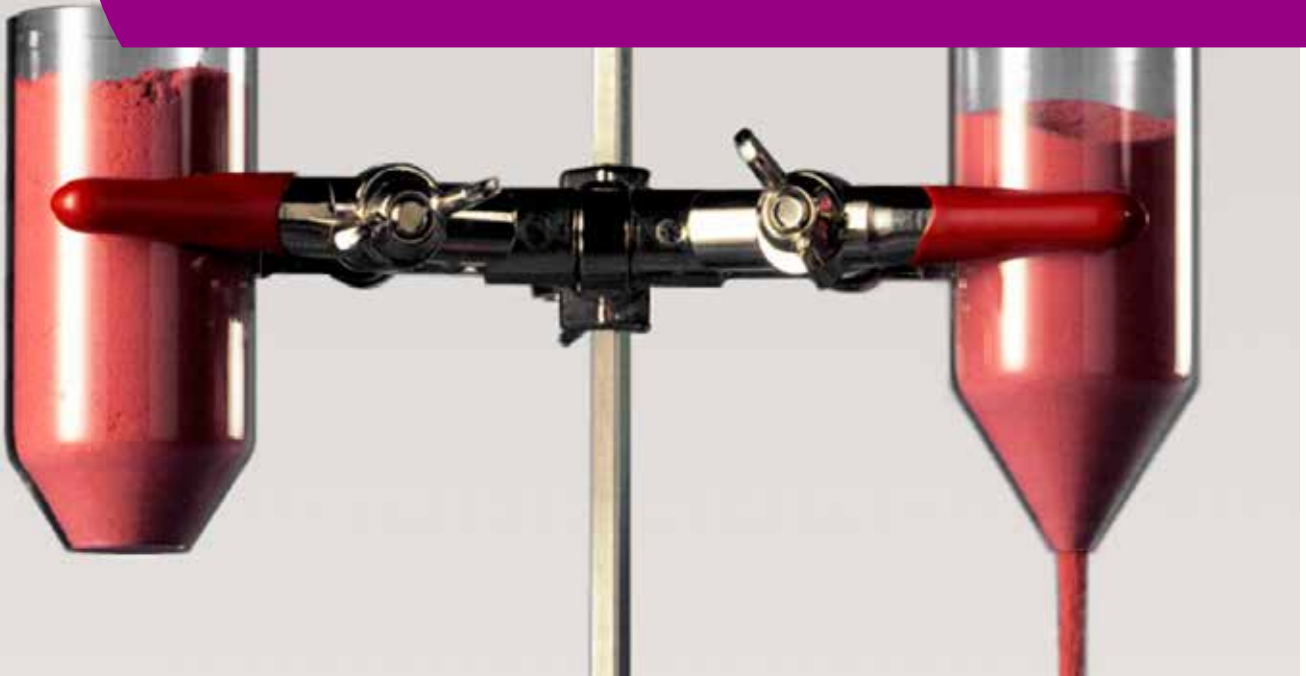


SIPERNAT® Spezialkieselsäure und AEROSIL® pyrogene Kieselsäure als Fließhilfsmittel und Antibackmittel

Technische Information 1351



Inhalt

	Seite
1 Einleitung _____	4
2 Messung der Fließfähigkeit _____	4
3 Wirkungsweise von Fließhilfsmitteln _____	5
3.1 Grundlagen der Fließhilfsmittel _____	5
3.2 Fließhilfsmittel für trockene, harte Pulver _____	6
3.3 Fließhilfsmittel für feuchte Pulver _____	7
3.4 Fazit für trockene und feuchte Pulver _____	8
3.5 Fließhilfsmittel und Antibackmittel für weiche Pulver _____	9
4 Mischtechnik _____	9
5 Empfehlungs-Matrix _____	11

1 Einleitung

Pulverförmige Substanzen werden zunehmend in vielen Industrien verwendet. Eine gute Fließfähigkeit ist für die Handhabung, einfache Siloentleerung sowie für die genaue Dosierbarkeit Voraussetzung. Jedoch sind viele Pulver hoch kohäsiv, wodurch die weitere Verarbeitung zu einer Herausforderung wird. Zusätzlich tendieren viele Pulver während der Lagerung oder des Transportes aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit oder entsprechenden Druckbedingungen zum Verbacken.

2 Messung der Fließfähigkeit

Es gibt mehrere Methoden, um die Fließfähigkeit von Pulvern zu bestimmen. Eine dieser Methoden ist die Bestimmung der Schüttkegelhöhe. Das Pulver fällt durch ein Sieb auf einen Metallzylinder und bildet einen Schüttkegel. Abhängig vom Winkel des Kegels sowie der Kohäsion des Pulvers haften die Partikel zusammen oder rutschen ab. Der Schüttkegel wächst immer steiler an, bis die Schwerkraft größer ist als die Kohäsionskräfte und die Partikel schließlich abrutschen. Dies führt zu einer einfach zu messenden Schüttkegelhöhe und einem messbaren Schüttwinkel. Je fester die Partikel aneinander haften, desto größer wird der Schüttwinkel und folglich wird auch der Schüttkegel höher, wie in **Abbildung 1** ersichtlich. Auf der rechten Seite wird eine bessere Fließfähigkeit durch die niedrigere Schüttkegelhöhe bzw. den kleineren Schüttwinkel aufgezeigt.

Abbildung 1

Die Schüttkegelhöhe zeigt eine schlechte (links) und eine gute (rechts) Fließfähigkeit



Abbildung 2

Ein Satz Glasauslaufgefäße zur Messung der Fließfähigkeit



Eine weitere schnelle Analysenmethode zur Bestimmung der Fließfähigkeit ist die Verwendung von Glasauslaufgefäßen (**Abbildung 2**). Hierzu wird ein Satz Glasauslaufgefäße mit unterschiedlich großen Auslauföffnungen verwendet. Bei der Messung wird bestimmt, bei welcher Öffnung das Pulver noch ohne Unterbrechung aus den Glasauslaufgefäßen fließt. Eine Alternative zu dieser Methode ist die Messung der Zeit, die ein Pulver benötigt, um durch einen Trichter mit einer definierten Öffnungsgröße zu fließen.

