

Baupraktische Bestimmung der Einschraubtiefe von Schrauben

Mit dem nachfolgenden Beitrag wird ein Konzept zur baupraktischen Bestimmung der Einschraubtiefe von Schrauben in unterschiedlichen Materialkombinationen vorgestellt. Die rechnerische Ermittlung der Einschraubtiefe erfolgt anhand von bereits existierenden Veröffentlichungen bzw. Richtlinien. Da die bisherige Vorgehensweise sehr komplex ist, wird ein vereinfachtes baupraktisches Konzept erarbeitet und vorgestellt. Die Bestimmung wird für übliche Materialkombinationen (Schraube zu Einschraubuntergrund) im Bauwesen erarbeitet bzw. dargestellt.

Stichworte Abscherzylinder; Abstreifsicherheit; Einschraubtiefe; Gewindetragfähigkeit; Scherspannung; Schraube

Practical construction determination of the screwing depth of screws

The following report presents a concept for the practical determination of the screw-in length of bolts in different material combinations. The calculation of the screw-in length is based on existing publications and guidelines. Since the previous procedure is very complex, a simplified, practical construction concept is developed and presented. The determination is worked out or presented for the usual material combinations (screw to screw-in substrate) in the construction industry.

Keywords bolt; screw-in length; shear cylinder; shear stress; slipping safety; thread load capacity

1 Grundlagen und Stand der Technik

1.1 Bisherige Verfahren zur Bestimmung der Einschraubtiefe

Für die bisherige Ermittlung der Einschraubtiefe von Schrauben in unterschiedlichen Einschraubuntergründen stehen derzeit zwei wesentliche Verfahren zu Verfügung:

- a) Ermittlung gemäß VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1 [1]
- b) Ermittlung gemäß Veröffentlichungen Dose [2–4]

Ein weiteres Verfahren zur Ermittlung der Einschraubtiefe wird in der Norm DIN EN 1993-1-8/NA dargestellt (NCI zu 3.5 Schraubverbindungen im Sackloch). Jedoch erfolgt die Ermittlung der Einschraubtiefe rein anhand der unterschiedlichen Zugfestigkeiten der Materialkombinationen (Schraube zu Einschraubuntergrund). Die tatsächliche Zugbelastung der Verbindung wird nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund hat dieses Verfahren nur einen informativen Charakter und wird nicht weiter einbezogen.

Beide zuvor genannten Verfahren entstammen dem Maschinenbau und basieren auf der Ermittlung eines Abscherzylinders, welcher mit der zulässigen Scherspannung des Gewindes multipliziert wird. Wie im Maschinenbau üblich, erfolgt die Ermittlung der Scherspannung des Gewindes mit den Zugfestigkeiten der Materialkombinationen (Schraube zu Einschraubuntergrund). Bei der Ermittlung des Widerstands der Gewindetragfähigkeit wird von einer reinen zentrischen Zugkraft ausgegangen. Nach dem Konstruktionsprinzip der abgestimmten Tragfähigkeiten muss die Gewindetragfähigkeit als Widerstandswert mindestens dem der Schraube genügen, dar-

aus folgt: kein Abscheren der Gewindeflanken, sondern Bruch des Schraubenbolzens – entsprechend ist eine Einschraubtiefe notwendig.

1.2 Eingangsdaten und Definitionen

Für das nachfolgend vorgestellte Konzept erfolgt die Ermittlung der Einschraubtiefe bzw. die Ermittlung der Gewindetragfähigkeit mit der Streckgrenze (und nicht mit der Zugfestigkeit), wie im Bauwesen üblich. Zwar stellt sich eine gleichmäßige Verteilung der einwirkenden Zuglast erst im Bereich oberhalb der Streckgrenze bis zum Erreichen der Zugfestigkeit ein (Fließen der Gewindegänge), jedoch wird die Traglastermittlung der Einschraubtiefe für das dargestellte Konzept konservativ auf die Streckgrenzen der Materialien begrenzt.

