



Eine neue Bauweise für den Hoch- und Brückenbau mit Carbonbeton

Josef Kurath

## Josef Kurath, Prof. Dipl. Bauingenieur ETH/SIA



Dozent in den Studiengängen Architektur und Bauingenieurwesen,  
Leiter Fachgruppe Faserverbundwerkstoffe im Bauwesen an der ZHAW

### **Ausbildung:**

1983 – 1986 Studium zum Bauingenieur HTL am Technikum Winterthur

1988 – 1991 Bauingenieurstudium an der ETH Zürich

### **Tätigkeiten:**

1991 Gründung Ingenieurbüro Staubli, Kurath und Partner AG mit  
Schwergewicht im konstruktiven Wasserbau

Mitgründer mehrerer Start-ups unter anderem:

2014 Mitgründung Start-up CPC AG; Produktion von mit Carbon  
vorgespannten Betonplatten

## Josef Kurath, Prof. Dipl. Bauingenieur ETH/SIA



### **Lehre und Forschung:**

- Seit 1997 Dozent für «Baustatik und Festigkeitslehre» im Studiengang Bauingenieurwesen
- 1998 erste Versuche mit Faserverbundkunststoff (FVK)
- Seit 2001 Aufbau der Fachgruppe FVK
- Seit 2006 Professor, Aufbau und Dozent des Studienfaches «Faserverbundkunststoffe im Bauwesen» für Architektur- und Bauingenieurstudenten an der ZHAW
- Seit 2008 Aufbau und Dozent des Studienfachs «Gestalterisches und Konstruktives Entwerfen» für Architektur- und Bauingenieurstudenten

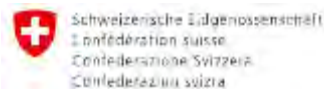
# Eine neue Bauweise für den Hoch- und Brückenbau mit Carbonbeton



Partner:



Anschubfinanzierung:



**Bundesamt für Berufsbildung und Technologie BBT**  
Förderagentur für Innovation KTI

Patent:



# Warum Carbon und Beton?



- Sehr hohe Zugfestigkeit
  - 10 x stärker als Armierungsstahl bei 5 x kleinerer Masse
- Sehr gute chemische Beständigkeit
- Sehr schlecht bezüglich Querkraftverhalten
- Mässige Brandbeständigkeit
- Mässige Steifigkeit

- Gute Druck- und Schubfestigkeit
- Robust, schützt den Carbon
- Witterungsbeständig
- Guter Brandschutz, schützt den Carbon
- Schlechte Zugfestigkeit
- Gute Steifigkeit

Carbon

Ergänzen sich gut

Beton

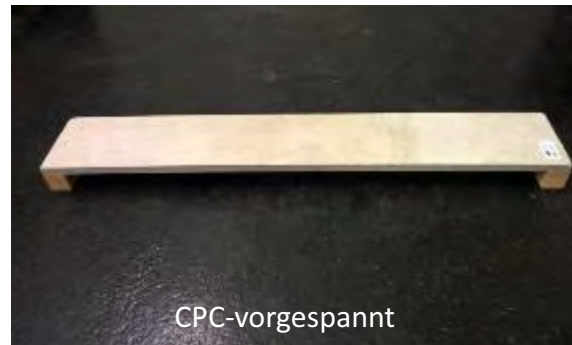
# Warum vorspannen?

Vergleich Carbon vorgespannt - nicht vorgespannt

Versuch



Nach dem Versuch



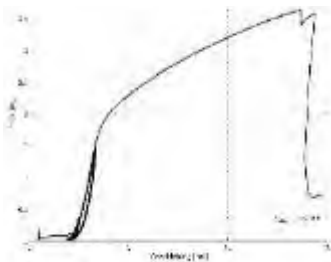
CPC-vorgespannt

Stahlarmerung schlaff

Steifigkeit für Gebrauchslasten wie vor dem Versuch, dank der hohen Zugfestigkeit und sehr gutem Ermüdungsverhalten von Carbon

Steifigkeit für Gebrauchslasten hat aufgrund des gerissenen Betons stark abgenommen.

Bleibende Verformung aufgrund der gedehnten Stahlarmerung



## Der Beton wird aktiviert.

Dadurch wird die Steifigkeit des Bauteils massiv erhöht.

## Festigkeit Carbon kann voll genutzt werden.

Schlaff armiert können wegen der fehlenden Steifigkeit nur ca. 10 bis 20% der Festigkeit von Carbon genutzt werden

# Warum Carbon vorspannen?

## Kostenvergleich Armierung

	Aktueller Einkaufspreis Fr./kg	Rohgewicht kg/m <sup>3</sup>	Festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Steifigkeit N/mm <sup>2</sup>	Einkaufspreis bei gleicher Festigkeit Fr.	Preis bei gleicher Steifigkeit Fr.
<b>Stahlbewehrung schlaff</b>	1.--	8'000	460	210'000	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Schlaffe Carbonbewehrung</b>	130.--*	1'500	3'000	210'000	3.73 <sup>1</sup> Nicht nutzbar, zu weich	<b>24.4</b>
<b>Vorgespannte Carbonbewehrung</b>	80.--	1'500	5'000	210'000	<b>1.38</b>	<b>0.20</b> Dank Aktivierung des Betons voll nutzbar

<sup>1</sup> nicht nutzbar, da Verformungsverträglichkeit mit Beton und konstruktive Anforderungen im Baubereich nicht gegeben

\* Relativ teuer, da viele Arbeitsschritte

massgebend



# Warum Carbon vorspannen?

## Kostenvergleich Armierung

	Zielpreis konfektioniert, um Gleichwertigkeit mit Stahlarmerung zu bekommen Fr./kg
<b>Stahlbewehrung schlaff</b>	1.--
<b>Schlaffe Carbonbewehrung</b>	5.33*
<b>Optimal vorspannte Carbonbewehrung</b>	58.--*

### Beispiel Armierungsstab:

Stabquerschnitt 100mm<sup>2</sup>; 50% Faseranteil

**Carbonbedarf** 50mm<sup>2</sup> ergibt 0.09 kg à Fr. **10.--/kg** 0.90

**Harzbedarf** 50mm<sup>2</sup> ergibt 0.07 kg à Fr. 5.--/kg 0.35

Rohmaterialkosten 1.25

Herstellung Bewehrungsstab 0.30

Logistik, Marketing, Zwischenhandel... 0.65

**Total** **2.20**

Ist Fr. 2.20 / 0.09 kg 24.40

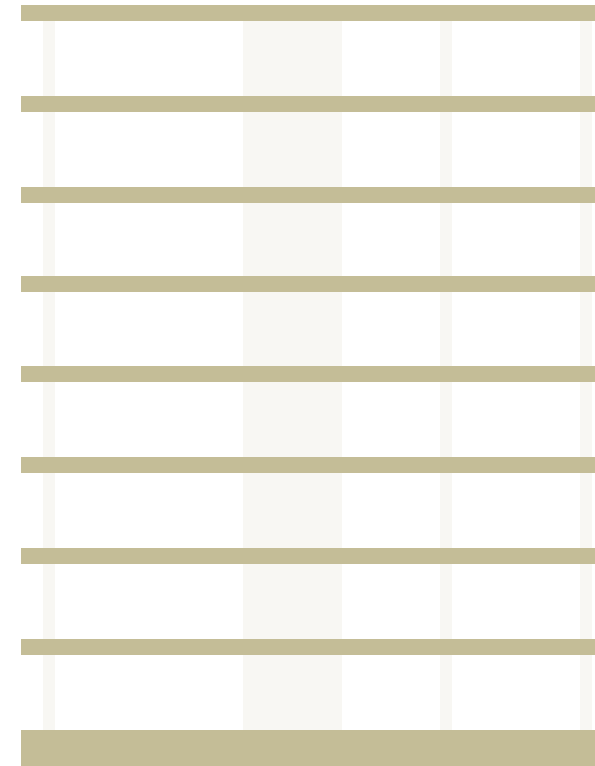
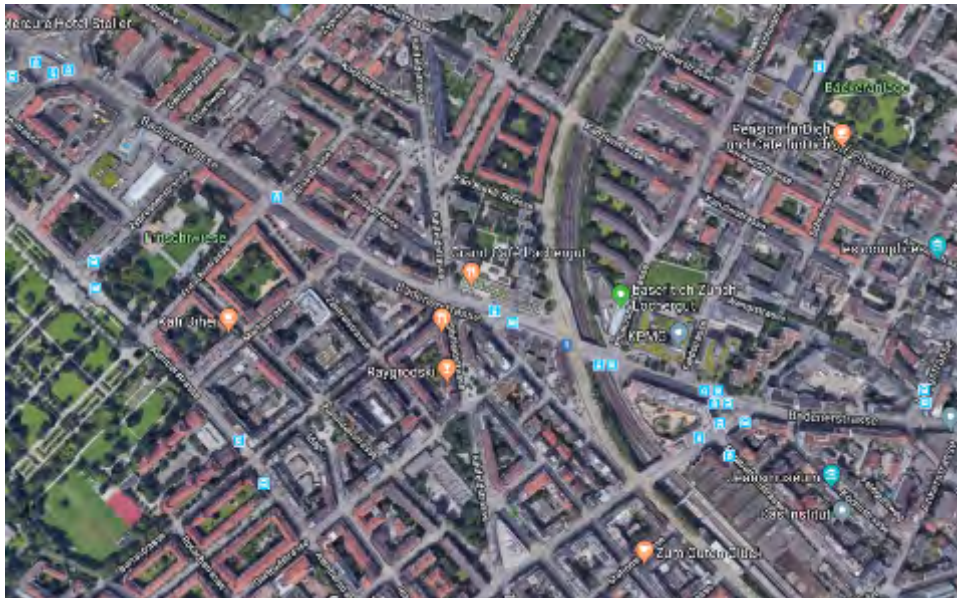
Soll 5.33

\*: bezogen auf den Carbonquerschnitt,  
wobei der Harzverbrauch auch Teil dieser  
Kosten ist



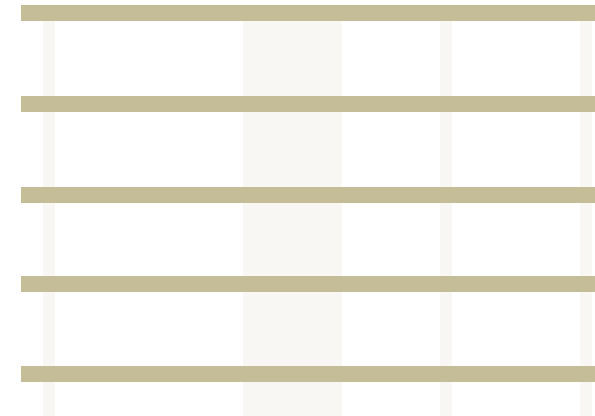
# Warum flach?