Eine empfindlichere, aber dennoch einfache Methode ist die Bestimmung mithilfe eines Siebturmes. In diesem Test wird das Pulver auf das obere Sieb mit der größten Maschenweite gegeben. Durch die Vibration des Siebturmes fällt ein Teil des zu charakterisierenden Pulvers auf die unteren Siebebenen. Handelt es sich um ein kohäsives Pulver, so bleibt mehr Pulver auf dem oberen Sieb zurück. Je größer die Fließfähigkeit, desto mehr Pulver fällt auf die unteren Siebebenen. Nach dem Rütteln werden die einzelnen Siebfraktionen ausgewogen. Die jeweilige Auswaage wird mit einem gegebenen Faktor für jedes Sieb multipliziert und anschließend aufsummiert. Die Summe ist ein Maß für die Fließfähigkeit.

Scherzellen Messungen sind komplexer und ermöglichen zusätzlich die Berechnung von Silodimensionen, um eine einfache Entleerung des Silos zu gewährleisten. Gemäß Jenike¹ wird das Verhältnis zwischen Verfestigungsspannung und Schüttgutfestigkeit als Fließfähigkeit ff_c definiert. Eine Modifikation der klassischen Scherzelle ist die Ring-Scherzelle von Schultze².

Formel

Fließfähigkeit ff_c nach Jenike

$$ff_c = \frac{\sigma_1}{f_c}$$

ff_c = Fließfähigkeit
 σ_1 = Verfestigungsspannung
 f_c = Schüttgutfestigkeit

In Anlehnung an Zimmermann³ ist der Zugfestigkeitstest eine weitere Methode, um quantitativ die Kohäsionskräfte innerhalb eines Pulvers zu bestimmen. Bei dieser Messung berührt eine Messscheibe, welche dünn mit Vaseline beschichtet ist, die Oberfläche des Pulvers und wird anschließend hochgezogen. Die Kraft, die dafür benötigt wird, um die obere Schicht des Pulvers von der unteren Schicht zu trennen, wird dabei vom Zugfestigkeitsmesser⁴ erfasst.

¹ Jenike, A. W.: Storage and flow of solids, Bulletin No 123, Utah Eng. Exp. Station, Univ. of Utah, Salt Lake City, 1970

² Dr. Dietmar Schultze, Schüttgutmesstechnik, Am Forst 20, 38302 Wolfenbüttel, Germany.

³ I. Zimmermann, M. Eber, K. Meyer, Z. Phys. Chem. 218, 2004, 51 – 102.

⁴ Zugfestigkeitsmesser nach Schweiger, modifiziert durch Anstett

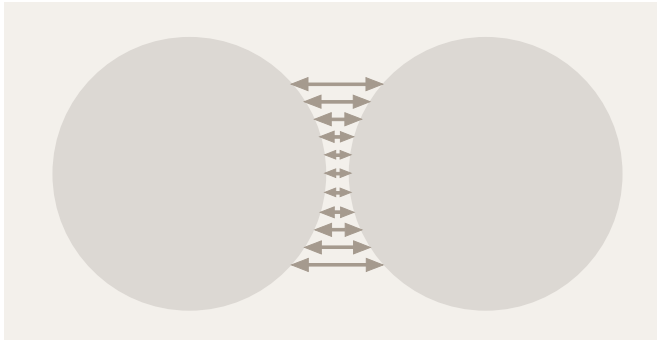
3 Wirkungsweise von Fließhilfsmitteln

3.1 Grundlagen der Fließhilfsmittel

Alle Partikel haften durch Van-der-Waals Kräfte zusammen (Abbildung 3). Bei sehr kleinen Partikeln sind die Van-der-Waals Kräfte stärker als die Gravitationskräfte, welche die Partikel auseinanderziehen und so den Pulverfluss verursachen. Dies führt dazu, dass feine Pulver schlecht fließen.

Abbildung 3

Partikel haften durch Van-der-Waals Kräfte zusammen



Fließhilfsmittel sind sehr feine Partikel, die die Oberfläche des Pulvers bedecken und Unebenheiten auf der Oberfläche erzeugen. Diese Unebenheiten reduzieren die Anziehungskräfte zwischen den einzelnen Pulverpartikeln, wie Abbildung 4 zeigt.

AEROSIL® und SIPERNAT® Produkte sind bestens dafür geeignet, die Partikel des auszurüstenden Pulvers zu umhüllen. Hierbei wirken sie als Abstandhalter zwischen den einzelnen Pulverteilchen, trennen sie voneinander und verringern so die Haftkräfte. Dies ist einer der Gründe für die Effizienz von AEROSIL® und SIPERNAT® Produkten als Fließhilfsmittel und Antibackmittel. Dieser Effekt wird in Abbildung 5 dargestellt. Die Bezeichnung „Verbackung“ wird in dieser Broschüre für die zeitbezogene Reduzierung der Fließfähigkeit verwendet, welche in manchen Fällen nach einer langen Lagerzeit zu einer Verklumpung führen kann. Dementsprechend ist der Begriff „Antibackmittel“ hier im Sinne von Fließhilfsmittel verwendet, welches eine gute Fließfähigkeit des Pulvers während der Lagerung über einen langen Zeitraum erhält.

Abbildung 5

AEROSIL® bzw. SIPERNAT® Produkte bedecken die Pulveroberfläche und wirken als Platzhalter

