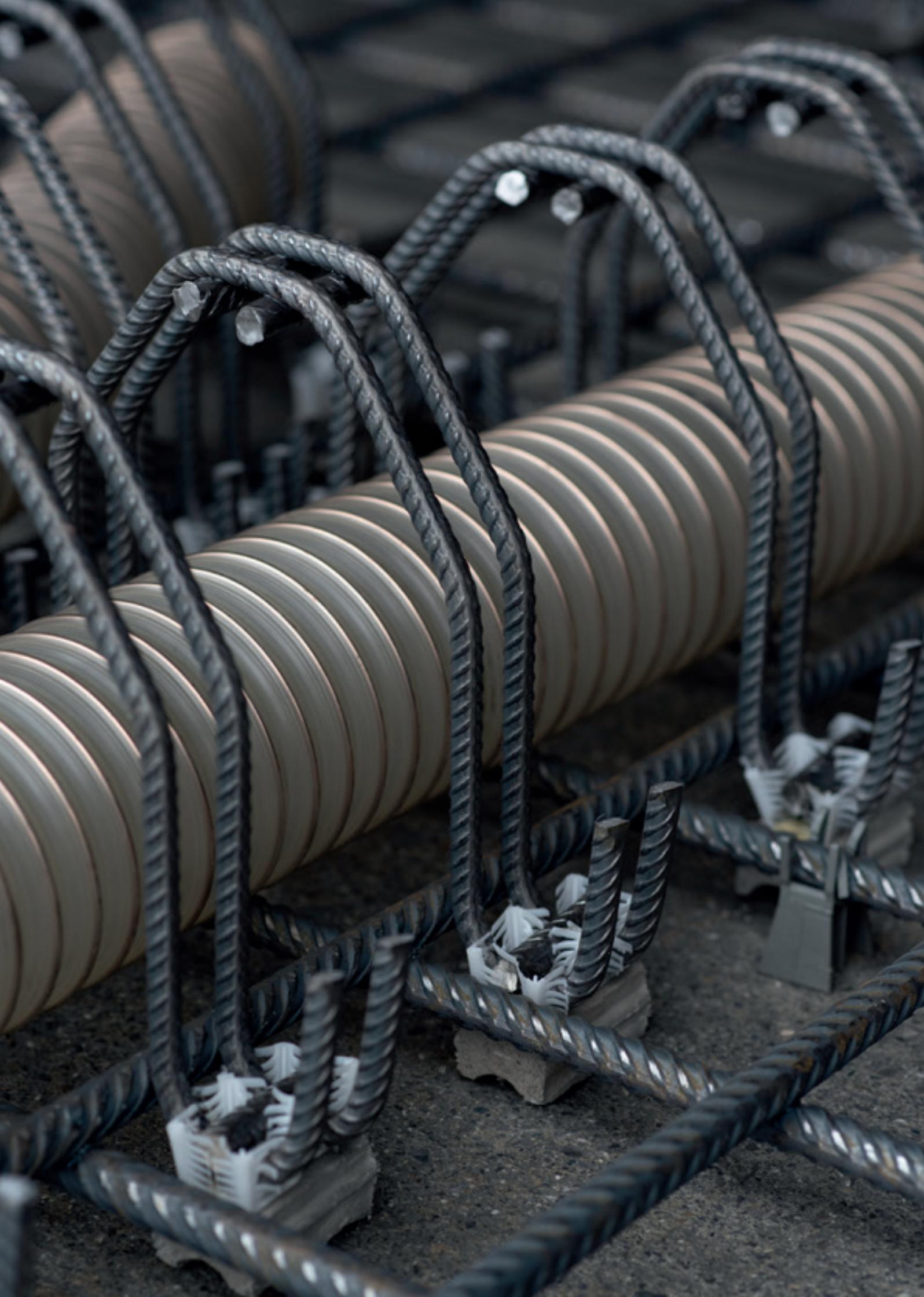




FIROLA®

Schubbewehrung für Decken mit Rohreinlagen



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	
Aufgabenstellung	4
Lösung: FIROLA®	4
Systembeschreibung	
Systemvorteile	5
Sortiment	6
Bemessung	6
Verlegung	21
Referenzobjekt	23
Service und Beratung	24
Überblick Produktsortiment	24
Anhang: Tabellarische Bemessungswerte	26

Einleitung

Aufgabenstellung

Rohrleitungen (Heizung, Kälte, Lüftung, Sanitär und Elektro) haben oft komplexe Geometrien mit engen Platzverhältnissen (kleine Krümmungsradien, kleine Achsabstände, Gefälle, Kreuzungen, usw.), sodass sich der Einbau der bisher gängigen Verstärkungselemente meist als problematisch, wenn nicht unmöglich erweist.

Das System FIROLA® erlaubt dank der hohen Flexibilität und der einfachen Montage eine praxistaugliche Erhöhung des Decken-Schubwiderstandes im Bereich der Rohreinlagen.

Die durch die Rohreinlagen reduzierten Schubwiderstände der Betondecken hängen hauptsächlich vom Rohrdurchmesser und der Höhenlage ab. Oftmals liegen Lüftungs- und Elektroleitungen horizontal auf der 2. Bewehrungslage auf. Die Abwasserleitungen (Schmutzwasser/Dachwasser) haben eine Neigung von mindestens 1.5% und liegen zwischen der 2. und 3. Bewehrungslage. Elektroleitungen werden gebündelt auf die 2. Bewehrungslage verlegt.



Praxisbeispiele für Installationsdecken im Hochbau

Zum Thema Rohreinlagen in Decken gibt die Norm SIA 262:2013 (Art. 4.3.3.2) explizite Bemessungsregeln vor. Einbetonierte Leitungen können nur vernachlässigt werden, wenn die Breite und die Höhe kleiner als $1/6$ der statischen Höhe sind. Wenn diese Grenze überschritten wird, muss die statische Höhe um den grösseren Wert zwischen Breite und Höhe der Einlagen reduziert werden.

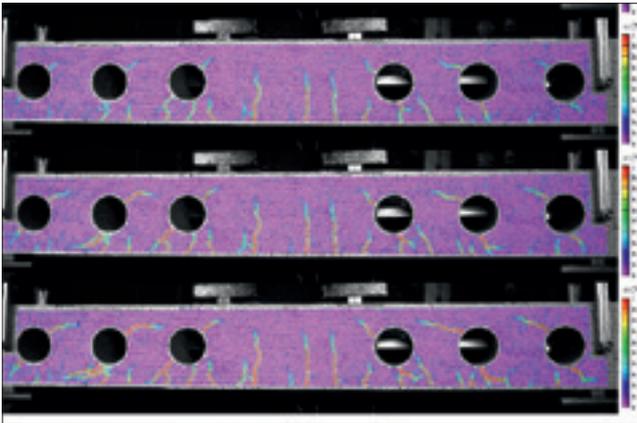
Lösung: FIROLA®

Vorteile in Kürze

- Baustellentaugliche, einfache und flexible Verlegung
- Minimale Vorplanung der Leitungsführung notwendig
- Minimale Achsabstände zwischen den Rohreinlagen
- Wissenschaftlich erwiesen (Prof. Dr. A. Muttoni, EPFL)
- Einfache Kontrolle

Wissenschaftlich basierte Entwicklung des Systems FIROLA®

Das FIROLA® System wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Aurelio Muttoni an der EPFL entwickelt. Die Grundlagen für die Entwicklung und Bemessung des Produktes basieren auf einem raffinierten FEM-Modell, welches durch eine grosse Anzahl experimenteller Versuche überprüft und bestätigt wurde.



Systembeschreibung

Systemvorteile

FIROLA® ist das **einzige System** auf dem Markt,

- dessen **Flexibilität in der Anwendung und die extreme Einfachheit in der Verlegung** auf Baustellen bewiesen wurden. FIROLA® kann in **realistischen Baustellensituationen** mit grosser Flexibilität eingesetzt werden. Ungeordnete Leitungen, enge Krümmungsradien, Wasserleitungen mit Gefälle und kleine Achsabstände zwischen den verlegten Leitungen **können nur mit diesem System** gemeistert werden.
- für welches **eine strenge, für Planer und Bauunternehmungen limitierende und unübliche Vorplanung** der Leitungsführung und die Einhaltung von praxisuntauglichen minimalen Leitungsachsabständen **nicht notwendig sind**.
- für welches **bei Bedarf eine nachträgliche Nachweisführung / Überprüfung des Tragwiderstandes aufgrund der effektiven baustellenbedingten Lage** der Leitungen **möglich** ist.
- dessen **Tragverhalten wissenschaftlich und ausführlich** an der EPFL unter der Leitung **von Prof. Dr. A. Muttoni getestet, modelliert und bestätigt** worden ist. Die Ergebnisse dutzender Laborversuche, deren Interpretation und das Bemessungsverfahren sind in einem wissenschaftlichen und professionellen Bericht erfasst worden.
- das durch die Verwendung von **hochwertigen Betonfüssen** als Abstandhalter problemlos **im Sichtbetonbereich** eingesetzt werden kann ohne das Sichtbild zu stören oder eine **hochwertige Sichtbetonqualität** zu gefährden.

Sortiment

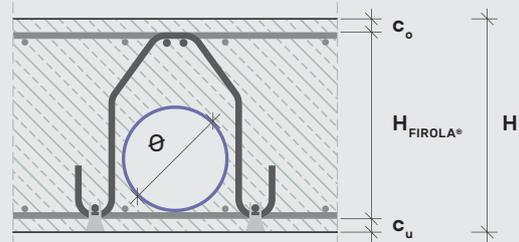
Die FIROLA® Schubverstärkungselemente reichen im Schnitt von der Unterkante der ersten Bewehrungslage bis Oberkante der vierten Bewehrungslage. Der Typ wird von der Höhe des Elements charakterisiert und wird durch die Deckenstärke und Überdeckungen bestimmt.

Artikelbezeichnung:

FIROLA® H_{FIROLA®} / c_u

Teilung:

s = 150 mm (ca. 6.7 Stk. / m')



Bestimmung des Typs und maximaler Durchmesser Rohreinlage:

- $H_{\text{FIROLA}^\circ} = H - c_o - c_u$
- Max. zul. Durchmesser Einlage: \varnothing_{max} aus der Tabelle (Seite 7)
H = Deckenstärke; c_o = Obere Überdeckung; c_u = Untere Überdeckung (20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 oder 55 mm)

Beispiel:

Deckenstärke H = 350 mm; c_u = 30 mm; c_o = 20 mm → $H_{\text{FIROLA}^\circ} = 350 - 30 - 20 = 300$ mm → Typ: FIROLA® 300/30

Max. zul. Durchmesser aus der Tabelle (Seite 7) → $\varnothing_{\text{max}} = 160$ mm

Bemessung

Normalerweise liegen Rohrleitungen und Elektroleitungen auf der 2. Bewehrungslage auf. Einzig die Abwasserleitungen (Schmutzwasser/Dachwasser) benötigen eine Neigung (min. 1.5%). Somit variiert dessen Höhenlage dem Verlauf entlang zwischen der 2. bis max. zur 3. Lage.

Faustformel für grobe Bemessung (Ausschreibungsphase)

- **100% V_{Rd,Volldecke}** → **Rohreinlage unten:** Typische Situation für auf die 2. Lage verlegte Leitungen (Lüftungskanäle, gebündelte Elektrokabel, usw.).
- **75% V_{Rd,Volldecke}** → **Rohreinlage Mitte/oben:** Typische Situation für Abwasserleitungen mit Gefälle.

- Mit $V_{\text{Rd,Volldecke}}$ ist der Querkraftwiderstand gemäss SIA 262:2013 (Formel 35) der Platte ohne Leitung und ohne Querkraftbewehrung gemeint. Für $m_d/m_{\text{Rd}} < 0.6$ ist $V_{\text{Rd,Volldecke}}$ mit $m_d/m_{\text{Rd}} = 0.6$ zu berechnen; für $m_d/m_{\text{Rd}} \geq 0.6$ muss das effektive Verhältnis m_d/m_{Rd} eingesetzt werden.
- In den Deckenbereichen mit negativer Biegung sind die Widerstände um 10% zu reduzieren.

Der Ingenieur ist für die Berechnung des Schubwiderstandes verantwortlich.

Hauptparameter Verhältnis Θ/d^*

Das Verhältnis Θ/d^* entspricht der Abszisse der Bemessungsdiagramme.

Θ = Durchmesser (bzw. umhüllender Durchmesser) der Rohreinlagen; $d^* = 0.9 \times H$

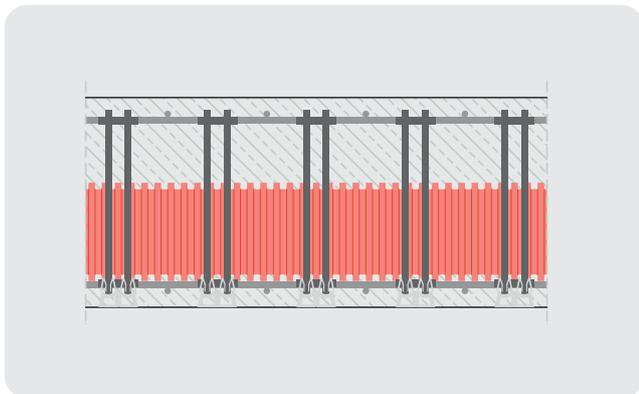
Folgende maximale bzw. umhüllende Durchmesser Θ_{max} und minimale Achsabstände e_{min} müssen eingehalten werden:

	Deckenstärke H (mm)											
	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
Θ_{max} (mm)	80	85	90	95	100	105	110	115	117	122	126	131
e_{min} (mm)	180						210					

	Deckenstärke H (mm)											
	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	
Θ_{max} (mm)	135	140	145	150	155	160	162	167	171	176	180	
e_{min} (mm)	210		220					260				

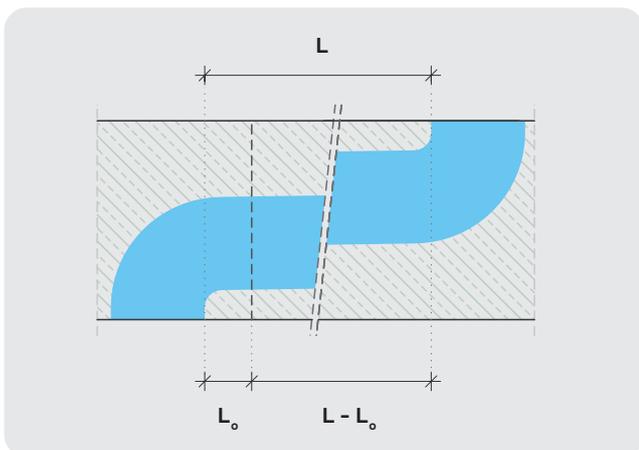
Weitere Deckenstärke auf Anfrage

Hauptparameter Höhenlage der Rohreinlagen



Lüftungsrohre / Elektroleitungen

In den meisten Fällen liegen diese Rohreinlagen auf der 2. Bewehrungslage. Für diese Fälle soll die **Kurve „Rohreinlage unten“** verwendet werden.



