

NETZSCH

Proven Excellence.

CASE STUDY



Mechanische Aufbereitung von Cellulosederivaten

Mechanische Aufbereitung von Cellulosederivaten durch Zerkleinern, Feinmahlen und Feinsichten

Stand der Technik

Papier ist sicherlich der erste Gedanke, den die meisten Menschen mit dem Begriff „Zellstoff“ oder „Cellulose“ verbinden. Cellulose ist ein bedeutender Rohstoff in der Papierherstellung, aber das ist nicht der einzige Einsatzbereich, denn Cellulose ist von großer technischer und wirtschaftlicher Bedeutung: Das Naturprodukt wird in der chemischen Industrie und in der Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie vielfältig genutzt. Sowohl in seiner reinen Form als auch als Cellulosederivat wird es dort beispielsweise als Verdickungsmittel, Trägerstoff, Füllstoff, Trennmittel, Überzugsmittel und Schaummittel verwendet. Als Lebensmittelzusatzstoff tragen Cellulose und ihre Derivate die Bezeichnungen E 460 bis E 466.

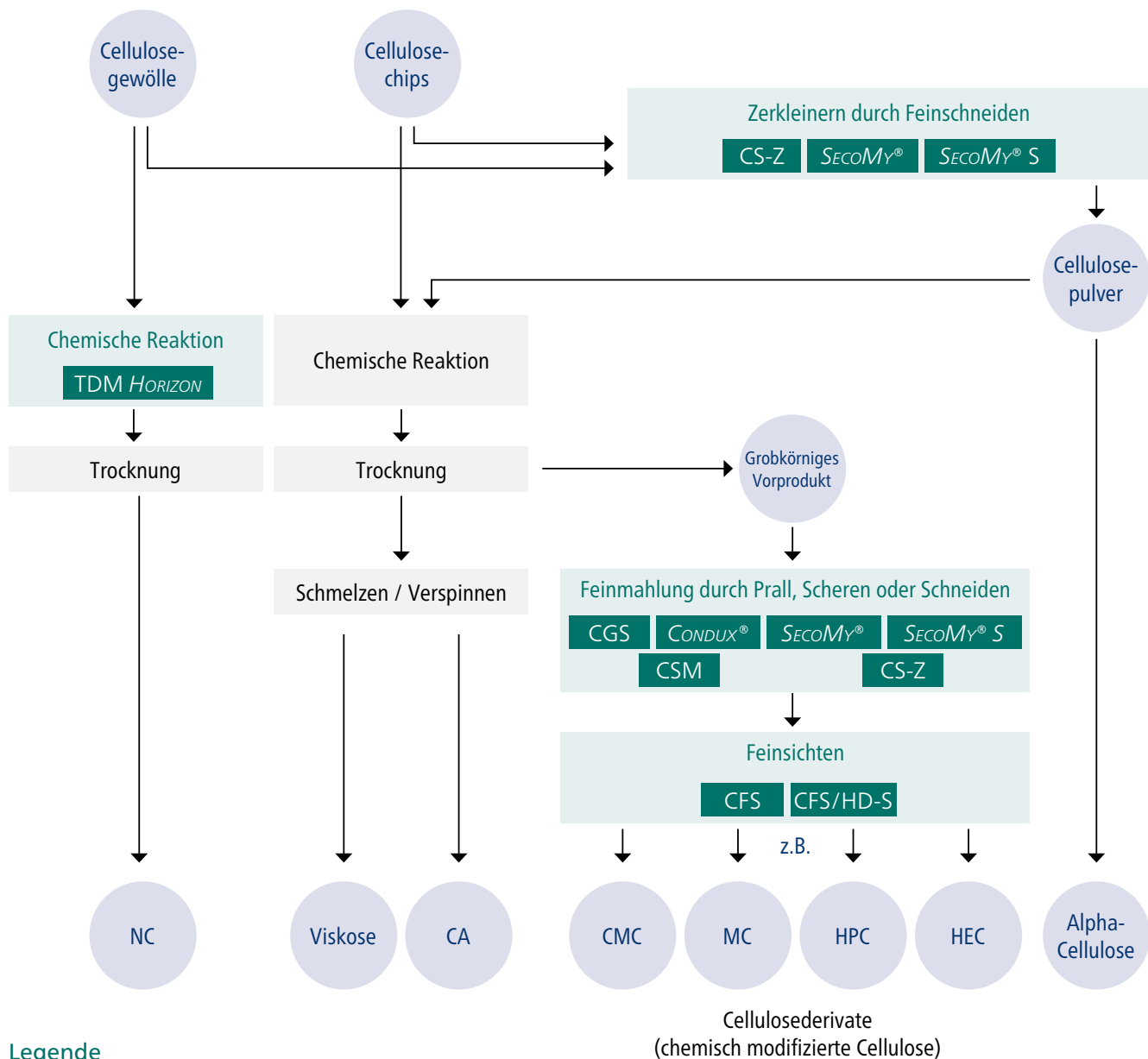
Cellulose ist der Hauptbestandteil von pflanzlichen Zellwänden und damit die häufigste organische Verbindung. 1838 gelang es dem französischen Chemiker Anselme Payen erstmals Cellulose aus Pflanzen zu extrahieren und dessen chemische Formel zu bestimmen. Bis die Struktur des am häufigsten in der Natur vorkommenden Biomoleküls ermittelt werden konnte, dauert es bis ins Jahr 1920. Hermann Staudinger konnte zeigen, dass das unverzweigte Polysaccharid aus mehreren hundert bis zehntausend Glucose-Molekülen aufgebaut ist. 1992 gelang erstmals die chemische Synthese von Cellulose.