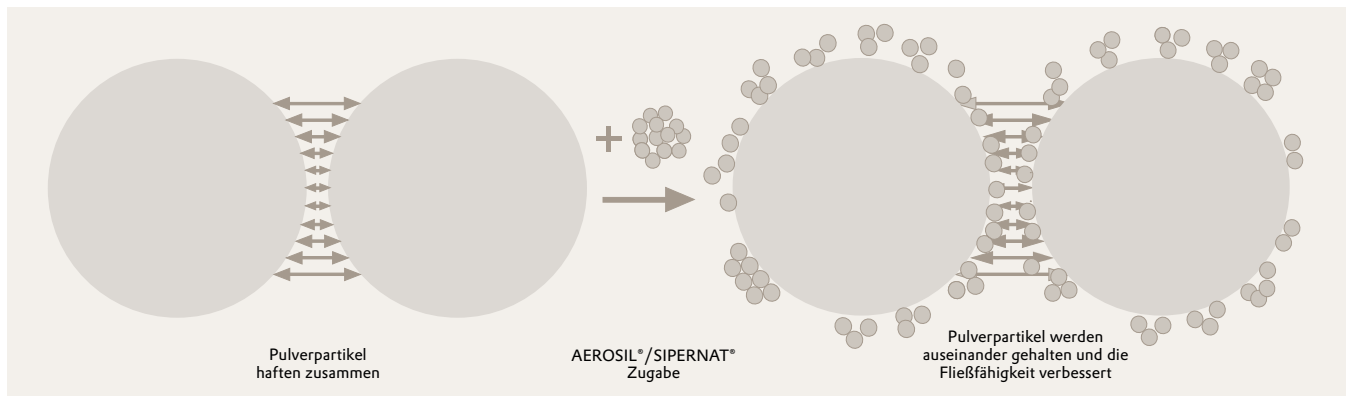
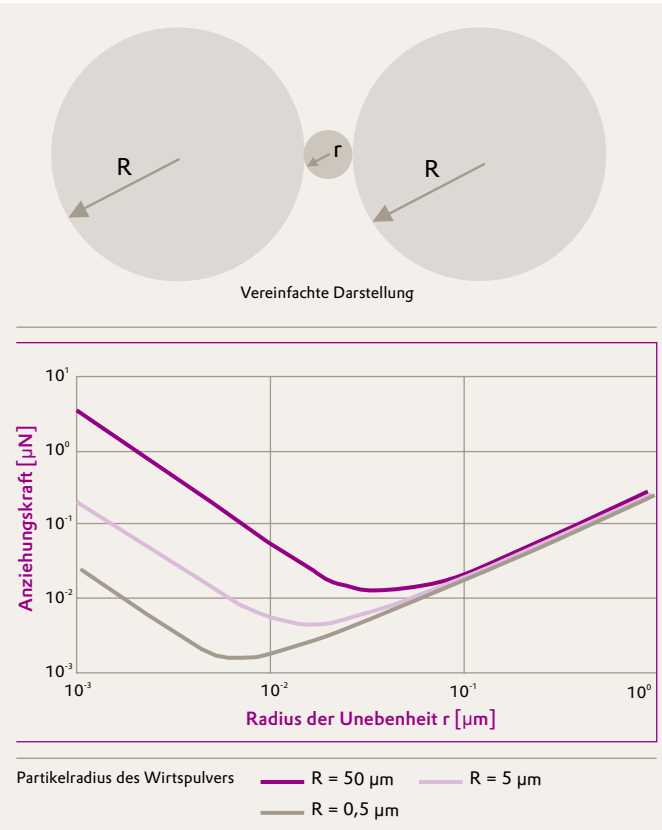


Abbildung 4

Einfluss auf die Anziehung von Pulverpartikeln durch Oberflächenunebenheit⁵



⁵ H. Rumpf, Die Wissenschaft des Agglomerierens, Chemie Ingenieur Technik, 46, 1974, 1–11

3.2 Fließhilfsmittel für trockene, harte Pulver

Um die optimale Fließfähigkeit zu erhalten, muss das Fließhilfsmittel auf der Pulveroberfläche möglichst fein verteilt werden. Mit SIPERNAT® und AEROSIL® Produkten kann diese feine Verteilung durch einfaches Mischen mit dem Pulver erreicht werden. Geeignete Mischertypen sind Pflugschar® Mischer, Paddelmischer oder Bandmischer.

Die folgenden REM-Aufnahmen bestätigen diese Verteilbarkeit. Das linke Bild zeigt reines SIPERNAT® 320 DS, das rechte Bild zeigt die Oberfläche von Maisstärke bedeckt mit SIPERNAT® 320 DS.

Manche SIPERNAT® oder AEROSIL® Typen sind leichter zu dispergieren als andere. Dieser Effekt wurde von Prof. Zimmermann, Universität Würzburg, mit verschiedensten SIPERNAT® und AEROSIL® Typen, wie auch mit Tricalciumphosphat⁷ – einem weiteren gängigen Fließhilfsmittel – erforscht.

Abbildung 7 zeigt einige der Ergebnisse. In diesen Tests wurde Maisstärke als Modellsbstanz verwendet und mit verschiedenen Typen von AEROSIL® und SIPERNAT® bei verschiedenen Mischzeiten mit einem Turbula® Mischer vermischt. Anschließend wurde die Zugfestigkeit gemessen, um die Fließfähigkeit zu bewerten. Eine hohe Zugfestigkeit weist auf eine schlechte Fließfähigkeit hin, niedrige Werte zeigen eine gute Fließfähigkeit. Man kann sehen, dass nach einer kurzen Mischzeit die Fließfähigkeit mit allen verwendeten Fließhilfsmitteln verbessert werden konnte. Manche Fließhilfsmittel, wie beispielsweise das hydrophobe SIPERNAT® D 17, zeigen sogar sehr gute Ergebnisse. Nach einer längeren Mischzeit verschlechterte sich jedoch die Fließfähigkeit wieder. Dies kann zum Beispiel durch eine Verminderung der Oberflächenrauheit aufgrund der zu feinen Dispergierung der Fließhilfsmittel auf der Maisstärkeoberfläche verursacht werden.

Abbildung 6

REM-Aufnahme von reinem SIPERNAT® 320 DS (links) und Maisstärkepartikel bedeckt mit SIPERNAT® 320 DS (rechts)