Leitungen mit Gefälle (Abwasser)

Für den Deckenbereich $L_0 = (\Theta_{max} - \Theta)/i$

→ Kurve „Rohreinlage unten“ verwenden → Bemessungswert aus dem Bemessungsdiagramm mit Θ_{max}/d^* herauslesen

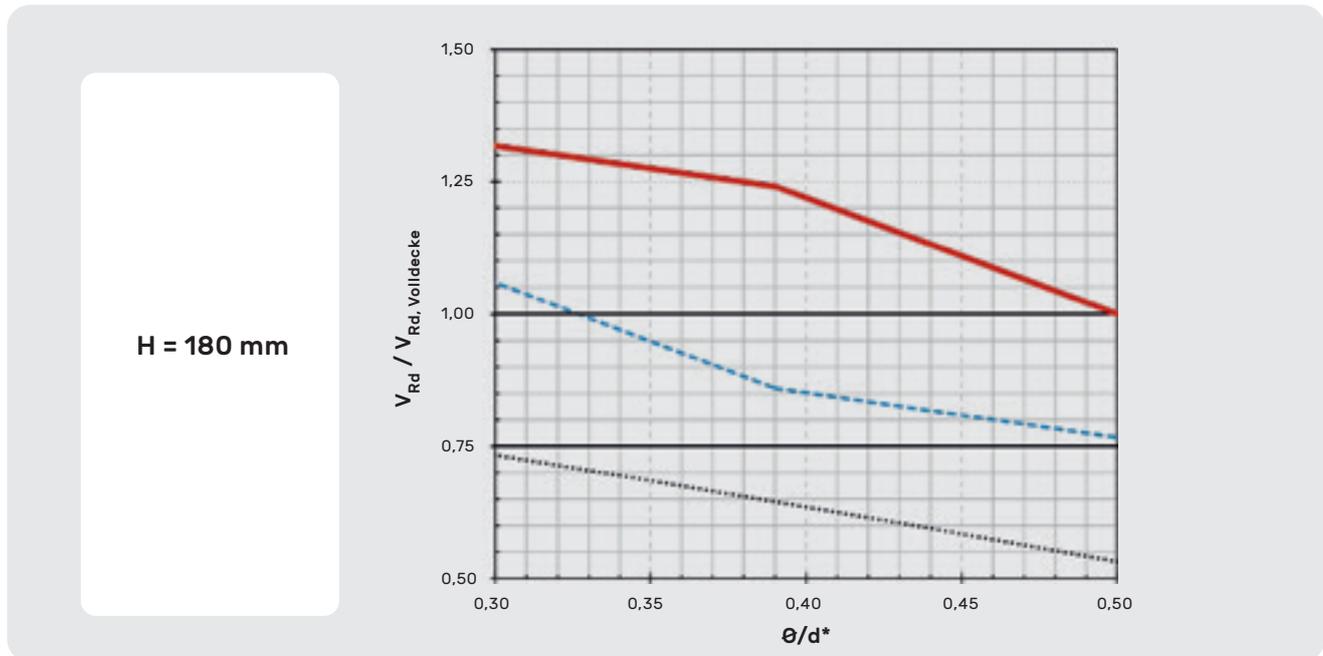
Für den Deckenbereich $L - L_0$

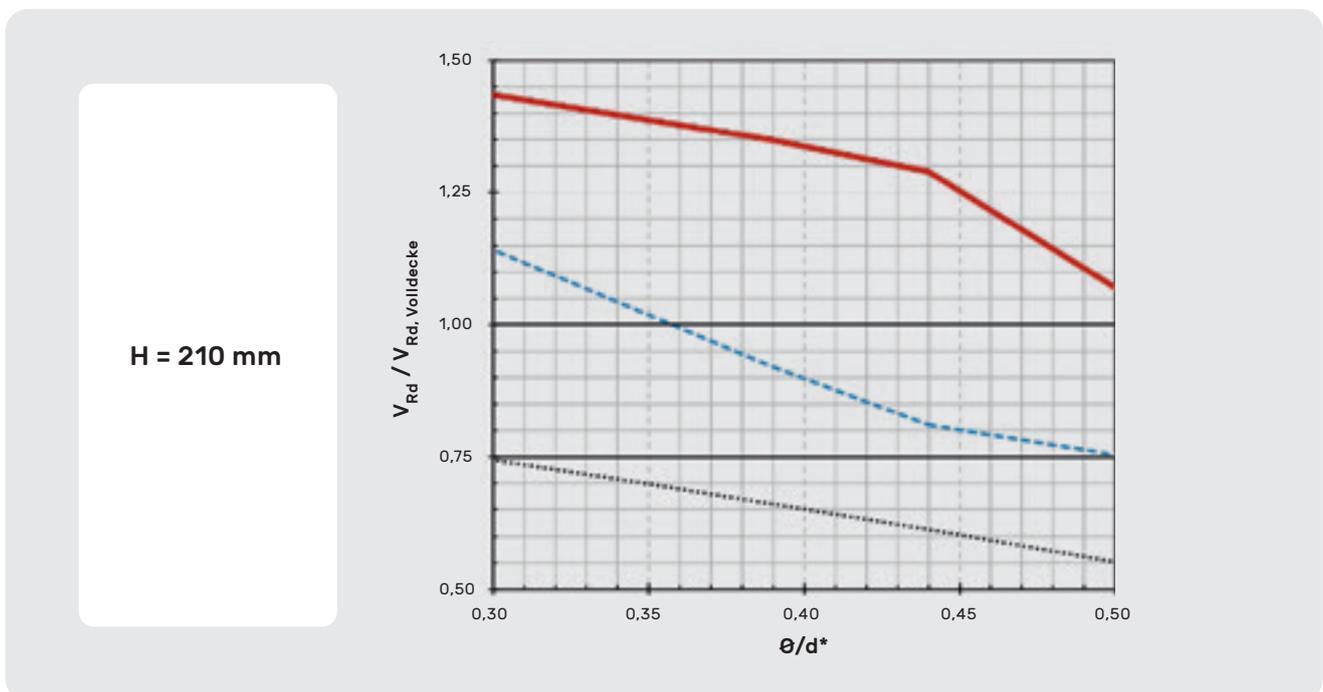
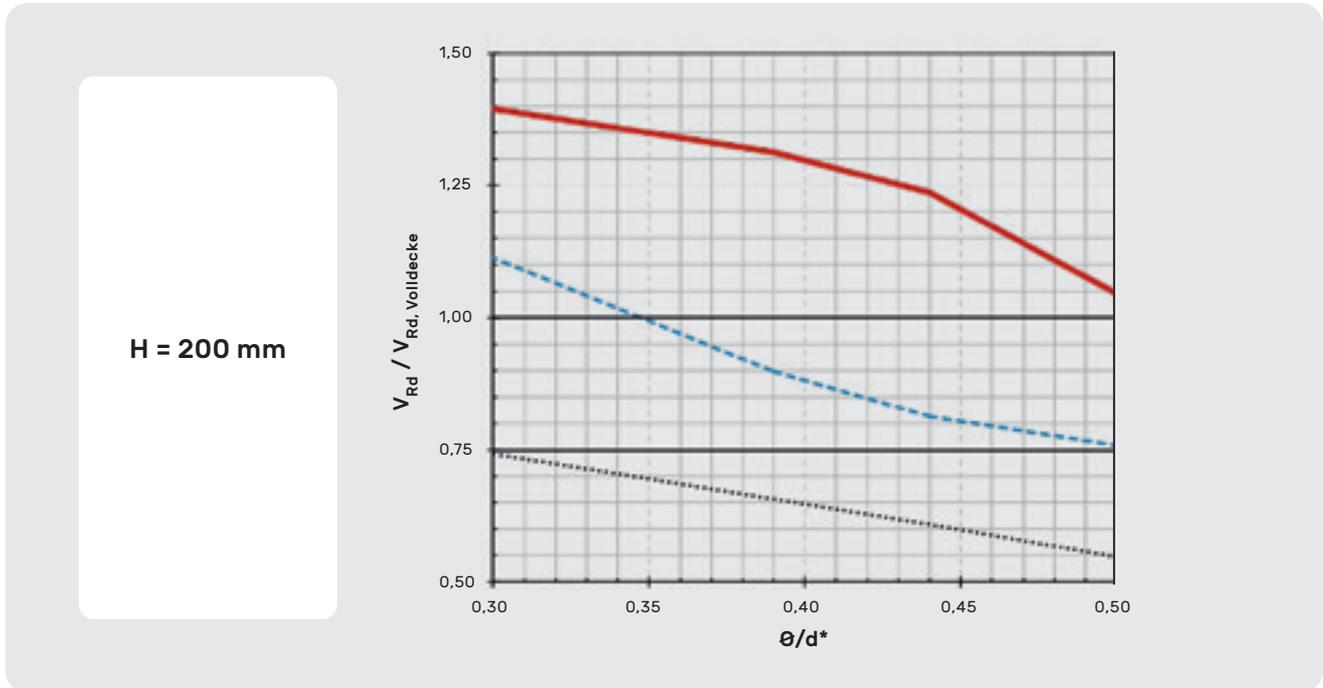
→ Kurve „Rohreinlage Mitte/oben“ verwenden → Bemessungswert aus dem Bemessungsdiagramm mit dem effektiven Durchmesser der Rohreinlage Θ

i = Gefälle, Θ = Durchmesser Rohreinlage, Θ_{max} = Max. Rohrdurchmesser (Tabelle Seite 7)

Bemessungsdiagramme

Die Bemessungskurven gelten bei positiven Momenten. **Für die negativen Momente muss eine Reduktion der angegebenen Widerstände von 10% berücksichtigt werden.** Die Bemessungswerte können auch aus der Bemessungstabelle im Anhang entnommen werden. Die Bemessungsdiagramme gelten für eine Mindestbetonqualität C30/37. Für die Betonqualitäten C25/30 müssen die aus den folgenden Diagrammen zu entnehmenden Widerstände mit dem Korrekturfaktor $k_b = 0.92$ multipliziert werden.





Legende

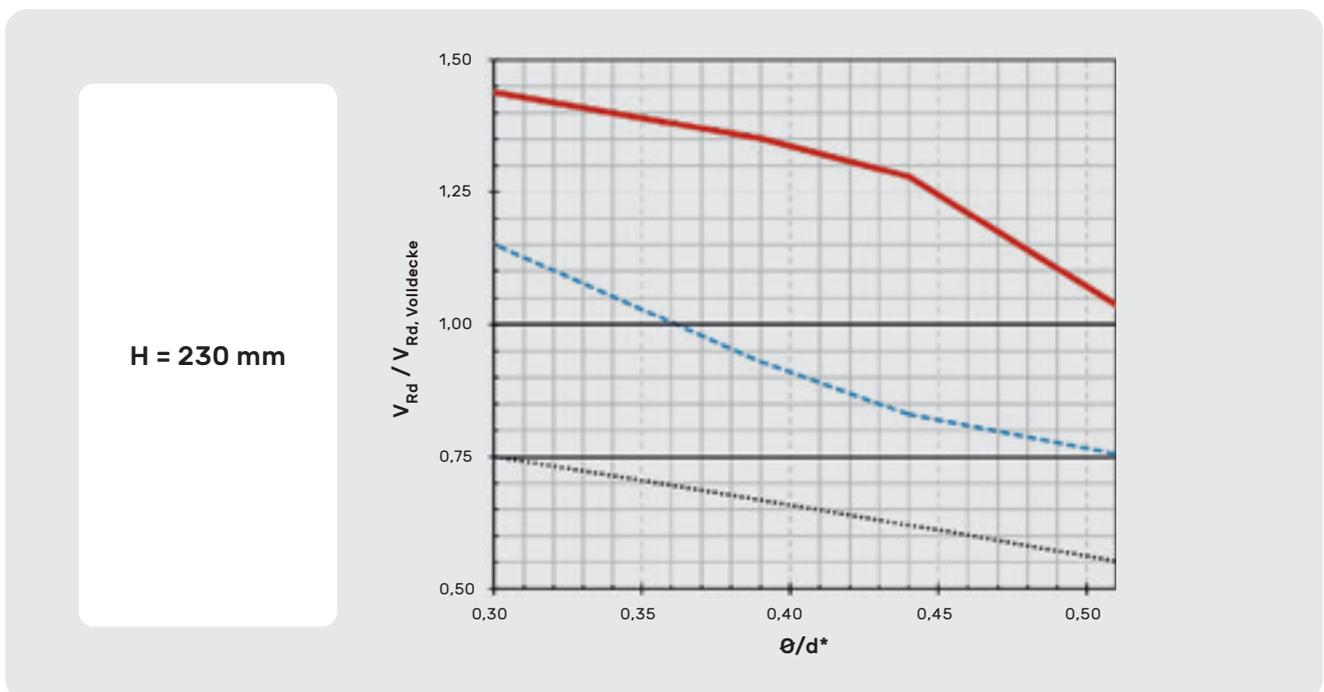
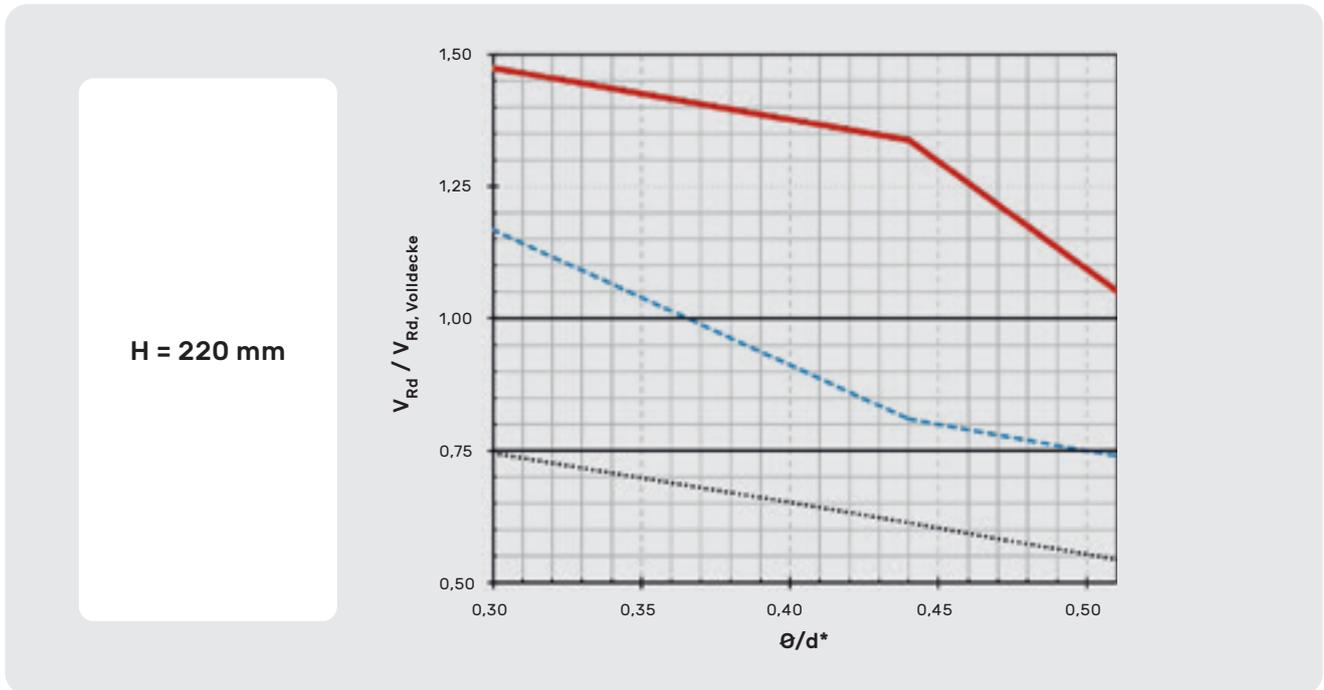
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

