

# Verarbeitungsvorschrift V 3.6

## REFRAJET® 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 **REFRAJET® Nanobond** Spritzbetonen mit dem dazu benötigten Flüssigbinder, Accelerator **REFRAJET® Nanobond**, sowie der **REFRAJET® Addmix** Düse. Zur Installation von **REFRAJET® Nanobond** Spritzbetonen ist die Mitverwendung unserer **REFRAJET® Addmix** Düse zwingend erforderlich.

Die in diesem Dokument aufgeführten Vorschriften sind bei der Verarbeitung und Installation des jeweiligen Feuerbetons zu beachten! Diese Verarbeitungsvorschrift beschreibt generelle Richtlinien zur Lagerung, Verarbeitung und Installation des genannten Feuerfestmaterials, sowie eine Beschreibung des Installationsverfahrens und ihrer Einzelkomponenten. Die Funktionsweise der **REFRAJET® Addmix** Düse ist in einer separaten Verarbeitungsvorschrift detailliert beschrieben (V 3.6.1). 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! Eine Modifikation oder Abweichung von den Verarbeitungsvorschriften kann zu erheblichen Installationsproblemen und ggf. zu einem vollständigen Versagen des installierten Feuerfestmaterials führen!

### Lagerung:

- Generell gilt: Trocken, kühl und frostfrei lagern!
- Der Flüssigbinder und Accelerator **REFRAJET® Nanobond** muss 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!
- Waschen Sie sich gründlich nach der Verarbeitung des Materials!
- Beachten Sie das Sicherheitsdatenblatt des Trockenmaterials, des Accelerator **REFRAJET® Nanobond**, sowie des Flüssigbinders!

### Allgemeines:

- Das vorliegende Produkt ist ein anorganisch chemisch abbindender Feuerbeton für Spritzanwendung. Das benötigte Trockenmaterial wird in 25 kg-Säcken oder Big Bags angeliefert und auf der Baustelle mittels geeigneten Spritzmaschinen, trocken, zur **REFRAJET® Addmix** Düse gefördert. Das Trockenmaterial besteht ausschließlich aus

refraktären Zuschlagstoffen und enthält keine Additive. Erst in der **REFRAJET® Addmix** Düse wird dann der zur Installation nötige Accelerator **REFRAJET® Nanobond** in das Trockenmaterial als Aerosol injiziert. Anschließend wird das so benetzte Material durch Schlauchleitungen zu einem Düsenmischkörper gefördert. Dort erfolgt die Durchmischung des vorbenetzten Materials mit dem Flüssigbinder bevor es die Mischdüse unter hohen Druck verlässt. Die Erhärtung erfolgt bei Raumtemperatur (~20 °C) ausschließlich durch die Verwendung der **REFRAJET® Addmix** Düse und des damit injizierten Accelerators **REFRAJET® Nanobond**. Eine Temperaturbeaufschlagung erhöht die Grünfestigkeiten.

- **REFRAJET® Nanobond**-Produkte sind Dreikomponentenmaterialien:
  - Komponente 1:  
Trockenmaterial ausschließlich aus refraktären Zuschlagstoffen, ohne Abbinde-regulatoren
  - Komponente 2:  
Accelerator **REFRAJET® Nanobond**
  - Komponente 3:  
Flüssigbinder
- Verwenden sie nur den mitgelieferten Accelerator **REFRAJET® Nanobond** und den Flüssigbinder zum Verspritzen des Feuerfestmaterials. Wasser darf nur zum Spülen und Säubern des Spritzequipments benutzt werden! Wird Wasser zum Spritzen oder injizieren verwendet, bildet das **REFRAJET® Nanobond** Feuerfestmaterial keine Festigkeiten aus!
- Beachten Sie die Hinweise zur Säuberung des Spritzequipments im Abschnitt „Verarbeitung“.
- Das vorliegende Produkt kann auch auf heißen Oberflächen verspritzt werden (Heißreparaturmasse).
- Niedrige Temperaturen können den Abbindeprozess verzögern oder sogar verhindern; daher müssen die Temperatur des Trockenmaterials und die des Flüssigbinders, sowie des Accelerator

**REFRAJET® Nanobond** 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 Dehnfugen 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 m<sup>2</sup> 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.