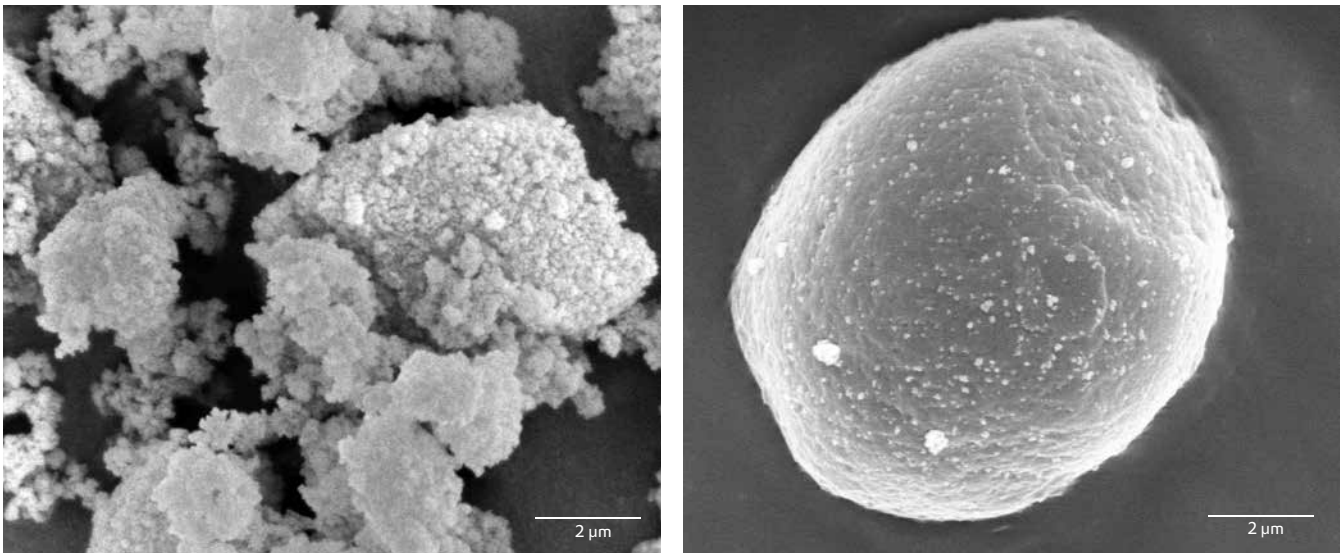
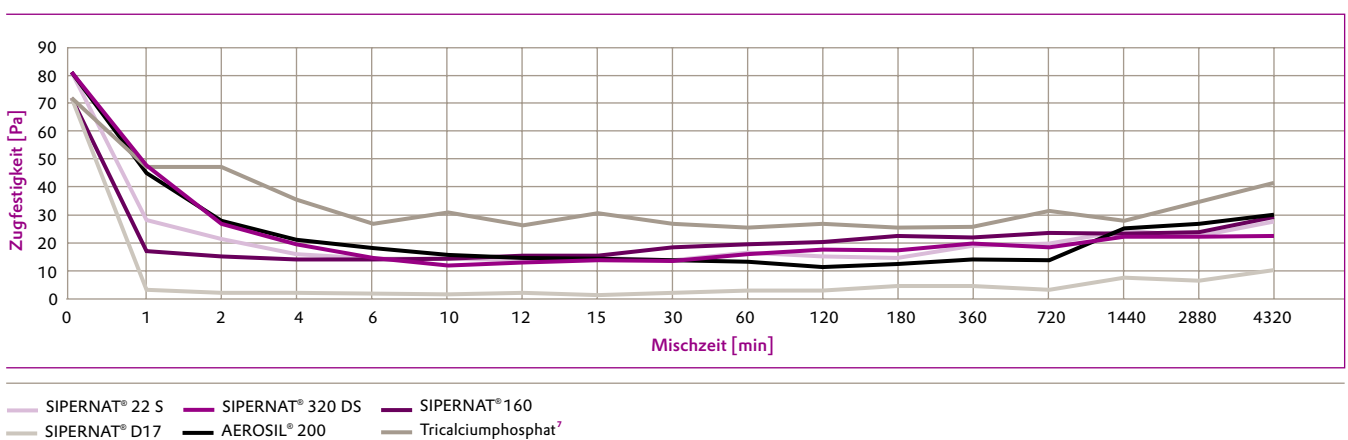


Abbildung 7

Bestimmung der Zugfestigkeit von Maisstärkepartikeln gemischt mit 0,2% Fließhilfsmittel in Abhängigkeit von der Mischzeit⁶



⁶ A.-K. Peter, PhD-Thesis, 2007, University Würzburg

⁷ Tricalciumphosphat, Cafos M, Budenheim, Germany

3.3 Fließhilfsmittel für feuchte Pulver

Feuchte Pulver fließen schlechter durch einen Flüssigkeitsfilm, der sich auf die Oberfläche der Pulverpartikel legt und diese gewissermaßen verklebt. Dieser Flüssigkeitsfilm kann Wasser, eine wässrige Lösung oder Öl sein. Ein Fließhilfsmittel kann die Fließfähigkeit durch Absorption der Flüssigkeit verbessern. Dieser Effekt wird in **Abbildung 8** gezeigt.

Zum Absorbieren des Flüssigkeitsfilms ist ein Fließhilfsmittel mit einer hohen Porosität erforderlich, das die Flüssigkeit durch Kapillarkräfte in die schwammartige Struktur saugt und in den Poren und Hohlräumen speichert. Dies ist einer der Gründe, warum SIPERNAT® Spezialkieselsäure mit ihrer hohen Porosität sich exzellent als Fließhilfsmittel für feuchte Pulver eignet.

Ein Teil der Porosität kann aber, abhängig von den Mischbedingungen, verloren gehen. Die Zerkleinerung von Silica Agglomerate im Submikronbereich (siehe **Abbildung 6**) trägt zum Verlust der Absorptionskapazität bei. Mit anderen Worten, eine sehr gute Verteilung der Fließhilfsmittel, welche notwendig ist für trockene Pulver, kann die Effizienz in feuchten Pulvern reduzieren. Für feuchte Pulver gilt daher, dass hoch poröse und mechanisch stabilere Silica Typen besser geeignet sind. Evonik Industries hat daher verschiedene SIPERNAT® und AEROSIL®-Typen entwickelt, welche den Anforderungen zur Fließverbesserung von verschiedenen Pulvern genügen.

Abbildung 9 zeigt den Vergleich zwischen SIPERNAT® 50 S und SIPERNAT® 22 S, welche als Fließhilfsmittel in einer feuchten Salzmischung verwendet wurden. Die feuchte Salzmischung zeigt eine schlechte Fließfähigkeit. (Fließnote 7, gemessen entsprechend der Glasauslauf Methode.) Direkt nach der Zugabe von 0,6 % SIPERNAT® 22 S oder SIPERNAT® 50 S wurde die Fließfähigkeit innerhalb einer Mischzeit von einer Minute auf die Fließnote 2 verbessert.

Nach längerer Mischzeit ist die Silica zu fein verteilt und demzufolge die Porosität reduziert und die Fließfähigkeit verschlechtert sich wieder. Abhängig von der Mischintensität kann dieser Übermischungseffekt nach wenigen Minuten mit SIPERNAT® 22 S auftreten, während SIPERNAT® 50 S über einen längeren Zeitraum ohne Verlust der Wirksamkeit stabil bleibt.