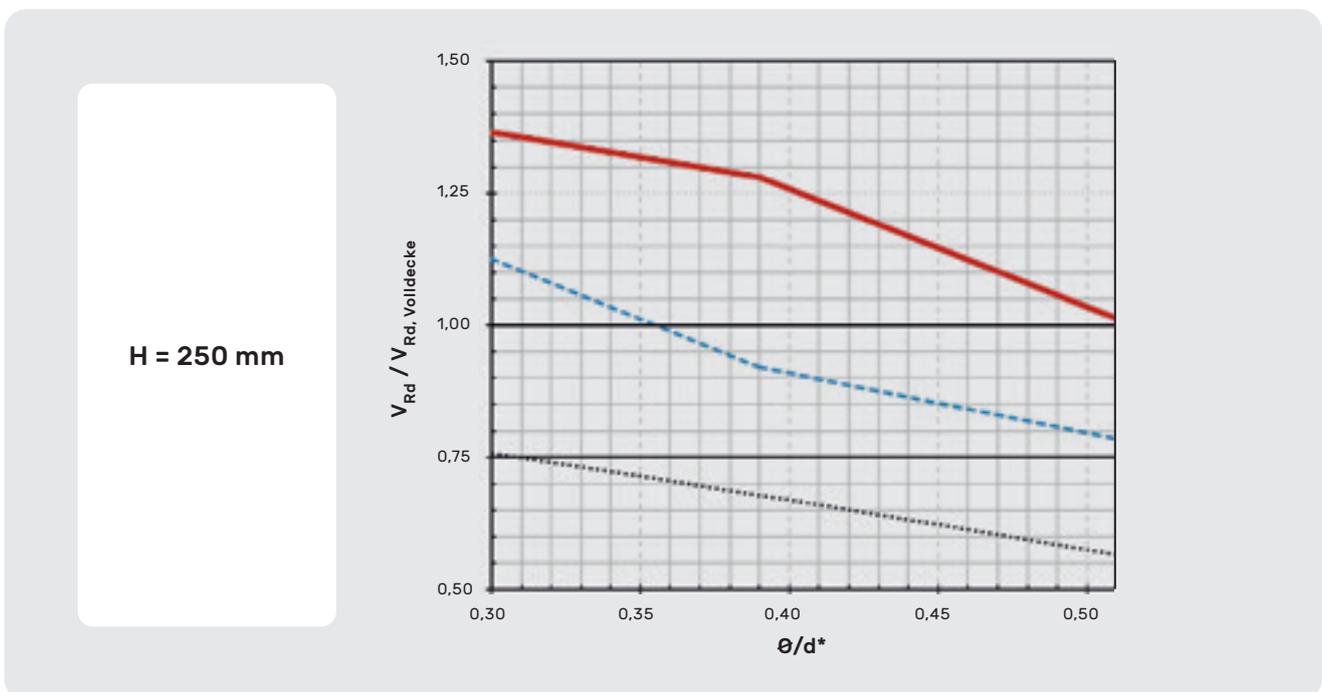
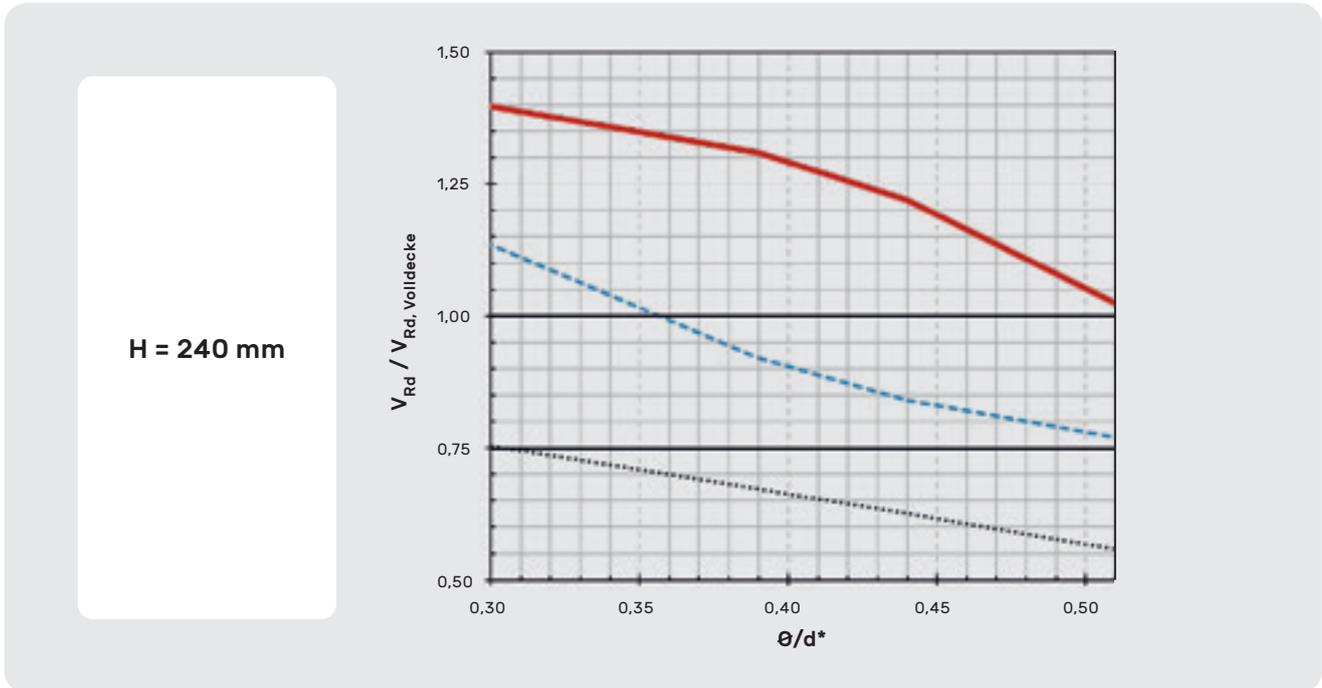
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

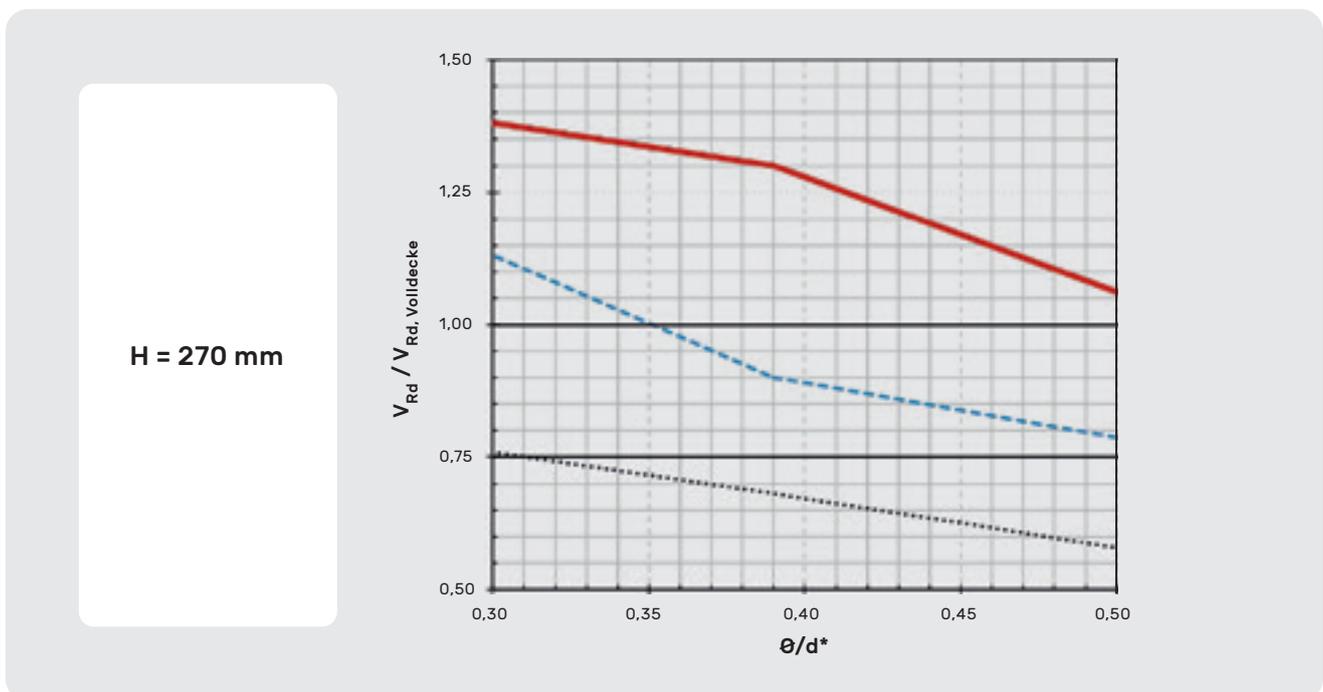
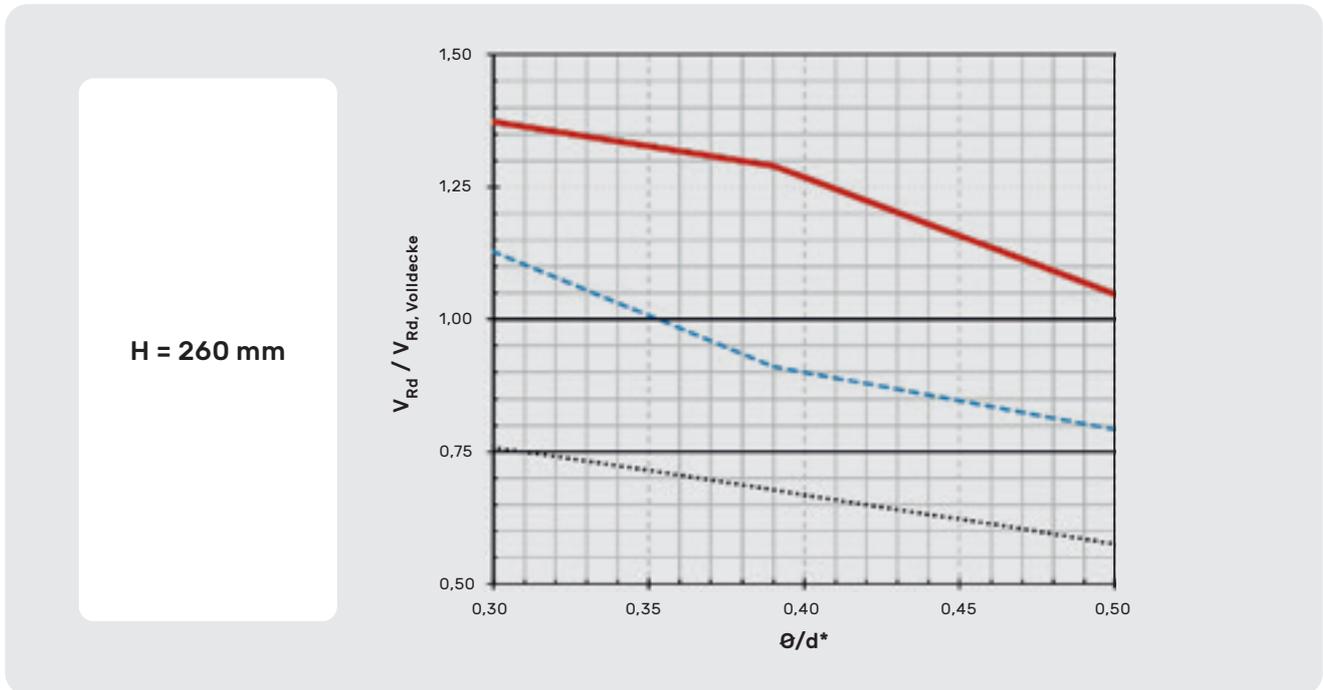
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

