

**Wasserundurchlässige
Kellerwände nach WU-Richtlinie
mit
Polymerfaser-Verstärkung**



Planungshilfen

Stand: 01.03.2015

Anwendungsgebiet

Kellerwände von Wohngebäuden bzw. üblichen Hochbauten aus wasserundurchlässigem Beton ohne zusätzliche Abdichtung für Nutzungsklasse A gemäß DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie).

Die zulässigen Wanddicken betragen 24 cm - 40 cm, die maximale lichte Geschosshöhe beträgt 3,0 m.

Die Planungshilfen sind geeignet für Beanspruchung durch drückendes Wasser (Beanspruchungsklasse 1) oder Bodenfeuchte, nicht stauendes Sickerwasser (Beanspruchungsklasse 2) und berücksichtigen sämtliche erforderliche Nachweise nach DIN EN 1992 1-1 und der „WU-Richtlinie“.

Die Planungshilfen setzen eine unverschiebliche Halterung der Wände am Wandkopf durch eine Decke voraus. Wände von Kelleraußentreppen fallen in den Nutzungsbereich B und sind gemäß den Anforderungen für Nutzungsbereich B zu bewehren.

Bei Außenwänden von Tiefgaragen sind objektspezifisch in Teilbereichen gegebenenfalls Temperaturunterschiede während der Nutzung zu berücksichtigen.

Beton mit PP-Faserverstärkung

- Die Festlegung der Betoneigenschaften erfolgt gemäß DIN 206-1 / DIN 1045-2.
- Die Anwendung der Planungshilfen setzt die Verwendung von **Forta Ferro® Polymerfasern** gemäß der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-3.73-2031 voraus.
- **Für den Nachweis der Trennrissfreiheit (Abs. 3) ist eine Faserdosierung von 2,5 kg/m³ gemäß Gutachten der TU-Graz erforderlich.**



Allgemeines

In DIN EN 1992-1-1 werden die Mindestanforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken aus Beton geregelt. Darüber hinausgehende Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit bzw. Dichtheit bei Bauwerken ohne zusätzliche Abdichtung werden in der **DfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie)** geregelt.

Die „WU-Richtlinie“ beinhaltet die allgemein anerkannten Regeln der Technik bzgl. der Konstruktion und Ausführung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton und gilt als verbindliches Regelwerk bei Bauteilen aus Beton, die teilweise oder vollständig ins Erdreich einbinden.

Beanspruchungsklassen

Die Beanspruchungsklassen gemäß „WU-Richtlinie“ klassifizieren den Grad der Feuchtigkeitsbeanspruchung der Betonbauteile.

Beanspruchungsklasse 2 liegt vor bei Bauteilen, die lediglich durch Bodenfeuchte oder nicht stauendes Sickerwasser beansprucht werden. Alle anderen Feuchtigkeitsbeanspruchungen wie z.B. Grundwasser, Schichtenwasser oder aufstauendes Sickerwasser sind der Beanspruchungsklasse 1 zuzuordnen.

Beanspruchungsklasse 1	Beanspruchungsklasse 2
<p>Kontakt des Bauteils mit anstehendem Wasser (<u>unabhängig</u> von der Zeitdauer und der Druckhöhe)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundwasser • Schichtenwasser • (zeitweise) aufstauendes Sickerwasser 	<p>Kontakt des Bauteils mit Bodenfeuchte oder herabsickerndem Wasser</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feuchtes Erdreich • <u>Nicht stauendes</u> Sickerwasser • Gut durchlässiger Boden ($k_f \geq 10^{-4}$ m/s) • Dauerhaft rückstaufreie Drainage nach DIN 4085

Nutzungsklassen

Die „WU-Richtlinie“ unterscheidet zwischen zwei Nutzungsklassen, welche die Qualität der Wasserundurchlässigkeit wiedergeben.

Bauwerke mit untergeordneter Nutzung (z.T. **Tiefgaragen** und Ingenieurbauwerke mit untergeordneten Nutzungsanforderungen) fallen in die **Nutzungsklasse B**. Bauwerke mit höheren Nutzungsanforderungen (**z.B. Bauwerke für Wohnzwecke**) werden der **Nutzungsklasse A** zugeordnet.

