

Verarbeitungsvorschrift V 4.2

REFRAJETCRETE® Nanobond

Hinweis: Bitte vergewissern Sie sich zunächst anhand der Angaben der Produktinformation, dass Ihnen die zu Ihrem Produkt passende Verarbeitungsvorschrift vorliegt. Diese Vorschrift behandelt die Verarbeitung von dichten, zementfreien **REFRAJETCRETE®**-Feuerbetonen des Typs **Nanobond** (Dreikomponentenmaterial).

Die in diesem Dokument aufgeführten Vorschriften sind bei der Verarbeitung und Installation des jeweiligen Feuerbetons zu beachten! Eine Modifikation oder Abweichung von den Verarbeitungsvorschriften kann zu erheblichen Installationsproblemen und ggf. zu einem vollständigen Versagen des installierten Feuerfestmaterials führen! Diese Verarbeitungsvorschrift beschreibt generelle Richtlinien zur Lagerung, Verarbeitung und Installation des genannten Feuerfestmaterials. Sollte es z.B. aufgrund individueller Baustellenbedingungen notwendig erscheinen, von dem hier beschriebenen Verfahren abzuweichen, muss vor der Verarbeitung Rücksprache mit der Refratechnik Steel GmbH genommen werden!

Lagerung:

- Generell gilt: Trocken, kühl und frostfrei lagern!
- Der Flüssigbinder als auch der Accelerator müssen stets bei Temperaturen > -20 °C gelagert werden.
- Die auf der Produktinformation angegebene Lagerfähigkeit gilt bei Lagerung gemäß unseren Empfehlungen und ab Produktionsdatum. Dieses Datum entnehmen Sie bitte dem Verpackungsaufdruck.
- Ein ordnungsgemäß gelagertes Material ist unter Umständen auch nach Ablauf der Lagerfrist noch uneingeschränkt verwendbar. Führen Sie zur Überprüfung vorher einen Abbinde-test an einer Probe durch. Bestehen Zweifel, kann das überlagerte Material durch die Refratechnik Steel GmbH überprüft werden.
- Bei unsachgemäßer Lagerung kann ein Produkt auch weit vor Ablauf der angegebenen Lagerzeit unbrauchbar bzw. in seiner Qualität eingeschränkt werden.

- Die Original-Schrumpffolie sollte als zusätzlicher Schutz so lange wie möglich um die Paletten belassen werden. Die Palettenschutzfolie ersetzt keine Überdachung.
- Auch stehende Nässe, z.B. durch ungenügende Drainage des Lagerplatzes, kann das Material schädigen.
- Die Stapelung der von uns ausgelieferten Waren (Sackware, Big Bags, etc.), erfolgt in Eigenverantwortung des Spediteurs, bzw. Kunden. Refratechnik Steel GmbH übernimmt keine Verantwortung aus etwaigen hieraus entstandenen Folgeschäden (Beschädigungen der Verpackung, Personenschäden, etc.).

Schutz und Sicherheit des Personals:

- Verwenden Sie stets geeigneten Augenschutz, Staubmaske, Schutzkleidung und Arbeitshandschuhe!
- Nach der Verarbeitung des Materials gründlich waschen!

- Beachten Sie bitte das Sicherheitsdatenblatt des Trockenmaterials, das Sicherheitsdatenblatt des Accelerators sowie das Sicherheitsdatenblatt des Flüssigbinders!

Allgemeines:

- Das vorliegende Produkt ist ein zementfreier, anorganisch-chemisch abbindender Feuerbeton. Trocken in 25 kg-Säcken oder Big Bags angeliefert, wird er auf der Baustelle mit dem mitgelieferten Flüssigbinder angemischt. Die Erhärtung erfolgt beim Spritzen bei Raumtemperatur ausschließlich unter Zugabe des Accelerators. Beim Gießen erfolgt die Erhärtung bei Raumtemperatur unter vorheriger Zudosierung eines pulverförmigen Accelerators zur Trockenkomponente.
- Folgende Zustellmethoden sind möglich:
 1. Verarbeitung im **JETCRETE**-Verfahren (shotcreting)
 2. Verarbeitung als Gießmasse (nur nach Rücksprache mit der Refratechnik Steel GmbH!)