Abbildung 9

Widerstand gegen Übermischung von SIPERNAT® 22 S und SIPERNAT® 50 S bei 400 Upm

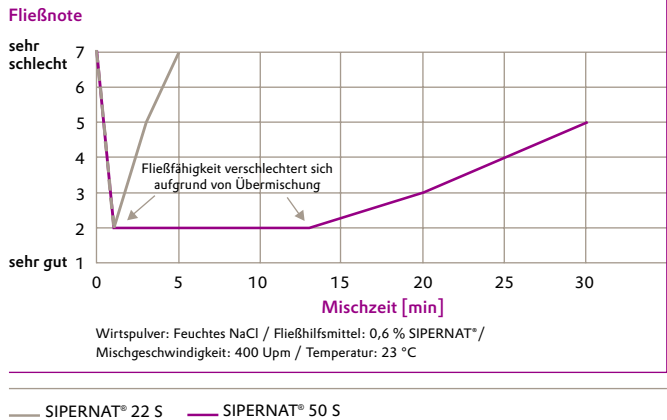


Abbildung 10

Widerstand von SIPERNAT® 22 S gegen Übermischung in Abhängigkeit von der Mischgeschwindigkeit

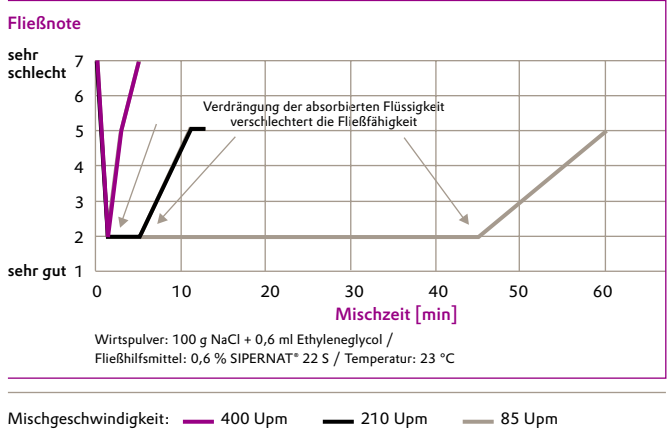
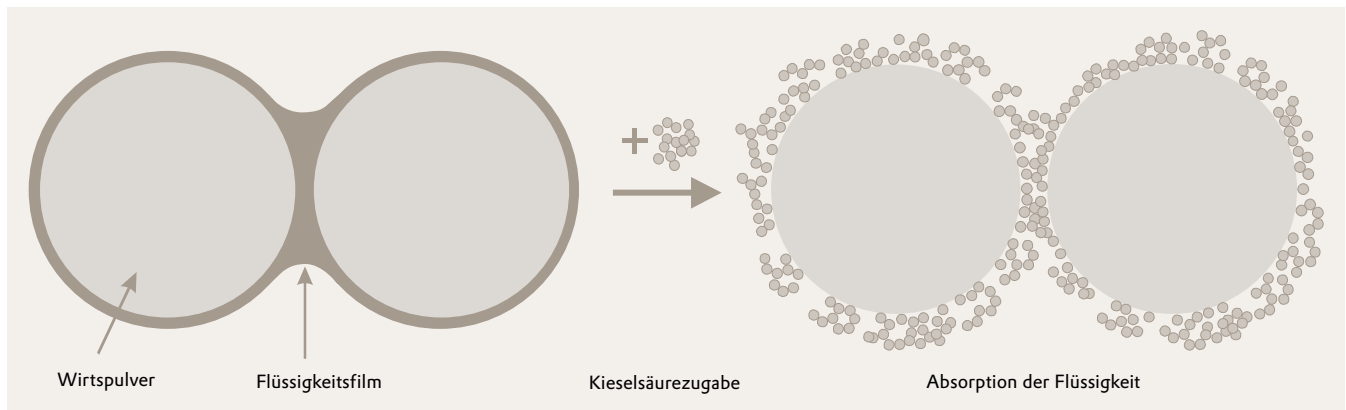


Abbildung 8

Silica absorbiert Flüssigkeit von der Oberfläche des feuchten Pulvers



Geringe Scherkräfte bzw. reduzierte Mischgeschwindigkeiten und Intensitäten können die Wirksamkeit von SIPERNAT® 22 S über einen längeren Zeitraum erhalten (**Abbildung 10**).

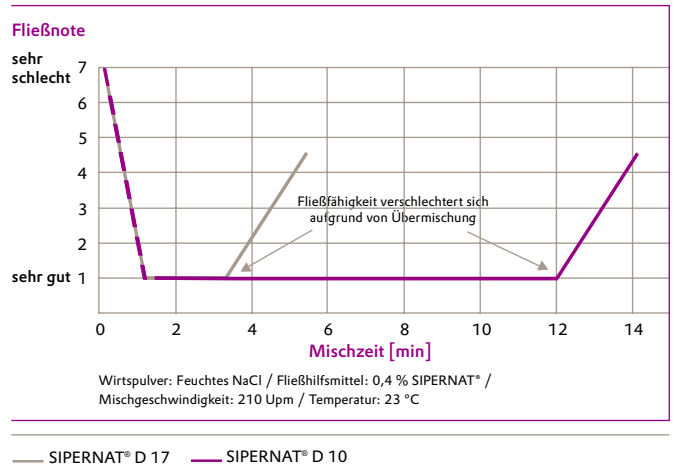
Ist Wasser die Ursache dafür, dass Pulver durch einen Flüssigkeitsfilm zusammenkleben, bieten hydrophobe SIPERNAT® und AEROSIL® Typen eine noch effektivere Lösung, um die Fließfähigkeit bei hygroskopischen Pulvern zu verbessern.

Hydrophobe Kieselsäuren absorbieren nicht den Flüssigkeitsfilm, sondern schwimmen aufgrund ihres hydrophoben Charakters auf dem Flüssigkeitsfilm, der die Pulverteilchen umgibt und bilden so eine Barriere zwischen den einzelnen Partikeln (**Abbildung 11**). Sie können die Fließfähigkeit schon bei geringer Einsatzmenge verbessern, da Ihre Wirksamkeit nicht von der Absorptionskapazität abhängig ist. Hydrophobe Silica können auch anfällig gegen zu intensives Mischen sein, da sie bei hohen Scherkräften mit Wasser benetzt werden können. Je hydrophober eine Silica ist, desto weniger anfällig ist sie gegen Übermischung.

