

 Kanton Zürich Baudirektion Tiefbauamt Projektieren und Realisieren Kunstbauten	Fachhandbuch Kunstbauten TBA ZH	C2-8
	Brückenbelag CPC Platten	Datum: 01.03.2019
		Ersetzt: Neu
		Seite 1 von 4

1 Zweck

Das vorliegende Dokument enthält Hinweise zur Tragfähigkeit und konstruktiven Ausbildung und Ausführung eines Brückenbelags mit CPC Platten.

2 Produktebeschreibung

CPC Platten sind Betonplatten, die mit Carbon bewehrt und vorgespannt sind. Für den Einsatz auf kantonalen Fuss- und Radwegbrücken können folgende Typen unterschieden werden:

1) Standard CPC Platten

- CPC Platten unterschiedlicher Breite mit einer Stärke $t = 40$ mm mit 2-lagiger Carbonbewehrung in beide Hauptrichtungen bzw. mit einer Stärke $t = 60$ mm mit 4-lagiger Carbonbewehrung in beide Hauptrichtungen
- Betonqualität C65/75
- Carbonbewehrung (Zugfestigkeit $\geq 4'900$ N/mm², E-Modul $210'000 \div 230'000$ N/mm², Vorspannung $2'000$ N/mm², Bewehrungsgehalt 30 mm²/m pro Lage)
- Die Anwendung von Platten mit einer Stärke $t > 60$ mm ist nur in Absprache mit dem Prüfenieur der Abteilung Projektieren und Realisieren erlaubt, da diese zurzeit nicht als Standard-Produkt geführt werden.

2) CPC Bohlen Kanton Zürich

- 40 mm starke und 360 mm breite CPC Bohlen mit 4-lagiger Carbonbewehrung in Haupttragrichtung (x-Richtung) und 2-lagiger Carbonbewehrung orthogonal dazu
- Betonqualität C70/85
- Carbonbewehrung (Zugfestigkeit $\geq 4'900$ N/mm², E-Modul $210'000 \div 230'000$ N/mm², Vorspannung $2'000$ N/mm², Bewehrungsgehalt 120 mm²/m in Haupttragrichtung, 60 mm²/m orthogonal dazu)
- Dies entspricht den Bohlen, die bei den beiden Objekten 136-201 und 202 in Langnau am Albis eingesetzt wurden und deren Tragfähigkeit mit dem Versuchsbericht der ZHAW vom April 2015 [2] nachgewiesen wurde.

Die Rohplatten werden in einer Grösse von 10.2 m x 2.43 m hergestellt und danach in die gewünschte Grösse geschnitten.

3 Anwendungsbereich

Die CPC Platten dürfen für Fuss- und Radwegbrücken bzw. Wanderwegbrücken angewendet werden, die für den Strassenverkehr nicht zugänglich sind. Leichte Unterhaltsfahrzeuge sind in Abhängigkeit der Geometrie und Spannweite entsprechend Kap. 5 zugelassen. Die Angaben in Kap. 4 sind zu berücksichtigen.

4 Lastannahmen

4.1 Fuss- und Radwegbrücken

In der Regel ist ein 5.5 t schweres Unterhaltsfahrzeug zu berücksichtigen mit einer Einzellast von 20 kN (quadratische Aufstandsfläche mit $a = 20$ cm) in ungünstigster Stellung (entspricht einer Achse/Platte). Ist das vom Unterhalt eingesetzte Fahrzeug schwerer, ist dieses ebenfalls abzuklären unter Berücksichtigung eines dynamischen Beiwerts von $\phi = 1.3$.

4.2 Wanderwegbrücken

Wanderwegbrücken, die für Unterhaltsfahrzeuge nicht zugänglich sind, dürfen allein für das LM1 des nicht-motorisierten Verkehrs gemäss SIA 261 bemessen werden.

5 Tragfähigkeit

5.1 Widerstände

Es gelten folgende Widerstände:

	Plattenstärke t	Plattenbreite b	Armierungslagen n_x/n_y	m_{Rd}	V_{Rd}
Standardplatten ¹	40 mm	frei	2/2	4.4 kNm/m	80 kN/m
	60 mm	frei	4/4	9.3 kNm/m	160 kN/m
CPC Bohlen Kt. Zürich ²	40 mm	360 mm	4/2	2.0 kNm (x-Richtung)	nicht massgebend

Eine Extrapolation des Biege widerstands der CPC Bohlen Kt. Zürich für grössere Breiten (d.h. grössere Einzellasten, die jedoch quer verteilt werden müssen) ist aufgrund der fehlenden Versuche vorerst nicht möglich.

