



# Fachveranstaltung 2011: RINO® – das innovative System zur Erhaltung und Verstärkung von Betontragwerken

Prof. Dr. Albin Kenel, dipl. Bauingenieur ETH/SIA, HSR Rapperswil  
Prof. Dr. Thomas Keller, EPFL-CCLab

Referate		Seite
RINO Check	Prof. Dr. Albin Kenel	3
RINO System	Prof. Dr. Thomas Keller	11
RINO CFK-Komponenten	Prof. Dr. Thomas Keller	15
RINO Carbo-S und RINO Exo	Prof. Dr. Albin Kenel	23
DURA System	Prof. Dr. Albin Kenel	43



## RINO-Check

März '11

Version 1.0 /



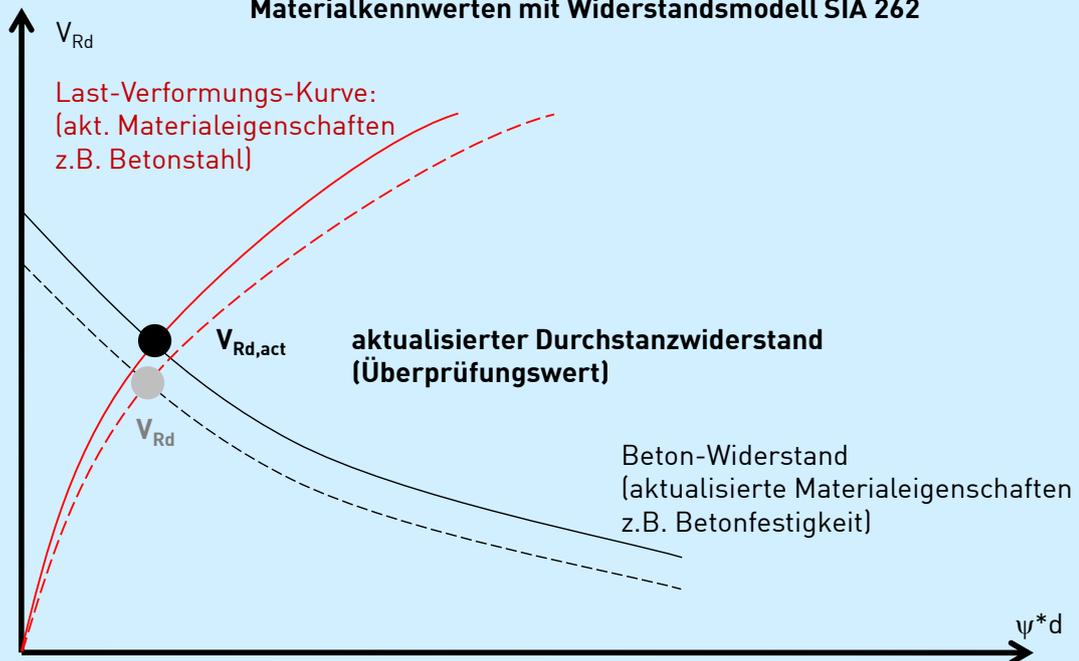
### Inhalt

- 1. Überprüfung**
- 2. Erhaltungsnormen SIA 269**
- 3. Software**

## 1.

## RINO-Check – Überprüfung mit SIA 260 / 261 / 262

Zielsetzung:

Durchstanzwiderstand mit nach SIA 269 aktualisierten  
Materialkennwerten mit Widerstandsmodell SIA 262

## 1.

## RINO-Check – Überprüfung mit SIA 260 / 261 / 262

Überprüfung durch den Bauingenieur:

- Mandat durch Eigentümer → Überprüfung der Tragsicherheit
- Basis: bestehende Pläne, Eisenlisten, Nutzungsvereinbarung usw.
- Beanspruchung mit Lasten gemäss SIA 261 und Lastbeiwerte SIA 260:

$$\begin{array}{c}
 \gamma_G = 1.35 \quad \gamma_Q = 1.5 \\
 \downarrow \qquad \qquad \downarrow \\
 V_d = \gamma_G \cdot V\{G_k\} + \gamma_{Q1} \cdot V\{Q_{k1}\} + \psi_{0i} \cdot V\{Q_{ki}\} \\
 \uparrow \qquad \qquad \uparrow \\
 \text{ständige Last} \quad \text{veränderliche Last}
 \end{array}$$

- Durchstanz-Widerstand gemäss SIA 262

# 1.

## RINO-Check – Überprüfung mit SIA 260 / 261 / 262

### Überprüfung durch den Bauingenieur:

- Überprüfung der Tragsicherheit gemäss SIA 260 – 262: (z.B. mit **DURA 2009**)

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

Tragsicherheit gewährleistet → keine Massnahmen nötig

$$V_{Rd} < V_d \quad (\text{Widerstand kleiner als Beanspruchung})$$

Tragsicherheit nicht gewährleistet → Massnahmen nötig

# 2.

## RINO-Check – Erhaltungsnormen

### Erhaltungsnormen seit 01.01.2011 in Kraft:



## 2.

## RINO-Check – Erhaltungsnormen

### Aktualisierung durch den Bauingenieur:

- Aktualisierung der Beanspruchung gemäss SIA 269:

Der Lastbeiwert für eine ständige Einwirkung  $\gamma_{G,act}$  darf gemäss SIA 269 aktualisiert werden, falls die Aktualisierung der ständigen Einwirkungen gemäss der Norm SIA 269/1 durchgeführt wird. In diesem Fall dürfen die aktualisierten Lastbeiwerte

$$\begin{aligned}\gamma_{G,sup,act} &= 1.20 \text{ (ungünstig wirkend) bzw.} \\ \gamma_{G,inf,act} &= 0.90 \text{ (günstig wirkend) angewendet werden.}\end{aligned}$$

→ Messung der Decken bzw. Schichtstärken am Bauwerk!

Für veränderliche Einwirkungen und Einwirkungen aus dem Baugrund gelten die Lastbeiwerte gemäss der Norm SIA 260.

Die Reduktionsbeiwerte  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  und  $\psi_2$  sind der Norm SIA 260 zu entnehmen .

## 2.

## RINO-Check – Erhaltungsnormen

### Aktualisierung durch den Bauingenieur:

- Aktualisierung der Widerstände gemäss SIA 269/2:

Das Vorgehen zur Aktualisierung der Baustoffeigenschaften gliedert sich im Allgemeinen in drei Phasen:

- I) Aktualisierung aufgrund der Bauwerksakten
- II) Zerstörungsfreie Prüfungen sowie Aufschlüsse und Sondierungen zur Produktidentifizierung von Betonstahl und Spannstahl
- III) Entnahme und Prüfung von Proben aus dem Bauwerk.

Die mechanischen Eigenschaften von Baustoffen gemäss den Bezeichnungen früherer Normen dürfen als Überprüfungswerte verwendet werden, wenn sie durch eine ausreichende Anzahl Prüfungen während der Ausführung abgesichert und dokumentiert sind.

## 2.

## RINO-Check – Überprüfungswerte SIA 269/2

Norm Richtlinie SIA	Druckfestigkeits- klasse	bewehrt/ unbewehrt	Zementgehalt	charakteristische Werte (5%-Fraktile)		Überprüfungswerte	
			[kg/m <sup>3</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
262 <sup>1)</sup> (2003)	...			...	...	...	
	C30/37			30	20	1,10	
	...			...	...	...	
162 (1989)	B20/10			9,8	6,4	0,63	
	B25/15			13,6	9,1	0,74	
	B30/20			17,6	11,7	0,84	
	B35/25			21,6	14,4	0,93	
	B40/30			25,6	17,1	1,01	
	B45/35			29,6	19,7	1,09	
	B50/40			33,6	21,6	1,16	
162/34 (1976) und 162 (1968)	BN	unbewehrt	150	6,4	4,3	0,51	
			200	9,8	6,4	0,62	
			≥250	12,8	8,5	0,72	
	BH	bewehrt	≥250	19,2	12,8	0,88	
			300	12,8	8,5	0,72	
			≥300	19,2	12,8	0,88	
162 (1956) und 115 (1935)	normaler Beton B.N.		150	3,4	2,2	0,37	
			200	5,3	3,5	0,46	
			250	7,7	5,1	0,55	
			300	10,6	7,0	0,65	
			350	13,4	9,0	0,73	
	hochwertiger Beton B.H.	250 <sup>2)</sup>	12,0	8,0	0,69		
		300	16,3	10,9	0,81		
		350	20,7	13,8	0,91		

<sup>1)</sup> nur zum Vergleich angegeben  
<sup>2)</sup> nur in Norm SIA 115 (1935)

## 2.

## RINO-Check – Überprüfungswerte SIA 269/2

Norm SIA	Stahlsorte Produkt	Duktili- täts- klasse	Mittelwerte		charakteristische Werte (5%-Fraktile)			Überprüfungswerte	
			$f_{tm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{sm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_k$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{td}$ [‰]
262 <sup>1)</sup> (2003)	B500A	A	545	600	500	525	25	435	20
	B500B	B	550	710	500	540	50	435	45
	B450C	C			450 - 550	520 - 610 635 - 745	75	≥390	65
	Topar-S 500C	C	535	640	500	675	75	435	65
162 (1989)	S 235	B			235	360		205	
	S 500 a	B	550	710	500	600	50	435	45
	S 500 b	A	550		500	550		435	
	S 500 c	B	550	630	500	580	50	435	45
	S 500 d	A	545	600	500	550	25	435	20
	S 550	A	610	640	550	580		480	
162 (1968)	I	B	330		235	360		205	
	III a	B	550	580	450	550	50	390	
	Box-Ultra topar	C		730					
		C		630					
	III b	A	550	580 - 630	450	470		390	
	IV	A			530	560		480	
162 (1956)	I	B			235	355		205	
	II a	B	440 - 530	530	345	410		300	
	Caron - Stahl	C	530	680					
	II b	B	440	610	345	510		300	
112 (1935)	normaler Stahl	B	300 - 330		240	360 - 450			
	hochwertiger Stahl	B	400 - 480	500	350	520 - 620			
	Stahl 52	B		590					

<sup>1)</sup> nur zum Vergleich angegeben

### 3. RINO-Check – Software

#### 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:

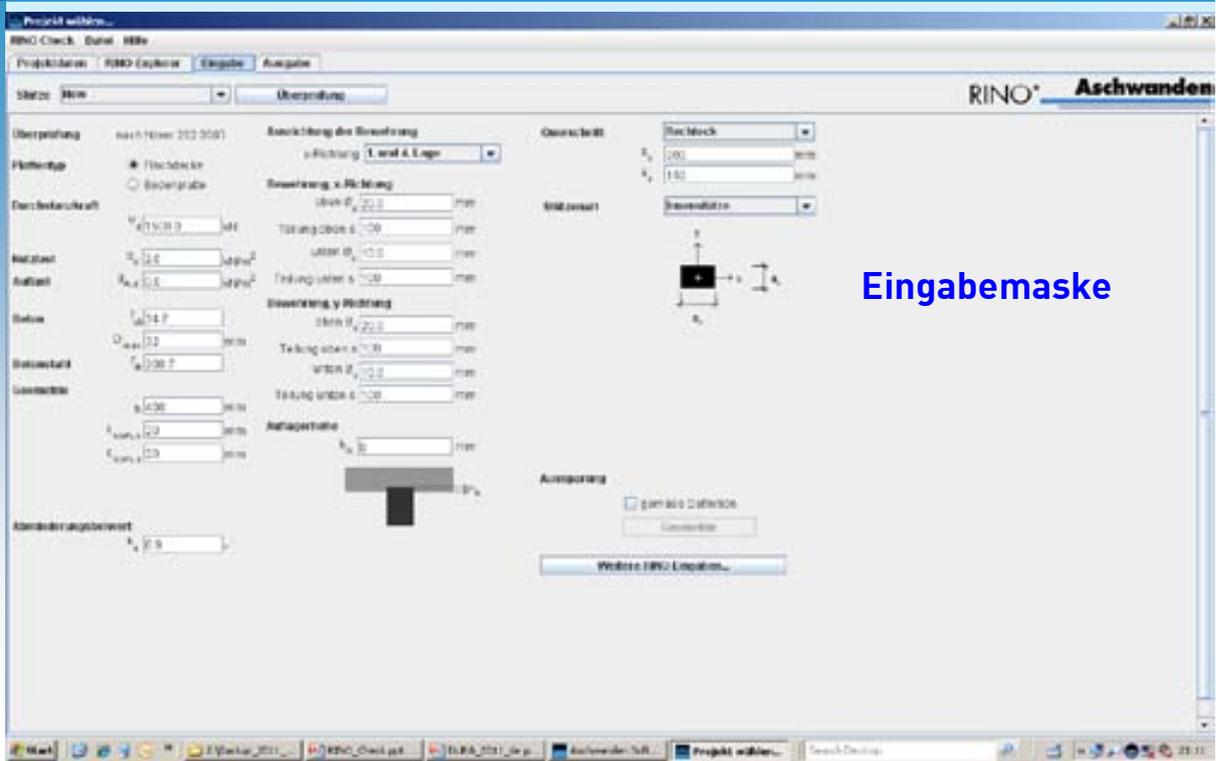
$$V_{Rd} \geq V_d \quad (\text{Widerstand grösser/gleich als Beanspruchung})$$