Abbildung 12 zeigt die Wirksamkeit der hydrophoben Silica Typen SIPERNAT® D 10 und SIPERNAT® D 17 in einer feuchten Salzmischung. Die Fließfähigkeit des Salzes verbessert sich sofort nach Zugabe von 0,4 % des entsprechenden SIPERNAT® Typs. Bei längeren Mischzeiten kann sich die Fließfähigkeit auf-

Abbildung 12

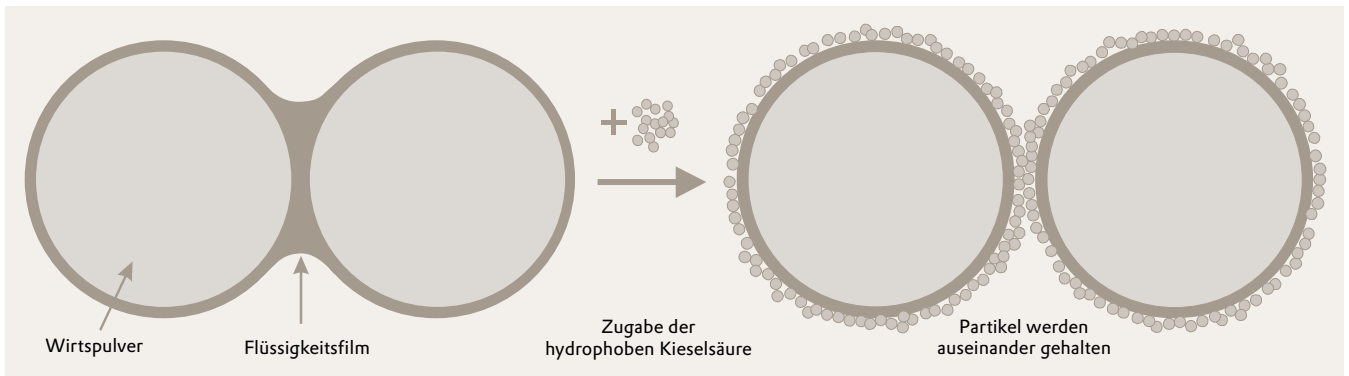
Empfindlichkeit von hydrophoben SIPERNAT®-Typen gegen Übermischung



grund der Benetzung der Silica wieder verschlechtern. Dieser Übermischungseffekt tritt bei SIPERNAT® D 17 nach 3 Minuten auf, wohingegen sich SIPERNAT® D 10 als Widerstandsfähiger erweist und bis zu 12 Minuten ohne Wirksamkeitsverlust gemischt werden kann.

Abbildung 11

Hydrophobe Kieselsäuren trennen den Wasserfilm auf hygroskopischen Substanzen



3.4 Fazit für trockene und feuchte Pulver

Deagglomeration des Fließhilfsmittels während des Mischens mit dem Pulver...

- + ...führt zu einer besseren Abdeckung des Wirtspulvers und daher zur besseren Wirksamkeit der Silica als Fließhilfsmittel für **trockene** Pulver.
- ...reduziert die Porosität der Silica und verringert dadurch die Wirksamkeit der Silica als Fließhilfsmittel für **feuchte** Pulver.
- > Abhängig vom Pulvertyp sind verschiedene Mischparameter und unterschiedliche Silica Typen zu empfehlen.

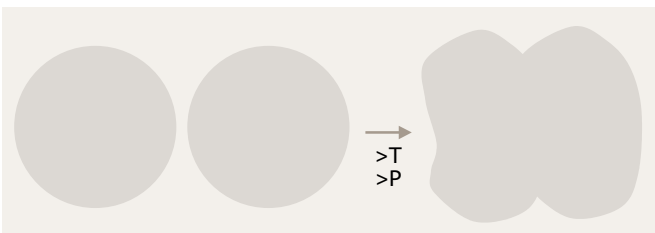
4 Mischtechnik

3.5 Fließhilfsmittel und Antibackmittel für weiche Pulver

Weiche Pulver, wie Fette, Wachse oder Emulgatoren sind anspruchsvoller in ihrer Handhabung und im Transport. Speziell bei längerer Lagerung oder langem Transport neigen diese Pulver zum Verbacken. Dieses Problem verstärkt sich zunehmend bei Temperaturwechseln, wie sie leicht während eines Seetransportes auftreten können. Ein wirksames Antibackmittel ist daher bei langen Transportwegen erforderlich. Weiche oder thermoplastische Pulver können bei erhöhter Temperatur oder Druckeinwirkung deformiert oder angeschmolzen werden, was dazu führt, dass die Partikel zusammenhaften. (Abbildung 13)

Abbildung 13

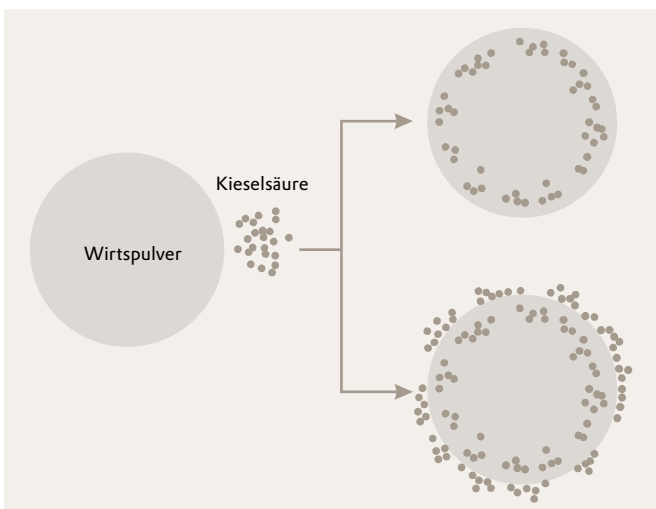
Weiche oder thermoplastische Pulver kleben durch Druckeinwirkung oder erhöhten Temperaturen zusammen und werden deformiert.



Die Silica kann die Oberfläche des weichen Pulvers bedecken und somit die Zusammenhaftung verhindern. Im Gegensatz zu harten Pulvern sind allerdings höhere Zugabemengen erforderlich, um die gleiche Wirksamkeit zu erreichen, besonders wenn eine anhaltende Antibackwirkung benötigt wird. Zugabemengen von bis zu 5 % sind bei weichen Pulvern üblich, wohingegen bei harten, trockenen Pulvern Zugabemengen von bis zu 1 % ausreichend sind. Der Grund dafür könnte sein, dass während des Mischens und der Lagerung das Antibackmittel teilweise in die Oberfläche des Pulvers eindringt und somit an Wirksamkeit verliert. Wurde eine ausreichende Menge an Antibackmittel zudosiert, bleibt genügend auf der Oberfläche des weichen Pulvers zurück und die Wirksamkeit bleibt erhalten. Dieser Effekt ist in **Abbildung 14** zu sehen.

