



FACHVERANSTALTUNG 2013

# «Intelligentes (Um-)Bauen»

## REFERENTEN

Prof. Dr. Albin Kenel, HSR Hochschule für Technik Rapperswil  
Prof. Dr. Thomas Keller, CCLAB, EPF Lausanne  
Dr. Stefan Lips, Projektleiter F&E, F.J. Aschwanden AG, Lyss

## REFERATE

DURA Durchstanzbewehrung und die revidierte SIA Norm 262  
RINO – das System zur Verstärkung von Flachdecken  
ORSO-V Stahl-/Beton-Verbundstützen

Prof. Dr. Albin Kenel, Dr. Stefan Lips  
Prof. Dr. Thomas Keller, Prof. Dr. Albin Kenel  
Dr. Stefan Lips und Verkaufsberater

Seite

3

31

59

# Aschwanden

Mehr Leistung. Mehr Wert.



## DURA

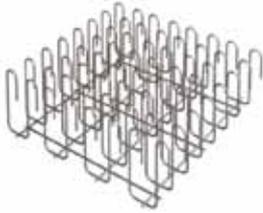
### Durchstanzbewehrung und die revidierte SIA Norm 262

April 2013

#### Inhalt

- **Überblick des DURA Systems**
- **Grundlagen der revidierten Bemessungsnorm (SIA 262:2013)**
- **Neuerungen/Änderungen in der revidierten Norm SIA 262:2013 (bezüglich Durchstanzen)**
- **Einfluss der Modellierung**
- **Versuche / Gutachten**
- **Kundennutzen des DURA Systems**

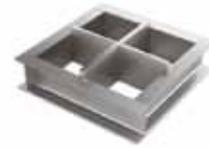
## DURA System



DURA Körbe



DURA S-Element



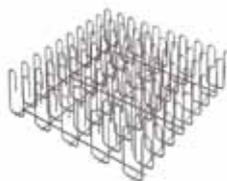
DURA Stahlpilz

## DURA System

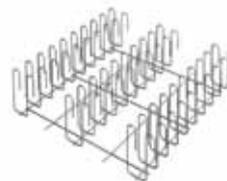
s = 100 mm



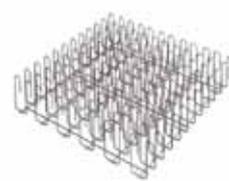
DURA-70



DURA-90



DURA-90L



DURA-110

s = 150 mm



DURA-45



DURA-45L



DURA-75

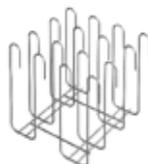


DURA-75L

s = 200 mm



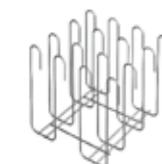
DURA-60



DURA-60L

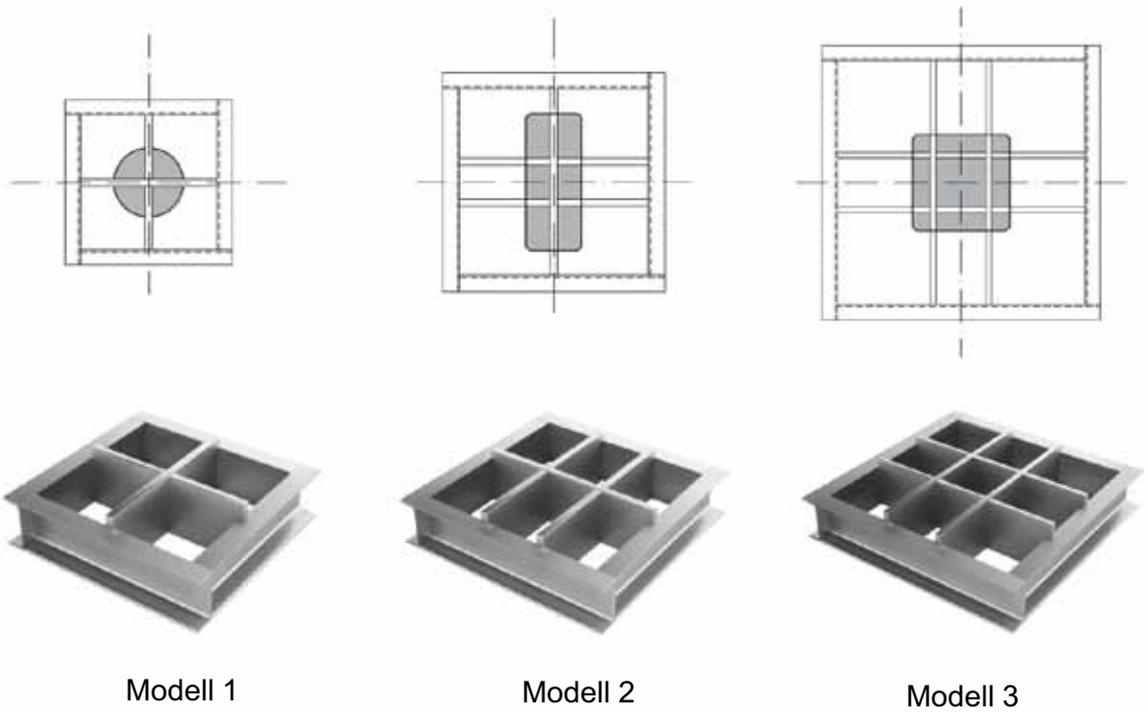


DURA-60F

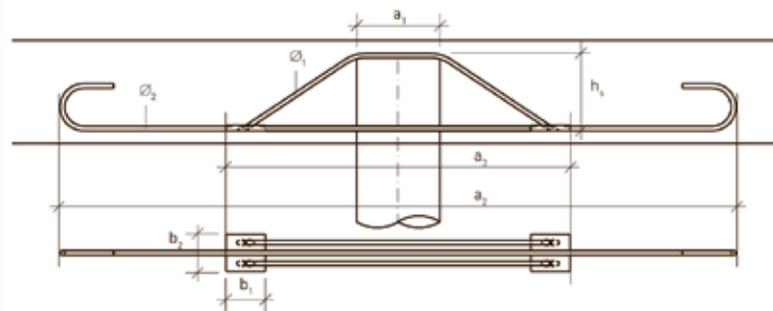


DURA-60FL

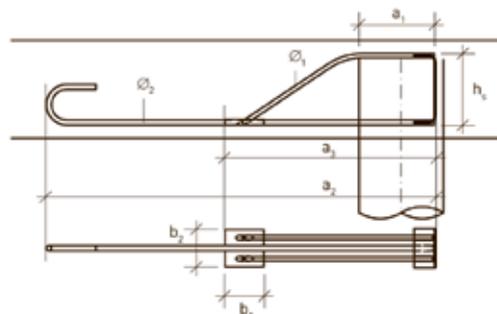
## DURA System



## DURA System



DURA S-Element



DURA SR-Element

## DURA System: Kombination Stahlpilz und Körbe

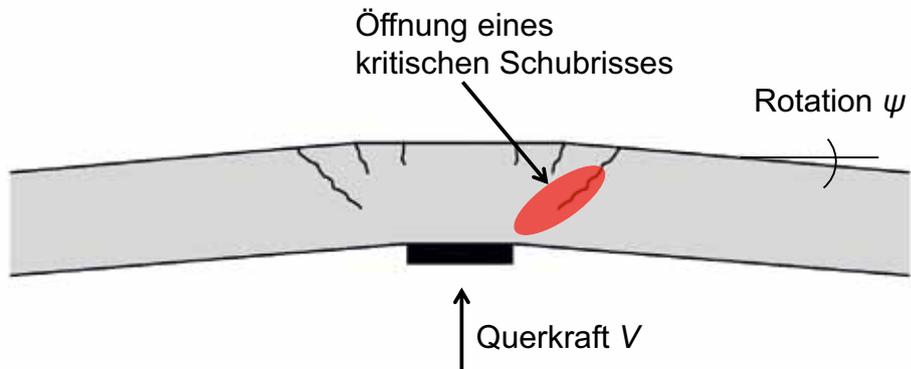


## DURA System: Kombination S-Element und Körbe



# Grundlagen der Bemessungsnorm

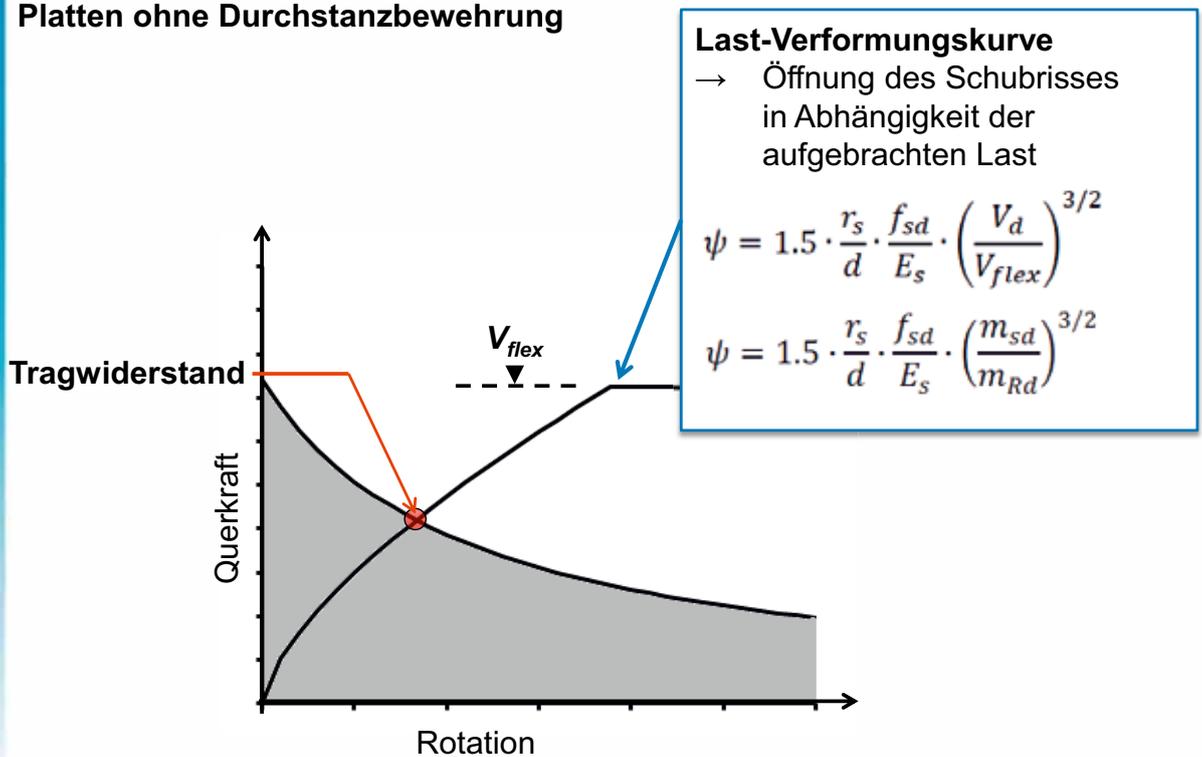
## Theorie des kritischen Schubrisses<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup>Die Theorie des kritischen Schubrisses wurde an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne unter der Leitung von Prof. Dr. A. Muttoni entwickelt

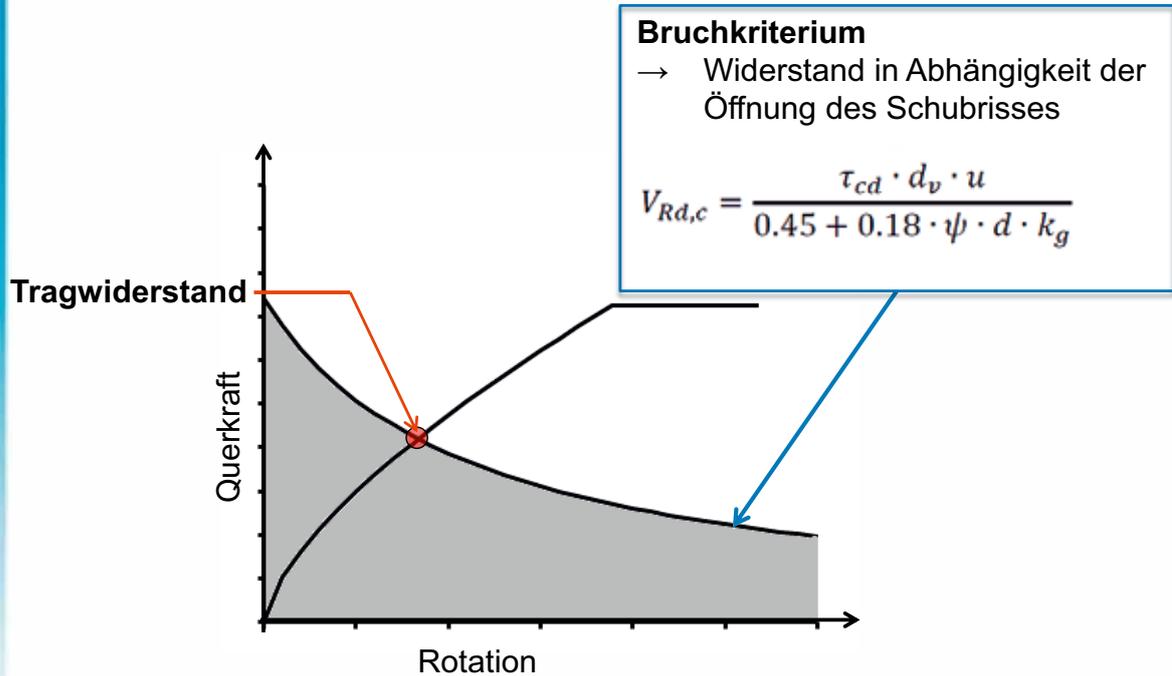
# Grundlagen der Bemessungsnorm

## Platten ohne Durchstanzbewehrung



# Grundlagen der Bemessungsnorm

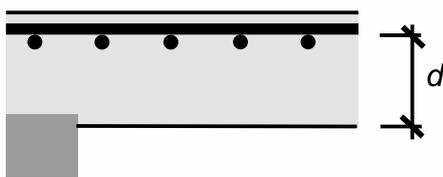
## Platten ohne Durchstanzbewehrung



# Grundlagen der Bemessungsnorm

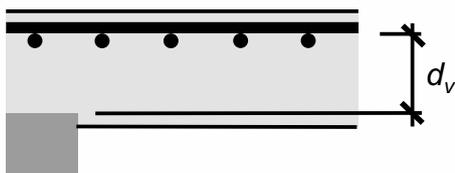
## Unterscheidung $d$ und $d_v$ :

- $d$  = mittlere statische Höhe



Verwendung bei der Berechnung der Rotation bzw. der Schubrissöffnung

- $d_v$  = wirksame statische Höhe für die Aufnahme der Querkraft



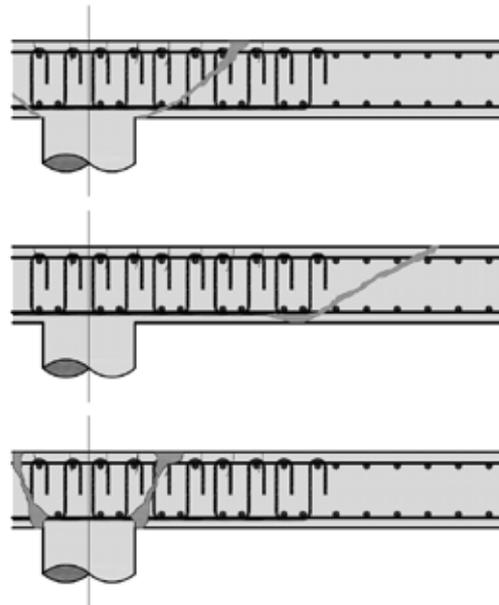
Verwendung bei der Berechnung des Querkraftwiderstandes (Nachweisfläche:  $d_v \cdot u$ )

# Grundlagen der Bemessungsnorm

## Platten mit Durchstanzbewehrung

### 3 Nachweise:

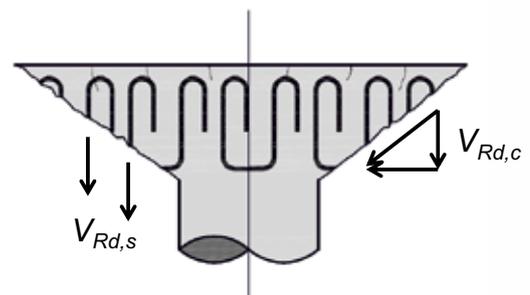
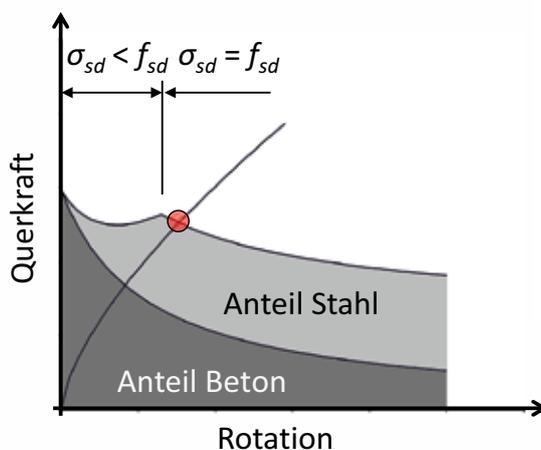
- Bruch im Bereich der Durchstanzbewehrung
- Bruch ausserhalb der Durchstanzbewehrung
- Bruch der Betondruckdiagonale



# Grundlagen der Bemessungsnorm

## Tragwiderstand im Bereich der Durchstanzbewehrung

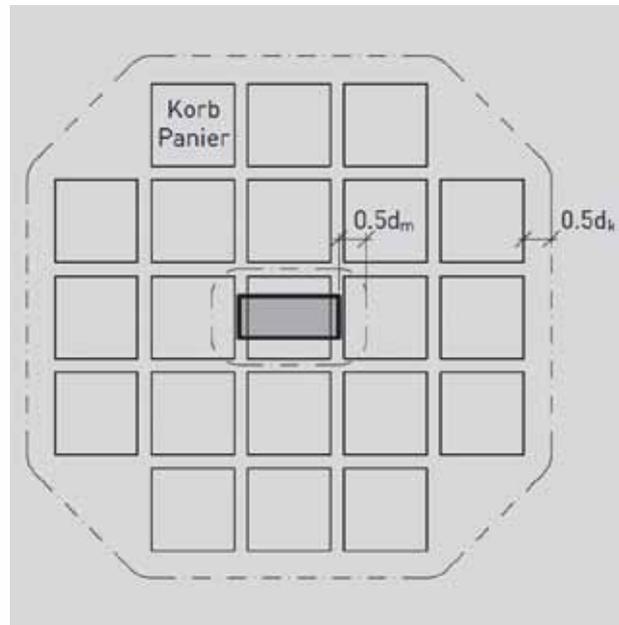
$$V_{Rd,w} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s}$$



## Grundlagen der Bemessungsnorm

### Tragwiderstand ausserhalb der Durchstanzbewehrung

$$V_{Rd,out} = \frac{\tau_{cd} \cdot d_v \cdot u_{out}}{0.45 + 0.18 \cdot \psi \cdot d \cdot k_g}$$



## Grundlagen der Bemessungsnorm

### Tragwiderstand der Betondruckdiagonale

$$V_{Rd,max} = k_{sys} \cdot V_{Rd,c} \leq 3.5 \cdot \tau_{cd} \cdot d_v \cdot u$$

$$V_{Rd,max} = k_{sys} \cdot \frac{\tau_{cd} \cdot d_v \cdot u}{0.45 + 0.18 \cdot \psi \cdot d \cdot k_g} \leq 3.5 \cdot \tau_{cd} \cdot d_v \cdot u$$

- Faktor  $k_{sys}$  (gemäss Norm = 2.0) ist abhängig von der Anordnung der Durchstanzbewehrung, der Leistungsfähigkeit der Verankerung und den Verbundeigenschaften der Durchstanzbewehrung.
- Faktor  $k_{sys}$  darf erhöht werden, wenn experimentell bestätigt wurde, dass ein vergleichbares Sicherheitsniveau wie im Bemessungsmodell für Platten ohne Durchstanzbewehrung erreicht wird. (Ziffer 4.3.6.5.8)

# Neuerungen / Änderungen SIA 262:2013 Übersicht

Näherungsstufen

Vorspannung

Berechnung  $k_e$ -Wert

Rechenwerte des Tragwiderstandes

Bedingungen ans Verformungsverhalten

## Neuerung SIA 262:2013: Näherungsstufen

### Bemessung mit verschiedenen Näherungsstufen

- Näherungsstufe 1: **Vordimensionierung**
- Näherungsstufe 2: „**Normale**“ Projektierung (ähnlich wie bisher)  
- regelmässige Geometrie ( $0.5 \leq L_x/L_y \leq 2.0$ )
- Näherungsstufe 3: Projektierung von „**Spezialfällen**“  
- unregelmässige Geometrie  
- detaillierte Untersuchung  
Überprüfung von **bestehenden Bauten**

# Neuerung SIA 262:2013: Näherungsstufen

## Bemessung mit verschiedenen Näherungsstufen

Gleichung (59)

$$\psi = 1.5 \cdot \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_{sd}}{E_s} \cdot \left( \frac{m_{sd}}{m_{Rd}} \right)^{3/2}$$

### Näherungsstufe 1 :

- $m_{sd} = m_{Rd}$  (d.h. keine Bestimmung von  $m_{sd}$  und  $m_{Rd}$  notwendig)
- $r_s = 0.22 \cdot L$  (Ziffer 4.3.6.4.4)

### Näherungsstufe 2 :

- $m_{sd} = f(V, e_v/b_s)$  (Ziffer 4.3.6.4.7)
- $r_s = 0.22 \cdot L$  (Ziffer 4.3.6.4.4)

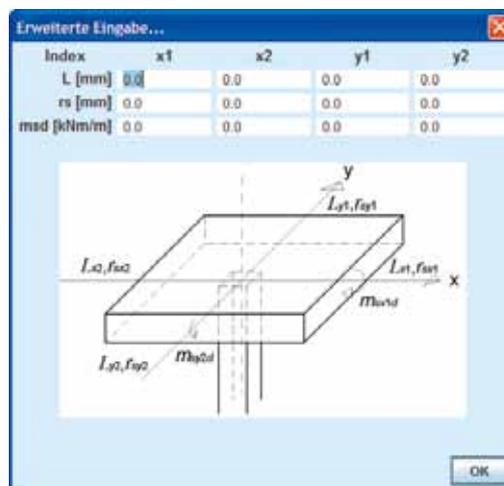
### Näherungsstufe 3 :

- $m_{sd} =$  Resultat aus linear-elastischer Finite Element Berechnung
- $r_s =$  Resultat aus linear-elastischer Finite Element Berechnung
- Faktor 1.5 kann durch 1.2 ersetzt werden