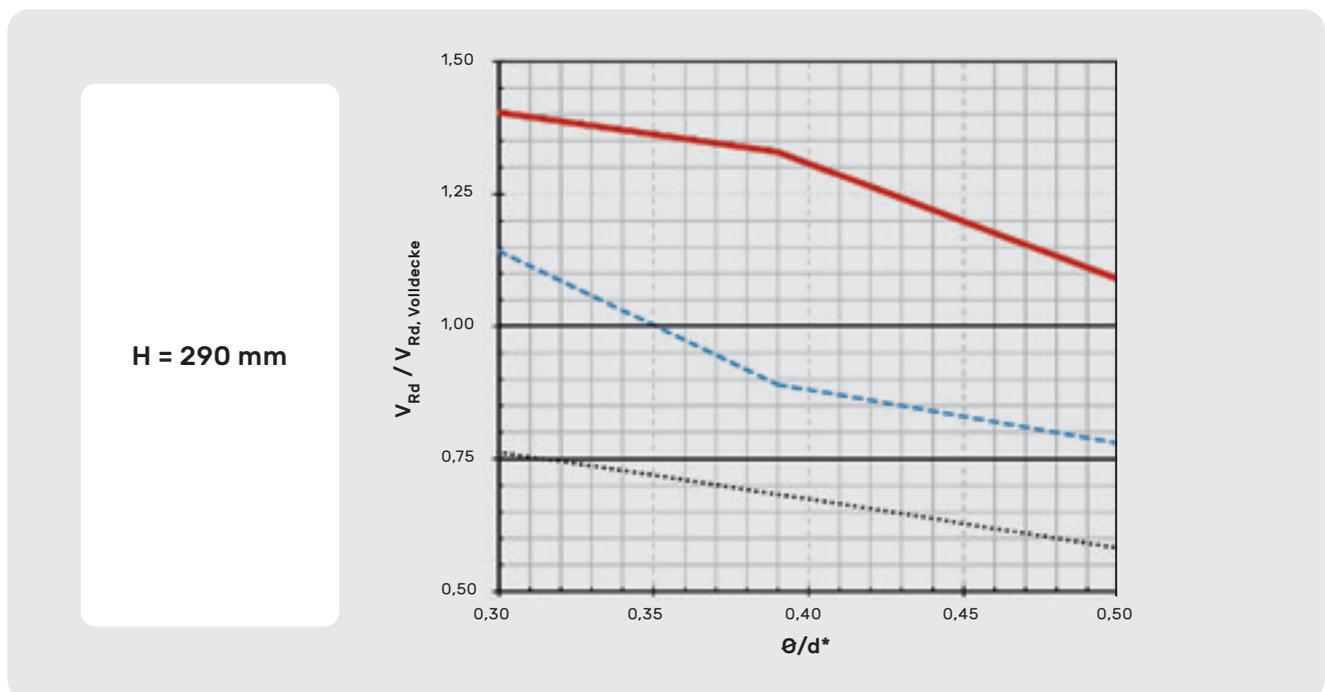
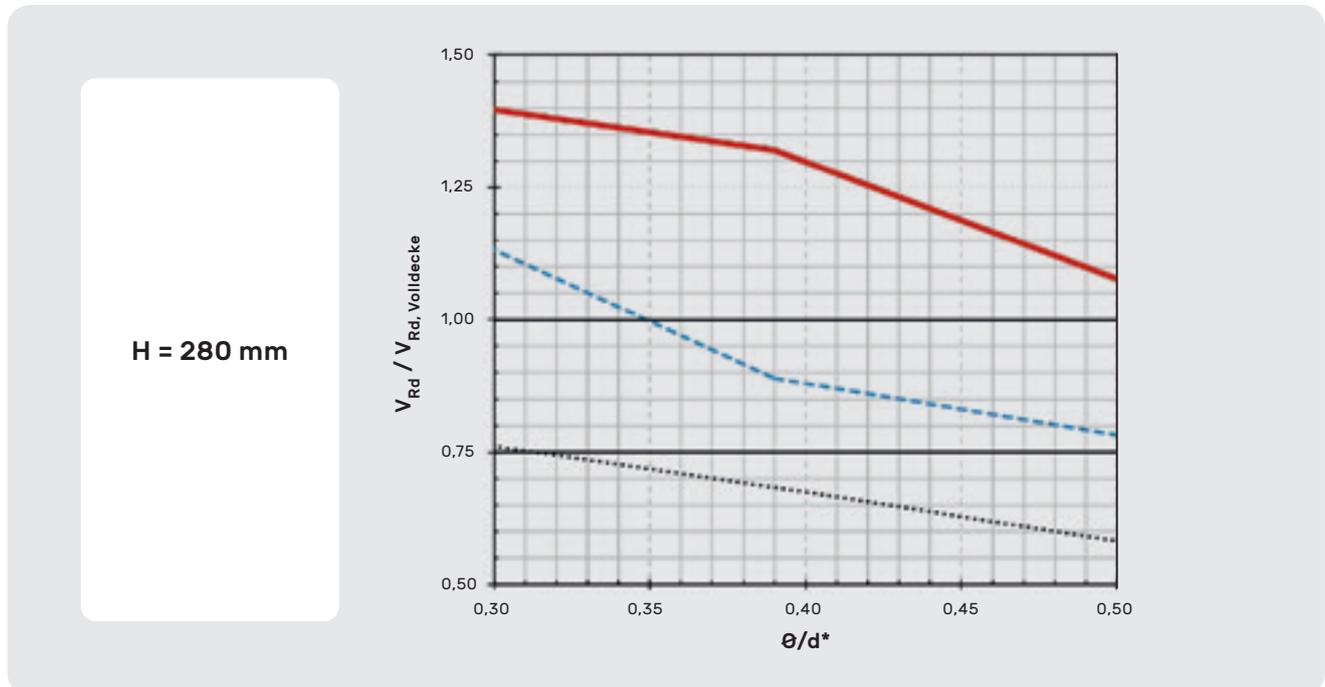
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

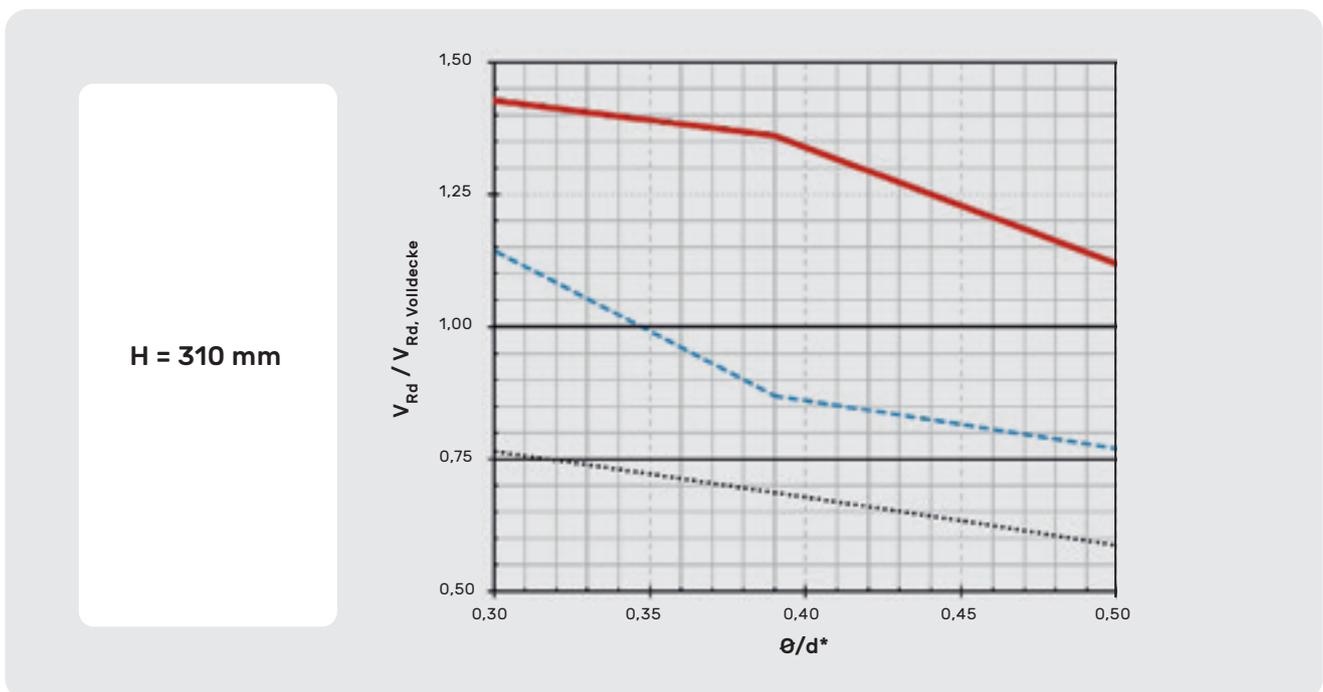
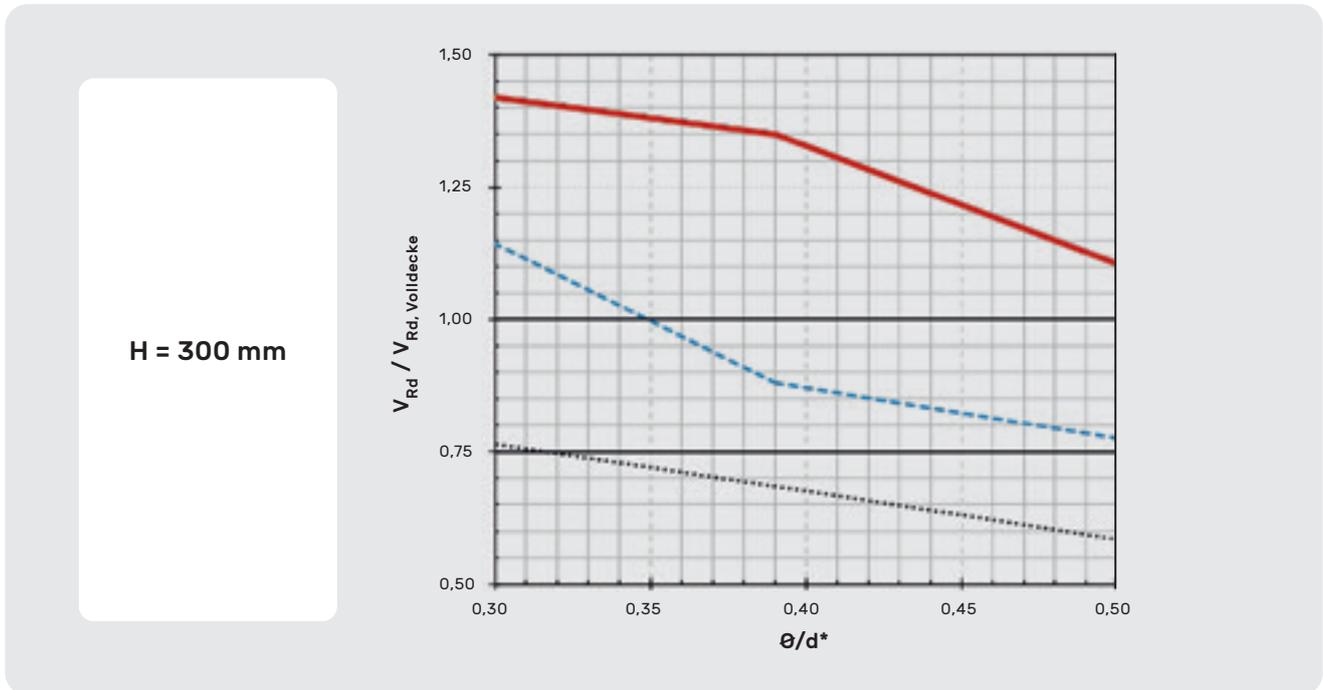
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, \text{Volldecke}}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

