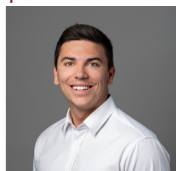


# Verankerungsverhalten von Verstärkungsbändern aus memory®-steel

Diplomand



Fabio Schmid

**Einleitung:** Eisenbasierte Formgedächtnislegierungen (engl. Iron based shape memory alloys) stellen innovative Methoden zur Tragwerkertüchtigung für Betonbauten dar. Eine Art der Verstärkung setzt sich aus Bändern zusammen, welche Querschnittsabmessungen von 120x1,5mm aufweisen. Das Unternehmen re-fer AG vertreibt das Band unter dem Namen «re-plate». Diese werden unter anderem zur Verstärkung der Biegezugtragfähigkeit extern an Betondecken verankert. Dabei wird das re-plate vorgängig im Werk vorgegedehnt und anschliessend auf der Baustelle nach dem Installieren und Verankern durch Hitzezufuhr vorgespannt. Die Verankerung erfolgt mit je 12 Hilti-Direktbefestigung vom Typ X-CR 48 P8 S15.

**Ziel der Arbeit:** Die Verankerung der Hilti-Direktbefestigung ist bei dieser Methode von wesentlicher Bedeutung. In der Praxis kommt es nicht selten vor, dass beim Nagelsetzvorgang ein Bewehrungseisen Setzausfälle zur Folge hat. Somit kann an gewissen Stellen keine Nagelbefestigung angebracht werden und es resultiert ein asymmetrisches Setzmuster der Befestigung. Das bis anhin unbekannte Trag- und Verankerungsverhalten bei der beschriebenen asymmetrischen Anordnung der Nagelreihe stellt unter anderem ein Problem für die bauaufsichtliche Zulassung und der daraus folgenden Bemessung dar. Als weitgehend unerforscht gilt zudem die Kraftverteilung auf die verschiedenen Nagelreihen, welche aber für die Bemessung nötig sind.

Das Ziel dieser Untersuchung ist es deshalb, Berechnungsmodelle der symmetrischen Verankerung vom re-plate für die Praxis zu entwickeln. Daraus soll ein wichtiger Beitrag für die Charakterisierung von re-plate-Verankerungen mittels X-CR 48 P8 S15 Direktbefestigungen entstehen.

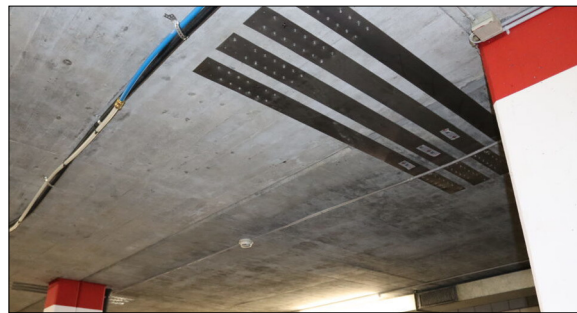
**Ergebnis:** Die Auswertungen der Versuche und der Vergleich mit den Bemessungsmodellen haben zu verschiedenen Erkenntnissen, die nachfolgend kurz zusammengefasst werden, geführt. Die Setzleistung vom Setzgerät, um die Nägel im Beton zu verankern, muss der Betondruckfestigkeit angepasst werden. Es kommt vor, dass ein Nagel nicht bündig zum re-plate sitzt und somit bei der Zugbelastung vom re-plate weniger Kraft bei einer grösseren Verschiebung aufnehmen kann.

Bei einer Betonwürfeldruckfestigkeit zwischen 19 und 26 MPa, einem Setzmuster von mindestens 6 vollen Nagelreihen á je 2 Befestigungen und bündig gesetzten Nägeln, stellt sich das Versagen «Zugversagen im Nettoquerschnitt bei der 1. Nagelreihe vom re-plate» ein. Der aktuelle Bemessungswert für die maximal aufnehmbare Zugkraft liegt bei 83,1 kN. Falls das Setzmuster

asymmetrisch gewählt werden muss oder weniger Nägel gesetzt werden können, stellt sich das Versagen «Abscheren des 1. Nagels in Zugkraftrichtung» ein.

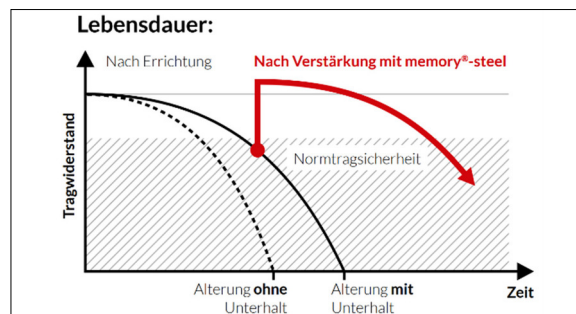
## Anwendung re-plate in Tiefgarage

<https://www.re-fer.eu/wp2022/wp-content/uploads/>



## Graphik zum Lebensdauerzyklus eines Bauwerks

<https://www.re-fer.eu/re-plate/> in Prospekt



## Testergebnisse Lap-shear Tests

Eigene Darstellung

Test-Nr.	Datum	Beton-druckfestigkeit [MPa]	Nagel-anzahl	F ← Nagel-anordnung	Max. Zugkraft [kN]	Max. Dehnung [%]	Versagensart
2	13.04.22	19,2	2	•	27,8	0,093	Abscheren aller Nägel
3	13.04.22	19,2	2	•	26,5	0,090	Abscheren aller Nägel
5	13.04.22	19,2	2	•	23,6	0,076	Abscheren aller Nägel
1	13.04.22	19,2	8	•••••	76,4	0,421	Abscheren aller Nägel
8	10.05.22	26,0	8	•••••	91,5	0,587	Abscheren aller Nägel
9	10.05.22	26,0	10	••••••	104,0	0,772	Abscheren aller Nägel re-plate
7	20.04.22	19,4	13	•••••••	131,4	3,517	Nettoversagen in 1. Nagelreihe
10	10.05.22	26,0	14	••••••••	125,8	2,315	Abscheren aller Nägel
4	13.04.22	19,2	12	••••••	113,7	0,997	Abscheren aller Nägel
11	11.05.22	26,0	12	••••••	95,6	0,641	Abscheren aller Nägel
6	20.04.22	19,4	12	••••••	124,7	2,043	Abscheren aller Nägel
12	11.05.22	26,0	12	••••••	114,6	1,013	Abscheren aller Nägel

Referent  
Dr. Christoph Czaderski

Korreferent  
Julien Michels, re-fer AG, Brunnen, SZ

Themengebiet  
Konstruktion