# Neuerung SIA 262:2013: Näherungsstufen

## • Softwareeingabe bei Näherungsstufe 3

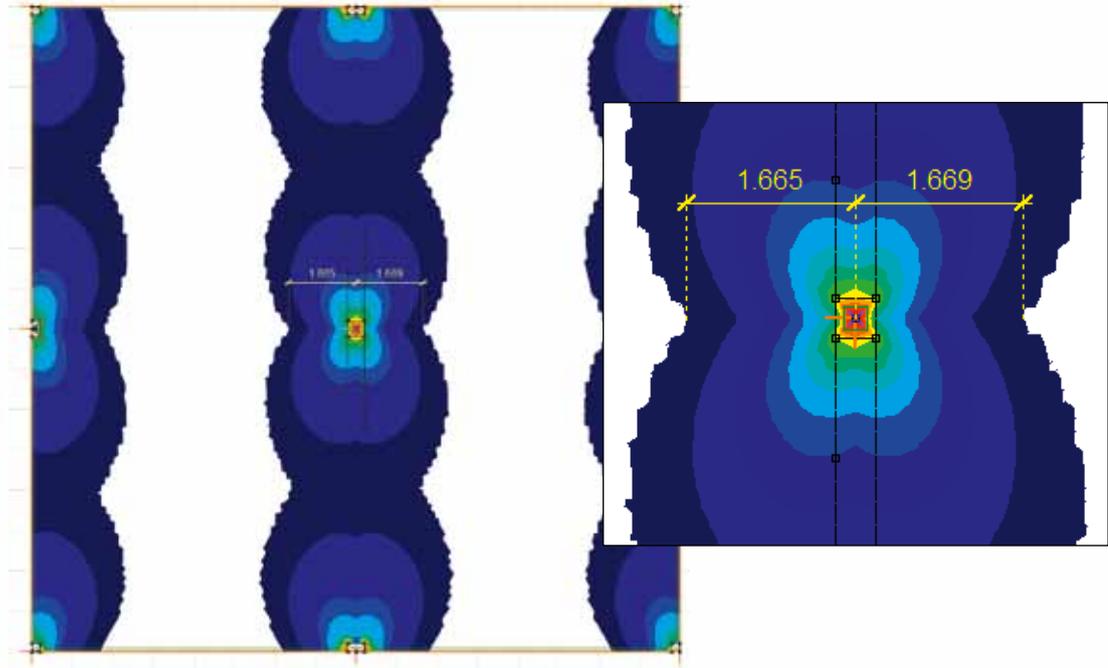
- Spannweiten zwischen den Auflagern ( $L$ )
- Abstand in radialer Richtung zwischen Stützenachse und Nullpunkts des Bewehrungsmoments in radialer Richtung ( $r_s$ )
- Mittelwert der Biegemomente (Bewehrungsmomente, d.h. inkl. Drillmomente) im Stützstreifen ( $m_{sd}$ )



## Neuerung SIA 262:2013: Näherungsstufen

**Bestimmung von  $r_{sx2}$  und  $r_{sx1}$  :**

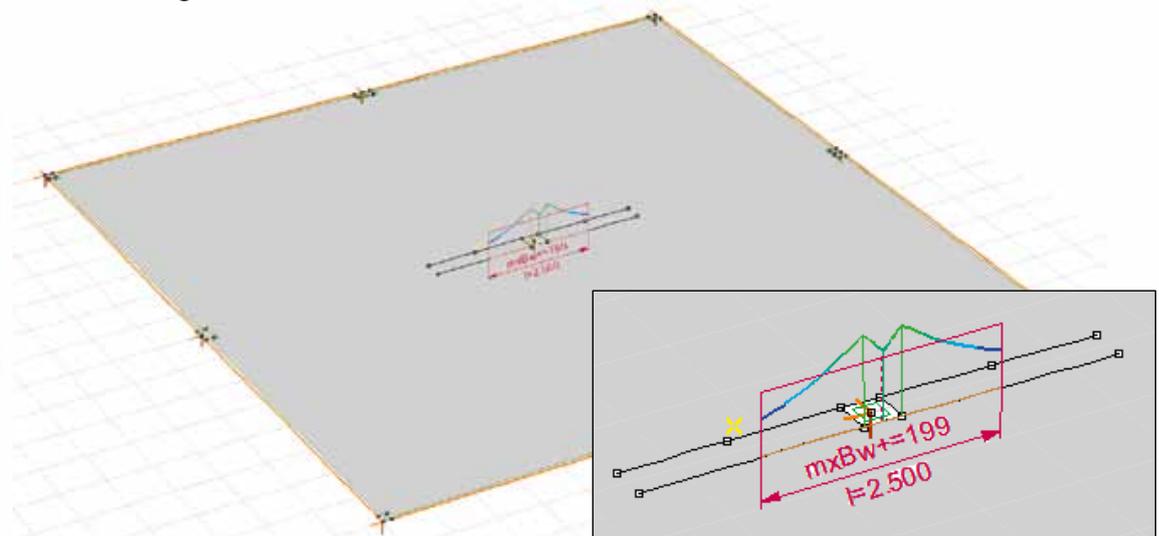
Bewehrungsmomente in x-Richtung  $m_{xBw+}$  :



## Neuerung SIA 262:2013: Näherungsstufen

**Bestimmung von  $m_{sx1}$  :**

Gemittelte Bewehrungsmomente im Stützstreifen  
in x-Richtung  $m_{xBw+}$  am Stützenrand:



## Änderung SIA 262:2013: $k_e$ -Wert

Der  $k_e$ -Wert berücksichtigt die ungleichmässige Querkraftverteilung entlang des Nachweisschnittes

Näherungswerte für  $k_e$  (Ziffer 4.3.6.2.5):

- Innenstützen  $k_e = 0.90$
- Wandenden und Wandecken  $k_e = 0.75$
- Randstützen und Innenstützen mit grossen Aussparungen in Stützennähe  $k_e = 0.70$
- Eckstützen  $k_e = 0.65$

## Änderung SIA 262:2013: $k_e$ -Wert

Bestimmung des  $k_e$ -Wertes:

$$k_e = \frac{1}{1 + \frac{e_u}{b}}$$

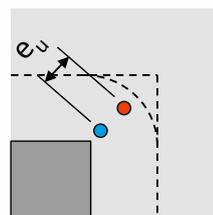
$e_u$ : Distanz zwischen Lastexzentrizität und Schwerpunkt des Nachweisschnittes

$b$ : Durchmesser der in einen flächengleichen Kreis umgewandelten Fläche innerhalb des Nachweisschnitts

Beispiel Eckstütze:

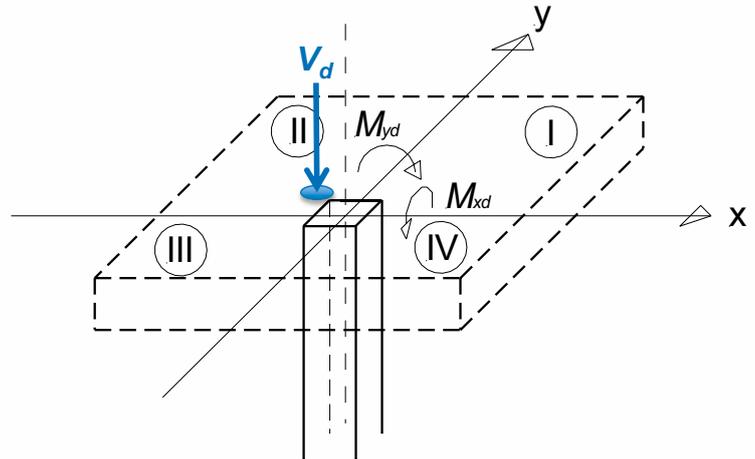
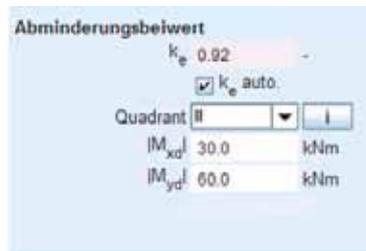
Blau: Schwerpunkt des Nachweisschnittes

Rot : Lastexzentrizität



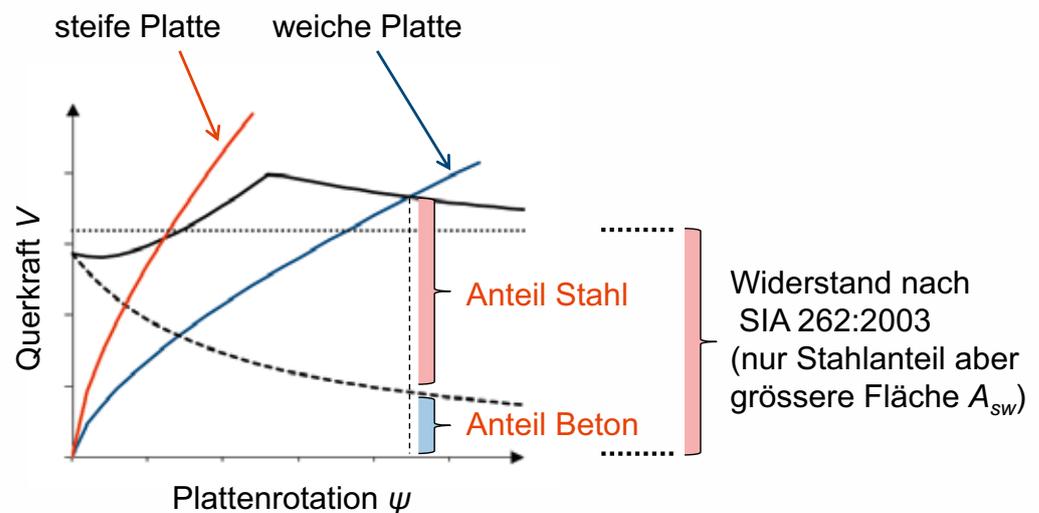
## Änderung SIA 262:2013: $k_e$ -Wert

Eingabe/Berechnung des  $k_e$ -Wertes in der Software:

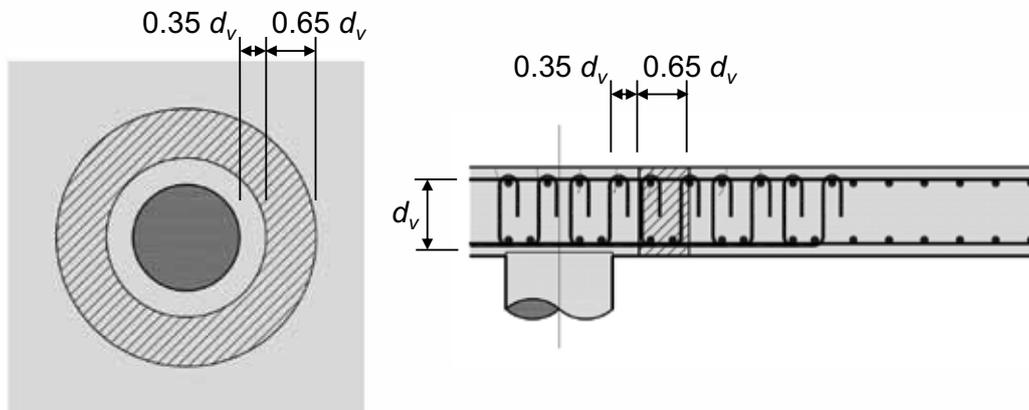


## Änderung SIA 262:2013 Tragwiderstand

Nachweis im Bereich der Durchstanzbewehrung



## Änderung SIA 262:2013 Tragwiderstand



## Neuerung SIA 262:2013: Zusatzbedingungen

### Bedingungen an das Verformungsverhalten bzw. die Einsturz-sicherung von **Flachdecken**

Die massgebenden Grössen für die Bedingungen an das Verformungsverhalten sind die berechneten Plattenrotationen ( $\psi$ ) und das Verhältnis zwischen dem Widerstandsanteil der Durchstanzbewehrung ( $V_{Rd,s}$ ) und dem Bemessungswert der Querkraft ( $V_d$ ).

Kriterium	Zusatzbedingung
1 $\psi < 0.008$	Wert sollte vermieden werden (4.1.4.2.6).
2 $\psi < 0.020$	Schnittgrössen dürfen nicht ohne rechnerischen Nachweis des Verformungsvermögens umgelagert werden (4.1.4.2.5).
3 $\psi < 0.020$ und $V_{Rd,s} / V_d < 0.5$	Schnittkräfte aus aufgezwungenen Verformungen müssen berücksichtigt werden (4.3.6.1.2).
4 $V_{Rd,s} / V_d < 0.5$	Sicherung gegen Totaleinsturz muss angeordnet werden (4.3.6.1.3).

## Neuerung SIA 262:2013: Zusatzbedingungen

### Bedingungen an das Verformungsverhalten bzw. die Einsturzsicherung von **Bodenplatten**

Die massgebenden Grössen für die Bedingungen an das Verformungsverhalten sind die berechneten Plattenrotationen ( $\psi$ ) und das Verhältnis zwischen dem Widerstandsanteil der Durchstanzbewehrung ( $V_{Rd,s}$ ) und dem Bemessungswert der Querkraft ( $V_d$ ).

Kriterium	Zusatzbedingung
3 $\psi < 0.020$ und $V_{Rd,s} / V_d < 0.5$	Schnittkräfte aus aufgezwungenen Verformungen müssen berücksichtigt werden (4.3.6.1.2).
4 $V_{Rd,s} / V_d < 0.5$	Sicherung gegen Totaleinsturz muss angeordnet werden (4.3.6.1.3).

## Neuerung SIA 262:2013: Zusatzbedingungen

### Ausgabe der Lösung für die Verformungsbedingungen

#### Lösungen:

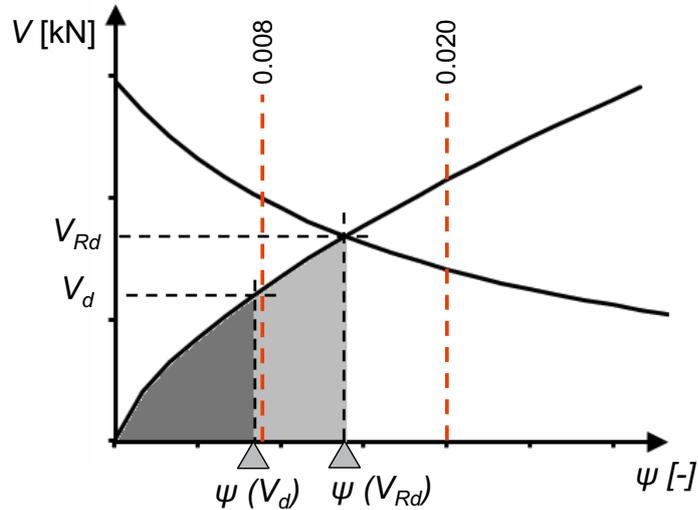
Widerstand ohne Durchstanzbewehrungsmassnahmen  $V_{Rd} = 911$  kN,  $\Psi_R = 0.0044$

Art des Elements ▲	Anzahl	Elemente	Widerstand	Kosten	$\Psi_R$	$V_{Rd,s} / V_d$
<input type="checkbox"/> Korb	2	DURA-70	$V_{Rd} = 1384$ kN	24%	0.0083	>0.5
<input type="checkbox"/> Korb	1	DURA-90	$V_{Rd} = 1384$ kN	18%	0.0083	>0.5
<input type="checkbox"/> Korb	1	DURA-110	$V_{Rd} = 1384$ kN	25%	0.0083	>0.5
<input type="checkbox"/> Pilz	1	DURA 90/23-HC1.N13.U	$V_{Rd} = 1249$ kN	62%	0.0070	<0.5
<input type="checkbox"/> Pilz	1	DURA 90/24-KE2 X12.U	$V_{Rd} = 1257$ kN	58%	0.0071	<0.5
<input type="checkbox"/> Pilz/Korb	1	DURA 60			0.0187	>0.5
<input type="checkbox"/> Pilz/Korb	4	DURA-70			0.0187	>0.5
<input type="checkbox"/> Pilz/Korb	1	DURA 60			0.0187	>0.5

$\Psi_R$	$V_{Rd,s} / V_d$
0.0083	>0.5
0.0083	>0.5
0.0083	>0.5
0.0070	<0.5
0.0071	<0.5
0.0187	>0.5

# Neuerung SIA 262:2013: Zusatzbedingungen

## Massgebende Plattenrotation für die Einhaltung der Verformungskriterien



# Neuerung SIA 262:2013: Vorspannung

## Eingabe Vorspannung:

- Biege­widerstand
- Dekompressionsmoment

$$m_{Dd} = -n_d \cdot \left( \frac{h}{2} - \frac{d}{3} \right)$$

Vorspannung vorhanden?

Biege­widerstand inkl. Vorspannung

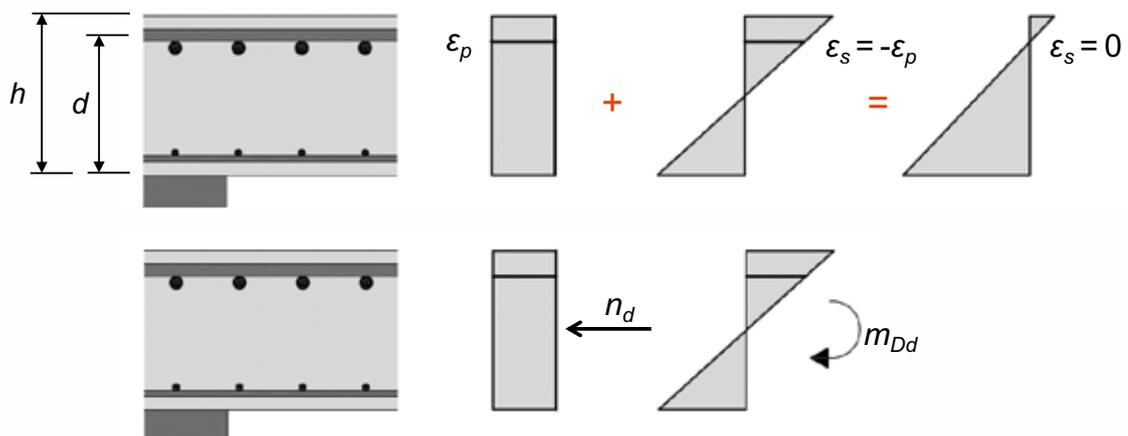
X:  $m_{Rd}$  0.0 kNm/m

Y:  $m_{Rd}$  0.0 kNm/m

Dekompressionsmoment

X:  $m_{Dd}$  0.0 kNm/m

Y:  $m_{Dd}$  0.0 kNm/m



## Neuerung SIA 262:2013: Vorspannung

### Empfehlung zur Bemessung mit Vorspannung:

- **Verwendung der Näherungsstufe 3**
- **Berücksichtigung der Vorspannung durch Umlenk- und Ankerkräfte:**
  - Die Schnittkräfte  $m_d$ ,  $V_d$  und  $n_d$  werden mit Berücksichtigung der Vorspannkraften (Umlenk- und Ankerkräfte) bestimmt
  - Der Biegezugwiderstand wird mit  $A_s \cdot f_{sd}$  und  $(A_p \cdot f_{pd} - P_d)$  bestimmt; die Druckzonenhöhe mit  $A_s \cdot f_{sd}$ ,  $n_d$  und  $(A_p \cdot f_{pd} - P_d)$

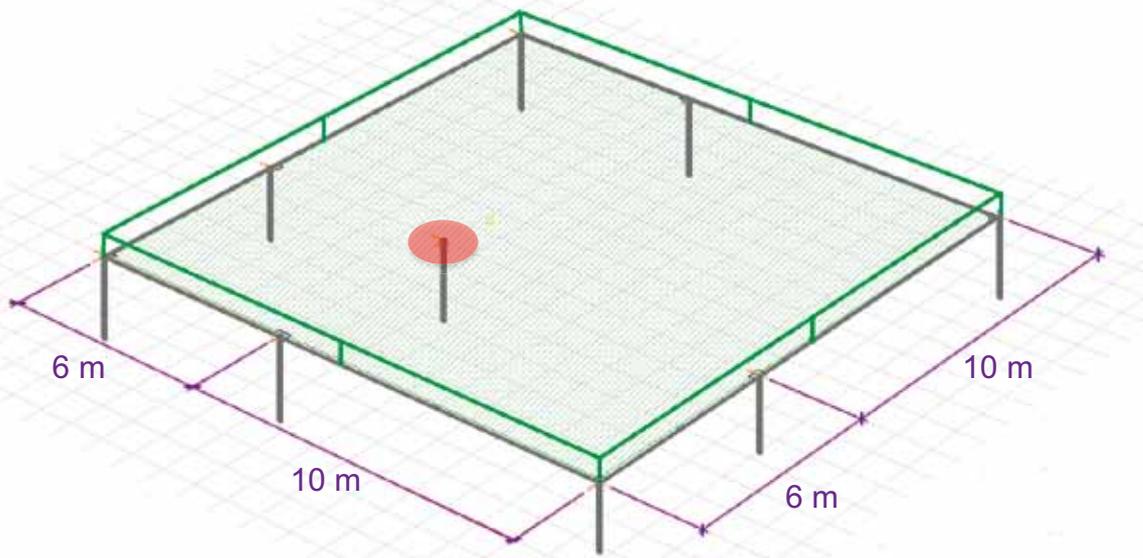
## Einfluss der Modellierung

### Einfluss der Modellierung der Stützenlagerung

- Fall A : Punktlagerung fest eingespannt
- Fall B : Punktlagerung unten eingespannt
- Fall C : Punktlagerung unten frei
- Fall D : Flächenlagerung unten eingespannt
- Fall E : Flächenlagerung unten frei

## Einfluss der Modellierung

### Grundmodell : Plattenausschnitt

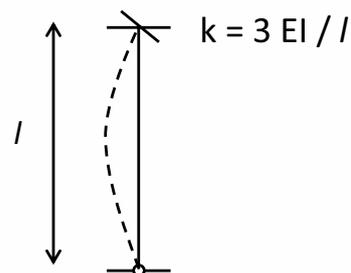
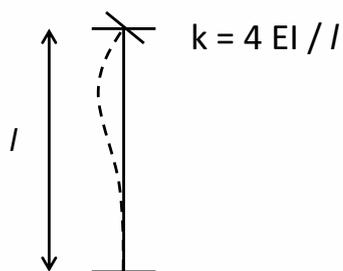


Plattenstärke  $h = 350 \text{ mm}$ ;  $(g + q)_d = 20 \text{ kN/m}^2$

## Einfluss der Modellierung

### Abschätzung Stützensteifigkeit

Stütze  $400 \times 400 \text{ mm}^2$ ;  $l = 3000 \text{ mm}$ ;  $E_c = 30'000 \text{ N/mm}^2$



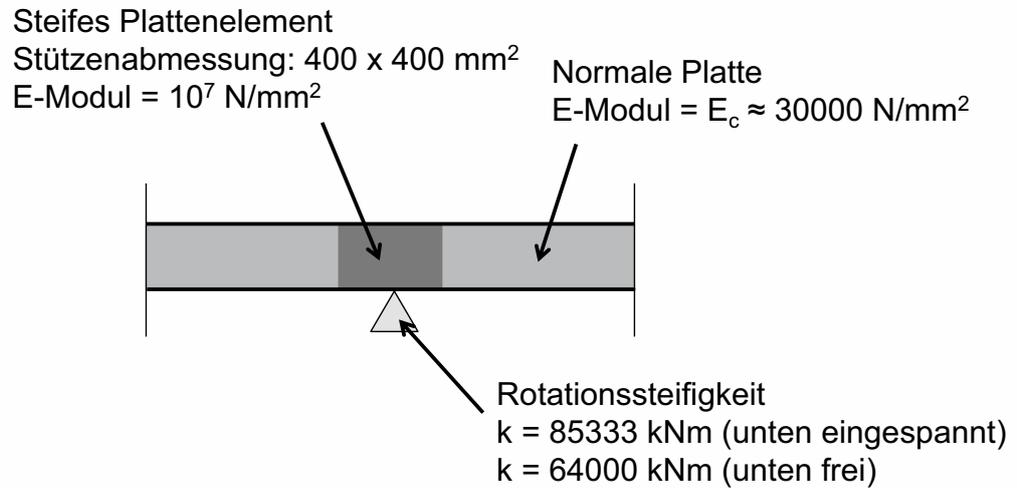
$$EI = 30000 \cdot \frac{400^4}{12} = 6.4 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2$$

$$k = \frac{4EI}{l} = \frac{4 \cdot 6.4 \cdot 10^{13}}{3000} \cdot 10^{-6} = 85333 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{3EI}{l} = \frac{3 \cdot 6.4 \cdot 10^{13}}{3000} \cdot 10^{-6} = 64000 \text{ kNm}$$