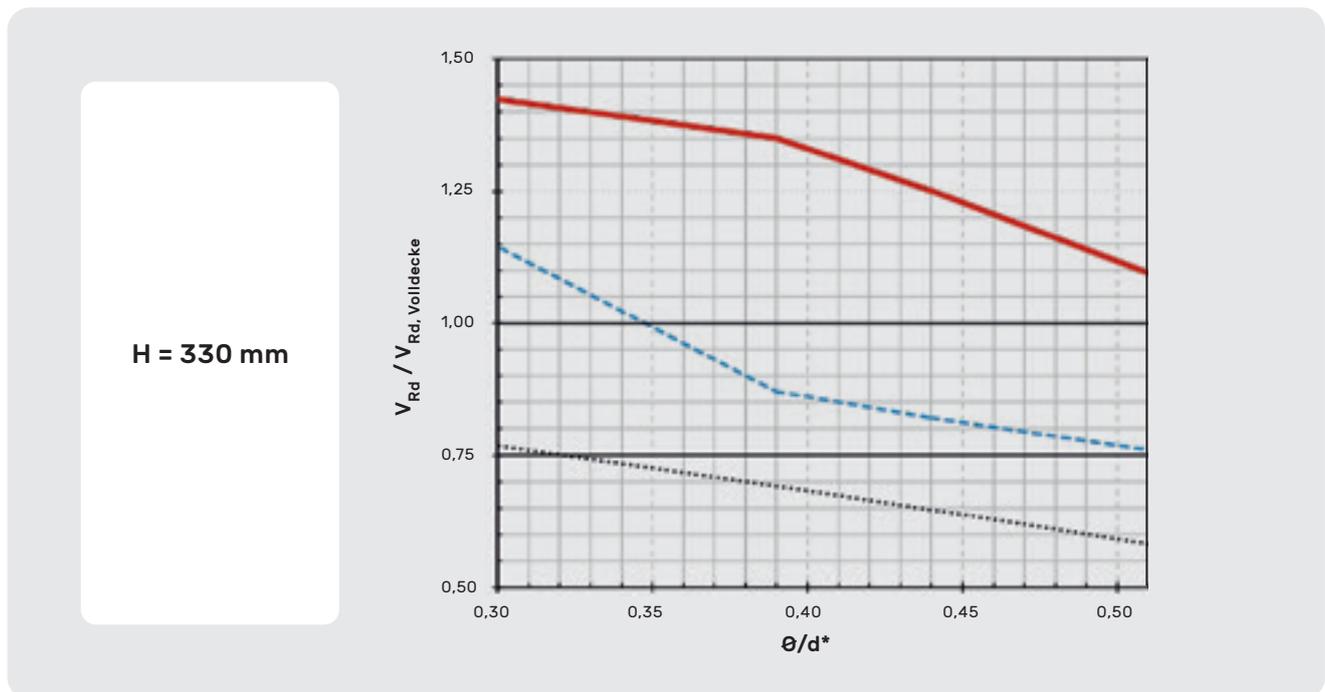
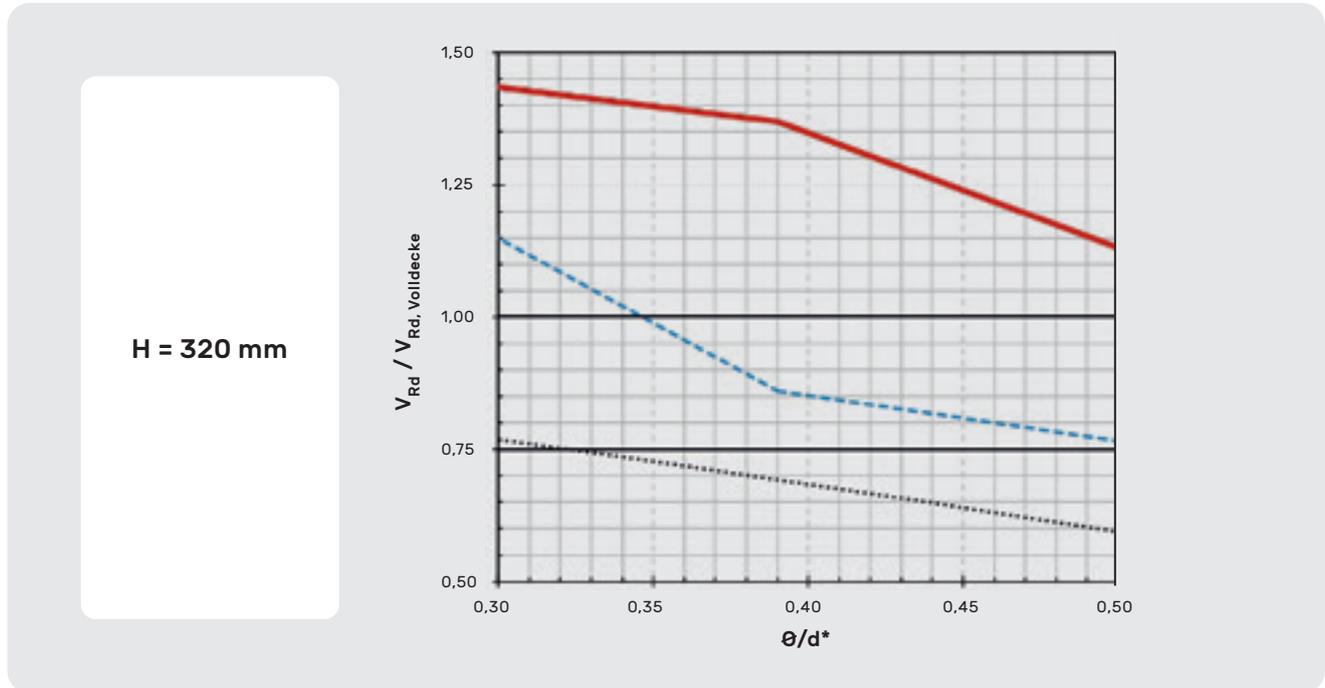
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

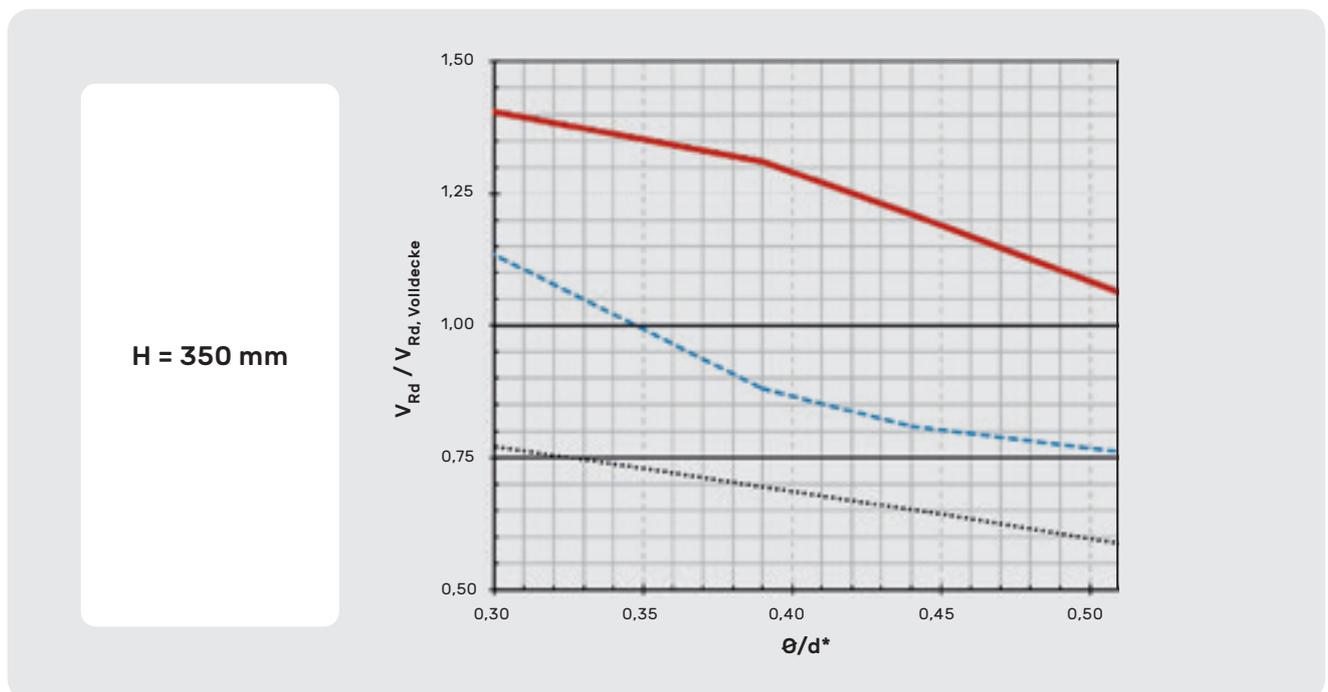
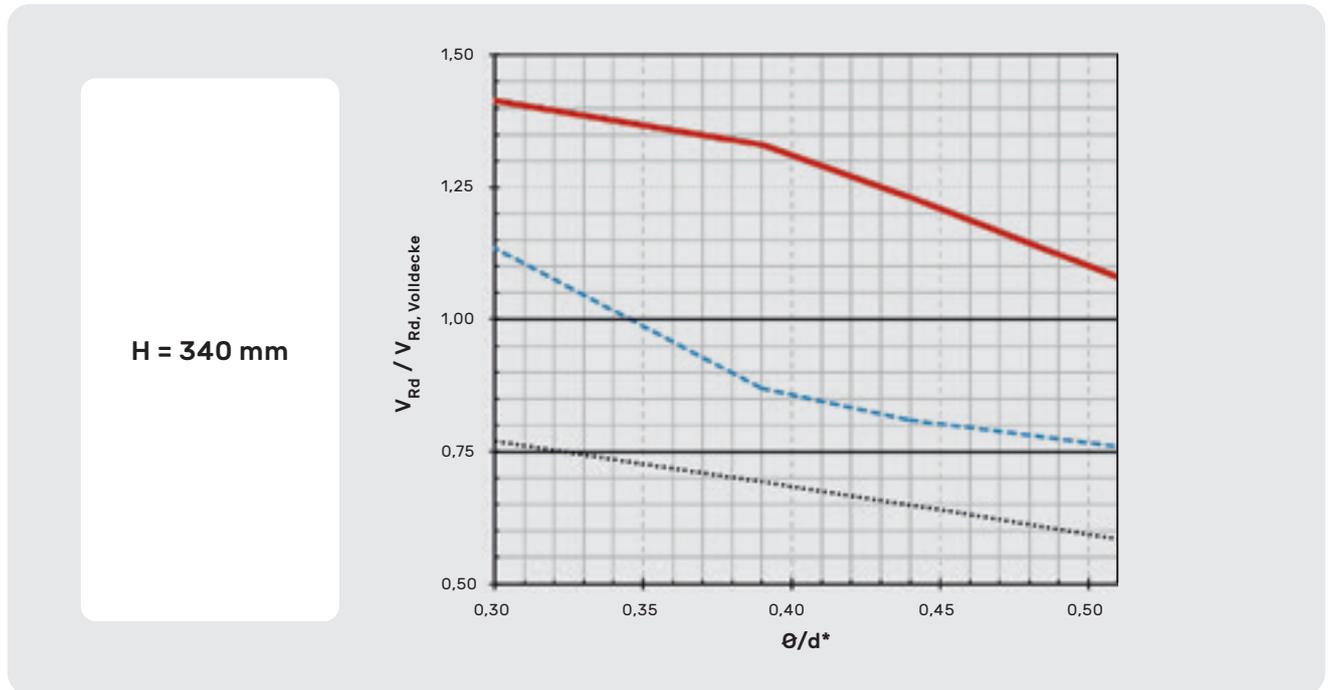
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

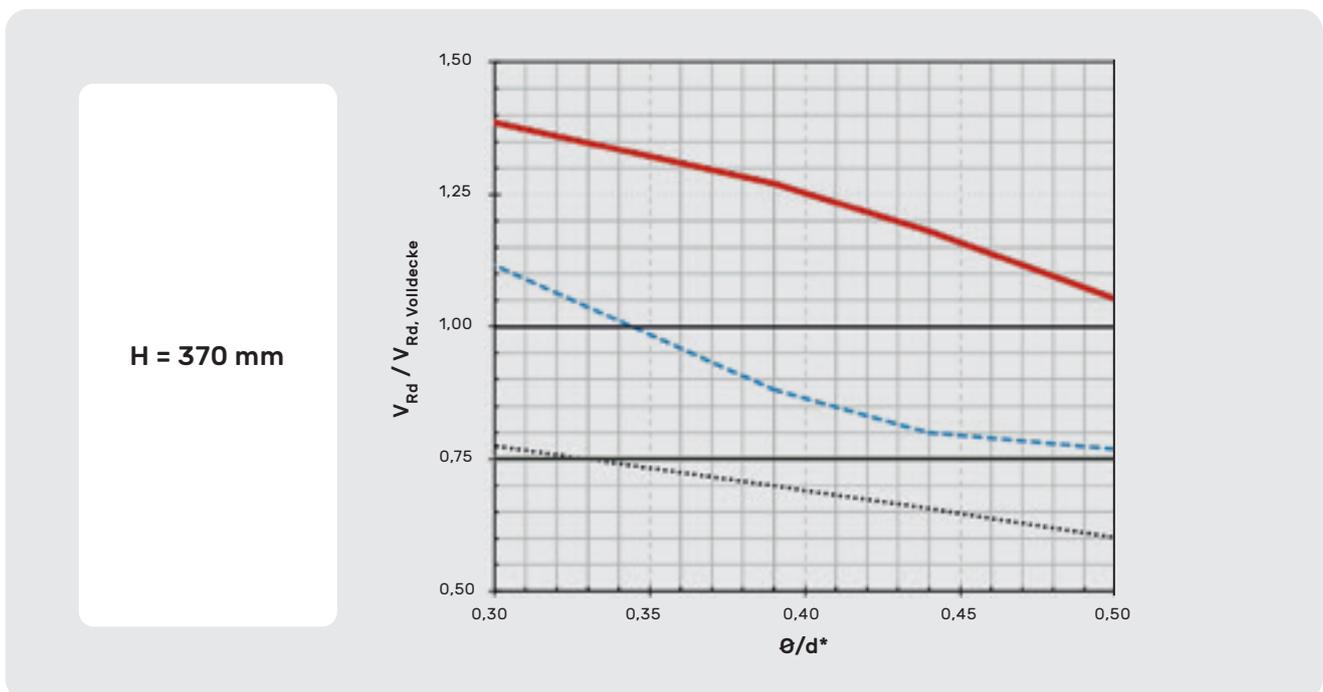
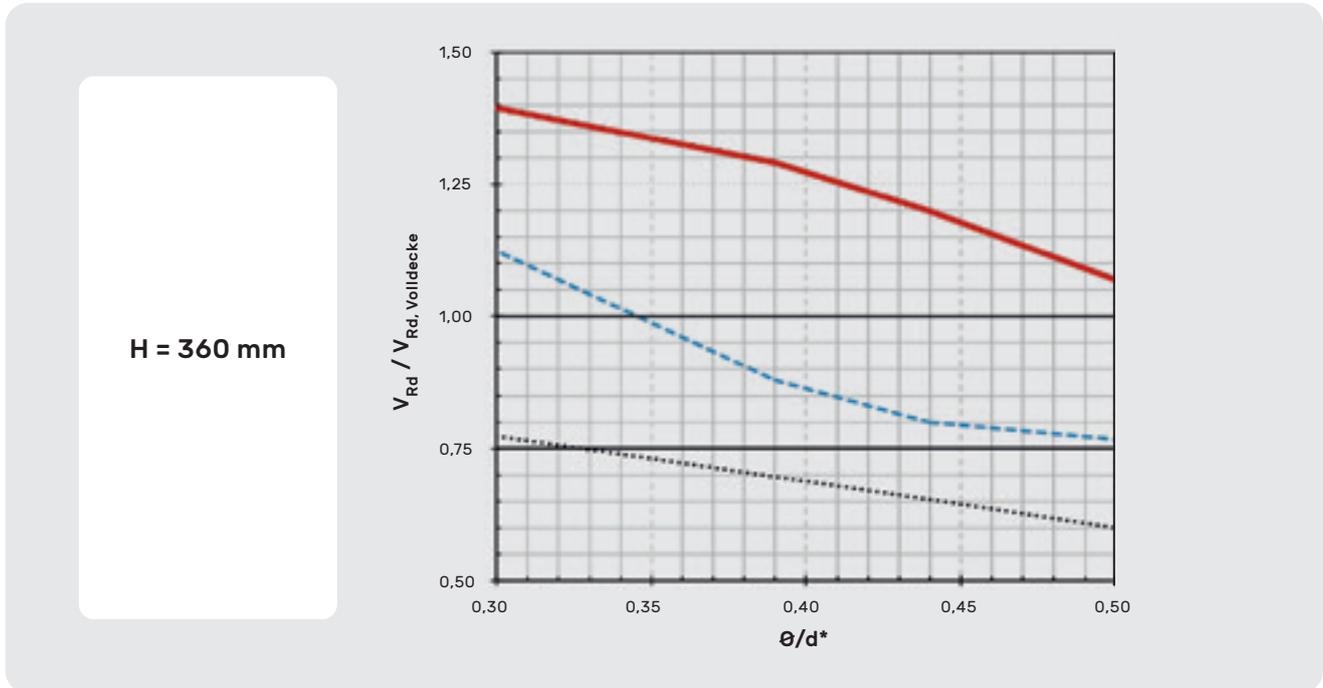
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