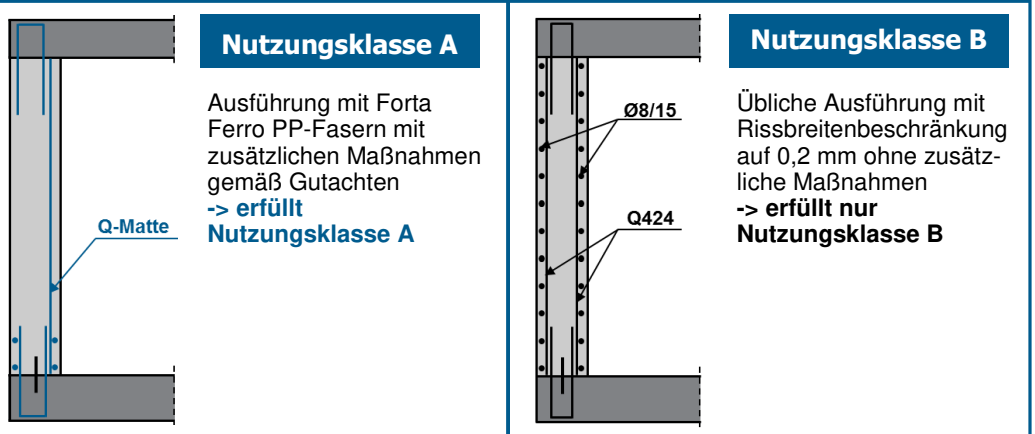
Während bei Nutzungsklasse B ein begrenzter Feuchtigkeitsdurchtritt (z.B. durch Trennrisse) zulässig ist, ist bei Nutzungsklasse A ein Feuchtigkeitsdurchtritt unzulässig.

Nutzungsklasse A (wasserundurchlässig)	Nutzungsklasse B (begrenzt wasserundurchlässig)
Hohe Nutzungsanforderungen Wohnraumartige Nutzung Hobbyräume, Lagerräume, Abstellräume	Geringe Nutzungsanforderungen z.T. Tiefgaragen und Ingenieurbauwerke
<u>Feuchtetransport</u> in flüssiger Form durch Beton, Fugen, Einbauteile und Risse nicht zulässig	<u>Feuchte Stellen</u> und temporär wasserführende Risse im begrenzten Maße zulässig



Entwurfsgrundsätze

Als **Standard bei Bauwerken für Wohnzwecke (Nutzungsklasse A)** gilt die **Bauweise zur Vermeidung von Trennrissen** gemäß „WU-Richtlinie“ Abschnitt 7 (4) a), bei der durch geeignete Anordnung von Fugen, betontechnologische und ausführungstechnische Maßnahmen eine Trennrissbildung und somit ein Feuchtigkeitsdurchtritt ausgeschlossen wird. Die häufig übliche rechnerische Begrenzung auf eine **Trennrissbreite von 0,2 mm** ist bei **Nutzungsklasse A ohne zusätzliche Maßnahmen nicht zulässig**, da Trennrisse selbst bei einer Größe von 0,1 mm noch feuchtigkeitsdurchlässig sind.



Ein einfacher rechnerischer Nachweis der Trennrissfreiheit der Außenwände ist aufgrund der vielfältigen Einflussparameter (z.B. Betonzusammensetzung, Frischbetontemperatur, Witterung, Alter der Fundamentplatte, Dauer der Nachbehandlung etc.) im Regelfall nicht möglich. Des Weiteren ist gemäß WU- Richtlinie zusätzlich eine rissbreitenbeschränkende Bewehrung für die zulässige Rissbreite (i.d.R. 0,2 mm) erforderlich.

In aufwendigen Untersuchungen an der TU-Graz wurde der **Nachweis der Trennrissfreiheit** unter Variation der verschiedenen Einflussparameter bei Einsatz von **2,5 kg/m³ Forta Ferro PP-Fasern** erbracht. Bei Einhaltung der in Abschnitt 3 angegebenen betontechnologischen und ausführungstechnischen Maßnahmen werden die Anforderungen der **Nutzungsklasse A** bei Beanspruchungsklasse 1 der „WU-Richtlinie“ **gemäß Gutachten ohne zusätzliche rissbreitenbeschränkende Bewehrung** erfüllt.