## Einfluss der Modellierung

### Modellierung Flächenlagerung



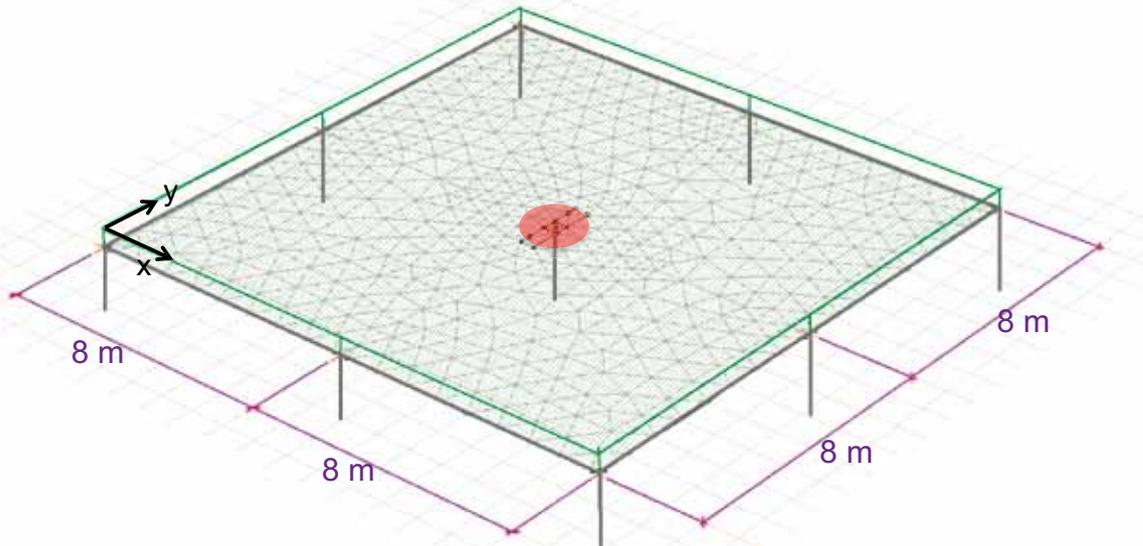
## Einfluss der Modellierung

Fall	$N_d$	$M_{dx}$	$M_{dy}$	$k_e$
Punkt (voll eingespannt)	1392 kN	143 kNm	143 kNm	0.88
Punkt (unten eingespannt)	1413 kN	57 kNm	57 kNm	0.95
Punkt (unten frei)	1415 kN	47 kNm	47 kNm	0.96
Fläche (unten eingespannt)	1417 kN	74 kNm	74 kNm	0.94
Fläche (unten frei)	1422 kN	58 kNm	58 kNm	0.95

Fall	$r_{sx1}$	$r_{sx2}$	$m_{sx1d}$	$m_{sx2d}$
Punkt (voll eingespannt)	1.81 m	2.10 m	231 kN	215 kN
Punkt (unten eingespannt)	1.77 m	2.29 m	226 kN	221 kN
Punkt (unten frei)	1.77 m	2.26 m	227 kN	223 kN
Fläche (unten eingespannt)	1.81 m	2.27 m	234 kN	214 kN
Fläche (unten frei)	1.81 m	2.26 m	234 kN	217 kN

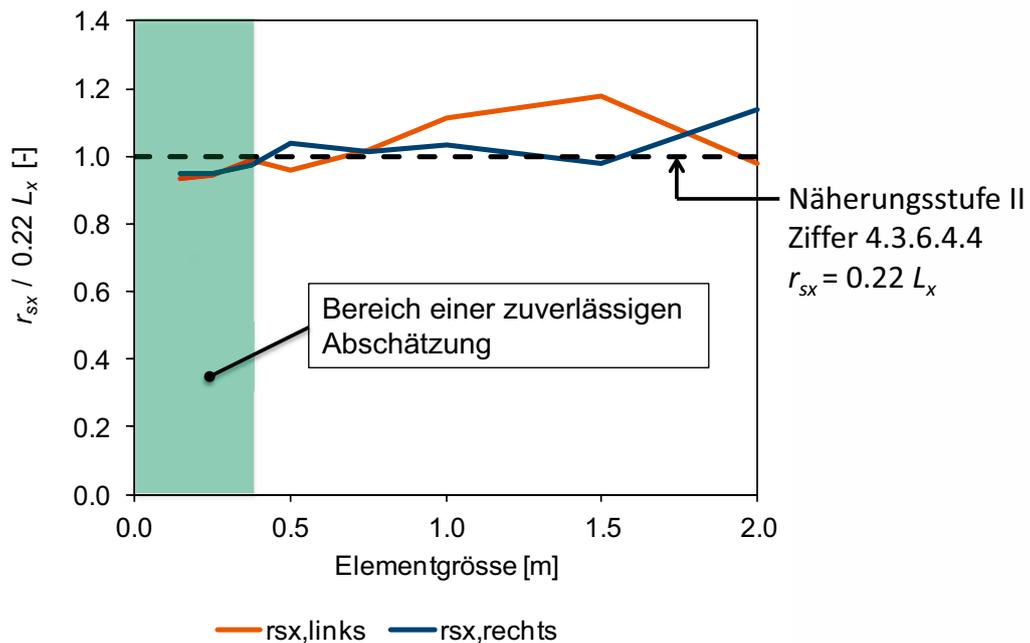
## Einfluss der Modellierung

Einfluss der Elementgröße (Netzgröße)  
auf die Eingabeparameter der Näherungsstufe III



## Einfluss der Modellierung

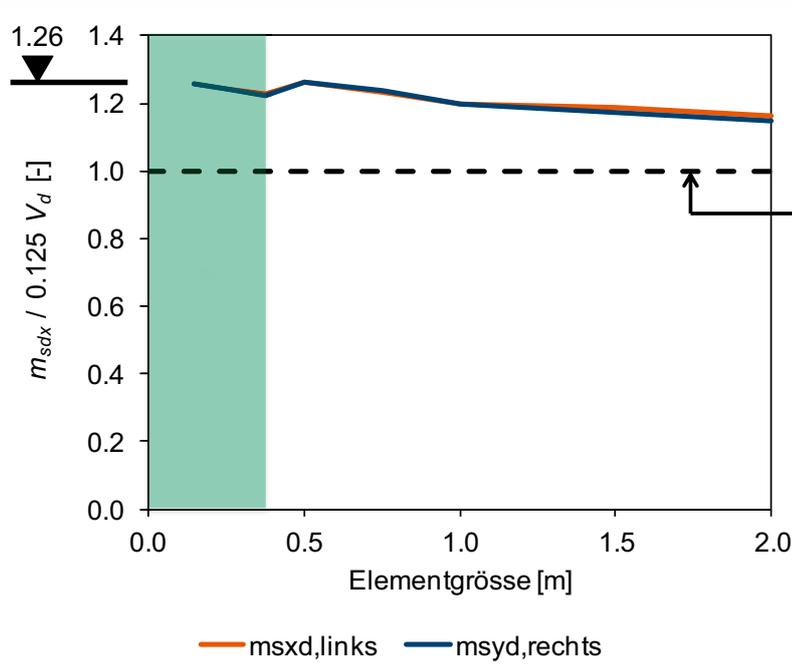
Distanz zum Momentennullpunkt  $r_s$   
(Spannweite 8.0 m / automatische Netzgenerierung)



## Einfluss der Modellierung

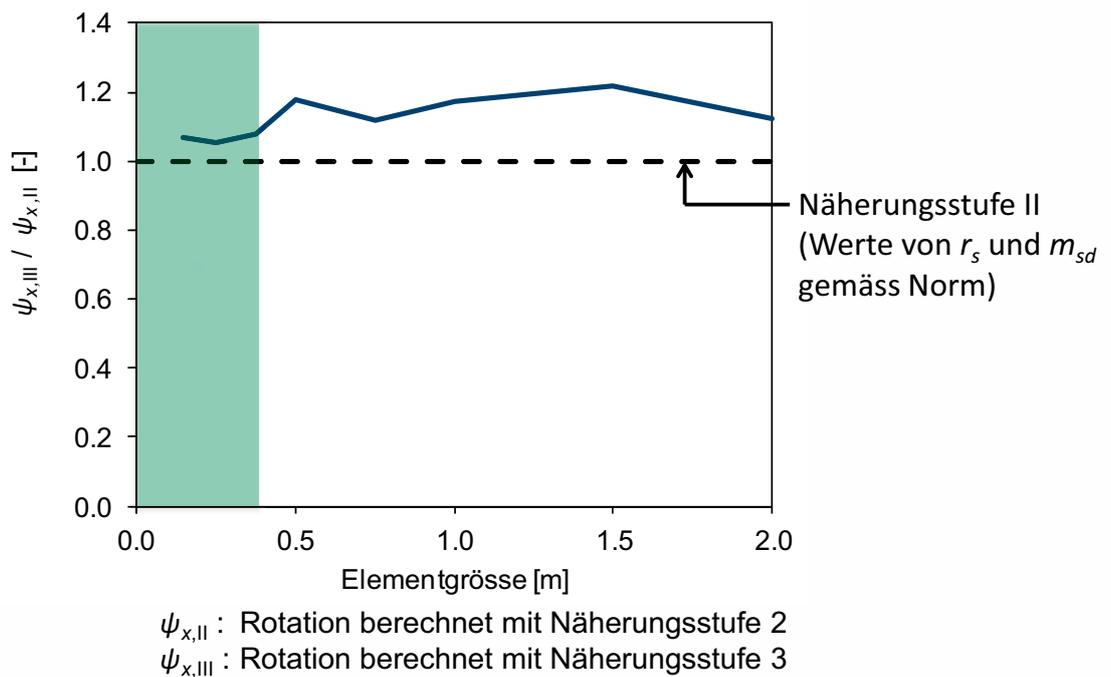
### Bewehrungsmomente im Stützstreifen $m_{sd}$

(Stützenabmessung ca. 5% der Spannweite)



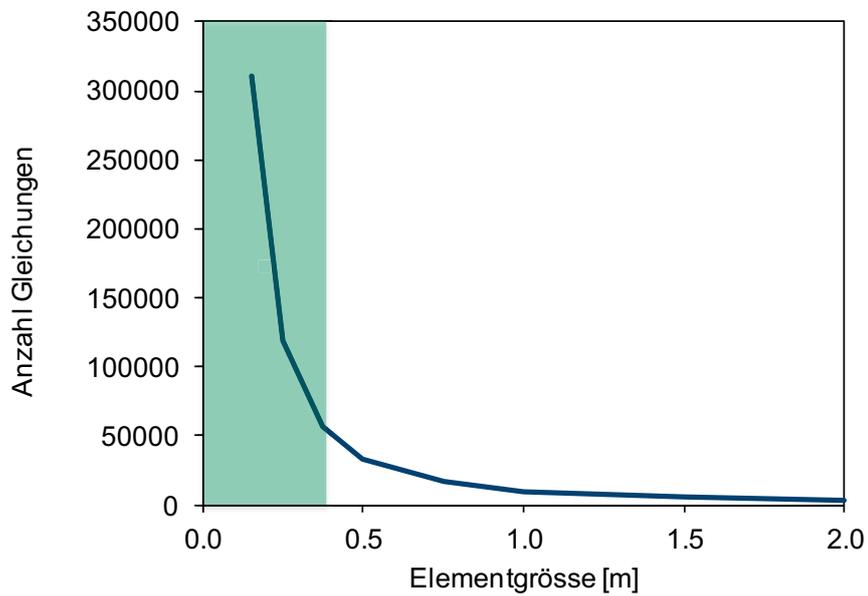
## Einfluss der Modellierung

### Massgebende Rotation $\psi$ (bestimmt mit $r_s$ und $m_{sd}$ aus der FE-Berechnung)



## Einfluss der Modellierung

Anzahl zu lösenden Gleichungen in Abhängigkeit der Elementgröße



## Versuche / Gutachten



## Versuche / Gutachten

### Übersicht Versuche mit Körben und S-Elemente

	$h$ [mm]	$c$ [mm]	$d_m$ [mm]	$\rho_L$ [%]	$\rho_w$ [%]	$\emptyset_{SE}$ [mm]	$V_{R,test}$ [kN]
PA1	250	260	206	0.75%	0.79%		1066
PA2	250	260	193	1.63%	0.79%		1473
PA3	250	260	204	0.74%	0.50%		972
PA4	250	260	196	1.55%	0.50%		1266
PA5	250	260	205	0.74%	1.01%		1000
PA6	250	260	204	1.49%	1.01%		1345
PA7	320	340	275	0.77%	0.57%		1846
PA8	320	340	266	1.52%	0.57%		2741
PA9	250	260	198	0.77%	0.50%	12	1112
PA10	250	260	198	1.53%	0.50%	16	1652
PA11	320	340	276	1.46%	0.57%	20	3034
PA12	250	260	201	0.76%	-	12	949
PA13	250	260	196	1.55%	-	16	1140
PA14	320	340	256	1.58%	-	20	2110
PA15	250	260	182	1.67%	1.15%		1134
PA22	280	300	242	1.05%	0.79%		1516
PA23	280	300	240	1.31%	0.79%		1604

## Versuche / Gutachten

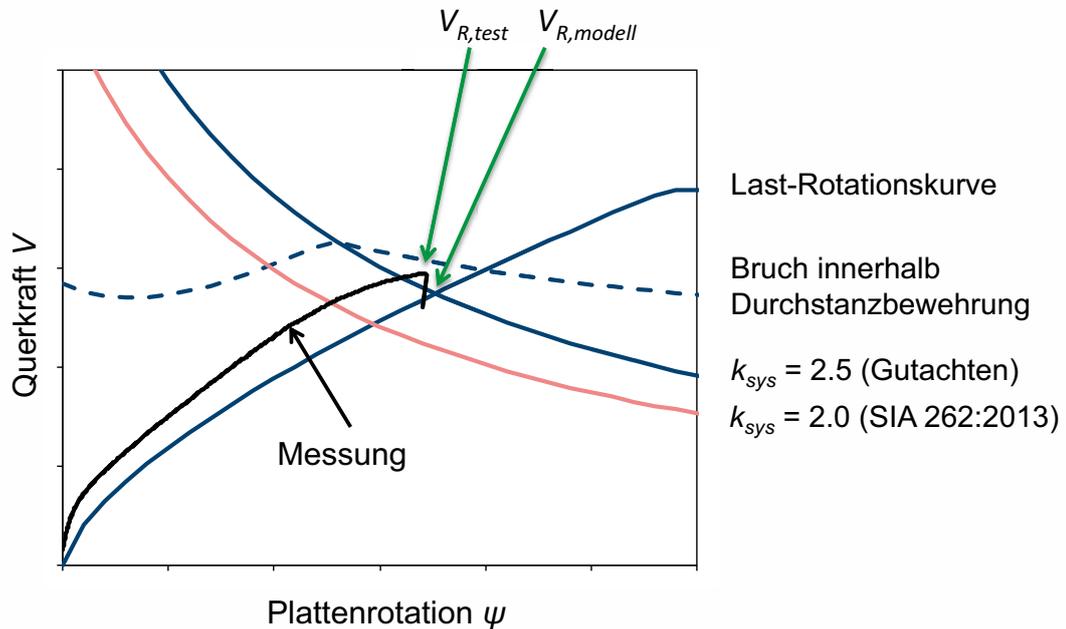
### Übersicht Versuche mit Pilz und Pilz-Korb Kombination

	$h$ [mm]	$c$ [mm]	$d_m$ [mm]	$\rho_L$ [%]	$\rho_w$ [%]	$a_p$ [mm]	$V_{R,test}$ [kN]
PA16	250	260	208	1.50%	-	960/960/140	1511
PA17	250	260	208	1.50%	0.79%	600/600/140	2147
PA18	250	260	207	0.71%	-	820/820/135	1115
PA19	250	260	219	1.50%	-	1080/1080/190	2103
PA20	250	260	205	1.50%	0.79%	730/730/180	2390
PA21	250	340	218	1.50%	-	1400/1400/180	2498
PA24	280	300	242	1.30%	-	600/600/180	2039

- $h$  : Plattendicke  
 $c$  : Seitenlänge/Durchmesser Stütze  
 $d_m$  : mittlere statische Höhe  
 $\rho_L$  : Biegebewehrungsgehalt  
 $\rho_w$  : Durchstanzbewehrungsgehalt  
 $\emptyset_{SE}$  : Durchmesser des S-Element  
 $a_p$  : Seitenlänge Pilz  
 $V_{R,test}$  : gemessener Bruchwiderstand

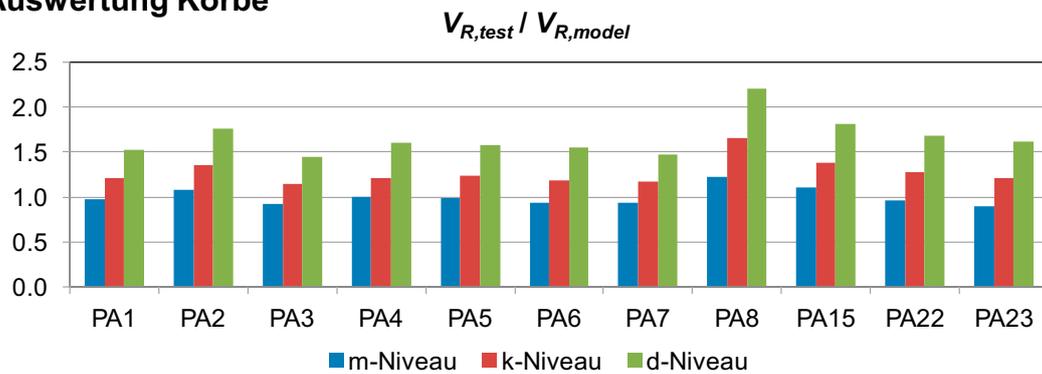
## Versuche / Gutachten

### Versuch 2 (Körbe)



## Versuche / Gutachten

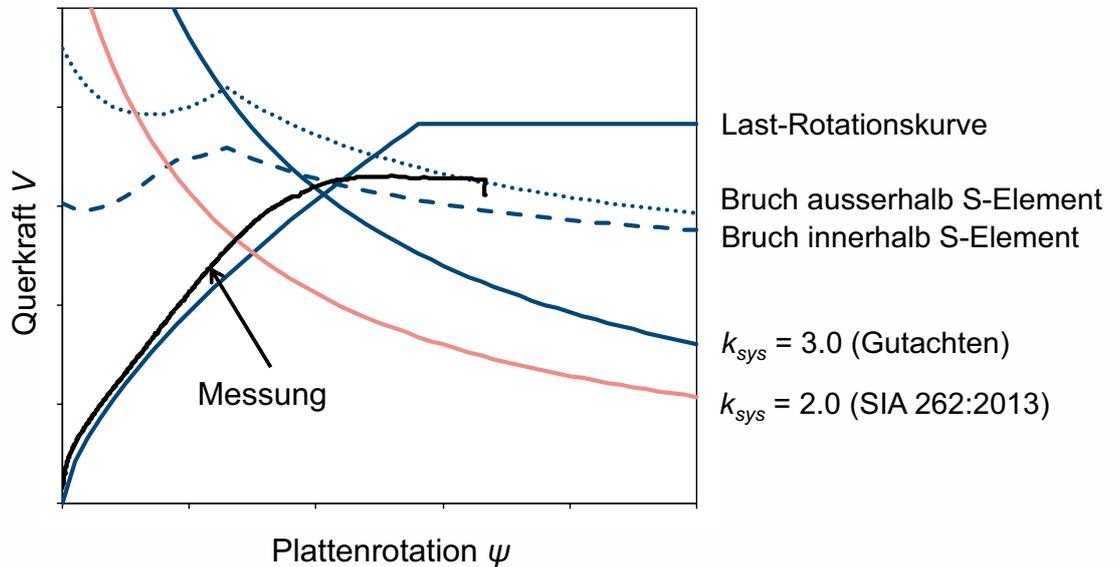
### Auswertung Körbe



	Mittelwert	Charakteristisch	Design
Mittelwert	<b>0.99</b>	1.26	<b>1.64</b>
Variationskoeffizient	7.5%	10.1%	11.5%
5%-Fraktile	-	<b>1.05</b>	1.33
Minimalwert	0.90	1.13	<b>1.45</b>

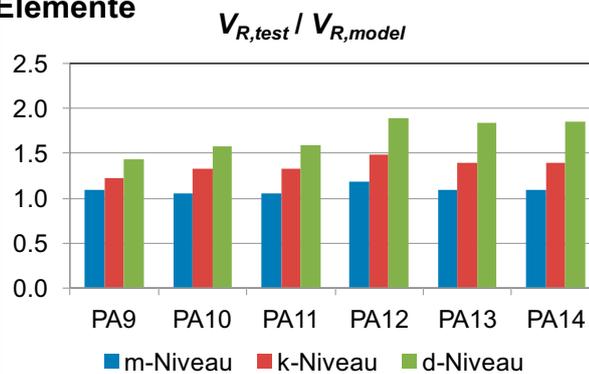
## Versuche / Gutachten

### Versuch 10 (S-Element & Körbe)



## Versuche / Gutachten

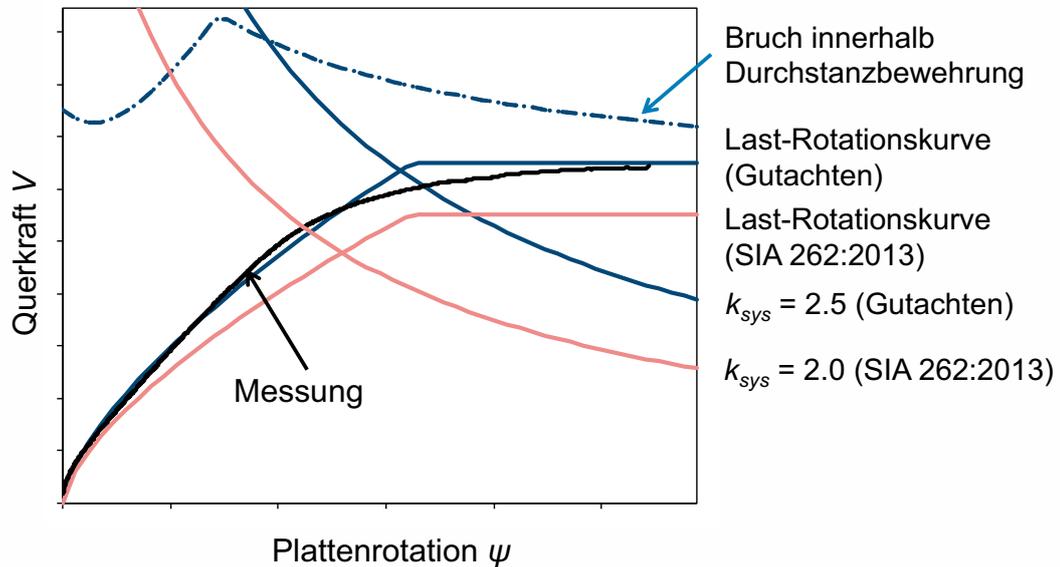
### Auswertung S-Elemente



	Mittelwert	Charakteristisch	Design
Mittelwert	<b>1.10</b>	1.36	<b>1.70</b>
Variationskoeffizient	4.5%	6.4%	11.2%
5%-Fraktile	-	<b>1.21</b>	1.38
Minimalwert	1.05	1.23	<b>1.43</b>