- Warum: Beton – plattig – vorgefertigt?
  - Das Meiste am Bau ist eben.
  - Die Tendenz zu individueller Vorgefertigung steigt im Bau ständig.
  - Betonbauteile sind zu schwer für einen einfachen Transport und die Montage auf der Baustelle – hier helfen sehr dünne und damit leichtere Platten.
  - Beton ist in der Umwelt robuster als die meisten anderen Materialien.



# Warum flach?

- Warum: Beton – plattig – vorgefertigt?
  - Das Meiste am Bau ist eben.
  - Die Tendenz zu individueller Vorfabrikation steigt im Bau ständig.
  - Betonbauteile sind zu schwer für einen einfachen Transport und die Montage auf der Baustelle – hier helfen sehr dünne und damit leichtere Platten.
  - Beton ist in der Umwelt robuster als die meisten anderen Materialien.
- Vorteile
  - Ist industriell herstellbar
  - Ist industriell weiter verarbeitbar
  - Weist eine hohe Leistung auf
  - Kann breit eingesetzt werden
  - Ist gut transportierbar
  - Ist robust
  - Ist günstig
- Vorbilder
  - Holzbau, Stahlbau
  - Autobau
  - Heutige technische Möglichkeiten



10m x 2.4m, t = 2.4 cm oder 4cm

# CPC – eine neue Betonbauweise

## Halbfabrikat



Rohplatte 10m x 2.4m, 40mm wird mit einem Saugheber vom Plattenstapel genommen

# CPC – eine neue Betonbauweise

## Konfektionieren

Zuschneiden, Bohren, Fräsen mit einem CNC-Bearbeitungszentrum



Konfektionierung einer 10m x 2.4m grossen und 20mm starken CPC-Betonplatte im CNC-Bearbeitungszentrum  
Tisch- und Bankplatten

Auch Wasserstrahlen, ... usw.

CPC – eine neue Betonbauweise

# Fügen

Kleben, Verschrauben, ...



# CPC – eine neue Betonbauweise Montieren

**BETONSUISSE**



# Heutiger konstruktiver Betonbau

## Heute im Betonbau

1. Jede Form einzeln schalen
2. Beton giessen

## Vorfabrikation



## Ortsbetonbau



# Eine komplett neue Bauweise für den Betonbau

## Industriell individuell

### Heute im Betonbau

1. Jede Form einzeln schalen
2. Beton giessen



### Bauen mit CPC – Betonplatten

1. Industriell hergestellte Platte
2. Beliebige Formen ausschneiden voll automatisiert auch dank BIM
3. Fügen

Vorbilder: Holzbau, Stahlbau, Natursteinbau, Autobau



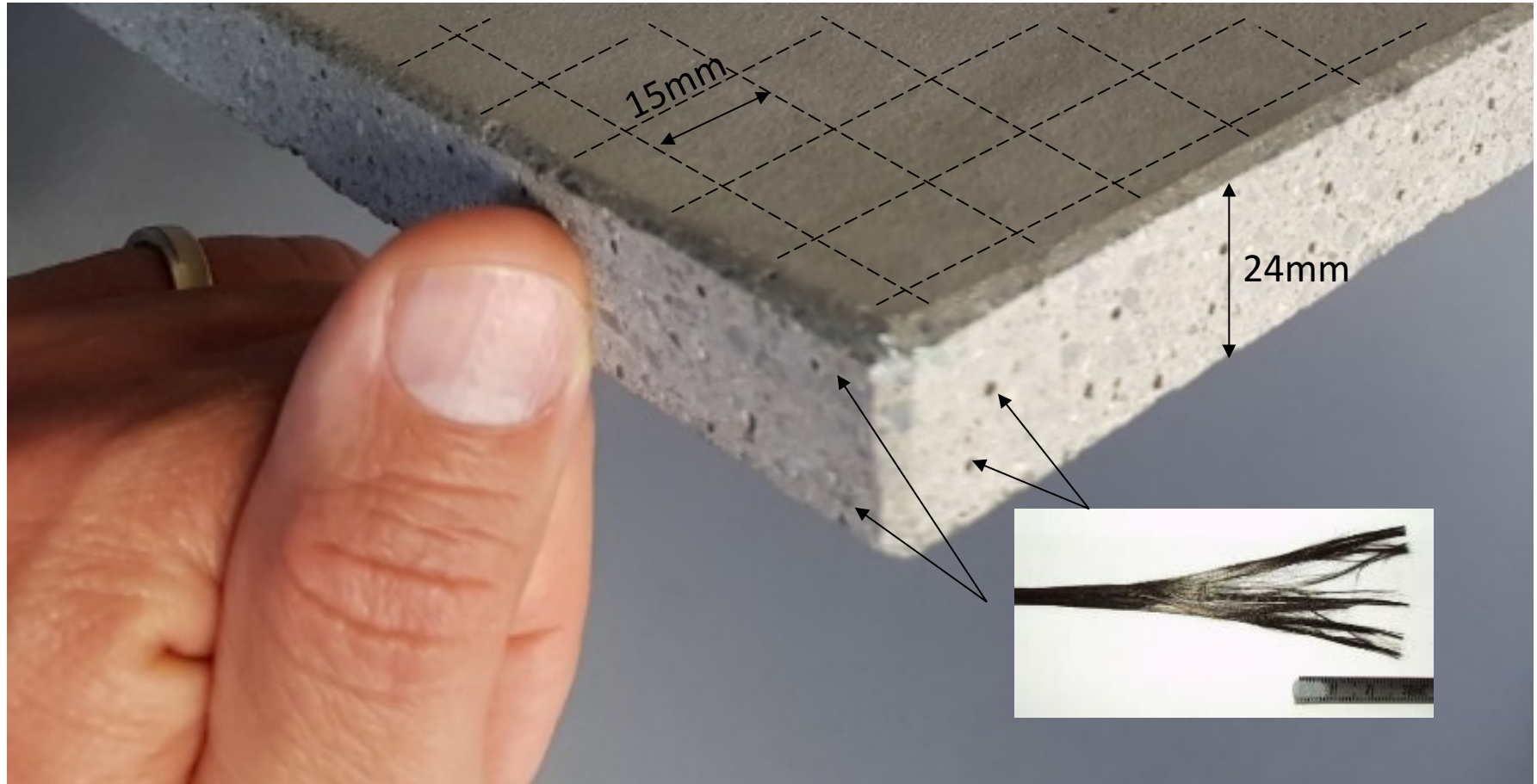


# Plattenaufbau

Bsp. CPC 24mm



**BETONSUISSE**



**200g Carbon und 55kg Beton pro m<sup>2</sup> Platte**

# Tragverhalten CPC-Carbonbetonplatte

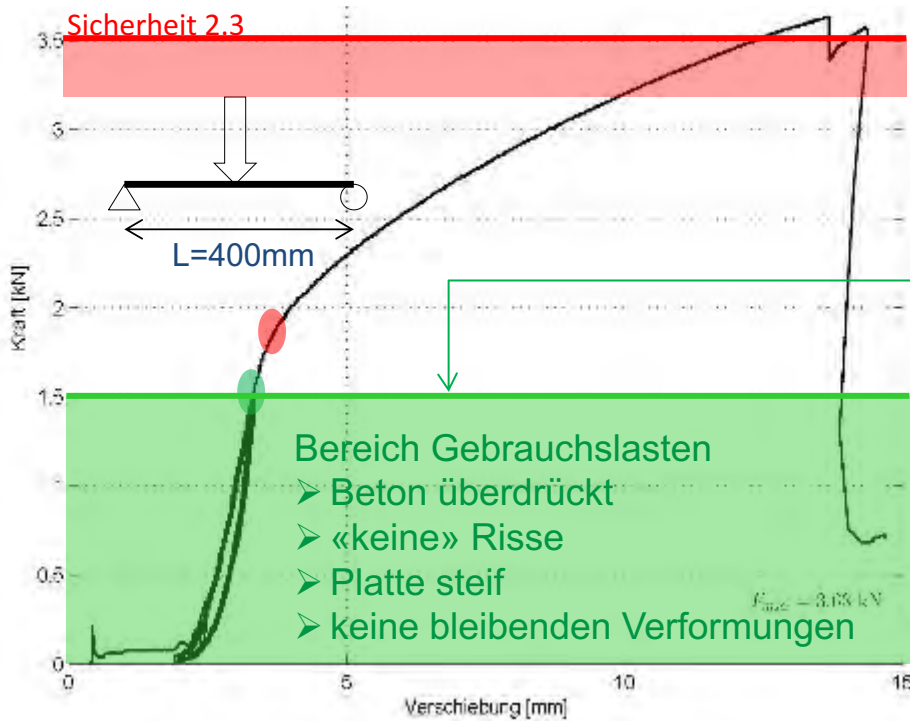
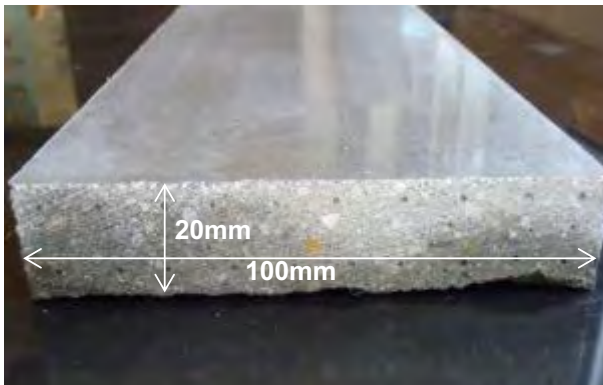