Tragsicherheit gewährleistet → keine Massnahmen nötig

$$V_{Rd} < V_d \quad (\text{Widerstand kleiner als Beanspruchung})$$

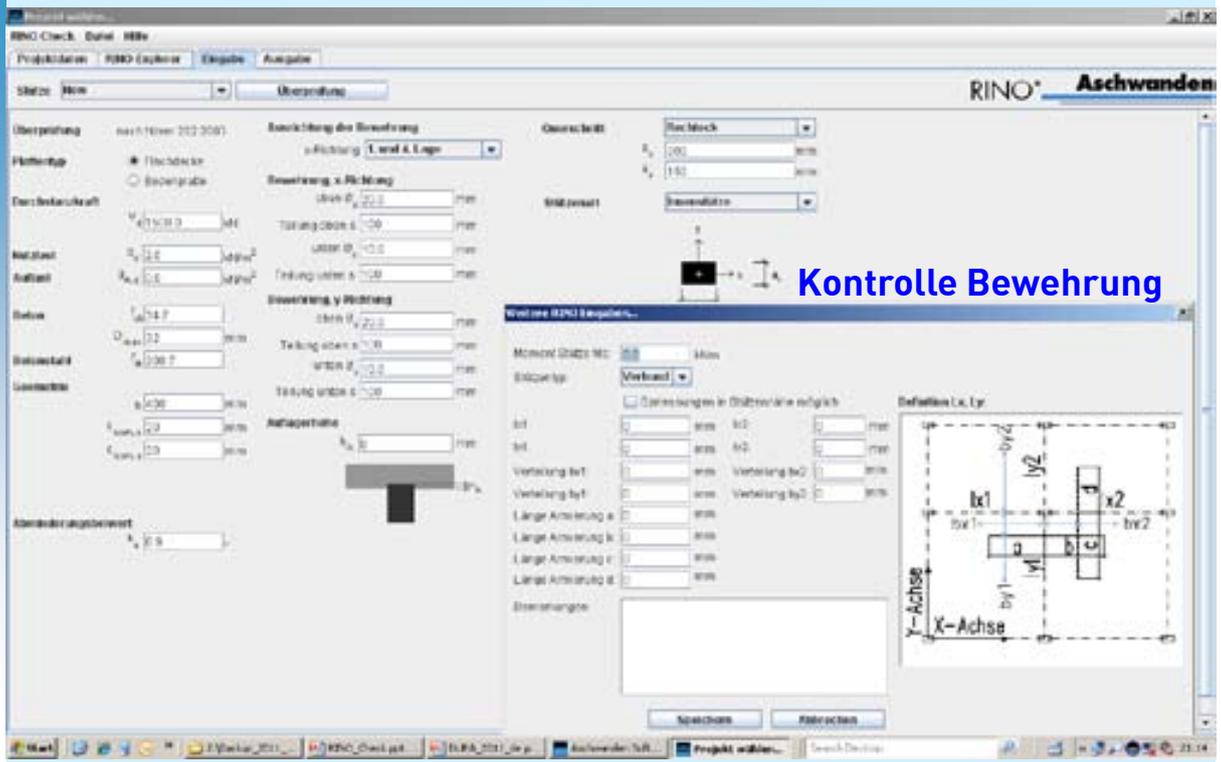
Tragsicherheit nicht gewährleistet → **RINO Carbo-S (RINO Exo, RINO Flex)**

### 3. RINO-Check – Software



Eingabemaske

### 3. RINO-Check – Software





# RINO System

Prof. Dr. Thomas Keller, EPFL-CCLab

## 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
- Bemessungsmodell durch Grossversuche validiert

## RINO System

### RINO® Carbo-S



**CFK Strangschlaufe**

## RINO System

### RINO® Flex



**CFK Lamelle**

## RINO System

RINO® Exo



**Aussenliegender  
Stahlpilz**



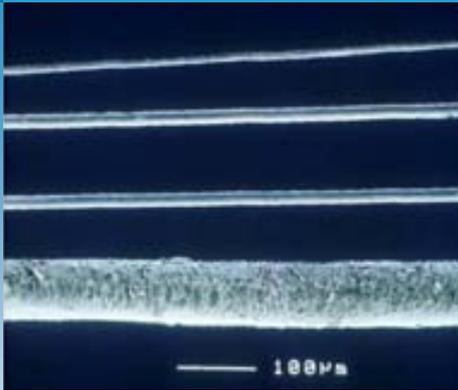
# RINO CFK Komponenten

Prof. Dr. Thomas Keller, EPFL-CCLab

## Inhalt

- 1. Kohlefasern**
- 2. Polymere**
- 3. RINO Carbo-S**
- 4. RINO Flex**
- 5. Systemvergleich**

# 1. Kohlefasern

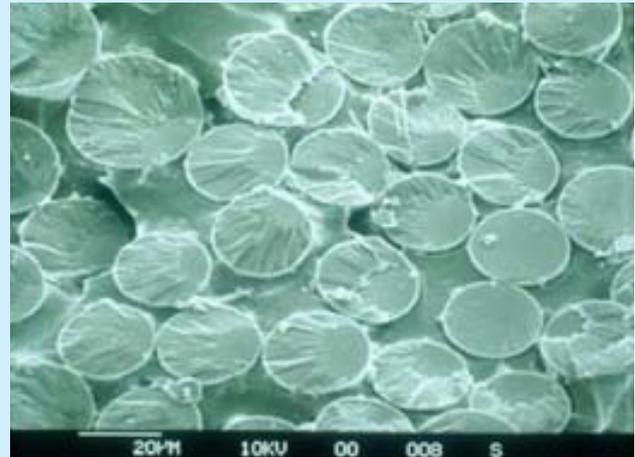


Aramidfaser

Glasfaser

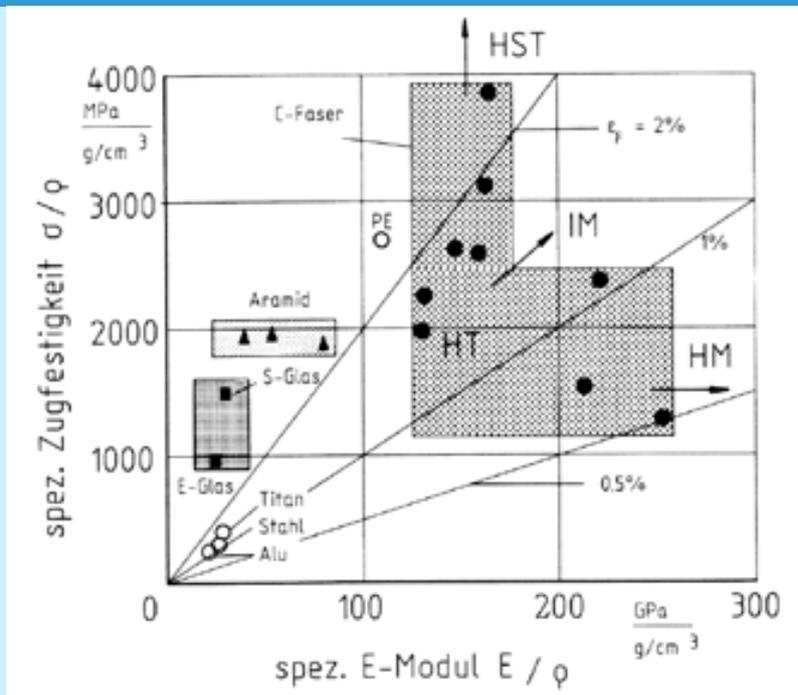
Kohlefaser

Haar



Fasern eingebettet  
in Polymermatrix

# 1. Kohlefasern



Übersicht Fasertypen

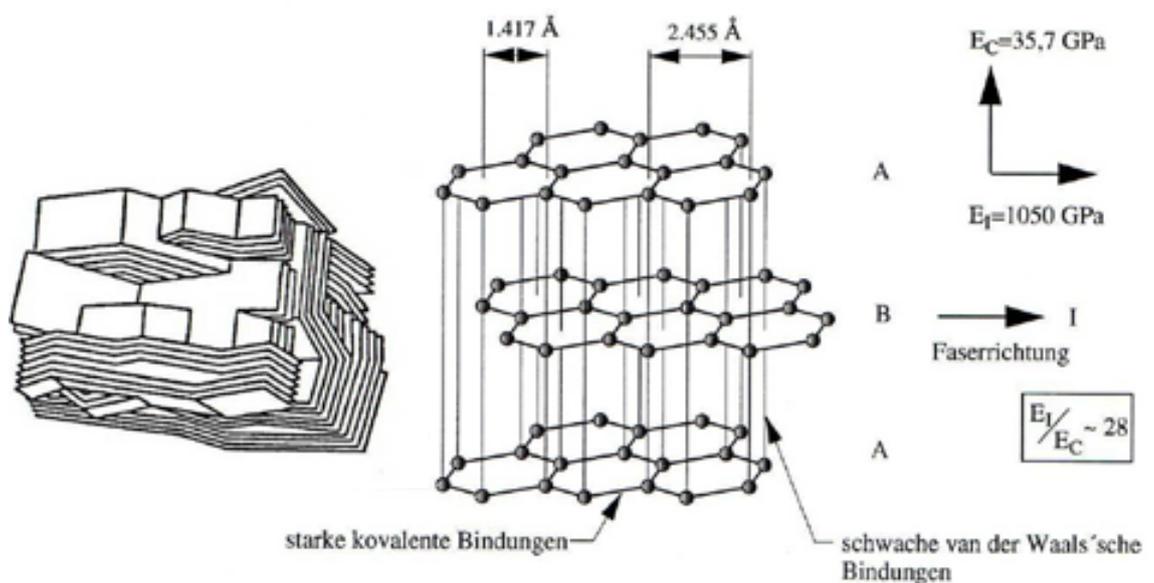
# 1. Kohlefasern

Criterion	Weighting factor	Weighted rating for laminates with fibres of:		
		Carbon	Aramid	E-glass
Range of weighting factor	1 to 3			
Tensile strength	3	9	9 (= 3×3)	9
Compressive strength	2	6	0 (= 2×0)	4
Young's modulus	3	9	6	3
Long-term behaviour	3	9	6	3
Fatigue behaviour	2	6	4	2
Bulk density	2	4	6	2
Alkaline resistance	2	6	4	0
Cost	3	6	6	9
<b>Total points</b>		55	41	32
<b>Ranking</b>		1	2	3

Table 3.2: Quantitative rating of fibre types (ratings: 3 = very good, 2 = good, 1 = adequate, 0 = inadequate, from FHWA Study Tour, cf. A2.1).

## Bewertung Fasertypen

# 1. Kohlefasern



## Anisotrope Bandstruktur und Gitteraufbau von Kohlefasern

# 1. Kohlefasern

Physikalische Eigenschaft	Einheit	Kohlenstofffasern PAN-Basis				
		Hochfest HT	Inter- mediate IM	Hochsteif HM	Hochsteif/ Hochfest HMS	
Dichte	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.74	1.80	1.83	1.85
Zugfestigkeit	$\sigma_{Bz}$	GPa	3.60	5.60	2.30	3.60
Zugmodul	$E_z$	GPa	240	290	400	550
Druckfestigkeit	$\sigma_{Bd}$	GPa	2.50	4.20	1.50	1.80
Bruchdehnung	$\epsilon_{Bz}$	%	1.50	1.93	0.57	0.65
Reisslänge	$\sigma_{Bz}/\rho$	km	206	311	125	194
Dehnlänge	$E_z/\rho$	km	13800	16100	21850	29730
Faserdurchmesser	d	$\mu\text{m}$	~ 7	~ 5	~ 6.5	~ 5
Langzeiteinsatztemperatur	$T_L$	°C	500	500	500	500
Sublimationspunkt	$T_S$	°C	3600	3600	3600	3600

**RINO Carbo-S**

**1.80**

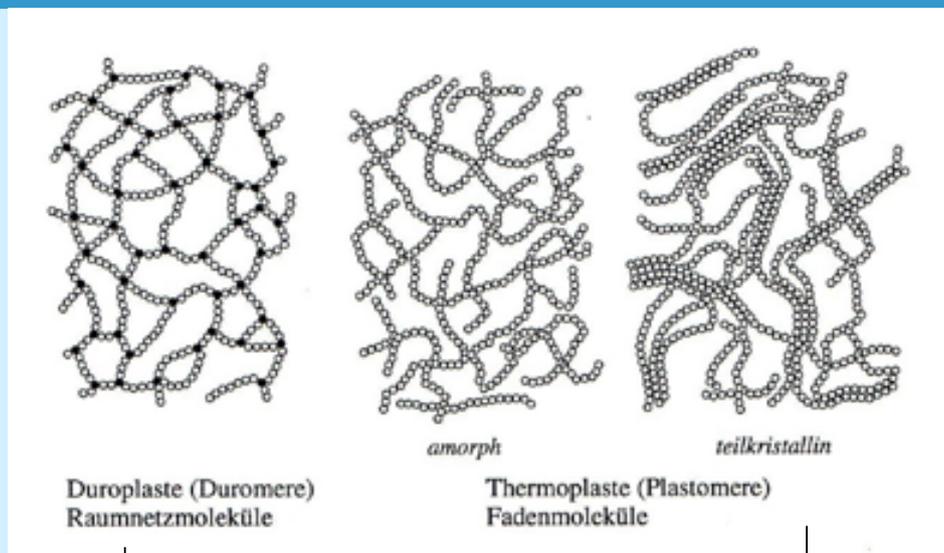
**4.9**

**230**

**2.1**

**7**

# 2. Polymere



**Epoxidharz**  
**RINO Flex**

**PES**  
**RINO Carbo-S**

Übersicht Matrixtypen

## 2.

## Polymere

### **RINO Carbo-S:**

PES (Polyoxyphenylensulfonylphenylen) Schlaufen:  $T < 190^{\circ}\text{C}$

Sikadur-30 Klebung Ankerplatten:  $T < 65^{\circ}\text{C}$  im Brandfall  
 $T < 45^{\circ}\text{C}$  Langzeit

### **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

## 3.

## RINO Carbo-S



Hersteller:  
**Carbo-Link**  
Fehraltdorf



Liebherr-Krane



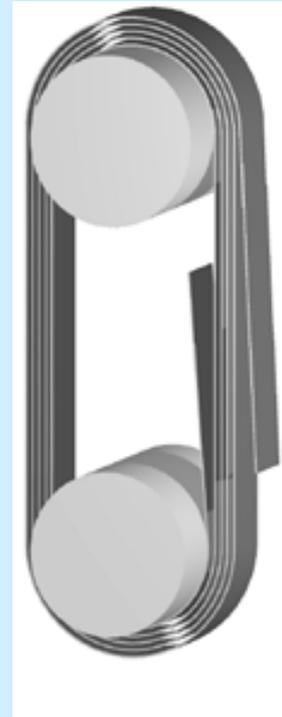
Bootsbau

Anwendungen CFK Strangschlaufe

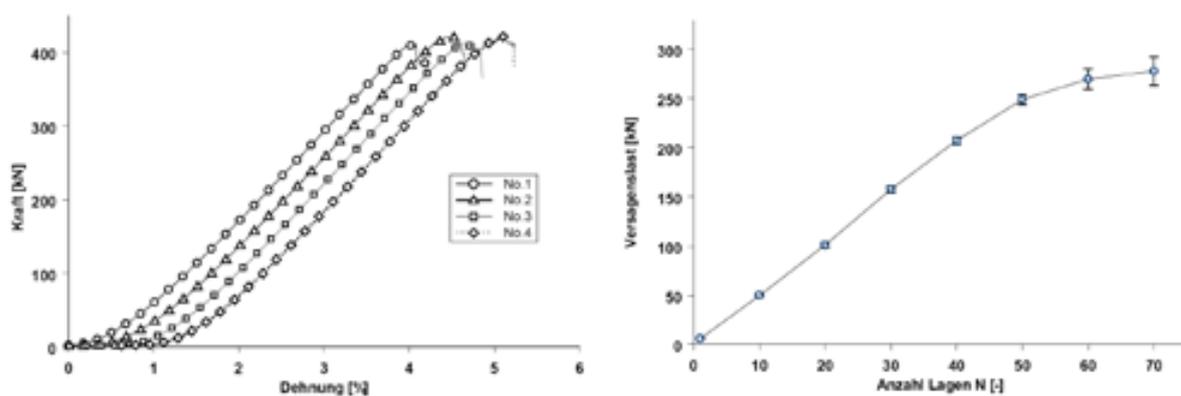
### 3. RINO Carbo-S

#### 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 der Umlenkungen (sonst Korrosion)
- Bruchlast 300-600 kN, Vorspanngrad 60% max.