- **REFRAJETCRETE®** Nanobond-Produkte sind Dreikomponentenmaterialien:
 - Komponente 1: Trockenmaterial, verpackt in 25 kg-Säcken oder Big Bags
 - Komponente 2: Flüssigbinder, verpackt in PE-Kanistern oder 1000 l IBC
 - Komponente 3: Accelerator, verpackt in 30 oder 100 kg-PE-Kanistern oder Fässern
 - Es sind stets komplette Verpackungseinheiten (1 Sack / 1 Big-Bag) anzumischen. Eine Entnahme von Teilmengen kann zu Entmischungen und abweichenden Materialeigenschaften führen.
 - Die Trockenmischung wird ausschließlich mit dem angelieferten Flüssigbinder angemischt, Wasser darf keinesfalls zugesetzt werden!
 - Sowohl der Flüssigbinder als auch der Accelerator müssen stets bei Temperaturen > -20 °C gelagert werden! Während der Installation muss der angemischte Beton, Flüssigbinder und Accelerator ebenfalls eine Temperatur > 5 °C aufweisen.
 - Niedrige Temperaturen können den Abbindeprozess verzögern oder sogar verhindern; daher muss die Temperatur des Materials und des Flüssigbinders mindestens 5 °C betragen. Unter Umständen muss auch der Einbauort selbst beheizt werden.
 - Bei Temperaturen über 25 °C kann sich der Abbindeprozess dagegen erheblich beschleunigen.
 - Bitte berücksichtigen Sie das Dehnungsverhalten des jeweiligen Feuerfestmaterials für Ihre individuelle Ofenkonstruktion! Die Angaben der reversiblen sowie der irreversiblen Längenänderung sind den jeweiligen Produktinformationen zu entnehmen. Entsprechend den Betriebsbedingungen des Ofenaggregats sowie den materialspezifischen Kennwerten des Feuerfestmaterials müssen die auftretenden Spannungen und Drücke durch entsprechend ausgelegte Dehnfüge aufgefangen werden.
 - Bitte berücksichtigen Sie bei der Installation des monolithischen Feuerfestmaterials die funktionsgerechte Verankerung mit der vorliegenden Ofenkonstruktion bzw. des vorhandenen / angrenzenden Feuerfestmaterials (Stahlanker, keramische Verankerungssysteme etc.).
 - Es muss durch geeignete Maßnahmen dafür Sorge getragen werden, dass während des Trocknungsvorgangs, bzw. Aufheizvorgangs austretendes Wasser (bzw. Wasserdampf), druckfrei aus der Feuerfestauskleidung austreten kann.
 - Die eingeleiteten Trocknungsmaßnahmen können bei bestimmten Ofenkonstruktionen und Feuerfestzustellungen dazu führen, dass das austretende Wasser (bzw. Wasserdampf) nicht in Richtung heiße Seite (Ofenraum), sondern entgegengesetzt in Richtung Stahlmantel (Ofenaußenseite) diffundiert. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass durch geeignete Maßnahmen das Wasser bzw. der Wasserdampf nach außen entweichen kann. Bewährt haben sich mindestens fünf Bohrungen durch den Stahlpanzer mit einem Durchmesser von je 10 mm pro m² Ofenaußenseite.
 - Dem kompletten Wandaufbau der Zustellung (Verschleißfutter/Dauerfutter/Isolierung) ist hinsichtlich des Abbaus des Wasserdampfdrucks Beachtung zu schenken. Es muss dafür Sorge getragen werden, dass auch in dem Bereich hinter dem Verschleißfutter Materialien verbaut werden, welche eine ausreichende (möglichst hohe) Permeabilität zum Stahlpanzer gewährleisten.
 - Werden Dauerfutter/Isolierschichten mehrfach verwendet und lediglich das Verschleißfutter ausgetauscht, können diese im Laufe der Zeit infolge des Wassertransports Staubkontaminationen, Salze etc. zusetzen und ebenfalls den Wassertransport behindern! Diese mehrfach verwendeten Schichten sind hierdurch, in Bezug auf das Entwässerungsverhalten, als kontraproduktiv einzustufen. Unter Umständen ist es sicherer, auch das Dauerfutter zu erneuern, um eine einwandfreie Durchströmbarkeit zur Kaltseite gewährleisten zu können.
 - Um einen kontinuierlichen Trocknungsprozess zu gewährleisten, ist während des gesamten Trocknungs-, bzw. Aufheizvorgangs dafür Sorge zu tragen, dass der gesamte Ofenraum stets mit ausreichenden Mengen an Frischluft gespült wird. Es darf keine Feuchte-sättigung der im Ofenraum umgewälzten Luftmengen erfolgen.
- Mischen:**
- **REFRAJETCRETE®**-Produkte werden standardmäßig mit einem flüssigen Accelerator für das **JETCRETE**-Verfahren (shotcreting) geliefert. Dieser Accelerator darf keinesfalls mit untergemischt werden! Der Accelerator sowie der Flüssigbinder müssen bei > -20 °C ~~festfrei~~ gelagert werden!
 - Mischer, Werkzeuge, Fördereinrichtungen etc. müssen sauber und frei von jeglichen Verunreinigungen sein!
 - Zum Mischen ist ein Zwangsmischer erforderlich!
 - Verwenden Sie nur soviel Material pro Mischvorgang, wie in ca. 50 Minuten verbraucht werden kann.
 - Entnehmen Sie die Angaben zu der erforderlichen Flüssigbindermenge (Min.- und Max.-Werte) der Produktinformation oder dem Verpackungsaufdruck. Bitte beachten Sie hierbei die Dosierangabe in l/100 kg bzw. in kg/100 kg!
 - Sollten Zweifel an der Reaktivität des Flüssigbinders bestehen (z.B. aufgrund einer Lagerzeitüberschreitung oder undefinierter Lagerungsbedingungen etc.) sollte vor der Verarbeitung die Abteilung F&E der Refratechnik Steel GmbH kontaktiert werden!
 - Mischen Sie das Material zunächst kurz (ca. 30 Sekunden) trocken vor, um mögliche Entmischungen, die während des Transports stattfanden, zu beseitigen.