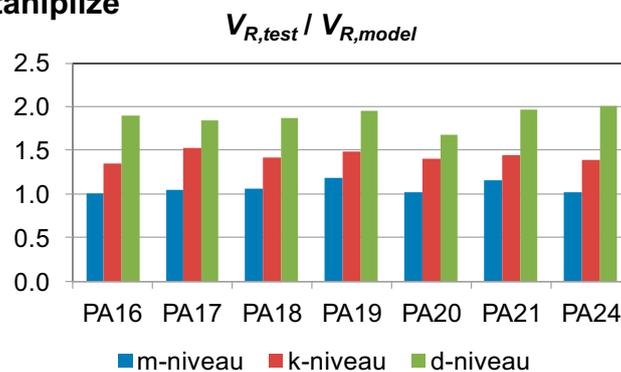
## Versuche / Gutachten

### Versuch 20 (Stahlpilz & Körbe)



## Versuche / Gutachten

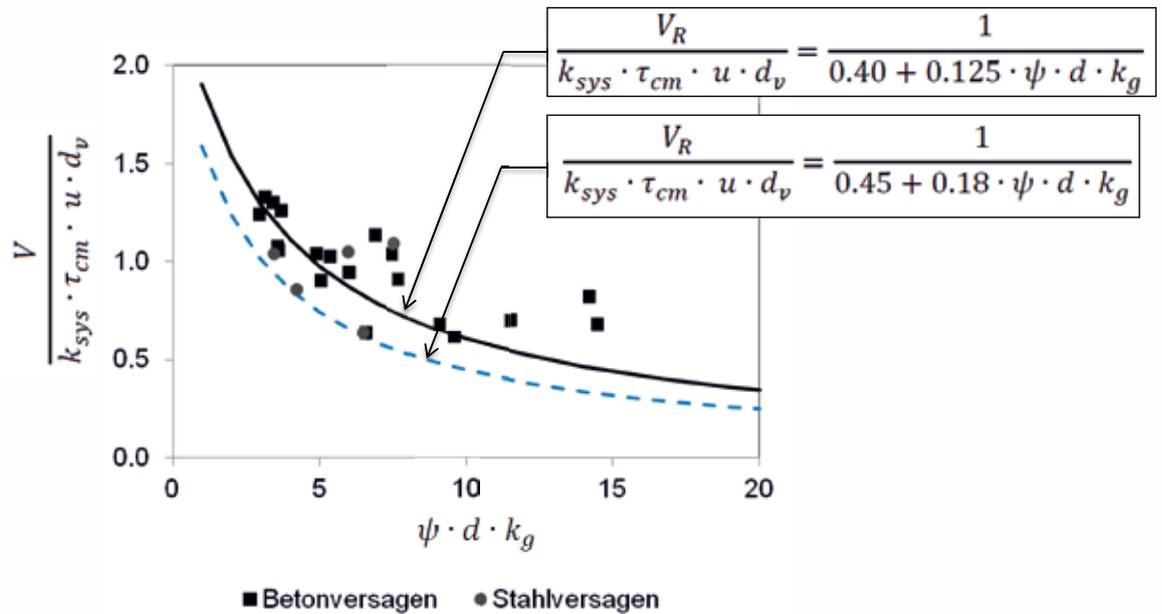
### Auswertung Stahlpilze



	Mittelwert	Charakteristisch	Design
Mittelwert	<b>1.07</b>	1.43	<b>1.89</b>
Variationskoeffizient	6.5 %	4.0%	5.7%
5%-Fraktile	-	<b>1.33</b>	1.71
Minimalwert	1.01	1.35	<b>1.68</b>

## Versuche / Gutachten

### Vergleich Versuchsergebnisse mit dem Bruchkriterium



## Versuche / Gutachten

### Beurteilung aufgrund zahlreicher Versuche

- Das Bemessungskonzept ist mit Sicherheitsniveau SIA 262:2013 vergleichbar (Platten ohne Durchstanzbewehrung).
- Das Bemessungskonzept ist mit dem Format der Norm SIA 262:2013 für Platten mit Durchstanzbewehrung kompatibel.
- Die im Gutachten beschriebenen Ausnahmen gegenüber der Norm SIA 262:2013 sind bei Einhaltung der grundsätzlichen Verlegeprinzipien der DURA Durchstanzbewehrung gerechtfertigt.

## Versuche / Gutachten

### Hinweise zum $k_{sys}$ -Wert

- Der  $k_{sys}$ -Wert ist kein physikalischer Parameter, deshalb kann er durch die Wahl von entsprechenden Versuchsparametern positiv oder negativ beeinflusst werden.
- Bei Aschwanden wird deshalb darauf verzichtet,  $k_{sys}$  möglichst hoch anzusetzen, um genügend Sicherheit für Fälle zu bieten, welche nicht exakt den Versuchskörpern entsprechen. Das DURA Gutachten ist daher auch für reale Fälle anwendbar.
- Diese Sicherheit kann nur durch eine genügende Anzahl an Grossversuchen erreicht werden. Bei Aschwanden wurden 24 Grossversuche mit Durchstanzbewehrung oder Stahlpilzen durchgeführt mit der Variation von verschiedenen Parametern wie der Plattenstärke, des Biegebewehrungsgehalt, der Stützenform, des Durchstanzbewehrungsgehalts, der Plattenabmessung und der Lasteinleitung.

## Kundennutzen des DURA-Systems

- Optimale und wirtschaftliche Lösungen dank hoher Systemflexibilität
- Bemessung normenkonform nach SIA 262 oder nach Gutachten von Prof. Dr. A. Kenel / Dr. S. Lips
- In 24 aktuellen Versuchen geprüft und wissenschaftlich ausgewertet
- Übersichtliche und transparente Dokumentation im Internet und in Ordnern
- Einzigartige, effiziente Planungs-Software für alle drei Näherungsstufen
- Aschwanden-App für Vordimensionierung mit Näherungsstufe I
- Das DURA-System bildet in Kombination mit der Bewehrung ein stabiles Paket beim Verlegen – und damit ein baustellentaugliches Durchstanzsystem
- Spezialausführungen nach Bedarf
- Keine verschärften Versetzvorschriften
- Grosse Zeiteinsparung bei der Baukontrolle

## RINO – das System zur Verstärkung von Flachdecken

Prof. Dr. Albin Kenel, HSR Rapperswil  
Prof. Dr. Thomas Keller, EPFL-CCLab

### Inhalt

#### Teil 1: RINO System – Übersicht

RINO Exo

RINO Carbo-S

RINO Flex

Systemvergleich Carbo-S vs. Flex

#### Teil 2: RINO System – Statik und Konstruktion

Statische Wirkungsweise + Vorspannung

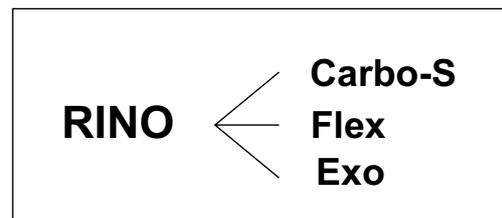
Versuche

Konstruktive Hinweise + Brandschutz

Beratung des Ingenieurs

Kundennutzen

## RINO System



- Effiziente Erhaltung von Betontragwerken durch Verstärkung des Durchstanzbereichs von Flachdecken
- Dauerhaftigkeit durch CFK Hochleistungswerkstoffe
- Systemeffizienz durch Vorspannung
- Hohe Sicherheit durch Systemduktilität und Einsturzsicherung
- Auswechselbarkeit der Systemkomponenten
- Bemessungsmodelle durch Grossversuche validiert

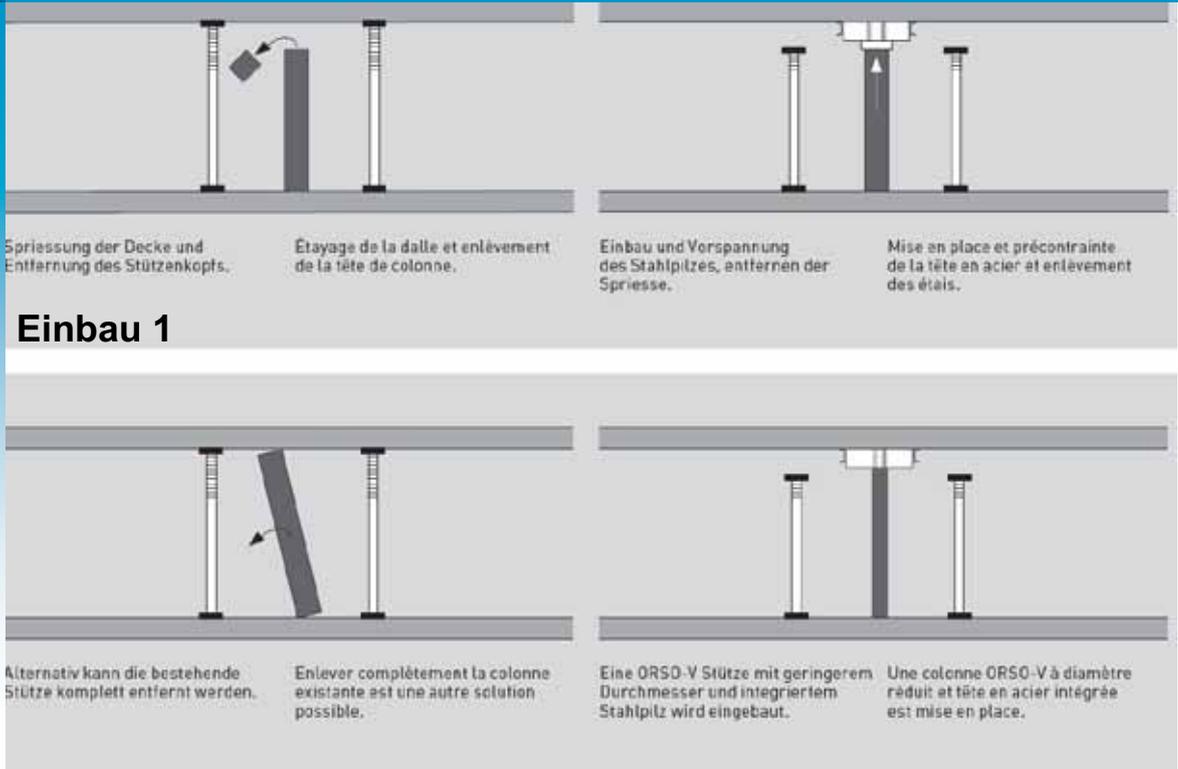
## RINO Exo

RINO® Exo

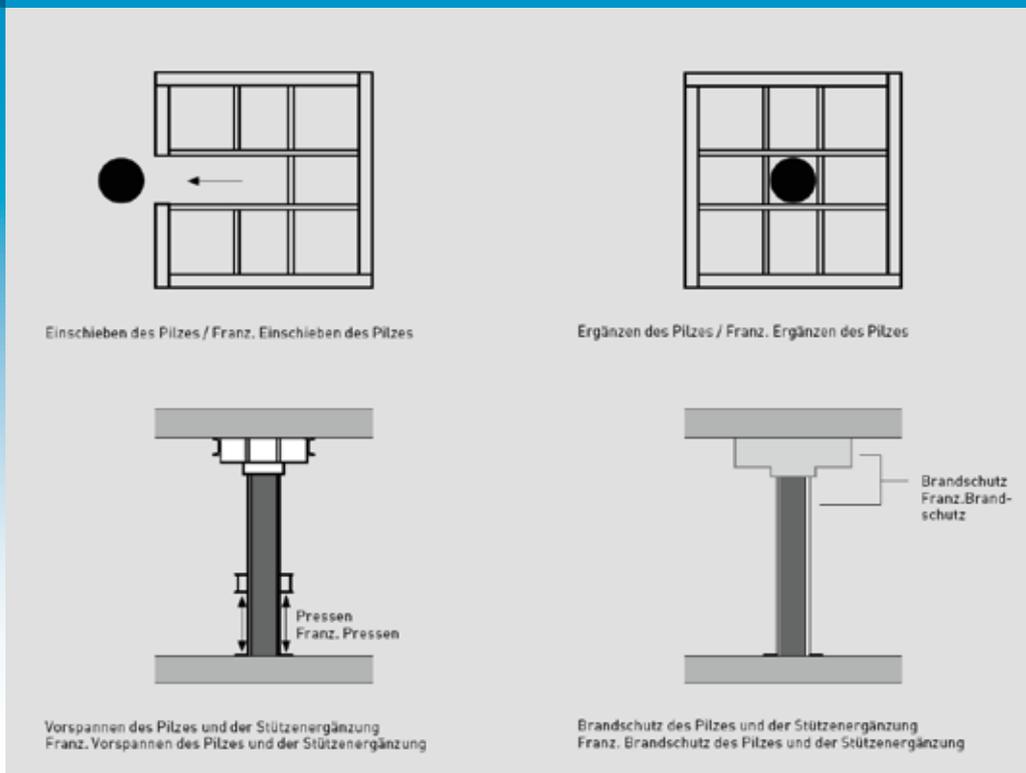


**Aussenliegender  
Stahlpilz**

# RINO Exo



# RINO Exo



## Einbau 2

## RINO Exo

4 Versuche



## RINO Carbo-S

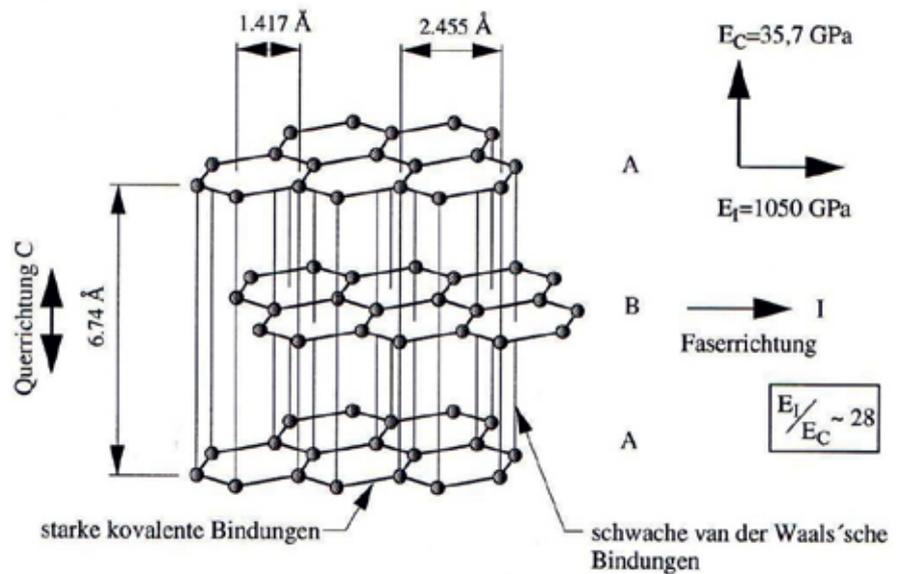
RINO® Carbo-S



**CFK Strangschlaufe**

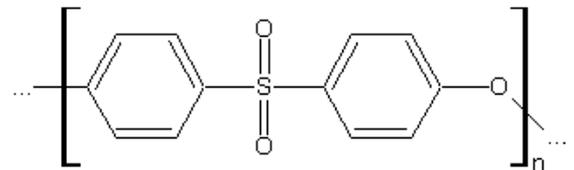
## RINO Carbo-S

### Kohlefaser Toray T700



### Thermoplastische Matrix PES

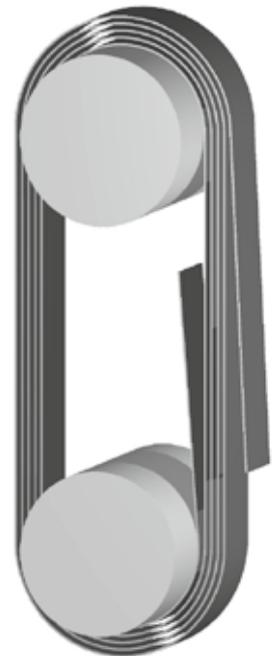
(Polyoxyphenylsulfonylphenylen)  $T < 190^\circ\text{C}$



## RINO Carbo-S

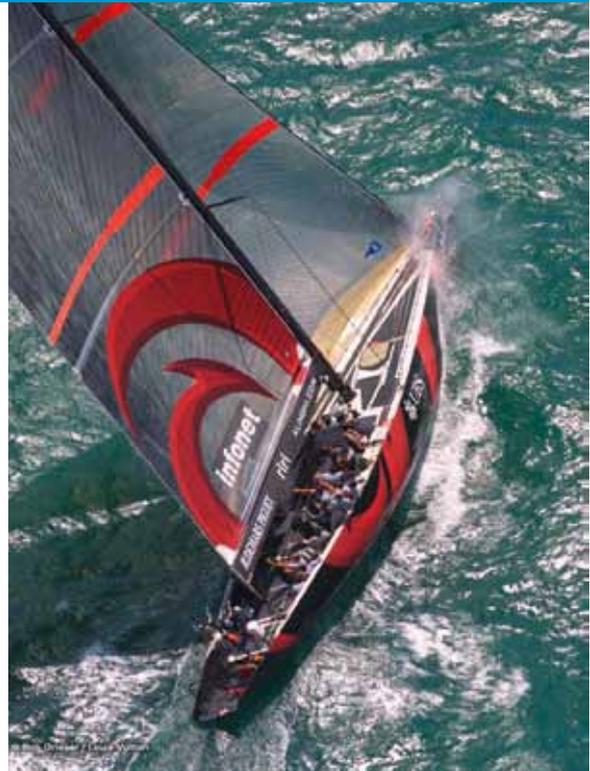
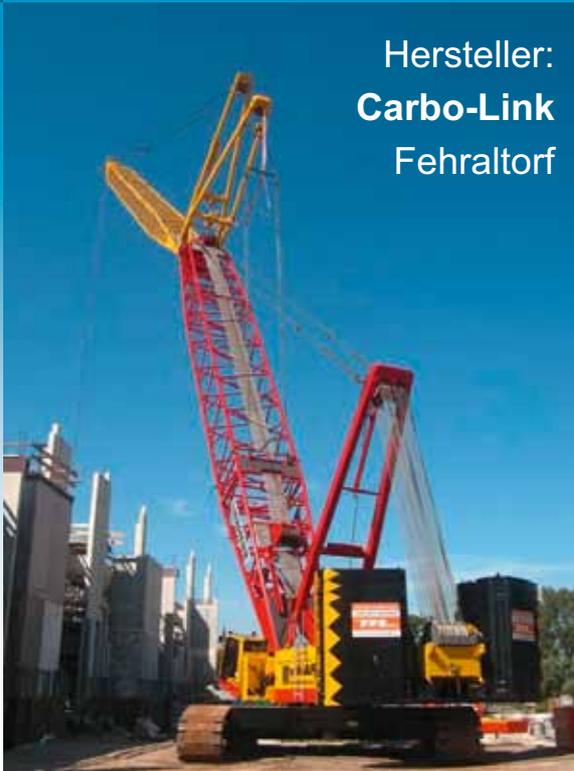
### Nicht-laminierte CFK Strangschlaufe:

- Tape um zwei Dorne gewickelt
- Querschnitt  $0.125 \times 30 \text{ mm}^2$
- Kein Verbund zwischen den Lagen
- Äusseres Ende wird auf ca. 60 mm verschweisst, inneres Ende ist frei (Reibungsverbund)
- Relativverschiebungen zwischen den Lagen führen zu einem Dehnungsausgleich und gleichmässiger Beanspruchung
- Geringe Biegesteifigkeit des Tapes verhindert unzulässige Biegespannungen
- Elektrische Trennung CFK-Stahl mit GFK-Gewebe (sonst Korrosion)
- Bruchlast 300-600 kN, Vorspanngrad 60% max.

