

Produktdatenblatt re-bar 10 & 16

«memory[®]-steel Rippenstahl zur Tragwerksverstärkung»

Der memory[®]-steel Rippenstahl re-bar 10 und 16 wird in verschiedenen Bereichen der Bauwerksertüchtigung (für Beton und Mauerwerk) eingesetzt.

Die Stäbe werden im Werk vorgedehnt. Nach erfolgter Verankerung im Beton wird re-bar erhitzt und somit vorgespannt. Im Endzustand ist re-bar im systemgeprüften Reparaturmörtel (R3-/R4-Mörtel für statische Instandsetzung) eingelegt. Die Stäbe agieren als innenliegende Vorspannung im Verbund. Als Schutz gegen Brandeinwirkung werden minimale Bauteilabmessungen und Betonüberdeckungen gemäss der lokalen Norm verlangt.



Eigenschaften	Maximale Zugfestigkeit:	Bemessungswert der Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Rechnerischer E-Modul*
re-bar 10 & 16	>700 N/mm ²	520 N/mm ²	20%	70 kN/mm ²

*E-Modul nach dem Erhitzen/Aktivieren beträgt 160 kN/mm² bis zu einem Spannungszuwachs von 50 N/mm², bei weiterer Zusatzbelastung nimmt er stets ab. Rechnerisch wird dann ein E-Modul von 70 kN/mm² angesetzt.

Produktdaten	Nominaler Durchmesser	Querschnitt	Gewicht	Bemessungswert der Zugkraft
re-bar 10	10.7 mm	89.9 mm ²	0.71 kg/m	46.7 kN
re-bar 16	16.5 mm	211.2 mm ²	1.67 kg/m	109.8 kN

Vorspannung	Heiztemperatur	Vorspannung t ₀	Vorspannkraft t ₀	Vorspannkraft t _∞ *
re-bar 10	200°C (nur mit Strom)	350 N/mm ²	31.5 kN	26.8 kN
	≥300°C	400 N/mm ²	36.0 kN	30.6 kN
re-bar 16	200°C (nur mit Strom)	260 N/mm ²	54.9 kN	46.7 kN
	≥300°C	320 N/mm ²	67.6 kN	57.5 kN

*Relaxation der initialen Vorspannung nach t = ∞ beträgt 15%

Geometrische Angaben	Abbiegeradius	Minimale Länge Endhaken	Bohrloch Durchmesser	Durchmesser Schraubmuffe
re-bar 10	≥40 mm (Ø80 mm)	100 mm	≥14 mm	21 mm
re-bar 16	≥50 mm (Ø100 mm)	150 mm	≥20 mm	30 mm

Wann auf re-bar setzen?

- Änderungen des Tragsystems
- Erhöhung der Trag- und/oder Gebrauchslast
- Neue Normanforderungen

Wie wird re-bar eingesetzt?

- Biegeverstärkung von Betonbauteilen
- Schubverstärkung von Betonträgern
- Umwicklungen von Silos oder grossen Stützen
- Erhöhung der Durchstanzbewehrung
- Erdbebenverstärkungen von Mauerwerk

Vorteile:

- Aktive, sofort tragende Verstärkung (Vorspannung)
- Hohe Duktilität (Gelenkausbildung und Kraftumlagerungen bleiben möglich. Keine Versprödung.)
- Robuste Verankerung im gesunden Kernbeton
- Minimaler Platzbedarf
- Korrosions- und Brandschutz durch Mörtel-/Betonüberdeckung
- Erhöht die Lebensdauer des Bauwerks
- Reduktion von Durchbiegungen und Rissöffnung
- Entlastung der Innenbewehrung

Aussehen:

Rippenstahl mit Schraubkuppler, metallisch dunkelgrau.

Hinweis Schraubkuppler:

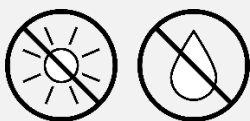
Herstellungsbedingt können die Stäbe nur als gerade Stangenware produziert werden. Sie werden im Werk vorgedehnt und beidseitig mit Schraubkuppler versehen. Danach werden sie kontinuierlich zusammenschraubt und entsprechend den effektiven Projektlängen zugeschnitten. Somit entsteht kein Abfall/Abschnitt.