Abbildung 14

Weiche Pulver nehmen einen Teil des Antibackmittels auf



Die Mischtechnik hat einen großen Einfluss auf die Wirksamkeit eines Fließhilfsmittels. Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, muss bei harten, trockenen Pulvern eine ausreichende Mischintensität gewährleistet sein. Erst eine feine Verteilung der Kieselsäureagglomerate führt zu guten Ergebnissen. Auf der anderen Seite zerstört bei feuchten Pulvern eine zu starke Mischintensität teilweise die Porosität der Kieselsäure und verringert dadurch die Wirksamkeit des Antibackmittels. Bei weichen Pulvern müssen die Mischparameter individuell auf den Charakter des Pulvers angepasst werden, um zu verhindern, dass die Pulverstruktur geschädigt wird.

Eine äußerst schonende Vermischung bieten Taumelmischer. Diese können bei sehr weichen Pulvern verwendet werden. Konusmischer, wie der Nauta® -Mischer, sind ebenfalls schonend, benötigen aber eine längere Mischzeit und können durch eine große Bauhöhe einen beträchtlichen Druck im unteren Drittel aufbauen. Paddelmischer arbeiten ebenfalls sehr schonend und bieten gleichzeitig eine gute Durchmischung der Mixtur. Sie sind eine sehr gute Wahl für alle weichen Pulver und hygroskopischen Pulver, für die die Porosität der Silica erhalten bleiben muss. Pflugschar® Mischer liefern eine etwas höhere Scherenergie, sind aber noch schonend genug, um die Silica nicht in die Oberfläche des weichen Pulvers zu drücken. Pflugschar® Mischer können über eine große Bandbreite verschiedener Pulver angewandt werden. Generell benötigen Pflugschar®- und Paddelmischer nur kurze Mischzeiten. Abhängig von den individuellen Bedürfnissen kann das Mischen durch kürzere Mischzeiten bei hygroskopischen Pulvern und durch längere Mischzeiten bei trockenen, harten Pulvern angepasst werden. Bandmischer mischen intensiver und sind für harte, trockene Pulver geeignet. **Abbildungen 15–17** zeigen eine Auswahl der beschriebenen Mischertypen.

Abbildung 15

TURBULA® Mischer im Labormaßstab, Willy A. Bachofen AG, Switzerland



Abbildung 16

Schematische Darstellung eines Nauta® Mixers, Hosokawa Micron B.V., The Netherlands

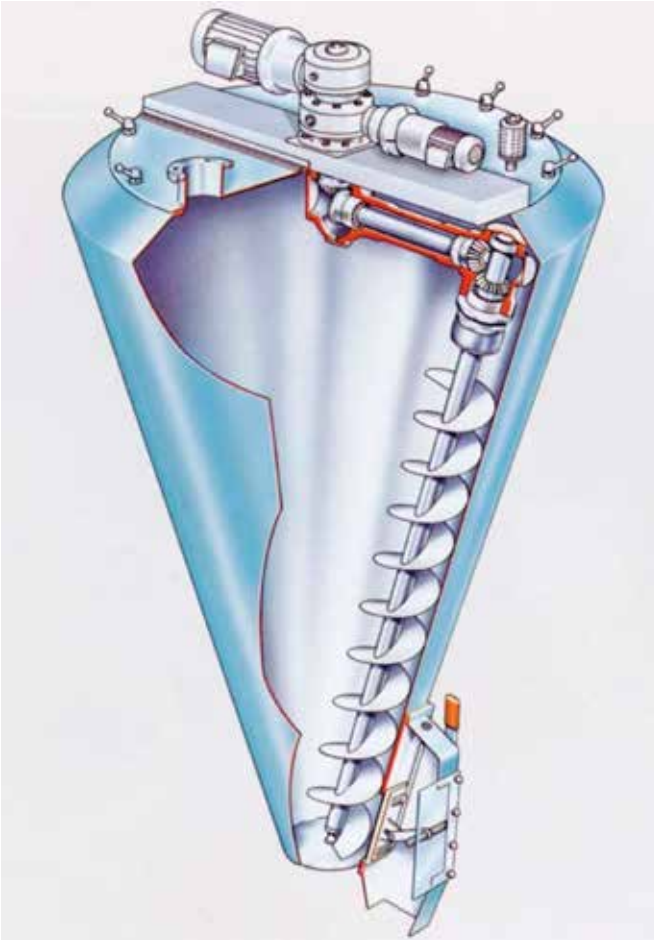


Abbildung 17

Pflugschar® Mischer, Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH, Germany



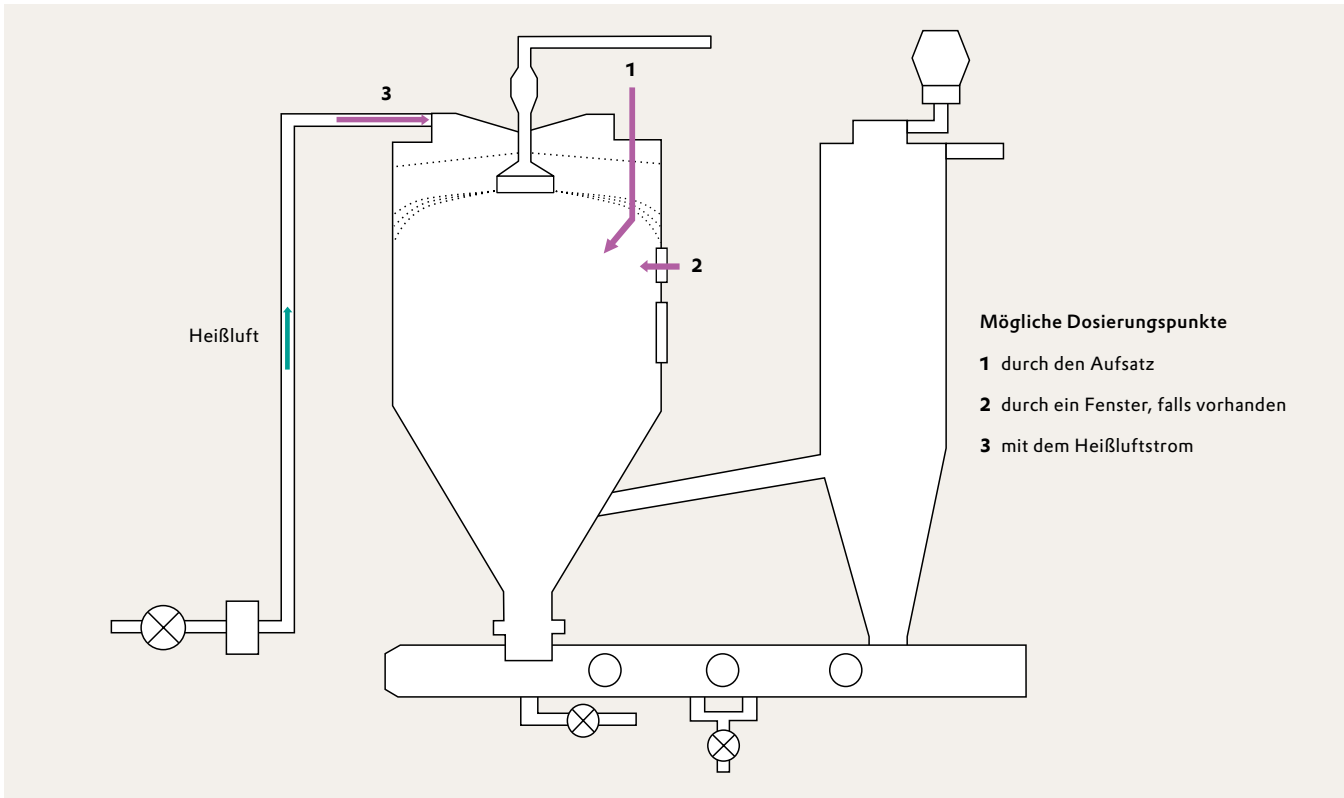
Ein spezieller Fall ist die Fließverbesserung von sprühgetrockneten Produkten. Die Zugabe von Silica direkt in den Sprühtrockner, getrennt von der Suspension, führt durch den Luftstrom zu einer feinen Verteilung der Silica auf der Partikeloberfläche ohne das sprühgetrocknete Pulver mechanisch zu belasten.