5.2 Modellierung und Schnittkraftberechnung

Die Bemessungsschnittkräfte E_d (M_d , V_d und N_d) sind elastisch zu ermitteln. Eine plastische Umlagerung ist grundsätzlich nicht zugelassen, jedoch darf in den Bereichen, in denen die Zugfestigkeit des Betons überschritten wird, eine reduzierte Steifigkeit aufgrund von Rissbildung berücksichtigt werden.

Allgemein sollte zur Berechnung der Steifigkeit im ungerissenen Zustand von einem äquivalenten E-Modul von 14'000 N/mm² unter Berücksichtigung des vollen Querschnitts ausgegangen werden (dies entspricht ca. 40% der Steifigkeit des ungerissenen Querschnitts und ist daher für die Berechnung der Durchbiegungen auf der sicheren Seite). Nach Rissbildung fällt die Steifigkeit stark ab. Eine vorsichtige Abschätzung der Steifigkeit im gerissenen Zustand kann mit einem äquivalenten E-Modul von 5'000 N/mm² unter Berücksichtigung des vollen Querschnitts durchgeführt werden.

Bis zu einer Breite der CPC Platten von 50 cm dürfen die Einzellasten zentrisch angesetzt werden.

5.3 Nachweise

Die Bemessungsschnittkräfte E_d (M_d , V_d und N_d) sind nachzuweisen ($E_d \leq R_d$). Die Einhaltung von $M_d \leq M_{Rd}$ kann durch Anpassung der Längs- bzw. Querträgerabstände der Haupttragkonstruktion (Unterkonstruktion) erfolgen.

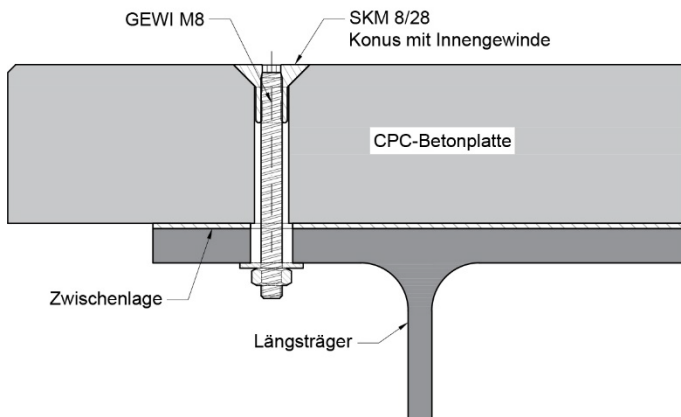
6 Konstruktive Ausbildung

Für die Befestigung der CPC Platten auf der Unterkonstruktion aus Stahl stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

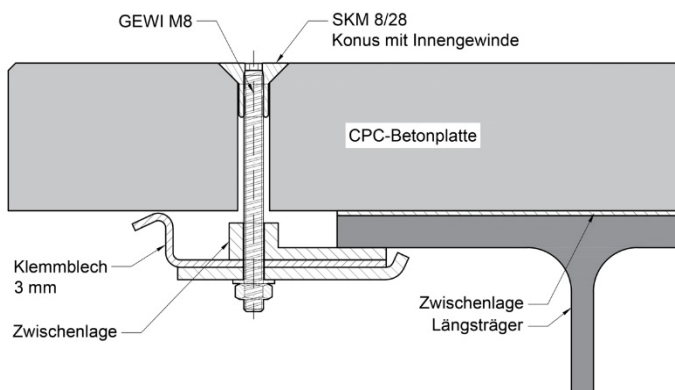
- 1) Direkte Verbindung mit dem Flansch der Stahlträger mit versenkten rostfreien Schrauben und einer Zwischenlage (2 mm Hartgummimatte). Vorzugsweise ist eine Schraube mit einem speziellen Kegelpfopf zu verwenden. Zusätzlich sollten die Schrauben mit Silikon abgedichtet werden. Aus Gründen der Dauerhaftigkeit sind die Anzahl Schraubverbindungen auf ein Minimum zu reduzieren. Bei Einbau des Belags auf bereits bestehende Objekte (z.B. Ersatz eines Holzbohlenbelags) ist das Bohren neuer Löcher in bestehende Stahlträger wenn möglich zu vermeiden (Bewahren Korrosionsschutz).