Lieferformen:

- A) Projektspezifisch im Werk zusammenschraubt, abgelängt und allenfalls gemäss Projektvorgaben abgegeben.
- B) Als Bündel mit 8-mal re-bar 16 oder 20-mal re-bar 10 (Stablänge ca. 5.80 m / Kuppeln, schneiden und Biegen direkt auf Baustelle durch Facharbeiter.

Lagerung/Transport:

re-bar ist an einem trockenen, geschützten Ort zu lagern und zu transportieren (keine mechanische, chemische Beschädigung usw.). Kondenswasserbildung (infolge schwankender Temperaturen und Umgebungsbedingungen) ist durch geeignete Lagerung und Belüftung zu verhindern. Strassentransport haben in geschlossenen LKWs zu erfolgen, um mögliche Kontamination durch Tausalze zu verhindern. Bis zum Einbau und der Aktivierung ist das Material vor direkter Sonnenbestrahlung und Temperaturen oberhalb 40°C zu schützen.



Achtung:

Produkte sind immer vor direkter Sonneneinstrahlung und erhöhter Temperaturen oder Feuchtigkeit zu schützen.



Lagerung:

Max: 40°C / 104°F
Min: 5°C / 41°F

Allgemeine Informationen

Zustand des Traggrundes

Der Traggrund muss für Verstärkungsarbeiten tragfähig sein und eine Druckfestigkeit von $>25 \text{ N/mm}^2$ (C20/25 nach EN 206-1) aufweisen. Allfällig beschädigter oder mit Chloriden kontaminierter Beton wird hydromechanisch oder mit Abbauphammer und Sandstrahlen abgetragen und gereinigt (minimal geforderte Zugfestigkeit 1.5 N/mm^2 EN 1542). Die minimal geforderten Rauigkeiten und Angaben zum Vornässen/Reinigen sind den Produkteangaben des Mörtellieferanten zu entnehmen. Erstellen von Frässchnitten gemäss Applikationsvorschriften der re-fer.

Informationen zur Planung

Korrosionsschutz:

Ein bekanntes Risiko von Bau- und Vorspannstählen ist die Spannungsrissskorrosion bei Anwesenheit von Chloriden, sonstigen Salzen und Säuren. memory[®]-steel re-bar wird in eine zementöse Matrix eingelegt, welche als Alkalidepot für die Bewehrung sowie als Schutzschicht gegen eindringende Chloridionen dient. Als Haftvermittler und leichten Korrosionsschutz auf re-bar und Innenbewehrung kann SikaTop[®] Armatec[®]-110 EpoCem[®] appliziert werden. memory[®]-steel re-bar wird wie ein konventioneller Spannstahl behandelt. Die Mörtelüberdeckung wird anhand der Normvorgaben und der vorliegenden Expositionsklasse gewählt (Schweiz bspw. SIA 262:2013, Tab. 1, Ziff. 5.2.2.4, Tab. 18). Kann mit der Mörtelüberdeckung kein ausreichender Schutz gewährleistet werden, muss mit zusätzlichen Massnahmen gearbeitet werden (bspw. Abdichtungen etc.).

Brandschutz:

memory[®]-steel zeigt ein ähnliches Brandverhalten wie herkömmlicher Stahl und verliert bei rund 400°C deutlich an Festigkeit, respektive reduziert seine Vorspannung bei ca. 350°C auf null. Für den Brandschutz orientiert man sich an den minimalen Betonstärken und Betonüberdeckungen der lokalen Norm (Schweiz bspw. SIA 262:2013, Tab. 16). Falls der Brandschutz der Mörtelschicht nicht gewährleistet ist, kann dieser bspw. mit SikaCem[®] Pyrocoat verbessert werden.

Brandschutzmassnahmen und Angaben zu Schichtstärken sind Richtwerte und sind auf die lokal geltenden behördlichen Vorschriften und die geltenden Normen abzustimmen.