- Geben Sie nun, bei gleichzeitigem Mischen, zunächst die minimale Flüssigbindermenge hinzu. Warten Sie ca. 2 Minuten, bis alles gut untergemischt ist.
- Die gewünschte Konsistenz stellt sich oft erst am Ende der Mischzeit ein, da die Feinanteile im Produkt erst aufgeschlossen werden müssen. Warten Sie daher zunächst die Mischzeit ab, und versuchen Sie nicht, die gewünschte Konsistenz in kürzerer Zeit durch mehr Flüssigbinder herbeizuführen. Die Konsistenz des Materials kann ziemlich plötzlich von „zu trocken“ auf „genau richtig“ umschlagen. Falls erforderlich, kann die Restmenge an Flüssigbinder hinzugegeben werden, bis die gewünschte Konsistenz erreicht ist. Die maximale Flüssigbindermenge darf dabei nicht überschritten werden.
- Mischen Sie dann noch ca. 2 Minuten weiter.
- Überschreiten Sie nicht die maximale Mischzeit von 5 Minuten!
- Fremdstoffe oder bereits abgebundene Betonpartikel dürfen keinesfalls in den frisch angemischten Beton gelangen, da dies zum vorzeitigen Abbinden führen kann.

Verarbeitung:

1. Verarbeitung im JETCRETE-Verfahren (shotcreting)

- Grundsätzliches zum JETCRETE-Verfahren: Nach dem Mischvorgang wird der Beton in den Vorratsbehälter einer Doppelkolbenbetonpumpe gefüllt und von dort aus in einem endlosen Materialstrang durch Rohr- und Schlauchleitungen einem Düsenmischkörper zugeführt. Im Düsenmischkörper wird der Materialstrang durch Eindüsung von Druckluft und des flüssigen Accelerators aufgerissen und so stark plastifiziert, dass der Beton sowohl horizontal als auch vertikal verspritzt werden kann. Die genaue Accelerator/ Luftmengen-Dosierung erfolgt mittels Regulierventil an der

Düse und wird durch den Spritzmonteur von Hand eingestellt. Fangen Sie mit der niedrigsten Acceleratordosierung an und erhöhen Sie bis das Material an der Installationsfläche plastifiziert. Vermeiden Sie Überdosierungen des Accelerators. Die Dosierung des Accelerators liegt zwischen 0,2 bis max. 0,7 Gewichtsprozent.