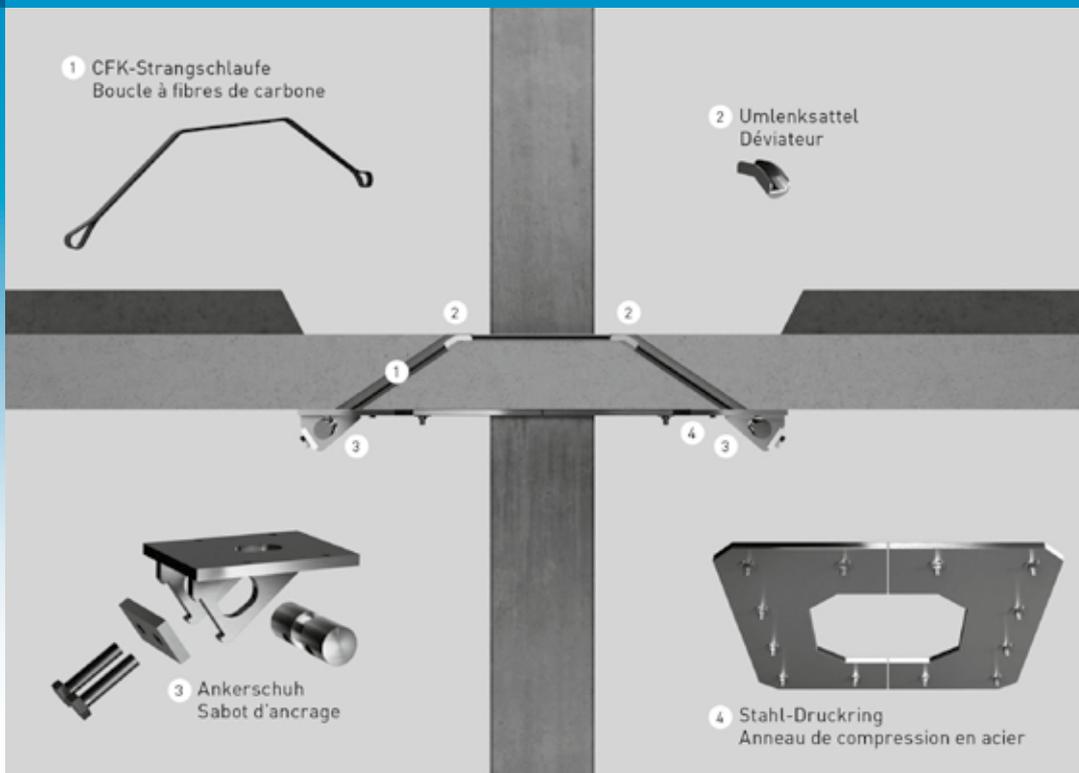


## RINO Carbo-S

Hersteller:  
Carbo-Link  
Fehraltorf

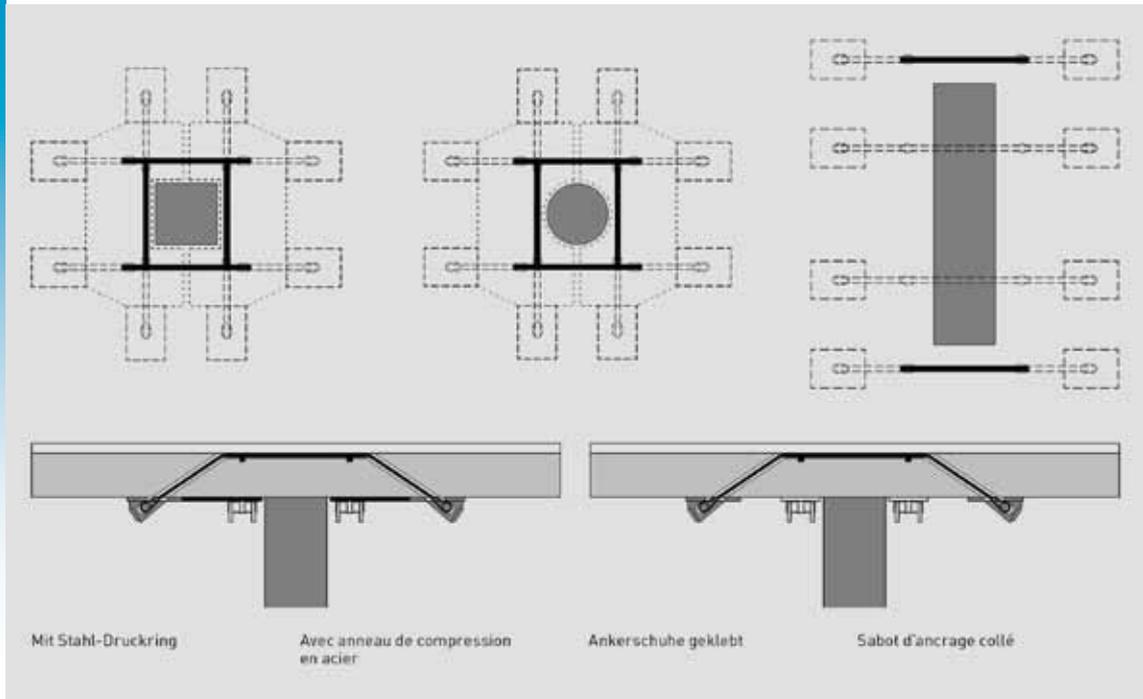


## RINO Carbo-S



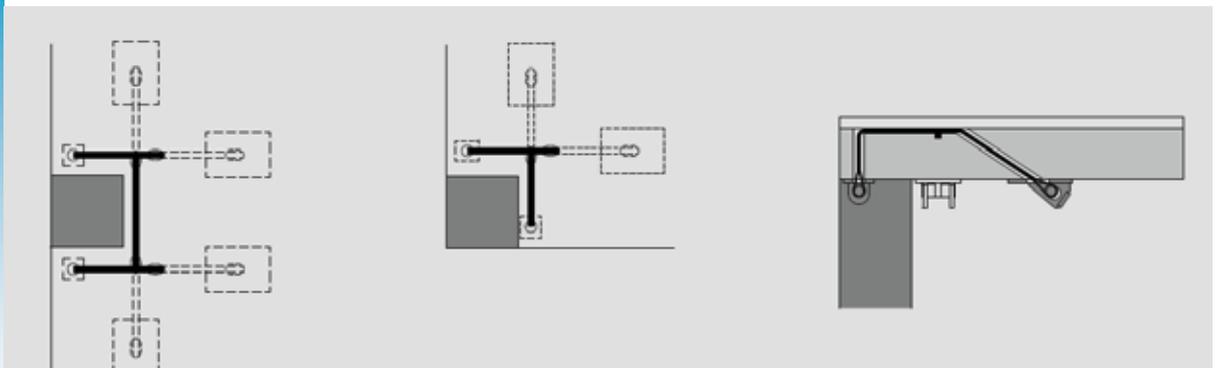
# RINO Carbo-S

## Anordnungen



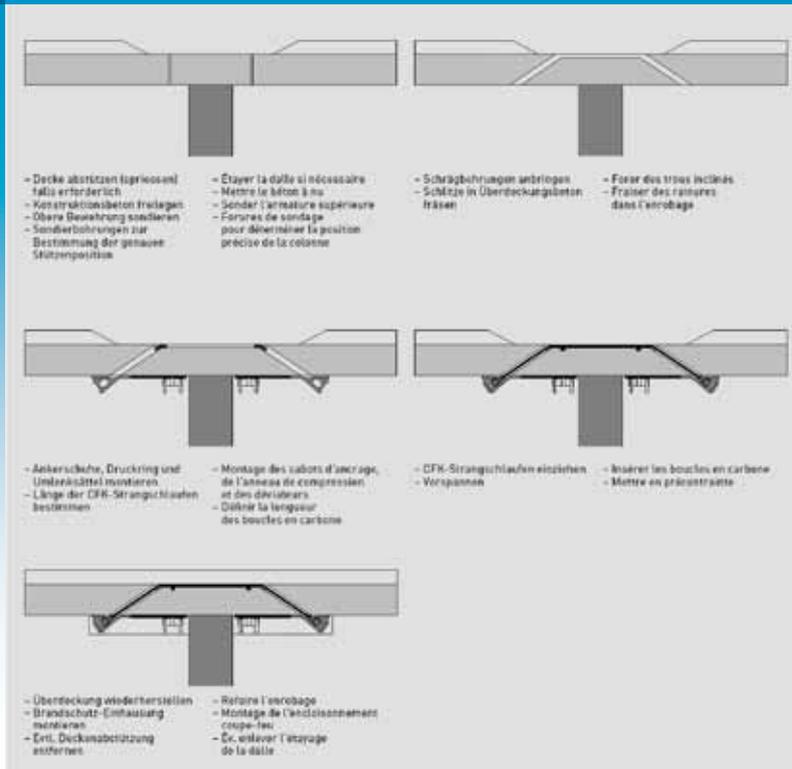
# RINO Carbo-S

## Rand- und Eckstützen



# RINO Carbo-S

## Einbau



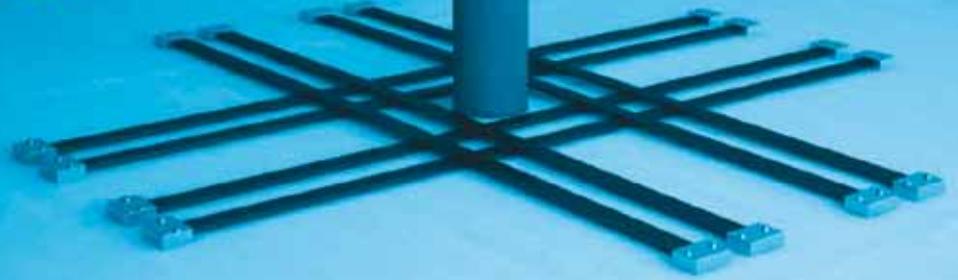
# RINO Carbo-S



## 13 Versuche

## RINO Flex

RINO® Flex



## Aufgeklebte CFK Lamellen

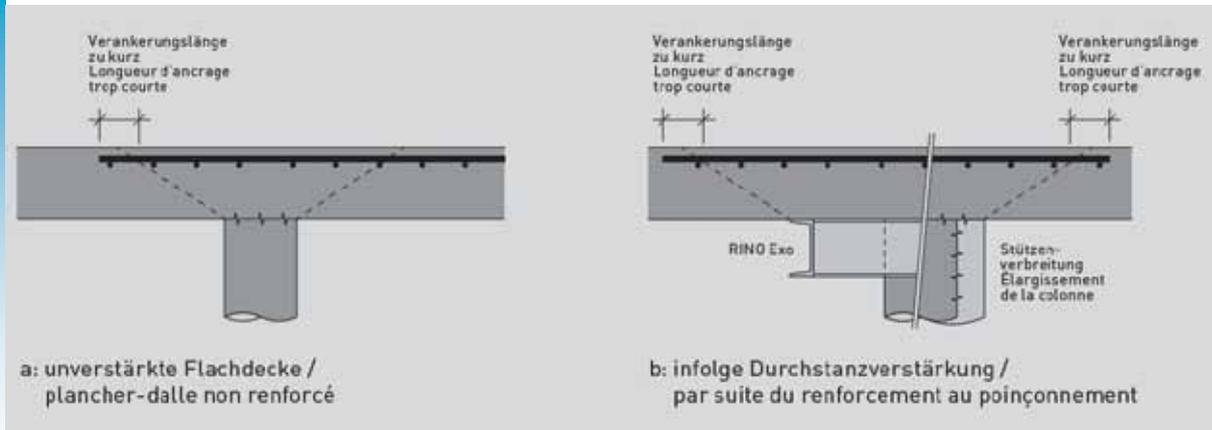
## RINO Flex

Hersteller:  
**Sika AG**  
Zürich



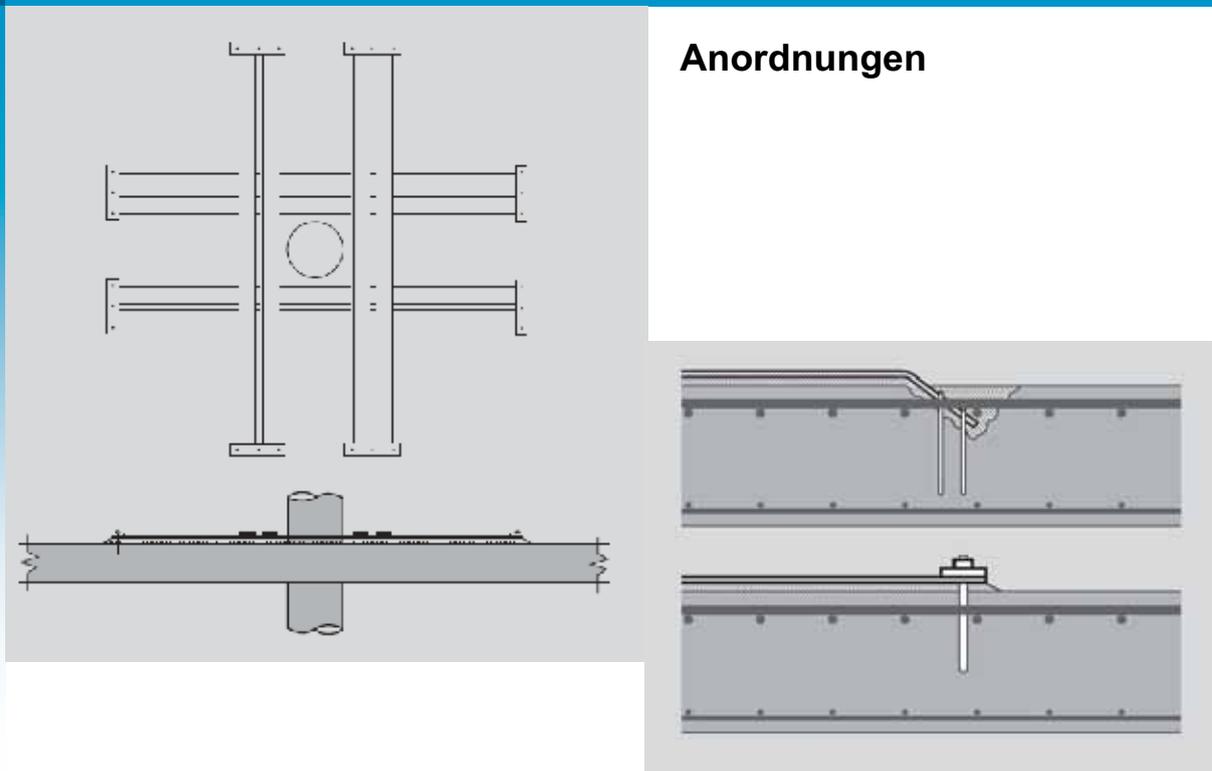
# RINO Flex

## Einsatzbereich



# RINO Flex

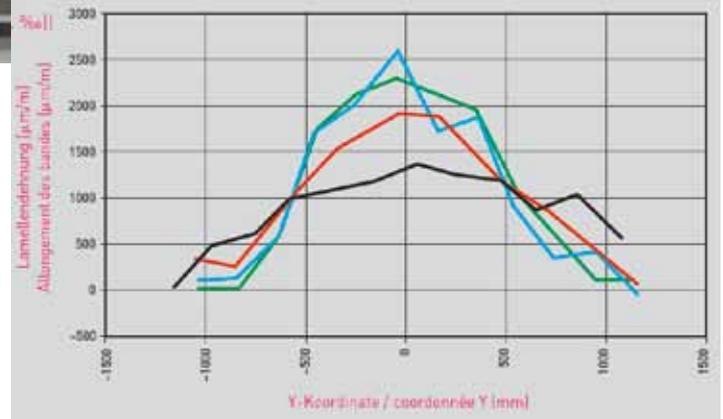
## Anordnungen



## RINO Flex



2 Versuche



## Systemvergleich Carbo-S vs. Flex

Produkt	t [mm]	b [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	f <sub>p</sub> [MPa]	E <sub>p</sub> [GPa]
Lamelle <b>RINO Flex</b>	1.2	50.0	60	3100 <sup>1</sup> 3000 <sup>2</sup>	165 <sup>1</sup> 162 <sup>2</sup>
Tape <b>RINO Carbo-S</b>	0.125	30.0	3.75	2460 <sup>1</sup> 2100 <sup>2</sup>	120 <sup>1</sup> 120 <sup>2</sup>
Strangschlaufe <b>RINO Carbo-S</b>					
2x25 Lagen (300 kN)	6.25		188		
2x33 Lagen (400 kN)	8.25	30.0	248	1820 <sup>1</sup>	120 <sup>1</sup>
2x50 Lagen (600 kN)	12.5		375	1660 <sup>2</sup>	120 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mittelwert

<sup>2</sup> 5%-Fraktile (charakteristischer Wert)

## Systemvergleich Carbo-S vs. Flex

### RINO Carbo-S:

PES (Polyoxyphenylensulfonylphenylen) Schlaufen:

$T < 190^{\circ}\text{C}$

### RINO Flex:

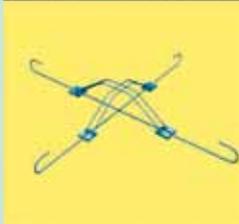
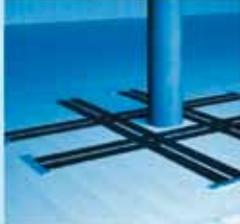
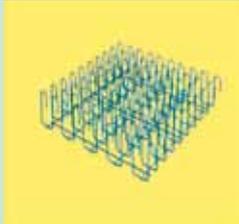
Epoxidharzmatrix CFK Lamellen:  $T < 150^{\circ}\text{C}$

Sikadur-30 Klebung CFK Lamellen:  $T < 65^{\circ}\text{C}$  im Brandfall

$T < 45^{\circ}\text{C}$  Langzeit

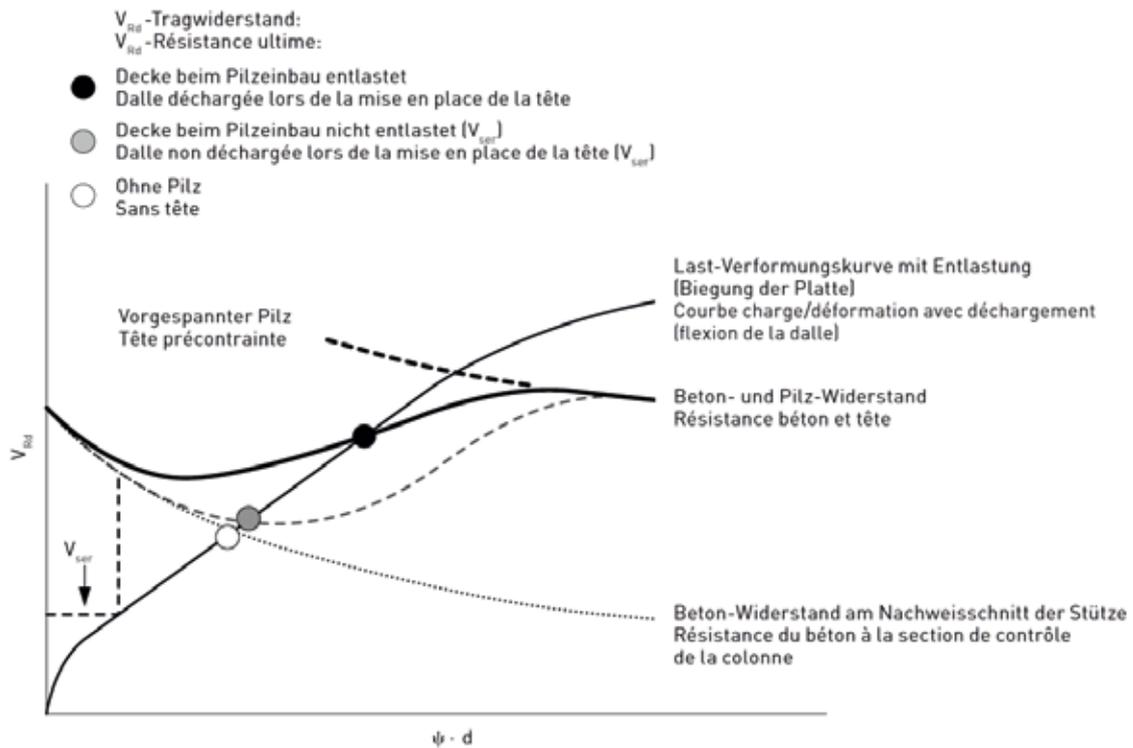
Alle Polymere feuchte-, alkali-, frost/tausalz-, säurebeständig,  
UV-Schutz erforderlich

## Statik und Konstruktion

Erhaltung / Maintenance	Neubau / Nouveaux bâtiments
 <p><b>RINO Carbo-S</b></p> <p>2009-2012 13 Versuche / essais</p>	 <p><b>DURA S-Elemente Éléments S DURA</b></p> <p>2008-2009 6 Versuche / essais</p>
 <p><b>RINO Exo</b></p> <p>2010-2012 4 Versuche / essais</p>	 <p><b>DURA Stahlpiz Têtes en acier DURA</b></p> <p>2002-2012 7 Versuche / essais</p>
 <p><b>RINO Flex</b></p> <p>2011-2012 2 Versuche / essais</p>	 <p><b>DURA Bügelkorb Paniers d'étriers DURA</b></p> <p>2002-2012 11 Versuche / essais</p>

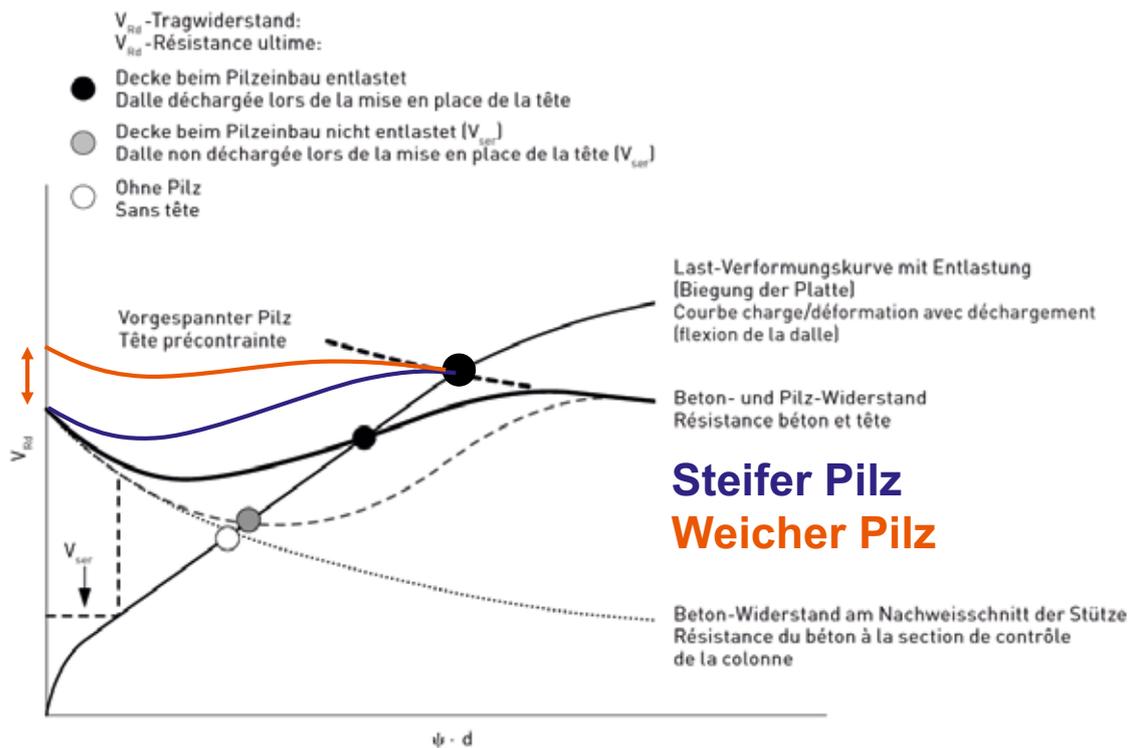


# Vorspannung von RINO Exo – Teil-Vorspannung



# Vorspannung von RINO Exo – Teil-Vorspannung

Pilz-Vorspannung

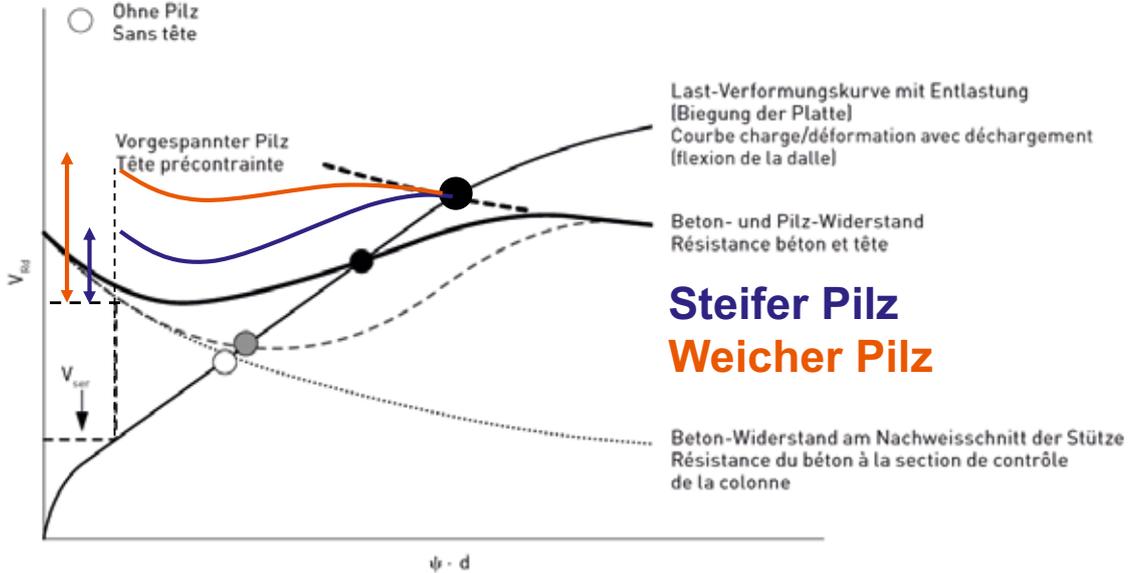


# Vorspannung von RINO Exo – Teil-Vorspannung

Pilz-Vorspannung

$V_{Rd}$  - Tragwiderstand:  
 $V_{Rd}$  - Résistance ultime:

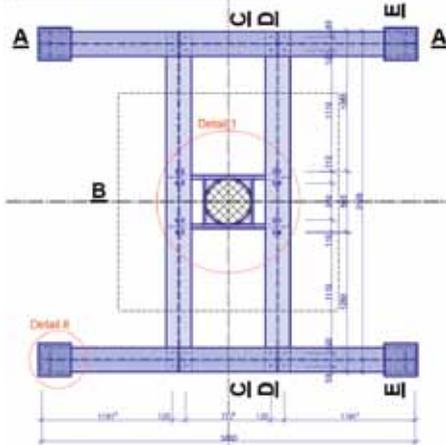
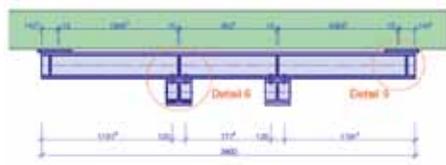
- Decke beim Pilzeinbau entlastet  
Dalle déchargée lors de la mise en place de la tête
- Decke beim Pilzeinbau nicht entlastet ( $V_{ser}$ )  
Dalle non déchargée lors de la mise en place de la tête ( $V_{ser}$ )
- Ohne Pilz  
Sans tête