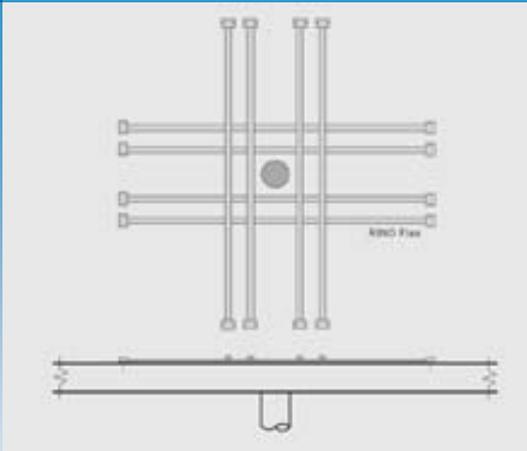
### 3. RINO Carbo-S



#### RINO Carbo-S Systemeigenschaften

4.

## RINO Flex



Hersteller:

**Sika AG**

Zürich

Anwendungen CFK Lamelle

4.

## RINO Flex

### CFK Lamelle:

- Breite 50-150 mm, Dicke 1.2-1.4 mm, Rollen von 250 m, zugeschnitten nach Mass
- Aufgeklebt mit Sikadur-30
- Vorspannbar



## 5.

## Systemvergleich

Produkt	t [mm]	b [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	f <sub>p</sub> [MPa]	E <sub>p</sub> [GPa]
<b>Lamelle</b> <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>
<b>Tape</b> <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>
<b>Strangschlaufe</b> <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)

## RINO Carbo-S & Exo

Version 1.0 / März'11

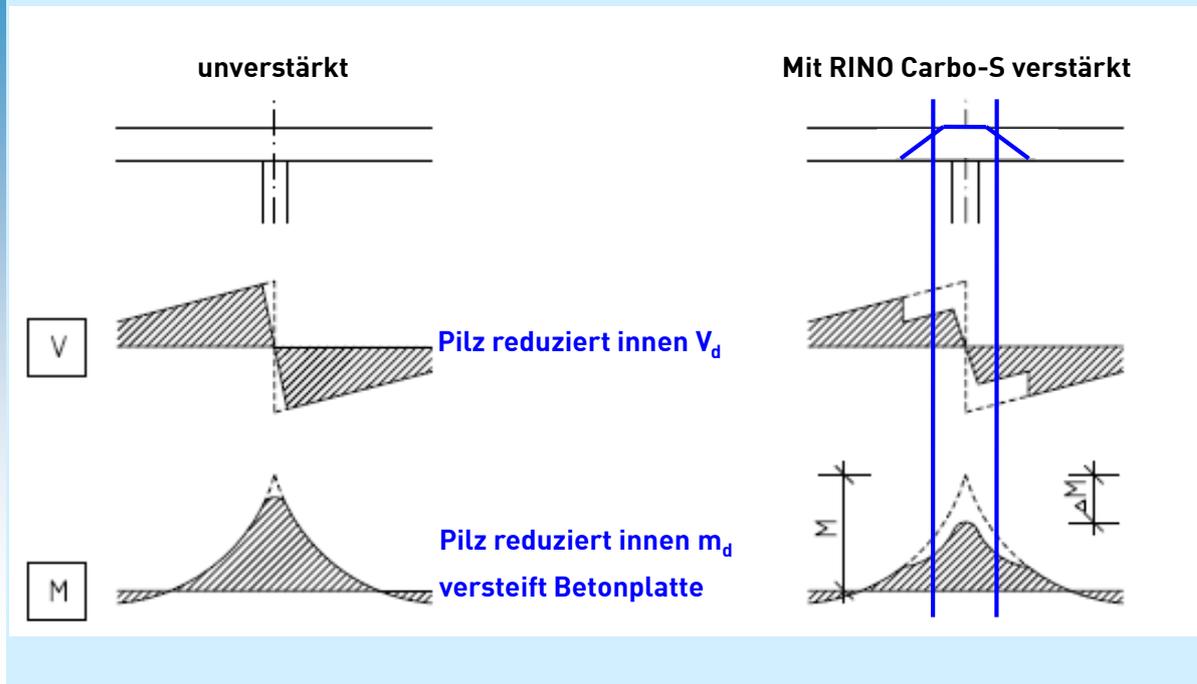


### Inhalt

- 1. Statische Wirkungsweise**
- 2. Versuche**
- 3. Einfluss Vorspannung**
- 4. Pilzvorspannung**
- 5. Konstruktive Details**
- 6. Brandschutz**
- 7. Weitere Produkte am Markt**
- 8. Kundennutzen**

1.

## statische Wirkungsweise – RINO Carbo-S



1.

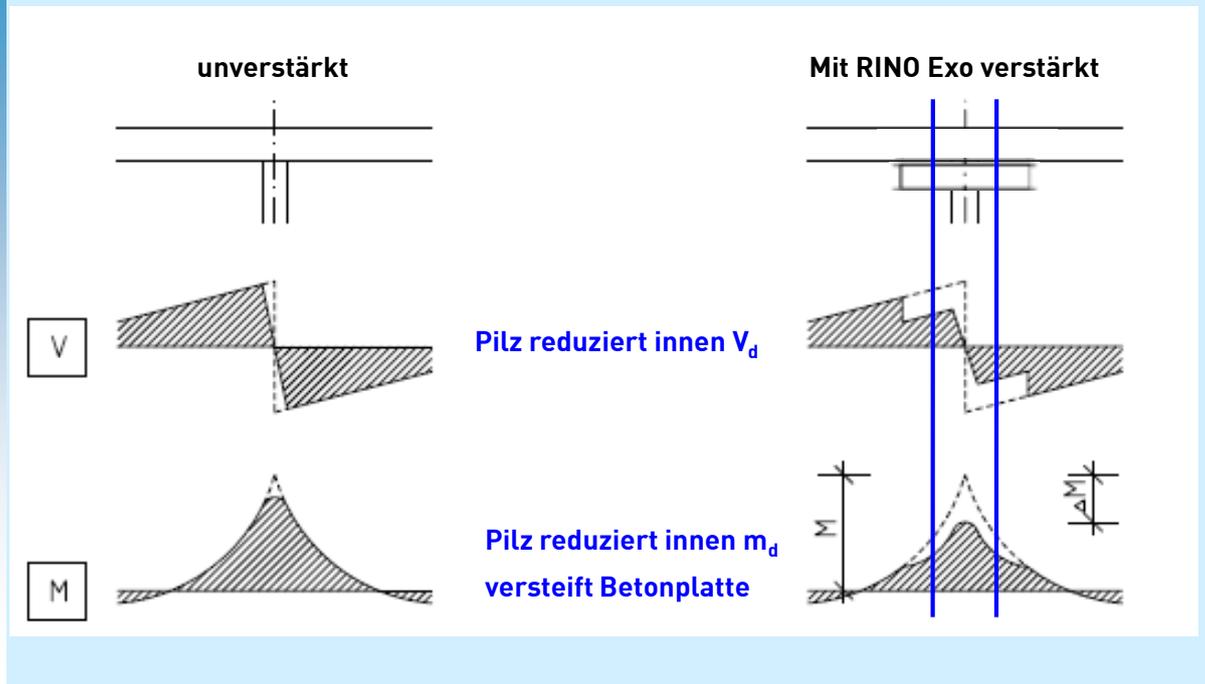
## statische Wirkungsweise – RINO Carbo-S

Konsolmodell: vier Versagensmöglichkeiten

1. Betondruckstrebe über der Stütze (analog SIA 262)
2. Beton-Druckring
3. CFK-Strangschlaufe
4. Klebefuge



## 1. statische Wirkungsweise – RINO Exo



## 2. Versuche – RINO Carbo-S

CFK-Strangschleife zur nachträglichen Erhöhung des Durchstanzwiderstandes von bestehenden Flachdecken

6 Versuche an der EMPA, durchgeführt 2009 - 2010



## 2. Versuche – RINO Exo

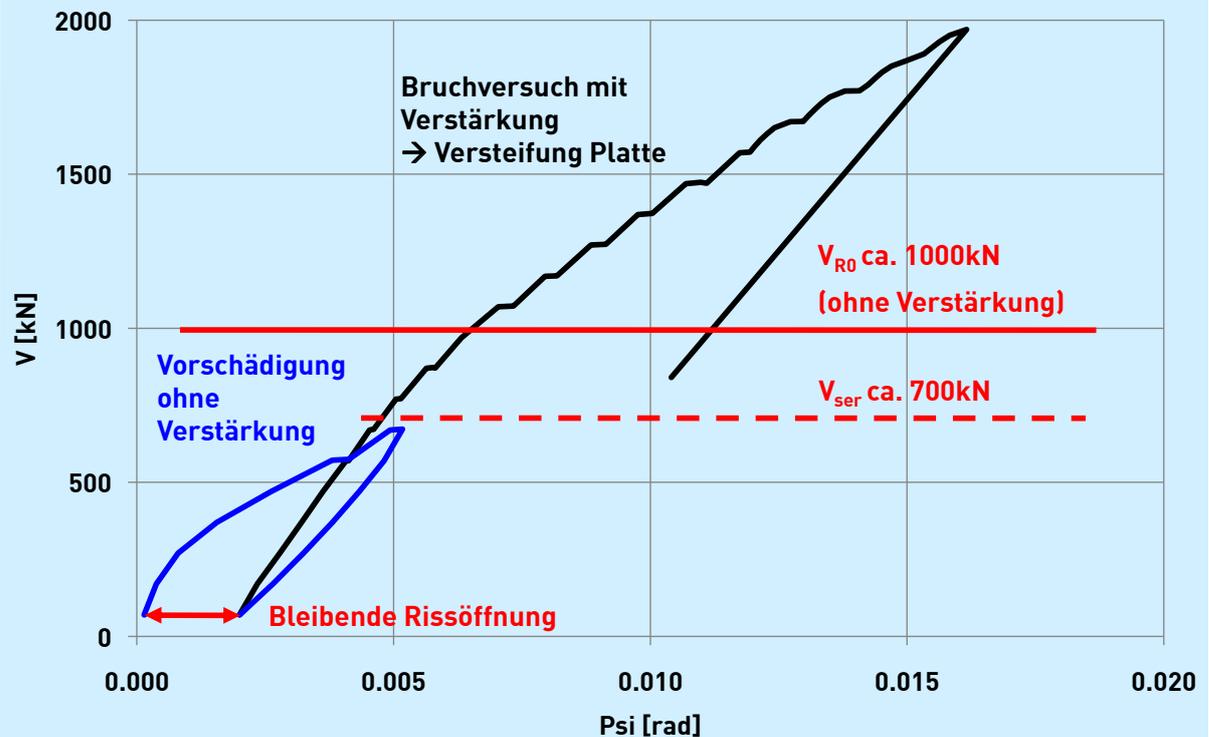
Stahlpilz zur nachträglichen Erhöhung des Durchstanzwiderstandes von bestehenden Flachdecken

2 Versuche an der EMPA, durchgeführt 2010

Umfangreiche Erfahrung im Umgang mit Stahlpilzen im Rahmen der zahlreichen DURA-Versuche

