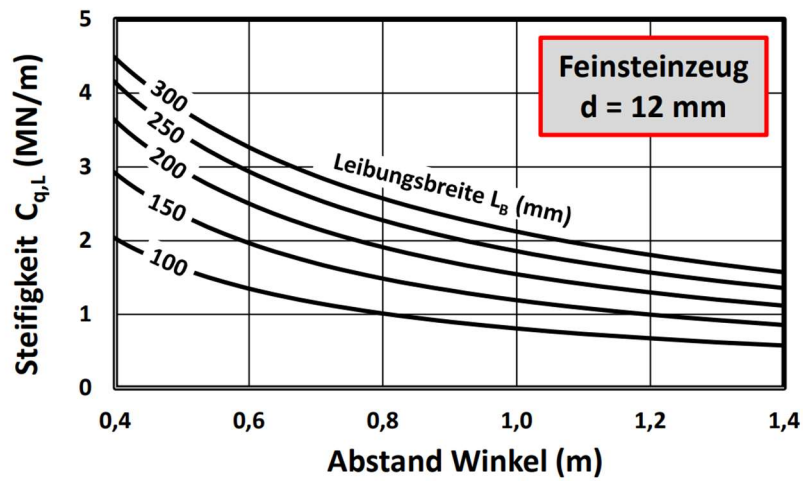


Bild A45

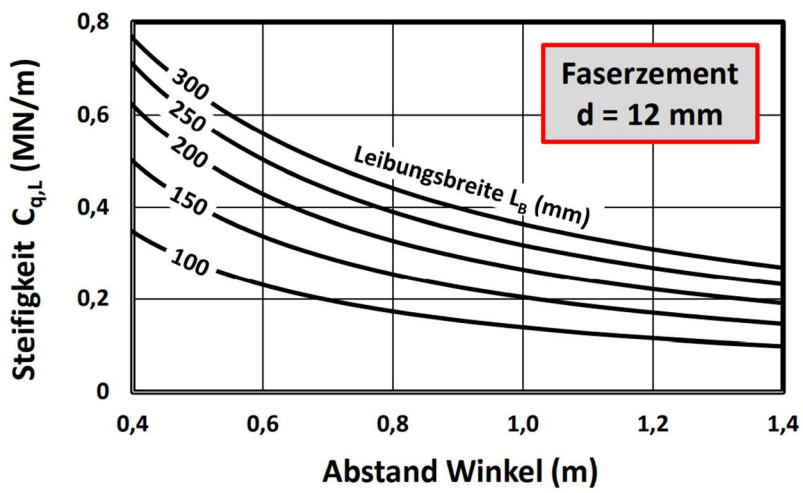


Bild A46

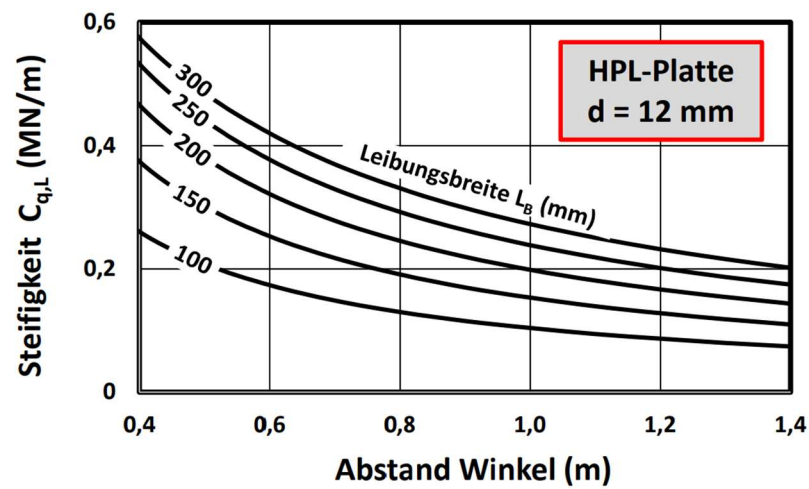


Bild A47