CPC – Carbonbetonplatte  $t = 24\text{mm}$

# Tragverhalten



# Ermüdungsverhalten



Zyklen Anzahl	Belastung kN	$P_{Bruch}$ kN
10	1.5	3.6
8 Mio	1.5	3.7

# Verankerungslänge

## Versuche



Lv      Resultat Kurzzeitbelastung

mm

10      Vorspannung eingeleitet

20       $\sigma_{Rd}$  erreicht

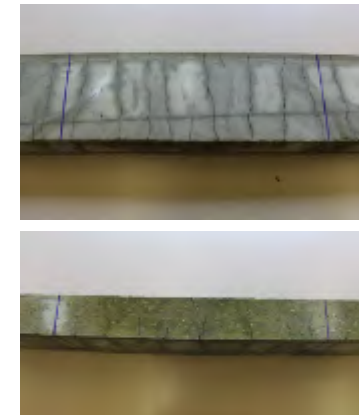
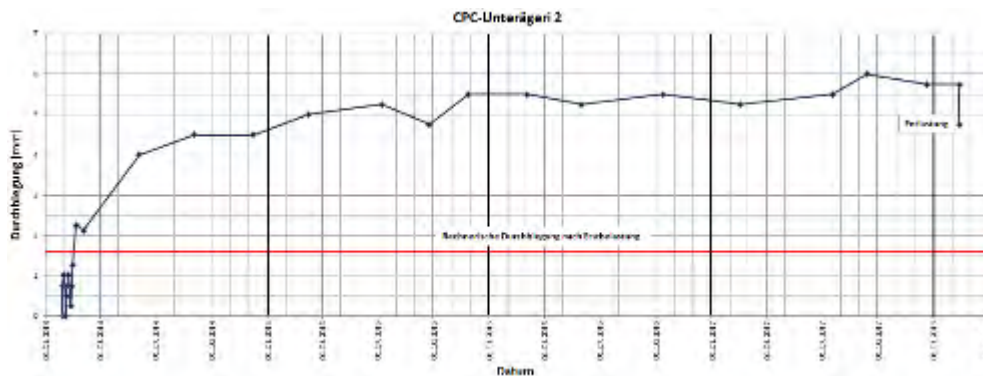
40      Roving versagt auf Zug

# Langzeitverhalten bei Dauerlast

## Dauerlast über dem Rissmoment

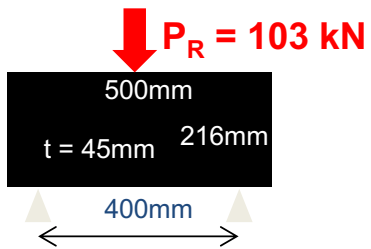
Dauerlast	Vorspannung	Dauerlast	Bruchlast	
Tage	$\sigma_{\text{Carbon}}$	$\sigma_{\text{Carbon,ger}}$	$E_{\text{lang}}^*$ :	$\sigma_{\text{CarbonRK,ger}}$
n	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1'500	1'500	2'130	<b>4'750</b>	<b>5'228</b>
1'500	1'500	2'410	<b>3'000</b>	<b>5'407</b>

\*: Elastizitätsmodul bezogen auf Bruttoquerschnitt



- Bruchversuch nach der Dauerbelastung zeigte keine reduzierte Festigkeit.
- Unter Dauerlast kann der Beton die Lasten auf Zug nicht aufnehmen und es entstehen Risse, welche die Steifigkeit deutlich reduzieren.

# Tragkraft als Scheibe



äquivalente Schubspannung bei Versagen  $6.0 \text{ N/mm}^2$   
 äquivalente Biegezugspannung bei Versagen  $29.4 \text{ N/mm}^2$

# Brückenbeläge

Bohlen oder Platten



Rothenburg, 8.6.2016, Luzerner Zeitung  
Morscher Holzbelag bricht ein



Brücke Tuggen,  
Belag neu mit CPC-Bohlen



Brücke Linthal,  
Belag neu mit CPC-Platte





Neuer Steg Unterägeri



Holzbrücke Wald

# Sanierung Steg Langnau



Neues Merkblatt Kt. Zürich Tiefbauamt

Steg Langnau am Albis, Bauherr Kanton Zürich Tiefbauamt

# Wirtschaftlichkeit

## Belagskosten pro m2

Belagsart		Beläge				
		Holz	GFK	CPC	Gitterrost	Gussasphalt
Installationen	[Fr/m <sup>2</sup> ]	15	15	20	15	35
Einmessen	[Fr/m <sup>2</sup> ]	13	15	15	13	20
Demontage/ Entsorgung	[Fr/m <sup>2</sup> ]	50	50	50	50	50
Unterkonstruktion inkl. Versetzen	[Fr/m <sup>2</sup> ]	0	185	160	250	600
Liefern/ Beschichten	[Fr/m <sup>2</sup> ]	275	450	340	210	600
Einbau Belag	[Fr/m <sup>2</sup> ]	85	85	85	85	0
<b>Baukosten</b>	<b>[Fr/m<sup>2</sup>]</b>	<b>438</b>	<b>800</b>	<b>670</b>	<b>623</b>	<b>1'305</b>
Planung / Bauleitung	[Fr/m <sup>2</sup> ]	75	125	125	125	175
Unvorhergesehenes 10%		51	93	80	75	148
<b>Kosten total gerundet</b>	<b>[Fr/m<sup>2</sup>]</b>	<b>560</b>	<b>1'020</b>	<b>870</b>	<b>820</b>	<b>1'630</b>
Lebensdauer	[Jahre]	18	40	50	50	25
<b>jährliche Kosten</b>	<b>[Fr/m<sup>2</sup>a]</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>65</b>

# Nachhaltigkeit

## Beispiel Belagsplatten



Rang		Material pro Ersatz	UBP total	Lebensdauer	Material auf 50 Jahre Lebensdauer	UBP für 50 Jahre Lebensdauer
3	<b>Holzbohlen</b>					<b>44'000'000</b>
	Holzbohlen	12'000 kg	790	18	33300 kg	26'300'000
	Beschichtung PMMA*	710 kg	8220	18	2000 kg	16'200'000
	Befestigungsmaterial Feuerverzinkt	110 kg	4950	18	300 kg	1'600'000
4	<b>GFK Belag</b>					<b>57'000'000</b>
	GFK Belag	4'000 kg	7510	40	5000 kg	37'600'000
	Beschichtung PMMA*	710 kg	8220	40	900 kg	7'300'000
	Unterkonstruktion Stahl feuerverzinkt	2'400 kg	3720	40	3000 kg	11'100'000
	Befestigungsmaterial Feuerverzinkt	110 kg	4950	40	100 kg	700'000
1	<b>Fertigbetonelement CPC</b>					<b>4'000'000</b>
	CPC-Platte	19'600 kg	129	50	19600 kg	2'500'000
	CPC Platten Unterzüge	2'940 kg	129	50	2900 kg	400'000
	Carbonfasern*	70 kg	15000	50	100 kg	1'000'000
	Befestigungsmaterial Feuerverzinkt	110 kg	4950	50	100 kg	500'000
	2	<b>Fertigbetonelement schlaff bewehrt</b>				
Beton C 50/60 t=0.08		39'200 kg	129	50	39200 kg	5'100'000
Bewehrung*		3'380 kg	2430	50	3400 kg	8'200'000
Befestigungsmaterial Feuerverzinkt		110 kg	4950	50	100 kg	500'000
<b>Gitterrost</b>						<b>156'000'000</b>
Gitterroste Stahlpro					142'000'000	
Unterkonstruktion					13'400'000	
Befestigungsmateri					600'000	
<b>Gussasphalt</b>					<b>261'000'000</b>	
Gussasphalt*					23'300'000	
Dichtungsbahn Gummi (EPDM)	1'100 kg	4420	25	2200 kg	9'700'000	
Blechwanne	8'000 kg	14200	25	16000 kg	227'200'000	
Befestigungsmaterial Feuerverzinkt	110 kg	4950	25	200 kg	1'100'000	

CPC-Beläge schneiden mit Abstand am besten ab

UBP: Umweltbelastungspunkte

# Nachhaltigkeit

## Entsorgung und Recycling

### 5. Fazit

	[%]	Platte t = 24 mm	Platte t = 40 mm
vorhanden	Massenanteil Carbon der CPC-Platten	0.7	0.4
Grenzwert	für die Entsorgung als Betonabbruch	2.0	
	für die Verwendung als Betonabbruch bei der Recyclingbetonherstellung	1.0	

Die gesetzlichen Anforderungen für die Entsorgung von CPC-Platten als gewöhnlicher Betonabbruch sowie für die Verwendung bei der Herstellung von Recyclingbeton können eingehalten werden.

Verordnung  
über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen  
(Abfallverordnung, VVEA)

814.600

vom 4. Dezember 2015 (Stand am 1. Januar 2016)

Der Schweiz  
gestützt auf d  
Buchstabe a,  
Umweltschutz  
und die Artik  
des Gewässer  
verordnung:

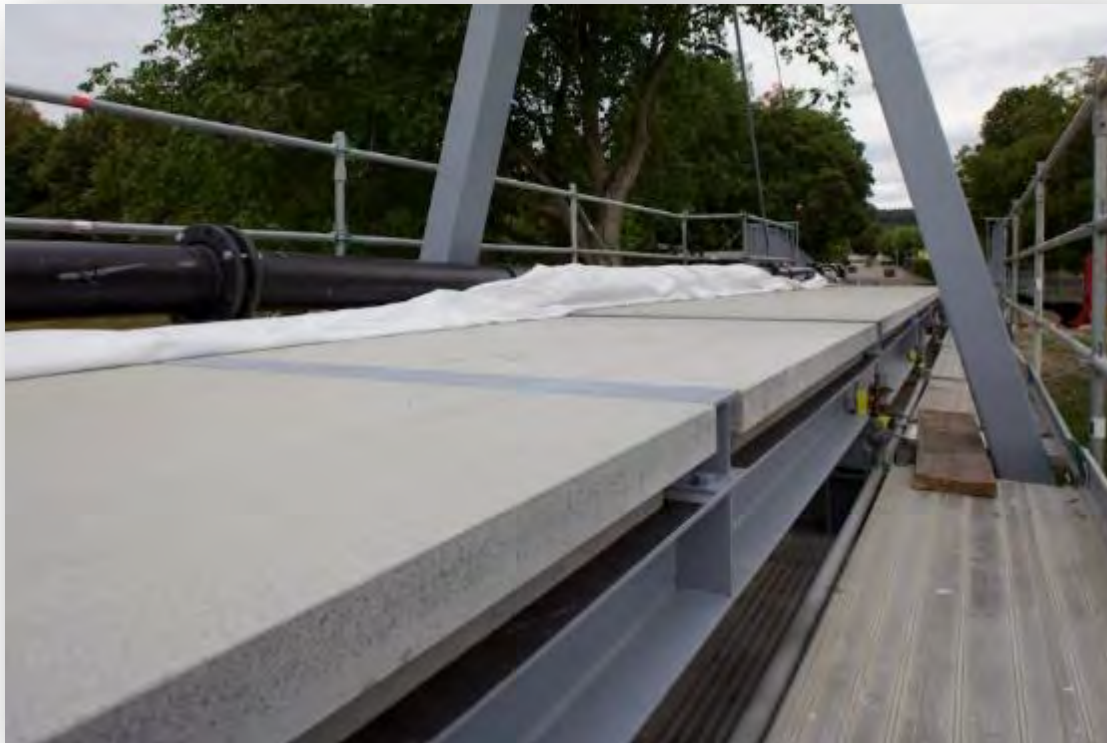
814.600

Schutz des ökologischen Gleichgewichts

- b. *Unternehmen*: rechtliche Einheit mit einer eigenen Unternehmens-Identifikationsnummer oder solche in einem Konzern zusammengeschlossene Einheiten mit einem gemeinsam organisierten Abfallentsorgungssystem;