Die Variablen und Konstanten werden wie folgt definiert:

A_t	Fläche des Abscherzylinders
β_M	Scherspannungsfaktor des Mutterwerkstoffs bzw. des Einschraubuntergrunds
d	Schraubennennendurchmesser
d_2	Flankendurchmesser
d_t	Durchmesser des Abscherzylinders
$F_{m,Rd}$	Bemessungswiderstand der Gewindetragfähigkeit
m	Einschraubtiefe nominal
m_{eff}	effektive Einschraubtiefe
P	Gewindesteigung
$R_{yB,M}$	Streckgrenze des Schrauben- bzw. des Mutterwerkstoffs
$\tau_{B,M}$	Scherspannung der Materialkombination

2 Herleitung des Bemessungskonzepts

2.1 Bestimmung des Abscherzylinders

Der Ansatz des maßgebenden Abscherzylinders für die Gewindetragfähigkeit basiert auf den Veröffentlichungen [1–4]. Die ursprüngliche Theorie der Scherzylinder wurde 1977 von Alexander [5] entwickelt und führte durch div. Erweiterungen zu den o. g. Veröffentlichungen. Die nachfolgend dargestellten Gleichungen und Berechnungsweisen gelten nur unter der Voraussetzung, dass die Schraube eine höhere Festigkeit als der Einschraubuntergrund aufweist. Der maßgebende Versagensfall ist somit das Abstreifen des Innengewindes im Einschraubuntergrund.

Abscherzylinder gemäß VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1, Gleichung (197) [1] – Gl. (1):

$$A_{\text{SGM}} = \pi \cdot d \cdot \frac{m_{\text{eff}}}{P} \cdot \left[\frac{P}{2} + (d - D_2) \cdot \tan 30^\circ \right] \quad (1)$$

Abscherzylinder gemäß Veröffentlichungen Dose [2–4] – Gl. (2):

$$A_\tau = m_{\text{eff}} \cdot d_\tau \cdot \pi \quad (2)$$

Infolge von Ansenkungen, Fasen, fehlendem Gewindekontakt, nicht vollständig tragenden Gewindeanteilen, Toleranzen etc. wird in den o. g. Veröffentlichungen ein Zuschlag zur effektiven Einschraubtiefe m_{eff} von zweimal der Gewindesteigung P gefordert bzw. empfohlen. Als Durchmesser des Abscherzylinders wird der Flankendurchmesser d_2 gesetzt.

Somit kann der maßgebende Abscherzylinder wie folgt definiert werden:

$$A_\tau = (m - 2 \cdot P) \cdot d_2 \cdot \pi \quad (3)$$

Vergleichsrechnungen zum vereinfachten Ansatz gemäß Gl. (3) und zur Ermittlung gemäß Gl. (1) ergaben Abweichungen von ca. 3 %, weswegen der gewählte Ansatz gemäß Gl. (3) bestätigt werden kann.

2.2 Bestimmung des Scherspannungsfaktors für den Mutterwerkstoff

Die relevante Konstante für die Ermittlung der Gewindetragfähigkeit ist der Scherspannungsfaktor β_M des Mutterwerkstoffs bzw. des Einschraubuntergrunds. Aus diesem Grund wird dieser für die baupraktische Bestimmung der Gewindetragfähigkeit ausreichend konservativ gewählt. Grundlage bilden auch hier die Veröffentlichungen [1–4].

2.3 Scherspannungstragfähigkeit des Gewindes

Auch die Ermittlung der Scherspannungstragfähigkeit des Gewindes bzw. Einschraubuntergrunds erfolgt in Anlehnung an die Veröffentlichungen [1–4]. Hierbei muss die Scherspannung der Materialkombination $\tau_{B,M}$ (Schraubenwerkstoff zu Mutterwerkstoff) bestimmt werden. Diese ergibt sich aus einer Multiplikation der Einzelstreckgrenzen $R_{yB,M}$ mit dem Scherspannungsfaktor β_M des Mutterwerkstoffs und einer anschließenden Berücksichtigung der Anteilsfaktoren des Schrauben- bzw. Mutterwerkstoffs. Die nachfolgend dargestellte Gl. (4) wurde den Veröffentlichungen [2–4] entnommen bzw. anhand derer abgeleitet. Wie zuvor beschrieben, wird für die Ermittlung der Gewindetragfähigkeit hier nur die Streckgrenze und nicht die Zugfestigkeit des Mutterwerkstoffs berücksichtigt.

$$\tau_{B,M} = \frac{1}{\frac{1}{\beta_M \cdot R_{yB}} + \frac{1}{\beta_M \cdot R_{yM}}} \quad (4)$$

Für sinnvolle Standardfälle können die Werte der Scherspannungstragfähigkeit wie in Tab. 1 dargestellt tabelliert werden.