Abbildung 18 zeigt die Zugabemöglichkeiten von Silica in den Sprühtrocknungsprozess, wobei die Zugabepunkte 1 und 2 als am wirksamsten gelten. Eine umfangreichere Beschreibung der Mischtechnik wird in unserer technischen Informationsbroschüre TI 1213⁸ gegeben.

⁸ Performance Silica als Fließhilfsmittel und Trägersubstanz – Geeignete Mischverfahren für Pulver und Granulate, Technische Information TI 1213, Evonik Industries AG, 2012

Abbildung 18

Zugabe von Kieselsäure im Sprühtrocknungsverfahren



5 Empfehlungs-Matrix

Tabelle 1 fasst unsere Empfehlungen von Fließhilfsmitteln/ Antbackmitteln für verschiedene Pulvertypen zusammen.

In der Praxis können oft verschiedene Pulvereigenschaften kombiniert sein. Frucht- oder Gemüsepulver können harte, trockene, nicht-hygroscopische Komponenten wie Stärke enthalten, ebenso hygroscopische Komponenten wie Zucker. Molkepulver enthält hygroscopische Laktose und ebenfalls weiche Komponenten wie Fett. Bedingt durch die große Auswahl von Anwendungsmöglichkeiten für Fließhilfsmittel gibt es noch viel mehr Beispiele als diese. Das Verhalten solcher Pulvermischungen ist oft eine komplexe Kombination der einzelnen Pulvereigenschaften aus Tabelle 1.

Daher benötigen einzelne Substanzen eine individuelle Lösung. Wir freuen uns darauf, Ihre Anfragen beantworten zu dürfen und unterstützen Sie gerne bei der Auswahl geeigneter SIPERNAT® oder AEROSIL® Produkte für Ihre individuellen Anforderungen. Wir bieten nicht nur Beratung, sondern gerne auch Unterstützung in der Handhabung und Verarbeitung unserer Kieselsäuren.

Tabelle 1

Empfehlungen von Fließhilfsmitteln/Antbackmitteln für verschiedene Pulvertypen

	Trockene, harte Pulver	Feuchte, harte Pulver	Weiche Pulver
Kieselsäuretyp	Kieselsäuren die leicht zu dispergieren sind	Mechanisch stabile und sehr saugfähige Kieselsäure	Kieselsäuren die leicht zu dispergieren sind
Zugabemenge	Geringe Zugabemenge, oft < 1 %	Zugabemenge abhängig von der Flüssigkeitsmenge	Hohe Zugabemengen, besonders wenn Antbackwirkung benötigt wird, bis zu 5 %
Mischen	Intensives Mischen	Schonendes Mischen	Mäßiges Mischen: Dispergieren der Kieselsäure, aber kein Zerstören des weichen Pulvers

Unsere Informationen entsprechen unseren heutigen Kenntnissen und Erfahrungen nach unserem besten Wissen. Wir geben sie jedoch ohne Verbindlichkeit weiter. Änderungen im Rahmen des technischen Fortschritts und der betrieblichen Weiterentwicklung bleiben vorbehalten. Unsere Informationen beschreiben lediglich die Beschaffenheit unserer Produkte und Leistungen und stellen keine Garantien dar. Der Abnehmer ist von einer sorgfältigen Prüfung der Funktionen bzw. Anwendungsmöglichkeiten der Produkte durch dafür qualifiziertes Personal nicht befreit. Dies gilt auch hinsichtlich der Wahrung von Schutzrechten Dritter. Die Erwähnung von Handelsnamen anderer Unternehmen ist keine Empfehlung und schließt die Verwendung anderer gleichartiger Produkte nicht aus.

AEROSIL® und SIPERNAT® sind geschützte Marken der Evonik Industries AG oder ihrer Tochterunternehmen.



EVONIK
INDUSTRIES

Europa/Mittlerer Osten/
Afrika/Latein-Amerika

Evonik Resource Efficiency GmbH

Business Line Silica
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau
Germany

TELEFON +49 6181 59-8118
TELEFAX +49 6181 59-78118
ask-si@evonik.com
www.evonik.com

Nordamerika

Evonik Corporation

Business Line Silica
299 Jefferson Road
Parsippany, NJ 07054-0677
USA

TELEFON +1 800 233-8052
TELEFAX +1 973 929-8502
ask-si-nafta@evonik.com

Asien / Pazifik

Evonik (SEA) Pte. Ltd.

Business Line Silica
3 International Business Park
#07-18, Nordic European Centre
Singapore 609927

TELEFON +65 6809-6877
TELEFAX +65 6809-6677
ask-si-asia@evonik.com

Evonik. Kraft für Neues.