#### Verarbeitung:

- Niedrige Temperaturen können den Abbindeprozess verzögern oder sogar verhindern. Es besteht dann die Gefahr des Abrutschens der Masse. Daher muss die Temperatur des Trockenmaterials, des Flüssigbinders und des Accelerator **REFRAJET® Nanobond** mindestens 5 °C betragen. Unter Umständen muss auch der Einbauort selbst beheizt werden.
- Sollten Zweifel an der Reaktivität des Flüssigbinders oder Accelerator **REFRAJET® Nanobond** bestehen (z.B. aufgrund einer Lagerzeitüberschreitung oder undefinierter Lagerungsbedingungen etc.), sollte vor der Verarbeitung die

Abteilung F&E der Refratechnik Steel GmbH kontaktiert werden!

- Die Verarbeitung erfolgt mit geeigneten Spritzmaschinen, die entweder nach dem Rotor Prinzip oder dem Zweikammersystem arbeiten. Beiden Verfahren ist gemeinsam, dass sie die Trockenmischung mittels Pressluft durch Schlauchleitungen zu 2 Düsenmischkörpern fördern. Im 1. Düsenmischkörper, der **REFRAJET® Addmix** Düse, wird der für die Abbindung zwingend benötigte Accelerator **REFRAJET® Nanobond** als Aerosol feinstverteilt in den Materialstrom aus dem Trockenmaterial eingedüst. Der ebenfalls zwingend benötigte Flüssigbinder wird am Ende der Schlauchleitung über einen separaten an der 2. Mischdüse angeschlossenen Schlauch feinstverteilt dem vorbenetzten Material zu dosiert. Je nach Spritzerfordernis wird die genaue Dosierung des Flüssigbinders über ein Regulierventil an der Düse per Hand vom Spritzmonteur eingestellt.
- Für die Spritzmaschine ist eine konstante Zufuhr des Flüssigbinders, des Accelerator **REFRAJET® Nanobond** und Luft mit jeweils ausreichendem Druck erforderlich. Aus diesem Grund sollten separate Luftkompressoren und Wasserpumpen eingesetzt werden.
- Für ein reibungsloses Arbeiten der Spritzmaschine ist ein Luftdruck von mindestens 7,5 bar und eine Luftmenge von  $>10 \text{ m}^3/\text{min}$ . erforderlich!
- Der Accelerator **REFRAJET® Nanobond** wird optimaler Weise mit einer Doppelmembranpumpe zur **REFRAJET® Addmix** Düse gefördert. Dabei ist zu beachten, dass der Accelerator mit mind. 3 bar Überdruck, gegenüber dem Förderdruck des Trockenmaterials, gefördert wird.
- Der Flüssigbinder kann mit einer normalen Trinkwasserpumpe gefördert werden. Eine nachgeschaltete Wasserdruck-erhöhungspumpe sollte einen konstanten Förderdruck von  $> 20 \text{ bar}$  gewährleisten.
- Der Druck des geförderten Flüssigbinders muss gleichmäßig und größer als der an der Spritzdüse herrschende Materialdruck sein. Erfahrungsgemäß reichen für ebenerdige kurze Distanzen Drücke des Flüssigbinders von 20 bar aus. Überwindung größerer Höhendifferenzen können Drücke von 25-50 bar erforderlich werden.
- Um Druckverluste zu vermeiden, sollte die Spritzmaschine möglichst nahe am Installationsort platziert werden. Insbesondere bei Rotorspritzmaschinen sollte die Gesamtlänge des Förderschlauchs jedoch 20 m nicht unterschreiten, um einen möglichst gleichmäßigen Materialstrom des vorbenetzten Materials zu gewährleisten.