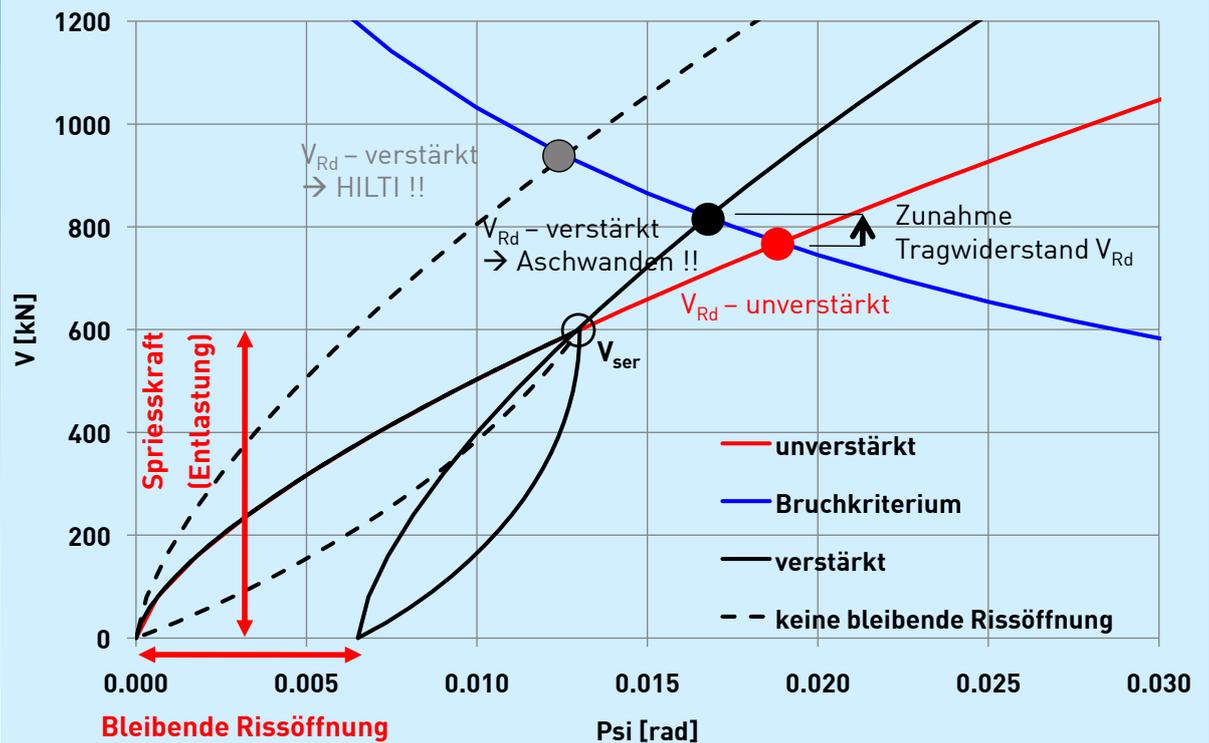


## 2. Versuche – RINO Exo



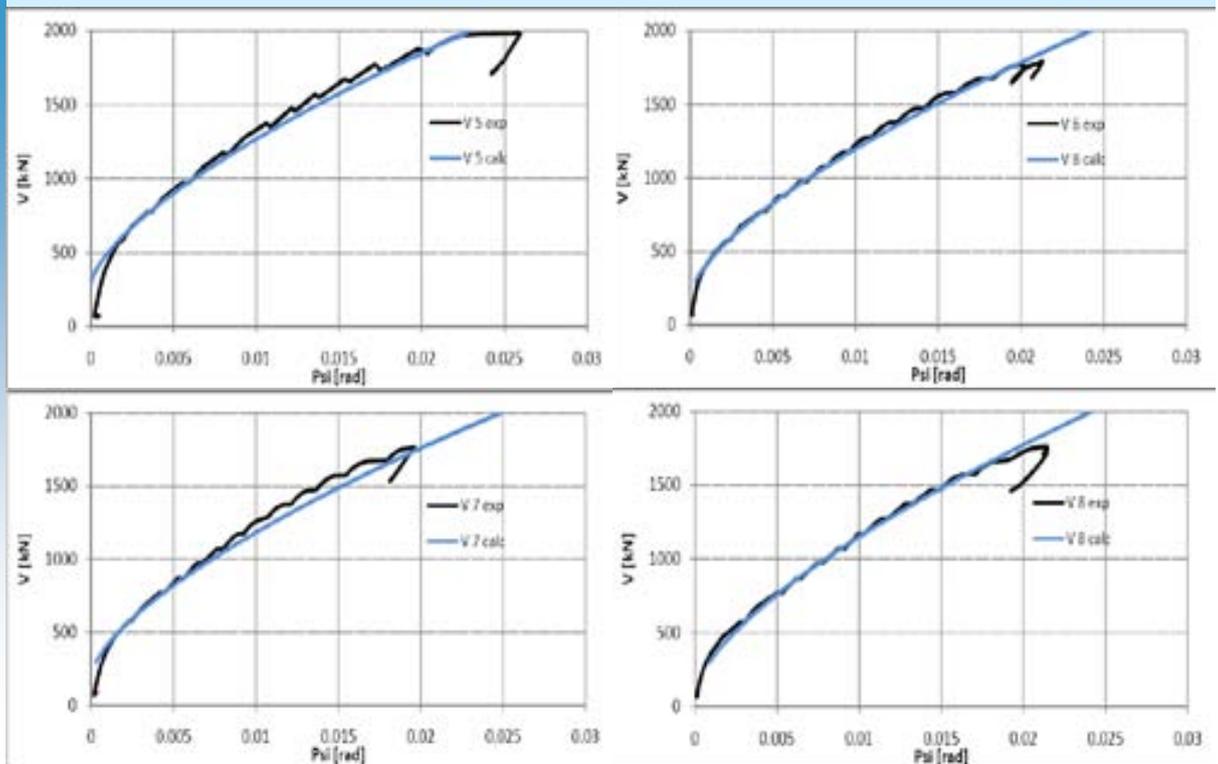
## 2.

## Versuche – Bleibende Rissöffnung



## 2.

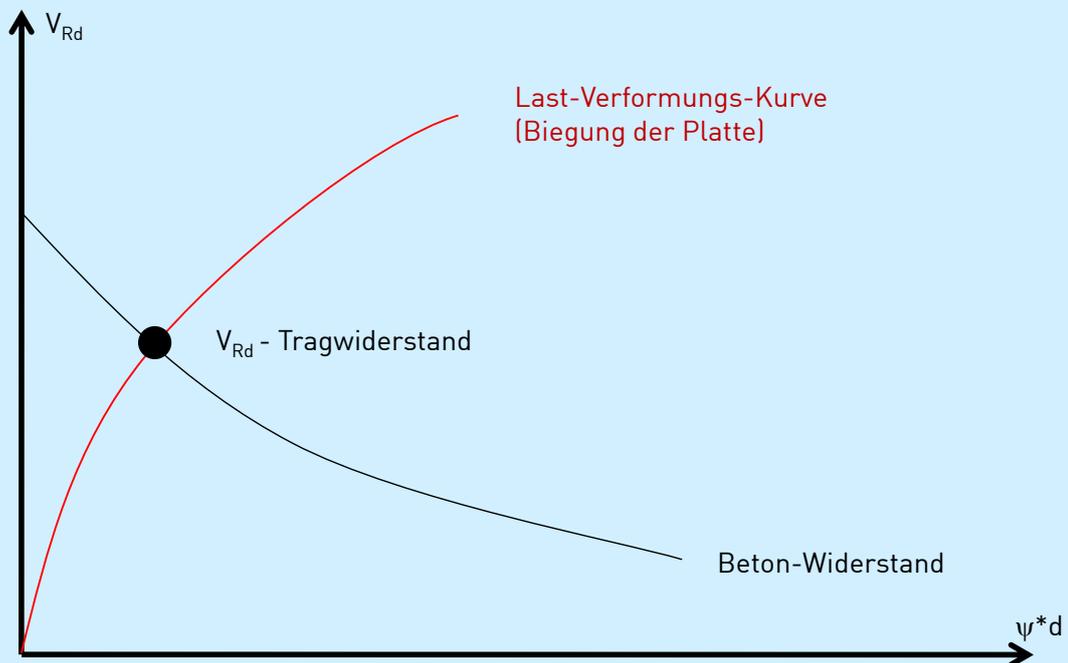
## Versuche – RINO Carbo-S



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Carbo-S

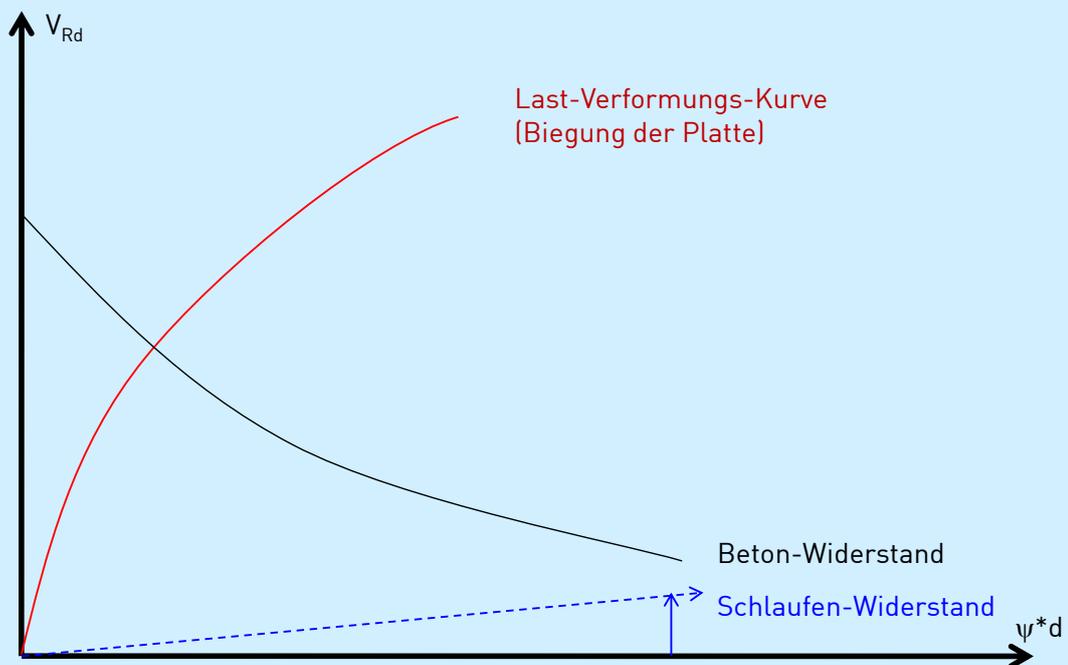
Ohne RINO Carbo-S:



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Carbo-S

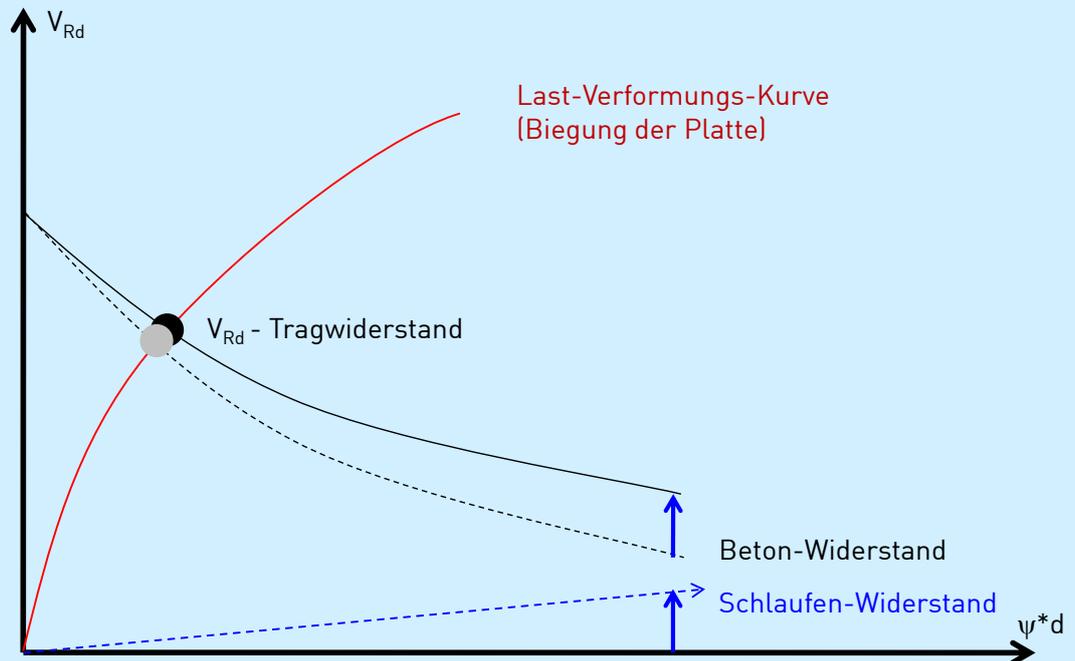
Mit RINO Carbo-S: Nicht vorgespannt (schlaff) eingebaute Strangschlaufe



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Carbo-S

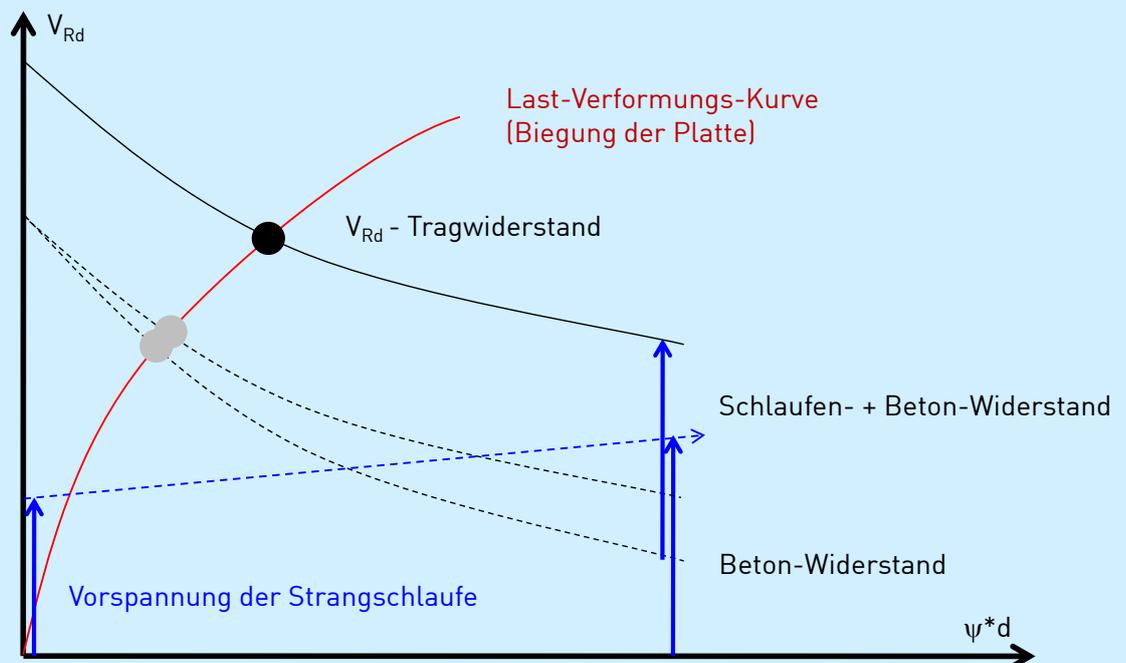
Mit RINO Carbo-S: Nicht vorgespannt (schlaff) eingebaute Strangschlaufe



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Carbo-S

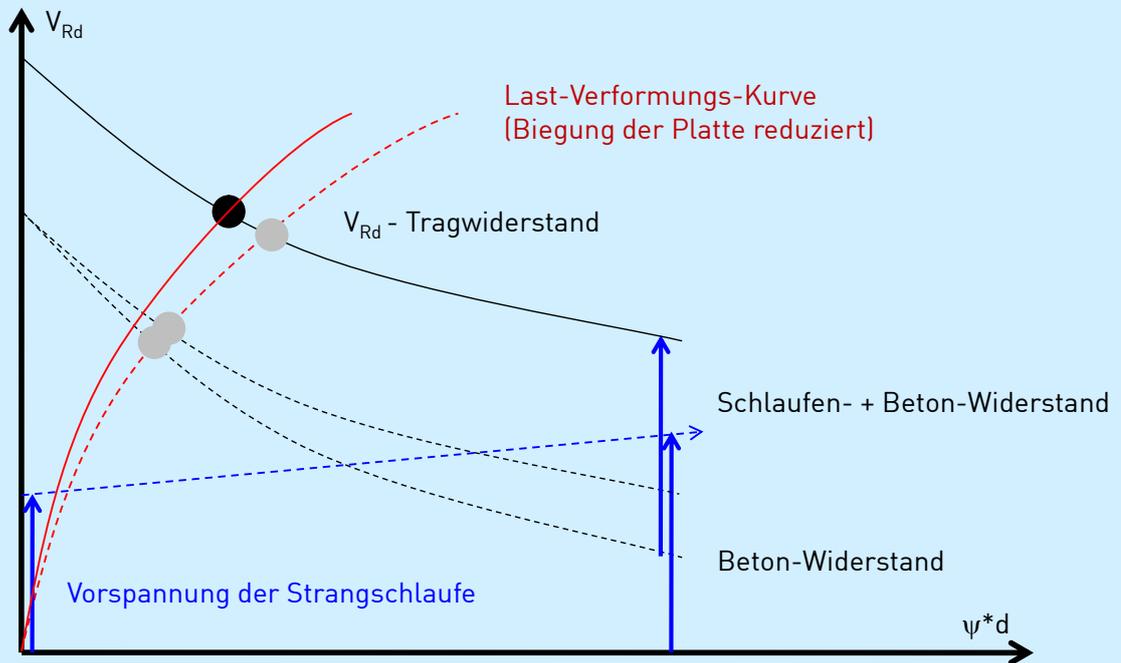
Mit RINO Carbo-S: Vorspannt eingebaute Strangschlaufe