Cellulose ist eine weiße, in Wasser unlösliche Substanz, die in Baumwolle fast rein (zu 95%) vorkommt. Hauptsächlich wird es aber aus Holz gewonnen, weil dieses sich von allen Cellulosequellen am einfachsten kultivieren und verarbeiten lässt. Die verwendeten Holzarten enthalten im Vergleich zur Baumwolle deutlich weniger Cellulose (z. B. Kiefernholz 44%; Fichtenholz 57,8%; Buche 53,5%; Pappelholz 50%). Die Cellulosegewinnung ist insgesamt ein aufwändiges Verfahren. Um Cellulose von den natürlichen Begleitstoffen zu trennen und anschließend aufzubereiten, sind eine ganze Reihe mechanischer und chemischer Schritte notwendig. Am Ende des Prozesses erhält man Zellstofffasern, die ca. 1-3 mm lang sind und gepresst und getrocknet zu Bahnenware (Rollen oder Platten) verarbeitet werden. Die aus Baumwolle gewonnene Linters-Cellulose wird außerdem häufig zu Ballen verarbeitet.

Für die unterschiedlichen Endanwendungen muss die so erhaltene Cellulose oder Cellulosederivate durch Zerkleinern, Feinmahlen und Klassieren weiter aufbereitet werden.



Verarbeitung von Cellulosederivaten



Legende

- TDM HORIZON = Zahnscheibenmühle
- CONDUX® = Feinprallmühle
- CSM = Sichertmühle
- CGS = Fließbettgegenstrahlmühle
- CS-Z = Feinschneidmühle
- SECO MY® = Feinschneidmühle
- SECO MY® S = Feinschneidmühle mit integriertem Sieber
- CFS = Feinsichter
- CFS/HD-S = Hochleistungsfeinsichter

Cellulosederivate – Vielfältige Anwendungen

Ein Zellstoffpulver mit geringer Korngröße und hohem Schüttgewicht wird bei der Herstellung von Cellulosederivaten wie CMC, MC oder HPMC benötigt. Die auf den Feinschneidmühlen hergestellten Pulver sind also ebenso ein Zwischenprodukt für die weitere Celluloseverarbeitung.

Die Produktgruppe der Cellulosederivate unterteilt sich über die Art der chemischen Behandlung in Celluloseacetate, Celluloseäther und Celluloseester. Deren technischen Anwendungen reichen von Fasern, Folien, photographischen Filmen, Glasersatz und Lackbindemitteln oder Papierleim, Klebstoffen, Seifen und synthetischen Harzen.

Ein großer Abnehmer ist die Bauindustrie, die mit Verdickern auf Cellulosebasis Gips, Zement, Tapetenkleister oder Spezialkleber für die Verarbeitung fließfähig hält. Bevorzugte Substanzen sind die Celluloseether, dazu gehören speziell im Bausektor Methylcellulose MC, Hydroxyethylcellulose HEC, Carboxymethylcellulose CMC sowie Methylhydroxyethylcellulose MHEC und Methylhydroxypropylcellulose MHPC.