Tab. 1 zeigt, dass die Scherspannungen $\tau_{B,M}$ relativ weit differieren können. Dies liegt an der starken Streuung der Scherspannungsfaktoren β_M sowie den unterschiedlichen Streckgrenzen des Schrauben- bzw. Mutterwerkstoffs.

Nachfolgend wird zum Abgleich die Scherspannungstragfähigkeit gemäß VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1, Gleichung (200) [1] ermittelt. Die Berechnung erfolgt hier mit den Zugfestigkeiten der Materialien, weswegen ein Materials

Tab. 1 Tabellierte Scherspannungstragfähigkeit $\tau_{B,M}$ für Standardfälle
Tabulated shear stress carrying capacity $\tau_{B,M}$ for standard cases

Materialkombination	Scherspannungsfaktor β_M	Streckgrenze Schraube R_{yB} [N/mm ²]	Streckgrenze Untergrund R_{yM} [N/mm ²]	Scherspannung $\tau_{B,M}$ [N/mm ²]
Schraube Güte 8.8 in Baustahl S235	0,60	640	235	103,1
Schraube Güte 70 in Edelstahl 1.4301	0,70	450	210	100,2
Schraube Güte 70 in Aluminium EN AW-6060-T66	0,45	450	150	50,6

Tab. 2 Scherspannungsfaktoren β_M
Shear stress factors β_M

Mutternwerkstoff bzw. Einschraubuntergrund	VDI 2230 Blatt 1, Tabelle 6 [1]	Veröffentlichungen Dose [2–4]	Für baupraktisches Bemessungskonzept
Edelstahl gemäß DIN EN 1993-1-4	$\approx 0,7$ (konservatives Mittel)	0,7	0,70
Baustahl gemäß DIN EN 1993-1-1	0,8 (minimaler Wert)	$1/\sqrt{3} = 0,577$	0,60
Aluminiumlegierung gemäß DIN EN 1999-1-1	0,52 (minimaler Wert)	0,44	0,45

cherheitsbeiwert von $\gamma_M = 1,25$ berücksichtigt wird. Als Scherspannungsfaktoren β_M werden die konservativen Werte des baupraktischen Bemessungskonzepts verwendet, da in den Veröffentlichungen [1–4] (Tab. 2) doch relativ unterschiedliche Werte zugrunde gelegt wurden, aber eine sichere Bestimmung der erforderlichen Einschraubtiefe gegeben sein soll. Die Scherspannungstragfähigkeiten sind mit den Beiwerten C_1 , C_3 zu modifizieren. C_1 spiegelt den Einfluss des Randabstands im Verhältnis zum Nenndurchmesser d wider, wobei dieser nachfolgend zu $s/d = 1,5$ (Schlüsselweite bzw. Ersatzdurchmesser des Materialbereichs um das Innengewinde zu Nenndurchmesser) gesetzt wird. Gemäß VDI-Richtlinie [1], Gleichung (201) darf das Verhältnis s/d in einem Bereich von 1,4 bis 1,9 liegen. Bei Werten größer 1,9 wäre der Faktor C_1 zu 1,0 zu setzen. Das heißt, der Randabstand der Gewindelochbohrung zum freien Rand muss mindestens einen Wert von $0,75 \cdot d$ erreichen. Hieraus resultiert ein Wert für C_1 von 0,84. Der Faktor C_3 berücksichtigt die unterschiedlichen Scherfestigkeiten der Materialien sowie die Scherflächen der Einzelkomponenten ($R_S \approx R_{mM}/R_{ms}$). Für Verschraubung in Stahluntergründe ist das Verhältnis $R_S \geq 0,4$, weswegen ein konservativer Wert von 0,897 für C_3 berücksichtigt wird. Bei Verschraubung in Aluminium liegt das Verhältnis R_S unter 0,4, weswegen C_3 mit dem Faktor 1,055 berücksichtigt werden kann. Dies gilt immer nur unter der Voraussetzung, dass die Schraube eine höhere Festigkeit als der Einschraubuntergrund aufweist. Somit ergibt sich die Scherspannungstragfähigkeit gemäß VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1 [1] wie folgt (Gl. (5)):

$$\tau_{B,M} = \frac{\beta_M \cdot R_{mM}}{\gamma_M} \cdot C_1 \cdot C_3 \quad (5)$$

Schraube Güte 8.8 in Baustahl S235 ($\beta_M = 0,60 / R_{mM} = 360 \text{ N/mm}^2 / \gamma_M = 1,25 / C_1 = 0,84 / C_3 = 0,897$). Somit $\tau_{B,M} = 130,2 \text{ N/mm}^2$.