Bemessungskonzept

Tragfähigkeit (ULS)



Nachweis
Biegung und Querkraft
nach DIN EN 1992-1-1



Bemessungstafeln
Abschnitt 4

Gebrauchstauglichkeit (SLS)



Begrenzung der
Biegerissbreite
an der Wandinnenseite
auf die zulässigen Rissbreiten
gemäß DIN EN 1992-1-1,
bei NKA und BSK1 gemäß
„WU-Richtlinie“



Bemessungstafeln
Abschnitt 4

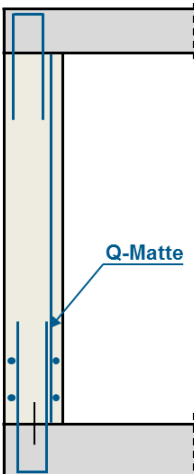


Vermeidung von
Trennrissen gemäß
„WU-Richtlinie“ 7 (4) a)



Gutachten TU-Graz

Nachweis der Tragfähigkeit (ULS)



Biegung und Querkraft

Die Ermittlung der erforderlichen Bewehrung für **Biegung** und **Querkraft** erfolgt nach DIN EN 1992-1-1 am gelenkig gelagerten Einfeldträger.

Für Standardfälle kann die erforderliche Bewehrung an der Wandinnenseite den **Bemessungstafeln Abschnitt 4** entnommen werden.

Bei ausreichender Auflast (z.B. bei größeren Geschossbauten) erfolgt die Bemessung als unbewehrte Wand nach DIN EN 1992-1-1 Abschnitt 12 ohne zusätzliche Bewehrung.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Begrenzung der Biegerissbreiten

An der Wandinnenseite ist die zulässige Biegerissbreite gemäß DIN EN 1992-1-1 nachzuweisen (im Regelfall $w_{k,zul} \leq 0,4$ mm bei XC1).

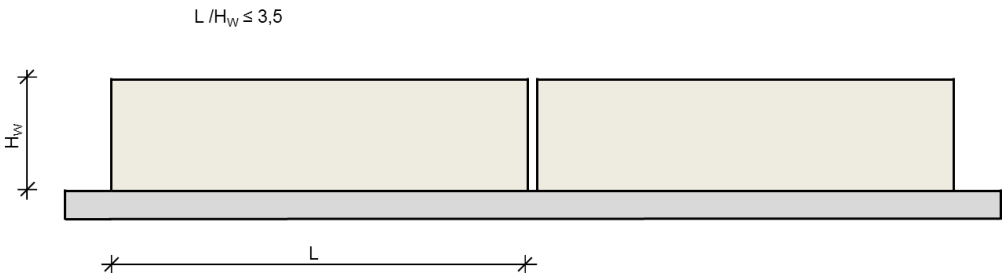
Bei Nutzungsklasse A und Beanspruchungsklasse 1 sind Biegerisse auf die zulässigen Werte gemäß „WU-Richtlinie“ 8.5.2 zu begrenzen. Dies ist in den Bemessungstabellen Abschnitt 4 bereits berücksichtigt.

Vermeidung von Trennrissen—Gutachten TU-Graz

Auf Basis des Gutachtens der TU-Graz ist sicherzustellen, dass eine Trennrissbildung durch Anordnung von Fugen und durch betontechnologische und ausführungstechnische Maßnahmen im Sinne der „WU-Richtlinie“ 7 (4) a) zu jedem Zeitpunkt ausgeschlossen werden kann.

Anordnung von Fugen bzw. Sollbruchstellen

Die Kelleraußenwände sind objektspezifisch durch Anordnung von abgedichteten Fugen oder durch geeignete und zugelassene Sollbruchstellen (SB) mit Abdichtungselement in Abschnitte zu unterteilen.