- Der in der Produktinformation angegebene Flüssigbindergehalt bezieht sich auf eine standardisierte Förderdistanz über Doppelkolbenpumpen von 30 m (gerade Rohrleitung Durchmesser = 50 mm, horizontale Wegstrecke). Praxisanwendungen können hiervon abweichende Bedingungen ausweisen, wie z.B.:
 - Förderdistanz > 30 m
 - nennenswerte vertikale Förderstrecken
 - Verwendung von Schlauchleitungen statt Metallrohren
 - Rohrdurchmesser < 50 mm
 - Einbau von Rohrkrümmern und Rohrverjüngungen
 - Etc.

Hierdurch kann es erforderlich werden, den zusätzlich erzeugten Reibungswiderstand, durch eine entsprechend hohe Dosierung von Flüssigbinder zu kompensieren. Diese Dosierungen können unter diesen Bedingungen, durchaus den auf den Produktinformationen, bzw. Sacketiketten angegebenen Maximalwert überschreiten. Dies ist unter bestimmten Bedingungen und unter Einhaltung definierter Grenzwerte zulässig. Refratechnik Steel GmbH sollte vorab hierzu kontaktiert werden!

- Zur Verarbeitung der REFRAJETCRETE®-Produkte haben sich bisher Maschinen der Firmen Montanbüro, Allentown und Pumpmore bewährt.
- Die Acceleratorpumpe sollte einen Druckaufbau von mindestens 20 bar ermöglichen.
- Die Mindestanforderungen an den zur Eindüsung des Accelerator/Luft-

Gemisches erforderlichen Kompressor lautet: 7,5 m³/min - 7,5 bar

- Grundsätzlich sollte der Transportweg so kurz wie möglich gehalten werden. Die Maschine daher möglichst nahe am Installationsort platzieren!
- Rohre sind als Förderleitung gegenüber Gummischläuchen wegen ihrer geringeren Reibungsverluste zu bevorzugen.
- Rohrleitungen und Schläuche müssen vor der Inbetriebnahme mit einem geeigneten Gleitmittel durchspült werden.
- Ein kontinuierlich fließender Materialstrang ist Voraussetzung für ein homogenes Materialgefüge. Der Vorratsbehälter der Doppelkolbenpumpe darf daher niemals leergefahren werden.
- Dem Material darf keine Feuchtigkeit durch trockene, saugende Untergründe entzogen werden. Daher sollten vorhandene Feuerfestauskleidungen vor dem Verspritzen des Materials befeuchtet werden. Feuchtigkeitsempfindliche Flächen, z.B. Isoliermaterialien, sollten mit Folie abgedeckt werden.
- Der Abstand der Spritzdüse zur Spritzfläche sollte maximal 30 cm betragen.
- Rückprallmaterial darf keinesfalls wieder verwendet werden.
- Es sollten einzelne Felder (Feldgröße ca. 1 m²) nacheinander zugestellt werden, wobei darauf zu achten ist, dass bereits angesteifte oder abgebundene Flächen nicht überspritzt werden (Gefahr der Lagerbildung, Gefahr von Abplatzungen).
- Sofort nach der Zustellung eines Feldes kann die Oberfläche nachgearbeitet werden.

2. Verarbeitung als Gießmasse

- REFRAJETCRETE®-Betonen wurden primär für die Installationsart „shotcreting“ konzipiert. Es ist – mit gewissen Einschränkungen – auch möglich, diese

Produktserie als normale Gießbetone zu verarbeiten. Vor der Verarbeitung als Gießmasse ist Rücksprache mit der Refratechnik Steel GmbH zu nehmen!