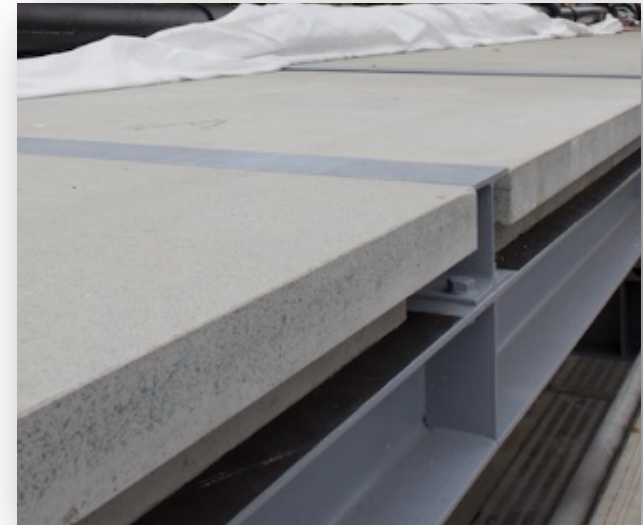
CPC-Platten können ohne Trennung der Bewehrung als sauberes Betonrecyclat weiterverwendet werden

# Sanierung Brücke Andelfingen

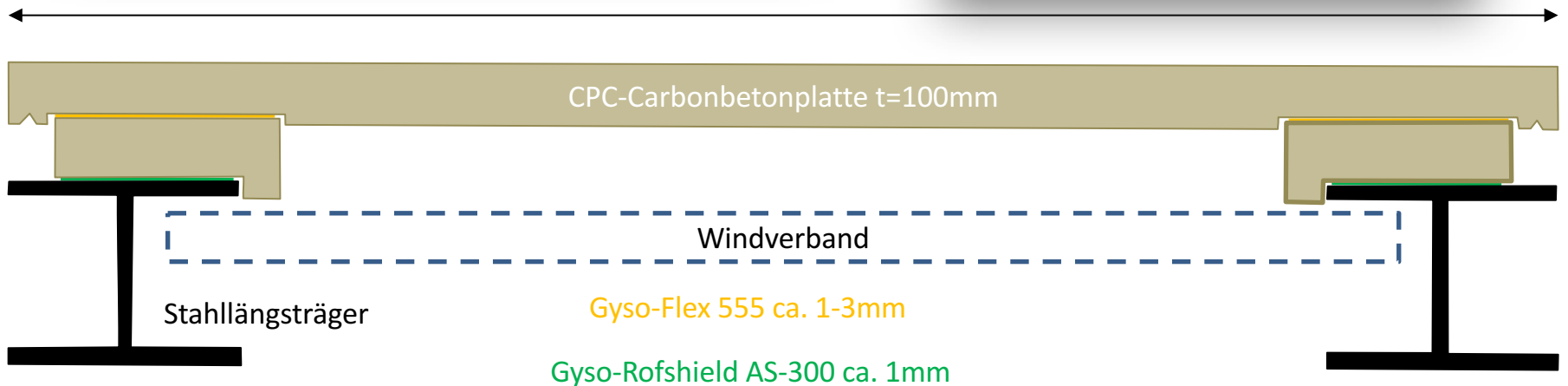


Fuss- und Fahrradbrücke Andelfingen, Gemeinde Andelfingen

# Verschachtelung

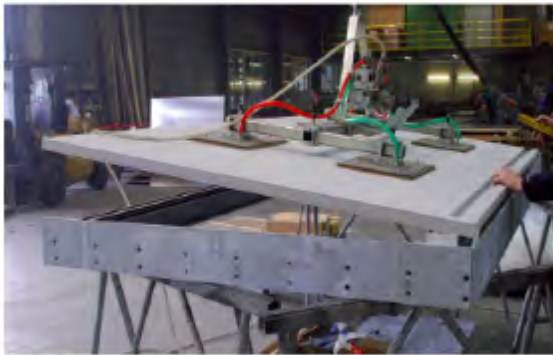


2000 mm



Brückenquerschnitt mit CPC-Carbonbetonplatte und eingefrästen Wassernasen respektive Auflagervertiefungen. Durch die verschachtelte Bauweise können sich die Balken und die Platte auch ohne Verschraubungen in die Stahlträger gegenüber der Haupttragkonstruktion nicht mehr verschieben. Das genügende Gewicht verhindert das Abheben der Platte auch bei Erdbeben oder starken Sturmwinden.

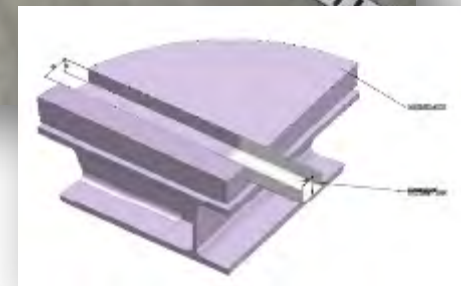
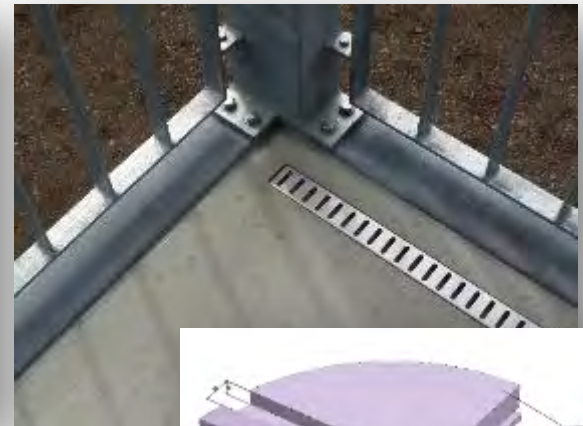
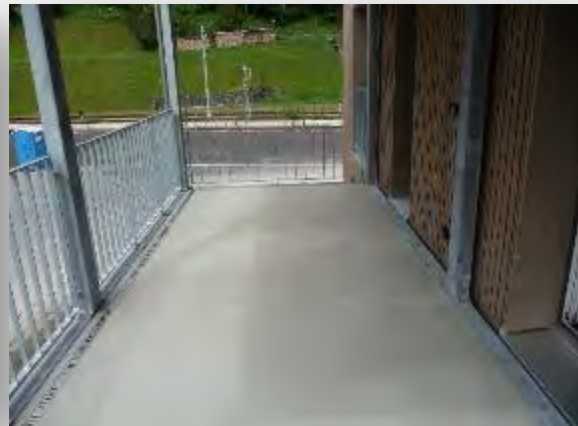
# Balkonplatten