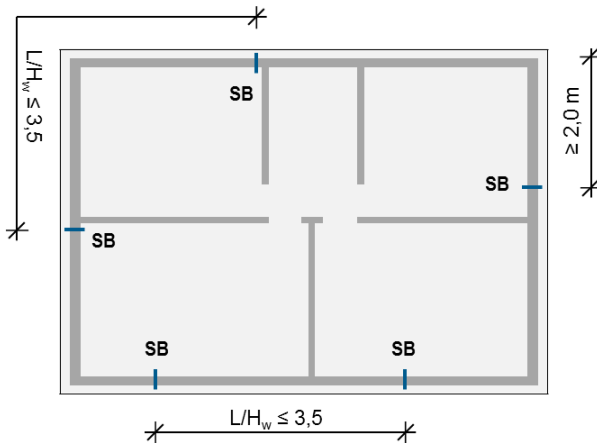


Das **zulässige Verhältnis Fugenabschnittslänge/Wandhöhe** beträgt gemäß **Gutachten 3,5**, die zulässige Abschnittslänge beträgt **max. 10 m**.

Anordnung von Fugen bzw. Sollbruchstellen

Bei der Anordnung der Fugen/Sollbruchstellen ist zusätzlich folgendes zu beachten:

- Der Mindestabstand zu Wandecken beträgt 2,0 m.
- Im Bereich der Fugen/Sollbruchstellen ist sämtliche Bewehrung zu durchtrennen.
- Im Bereich von Treppenhäusern (keine Festhaltung am Wandkopf) dürfen keine Fugen/Sollbruchstellen angeordnet werden.
- Bei Unterzügen oder Punktlasten aus oberen Geschossen ist eine evtl. erforderliche bzw. angesetzte Lastverteilung zu berücksichtigen.



Betontechnologische und ausführungstechnische Maßnahmen

Ergänzend zur Unterteilung der Wände in geeignete Abschnitte sind zur Sicherstellung einer trennrissfreien Konstruktion und somit **zur Erfüllung der Anforderungen der Nutzungsklasse A bei Beanspruchungsklasse 1** folgende Bedingungen gemäß Gutachten einzuhalten:

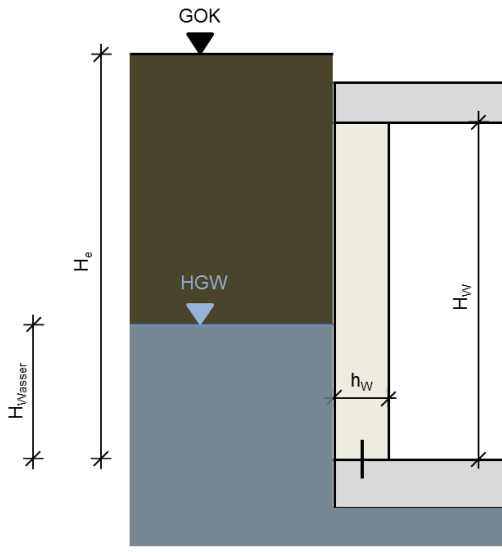
- Betondruckfestigkeitsklasse \leq C30/37
- Wanddicke \leq 40 cm
- Mindestfaserdosierung 2,5 kg/m³ Forta Ferro PP-Fasern
- Konsistenzklasse \geq F4
- Frischbetontemperatur \leq 28°
- Altersunterschied zwischen Bodenplatte und Wand \leq 3 Tage
- Beidseitige horizontale Längsbewehrung am Wandfuß gemäß Abschnitt 5
- Mindestdauer der Nachbehandlung gemäß DIN 1045-3, Tabelle 2
- Bei hochsommerlichen Temperaturen ist der Wasserverlust durch Verdunstung unbedingt zu vermeiden



FORTA

Erforderliche Bewehrung Wandinnenseite

Die erforderliche Bewehrung an der Wandinnenseite kann den folgenden Bemessungstafeln entnommen werden (Grundlage = gelenkig gelagerter Einfeldträger).
Die Bemessungstafeln berücksichtigen sämtliche erforderliche Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1 und den erforderlichen Nachweis der Biegerissbreite nach „WU-Richtlinie“ bei BSK1, NKA.