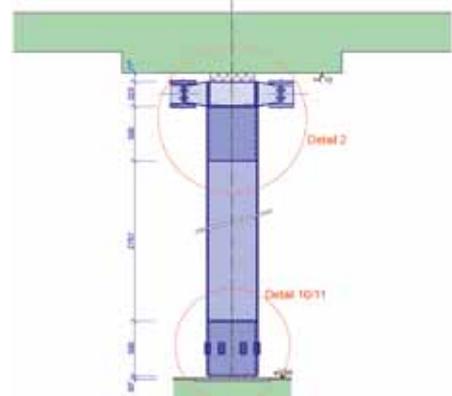
# Vorspannung von RINO Exo – Beispiel

Stützenkopf nicht entfernt

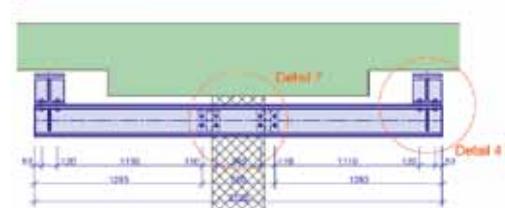
A - A 1 : 20



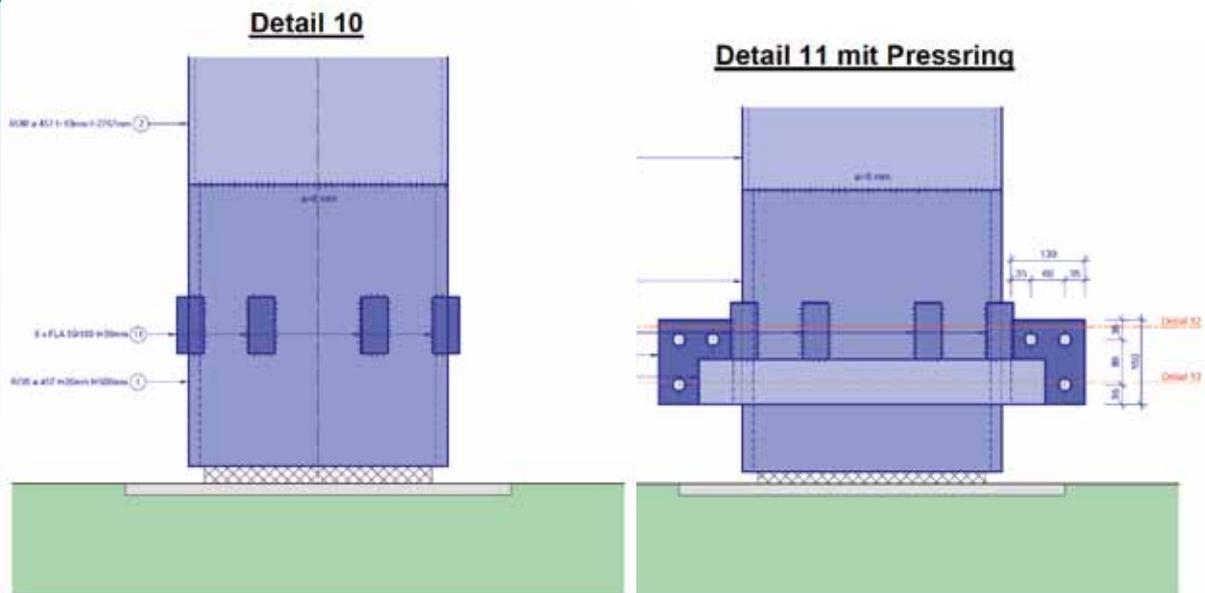
B - B 1 : 20



D - D 1 : 20



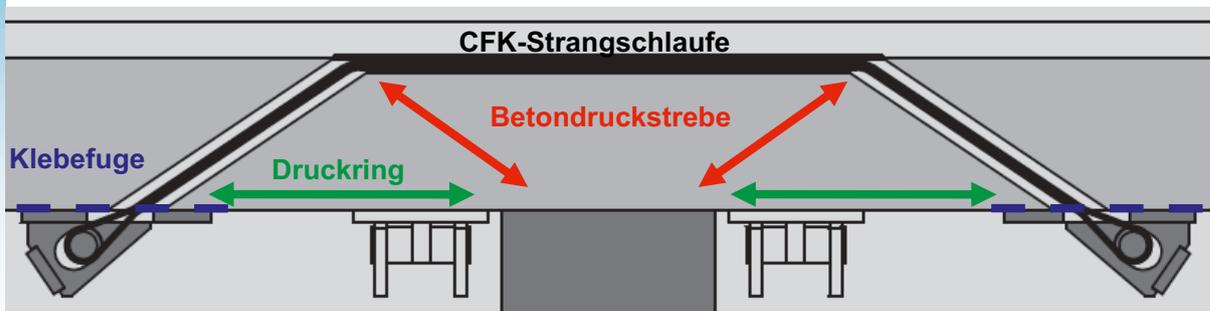
## Vorspannung von RINO Exo – Beispiel



## statische Wirkungsweise – RINO Carbo-S

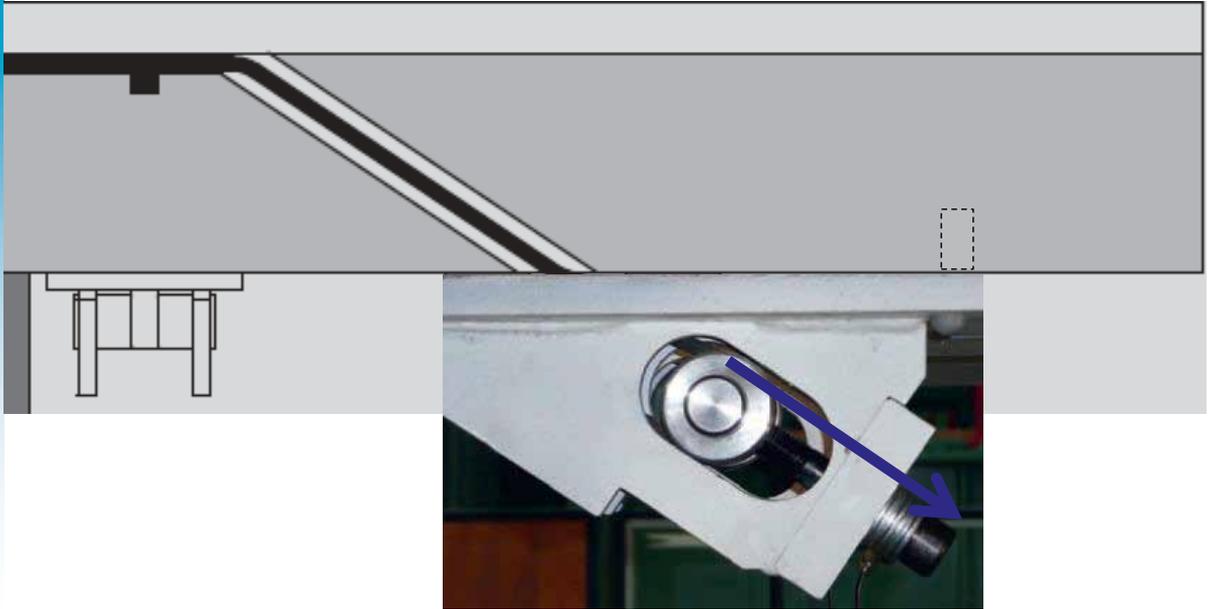
Konsolmodell: fünf Versagensmöglichkeiten

1. Betondruckstrebe über der Stütze (analog SIA 262)
2. Beton-Druckring
3. CFK-Strangschlaufe (inkl. Komponenten)
4. Klebefuge bzw. Stahldruckring
5. Betonbruch ausserhalb der Verstärkung

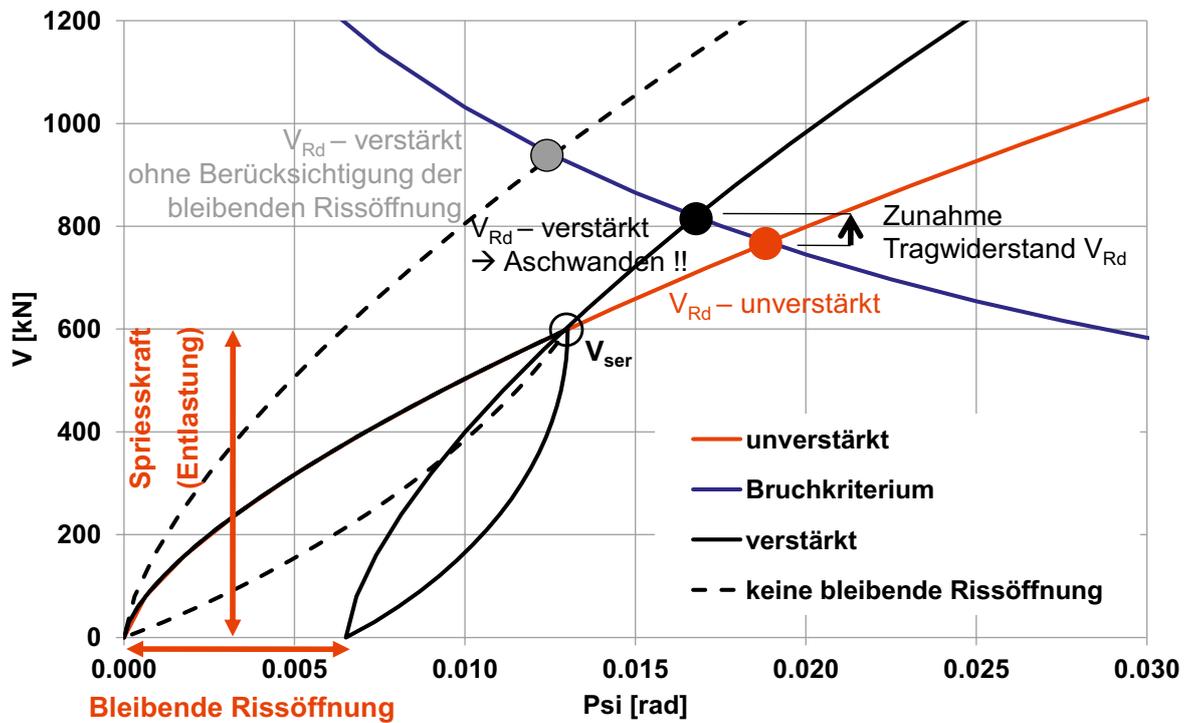


## Vorspannung – RINO Carbo-S

Strangschlaufe wird über die Verankerungsschrauben oder hydraulisch gespannt:



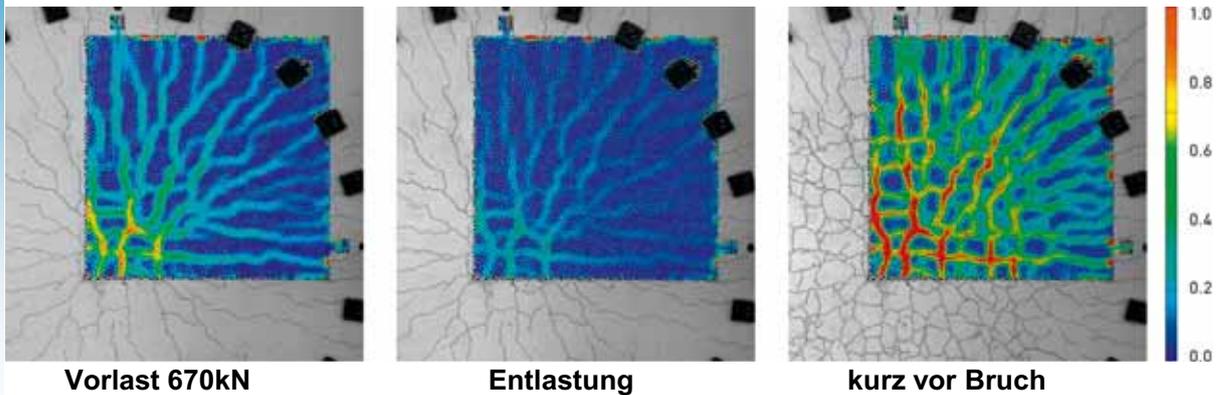
## Versuche – Bleibende Rissöffnung



## Versuche – Bleibende Rissöffnung

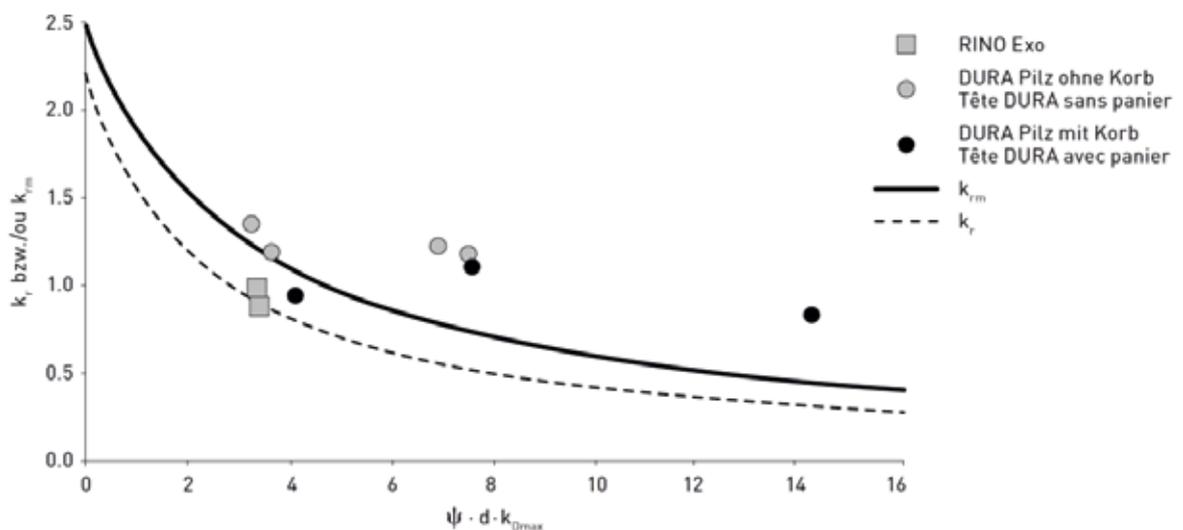
Die Berücksichtigung der Belastung vor der Verstärkung und der Vorverformung aus Entlastung (z.B. durch Spriesskräfte oder Abtrag von Erdüberdeckung) fließt in die Bemessung des RINO Systems ein.

Rissbilder; Fotos und qualitative Rissbreiten aus 3D Bildkorrelationsmessungen:



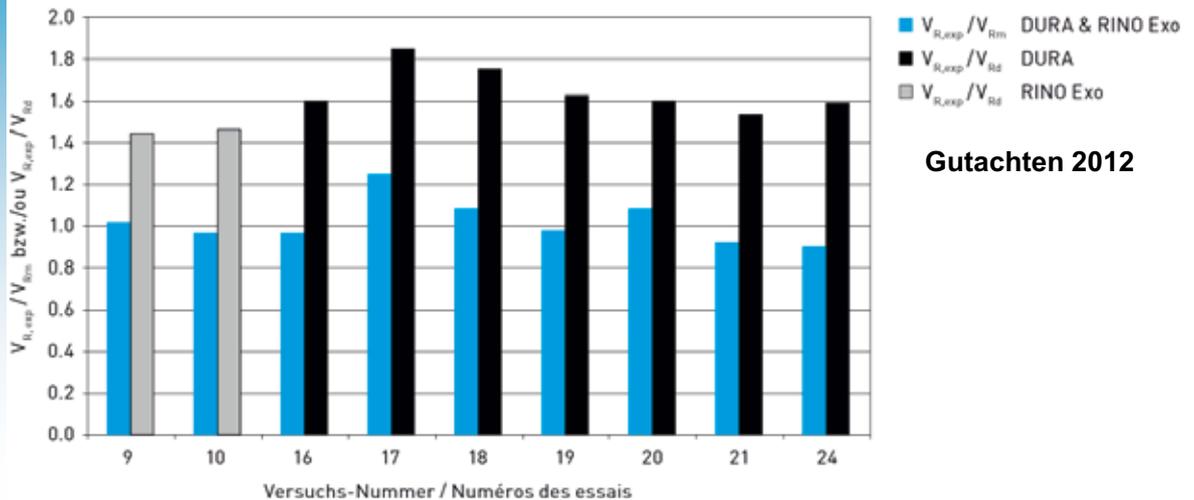
## Versuche RINO Exo – Vergleich mit Bruchkriterium

Die Ergebnisse der RINO Exo Versuche sind vergleichbar mit den Versuchsergebnissen von DURA Pilzen ohne aussen anschließende DURA Körbe. Die etwas tieferen normierten Bruchlasten von RINO Exo sind u.a. durch die Vorverformung der Platten vor der Verstärkung mit RINO Exo bedingt.



## Versuche RINO Exo – Vergleich mit Norm

Das Bemessungskonzept für RINO Exo liefert somit Bemessungswerte mit einer ausreichend grossen Reserve zur Bruchlast und erfüllt die Anforderungen der Norm SIA 262.



Gutachten 2012

## Versuche RINO Exo – Gutachten

RINO<sup>®</sup> Exo

### Durchstanzverstärkung Gutachten

Externer Stahlpilz zur nachträglichen Erhöhung des Durchstanzwiderstandes von bestehenden Flachdecken

Prof. Dr. Albin Kenel, HSR  
Prof. Dr. Thomas Keller, EPFL

### Renforcement au poinçonnement Expertise

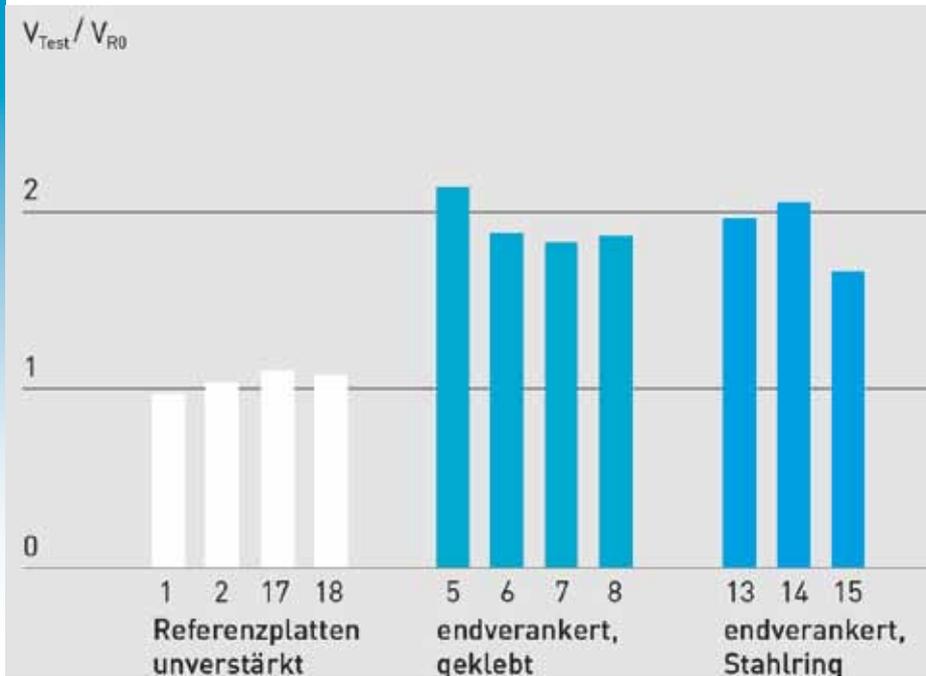
Tête en acier externe pour augmenter ultérieurement la résistance au poinçonnement de planchers-dalles existants

Prof. Dr. Albin Kenel, HSR  
Prof. Dr. Thomas Keller, EPFL

1. Die Bemessung der RINO Exo Verstärkung kann auf der Grundlage des in diesem Gutachten beschriebenen Bemessungskonzepts mit einem Sicherheitsniveau realisiert werden, das mit dem der Norm SIA 262 für Flachdecken ohne Durchstanzbewehrung vergleichbar ist.
2. Das Bemessungskonzept ist mit dem Nachweisformat der Norm SIA 262 für Platten mit Durchstanzbewehrung kompatibel.
3. Allfällig zu knappe Verankerungen oder zu kurze Übergreifungsstösse der Biegebewehrung im Stützenbereich nach der Verstärkung mit RINO Exo können mit RINO Flex kompensiert werden.