Balkonplatten MFH Winterthur



Balkonplatten MFH Linthal





# Treppen und Rampen



Wendeltreppe Sprungturm Zug



Zugangsrampe Basel



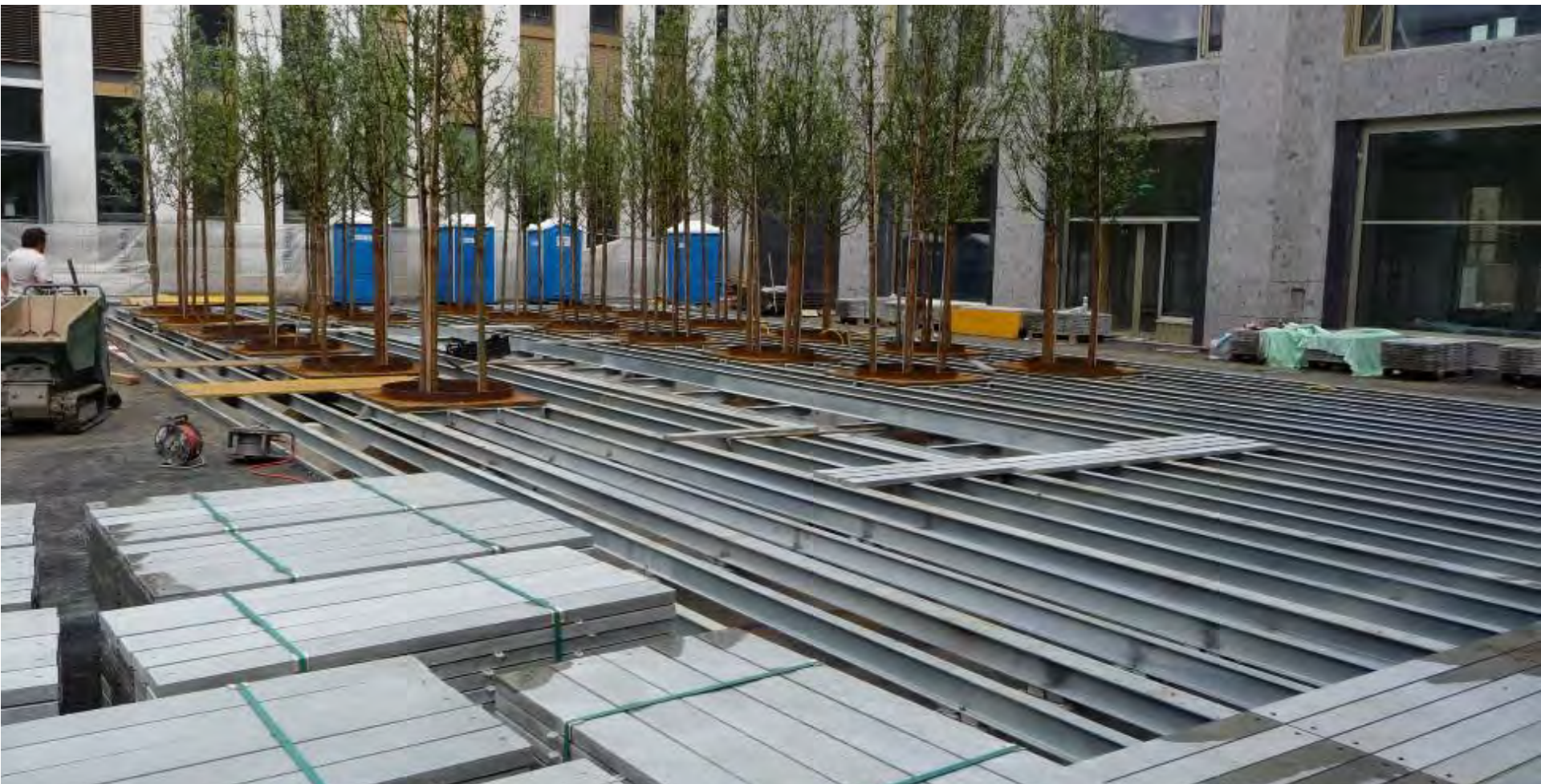
Ausstellungsstand Silidur



Migros Wolhusen

# Plätze / Terrassen aufgeständert

## Schiffsbauplatz Zürich



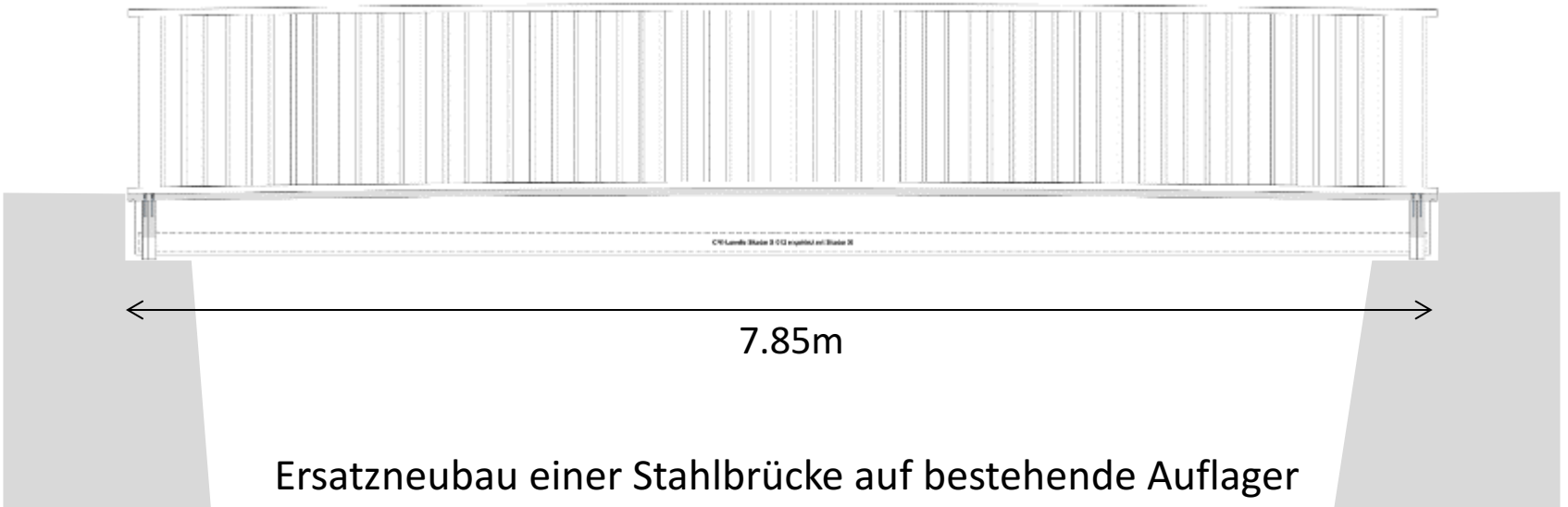
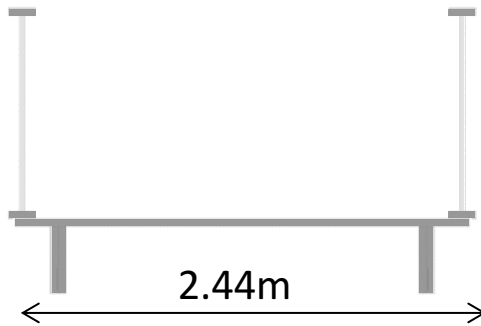


# Modulbrücke ROBUSTA

Brücke über die Eulach Campus T Winterthur

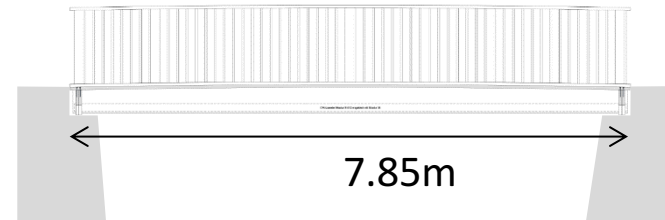


Bauherr: Kanton Zürich Hochbauamt



Ersatzneubau einer Stahlbrücke auf bestehende Auflager

# Nachhaltigkeit



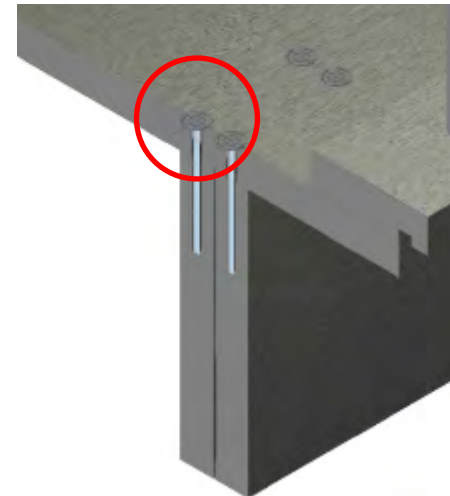
## Ökobilanz Eulachbrücke

	Konventionelle Ortsbetonbrücke		Carbonbetonbrücke
<b>Masse</b>	Variante I t=350mm	Variante II t=280mm	CPC t=76mm
Beton	14'700kg	11'800kg	3'200kg
Bewehrung	385kg	525kg	14.5kg
<b>Total</b>	<b>15'085kg</b>	<b>12'325kg</b>	<b>3'214.5kg</b>
<b>Umweltbelastungspunkte UBP</b>			
Beton	1'896'300	1'522'200	412'800
Bewehrung	935'550	1'275'750	189'950
<b>Total</b>	<b>2'831'850</b>	<b>2'797'950</b>	<b>602'750</b>
Prozentanteil	100%	99%	21%
<b>Faktor</b>	<b>1</b>	<b>~1</b>	<b>~1/5</b>

- \* Beton 129 UBP/kg
- Stahlbewehrung 2'430 UBP/kg
- CFK 13'100 UBP/kg

# Verbindungen

## Durchgehende Schraubverbindungen



31 kN

Zugversagen  
Schraube



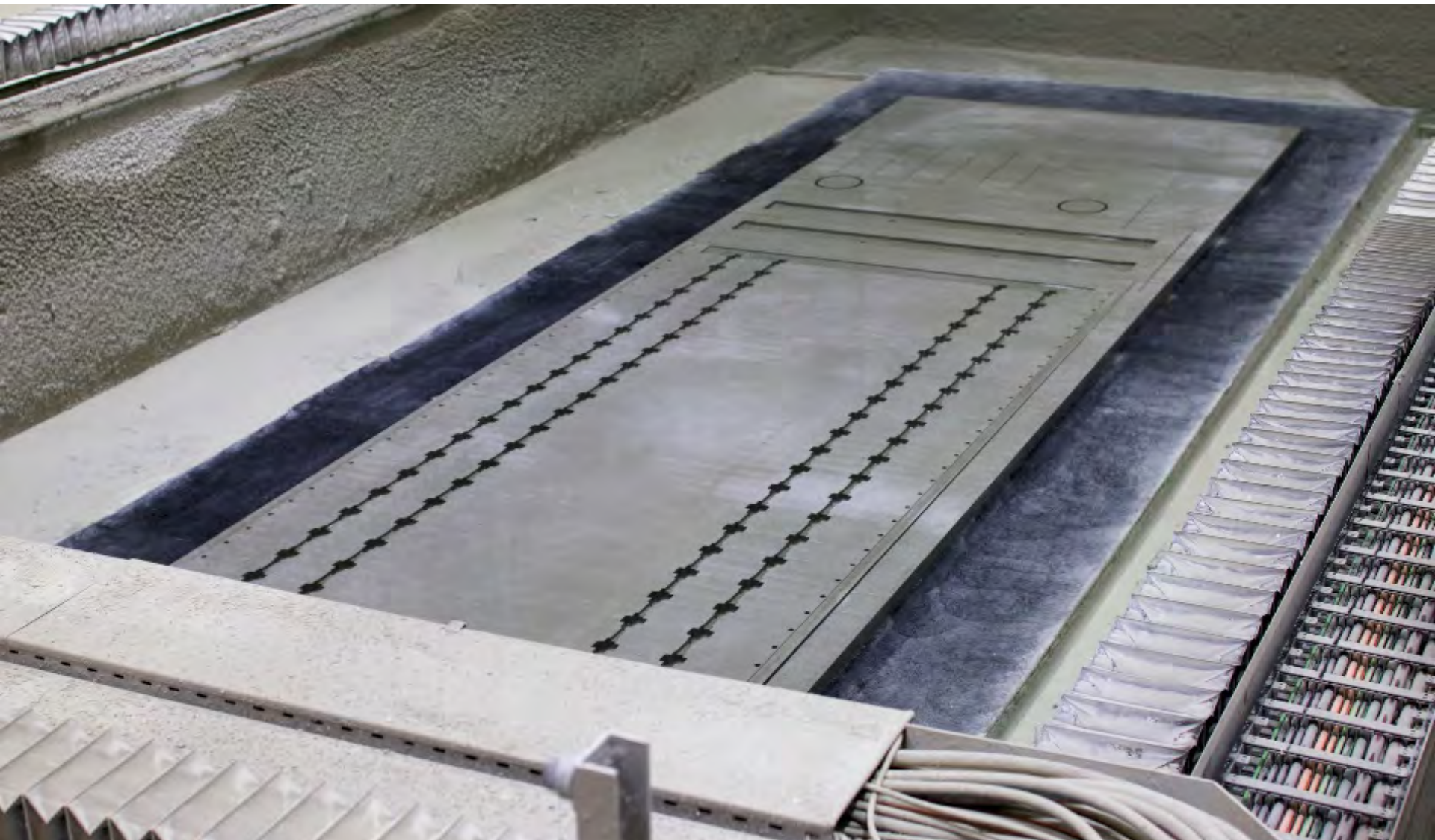
Carbon Beton Verbund

# Modulbrücke CARBO





# Zuschnitt Brückenteile



# Bauteile



Brückenplatte	10kN
Carbonträger	2 x 0.23kN
Auflagerplatten	2 x 0.41kN
	4 x 0.10kN
Abhebebügel	8 x 0.10kN
<b>Total</b>	<b>1.2 kN/m<sup>2</sup></b>