Allgemeine Merkpunkte:

- Die re-bar Stäbe werden über Schraubkuppler miteinander verbunden. Die entsprechend notwendigen Platzbedürfnisse (Aussenabmessung der Kuppler, Tabelle Seite 1) sind bei der Projektierung zu beachten.
- Wo nötig, sind zur Fixierung/Positionierung von re-bar kleine Bewehrungsseisen oder metallische Schraubhaken zu verwenden. Sonstige Drittprodukte und Kunststoffe dürfen nicht eingesetzt oder müssen vor dem Heizvorgang wieder entfernt werden, da sie schmelzen und eine Verbrennungsgefahr für den Verarbeiter darstellen. Zudem können unter Umständen giftige oder aggressive Zersetzungsprodukte beim Erhitzen freigesetzt werden.
- Bauschaum und sonstige Chemikalien dürfen nicht zur Abschalung oder Fixierung eingesetzt werden (aggressive Zersetzungsprodukte bei Erhitzen). Falls bereits am Bauwerk im Bereich der Verstärkungsarbeiten vorhanden, sind solche zu entfernen und der Untergrund ist zu reinigen.
- Beim Verlegen von re-bar auf gewölbtem Traggrund ist zu beachten, dass sich re-bar bei der Aktivierung gerade ausrichtet (vorgängige Ebenheitsprüfung).

Ingenieur Support:

Bei Fragen oder Unklarheiten bietet re-fer kostenlos Unterstützung in der Projektierung, Hilfestellung zur statischen Bemessung, Grobkostenschätzungen und für Ausschreibungen an. Weitere Angaben können auch aus der Bemessungshilfe memory[®]-steel (online) entnommen werden.



Applikation von re-bar

Handhabung und Einbau erfolgt gemäss aktuellen Verarbeitungsrichtlinien der re-fer, respektive den Vorschriften des systemgeprüften Mörtellieferanten. Informationen betreffend Untergrundtemperatur, Lufttemperatur, Untergrundfeuchtigkeit usw. können den Produktdatenblätter der verwendeten Mörtel entnommen werden.

Systemgeprüfte Mörtel

Das Verstärkungssystem memory[®]-steel re-bar wurde in Kombination mit bestimmten R3- und R4-Mörteln für die statische Instandsetzung getestet und zugelassen und darf nur in dieser Kombination verwendet werden. Bitte wenden Sie sich an den lokalen Lieferanten von memory[®]-steel in Ihrem Land, um weitere Informationen und Beratungen zu den systemzugelassenen Zusatzprodukten zu erhalten.

Produkt*	Beschrieb
re-bar 10 & 16	Die Rippenstähle Ø10 und Ø16 aus memory [®] -steel werden zur strukturellen Tragwerksverstärkung von Betonbauwerken im Hochbau und Brückenbau eingesetzt (für ruhend und dynamisch beanspruchte Bauteile). re-bar wird im Werk vorgedehnt.
Sika [®] AnchorFix [®] -3030	2-komponentiger Epoxid-Hochleistungsankerklebstoff für Verankerungen
Sika MonoTop [®] -4052	Schwindkompensierter R4-Reprofiliermörtel für horizontale Flächen
Sika MonoTop [®] -4010	Schwindkompensierter R4-Reprofiliermörtel für horizontale und vertikale Anwendungen
Sika MonoTop [®] -4012, -4080	Schwindkompensierter R4- Nassspritzmörtel für Überkopf- und Vertikalanwendungen
SikaGrout [®] -314 N	Schwindfreier R4- Präzisionsvergussmörtel in Schalung oder Betonschlitz
Sika [®] FastFix-121	Zementmörtel für Oberflächenverschluss von Rissen
Sika [®] InjectoCem-190	Feinstzement-Rissinjektion für Rissinjektion nach Oberflächenverschluss
SikaTop [®] Armatec [®] -110 EpoCem [®]	Haftbrücke und Korrosionsschutz (3-komponentig, epoxidharzvergütet) für re-bar und bestehende Innenarmierung
Sika [®] Rock Gunit BE-8	Trockenspritzmörtel (zementgebunden, alkalifrei) für Tunnelanwendungen überkopf und vertikal

*Angaben zu den Produkten gelten für die Schweiz, Lichtenstein und Österreich. memory[®]-steel wurde mit Sika Spritz-, Reparatur- und Vergussmörtel etc. für statisch relevante Instandstellung unter Dauerlast geprüft. Bei Verwendung von anderen Mörtelprodukten in Kombination mit memory[®]-steel übernimmt re-fer keine Gewährleistung.