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Carbo-S

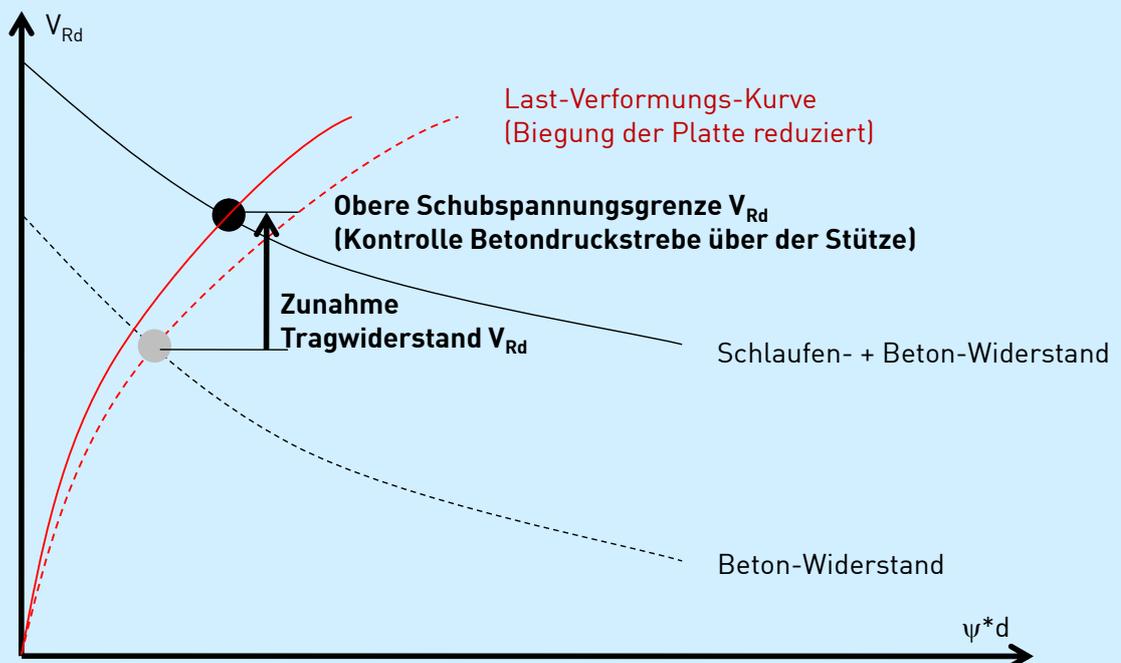
Mit RINO Carbo-S: Vorgespannt eingebaute Strangschlaufe → versteifte Platte



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Carbo-S

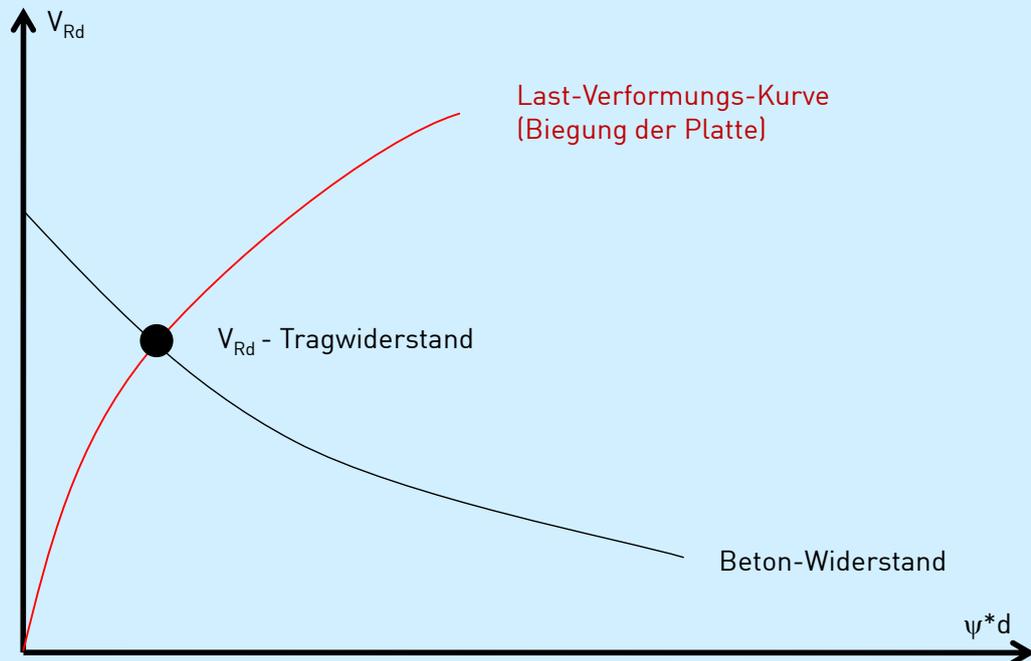
Mit RINO Carbo-S: Vorgespannt eingebaute Strangschlaufe → versteifte Platte



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Exo

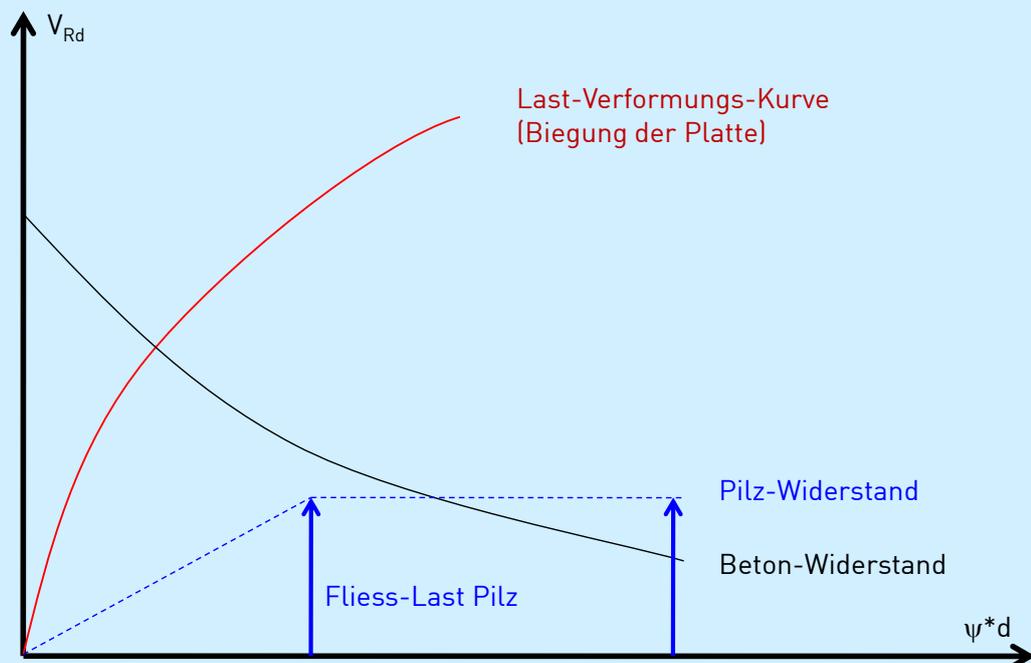
Ohne RINO Exo:



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Exo

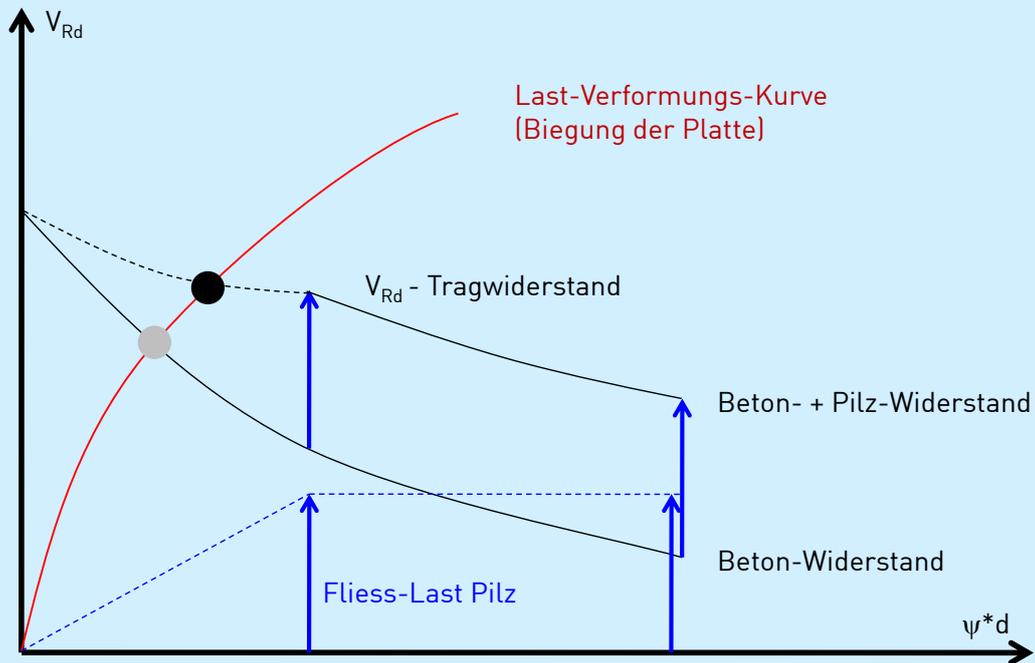
Mit RINO Exo: Nicht vorgespannt (schlaff) eingebauter Pilz :



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Exo

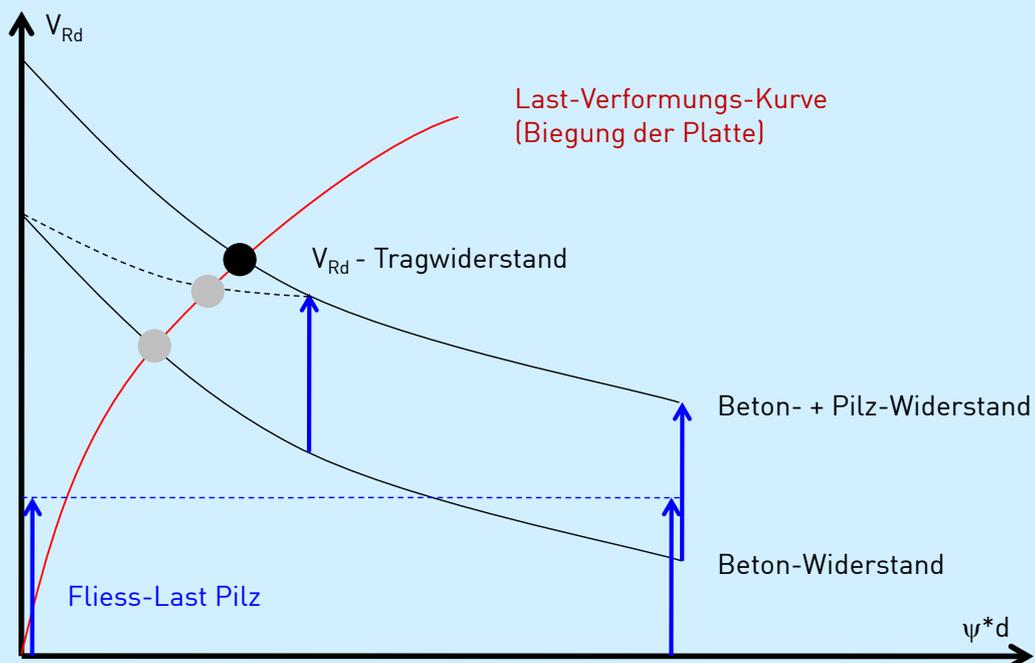
Mit RINO Exo: Nicht vorgespannt (schlaff) eingebauter Pilz :



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Exo

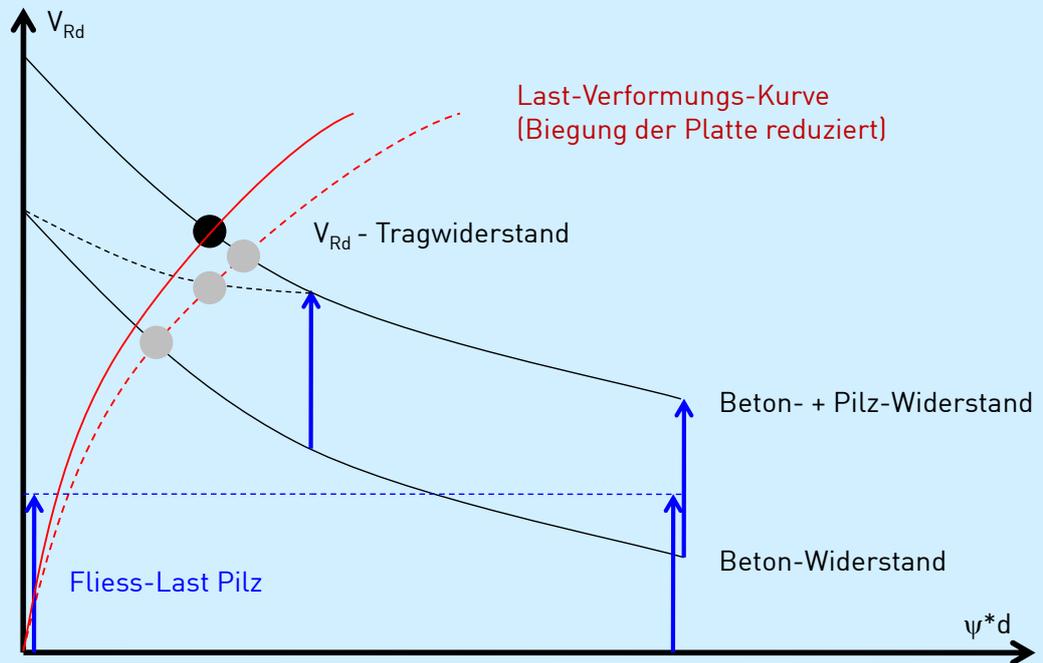
Mit RINO Exo: Vorspannt eingebauter bzw. aktivierter Pilz