Für nachfolgende Bemessungstafeln gilt:

- Betondruckfestigkeitsklasse: C25/30 oder C30/37
- Faserdosierung: $2,5 \text{ kg/m}^3$ Forta Ferro PP-Fasern gemäß Gutachten
- Wandinnenseite: Expositionsklasse XC1 (Standard im Wohnungsbau)
- Eine günstig wirkende Auflast wurde nicht berücksichtigt ($N=0$)
- Geländeaufkast: $p = 5 \text{ kN/m}^2$
- Wichte Braugrubenverfüllung: $\gamma_e \leq 22 \text{ kN/m}^3$
- Reibungswinkel $\varphi' = 32,5^\circ$

Erforderliche Bewehrung Wandinnenseite

		$H_w = 2,50 \text{ m}$						
$h_w = 24 \text{ cm}$		$H_{\text{wasser}} [\text{m}]$						
$H_e [\text{m}]$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5
1,0	Q188	Q188						
1,5			Q188					
2,0			Q188					
2,7			Q257	Q257	Q335			
3,0	Q257	Q257	Q257	Q335	Q335			
3,2				Q335	Q424	Q424	Q424	
3,5				Q424	Q424	Q424	Q424	Q424

		$H_w = 2,50 \text{ m}$						
$h_w = 25 \text{ cm}$		$H_{\text{wasser}} [\text{m}]$						
$H_e [\text{m}]$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5
1,0	Q188	Q188						
1,5			Q188					
2,0			Q188					
2,7			Q257					
3,0	Q257	Q257	Q257	Q257	Q335	Q335		
3,2				Q335	Q335	Q335		
3,5				Q335	Q424	Q424	Q424	Q424

		$H_w = 2,50 \text{ m}$						
$h_w = 30 \text{ cm}$		$H_{\text{wasser}} [\text{m}]$						
$H_e [\text{m}]$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5
1,0	Q188	Q188						
1,5			Q188					
2,0			Q188					
2,7			Q188					
3,0	Q257	Q257	Q257	Q257	Q257	Q257		
3,2				Q257	Q335	Q335	Q335	
3,5				Q335	Q335	Q335	Q335	Q335

Faserdosierung: 2,5 kg/m³ Forta Ferro PP- Fasern gemäß Gutachten

Erforderliche Bewehrung Wandinnenseite

		$H_w = 2,75 \text{ m}$							
$h_w = 24 \text{ cm}$		$H_{\text{wasser}} \text{ [m]}$							
$H_e \text{ [m]}$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5	
1,0	Q188	Q188							
1,5									
2,0				Q188					
2,7						Q188			
3,0					Q257	Q257	Q335		
3,2	Q257	Q257		Q335		Q424	Q424		
3,5			Q335	Q424	Q424		Q524	Q524	

		$H_w = 2,75 \text{ m}$							
$h_w = 25 \text{ cm}$		$H_{\text{wasser}} \text{ [m]}$							
$H_e \text{ [m]}$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5	
1,0	Q188	Q188							
1,5									
2,0				Q188					
2,7						Q188			
3,0					Q257	Q257	Q335		
3,2	Q257	Q257		Q335		Q424	Q424		
3,5			Q335		Q424		Q424	Q524	

		$H_w = 2,75 \text{ m}$							
$h_w = 30 \text{ cm}$		$H_{\text{wasser}} \text{ [m]}$							
$H_e \text{ [m]}$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5	
1,0	Q188	Q188							
1,5									
2,0				Q188		Q188			
2,7							Q257		
3,0					Q257	Q257	Q335	Q335	
3,2		Q257			Q335		Q335		
3,5	Q257							Q424	

Faserdosierung: 2,5 kg/m³ Forta Ferro PP- Fasern gemäß Gutachten

Erforderliche Bewehrung Wandinnenseite

	$H_w = 3,0 \text{ m}$							
$h_w = 24 \text{ cm}$	$H_{\text{wasser}} [\text{m}]$							
$H_e [\text{m}]$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5
1,0	Q188	Q188						
1,5			Q188					
2,0		Q188						
2,7		Q257	Q257	Q335	Q335			
3,0	Q257	Q335	Q335	Q424	Q424	Q424		
3,2			Q424	Q424	Q524	Q524	Q524	
3,5		Q424	Q424	Q524	Q524	Q636		