## Versuche RINO Carbo-S

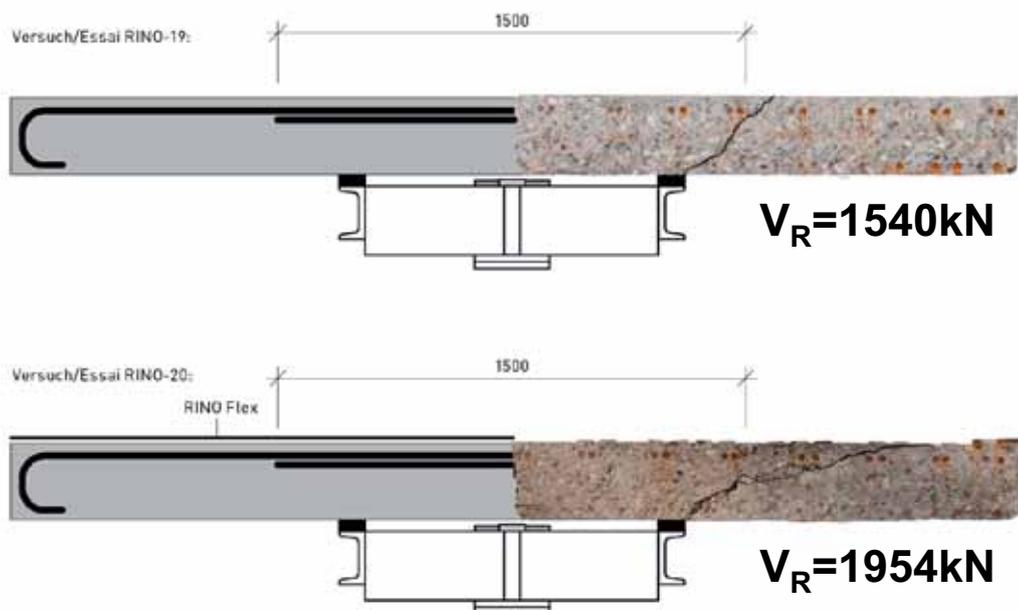
Wirkung der Durchstanzverstärkung und Überprüfung Bauzustand:



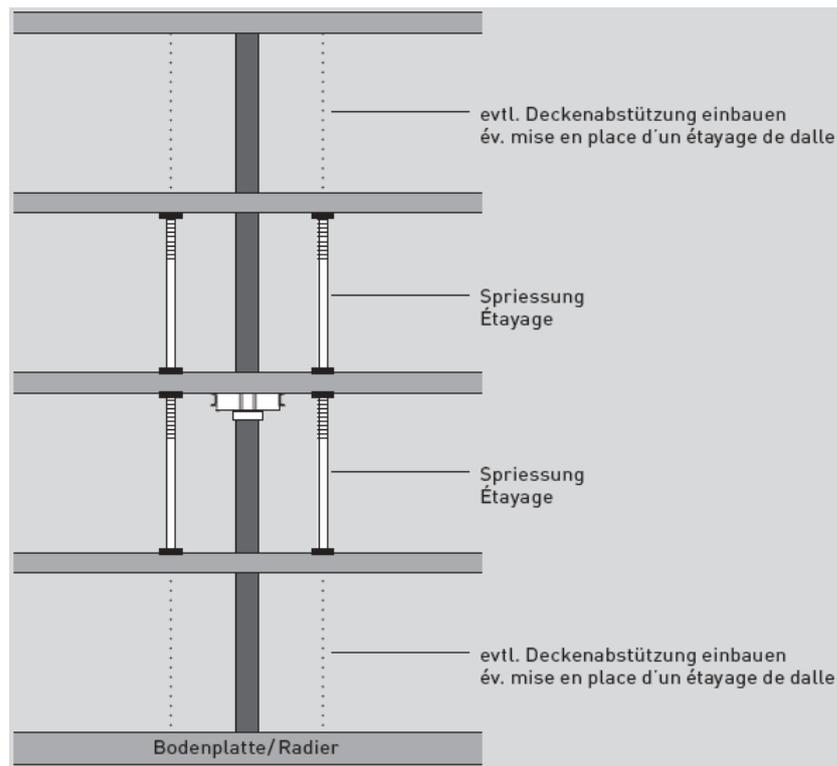
## Versuche RINO-Flex

Masse in mm  
Mesures en mm

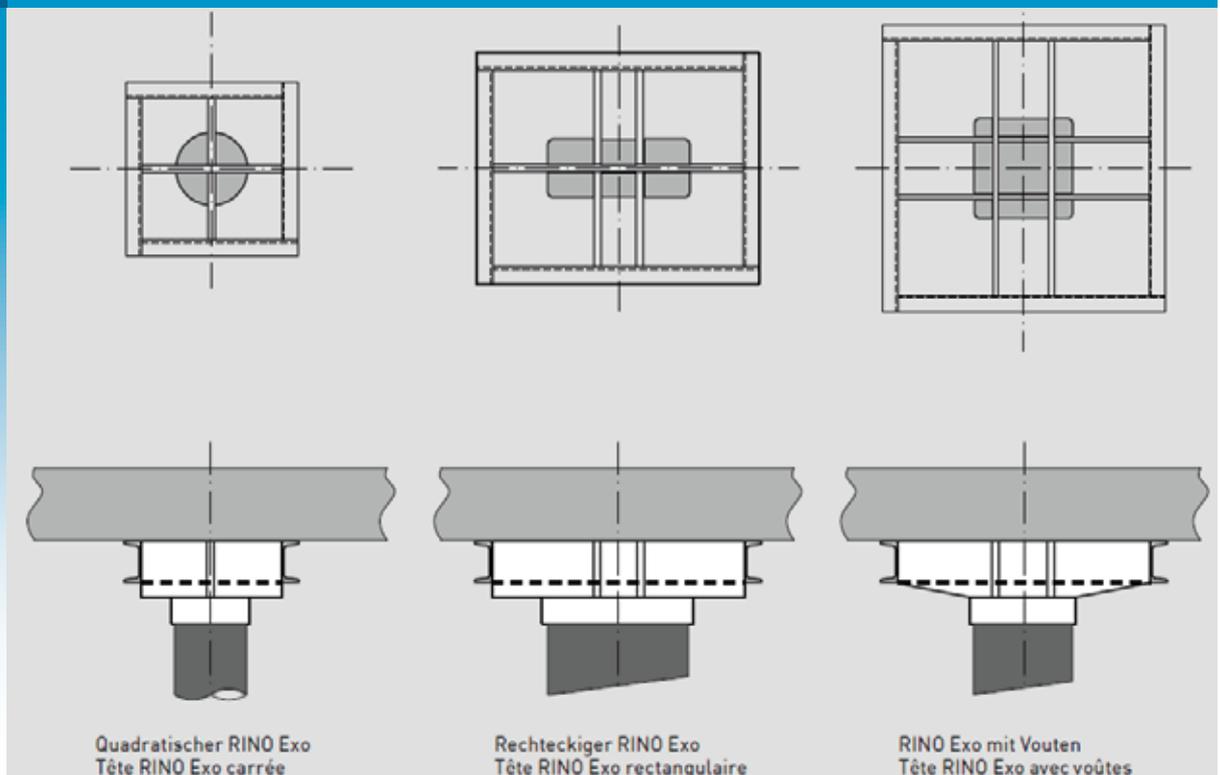
Zu kurz gestossene Biegebewehrung im Stützenbereich. Behebung mit RINO Flex.  
Zum Vergleich: RINO-10  $V_R=1975$  kN



## Konstruktive Hinweise und Einbau von RINO Exo



## Ausführungsformen von RINO Exo



## Brandschutz



## Beratung des Ingenieurs

### Überprüfung durch den Bauingenieur:

- Überprüfung der Tragsicherheit gemäss SIA 260 – 262 und SIA 269, 269/2.
- Eine erste Abklärung der Notwendigkeit einer Durchstanzverstärkung kann mit der Aschwanden **Software RINO Check** vorgenommen werden:

$$V_{Rd,act} \geq V_{d,act} \quad (\text{Widerstand grösser/gleich als Beanspruchung})$$

Tragsicherheit gewährleistet → keine Massnahmen nötig

$$V_{Rd,act} < V_{d,act} \quad (\text{Widerstand kleiner als Beanspruchung})$$

Tragsicherheit nicht gewährleistet → **RINO System**

## Beratung des Ingenieurs

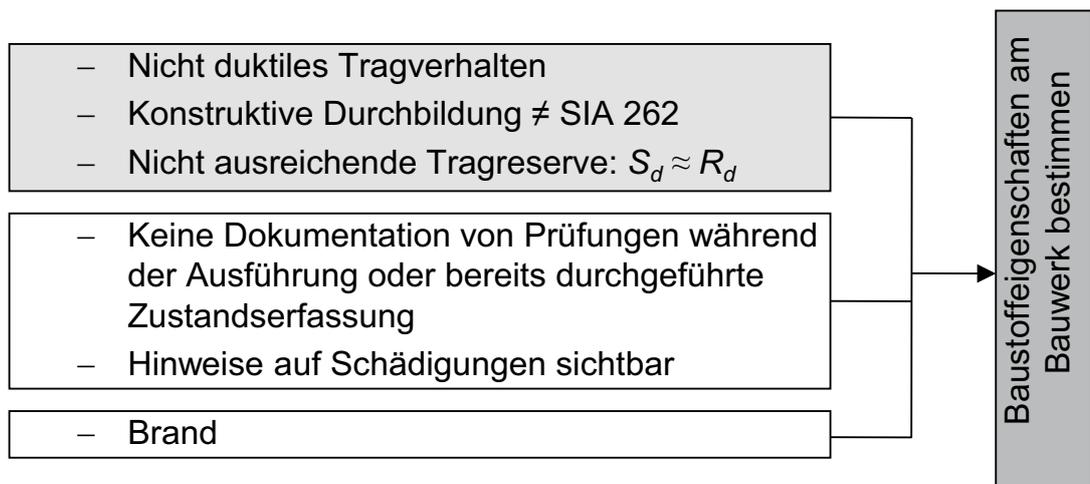
### Umfang der Untersuchungen – Die vier typischen Überprüfungssituationen

Tragverhalten	Mit Ingenieurplänen	Ohne Ingenieurpläne
Nicht duktil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Untersuchung</li> <li>• Aktualisierung der mechanischen Eigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Untersuchung</li> <li>• Aktualisierung der mechanischen Eigenschaften</li> <li>• <b>Sondierungen</b></li> </ul>
duktil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Untersuchung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Untersuchung</li> <li>• <b>Sondierungen</b></li> </ul>

Tab.: Dokumentation D 0226, Tragsicherheit von Einstellhallen, SIA, 2008

## Beratung des Ingenieurs

### Bestimmung der Baustoffeigenschaften – Aus Bauwerksakten oder am Bauwerk bestimmen?



## Beratung des Ingenieurs

### Bestimmung der Baustoffeigenschaften – Aus Bauwerksakten oder am Bauwerk bestimmen?

- Durchstanzen ist ein spröder Versagensmechanismus
- Die Überprüfung erfolgt auf Grund eines vermuteten Widerstandsdefizits bzw. ungenügender Tragreserve
- Vielfach entspricht die konstruktive Durchbildung nicht der SIA 262

→ Die Baustoffeigenschaften für Durchstanzverstärkungen sind am Bauwerk zu bestimmen (Sondage):  
(Bewehrungsdurchmesser und - Teilung, Verankerungen, stat. Höhen...)

→ Die Zugänglichkeit von oben muss bei allen Verstärkungssystemen gewährleistet sein (auch wenn nur von unten verstärkt wird)!

## Beratung des Ingenieurs

### Leistungen und Verantwortung – Aufteilung und Übersicht

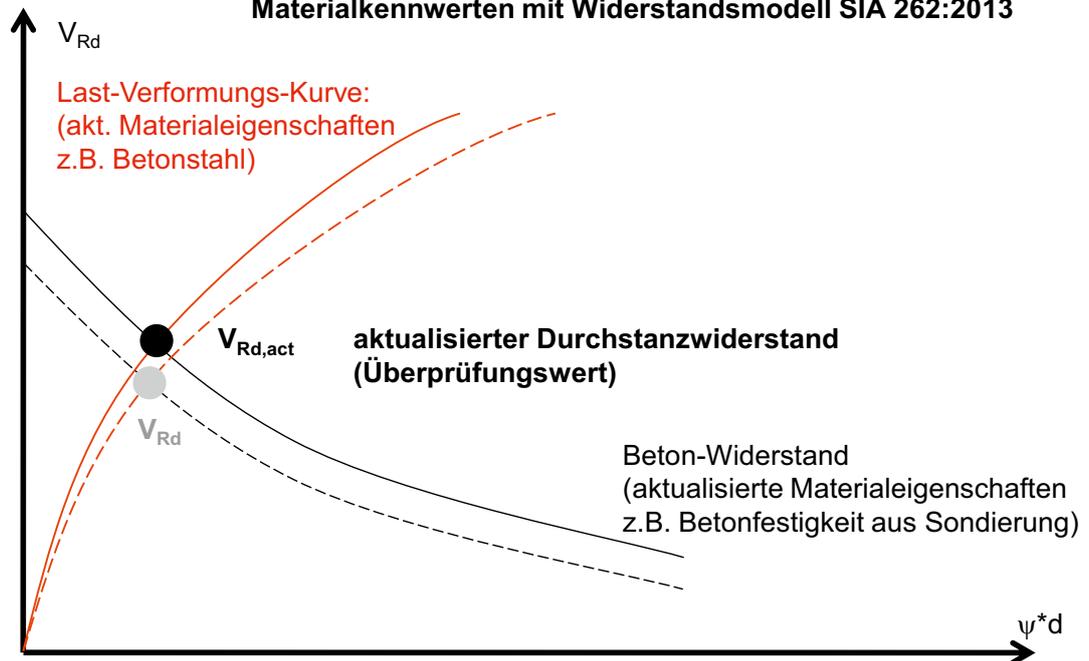
Phasenmodell gemäss Baufortschritt nach SIA 103 (2003)						
Bauphasen	Vorstudien	Vorprojekt DV	Bauprojekt BP	Ausschreibung AS	Ausführungsprojekt DA	Ausführung AF
Datengrundlage in den Bauphasen	DV-Daten Vorprojekt			DA-Daten Ausführung		
Grundlegende Haftungsgrenze für alle Bauphasen	Gültigkeit AGB's von Aschwanden und Nutzungs-Vereinbarung der Bemessungs-Software Aschwanden					
Lieferung der Baudaten durch den Bauingenieur	DV-Daten Vorprojekt Für die Vollständigkeit und Richtigkeit der DV-Daten Vorprojekt ist ausschliesslich der Bauingenieur verantwortlich			DA-Daten Ausführung Für die Vollständigkeit und Richtigkeit der DA-Daten Ausführung ist ausschliesslich der Bauingenieur verantwortlich		
Haftungsgrenzen von Aschwanden, wenn Aschwanden nur die Bemessung übernimmt	Gültigkeit AGB's von Aschwanden und Nutzungs-Vereinbarung der Bemessungs-Software Aschwanden			Aschwanden übernimmt darüber hinaus die Garantie der Tragwiderstände für das RINO System aufgrund der DA-Daten Ausführung		
Haftungsgrenzen von Aschwanden, wenn Aschwanden zusätzlich zur Bemessung des RINO Systems die Kontrolle der Vorspannung übernimmt	Gültigkeit AGB's von Aschwanden und Nutzungs-Vereinbarung der Bemessungs-Software Aschwanden			Aschwanden übernimmt darüber hinaus die Garantie der Tragwiderstände für das RINO System aufgrund der DA-Daten Ausführung		Aschwanden übernimmt darüber hinaus die Garantie der Tragwiderstände für das RINO System aufgrund der DA-Daten Ausführung und dafür, dass die entsprechende Vorspannung aufgebracht ist

Abkürzungen und Definitionen:  
**DV-Daten Vorprojekt:** Daten Vorprojekt vom Bauingenieur für die Vorbemessung durch Aschwanden > Richtgrössen  
**DA-Daten Ausführung:** Mit diesen Daten bemisst Aschwanden das RINO System und liefert dem Bauingenieur konkrete Tragwiderstände für die Ausführung.

## Beratung des Ingenieurs

Zielsetzung:

Durchstanzwiderstand mit nach SIA 269 aktualisierten  
Materialkennwerten mit Widerstandsmodell SIA 262:2013



## Kundennutzen – RINO Exo

Das Verstärkungssystem RINO Exo zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:

- Aktives und effektives System durch Vorspannung: die bestehende vorgeschädigte Decke wird bereits wirksam entlastet. Der Hauptanteil der Last wird über den äusseren Umfang (Pilzrand) abgetragen.
- Der Einbau von RINO Exo erfolgt ohne Eingriff in die bestehende Decke, d.h. ohne deren zusätzliche Schädigung. Es sind keine Bohrungen notwendig.
- Die Tragfähigkeit von Flachdecke und RINO Exo sind optimal aufeinander abgestimmt.
- Das Bemessungsmodell wurde durch Grossversuche verifiziert.
- Software RINO Check zur ersten Abklärung der Notwendigkeit einer Durchstanzverstärkung.

## Kundennutzen – RINO Carbo-S

**Das Verstärkungssystem RINO Carbo-S zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:**

- Dauerhafte Hochleistungswerkstoffe: CFK
- Aktives und effektives System durch Vorspannung
- Nachvollziehbarer Kräftefluss
- Hohe Sicherheit durch Systemduktilität und Einsturzsicherung
- Auswechselbarkeit der Systemkomponenten
- Weniger Bohrungen als bei vergleichbaren Systemen und damit geringere Reduktion des Betonquerschnitts
- Bemessungsmodell wurde durch Grossversuche an der EMPA verifiziert
- Software RINO Check zur ersten Abklärung der Notwendigkeit einer Durchstanzverstärkung

## Kundennutzen – RINO Flex

**Das Verstärkungssystem RINO Flex zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:**

- Dauerhafte Hochleistungswerkstoffe: CFK
- Vorhandene Biegebewehrung kann statisch voll aktiviert werden und dadurch nachgewiesene signifikante Erhöhung des Durchstanzwiderstandes
- Einfache Applikation von oben, minimaler Platzbedarf und im Grundriss flexibel anzuordnen
- Bemessungsmodell wurde durch Grossversuche an der EMPA verifiziert
- Software RINO Check zur ersten Abklärung der Notwendigkeit einer Durchstanzverstärkung

## Kundennutzen – RINO System



Durchstanz-Problem erkannt



Schlaff verstärkt

## Kundennutzen – RINO System



RINO System mit Vorspannung



Durchstanz-Problem gelöst !



## ORSO-V

### Stahl-/Beton-Verbundstützen

April 2013

#### ORSO-V Stahl / Betonverbundstützen



## Statisch und ästhetisch überzeugend



## Variable Oberflächen – individuelle Optik



Oberfläche roher  
Stahl (unbehandelt)

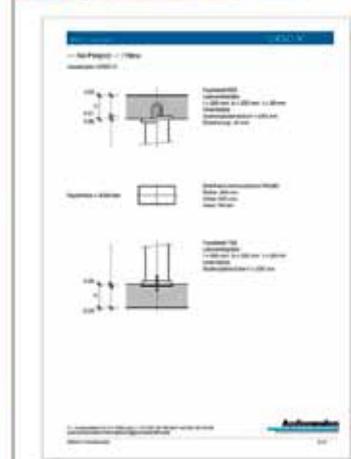
Oberfläche stahl-  
korngestrahlt SA2½  
und mit 40µ Zwei-  
komponenten-  
Zinkstaubfarbe  
beschichtet

Oberfläche stahl-  
korngestrahlt SA2½  
und mit 40µ Zwei-  
komponenten-  
Zinkstaubfarbe und  
Farbton nach Wahl  
beschichtet

Oberfläche  
feuerverzinkt

Oberfläche  
rostfreier Stahl,  
längs- oder  
rundgeschliffen in  
gewünschter  
Rauheit

## Effiziente und sichere Bemessung



## Baustellengerecht und einbaufertig



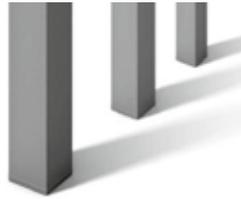
## Ein praxisgerechtes statisches System



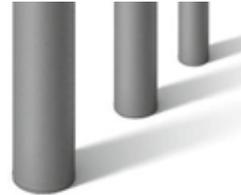
## Garantierte Qualität – geprüfte Sicherheit



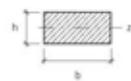
## Produktsortiment



**ORSO-V, Quadratisch**  
 $\square = 100 \dots 400 \text{ mm}$



**ORSO-V, Rund**  
 $\text{Ø} = 102 \dots 508 \text{ mm}$



**ORSO-V, Rechteckig**  
 $\square = 150 \times 100 \dots$   
 $500 \times 300 \text{ mm}$

**Sonderdimensionen auf Anfrage**

## Vielfältige Kundennutzen mit ORSO-V Stützen

- Hochbelastbare und schlanke Stützen und damit ästhetisch ansprechende Lösung
- Bessere Leistung gegenüber den Konkurrenzsystemen von bis zu 20%
- Brandschutzzulassung nach VKF
- Kombinierbar mit DURA® und RINO® Durchstanzsystemen
- Versetzbereite Stütze ausbetoniert mit Fuss- und Kopfplatten
- Einfache Bemessung dank prozessunterstützender Software
- Die Stützen sind in verschiedenen Oberflächen ausführbar

# Grundlagen der Stützenbemessung

- **Kaltbemessung nach SIA 264:2003**
  - Nachweis für annähernd zentrisch belastete Stützen
  - Nachweis für Druck mit Biegung
  - Anprall
- **Warmbemessung nach SN EN 1994-1-2:2005**
  - Nachweis für annähernd zentrisch belastete Stützen
  - Nachweis für Druck mit Biegung

## Kaltbemessung

**Tragsicherheitsnachweis:**

$$|N_d| \leq |N_{Rd}|$$

**Nachweis für annähernd zentrisch belastete Stützen  
(SIA 264:2003 Ziffer 5.3.2)**

$$N_{Rd} = \chi_K \cdot N_{pl,Rd}$$

$\chi_K$ : Abminderungsfaktor für Knicken gemäss Norm SIA 263:2013

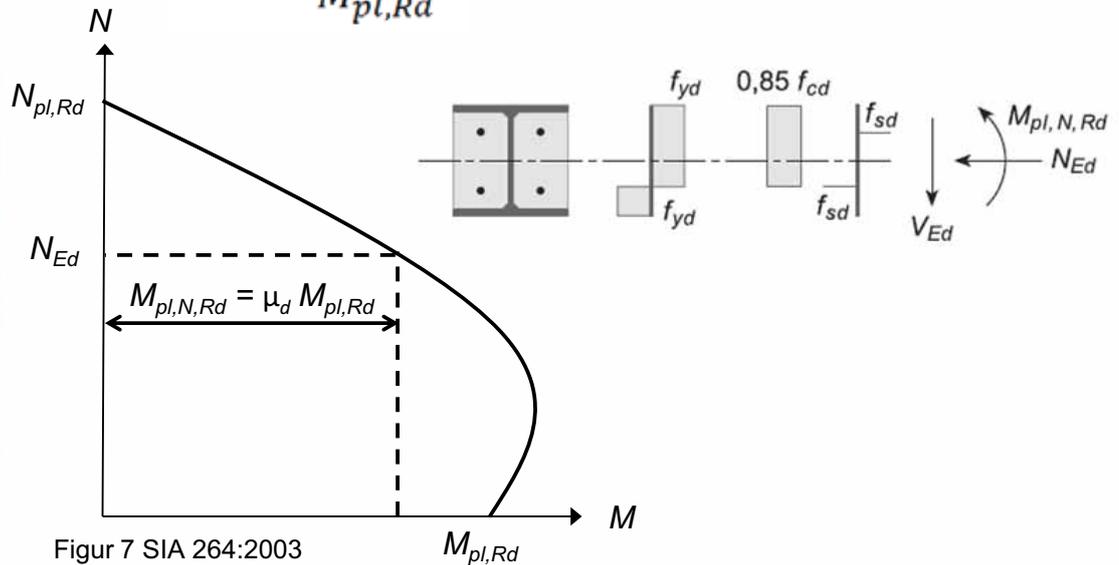
$N_{pl,Rd}$ : Bemessungswert des plastischen Normalkraftwiderstandes

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot \frac{f_y}{\gamma_a} + A_c \cdot \frac{0.85 f_{ck}}{\gamma_c} + A_s \cdot \frac{f_{sk}}{\gamma_s}$$

## Kaltbemessung

Nachweis für Druck mit Biegung  $M_{Ed,II} \leq 0.9 \cdot \mu_d \cdot M_{pl,Rd}$

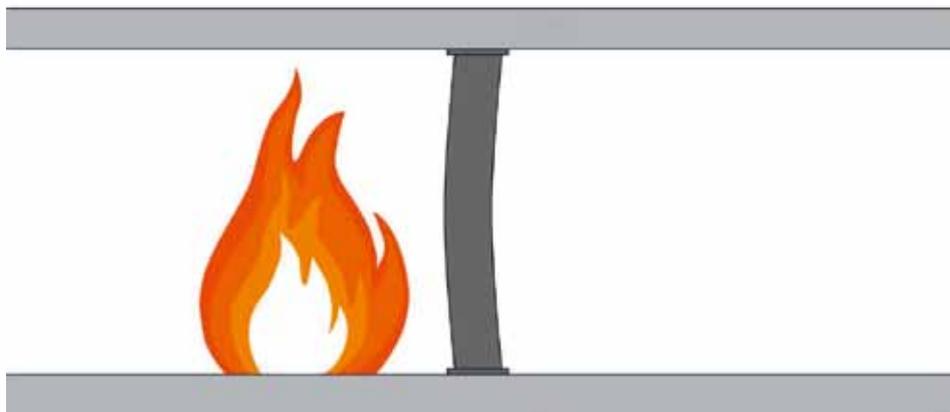
$$\mu_d = \frac{M_{pl,N,Rd}}{M_{pl,Rd}} \rightarrow \text{M-N Interaktionsdiagramm}$$



Figur 7 SIA 264:2003

## Warmbemessung

- **Bemessungssituation Brand**
  - Bemessung bis Feuerwiderstandsklasse R240
  - Brandschutzzulassung der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (VKF)