- **REFRAJETCRETE®**-Produkte werden standardmäßig mit einem Accelerator für das **JETCRETE**-Verfahren geliefert. Bei Verarbeitung als Giessmasse darf dieser nicht verwendet werden!
- Vor der Verarbeitung als Gießmasse muss dem Trockenmaterial ein pulverförmiges Additiv untergemischt werden. Dieses Additiv ist auf Anfrage über die Refratechnik Steel GmbH zu beziehen.
- Achten Sie bei Verwendung einer Schalung auf ausreichende Stabilität und glatte Schalungsoberflächen. Verwenden Sie Schalöl.
- Dem Material darf keine Feuchtigkeit durch trockene, saugende Flächen entzogen werden. Daher sollten vorhandene Feuerfestauskleidungen vor dem Gießen des Betons befeuchtet werden. Feuchtigkeitsempfindliche Flächen, z.B. Isoliermaterialien, sollten mit Folie abgedeckt werden.
- Während des Einbringens oder kurz danach muss der Beton durch Vibration (z.B. mit einem Flaschenrüttler) verdichtet werden.
- Bei Verwendung von Flaschenrüttlern nur so lange vibrieren, bis keine weitere Verdichtung feststellbar ist. Den Rüttler zur Vermeidung von Lufteinschlüssen langsam aus dem Beton herausziehen.

Abbinden – Aushärten:

- Im Gegensatz zu zementgebundenen Betonen ist bei Nanobondgebundenen Betonen keine nennenswerte Wärmeentwicklung zu verzeichnen! Die bei zementgebundenen Betonen übliche Kühlung der Betonoberflächen durch Aufsprühen von Wasser entfällt bei diesem Betontyp!
- Bei Verarbeitung als Gießmasse gilt: Die zum Ausschalen notwendige Erhärtung des Feuerbetons tritt üblicherweise nach 8-12 Stunden ein. Hochsommerliche Umgebungstemperaturen können diese Zeitspanne deutlich verkürzen, winterliche Temperaturen oder kalt gelagertes Material können sie deutlich verlängern. Das Ausschalen darf selbstverständlich erst erfolgen, wenn das Material durch und durch ausreichend fest ist. Dieser Zeitpunkt lässt sich am zuverlässigsten durch eine „Klangprobe“ ermitteln: Schlagen Sie mit einem kleinen Hammer leicht auf die zugänglichen Seiten der Auskleidung. Mit fortschreitender Erhärtung verändert sich der Klang von „dumpf“ zu „hell“. Ein heller Klang, der sich nicht mehr verändert, deutet üblicherweise darauf hin, dass ausgeschalt werden kann.
Achtung: Unter Umständen kann der Auskleidungskern noch nicht erstarrt sein! Daher sollte im Zweifelsfalle eher später ausgeschalt werden.
- Das vollständige Abbinden des Feuerbetons benötigt mindestens 24 Stunden. Bis dahin muss der Beton frostfrei gehalten werden.
- Die Festigkeiten des Nanobond-Betons nach dem Abbinden (24 Stunden) sind im direkten Vergleich zu hydraulisch gebundenen Betonen geringer. Sie steigen

nach der Trocknung deutlich an und erreichen ab einer Temperatur von ca. 800 °C das Niveau eines verflüssigten, hydraulisch gebundenen Feuerbetons.

Austrocknen – Aufheizen:

- Im Vergleich zu hydraulisch gebundenen Feuerbetonen sind Nanobondgebundene Betone deutlich aufheizunempfindlicher! Das Austrocknen/Aufheizen kann unmittelbar nach Entfernung der Schalung (Gießzustellung) bzw. nach beendeter **JETCRETE**-Zustellung erfolgen.
- Feuerfestzustellungen sollten umgehend nach Fertigstellung getrocknet, bzw. aufgeheizt werden, um das hierin enthaltene Wasser auszutreiben. Eine längere Standzeit ungetrockneter Feuerfestzustellungen ist zu vermeiden. In Ausnahmefällen, wenden Sie sich bitte vorab an die Refratechnik Steel GmbH.
- Achten Sie bei der Erstaufheizung auch darauf, ob ggf. Materialien mit aufgeheizt werden, welche nicht für ein schnelles Aufheizen geeignet sind.
- Vergewissern Sie sich anhand der Angaben in der Produktinformation, dass Ihnen die für Ihr Produkt ausgelegte allgemeine Aufheizvorschrift vorliegt.
- Die Aufheizvorschrift muss strikt befolgt werden! Hierbei muss gewährleistet werden, dass die entsprechende Aufheizkurve mit mehreren Thermoelementen, welche richtig platziert sind, abgefahren, überprüft und protokolliert wird. Eine homogene Temperaturverteilung muss hierbei über die komplette Feuerfestzustellung gewährleistet sein.