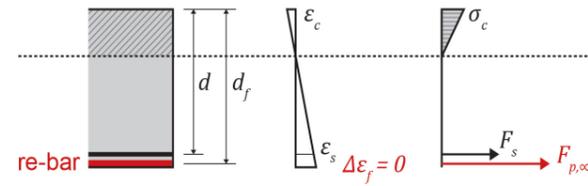


Bemessung re-bar

re-bar liegt im Verbund mit dem Beton. Bestehende Normen für Stahl- und Spannbeton werden als Bemessungsgrundlagen herangezogen. Die Verankerung ist abhängig von der Applikation (im Schlitz, Überbeton oder Spritzbeton) und den zu erwartenden Zugkräften. Die Rauigkeit des Traggrunds und entsprechende Haftzugwerte sind in den gültigen Normen und Richtlinien vorzufinden. Für einen bestehenden Betontraggrund (mind. C20/25) können R3 und R4 Mörtel verwendet werden. Grundsätzlich wird ein Haftzugwiderstand von $>1.5 \text{ N/mm}^2$ gefordert.



Dehnungs- und Spannungsprofil für die Querschnittsanalyse betreffend re-bar Bemessung

Produktdaten re-bar

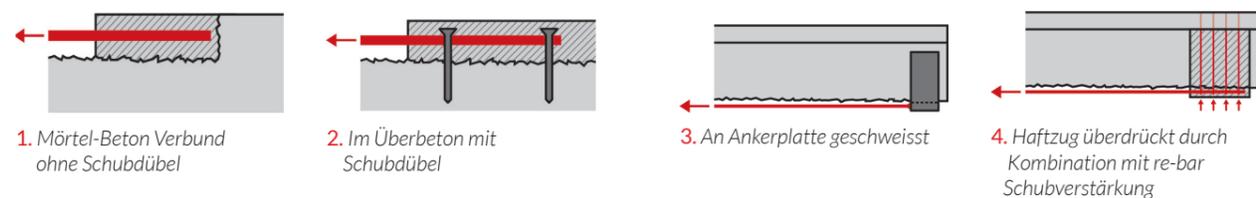
Durchmesser	Querschnitt	Vorspannkraft $F_{p,0}$	Bruchkraft $F_{s,u}$
12 mm	105 mm ²	35 kN	68 kN
Zugfestigkeit $f_{s,u}$	Bruchdehnung $\epsilon_{s,u}$	Vorspannung $\sigma_{p,0}$	Relaxation
650 N/mm ²	>10%	340 N/mm ²	15% nach t_{∞}

* Bei tieferen Heiztemperaturen können reduzierte Vorspannungen erzielt werden.

Flexible Verankerungsmöglichkeiten

Die Einleitung der Vorspannkraft in den Betontraggrund wird im Normalfall über den reinen Mörtelverbund erreicht (1). Zusätzlich können zugelassene Verdübelungssysteme (bspw. Hilti) eingesetzt werden, um den Haftzug zwischen Mörtelschicht und Traggrund zu verbessern (2). Ebenfalls sind Speziallösungen mit Stahlwinkeln (re-bar angeschweisst, (3)) möglich, welche mit dem Untergrund verklebt oder verdübelt werden. Es können auch vorgespannte re-bar Schubdübel eingesetzt werden, um die fehlende Haftzugfestigkeit zu überdrücken (4).

Schematische Beispiele für re-bar Verankerungen:



Schweiz

re-fer AG
Riedmattli 9
CH-6423 Seewen
T +41 41 818 66 66

Deutschland

re-fer GmbH
Neuenburger Strasse 37
DE-79379 Müllheim
T +49 151-11333430



www.re-fer.eu
info@re-fer.eu



V01 | 05.2020

re-plate Biegeverstärkung

Industriegebäude Freienbach



1. re-plate als Biegezugverstärkung einer Stahlbetondecke



2. Vorbohren / Direktbefestigung mit Hiltisystem



3. Temperaturkontrolle zur Qualitätssicherung

Verstärkung

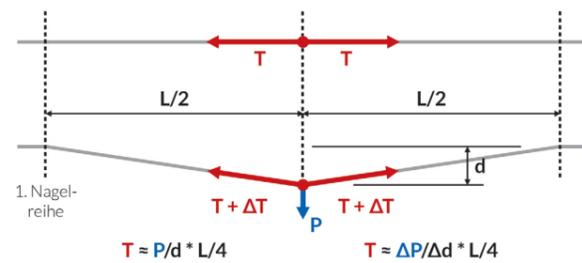
Im Rahmen von diversen Umbauten in einem Industriegebäude in Freienbach (SZ) wurden über 250 m re-plate zur Tragwerksertüchtigung auf Biegung installiert und vorgespannt. Die Bänder mit einer Länge zwischen 5 und 15m wurden im re-fer Werk nach Stückliste vorbereitet und auf die Baustelle geliefert. Anschliessend wurden die re-plate in die gewünschte Position gebracht und mit Spiessen gegen die Betonoberfläche gedrückt. Das Verankern an beiden Enden erfolgte mit der Direktbefestigung vom Typ X-CR 48 P8 S15 der Firma Hilti. Durch Aufheizen auf 160°C mit einem Infrarotstrahler der re-fer wurde re-plate aktiviert und vorgespannt. Während dem Heizprozess wurde die Temperatur zur Qualitätssicherung durch die ausführende Unternehmung gemessen und dokumentiert.