- Entscheidend für eine homogene und möglichst vollständige Mischung des vorbenetzten Materials mit dem Flüssigbinder in der Spritzdüse am Schlauchende ist die Gestaltung des 2. Düsenmischkörpers. Empfohlen wird ein 18- Loch Wasserring mit Lochdurchmessern von 1,2 mm und einem Eindüswinkel von  $45^\circ$  in Förderrichtung. Um die Eindüsung des Flüssigbinders möglichst feinfühlig vornehmen zu können, empfehlen wir die Verwendung eines Nadelventils! Die Mischstrecke (Distanz zwischen Wasserring und Düsenaustritt) sollte eine Länge von 60 cm aufweisen, um eine möglichst intensive Durchmischung zu gewährleisten.
- Der Durchmesser der Mischstrecke sollte sich hierbei nach Möglichkeit von 32 mm am Wasserring auf 24 mm am Düsenaustritt verjüngen.
- Unter Berücksichtigung der Spritzeigenschaften (Rückprall, Staubentwicklung etc.) muss für eine optimale Verdichtung des Materials ein möglichst hoher Spritzdruck  $> 2 \text{ bar}$  (Luftdruck) in Verbindung mit dem optimalen Gehalt an Flüssigbinder eingestellt werden. Bitte beachten Sie den nötigen Überdruck von ca. 3 bar des Accelerator **REFRAJET® Nanobond** gegenüber dem Druck in der Förderleitung.
- Die Distanz zwischen Düsenaustritt und Spritzfläche sollte nicht größer als 1 m sein. Führen Sie mit der Spritzdüse kreisende Bewegungen senkrecht zur Spritzoberfläche aus. Diese Vorgehensweise ergibt einen minimalen Rückprall und eine gleichmäßige Materialstruktur.
- Dem verspritzten Feuerfestmaterial darf keine Feuchtigkeit durch trockene, saugende Flächen entzogen werden. Daher sollten vorhandene Feuerfestauskleidungen vorher befeuchtet werden. Feuchtigkeitsempfindliche Flächen sollten mit Folie abgedeckt werden.
- Es dürfen nur Wand- und Deckenflächen gespritzt werden. Wird auf den Boden gespritzt, leidet die Verdichtung des Materials, da unweigerlich Rückprallmaterial mit eingespritzt wird.
- Rückprallmaterial darf keinesfalls wieder verwendet werden!
- Vermeiden Sie Lagenbildungen!
- In der Regel werden einzelne Felder verspritzt, die durch Abstellshalungen so aufgeteilt sind, dass ein über das andere Feld zugestellt werden kann. Kurz nach der Zustellung eines Feldes kann die Oberfläche noch nachgearbeitet werden (Achtung: Nicht die Oberfläche durch Glattstreichen verschließen).
- In Abhängigkeit von der Schichtstärke und der Aufheizzeit kann es sinnvoll sein, Entdampfungslöcher vorzusehen. Stechen bzw. bohren Sie dazu gleich im Anschluss an die Spritzung Entdampfungslöcher in die Auskleidung (Durchmesser: 4 mm, Abstand: 120 mm; nicht durchführen bei Kontakt mit Flüssigphase!).
- Säubern Sie auch bei kurzen Arbeitsunterbrechungen die Spritzdüse inkl. des Wasserrings mit Wasser. Halten Sie