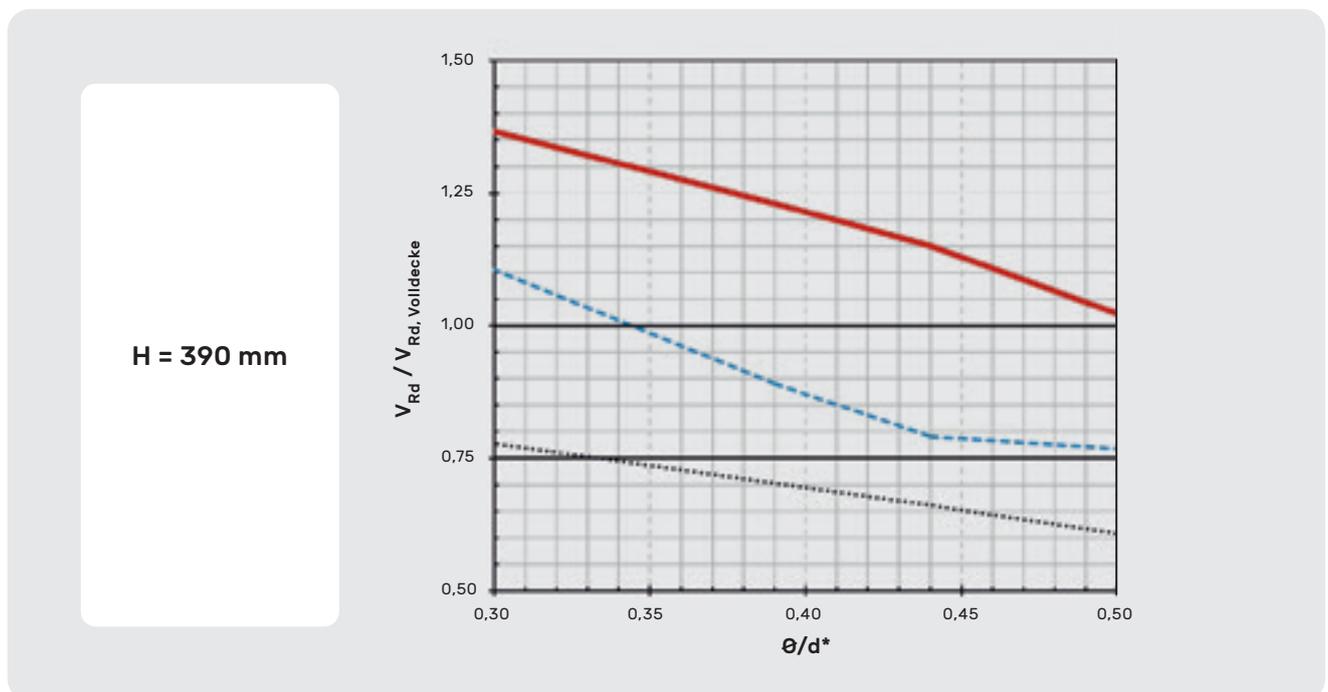
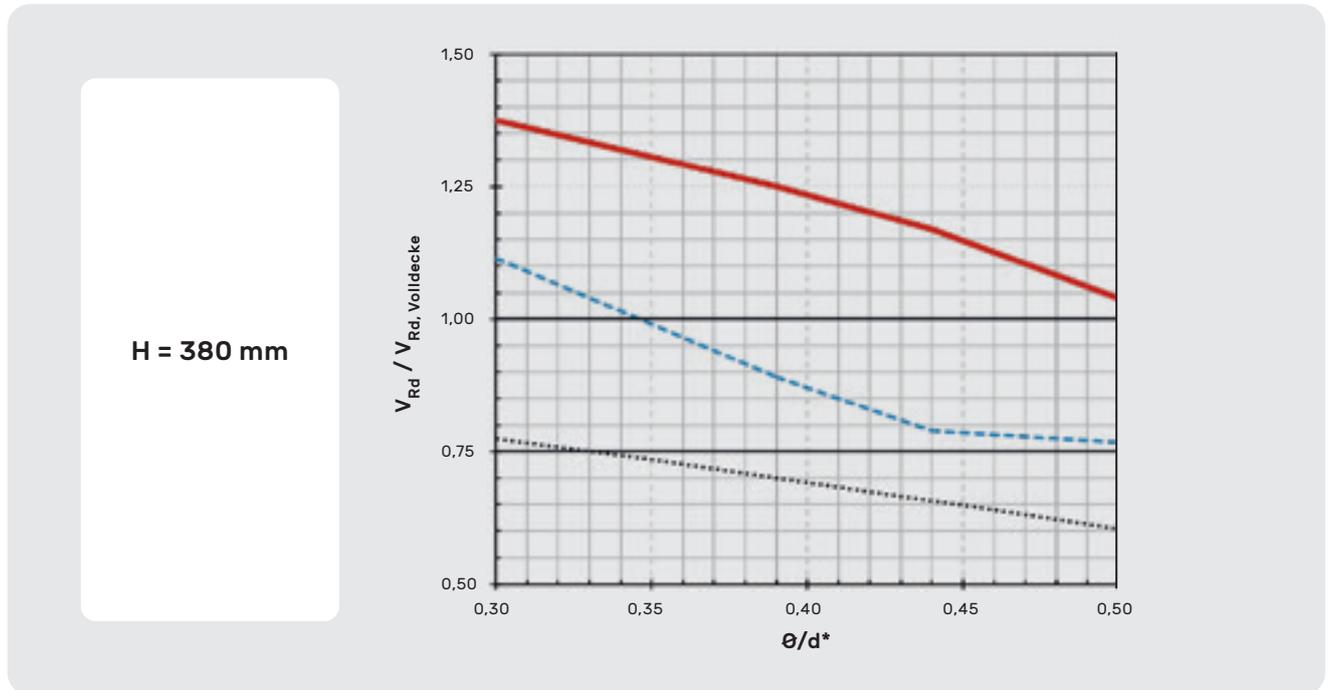
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

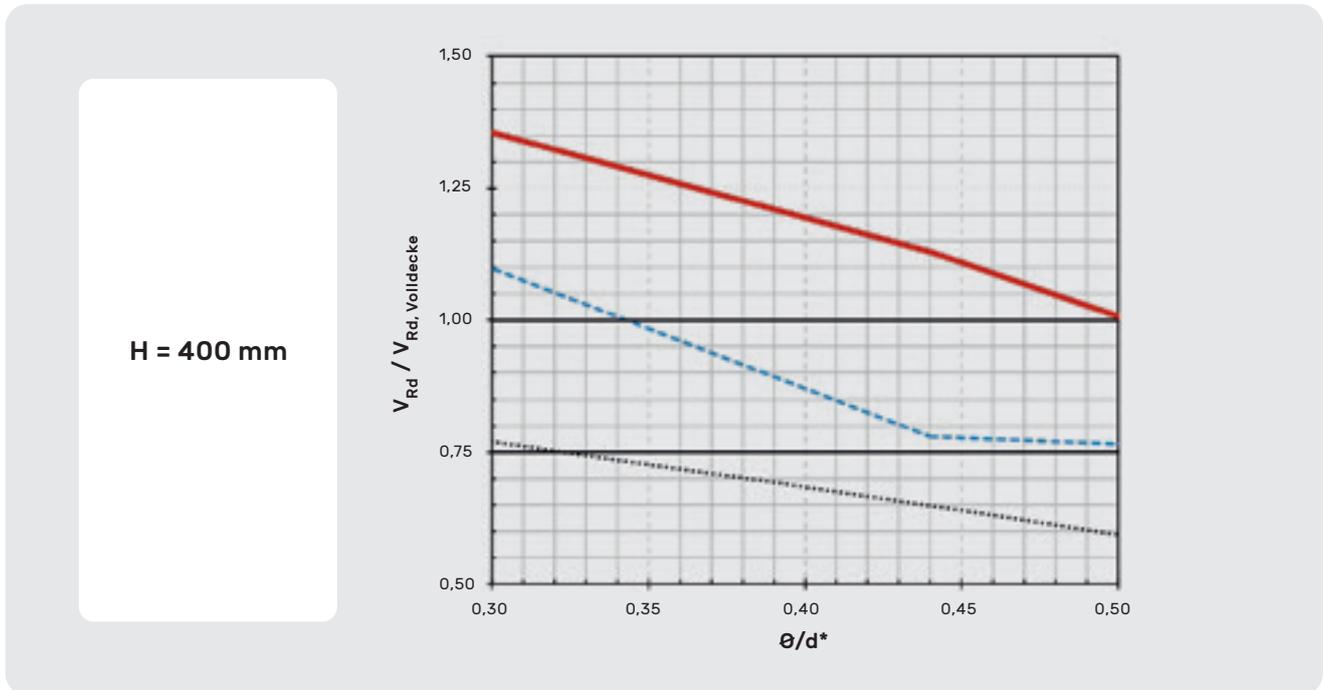
V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung



Legende

V_{Rd} = Effektiver Schubwiderstand der Decke mit FIROLA® Schubverstärkung

$V_{Rd, Volldecke}$ = Schubwiderstand der ungestörten Decke (siehe Definition Seite 6)

— „Rohreinlage unten“

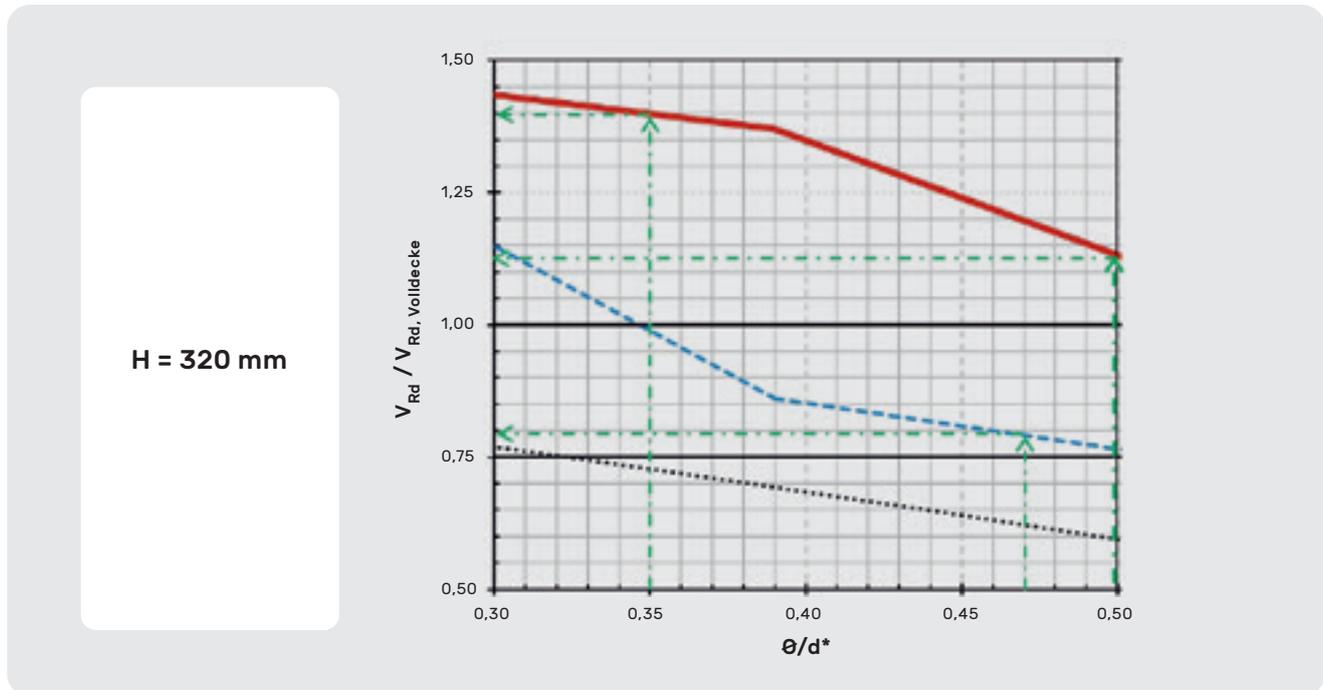
- - - „Rohreinlage Mitte/oben“

..... Schubwiderstand der Decke mit Rohreinlagen ohne FIROLA® Schubverstärkung

Weitere Deckenstärke auf Anfrage

Anwendungsbeispiel

Deckenstärke = 320 mm, Beton C30/37 $\rightarrow k_B = 1.0$, $V_{Rd, Volldecke} = 200 \text{ kN/m'}$ (Annahme: positive Biegemomente)
 \varnothing -Lüftungsrohre = 100 mm; \varnothing -Abwasserleitung inkl. Dämmung = 135 mm, L (Abwasser) = 6 m;
 Gefälle $i=1.5\%$, $\varnothing_{max} = 145 \text{ mm}$ (Deckenstärke 320 mm), $d^* = 0.9 \times 320 = 288 \text{ mm}$