Planendes Ingenieurbüro: Kost+Partner AG
Architekt: Ralph Wipfli Architektur AG
Ausführende Unternehmung: SikaBau AG
Hauptauftraggeber: Butti Bauunternehmung AG

Qualitätskontrolle



1. Kontrolle der Vorspannkraft mit Prüfgerät



2. Umrechnung zwischen gemessenem Weg, Abhebekraft und der vorhandenen Zugkraft im re-plate

Als zusätzliche Qualitätskontrolle wurde am Bauobjekt die Vorspannkraft gemessen. Das Messgerät hat Firma Freyssinet (FR) entwickelt. re-plate wird in der Mitte leicht nach unten gezogen um anhand der gemessenen Verformung sowie der zu applizierenden Kraft Rückschlüsse auf die im Band vorhandene Vorspannkraft zu ziehen. Dieses Prinzip wird auch in der Litzenvorspannung zwecks Kontrolle der Vorspannkraft angewendet. Die gemessene Vertikalkraft P und der Dehnweg d werden über trigonometrische Verhältnisse der resultierenden Zugkräfte im Spannglied $T + \Delta T$ gegenübergestellt.

Brandschutz



1. Aufbereitung des Putzes im Mischer



2. Vorbereiten des Untergrundes

Als Brandschutz wurde das SikaCem® Pyrocoat/Base, ein Brandschutzputz, örtlich über re-plate aufgetragen. Die Schichtstärke wurde gemäss Brandschutzversuchen, ausgeführt an der MFPA Leipzig (DE), definiert. Der Brandschutz vom mechanisch endverankerten re-plate ist vergleichbar mit einem Brandschutz von Stahlbauteilen und entsprechend wirtschaftlich. Ein spezielles Brandschutzsystem wie bei Klebarmierungen ist nicht nötig.



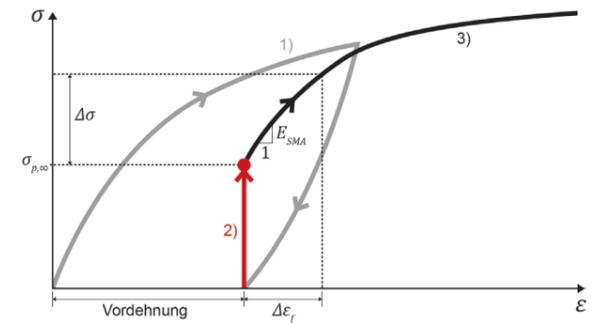
3. Aufbringen des SikaCem® Pyrocoat/Base



4. Fertig applizierter Brandschutz

Bemessung re-plate

re-plate ist ein extern appliziertes und endverankertes Zugband nach dem Prinzip der Vorspannung ohne Verbund. Die Bemessung erfolgt analog zu den gängigen Regeln der Praxis. Für den Bauzustand muss die volle Vorspannung angesetzt werden. Für die anschließende Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit muss die Vorspannkraft infolge Relaxation abgemindert werden. Der Grenzzustand der Tragfähigkeit kann entweder mit oder ohne Spannungszuwachs im re-plate durchgeführt werden. Im Bemessungshandbuch der re-fer ist ein Beispiel zur Bemessung von re-plate aufgeführt. Es ist möglich eine übliche Bemessungssoftware einzusetzen. Das Ingenieurteam der re-fer AG steht bei technischen Fragen gerne zur Verfügung.



Spannung-Dehnung für die einzelnen Stufen:

1. Vordehnen
2. Aktivieren / Vorspannen
3. Belasten nach Vorspannen

Produktdaten re-plate

Dimension	Querschnitt	Max. Spannung $f_{s,ud}^*$	Verankerung $F_{s,ud}$	Relaxation
120/1.5 mm	180 mm ²	610 N/mm ²	105 kN	15% nach t_{∞}

* Bemessungswert des Verankerungswiederstandes

	Heiztemperatur	Vorspannkraft $F_{p,0}$	Vorspannung $\sigma_{p,0}$
Erwärmen mit Gasbrenner:	300 - 350 °C	75.5 kN	420 N/mm ²
Erwärmen mit Infrarotstrahler: - falls sich brennbares Material im Heizbereich befindet - falls Korrosionsschutz auf re-plate vorhanden ist	165 °C	54.0 kN **	300 N/mm ²

** Bei tieferen Heiztemperaturen können auch geringere Vorspannungen erzielt werden.

Brandschutz bei re-plate

Brandschutz für re-plate kann je nach Verstärkungsgrad erforderlich werden. Übersteigt die Gebrauchslast für den verstärkten Zustand die maximale Traglast vor der Instandsetzung, muss der Ausfall der Verstärkung durch Brandschutzmassnahmen sichergestellt werden (siehe Beispiel).

Lasten kg/m ²	vor der Verstärkung	Nach der Verstärkung	
		tiefer Verstärkungsgrad (+300)	hoher Verstärkungsgrad (+500)
Eigengewicht	500	500	500
Nutzlast	300	300 + 300 = 600	300 + 500 = 800
Gebrauchslast	800	1'100	1'300
Bsp.: Globaler Sicherheitswert	1.5	1.5	1.5
Traglast	1'200	1'650	1'950
Brandschutz Kriterium: neue Gebrauchslast muss < 1'200 (best. Traglast)	-	1'100 < 1'200 Nicht erforderlich	1'300 > 1'200 erforderlich