hierfür ein geeignetes, großes Behältnis mit Wasser bereit!

- Spülen Sie nach beendeter Arbeit alle Pumpen und Leitungen gründlich mit Wasser. Spülen Sie die **REFRAJET® Addmix** Düse gründlich mit Wasser und entfernen Sie eventuelle Materialanhaftungen.

#### **Abbinden – Aushärten:**

- Der verspritzte Beton muss bis zur Erstaufheizung frostfrei gehalten werden.
- Eine Steigerung der Festigkeiten tritt durch die Trocknung bei > 100 °C ein.

#### **Austrocknen – Aufheizen:**

- Im Vergleich zu hydraulisch gebundenen Feuerbetonen sind Nanobondgebundene Betone deutlich aufheizunempfindlicher. Die Aufheizung kann direkt nach Montage, entsprechend der für Ihr Produkt ausgelegten allgemeinen Aufheizvorschrift, erfolgen.
- Das Feuerfestmaterial sollte unmittelbar nach der Installation aufgeheizt werden, um das hierin befindliche Wasser vollständig auszutreiben. Die Trocknung/ Aufheizung sollte unverzüglich nach beendeter Installation des betreffenden Feuerbetons erfolgen. 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.

#### **REFRAJET® Nanobond – Vorteile der Neuentwicklung: Generelle Optimierung der Trockenspritztechnologie, insbesondere für Sol-Gel gebundene Trockenspritzbetone**

Die fundamentale Neuentwicklung besteht darin, dass unser Trockenmaterial grundsätzlich keinen Abbinderegulator beinhaltet. Wir injizieren unseren Accelerator **REFRAJET®** Nanobond erst nach der Spritzmaschine separat in Form eines Aerosols koaxial in den laufenden Materialstrom aus lediglich refraktärem Trockenmaterial. Die Injizierung wird mit Hilfe einer von Refratechnik entwickelten Düsen-einheit (**REFRAJET® Addmix** Düse) durchgeführt. Diese Injektionsdüse wurde insbesondere für die Installation von zementfreien, Sol-Gel gebundenen Feuerbetonen (Nanobond) entwickelt. Die Systemneuentwicklung ist problemlos auf alle derzeit marktgängigen Trockenspritzmaschinen adaptierbar, und somit weltweit einsetzbar. Die Vorteile des **REFRAJET® Addmix** Systems gegenüber dem derzeitigen Standard können wie folgt zusammengefasst werden:

- Insbesondere die Injektion geeigneter Flüssigadditive in Form eines Aerosolnebels zu zement- und abbinderegulatorfreien Trockenmischungen liefert aufgrund der höheren Reaktivität gegenüber in der Trockenmischung enthaltenen pulverförmigen Abbinderegulatoren deutliche Vorteile hinsichtlich des Verarbeitungsverhaltens, sowie der Festigkeitsentwicklung des Spritzbetons.
- Durch die Injizierung eines definierten Aerosolnebels und die damit verbundene Vorbenetzung wird der Staubanteil, sowie der Rückprall an der Spritzdüse signifikant reduziert

- Es können diverse Additive in den Materialstrom injiziert werden (Abbindeadditive, Beschleuniger, Verzögerer, Netzmittel, Staubbindemittel etc.). Hierdurch können verarbeitungstechnische und physikalische Eigenschaftsmerkmale angepasst und optimiert werden.

- Durch Zugabe der Abbinderegulatoren, während der Installation in den Materialstrom, ist die Lagerfähigkeit der Trockenmischung deutlich länger, da Binder und Reaktionspartner getrennt voneinander und getrennt von dem Trockenmaterial gelagert werden und somit nicht vorzeitig miteinander reagieren können. Durch diese Verfahrensweise können nahezu unbegrenzte Lagerzeiten der ausschließlich aus refraktärem Material bestehenden Trockenmischungen erzielt werden. Die Trockenkomponente enthält keine chemischen Additive, welche zu einer Kennzeichnung des Produktes führen könnten.

- Das **REFRAJET® Addmix** Düsensystem kann unmittelbar hinter der Spritzmaschine, oder innerhalb der Förderstrecke nach der Spritzmaschine installiert werden. Der Düsenführer selbst wird somit nicht durch zusätzliches Equipment oder Handling belastet und kann sich auf seine Installationsarbeiten konzentrieren.

- Im Gegensatz zu auf dem Markt befindlichen Vorbenetzungssystemen wird gemäß unserem Düsensystem das erzeugte Aerosol zentral, mittig in den laufenden Materialstrom des Trockenmaterials injiziert. Dies hat den Vorteil einer innigen Durchmischung, sowie einer störungsfreien Installation, da das Flüssigaerosol nicht mit den Schlauchwänden in Berührung kommt und zu Anhaftungen führen kann, welche den Materialstrom behindern, oder gar blockieren.