### 3.

## Einfluss Vorspannung – RINO Exo

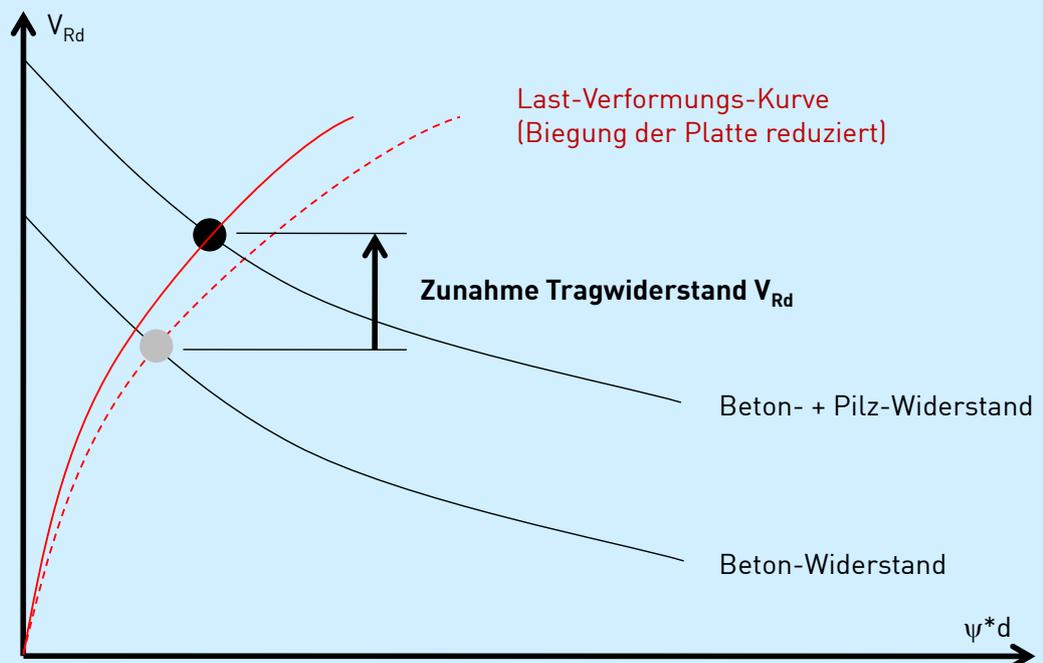
Mit RINO Exo: Vorgespannt eingebauter bzw. aktivierter Pilz → versteifte Platte



### 3.

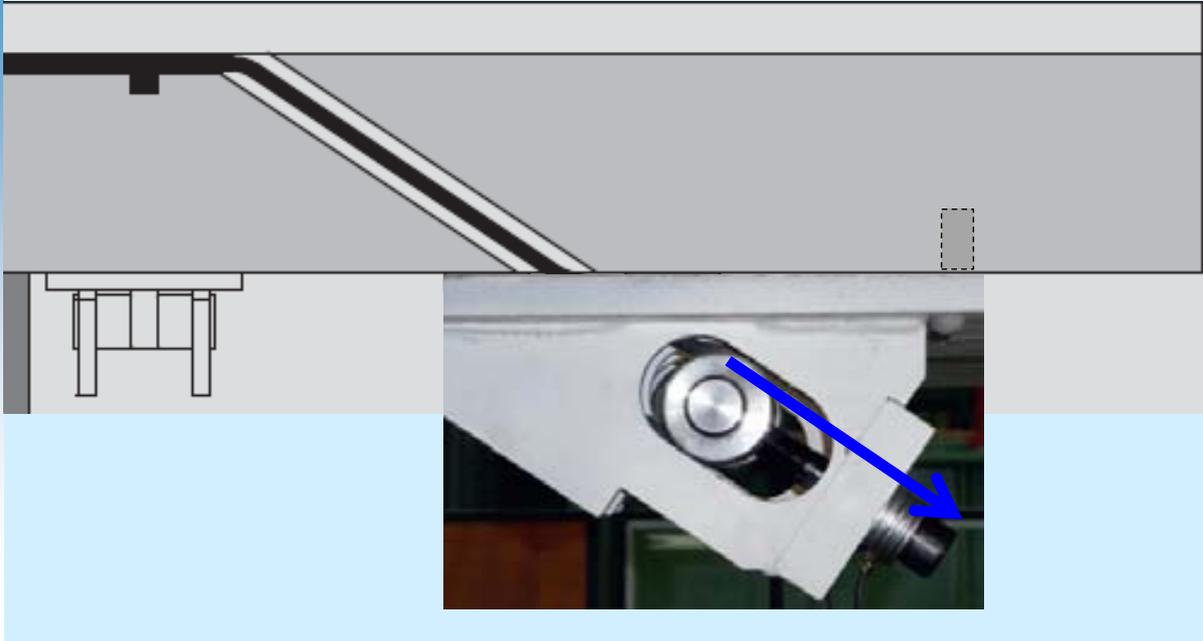
## Einfluss Vorspannung – RINO Exo

Mit RINO Exo: Vorgespannt eingebauter bzw. aktivierter Pilz → versteifte Platte



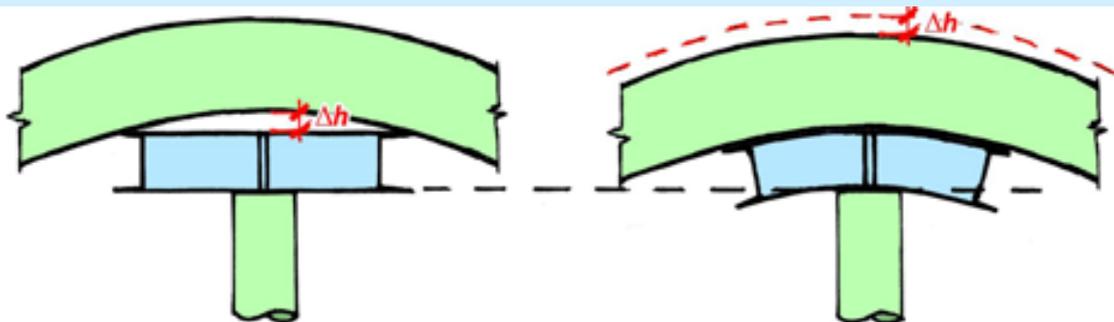
## 4. Vorspannung – RINO Carbo-S

Strangschlaufe wird über die Verankerungsschrauben gespannt:



## 4. Vorspannung – RINO Exo

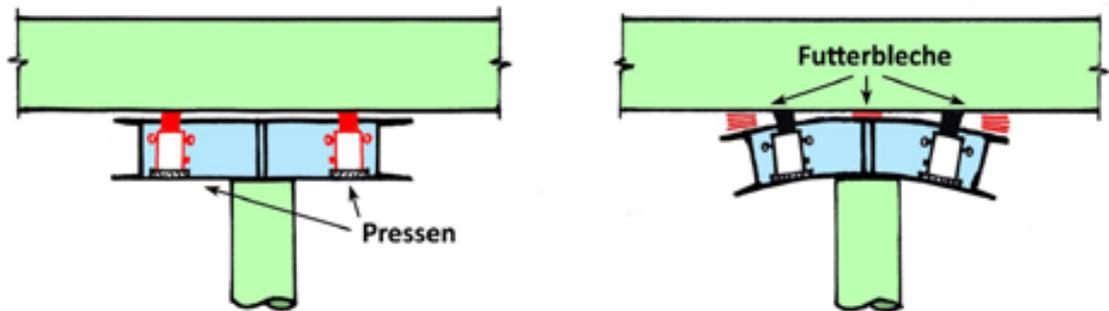
Decke durch Spriessung überhöhen:



1. Decke mit Spriessen überhöhen
2. Pilz satt auf die Stütze setzen, Randträger berührt Decke UK
3. Sprieße entlasten, Decke drückt Randträger und Pilzsteg nach unten
4. Decke spannt Pilz vor

## 4. Vorspannung – RINO Exo

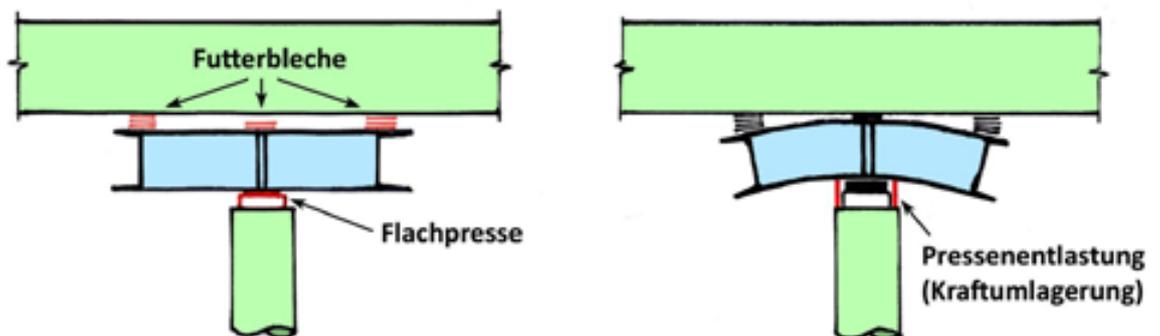
Pilzecken mit Pressen gegen Decke verspannen:



1. Pilz satt auf die Stütze setzen
2. Randträger mit hydraulischen Pressen gegen Decke verspannen
3. Futterbleche zwischen Randträger / Stegbleche und Decke UK versetzen
4. Pressen ausbauen; Vorspannung spannt Pilz vor

## 4. Vorspannung – RINO Exo

Gesamter Pilz mit Presse gegen Decke drücken: → favorisierte Lösung

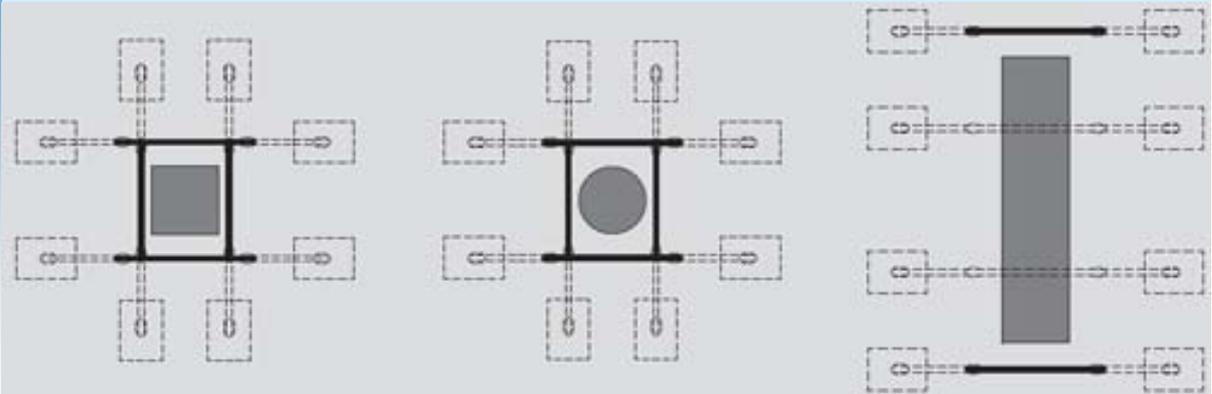


1. Pilz auf Flachpresse aufsetzen
2. Futterbleche zwischen Randträger / Stegbleche und Decke UK versetzen
3. Pilz mit Flachpresse gegen Decken UK drücken
4. Pilz kraftschlüssig mit Stützenkopf verbinden
5. Pressen ausbauen; Vorspannung spannt Pilz vor  
(Verwendung von verlorenen Flachpressen (Mörtelpressen) ebenfalls möglich)

## 5.

## Konstruktive Details – RINO Carbo-S

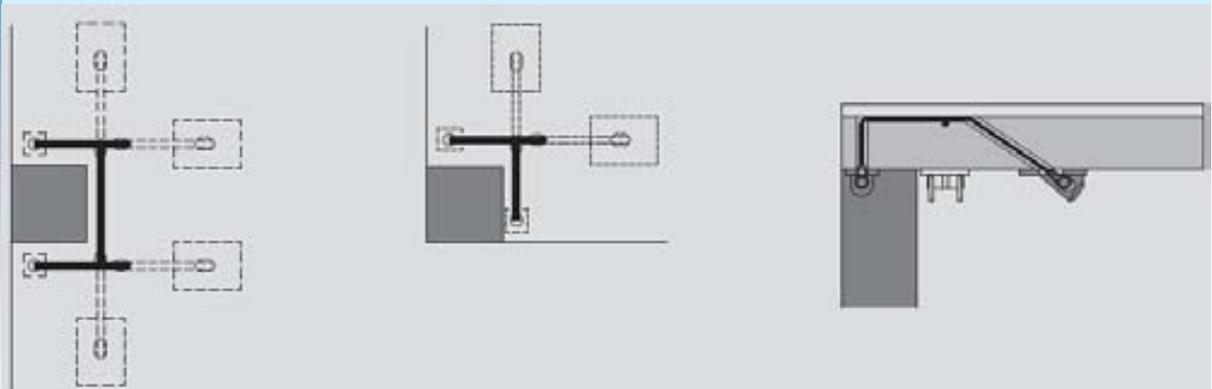
Innenstützen und Wandscheiben:



## 5.

## Konstruktive Details – RINO Carbo-S

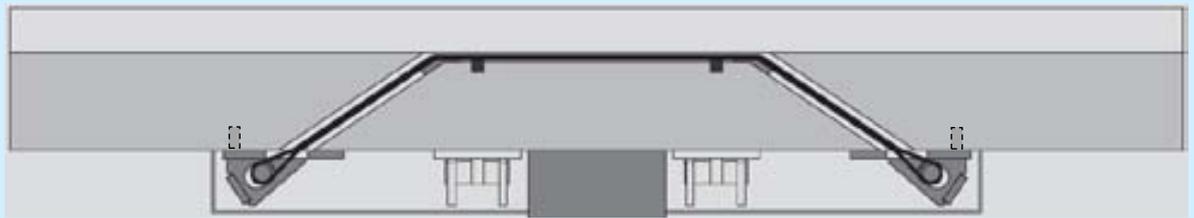
Rand- und Eckstützen:



## 6. Brandschutz – RINO Carbo-S

Die verschiedenen Elemente der Durchstanzmassnahme sind gegen Brand zu schützen. Die Ankerplatten-Konstruktion kann als ganzes mit einer Einhausung gegen Brand geschützt werden.