Überhöhung 2.5cm →

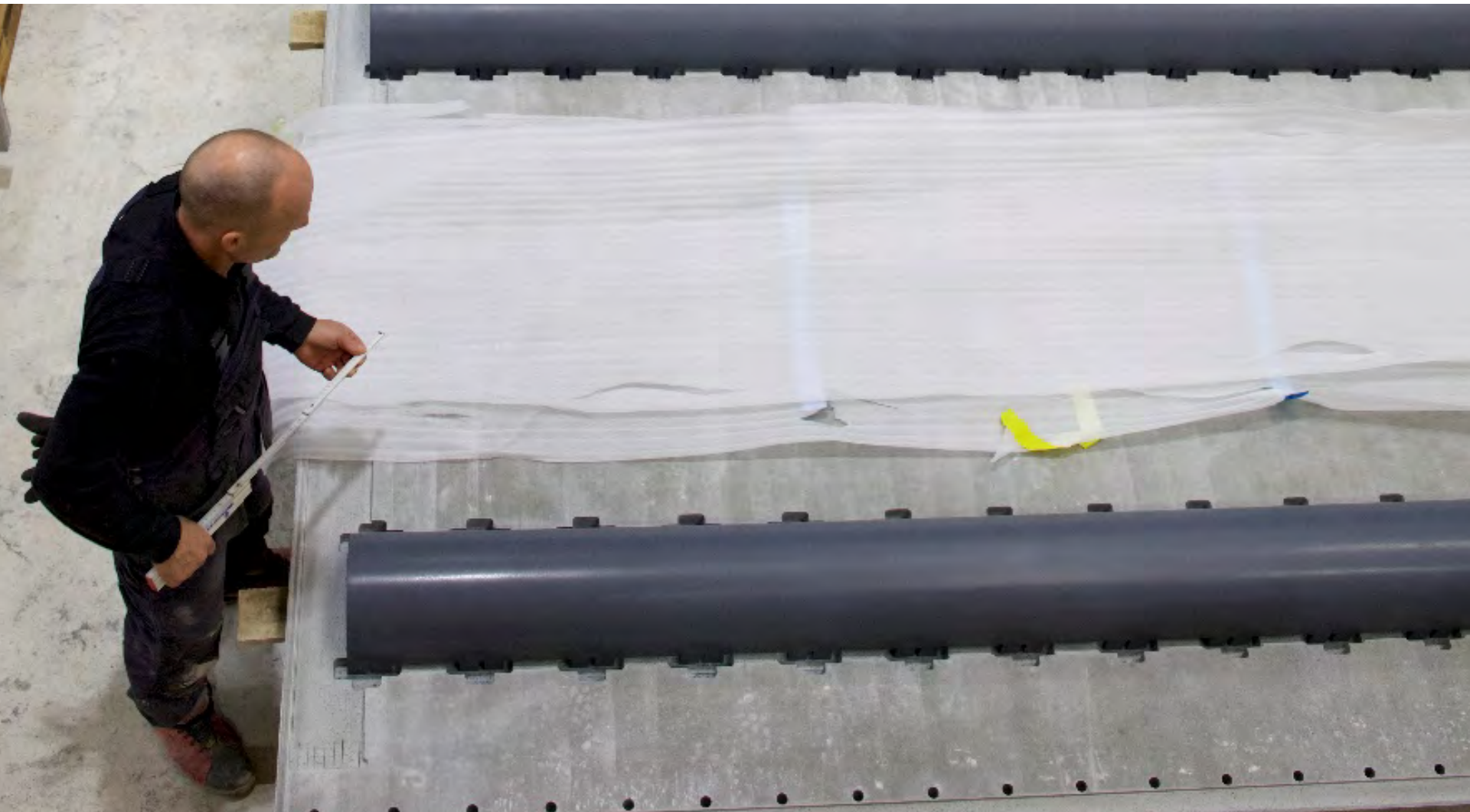
Umlaufende Wassernase →



# Montage Carbonträger



# Montage Carbonträger

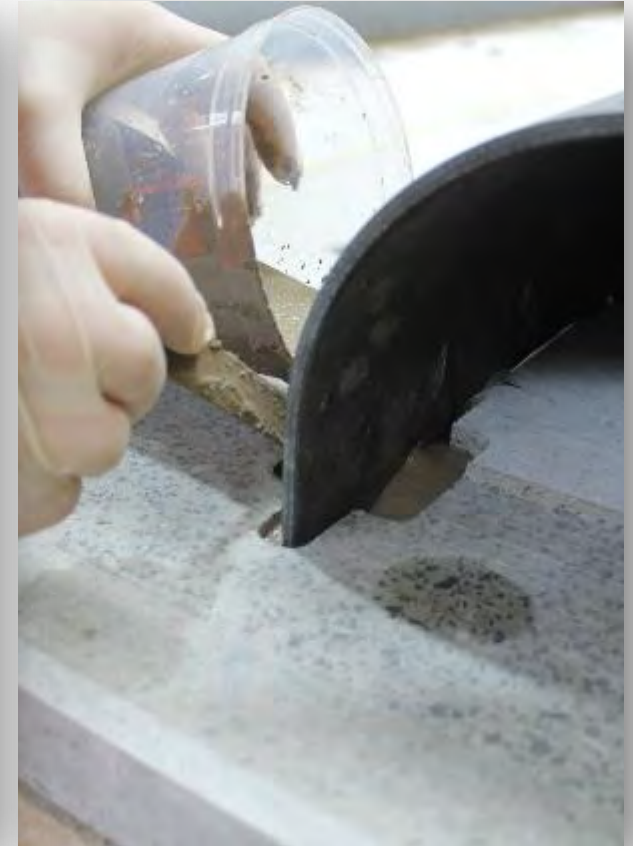


Brücke Chatzenbach mit Carbonverbundträger, Turbenthal, 2018

# Montage Carbonträger

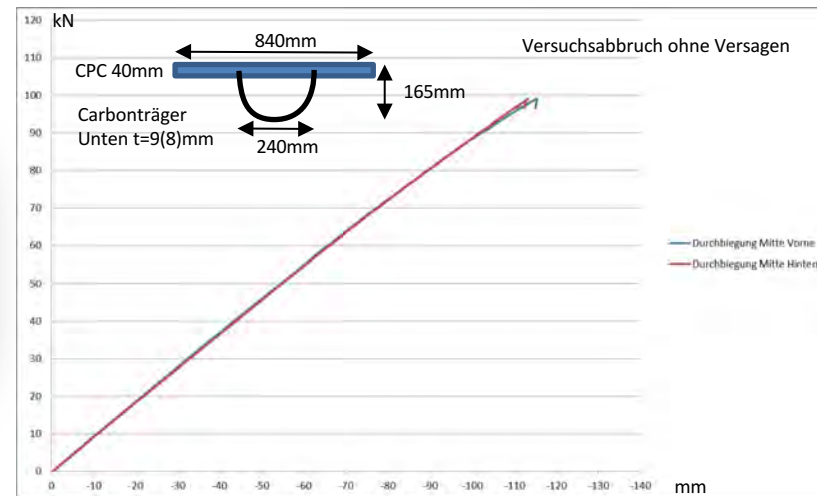


Verzahnung Carbonhalbträger mit  
CPC-Betonplatte



Vergiessen mit Vergussmörtel

# Systemversuch



# Montage neue Brücke

## Modulbrücken Carbo



Unterbau frostsicher



Lastverteilbalken in CPC

Brücke Chatzenbach mit Carbonverbundträger, Turbenthal, 2018



Brückentisch

# Montiert

## Modulbrücken Carbo



Brücke Chatzenbach mit Carbonverbundträger, Turbenthal, 2018



# Befahrbare Brücken

Brettstapel verklebt, verschraubt



# Diverse Bauwerke



Eckverbindungen



Fahrradständer Schulhaus Egnach



# Weitere mögliche Einsatzgebiete

Nicht abschliessend

- Industrie
- Möbel
- Hochbau



Tische und Bänke für den Outdoorbereich

Weinkeller

Gartenmöbel

Mit Glasfaserarmierung – Funkbereich

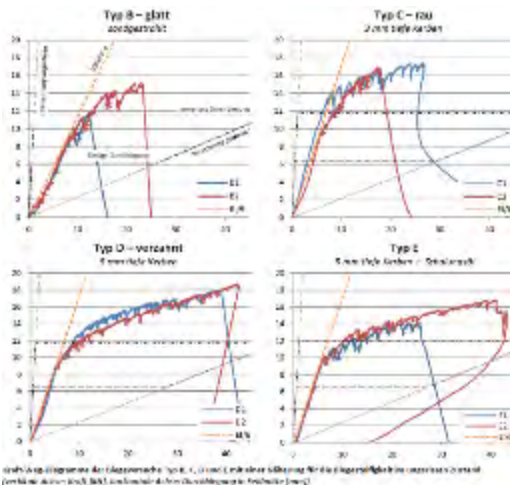
Brandschutz in der Industrie

Küchenabdeckplatten

Hochbauweisen

«Vision Hoch- und Brückenbau»