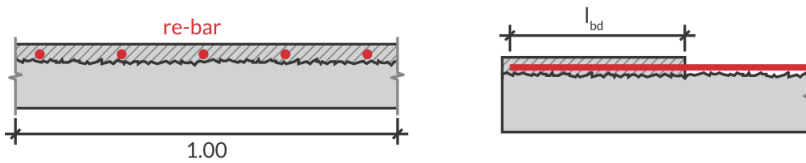
Ausführliche Informationen zu den Produkten bieten die entsprechenden Produktdatenblätter.

Endverankerung von re-bar

Zur Aufnahme der Vorspannkraft wird re-bar im Bauzustand in den Endbereichen verankert. Nach dem Vorspannen wird der mittlere Bereich ebenfalls vermörtelt (Normalfall). Es ist auch möglich, den Stahl komplett einzumörteln und danach durch elektrisches Erhitzen an den freien Endbereichen zu aktivieren.

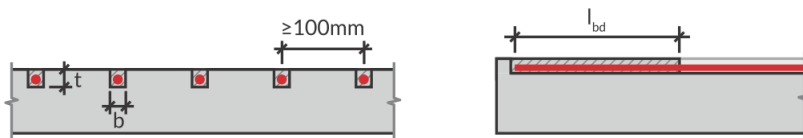
A) re-bar in flächiger Mörtelschicht:

Zur Berechnung der Verankerungslänge l_{bd} wird die initiale Vorspannkraft von re-bar über den Mörtelverbund von $>1.5 \text{ N/mm}^2$ (minimal geforderter Haftzugwert des Betons mit min. Druckfestigkeit 25 N/mm^2) in den Untergrund geleitet. re-fer empfiehlt den Verankerungswiderstand mit einem Sicherheitsbeiwert von 1.5 abzumindern. Es ist auf eine saubere Untergrundvorbereitung zu achten.



B) re-bar im Betonschlitz:

Die Verankerungslängen für die Vorspannkraft von re-bar im Schlitz beziehen sich auf Versuche an der Empa Schweiz. Die Versuchsergebnisse wurden mit einem Sicherheitsbeiwert von 1.5 abgemindert. Der minimal einzuhaltende Achsenabstand der Schlitzte beträgt 100 mm. Bei kleinerer Teilung kann auf die Variante im Reprofilier- und Spritzmörtel umgestiegen werden.



Es ergeben sich folgende Angaben für re-bar:

Produkt	Schlitzbreite b	Min. Schlitztiefe t	Min. Verankerungslänge l_{bd}
re-bar 10	25 mm	25 mm*	400 mm**
re-bar 16	30 mm	30 mm*	600 mm**

* Schlitztiefen sind allenfalls projektspezifisch zu erhöhen, um die gewünschte Betonüberdeckung für Korrosions- und Brandschutz zu erreichen, oder die Schlitzte werden leicht «überprofiliert».

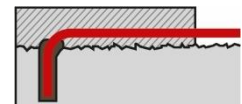
** mit Sicherheitsbeiwert 1.5 abgemindert

Der entsprechende Prüfbericht (2021-003/SNSF 200021_175998 / in englisch) ist auf Anfrage erhältlich. Bei höheren Betonqualitäten ist es möglich, die Verankerungslängen abzumindern. Der re-fer Ingenieur Support unterstützt Sie gerne.

C) Verwendung von Endhaken:

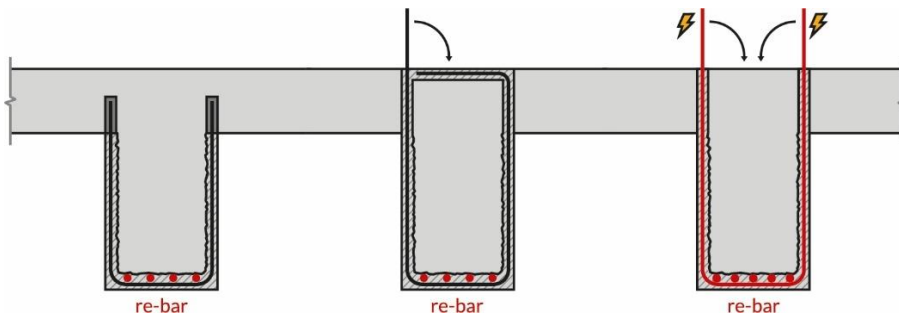
Die Verankerungen können robuster gestaltet werden indem Endhaken an re-bar aufgebogen werden und diese in Bohrlöcher verklebt/vermörtelt werden. Die Kräfte werden so in den gesunden Kernbeton eingeleitet. Geometrische Angaben hierzu finden Sie in den Tabellen auf der ersten Seite.