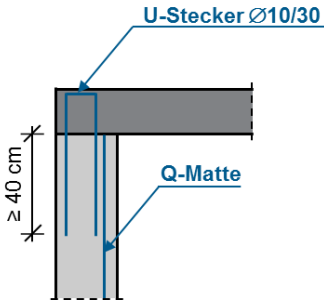
	$H_w = 3,0 \text{ m}$							
$h_w = 25 \text{ cm}$	$H_{\text{wasser}} [\text{m}]$							
$H_e [\text{m}]$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5
1,0	Q188	Q188						
1,5			Q188					
2,0		Q188						
2,7		Q257	Q257	Q257	Q335			
3,0	Q257	Q335	Q335	Q335	Q424	Q424		
3,2			Q335	Q424	Q424	Q524	Q524	
3,5		Q335	Q424	Q424	Q524	Q524		

	$H_w = 3,0 \text{ m}$							
$h_w = 30 \text{ cm}$	$H_{\text{wasser}} [\text{m}]$							
$H_e [\text{m}]$	0	1,0	1,5	2,0	2,7	3,0	3,2	3,5
1,0	Q188	Q188						
1,5			Q188					
2,0		Q188						
2,7		Q257	Q257					
3,0	Q257	Q257	Q257	Q335	Q335	Q335		
3,2			Q335	Q335	Q424	Q424	Q424	
3,5		Q335	Q424	Q424	Q424	Q424	Q424	Q424

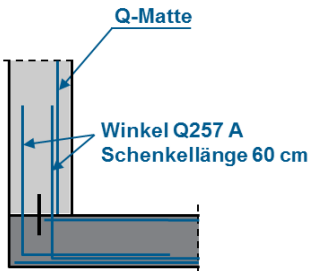
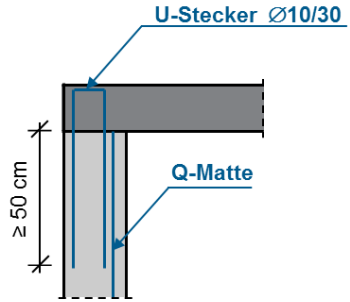
Faserdosierung: 2,5 kg/m³ Forta Ferro PP- Fasern gemäß Gutachten

Anschlussbewehrung und Zulagebewehrung

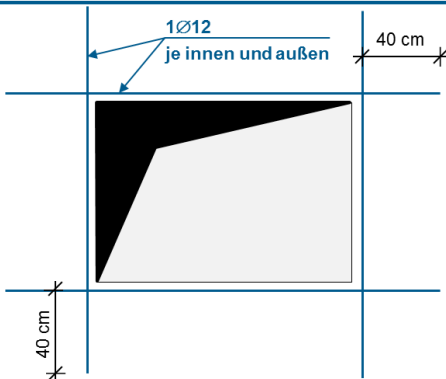
Lichte Geschosshöhe max. 2,75 m



Lichte Geschosshöhe 2,75 m — 3,0 m



Der Anschluss am Wandfuß erfolgt mit beidseitigen Mattenwinkeln. Eine Randeinfassung der Bodenplatte ist im Regelfall nicht erforderlich.



Fenster, Türen und Aussparungen sind mit einer konstruktiven Bewehrung einzufassen.

Im Sturzbereich ist jedoch mindestens die Bewehrung gemäß ursprünglicher Statik anzuordnen.

Hinweise

Für nicht dargestellte Lastfälle bzw. Bedingungen können diese Planungshilfen nicht angewendet werden. Dies trifft beispielsweise für folgende Bedingungen zu:

- Betongüten abweichend von C25/30 oder C30/37
- Abweichende Expositionsklassen als XC1 an der Wandinnenseite
- Lichte Geschosshöhen > 3,0 m
- Wanddicken > 0,4 m
- Kellerdecken mit rechnerisch berücksichtigter Einspannung in die Außenwände

Die Planungshilfen sind verkaufsunterstützende Dokumente. Sie sollen als Orientierung bei der Planung von wasserundurchlässigen Kellerwänden mit Forta Ferro® Polymerfasern dienen. Sie ersetzen keine Planungsleistungen der verantwortlichen Fachplaner!

Zu allen Themen rund um die Anwendung von Forta Ferro® Polymerfasern beraten wir Sie gerne!

**Kontakt: AWP Fasertechnik GmbH & Co. KG
Knorr-von-Rosenroth-Str. 60
92237 Sulzbach-Rosenberg**

**Festnetz: 09661—811 9013
Mobil: 0175 5847 972
E-Mail: aw-pi@t-online.de
www.awp-fasertechnik.de**



FORTA®