# CPC-Betonplatte ersetzt Schalung und Armierung



Typ	Oberfläche CPC-Platte	Rauigkeit nach Eurocode
A	unbehandelt ab Werk	sehr glatt
B	sandgestrahlt	glatt
C	mit 3 mm tiefen und 40 mm breiten Kerben im Abstand von 40 mm versehen	rau
D	mit 5 mm tiefen und 50 mm breiten Kerben im Abstand von 50 mm versehen	verzahnt

**Schubwiderstand in der Fuge kann nach Eurocode 2 bemessen werden.**

# Tragverhalten

Zyklisch an Ortsbetonverbundplatte



Fu - Fo kN	FRd kN	Friss kN	Fo/FRd	Lastwechsel n	FRk,gem kN	$\sigma_{\text{CarbonRK,ger}}$ N/mm <sup>2</sup>
0.5 – 21.0	29.5	17.1	0.71	2'000'000	44.1	<b>5'950</b>
0.5 – 29.5	29.5	17.1	1.0	2'000'000	51.3	<b>6'500</b>
0.5 – 29.5	31.5	17.1	0.94	5'000'000	(31.4)	4'050

Betonbruch in Schubfuge zwischen Ortsbeton  
und CPC-Platte  
(Carbonspannung beim Bruch über  $\sigma_{\text{Rd}}$ )

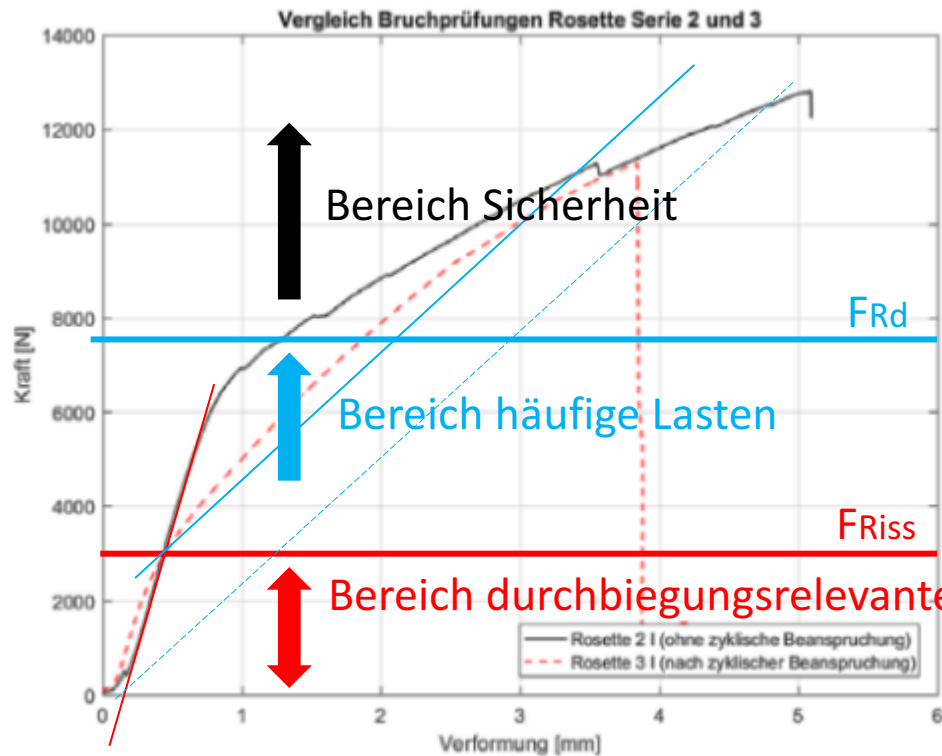


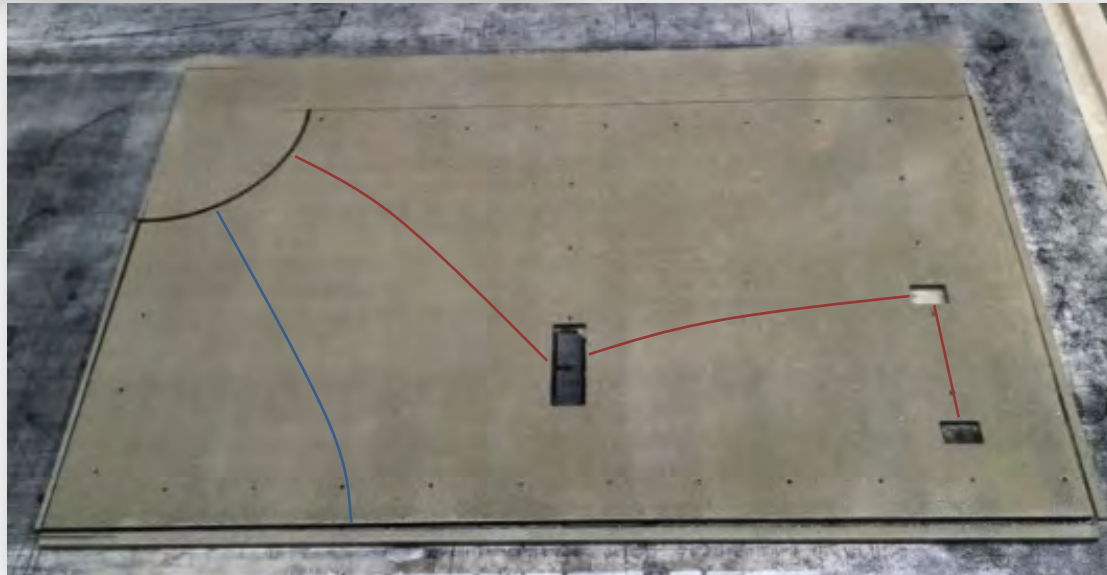
2'000'000 Lastwechsel ergeben während 50 Jahren 110 Lastwechsel pro Tag.

1 Reinigungsfahrzeug pro Tag ergibt 18'250 Lastwechsel während 50 Jahren.

**Ein Ermüden der Carbonbewehrung konnte nicht festgestellt werden, was zu erwarten war.**

# Tragverhalten Verbundplatte





«Vision Hoch- und Brückenbau»

# CPC-Betonplatte ersetzt Schalung und Armierung

Sehr grosse Vorteile im Vergleich zu Ortsbetonbau bei der Planung (BIM), Logistik, Zuverlässigkeit, Flexibilität, Zeitbedarf auf der Baustelle, ...



Ortsbetonbau



Bauen mit CPC-Schalung/Armierung



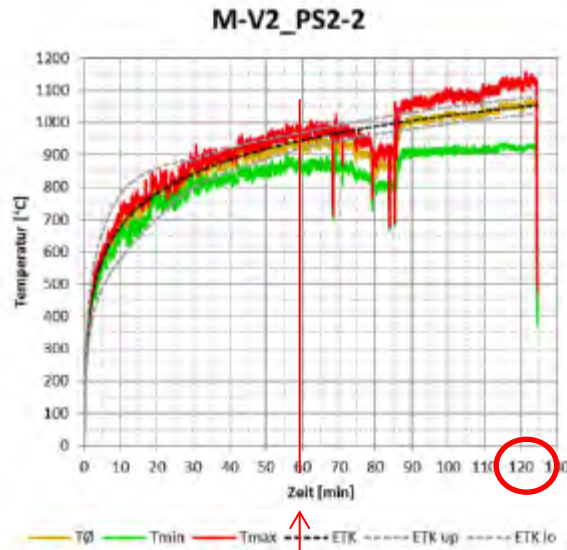


# Brandbeständigkeit

mit leicht modifizierter Platte unter Belastung (1/3 Bruchlast<sub>d</sub>)

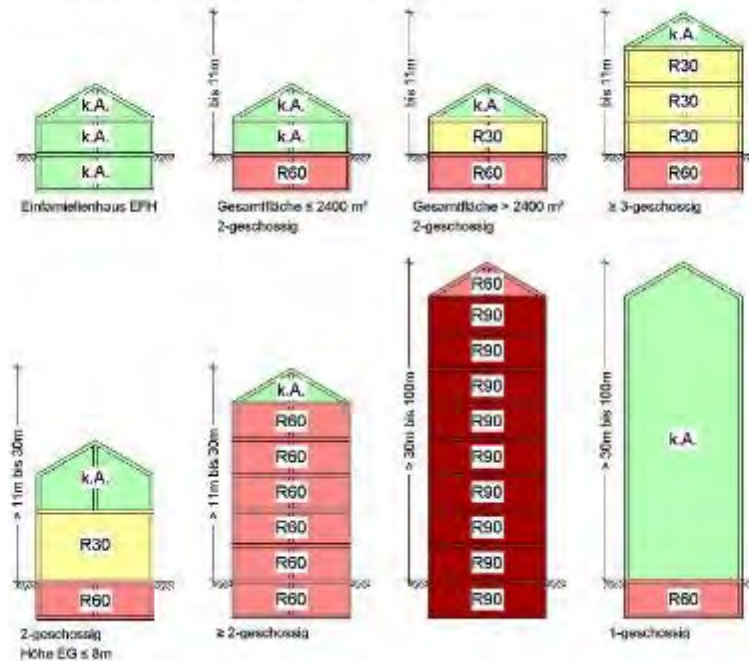
## Feuerwiderstands-Anforderungen

Wohnen, Büro, Schule, Verkaufsräume (≤ 300 Personen), Landwirtschaft



Projektziel R60

Erreicht R120



## Schweizerische Brandschutzvorschriften BSV 2015 der VKF



«Vision Hoch- und Brückenbau»