Die Endhaken werden entweder mit dem systemgeprüften Epoxid-Hochleistungsankerklebstoff eingeklebt (Dunkelgraue Fläche im Bild) oder mit dem entsprechenden Vergussmörtel (Bohrloch-Durchmesser erhöhen) eingemörtelt. Auch oberhalb des Bohrloches wird immer ein Mörtel über eine Länge von >100 mm aufgebracht (schraffierte Fläche im Bild). Das dient als Hitzeschutz für die Verklebung und als Auflage-Bett des Stabes.



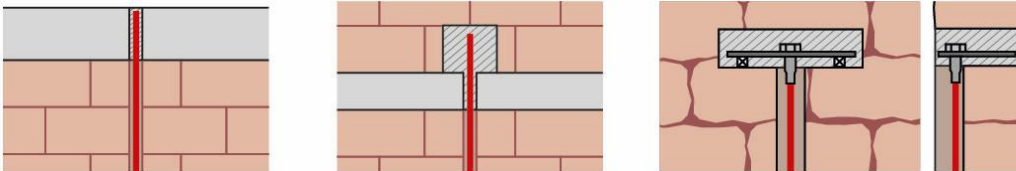
D) Verwendung von zusätzlichen Schubbügel:

Aufgrund beschränkter Stegbreiten kann die Vorspannkraft von re-bar bei Betonträger häufig nicht über den reinen Schubverbund verankert werden. Es bietet sich an, re-bar mit Schubbügel aus normalem Baustahl zu umfassen, um ein Ablösen der Mörtelschicht durch Aufhängen zu verhindern. Die Schubbügel werden in der Druckzone des Balkenträgers verankert (in Betonflansch einbohren/verkleben oder als geschlossener Bügel vermörtelt). Die Verbügelung kann auch mittels re-bar 10 U-Profilen unter Vorspannung erfolgen. Durch die Vorspannung entlastet die bestehende Innenbewehrung und überdrückt die Anschlussfläche der neuen Mörtelschicht aktiv.

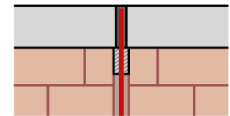


E) re-bar im Mauerwerk:

Zur seismischen Ertüchtigung von Mauerwerk wird eine kontrollierte, vertikale Druckkraft auf die Wand abgegeben. re-bar muss im Beton verankert werden (Decken- oder Bodenplatte). Bei dünnen Decken <200 mm wird empfohlen, eine zusätzliche Verankerung ober- und/oder unterhalb der Decke mittels Betonnocken auszuführen. In gewissen Situation können auch Schraubmuffen auf re-bar gepresst werden, um diese mit Ankerplatten aus Stahl zu verbinden.



re-bar wird mit dem systemgeprüften Vergussmörtel im Bohrloch eingebettet. Falls der Stab mit Epoxid-Hochleistungsankerklebstoff eingeklebt wird, muss der Kleber (Dunkelgraue Fläche im Bild) zusätzlich mit einem Mörtelbett gegen die Hitze geschützt werden (schraffierte Fläche im Bild).



Ingenieur Support:

Der technische Support der re-fer unterstützt Sie hier gerne bei der Konzeptionierung.



Aktivierung der Vorspannung

Erhitzen mit Gas:

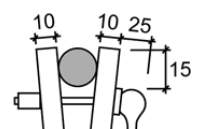
Zur Aktivierung mit dem Gasbrenner wird re-bar gleichmässig in Etappen von ca. 1.00 m Länge auf 300°C erhitzt. Dabei wird immer die Temperatur kontrolliert. Vom Fachverarbeiter kann ein Heizprotokoll verlangt werden.

Eine Kontrolle der Vorspannkraft bietet der technische Dienst der re-fer an.