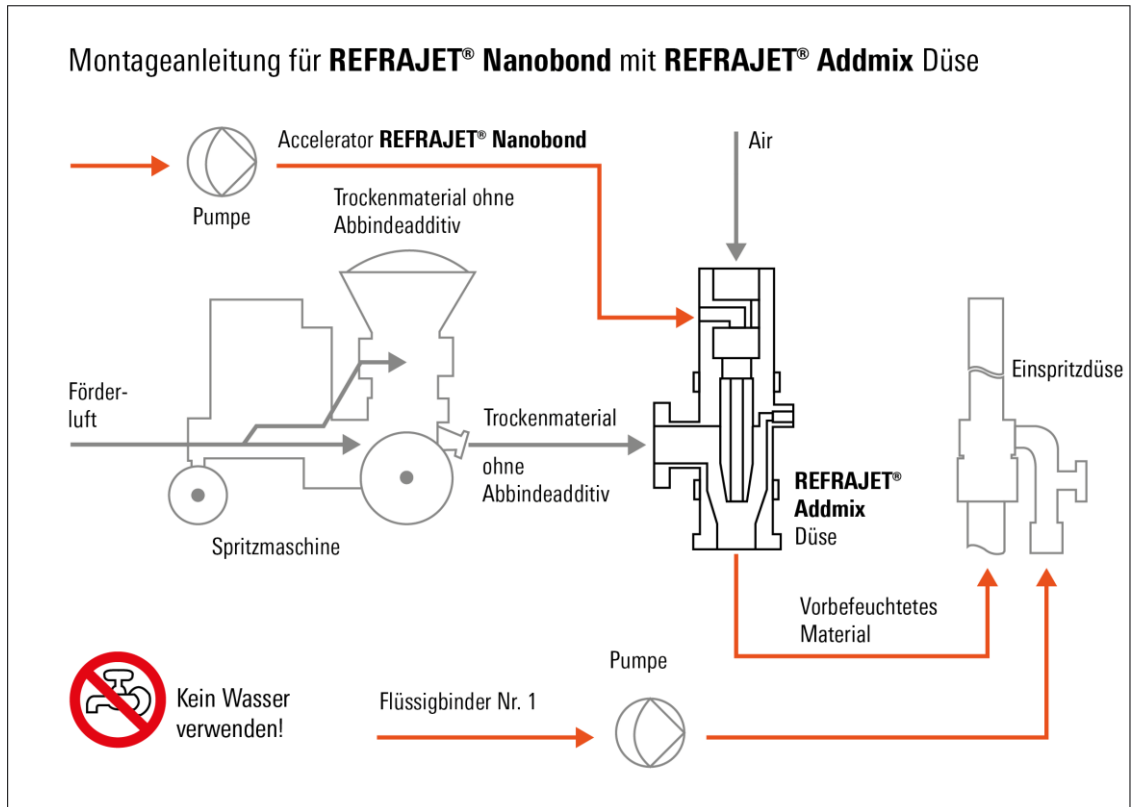
#### **REFRAJET® Addmix Düse:**

- Die Eindüsung des Aerosols über das **REFRAJET® Addmix** System erfolgt kontinuierlich, ohne Unterbrechungen.

Hierbei wird das erzeugte Aerosol umgehend, ohne Zeitverzögerung und Zwischenlagerung in das Zentrum des Materialstroms der Trockenmischung injiziert. Eine kontinuierliche Aerosol Erzeugung, sowie eine direkt hieran anschließende kontinuierliche Aerosol Förderung und Injizierung mit hoher Strömungsgeschwindigkeit, ist Grundvoraussetzung für den Betrieb der Düse, sowie des Systems.

- Bei den **REFRAJET®** Nanobond Betonen muss das Aerosol (Accelerator **REFRAJET®** Nanobond) kontinuierlich erzeugt und ohne Zeitverzögerung dem Trockenmaterial mittig injiziert werden. Hierbei kann die Injektionsmenge je nach Installationsbedingungen vor Ort variiert werden, eine Mindestmenge an injiziertem Aerosol ist jedoch Grundvoraussetzung. Ohne Injektion des Aerosols sind Trockenspritzbetone des Typs **REFRAJET®** Nanobond nicht einsetzbar.
- Bei Anwendungen der **REFRAJET® Addmix** Düse für die zementfreien Trockenspritzbetone des Typs „**REFRAJET®** Nanobond“ ist stets auf kontinuierlich erzeugte und zugeführte Material- und Volumenströme zu achten. Eine Underdosierung oder diskontinuierliche Zufuhr des erzeugten Aerosols führt zwangsläufig zu einem Versagen des Systems und somit der Installation. Eine Installation von **REFRAJET®** Nanobond Materialien setzt zwangsweise die Mitverwendung unsere **REFRAJET® Addmix** Düse voraus. In Kombination von **REFRAJET®** Nanobond Trockenmaterial mit der **REFRAJET® Addmix** Düse ergibt sich ein selbstregulierendes System, welches automatisch bei Nichtbeachtung der kontinuierlich zuzuführenden Volumenströme (insbesondere des Aerosols) zu unbefriedigenden Installationsergebnissen führt.

In der nachfolgenden Abbildung wird die Funktionsweise des Systems veranschaulicht:



**Abbildung 1:**

Verwendung der **REFRAJET® Addmix** Düse für Trockenspritzbetone des Typs **REFRAJET® Nanobond**

Die Anwendung und Handhabung der **REFRAJET® Addmix** Düse ist in einer separaten Verarbeitungsvorschrift (V 3.6.1) nochmals detailliert beschrieben.