# CPC-Betonplatte ersetzt Schalung und Armierung

Anwendung einer CPC-Verbunddecke an einem realen Objekt prüfen

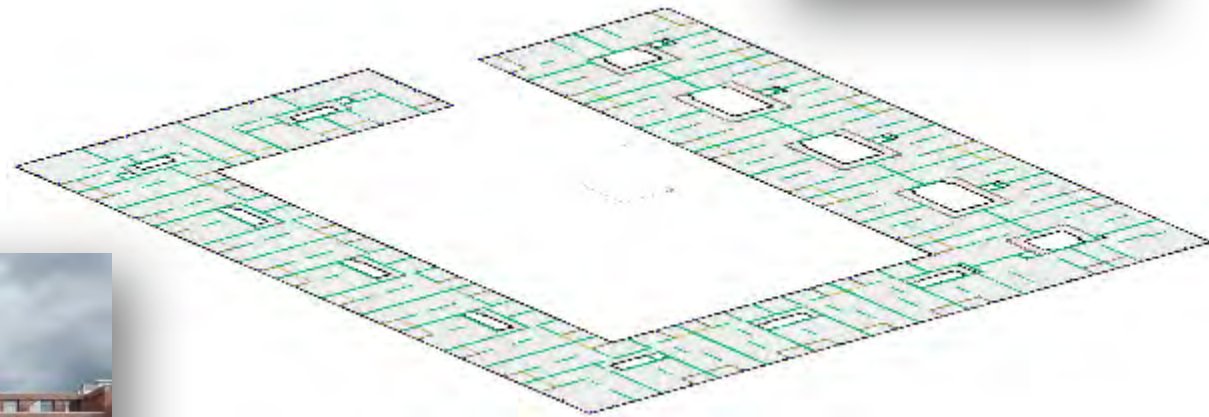
## Überprüfung an der Überbauung «Roy» Winterthur

Masterarbeit Reto Lussy

5-stöckige Blockrandbebauung mit  
Gewerbe- und Wohnnutzung

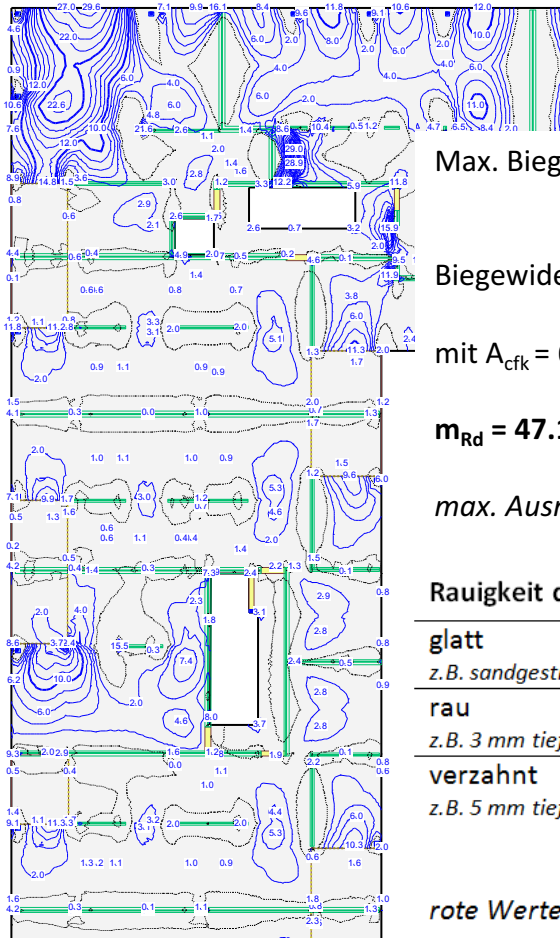
Totalunternehmer: Implen AG

Bauingenieur: Edy Toscano AG, Zürich



# Beispiel «Roy»

## Tragsicherheit - Biegebelastung



funktioniert

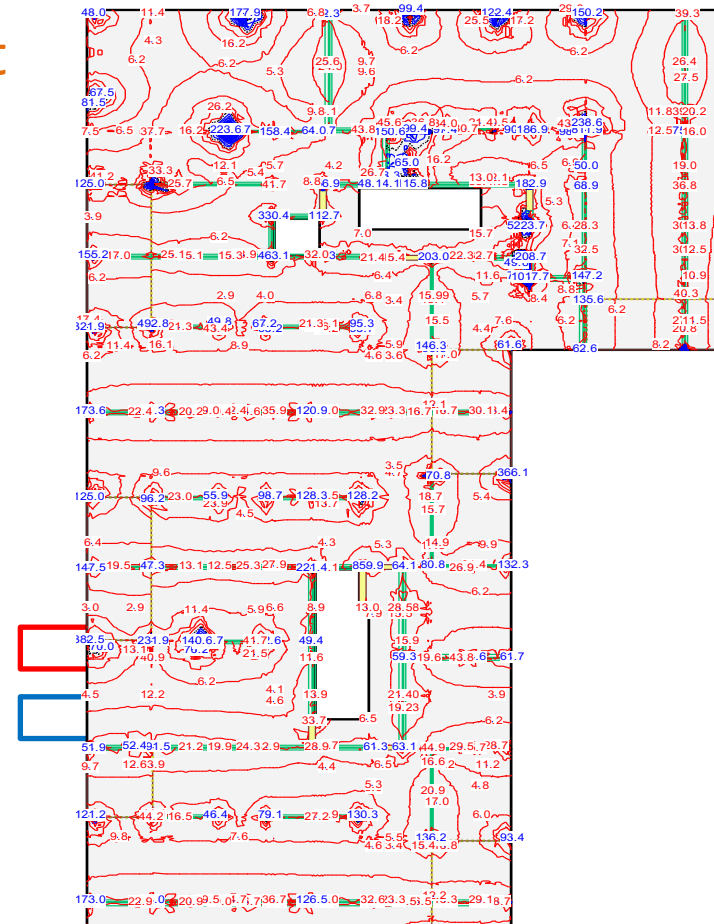
Max. Biegemoment: 29.6 kNm/m'  
 Biegesteifigkeit CPC-Verbunddecke  
 mit  $A_{cfk} = 60 \text{ mm}^2/\text{m}'$ ,  $h = 220 \text{ mm}$   
 $m_{Rd} = 47.18 \text{ kNm/m}'$   
 max. Ausnutzung: 63 %

Rauigkeit der Fuge	Schubwiderstand
glatt z.B. sandgestraht	46.22 kN/m
rau z.B. 3 mm tiefe Kerben	92.44 kN/m
verzahnt z.B. 5 mm tiefe Kerben	115.55 kN/m

rote Werte < 46.22 kN/m

blaue Werte > 46.22 kN/m

## Tragsicherheit - Querkraft

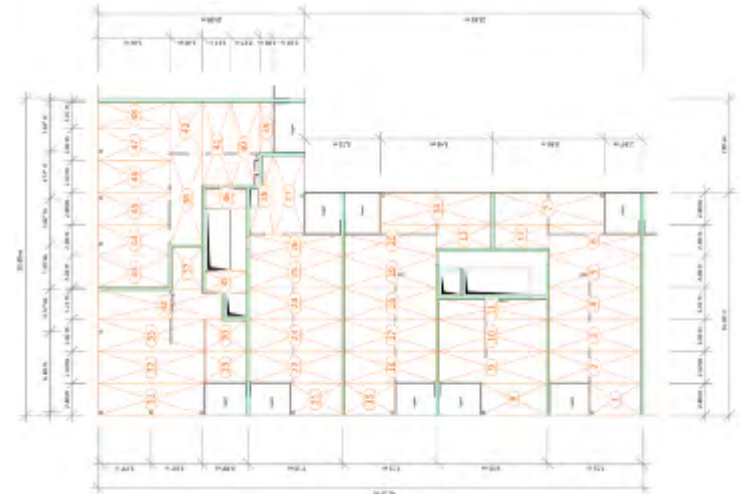
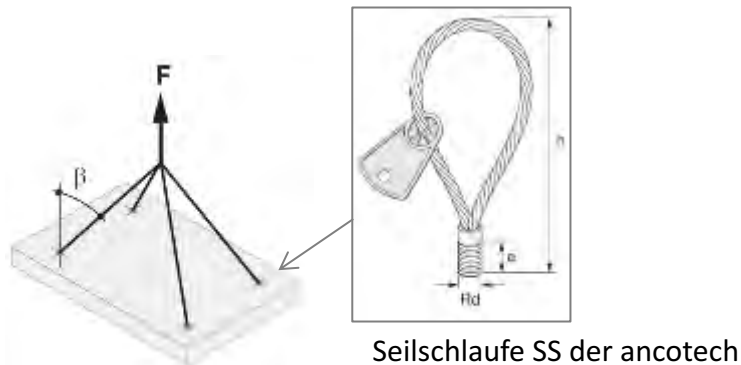


# Potenzial konventioneller Hochbau

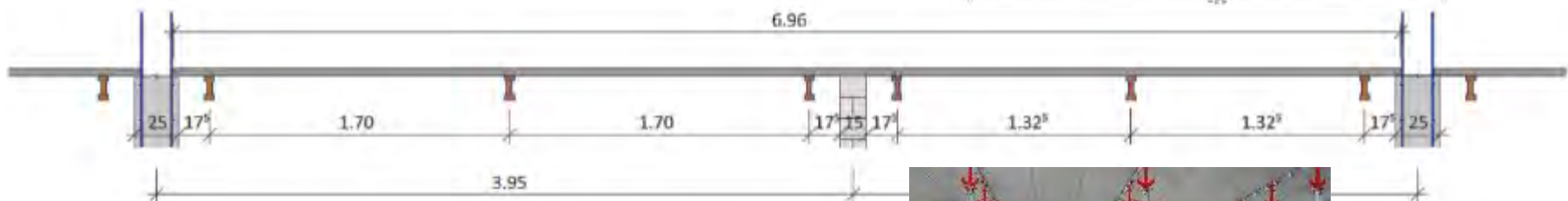
CPC – Betonplatten als Bewehrung und Schalung im Hochbau

Bauzustand - Einheben

Verlegeplan



Bauzustand - Montagestützweite



funktioniert



# Vision Hochbau ist dann möglich, wenn...



	Zielpreis konfektioniert, um Gleichwertigkeit mit Stahlarmierung zu bekommen Fr./kg
<b>Stahlbewehrung schlaff</b>	1.--
<b>Schlaffe Carbonbewehrung</b>	5.33*
<b>Optimal vorgespannte Carbonbewehrung</b>	58.--*

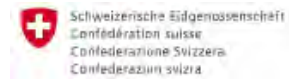
...die Eigenschaften von Carbon optimal genutzt werden können.

\* bezogen auf den Carbonquerschnitt



## Eine neue Betonbauweise

Erstes Halbfabrikat für den konstruktiven Betonbau  
**CPC**



Unterstützt durch **KTI**  
Bundesamt für Berufsbildung und Technologie BBT  
Förderagentur für Innovation KTI



Ingenieurbau



Hochbau