Lüftung:

$$\varnothing/d^* = 100 / 288 = 0.35 \text{ immer Kurve „Rohreinlage unten“} \rightarrow V_{Rd} = 1.0 \times 1.0 \times 1.4 V_{Rd, Volldecke} \geq V_{Rd, Volldecke}$$

Abwasser:

$$\text{Für den Deckenbereich } L_0 = (\varnothing_{max} - \varnothing)/i = (145 - 135) / 0.015 = 0.7 \text{ m, Kurve „Rohreinlage unten“ mit } \varnothing_{max} = 145 \text{ mm verwenden} \rightarrow \varnothing_{max}/d^* = 145 / 288 = 0.50 \rightarrow V_{Rd} = 1.0 \times 1.0 \times 1.13 V_{Rd, Volldecke} \geq V_{Rd, Volldecke}$$

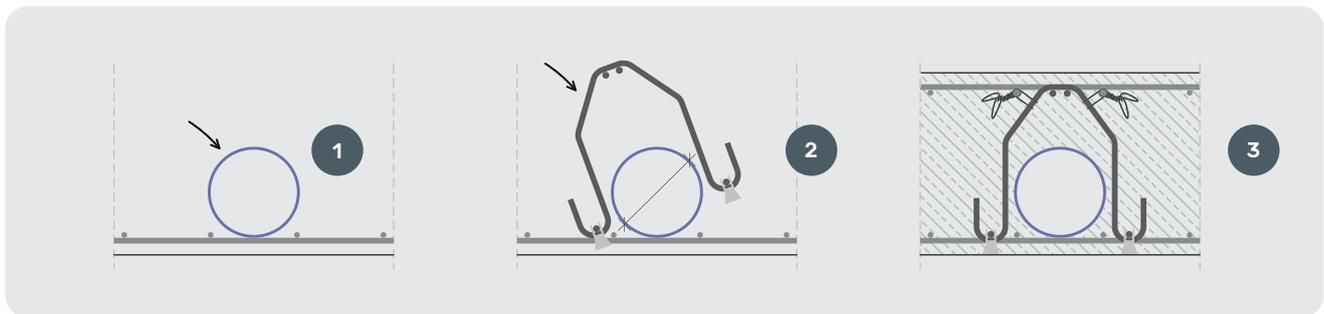
Über den restlichen Deckenbereich ($L-L_0$) \rightarrow Kurve „Rohreinlage Mitte/oben“ verwenden mit $\varnothing = 135 \text{ mm}$
 $\varnothing/d^* = 0.47 \rightarrow$ mit Kurve „Rohreinlage Mitte/oben“ $\rightarrow V_{Rd} = 1.0 \times 1.0 \times 0.79 V_{Rd, Volldecke} = 158 \text{ kN/m'}$

Wichtige Empfehlungen für den Planer

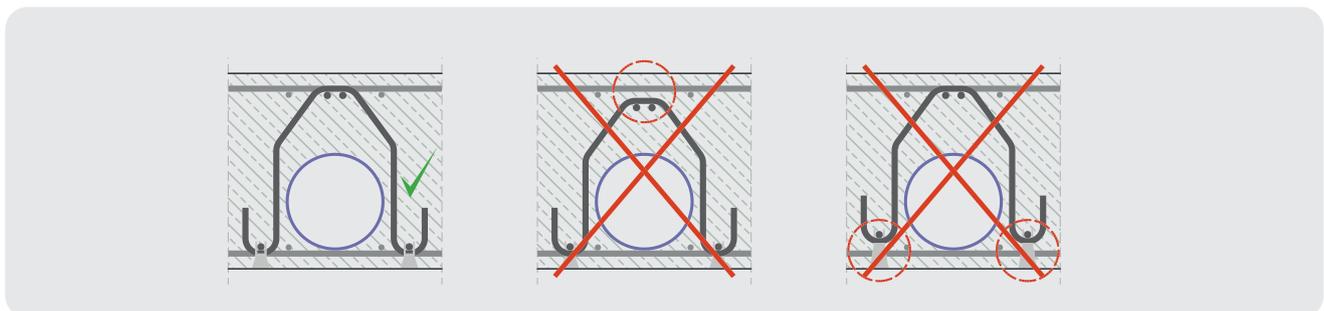
- Je nach Durchmesser und Lage könnte die Betonüberdeckung zwischen den FIROLA® Elementen und den Rohreinlagen abschnittsweise minimal oder gar nicht vorhanden sein. Es sind daher geeignete Rohreinlagen zu verwenden, um ein Wasser(dampf)- und Sauerstoffaustausch und/oder eine Kontaktkorrosion (im Falle von Rohreinlagen aus Metall) zu verhindern.

Verlegung

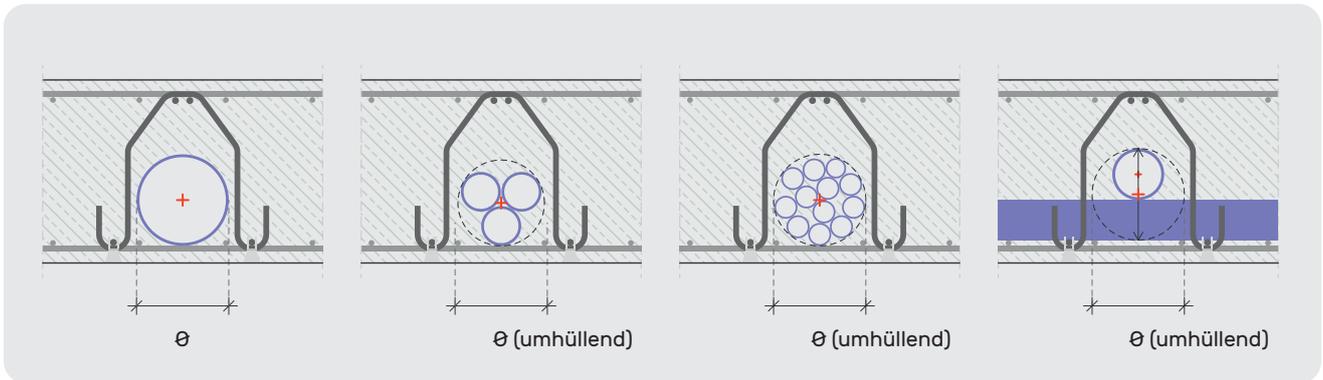
FIROLA®-Elemente werden praxistauglich nach dem Einlegen der Leitungen über diese verlegt. Sie müssen aufrecht stehen und zur oberen Bewehrung gebunden werden, um Abweichungen während des Betonierens zu vermeiden. Lüftungskanäle und Elektroleitungen müssen mit der 2. Lage gegen Auftrieb gebunden werden. **Die Teilung $s = 150 \text{ mm}$ (ca. 6.7 Stk/ m') ist unbedingt einzuhalten.**



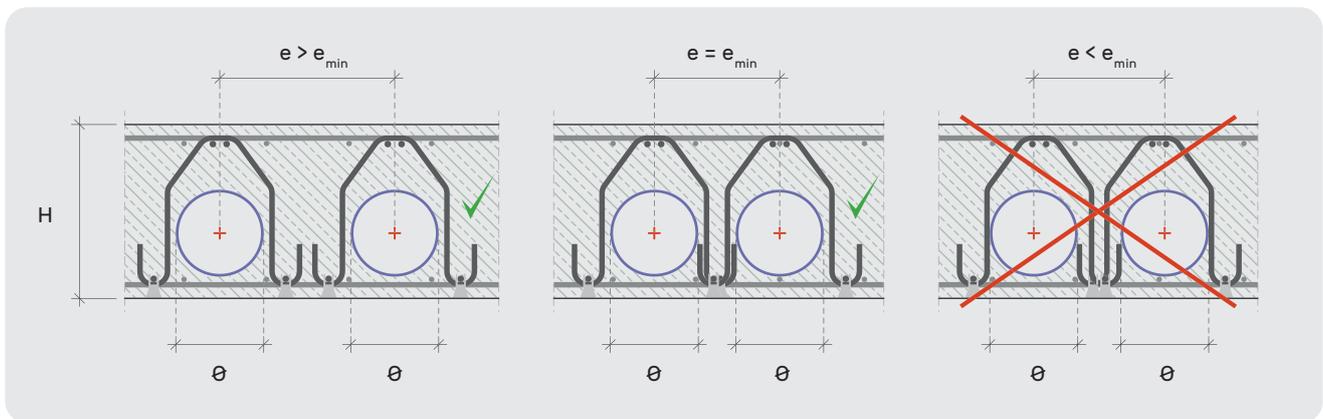
Um die Tragfähigkeit zu gewährleisten, müssen die FIROLA®-Elemente oben und unten auf der Höhe der Biegebewehrung genügend verankert sein.



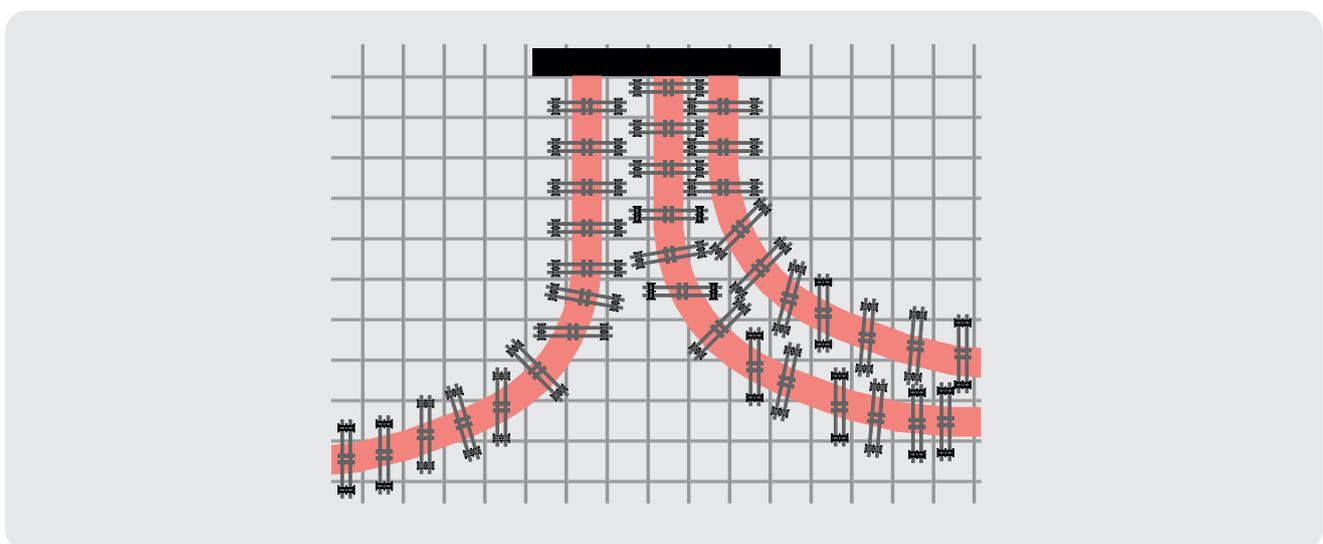
Mögliche Anordnung der Rohreinlagen



Minimaler Abstand e_{min} zwischen Leitungen



Alle Masse in mm	$180 \leq H < 250$	$250 \leq H < 320$	$320 \leq H < 370$	$H \geq 370$
e_{min}	180	210	220	260



Beispiel: Mögliche versetzte Anordnung

Referenzobjekt

Objekt: Residenza Ida, Tenero-Contra

Ausführung: 2019

Ingenieurbüro: Studio Ingegneria Sciarini SA



Das Schubverstärkungssystem FIROLA® wurde mit sehr guten Ergebnissen auf der Baustelle getestet. Resonanz der Bauunternehmung und des Planers war aufgrund der hohen Flexibilität, Einfachheit und Geschwindigkeit der Montage sehr positiv.

„Die Wohnanlage Residenza IDA ist ein Komplex bestehend aus drei, jeweils dreistöckigen Mehrfamilienhäusern, die über einer gemeinsamen 2.300 m² grossen Tiefgarage angeordnet sind.

Jede Etage hat eine Fläche von circa 400 m². Projektseitig war die Verlegung der Installationsleitungen in der Ortbetondecke vorgesehen. Wegen ihres grossen Durchmessers können allerdings vor allem die Sanitär- und Lüftungsrohre zu einer erheblichen Schwächung der Konstruktion führen, insbesondere, wenn sie in einer lediglich 25 cm dicken Geschossdecke in grosser Anzahl verbaut werden, wie es vorliegend der Fall war.

Aus diesem Grund hat man sich entschlossen, sämtliche Sanitär- und Lüftungsleitungen durch Bügel zu verstärken. Das Produkt von Fischer Rista ermöglichte den Anlagentechnikern, die Rohrführung exakt nach Plan auszuführen und die Verstärkungsbügel vor dem Verlegen der dritten und vierten Bewehrungslage zu montieren. Der grosse Vorteil dieses Produkts liegt in der Möglichkeit, dem Verlauf aller vorhandenen Rohrleitungen zu folgen, unabhängig von der Ausrichtung der Hauptbewehrung; dank seiner Kunststoffhalterungen ist jeder einzelne Bügel zudem selbsttragend.

Die Eisenleger haben uns das simple und einfache Verarbeiten dieser Bügel bestätigt.“

Statement Ing. G. Bertola, Studio di Ingegneria Sciarini SA

Service und Beratung

Für spezifische Fragen über die Bemessung und Verwendung des Systems FIROLA®, wie zum Beispiel:

- Vorgehensweise für eine erste Vorbemessung in der Ausschreibungsphase
- Berechnung des effektiven Schubwiderstands (Verwendung der Bemessungsdiagramme)
- Beurteilung und Lösungsfindung bei stark beanspruchten Deckenbereichen (konzentrierte Linienlasten, Durchstanzbereiche, Aussparungen, usw.)
- Mögliche Lösungsansätze beim Überkreuzen von Leitungen
- Verlegung in konstruktiv komplexe Deckenbereiche (Leitungen mit kleinen Krümmungsradien, Bereiche mit hoher Konzentration von Leitungen, Leitungen mit kleinen Achsabständen, usw.)