Schraube Güte 70 in Edelstahl 1.4301 ($\beta_M = 0,70 / R_{mM} = 520 \text{ N/mm}^2 / \gamma_M = 1,25 / C_1 = 0,84 / C_3 = 0,897$). Somit $\tau_{B,M} = 219,4 \text{ N/mm}^2$.

Schraube Güte 70 in Aluminium EN AW-6060-T66 ($\beta_M = 0,45 / R_{mM} = 195 \text{ N/mm}^2 / \gamma_M = 1,25 / C_1 = 0,84 / C_3 = 1,055$). Somit $\tau_{B,M} = 62,2 \text{ N/mm}^2$.

Der Abgleich zeigt, dass die bautechnische Ermittlung der Gewindetragfähigkeit gemäß Gl. (4) ausreichend konservativ ist und noch hinreichend Reserven vorhanden sind. Wird die ca. 3%ige Abweichung (für den Abscherzylinder des Mutterngewindes) bei der Ermittlung des Abscherzylinders mit einbezogen, so liefert die Ermittlung der Scherspannungstragfähigkeit gemäß Gl. (4) nur ca. 84 % der Werte einer Berechnung gemäß VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1 [1]. Somit kann der Ansatz als ausreichend konservativ für bautechnische Zwecke bestätigt werden.

2.4 Ermittlung der Tragfähigkeit des Gewindes

Die Gewindetragfähigkeit $F_{m,Rd}$ berechnet sich aus einer Multiplikation des Abscherzylinders A_r (Gl. (3)) mit der Scherspannungstragfähigkeit $\tau_{B,M}$ des Gewindes (Gl. 4)). Diese gilt für rein zentrischen Zug. Die Tragfähigkeit der Schraube ergibt sich anhand ihrer Festigkeitsklasse unter Berücksichtigung entsprechender Überfestigkeiten – diese determiniert die Einschraubtiefe. Hierzu wird auf die derzeit gültigen Normen (z. B. DIN EN 1993-1-8) verwiesen.

$$F_{m,Rd} = A_r \cdot \tau_{B,M} \quad (6)$$

Für eine erneute Verifizierung des Berechnungsansatzes wurden in Tab. 3 die Gewindetragfähigkeiten für ausgewählte Kombinationen ermittelt und gegenübergestellt.

Um eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Berechnungsweisen der Einschraubtiefe zu erhalten, wurde von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

Für die Ermittlung der Gewindetragfähigkeit gemäß VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1 [1] wurden die Scherspannungsfaktoren gemäß dem baupraktischen Bemessungskonzept berücksichtigt. Bei der Ermittlung gemäß Dose [2–4] wurden dessen Vorgaben zu den Scherspannungsfaktoren (Tab. 2) angenommen. Da gemäß beiden Veröffentlichungen die Gewindetragfähigkeit mit der Zugfestigkeit ermittelt wird, wurde ein Material Sicherheitsbeiwert von $\gamma_M = 1,25$ berücksichtigt.

Tab. 3 Gegenüberstellung Gewindetragfähigkeiten ausgewählter Materialkombinationen
Comparison of thread load capacities of selected material combinations