Ohne Brandschutzmassnahme kann der mögliche Ausfall der Verstärkung als aussergewöhnliche Einwirkung gemäss SIA 260 betrachtet werden. Nach einem allfälligen Ausfall kann das Verstärkungssystem wieder installiert werden.

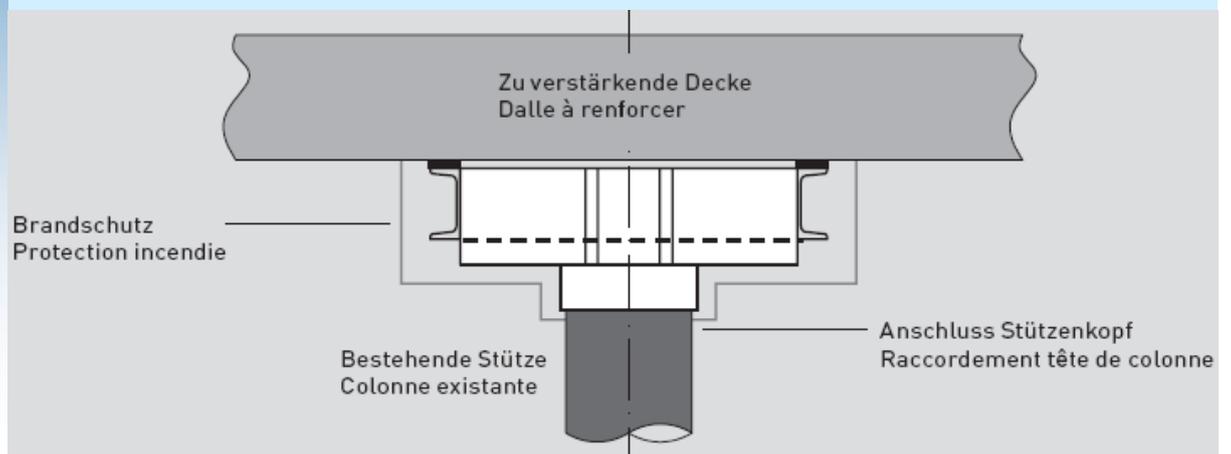


## 6. Brandschutz – RINO Exo

**Der Brandschutz von RINO Exo wird konstruktiv gewährleistet.**

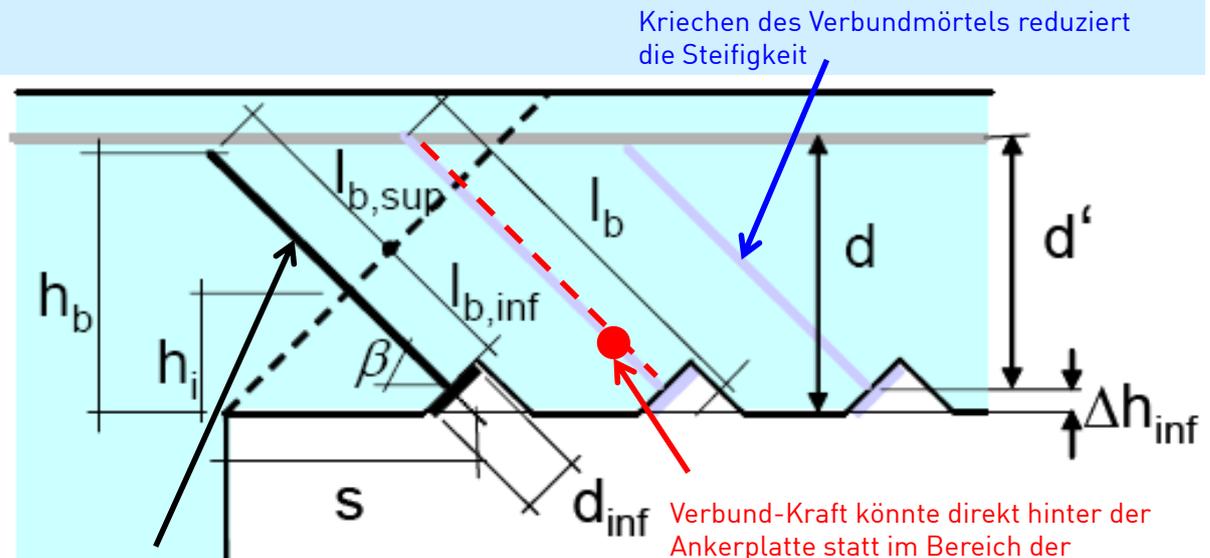
**Projektspezifisch sind unterschiedliche Lösungen möglich:**

- Verkleidung (Einhausung)
- Ausbetonieren
- Brandschutzfarbe
- etc.



## 7. System HILTI

Fragen zur Wirksamkeit der Verstärkungsmassnahme:



Viele Bohrungen im Bauzustand  
 → reduzierter Tragwiderstand  
 Bilder: Dokumentation HILTI

## 7. System ancoSAN® System Stahlton



Verstärkung der Durchstanzung mit Stahlton-Köpfen + Ancosan

Aktivierung der Stahlverstärkung durch zusätzliche Deckenrotation ?

Steifigkeit der Verankerung (Mörtelschicht) beeinflusst den Durchstanzwiderstand

Bilder: Internet-Angaben Ancotech

## 7. System ancoSAN®

Kontrollierte Spriessung ?



Bilder: Internet-Angaben Ancotech

Provisorische Abstützung

## 8. Kundennutzen – RINO Carbo-S

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

- Dauerhafte Hochleistungswerkstoffe: CFK
- Aktives und effektives System durch Vorspannung
- 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

## 8. 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.

## 8. Kundennutzen – RINO System



Durchstanz-Problem erkannt



Schlaff verstärkt

## 8.

## Kundennutzen – RINO System



RINO System mit Vorspannung



Durchstanz-Problem gelöst !



## DURA 2011

Version 1.0 / März '11

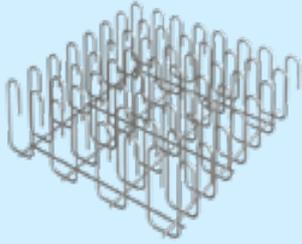


### Inhalt

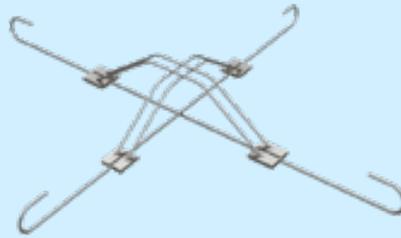
<b>1. Das DURA-System (Korb, Pilz, DURA S)</b>	<b>S. 3 - 12</b>
<b>2. Durchstanzversuche</b>	<b>S. 13 - 16</b>
<b>3. Verlegeanforderungen</b>	<b>S. 17 - 18</b>
<b>4. Einsturzsicherung</b>	<b>S. 22 - 24</b>
<b>5. Teilrevision</b>	<b>S. 25</b>

## 1. DURA-System

Das DURA-System auf einen Blick:



DURA Bügelkorb



DURA S-Elemente



DURA Pilz

## 1. DURA-Korbanordnung im Stützenbereich



## 1. DURA-Pilze auf vorgefertigten Stützen



## 1. DURA-Pilze für Bodenplatten



## 1. DURA Pilze kombiniert mit DURA Körben



## 1. DURA S-Element



# 1. DURA S-Element



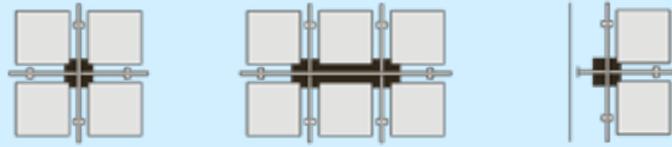
# 1. Kombinationsmöglichkeiten

	DURA Körbe	DURA S-Elemente	DURA Pilz
DURA Körbe			
DURA S-Elemente			
DURA Pilz			

Stütze ■

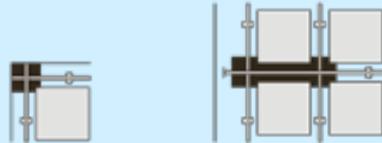
# 1. Element-Typen und Anwendungen

## S-Elemente + Bügelkörbe



## Grundtypen

- Innenstützen
- Randstützen
- Eckstützen.



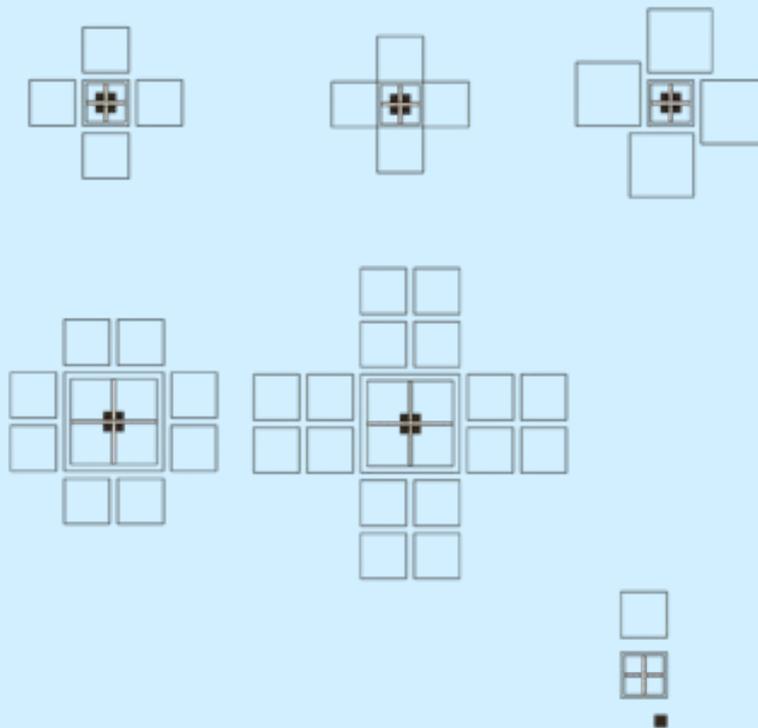
## Spezielle Anwendungen

- Wandartige Stützen
- Wände.



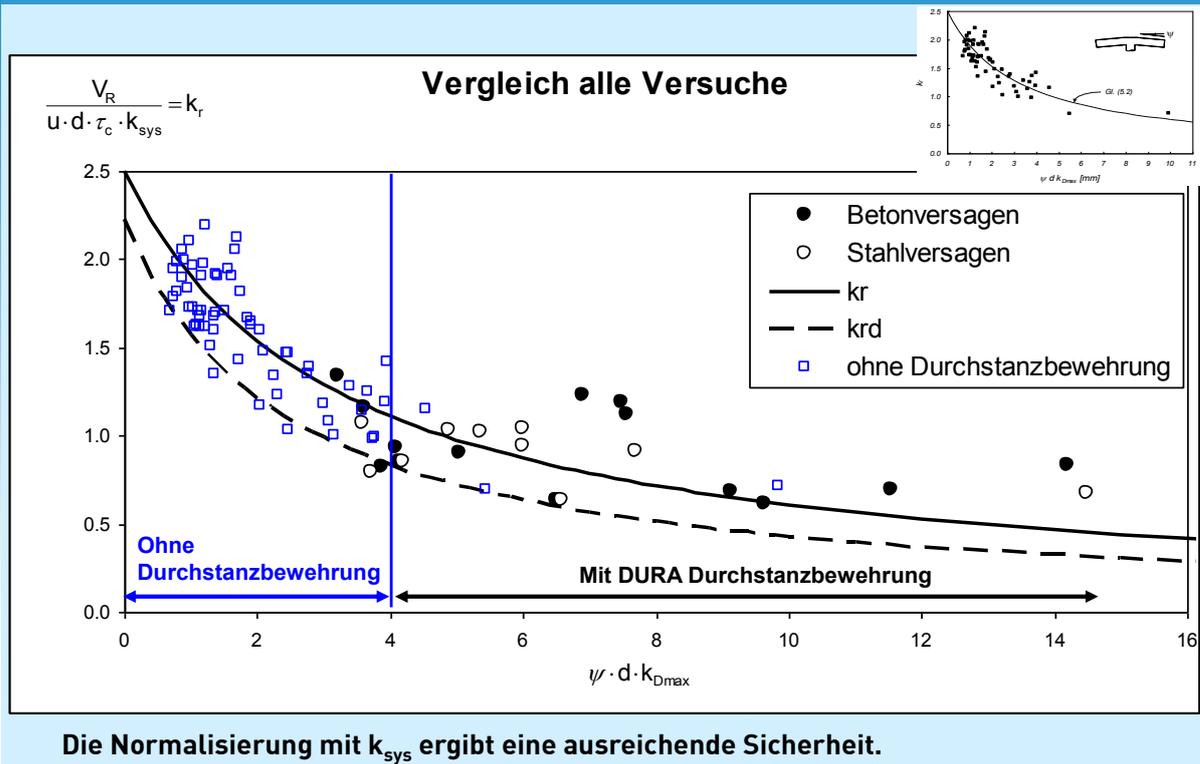
# 1. Element-Typen und Anwendungen

## Pilz + Bügelkörbe





## 2. Einfluss von DURA Durchstanzbewehrung



## 2. Beurteilung des DURA-Bemessungskonzepts

### Beurteilung auf Grund der zahlreichen Versuche

- **Bemessungskonzept ist mit Sicherheitsniveau SIA 262:2003 vergleichbar** (Platten ohne Durchstanzbewehrung).
- **Das Bemessungskonzept ist mit dem Format der Norm SIA 262:2003 für Platten mit Durchstanzbewehrung kompatibel.**
- **Die im Gutachten beschriebenen Ausnahmen gegenüber der Norm SIA 262:2003 sind bei Einhaltung der grundsätzlichen Verlegeprinzipien der DURA Durchstanzbewehrung gerechtfertigt.**

	$V_R / V_{Rm}$	$V_R / V_{Rd}$
<b>Mittelwert</b>	<b>1.130</b>	<b>1.650</b>
<b>Standardabweichung</b>	<b>0.197</b>	<b>0.167</b>
<b>Variationskoeffizient</b>	<b>0.174</b>	<b>0.101</b>
<b>Minimalwert</b>	<b>0.907</b>	<b>1.424</b>