## Warmbemessung

Tragsicherheitsnachweis:

$$|N_{fi,d}| \leq |N_{fi,Rd}|$$

Nachweis für annähernd zentrisch belastete Stützen  
(SN EN-1994-1-2:2005 Ziffer 4.3.5.1)

$$N_{fi,Rd} = \chi \cdot N_{fi,pl,Rd}$$

$\chi$  : Abminderungsfaktor für Knicken gemäss EN-1993-1-1 Ziffer 6.3.1

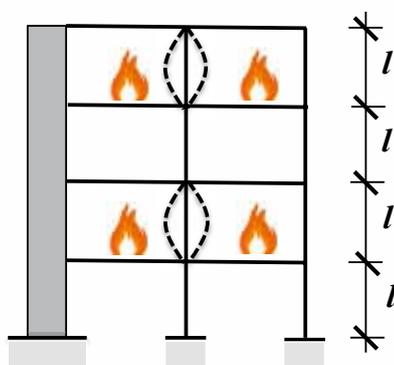
$N_{fi,pl,Rd}$  : Bemessungswert des plastischen Normalkraftwiderstandes

$$N_{fi,pl,Rd} = \sum_j A_{a,\theta,j} \cdot \frac{f_{ay,\theta,j}}{\gamma_{M,fi,a}} + \sum_k A_{s,\theta,k} \cdot \frac{f_{sy,\theta,k}}{\gamma_{M,fi,s}} + \sum_m A_{c,\theta,m} \cdot \frac{f_{c,\theta,m}}{\gamma_{M,fi,c}}$$

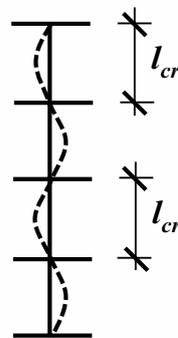
## Warmbemessung

Knicklängen bei Feuereinwirkung (SN EN-1994-1-2:2005)

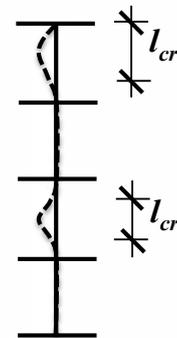
- $l_{cr} = 0.5 \cdot l$  bei Innenstützen
- $l_{cr} = 0.7 \cdot l$  bei Innenstützen im obersten Stockwerk
- $l_{cr} = 0.7 \cdot l$  bei Randstützen
- $l_{cr} = 1.0 \cdot l$  bei grossvolumigen Konstruktionen (z.B Atriumsgebäude) in denen sich der Brand ungehindert über mehrere Stockwerke ausbreiten kann



Schnitt durch  
das Gebäude



Knickfigur bei  
Raumtemperatur



Knickfigur  
Im Brandfall

## Warmbemessung

### Nachweis für Druck mit Biegung

SN EN-1994-1-2:2005 Anhang G:  
Berechnungsverfahren für den Feuerwiderstand  
kammerbetonierter Verbundstützen bei Biegeknicken um die  
schwache Achse und allseitiger Brandbeanspruchung nach  
Einheits-Temperaturzeitkurve

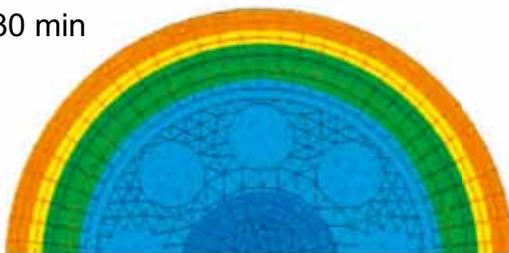
$$|N_{equ}| \leq |N_{fi,Rd}|$$

$N_{equ}$ : äquivalente, vergrößerte Bemessungsnormalkraft

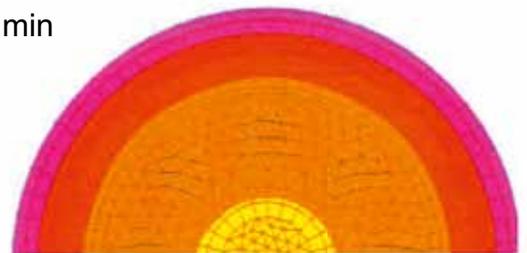
## Warmbemessung

### Berücksichtigung der Temperatureinflüsse durch ausführliche numerische Untersuchungen

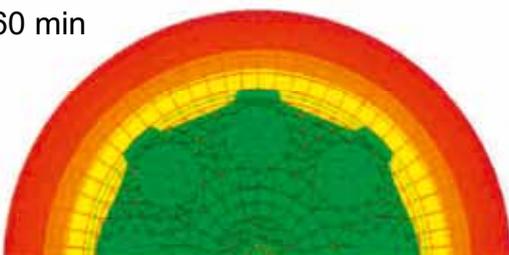
30 min



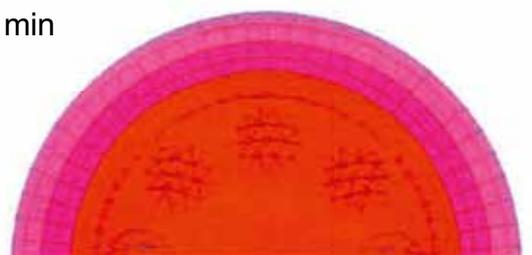
90 min



60 min

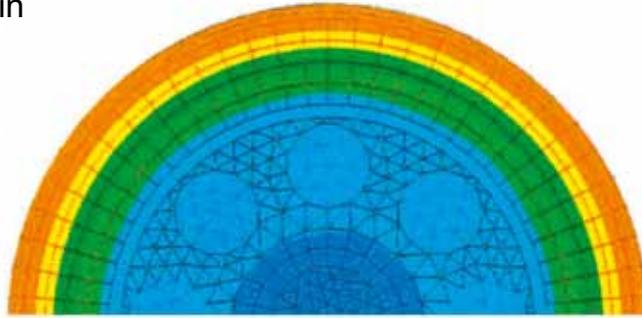


150 min

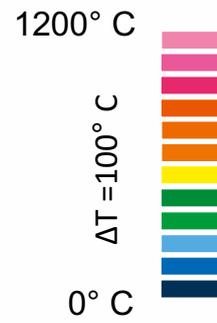
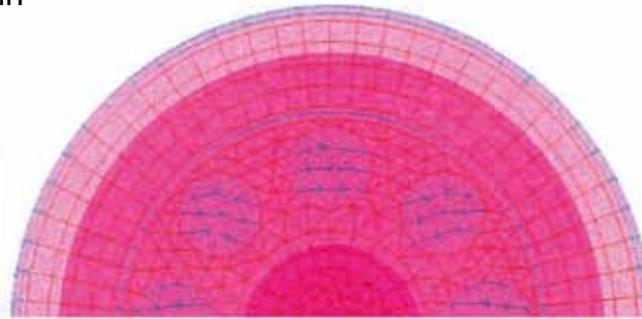


# Warmbemessung

30 min



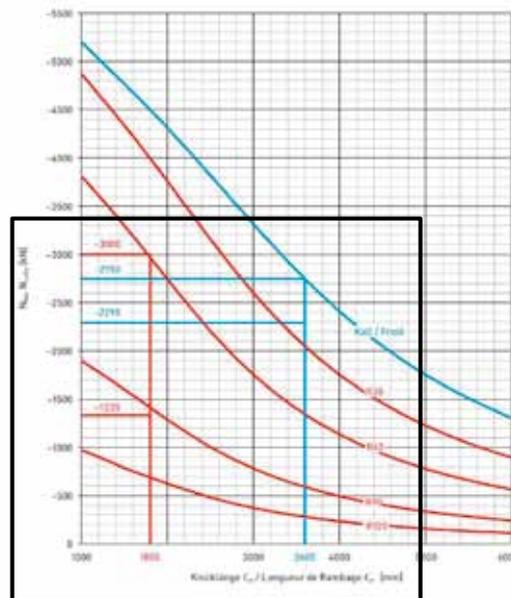
240 min



# Bemessung mit Knickdiagrammen

Model/Modèle:  
**K**  
 Durchmesser/Diamètre:  
**h = 174 mm**

■ Maximaler Tragwerkszustand im Kaltzustand  $N_{k,0}$       ■ Résistance ultime maximale à l'état froid  $N_{k,0}$   
 ■ Maximaler Tragwerkszustand im Brandfall:  $N_{k,0}$  nach 30, 60, 90, 120 Minuten      ■ Résistance ultime maximale en cas d'incendie:  $N_{k,0}$  après 30, 60, 90, 120 minutes



# Bemessung mit Knickdiagrammen

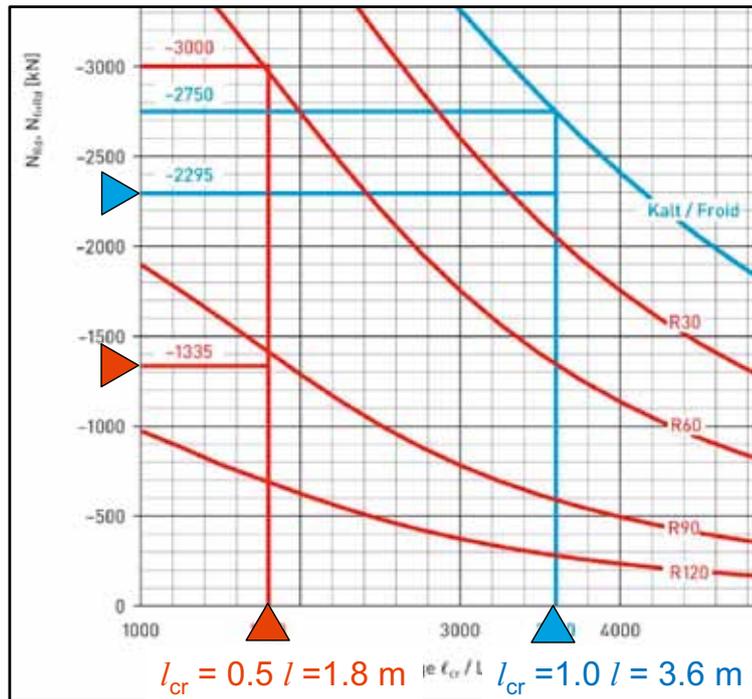
■ Kaltbemessung      ■ Warmbemessung

$N_{fi,Rd} = -3000 \text{ kN}$

$N_{Rd} = -2750 \text{ kN}$

$N_d = -2295 \text{ kN}$

$N_d = -1335 \text{ kN}$



# Bemessung mit Software

Geometrie

Eingaben  
Kaltbemessung

Eingaben  
Bemessungssituation Brand

Lösungsvorschläge

# Bemessung mit Software



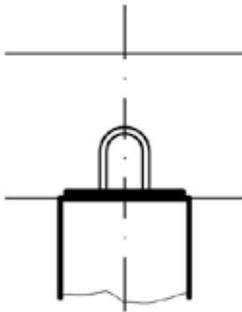
## Kopf- und Fussdetail

- Bei der Wahl der Kopf- und Fussdetails sind insbesondere folgende Randbedingungen zu berücksichtigen
  - gewähltes Stützenmodell
  - Positionierung der Stütze (Innen-, Rand-, oder Eckstütze mit Berücksichtigung des Deckenrandüberstandes)
  - Dicke und Betonsorte der Decken- und Bodenplatte
  - allfällige erforderliche Kraftdurchleitung im Deckenbereich
  - falls geplant: Stahlpilz zur Durchstanzsicherung

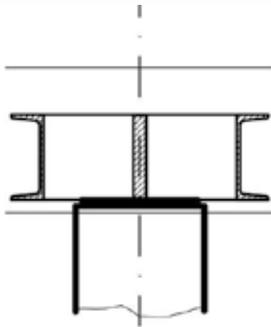
## Kopf- und Fussdetail

### Ohne Lastdurchleitung

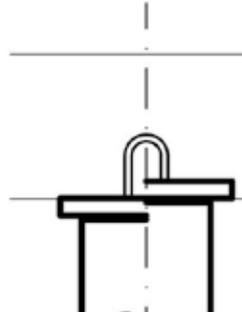
K61



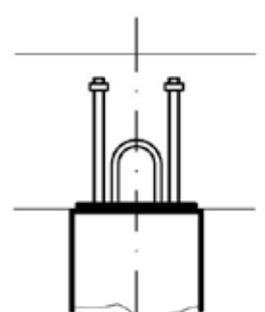
K62



K63



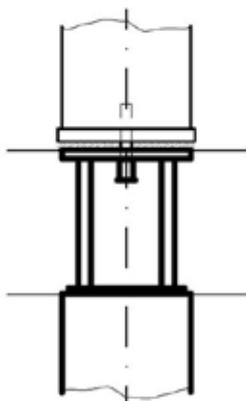
K67



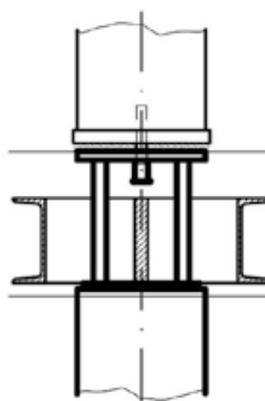
## Kopf- und Fussdetail

### Mit Lastdurchleitung

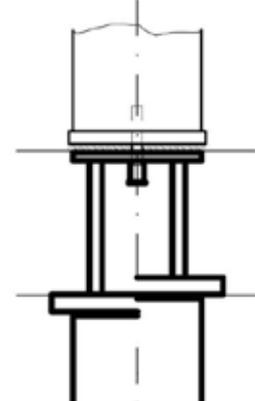
K64



K65

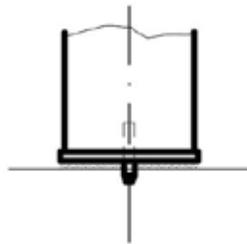


K66

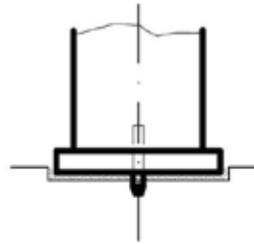


## Kopf- und Fussdetail

F61

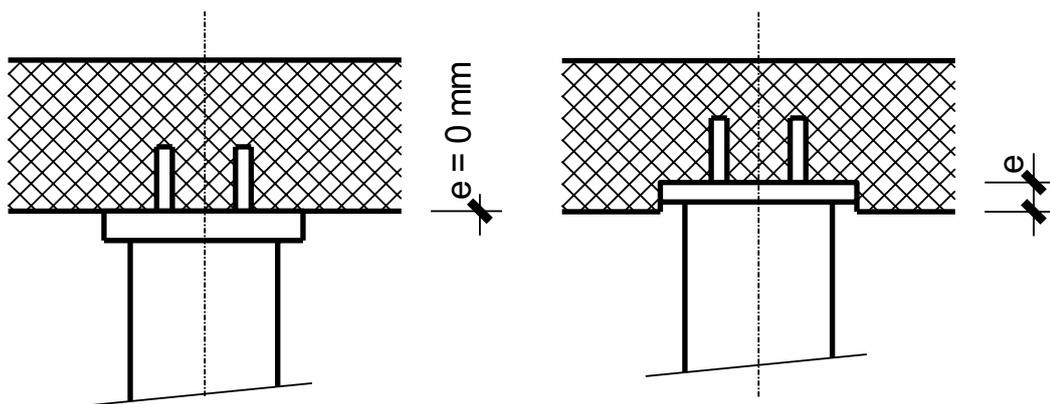


F62



## Kopf- und Fussdetail

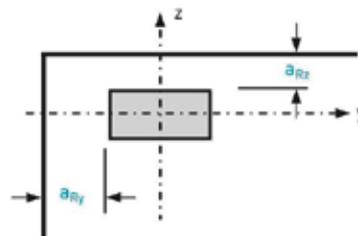
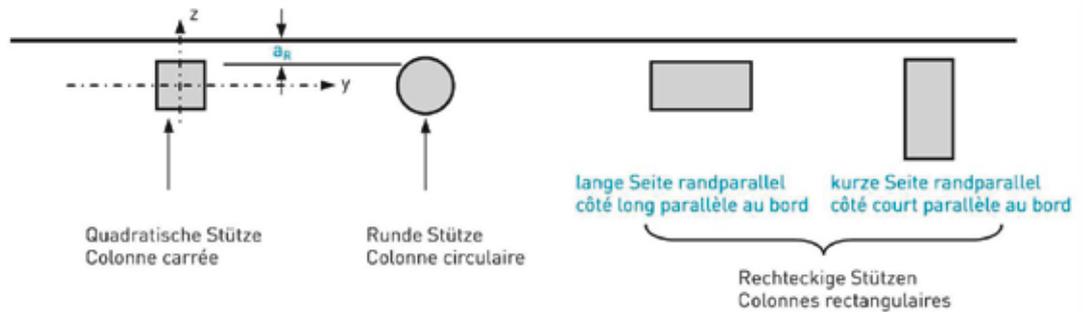
### Einsenkung bei Kopf- und Fussdetail



## Kopf- und Fussdetail

- **Zusätzliche Angaben bei Rand- und Eckstützen**

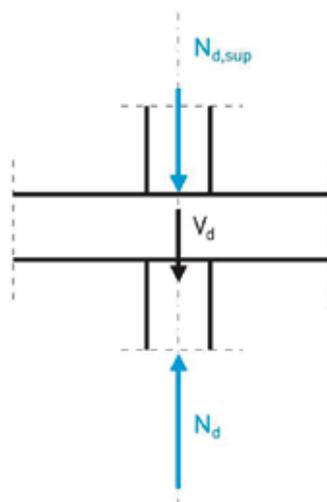
- Randabstand
- Orientierung der Stütze (nur bei rechteckigen Randstützen)



## Kopf- und Fussdetail

- **Zusätzliche Angaben bei Lastdurchleitung**

- Durchzuleitende Kraft
- Form und Abmessung der Lagerplatte der oberliegenden Stütze

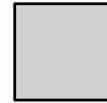


$$|N_{d,sup}| + V_d = |N_d|$$

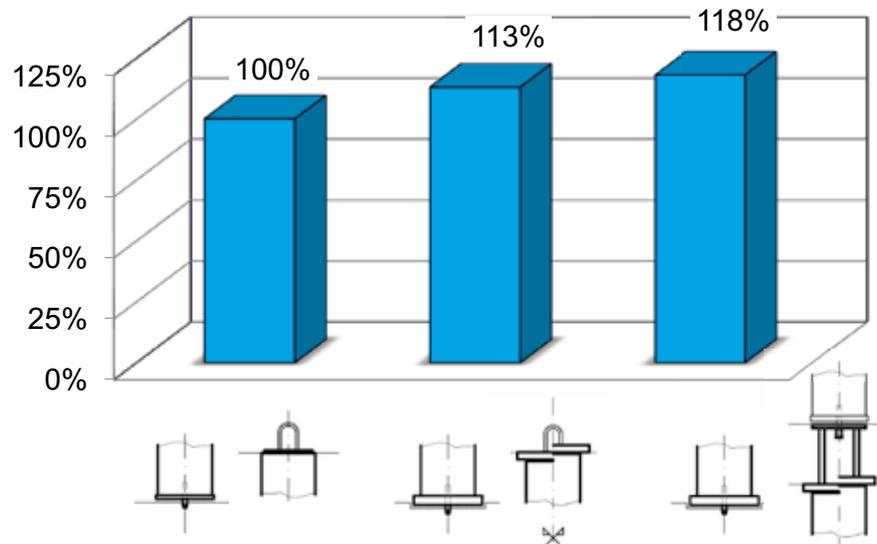
## Kopf- und Fussdetail

- **Kostenvergleich (Stützenlänge 3.0 m)**

- Fall 1: Stütze & Detail K61 und F61 (Basispreis 100%)
- Fall 2: Stütze & Detail K63 und F62
- Fall 3: Stütze & Detail K66 und F62



300 x 300 mm



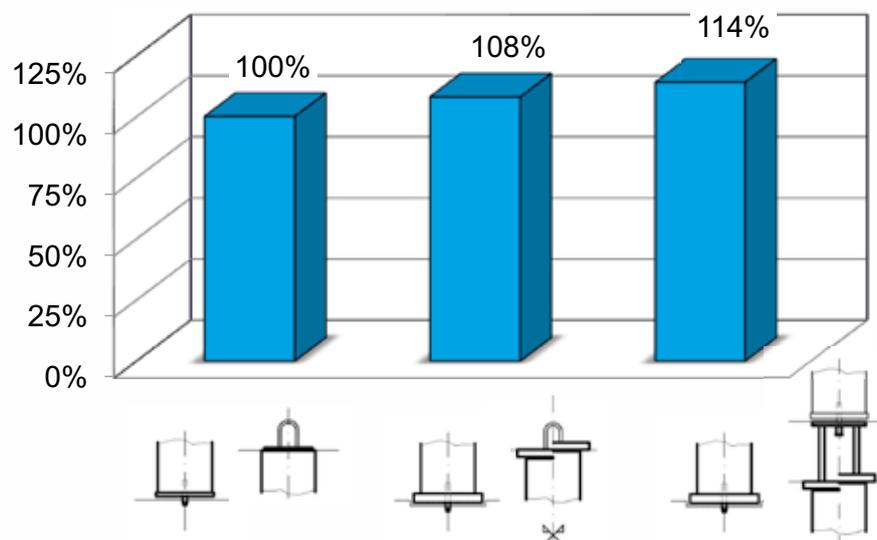
## Kopf- und Fussdetail

- **Kostenvergleich (Stützenlänge 3.0 m)**

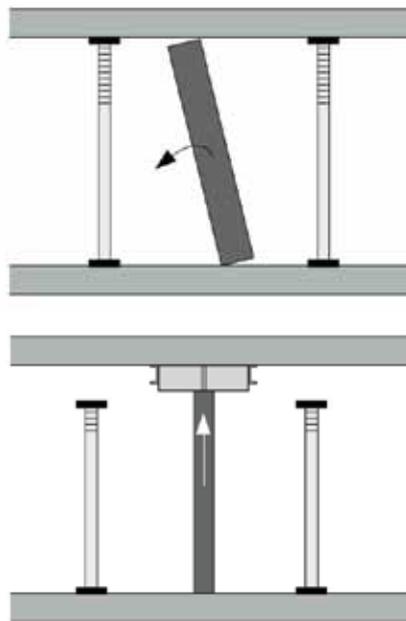
- Fall 1: Stütze & Detail K61 und F61 (Basispreis 100%)
- Fall 2: Stütze & Detail K63 und F62
- Fall 3: Stütze & Detail K66 und F62



Ø244.5 mm



## ORSO-V in Kombination mit RINO



Bestehende Stütze entfernen

Einbau einer ORSO-V Stütze  
mit integriertem Stahlpfeiler

→ In vielen Fällen genügt eine kleinere, leistungsfähigere ORSO-V Stütze

## Zusammenfassung

- **Bemessungssituation Brand**
  - Bemessung erfolgt auf Basis der SIA Normen und des Eurocodes
  - Bemessungsansatz ist von der VKF zertifiziert
  - Bemessung basiert auf ausführlichen numerischen Thermoanalysen
- **Bemessungshilfsmittel von Aschwanden**
  - Knickdiagramme
  - Aschwanden-App
  - Bemessungssoftware
- **Kopf-/Fussdetail**
  - Die Lasteinleitung ist ein wesentliches „Detail“
  - Kopf- und Fussdetails sind kostenrelevant



F.J. Aschwanden AG  
Grenzstrasse 24 CH-3250 Lyss  
T +41 (0)32 387 95 95 F +41 (0)32 387 95 99  
E-Mail [info@aschwanden.com](mailto:info@aschwanden.com)  
[www.aschwanden.com](http://www.aschwanden.com)

DURA® RINO® ORSO® CRET® RIBA® SILENT® ARBO®