Schraube	Einschraub- untergrund	Tragfähigkeit gemäß Bemessungskonzept $F_{m,Rd}$ [kN]	Tragfähigkeit gemäß Dose $F_{m,Rd}$ [kN]	Abweichung [–]	Tragfähigkeit gemäß VDI-Richtlinie $F_{m,Rd}$ [kN]	Abweichung [–]
M6 – 8.8	S235 $m = 10$ mm	13,86	15,88	0,873	17,19	0,807
M8 – 8.8	S235 $m = 10$ mm	17,46	19,85	0,880	21,48	0,813
M10 – 8.8	S235 $m = 10$ mm	20,46	23,30	0,878	25,05	0,817
M12 – 8.8	S235 $m = 10$ mm	22,87	26,07	0,877	27,92	0,819
M6 – 70	EN AW-6060-T66 $m = 10$ mm	6,80	7,65	0,889	8,21	0,829
M8 – 70	EN AW-6060-T66 $m = 10$ mm	8,57	9,55	0,897	10,26	0,835
M10 – 70	EN AW-6060-T66 $m = 10$ mm	10,04	11,20	0,897	11,97	0,839
M12 – 70	EN AW-6060-T66 $m = 10$ mm	11,22	12,52	0,897	13,34	0,841

Die Tabelle bestätigt nochmals den Sachverhalt, dass das vorgestellte Konzept zur baupraktischen Bestimmung der Einschraubtiefe ausreichend konservative Werte liefert und angewendet werden kann.

3 Schrittweise Berechnung

Bei einer schrittweisen Berechnung der baupraktischen Bestimmung der Einschraubtiefe kann wie nachfolgend dargestellt vorgegangen werden. Die relevanten Variablen und Konstanten sind unter Abschn. 1.2 bzw. in Tab. 4 definiert.

3.1 Bestimmung des Abscherzylinders

Die Ermittlung des maßgebenden Abscherzylinders A_τ erfolgt gemäß Gl. (3) bzw. Gl. (7).

$$A_\tau = (m - 2 \cdot P) \cdot d_2 \cdot \pi \quad (7)$$

Tab. 4 Schraubenkennwerte nach DIN 13
Screw characteristics acc. to DIN 13

Abmessung	Nenn- durchmesser d [mm]	Flanken- durchmesser d_2 [mm]	Gewinde- steigung P [mm]
M5	5	4,480	0,8
M6	6	5,350	1,0
M8	8	7,188	1,25
M10	10	9,026	1,5
M12	12	10,863	1,75
M16	16	14,701	2,0
M20	20	18,376	2,5

3.2 Bestimmung der Scherspannungstragfähigkeit des Gewindes

Die Bestimmung der Scherspannungstragfähigkeit $\tau_{B,M}$ erfolgt gemäß Gl. (4) bzw. Gl. (8). Die relevanten Scherspannungsfaktoren können den Tab. 2, 1 entnommen werden. Für Standardfälle sind Scherspannungstragfähigkeiten $\tau_{B,M}$ in Tab. 1 angegeben.

$$\tau_{B,M} = \frac{1}{\frac{1}{\beta_M \cdot R_{yB}} + \frac{1}{\beta_M \cdot R_{yM}}} \quad (8)$$

3.3 Bestimmung der Gewindetragfähigkeit

Die Berechnung der Gewindetragfähigkeit $F_{m,Rd}$ erfolgt gemäß Gl. (6) bzw. Gl. (9). Diese gilt für rein zentrischen Zug. Die Tragfähigkeit der Schraube selbst muss anhand der derzeit gültigen Normen und Vorschriften gesondert bewertet werden. Für Schrauben aus Stahl oder Edelstahl wird auf die Norm DIN EN 1993-1-8 verwiesen.

$$F_{m,Rd} = A_\tau \cdot \tau_{B,M} \quad (9)$$

4 Konstruktive Hinweise

Nachfolgend werden einige konstruktive Hinweise zur Ausführung und Herstellung von Verschraubungen in Sacklochgewinden bzw. deren Einschraubtiefe dargestellt. In Ermangelung weiterer baurechtlicher Vorschriften zu Sacklochverbindungen können folgende Empfehlungen gegeben werden:

Bei einer Wechselbeanspruchung der Schraube bzw. Schrauben, die nicht dauerhaft unter Zug stehen, kann es erforderlich werden, eine Schraubensicherung vorzusehen, um ein Lösen dieser zu verhindern. Ein entsprechender Hinweis hierzu kann der DIN EN 1090-2, 5.6.8 entnommen werden. Dieses kann z.B. mit kleberbasierten Sicherungssystemen gewährleistet werden (Einkleben der Schraube).