### 3. Verlegeanforderungen: DURA-System

$$V_{Rd} = k_{sys} \cdot k_{rd} \cdot \tau_{cd} \cdot u \cdot d$$

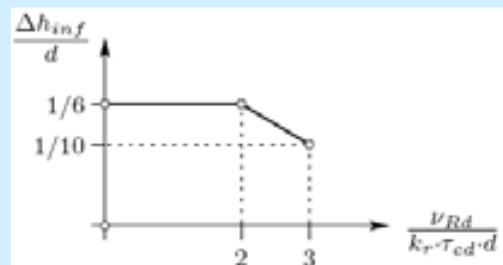
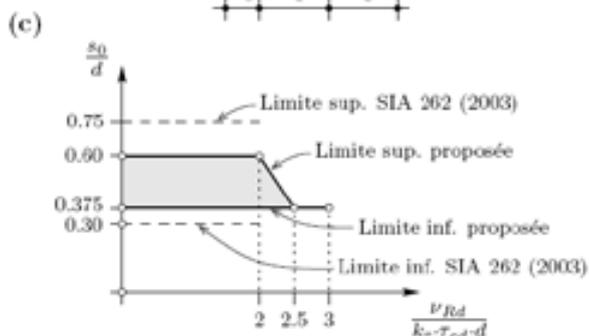
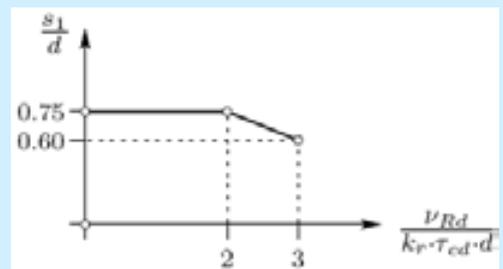
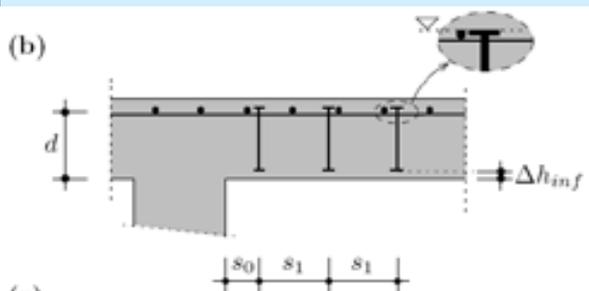
$k_{sys}$  auf Grundlage von 24 Versuchen

$$k_{sys} = 2.5 \text{ .. } 3.0$$

Ohne verschärfte Verlegebedingungen !

### 3. Verlegeanforderungen: Ancotech

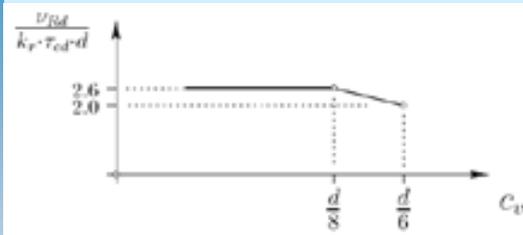
Gutachten Muttoni für Ancotech – verschärfte Verlege-Anforderungen !  
Gutachten auf Nachfrage erhältlich



Quelle: Gutachten zur Bemessung von ancoPLUS®

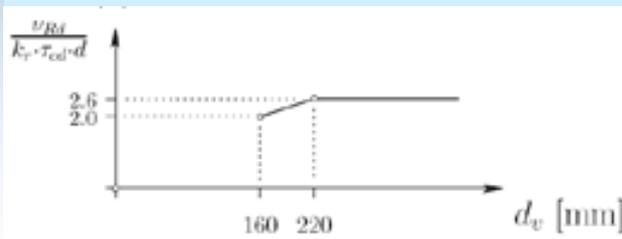
### 3. Verlegeanforderungen: Fischer

Gutachten Muttoni für Fischer – verschärfte Verlege-Anforderungen !



Ab  $h = 200 \text{ mm}$  ist  $k_{\text{sys}} = 2.6$

Achwanden:  $k_{\text{sys}} = 2.5$  konstant



Ab  $h = 270 \text{ mm}$  ist  $k_{\text{sys}} = 2.6$

Achwanden:  $k_{\text{sys}} = 2.5$  konstant

Quelle: Gutachten zur Bemessung des FIDECA®-Durchstanzsystems

### 3. Verlegeanforderungen: Fischer Versuche

Referenz	Platte	$d$ [mm]	Bruchart	$(V_{R,d} / V_{R,mon})_{\alpha}$	$(V_{R,d} / V_{R,mon})_{\beta}$	$V_{R,d} / V_{R,SIA}$
[3]	V1	240	Durchstanzen	1.14	1.31	1.31
[3]	V2	240	Bruch der Drucksstrebe	1.05	1.22	1.29
[4]	V4	240	Durchstanzen ausserhalb der verstärkten Zone	1.00	1.16	1.22
[5]	PL1	210	Durchstanzen	0.95	1.10	1.10
[6]	PF1	209	Aktivierung der Bewehrung	0.94	1.18	1.17
[7]	PV1	210	Durchstanzen	1.08	1.25	1.25
[6]	PF2	208	Bruch der Drucksstrebe	1.05	1.22	1.40
[5]	PL3	210	Durchstanzen	1.00	1.17	1.17
[6]	PF3	209	Bruch der Drucksstrebe	1.02	1.19	1.35
[5]	PL4	277	Durchstanzen	1.07	1.24	1.24
[6]	PF4	277	Bruch der Drucksstrebe	1.00	1.22	1.34
[5]	PL5	354	Durchstanzen	0.99	1.15	1.15
[6]	PF5	354	Aktivierung der Bewehrung	1.22	1.50	1.45

**13 Versuche, davon 6 ohne Durchstanzbewehrung oder mit Doppelkopfkankern statt Fideca**

Quelle: Gutachten zur Bemessung des FIDECA®-Durchstanzsystems

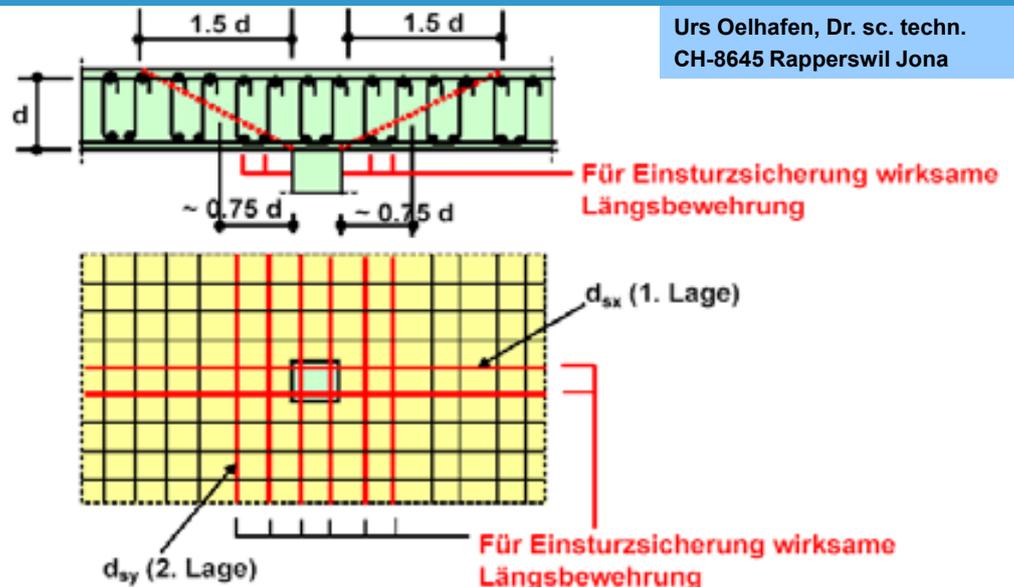
### 3. Verlegeanforderungen: Fischer Versuche

Referenz	Platte	d [mm]	Bruchart	$(V_{R,stat}/V_{R,mod})_{\text{D}}$	$(V_{R,stat}/V_{R,mod})_{\text{K}}$	$V_{R,stat}/V_{R,stat}$
<del>[3]</del>	<del>V1</del>	<del>240</del>	<del>Durchstanzen</del>	<del>1.14</del>	<del>1.31</del>	<del>1.31</del>
→ [3]	V2	240	Bruch der Drucksstrebe	1.05	1.22	1.29
→ [4]	V4	240	Durchstanzen ausserhalb der verstärkten Zone	1.00	1.16	1.22
<del>[5]</del>	<del>PL1</del>	<del>210</del>	<del>Durchstanzen</del>	<del>0.95</del>	<del>1.10</del>	<del>1.10</del>
<del>[6]</del>	<del>PF1</del>	<del>209</del>	<del>Aktivierung der Bewehrung</del>	<del>0.94</del>	<del>1.18</del>	<del>1.17</del>
<del>[7]</del>	<del>PV1</del>	<del>210</del>	<del>Durchstanzen</del>	<del>1.08</del>	<del>1.25</del>	<del>1.25</del>
→ [6]	PF2	208	Bruch der Drucksstrebe	1.05	1.22	1.40
<del>[5]</del>	<del>PL3</del>	<del>210</del>	<del>Durchstanzen</del>	<del>1.00</del>	<del>1.17</del>	<del>1.17</del>
→ [6]	PF3	209	Bruch der Drucksstrebe	1.02	1.19	1.35
<del>[6]</del>	<del>PL4</del>	<del>277</del>	<del>Durchstanzen</del>	<del>1.07</del>	<del>1.24</del>	<del>1.24</del>
→ [6]	PF4	277	Bruch der Drucksstrebe	1.00	1.22	1.34
<del>[5]</del>	<del>PL5</del>	<del>354</del>	<del>Durchstanzen</del>	<del>0.99</del>	<del>1.15</del>	<del>1.15</del>
<del>[6]</del>	<del>PF5</del>	<del>354</del>	<del>Aktivierung der Bewehrung</del>	<del>1.22</del>	<del>1.50</del>	<del>1.45</del>

Blieben nur noch 7 Versuche mit Fideca Körben. Bei PF1 und PF5 war  $V_R = 3.5 \cdot d_v \cdot u \cdot \tau_{cd}$  massgebend, d.h. eine Aussage zu  $k_{sys}$  war nicht möglich!  
**Blieben nur noch gültige 5 Versuche.**

Quelle: Gutachten zur Bemessung des FIDECA®-Durchstanzsystems

### 4. Einsturzsicherung mit DURA-Körben



Bei gleichen Stabdurchmessern in der 1. und 2. Bewehrungslage wird in diesem Fall mit dem DURA-System die Effizienz der Einsturzsicherung verdoppelt.

**DURA-Körbe erfüllen die Funktion der einsturzsichernden Aufhängebewehrung!**

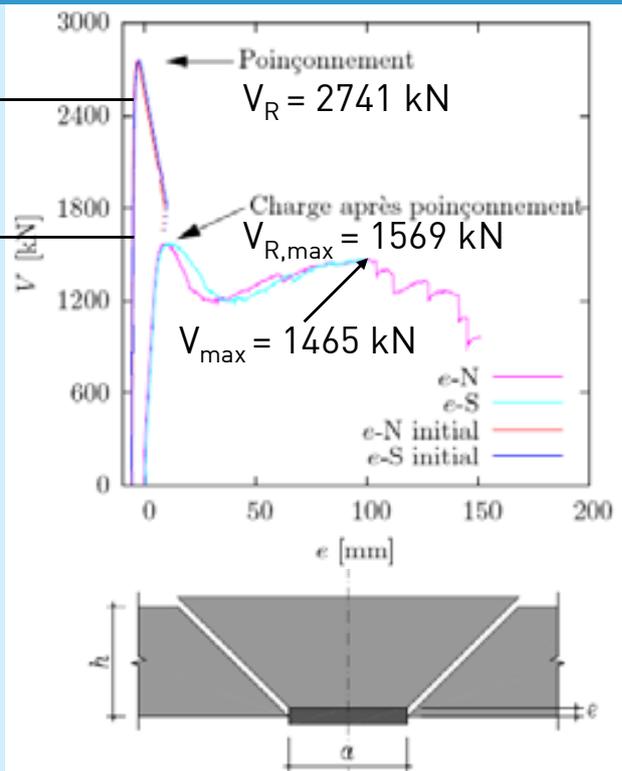
## 4. Einsturzsicherung mit DURA-Körben

$$V_{Rm,c} = 2470 \text{ kN}$$

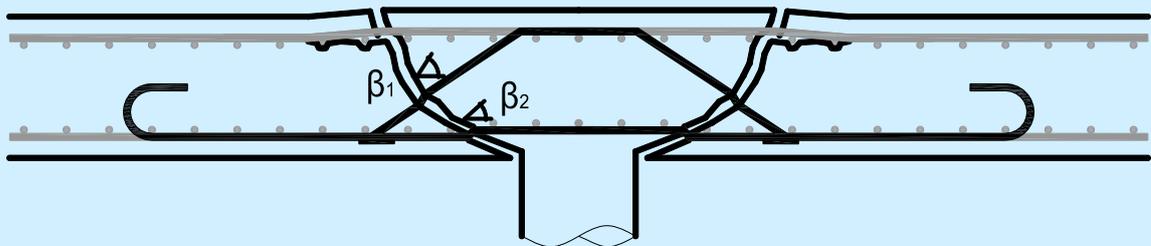
$$V_{Rm,s} = 1596 \text{ kN}$$

DURA:  $V_{Rd,s} = 1310 \text{ kN}$  (Stahl)

**Enormes Verformungsvermögen auf hohem Widerstandsniveau!**



## 4. Einsturzsicherung mit DURA S-Elementen



**Modelle und Einsturz-Widerstand**

	S-12	S-14	S-16	S-18	S-20	S-22	S-26	S-30
$\varnothing_1$ [mm]	12	14	16	18	20	22	26	30
$\varnothing_2$ [mm]	14	16	18	20	22	26	30	34
<b><math>VR_d</math> [kN]</b>	<b>253</b>	<b>340</b>	<b>439</b>	<b>551</b>	<b>676</b>	<b>859</b>	<b>1180</b>	<b>1552</b>

→ pro Richtung!

**DURA S-Elemente erfüllen die Funktion der einsturzsichernden Aufhängebewehrung!**

## 5. Teilrevision SIA 262

### Revisionsprozess:

- Vernehmlassungsfrist bis 28.02.2011
- Zusammentragen Kommentare
- Überarbeiten der Norm
- Beantworten Kommentare
- 
- 
- Inkraftsetzung --,---,20--



## Kundennutzen des DURA-Systems

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

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

**Aschwanden**