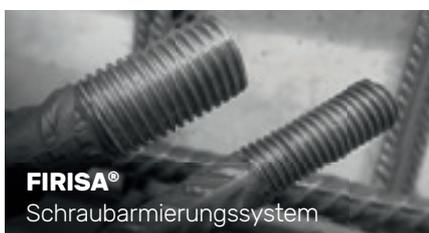
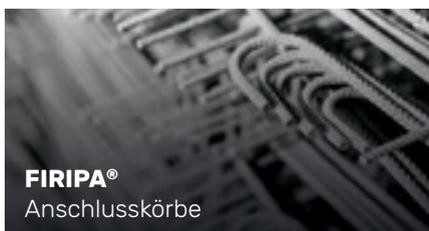
steht Ihnen unser Ingenieurteam der Entwicklungsabteilung jederzeit zur Verfügung.

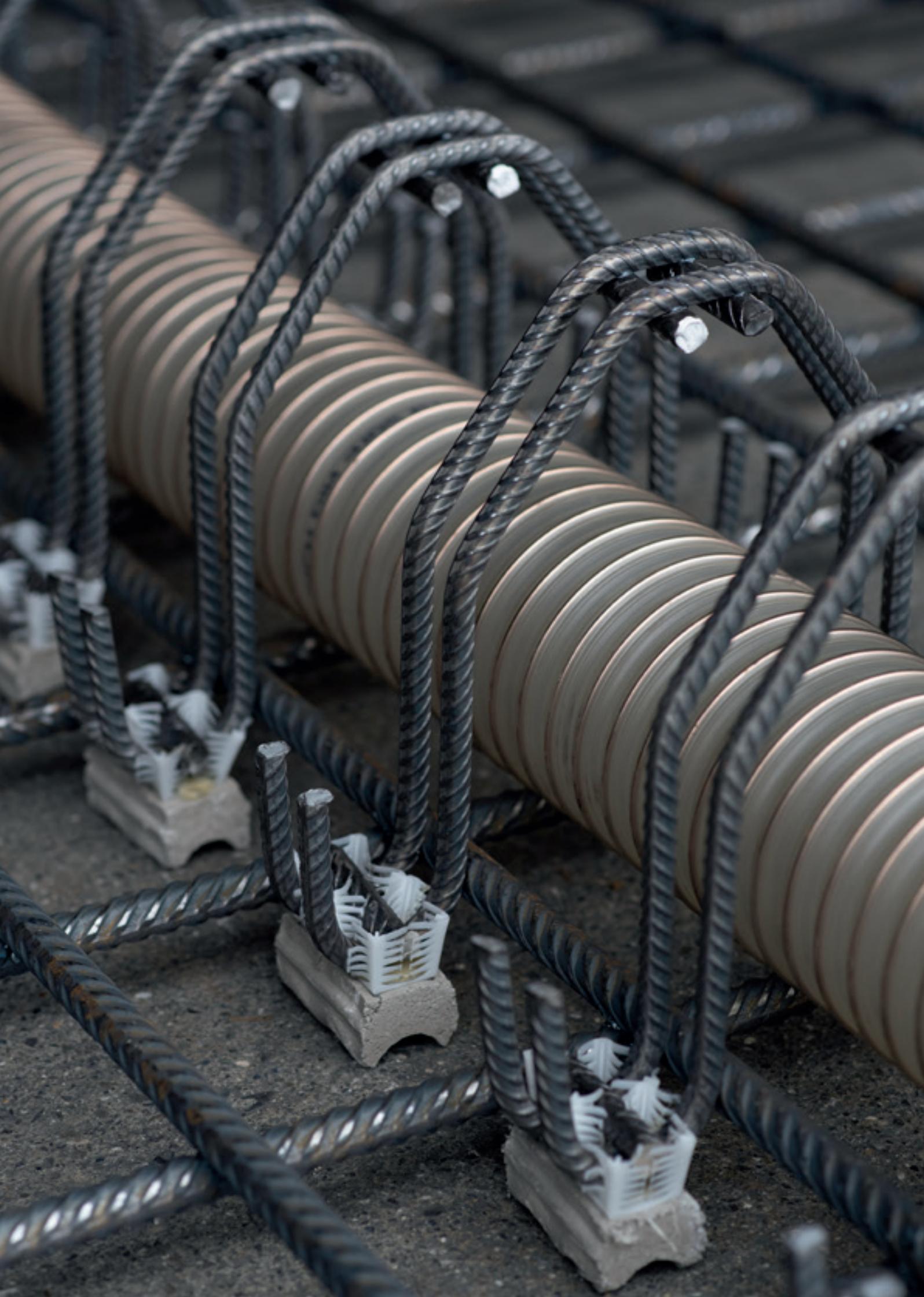
Fischer Rista AG
Hauptstrasse 90
CH-5734 Reinach

Telefon +41 62 288 15 75
E-Mail verkauf@fischer-rista.ch



Überblick Produktsortiment





Anhang

Tabellarische Bemessungswerte (gültig für eine Mindestbetonqualität C30/37)

H (mm)	Ø/d*	V _{Rd} / V _{Rd, Volldecke}		H (mm)	Ø/d*	V _{Rd} / V _{Rd, Volldecke}		H (mm)	Ø/d*	V _{Rd} / V _{Rd, Volldecke}	
		Rohreinlage unten	Rohreinlage Mitte/oben			Rohreinlage unten	Rohreinlage Mitte/oben			Rohreinlage unten	Rohreinlage Mitte/oben
180	0.00	1.57	1.72	220	0.00	1.77	1.94	260	0.00	1.65	1.85
	0.05	1.53	1.61		0.05	1.72	1.81		0.05	1.60	1.73
	0.10	1.49	1.50		0.10	1.67	1.68		0.10	1.55	1.61
	0.15	1.44	1.39		0.15	1.62	1.55		0.15	1.51	1.49
	0.20	1.40	1.28		0.20	1.57	1.42		0.20	1.46	1.37
	0.25	1.36	1.17		0.25	1.52	1.30		0.25	1.42	1.25
	0.30	1.32	1.06		0.30	1.47	1.17		0.30	1.37	1.13
	0.35	1.27	0.95		0.35	1.43	1.04		0.35	1.33	1.01
	0.40	1.22	0.85		0.40	1.38	0.91		0.40	1.27	0.90
	0.45	1.11	0.81		0.45	1.31	0.80		0.45	1.16	0.84
	0.49	1.02	0.77		0.50	1.09	0.75		0.50	1.05	0.79
	0.50	1.00	0.77		0.51	1.05	0.74				
190	0.00	1.62	1.78	230	0.00	1.73	1.89	270	0.00	1.65	1.90
	0.05	1.58	1.66		0.05	1.68	1.77		0.05	1.60	1.77
	0.10	1.53	1.55		0.10	1.63	1.65		0.10	1.56	1.64
	0.15	1.49	1.43		0.15	1.58	1.52		0.15	1.51	1.51
	0.20	1.44	1.32		0.20	1.53	1.40		0.20	1.47	1.39
	0.25	1.40	1.20		0.25	1.48	1.28		0.25	1.43	1.26
	0.30	1.36	1.09		0.30	1.44	1.15		0.30	1.38	1.13
	0.35	1.31	0.97		0.35	1.39	1.03		0.35	1.34	1.00
	0.40	1.26	0.87		0.40	1.34	0.91		0.40	1.28	0.89
	0.45	1.16	0.81		0.45	1.25	0.82		0.45	1.17	0.84
	0.50	1.02	0.76		0.50	1.07	0.77		0.50	1.06	0.79
					0.51	1.04	0.76				
200	0.00	1.67	1.83	240	0.00	1.69	1.85	280	0.00	1.65	1.94
	0.05	1.62	1.71		0.05	1.64	1.73		0.05	1.60	1.80
	0.10	1.58	1.59		0.10	1.59	1.61		0.10	1.56	1.67
	0.15	1.53	1.47		0.15	1.54	1.50		0.15	1.52	1.54
	0.20	1.49	1.35		0.20	1.49	1.38		0.20	1.48	1.40
	0.25	1.44	1.23		0.25	1.45	1.26		0.25	1.44	1.27
	0.30	1.40	1.11		0.30	1.40	1.14		0.30	1.39	1.14
	0.35	1.35	0.99		0.35	1.35	1.02		0.35	1.35	1.00
	0.40	1.30	0.88		0.40	1.30	0.91		0.40	1.30	0.88
	0.45	1.21	0.80		0.45	1.20	0.83		0.45	1.19	0.83
	0.50	1.05	0.76		0.50	1.05	0.78		0.50	1.08	0.78
					0.51	1.02	0.77				
210	0.00	1.72	1.88	250	0.00	1.65	1.81	290	0.00	1.65	1.98
	0.05	1.67	1.76		0.05	1.60	1.70		0.05	1.60	1.84
	0.10	1.62	1.63		0.10	1.55	1.58		0.10	1.56	1.70
	0.15	1.58	1.51		0.15	1.50	1.47		0.15	1.52	1.56
	0.20	1.53	1.39		0.20	1.46	1.35		0.20	1.48	1.42
	0.25	1.48	1.26		0.25	1.41	1.24		0.25	1.44	1.28
	0.30	1.43	1.14		0.30	1.36	1.12		0.30	1.40	1.14
	0.35	1.39	1.02		0.35	1.31	1.01		0.35	1.36	1.00
	0.40	1.34	0.90		0.40	1.26	0.91		0.40	1.31	0.88
	0.45	1.26	0.80		0.45	1.14	0.85		0.45	1.20	0.83
	0.50	1.07	0.75		0.50	1.03	0.80		0.50	1.09	0.78
					0.51	1.01	0.78				

H (mm)	Ø/d*	V _{Rd} / V _{Rd. Volldecke}		H (mm)	Ø/d*	V _{Rd} / V _{Rd. Volldecke}		H (mm)	Ø/d*	V _{Rd} / V _{Rd. Volldecke}	
		Rohreinlage unten	Rohreinlage Mitte/oben			Rohreinlage unten	Rohreinlage Mitte/oben			Rohreinlage unten	Rohreinlage Mitte/oben
300	0.00	1.65	2.02	340	0.00	1.69	2.02	380	0.00	1.79	1.86
	0.05	1.61	1.87		0.05	1.65	1.88		0.05	1.72	1.73
	0.10	1.57	1.73		0.10	1.60	1.73		0.10	1.65	1.61
	0.15	1.53	1.58		0.15	1.56	1.58		0.15	1.59	1.48
	0.20	1.49	1.44		0.20	1.51	1.43		0.20	1.52	1.36
	0.25	1.45	1.29		0.25	1.46	1.28		0.25	1.45	1.24
	0.30	1.41	1.14		0.30	1.42	1.14		0.30	1.38	1.11
	0.35	1.38	1.00		0.35	1.37	0.99		0.35	1.31	0.99
	0.40	1.32	0.87		0.40	1.31	0.86		0.40	1.24	0.87
	0.45	1.21	0.82		0.45	1.21	0.80		0.45	1.15	0.78
	0.50	1.10	0.77		0.50	1.10	0.77		0.50	1.04	0.77
					0.51	1.08	0.76				
310	0.00	1.65	2.06	350	0.00	1.72	1.98	390	0.00	1.82	1.82
	0.05	1.61	1.91		0.05	1.67	1.84		0.05	1.74	1.70
	0.10	1.57	1.76		0.10	1.61	1.70		0.10	1.67	1.58
	0.15	1.54	1.60		0.15	1.56	1.56		0.15	1.59	1.46
	0.20	1.50	1.45		0.20	1.51	1.41		0.20	1.52	1.34
	0.25	1.46	1.30		0.25	1.46	1.27		0.25	1.44	1.22
	0.30	1.43	1.15		0.30	1.41	1.13		0.30	1.37	1.11
	0.35	1.39	0.99		0.35	1.35	0.99		0.35	1.29	0.99
	0.40	1.34	0.86		0.40	1.29	0.86		0.40	1.22	0.87
	0.45	1.23	0.82		0.45	1.19	0.80		0.45	1.13	0.78
	0.50	1.12	0.77		0.50	1.09	0.77		0.50	1.02	0.77
					0.51	1.06	0.76				
320	0.00	1.65	2.11	360	0.00	1.74	1.94	400	0.00	1.84	1.78
	0.05	1.61	1.95		0.05	1.69	1.80		0.05	1.76	1.66
	0.10	1.58	1.79		0.10	1.63	1.67		0.10	1.68	1.55
	0.15	1.54	1.63		0.15	1.57	1.53		0.15	1.60	1.44
	0.20	1.51	1.47		0.20	1.51	1.40		0.20	1.52	1.32
	0.25	1.47	1.31		0.25	1.46	1.26		0.25	1.44	1.21
	0.30	1.44	1.15		0.30	1.40	1.12		0.30	1.36	1.10
	0.35	1.40	0.99		0.35	1.34	0.99		0.35	1.28	0.99
	0.40	1.35	0.86		0.40	1.27	0.87		0.40	1.20	0.87
	0.45	1.24	0.81		0.45	1.18	0.79		0.45	1.11	0.77
	0.50	1.13	0.77		0.50	1.07	0.77		0.50	1.01	0.77
330	0.00	1.67	2.06	370	0.00	1.77	1.90	Weitere Deckenstärke auf Anfrage			
	0.05	1.63	1.91		0.05	1.70	1.77				
	0.10	1.59	1.76		0.10	1.64	1.64				
	0.15	1.55	1.60		0.15	1.58	1.51				
	0.20	1.51	1.45		0.20	1.51	1.38				
	0.25	1.47	1.30		0.25	1.45	1.25				
	0.30	1.43	1.14		0.30	1.39	1.12				
	0.35	1.39	0.99		0.35	1.32	0.99				
	0.40	1.33	0.86		0.40	1.25	0.87				
	0.45	1.23	0.81		0.45	1.16	0.79				
	0.50	1.12	0.77		0.50	1.05	0.77				
	0.51	1.09	0.76								