Erhitzen mit Strom:

Bei der Aktivierung mit elektrischem Widerstandsheizen wird auf 200°C erhitzt, falls re-bar im Beton/Mörtel eingelegt ist. Falls re-bar nur in den Endbereichen verankert ist, ist ein Erhitzen mit Strom auch als Alternative zur Gasflamme möglich; Dabei kann auf 300°C erhitzt werden.

re-bar darf keinen Kontakt mit der innenliegenden Bewehrung oder leitenden Teilen haben. Von re-fer mitgelieferte Kunststoffdübel und -clips werden für die Fixierung/Positionierung verwendet. Es sind zudem auf die notwendigen Platzverhältnisse zu achten, welche die Kupferklemmen für den elektrischen Kontakt benötigen.



Den benötigten Stromanschluss ist vor Ort durch den Unternehmer zu organisieren. Die Anforderungen sind jedoch in einem Ausführungsplan durch den Planer zu vermerken.

Benötigter Stromanschluss:	entweder 2-mal Anschluss 3x400 V, CEE 32A , 400V, 5-polig
	oder 1-mal Anschluss 3x400 V, CEE 63A , 400V, 5-polig

Alle notwendigen Verarbeitungsmittel, Geräte für die Aktivierung und Temperaturmessgeräte können bei re-fer eingekauft werden. Ein re-fer Anwendungstechniker steht gegen Verrechnung für Baustelleneinsätze zur Verfügung.

Zulassungen und Prüfberichte

- Empa, Dübendorf (CH): Tensile tests with strain measurement (with and without coupler) – Test report No. 5214026175, 2020 and No. 5214028735, 2022
- Empa, Dübendorf (CH): Activation and stress-relaxation of memory-steel (Fe-SMA) ‘re-bar’ – Test report No. 5211.00688.100.01-2b, 2018
- Forschungsbericht 2020-001 (CTI Project No. 18528.1 PFIW-IW): Iron-based Shape Memory Alloys as Shear Reinforcement for Civil Structures, 2020
- Forschungsbericht 2021-002 and -003 (SNSF 200021_175998): Iron-based Shape Memory Alloy Bars for Flexural Strengthening of Concrete – bond tests, 2021
- Forschungsbericht 2021-004 (SNSF 200021_175998): Iron-based Shape Memory Alloy Bars for Flexural Strengthening of Concrete – Beam tests, 2021

Auf Anfrage sind auch weitere Prüfberichte und technische Dokumentationen erhältlich.

Hinweise

Alle technischen Werte in diesem Produktdatenblatt unterliegen der re-fer Qualitätssicherung und basieren auf Laborversuchen. Kontaktieren Sie uns, falls Sie Fragen zu den durchgeführten Tests haben. Aktuelle Messwerte können von den Produktangaben abweichen. Für die Bemessung stellt die re-fer Ingenieur Support und Beratung zur Verfügung. Für weitere Informationen besuchen Sie uns unter www.re-fer.eu (Referenzen, technische Datenblätter, Prospekt, Ausschreibungstexte, Prüfberichte und Publikationen) oder wenden Sie sich telefonisch direkt an unseren technischen Service.

Die Angaben in diesem Produktdatenblatt sind gültig für das entsprechende, von der re-fer AG Schweiz und Österreich ausgelieferte Produkt. Bitte berücksichtigen Sie, dass die Angaben in anderen Ländern davon abweichen können und beachten Sie im Ausland das lokale Produktdatenblatt. Die Informationen bzw. Daten in diesem technischen Merkblatt dienen der Sicherstellung des gewöhnlichen Verwendungszwecks bzw. der gewöhnlichen Verwendungseignung und basieren auf unseren Erkenntnissen und Erfahrungen. Sie entbinden den Anwender jedoch nicht davon, eigenverantwortlich die Eignung und Verwendung zu prüfen.

Änderungen der Produktspezifikationen bleiben vorbehalten. Im Übrigen gelten unsere jeweiligen Verkaufs- und Lieferbedingungen. Es gilt das jeweils neueste Produktdatenblatt.

Hauptsitz Schweiz
re-fer AG
Riedmattli 9
CH-6423 Seewen
Phone +41 41 818 66 66

Österreich
re-fer Austria GmbH
Gewerbepark B17/II - Strasse 3/6/B3
A-2524 Teesdorf
Phone +43 670 55 64 876

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