Für Schrauben unter reiner Zugbeanspruchung kann der minimale Schrauben- bzw. Lochabstand zu freien Kanten in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1 [1] gewählt bzw. bestimmt werden. Hier wird unter Gleichung (200) ein minimales Verhältnis der Schlüsselweite (bzw. des Ersatzdurchmessers des Materialbereichs um das Innengewinde) zum Nenndurchmesser von $\geq 1,4$ gefordert. Für die baupraktische Anwendung wird somit empfohlen, einen Randabstand (Mitte Lochbohrung zur freien Kante) von mindestens $0,75 \cdot d$ (Nenndurchmesser) einzuhalten. Für Schrauben unter reiner Zugbeanspruchung erscheint der durch die DIN EN 1993-1-8 geforderte Randabstand von $1,2 \cdot d_0$ als nicht praktikabel, da ansonsten sämtliche genormten Schraubengarnituren bzw. deren Muttern nicht der Forderung entsprechen würden (die Schlüsselweite müsste mindestens $2,4 d_0$ betragen). Die minimale Bauteilbreite bei einer mittigen Verschraubung würde somit mindestens $1,5 \cdot d$ (Nenndurchmesser) betragen (entspricht zweifacher Randabstand $= 2 \cdot 0,75 \cdot d = 1,5 \cdot d$).

Literatur

- [1] VDI-Richtlinie 2230 Blatt 1 (2015) *Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen, Zylindrische Einschraubenverbindungen*. Ausgabe November 2015.
- [2] Dose, G. F.; Pittner, K.-J. (1996) *Neuartige Berechnung von Schrauben unter Berücksichtigung der Werkstoffkennwerte*. Konstruktion 48, H. 6, S. 183–188.
- [3] Dose, G. F. (1997) *Ermittlung der Scherspannungsfaktoren für die neuartige Schraubenberechnung*. Konstruktion 49, H. 1/2, S. 28–32.

Autor:in

Dipl.-Ing. (FH) Rolf Hofstetter (Korrespondenzautor:in)
 rolf.hofstetter@bastho.de
 BaStHo GbR
 Tragwerksplanung für Hoch-, Fassaden- und Membranbau
 Marktplatz 25
 85570 Markt Schwaben

5 Zusammenfassung

Das in diesem Beitrag vorgestellte baupraktische Bemessungskonzept zur Bestimmung der Einschraubtiefe soll mit ausreichender Sicherheit die schnelle und einfache Ermittlung der Gewindetragfähigkeit von Schrauben in unterschiedlichen Einschraubuntergründen ermöglichen, wobei immer gilt, dass die Schraube eine höhere Festigkeit als der Einschraubuntergrund aufweisen muss. Der schrittweise Berechnungslauf wird unter Abschn. 3 dargestellt. Es wird empfohlen, die konservativen Scherspannungsfaktoren β_M (Tab. 2) des baupraktischen Bemessungskonzepts zu verwenden. Für eine exakte Bemessung der Tragfähigkeit von Gewindeverschraubungen wird auf die bereits existierenden Veröffentlichungen [1–4] verwiesen. Für die Ermittlung der Tragfähigkeit wurden ausreichend konservative Scherspannungsfaktoren anhand des bisherigen Wissensstands abgeleitet und angegeben. Diese können für die im Bauwesen üblichen Materialkombinationen in Ansatz gebracht werden. Der Bemessungswiderstand der Gewindeverschraubung wurde, wie im Bauwesen üblich, mit den Streckgrenzen der Materialien ermittelt. Eine ausreichende Sicherheit gegenüber einem möglichen Versagen der Verbindung verbleibt. Somit kann eine baupraktische Ermittlung der Gewindetragfähigkeit in drei Einzelschritten erfolgen.

- [4] Dose, G. F. (1998) *Anwendung eines Schraubenberechnungsverfahrens für weitere Gewindearten*. Konstruktion 50, H. 7/8, S. 71–75.
- [5] Alexander, A. E. (1977) *Analysis and Design of Threaded Assemblies*. International Automotive Engineering Congress and Exposition, SAE Technical Paper 770420.

Zitieren Sie diesen Beitrag

Hofstetter, R. (2024) *Baupraktische Bestimmung der Einschraubtiefe von Schrauben*. Stahlbau 93, H. 1, S. 30–34.
<https://doi.org/10.1002/stab.202300045>