¹ Gemäss Präsentation Prof. J. Kurath «CPC Betonplatten» [1]

² Gemäss Versuchsbericht «Bauteilversuch CPC-Bohlen» [2]



- 2) Indirekte Verbindung mit dem Flansch der Stahlträger mit dem sogenannten K-Fix-System, bei dem die CPC Platten mit einem speziellen Klemmblech an die Flansche der Stahlträger geklemmt werden. Der Vorteil dieser Lösung gegenüber Variante 1) besteht darin, dass von oben eindringendes Wasser sich nicht auf dem Flansch des Stahlträgers sammelt und so der Stahlträger weniger korrosionsgefährdet ist.



Befestigungslösungen von unten für Platten mit $t \leq 60$ mm befinden sich erst in der Entwicklungsphase.

7 Ausschreibung

Bei der Ausschreibung und Erstellung des Leistungsverzeichnisses sind zusätzlich zu den üblichen Anforderungen folgende Aspekte und Prinzipien besonders zu beachten und klar festzuhalten:

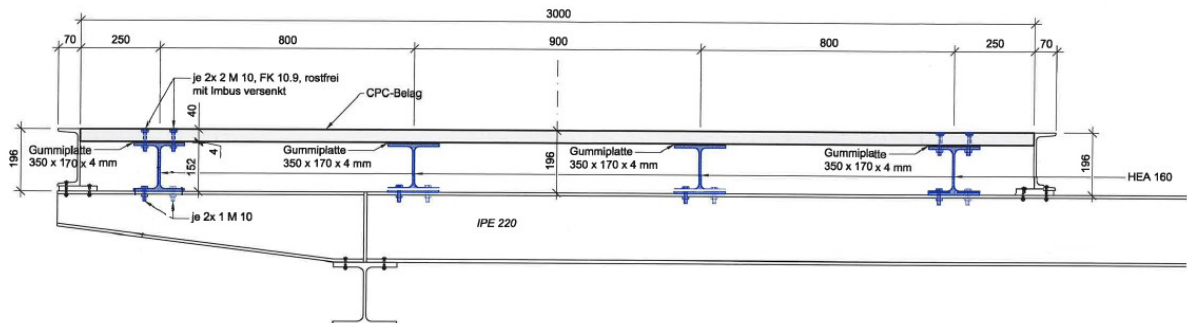
- Gewährleisten des Korrosionsschutzes des Stahlunterbaus (allenfalls Wiederherstellung):
 - je nach Wahl von Lagerung und Befestigung der Bohlen
 - während Einbau und Betrieb
- Bis zum Nachweis von gleichwertigen, geeigneten CPC Platten eines anderen Herstellers müssen die Platten produktspezifisch (Hersteller Firma Silidur AG in Andelfingen) ausgeschrieben werden.

8 Anweisung für den betrieblichen Unterhalt

Da das Unterhaltsfahrzeug für die CPC Platten in der Regel die massgebende Einwirkung für die Tragsicherheit ist, ist ein Wechsel auf ein schwereres Unterhaltsfahrzeug nicht ohne weiteres möglich. Eine erneute Abklärung der Tragsicherheit ist in einem solchen Fall immer erforderlich.

9 Anwendungsbeispiel

Querschnitt durch das bei den beiden Objekten 136-201 und 202 in Langnau am Albis eingesetzte System:



Achtung: Die max. zulässige Achslast für dieses System beträgt 2.0 t !

10 Referenzen

- [1] Kurath J. (2015), CPC Betonplatten (carbon prestressed concrete) – Mit Carbon vorgespannte, sehr dünne Betonplatten, Tragverhalten und Einsatzmöglichkeiten, Fachtagung: Textilbeton in der Praxis, 7. Juni 2018, ZHAW Winterthur.
- [2] Kurath J., Sydow A., Cecchettin F. (2015), Bauteilversuch CPC-Bohlen, Brückenbelag Steg Langnau, Versuchsbericht, ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Winterthur.