Auch Lacke und Farben schaffen dank Cellulosederivaten den Spagat zwischen Fließfähigkeit für die Verarbeitung und Haftfestigkeit auf dem Untergrund.

In der Lebensmittelindustrie setzt man ebenfalls auf den Verdickereffekt von Cellulosederivaten und hindert z.B. Eiscremes am schnellen Zerfließen. In diesem Bereich bestehen hohe Anforderungen an die eingesetzten Rohstoffe. Bei Lebensmitteln dominieren Carboxymethylcellulosen CMC und Hydroxyalkylcellulosen, z.B. Hydroxypropylmethylcellulose HPMC. Und Cellulosederivate finden sich nicht nur in den offensichtlichen Anwendungen wie Eiscreme oder Ketchup. Von Backwaren, Soßen, Süßspeisen über Milch-, Fleisch- und Fisch-Produkte bis hin zu Getränken verbessern sie die Beschaffenheit, Form, Konsistenz und Struktur von Lebensmitteln bei vollkommener Geschmacksneutralität.

In flüssigen Medikamenten (z.B. Nasentropfen) regeln Carboxymethylcellulosen CMC die Viskosität; das tun sie auch in cremeförmigen Medikamenten als Verdicker (z.B. Sirup, Salben, Lotionen).

In Dragees und Tabletten dienen Cellulosederivate als Basismaterial bzw. auch als Bindemittel. Sobald die Tabletten mit Wasser bzw. Flüssigkeit in Berührung kommen, wirkt die CMC als sog. Tabletzensprengmittel. Die CMC quillt enorm auf und zerteilt dabei die Tablette.



Zerkleinern und Feinmahlen von Cellulosederivaten

Cellulosederivate für technische Einsatzzwecke, wie auch für die Nahrungsmittelindustrie, werden nach der chemischen Reaktion einer weiteren Feinvermahlung unterzogen. Je nach Aufgabenstellung und Produkteigenschaften können Schneidmühlen, Prallmühlen oder Strahlmühlen für die Zerkleinerung von Cellulosederivaten verwendet werden.

NETZSCH Feinschneidmühlen

Schneidmühlen werden zur Zerkleinerung und Homogenisierung von mittelharten bis weichen und elastischen Materialien eingesetzt. Das Mahlgut wird dabei mit Hilfe von Rotor- und Statormessern durch Scherwirkung zerkleinert. In der Regel wird das Material von oben zugeführt, vom Rotor erfasst und zwischen Rotor- und feststehenden Schneidmessern vermahlen. Sobald das Material die gewünschte Feinheit hat, kann es den Mahlraum über Sieb im unteren Teil verlassen und fällt in den Auffangbehälter.

Die Schneidmühlen von NETZSCH zeichnen sich besonders durch ihre Robustheit, Präzision und Zuverlässigkeit aus. Neben den Maschinen vom Typ CS-Z und *SECO MY*[®] ermöglicht die neu entwickelte Feinschneidmühle *SECO MY*[®] S mit integriertem Windsichter Feinheiten unter 45 µm und erweitert so das Einsatzspektrum dieses Mühlentyps.



NETZSCH Sichtertermühlen

Die Sichtertermühle CSM vereint eine mechanische Prallmühle mit einem integrierten dynamischen Windsichter. Hier erfolgt die Vermahlung zwischen einer peripheren Mahlbahn und dem rotierenden Schlägerwerk. Mit Hilfe des integrierten Sichtrades werden spritzkornfreie Feinheiten erzielt, wobei der sich selbst einstellende interne Umlauf des Grobgutes in der Sichtertermühle zu einer stabilen Betriebsweise bei bestmöglicher Energieausnutzung führt.



NETZSCH Strahlmühlen

In Strahlmühlen wie der Fließbettgegenstrahlmühle CGS werden die Partikel im Gasstrom zerkleinert. Über spezielle Düsen wird das Mahlgas in den Mahlraum geleitet und so stark beschleunigt, dass die Produktteilchen im Gasstrom mitgerissen werden und aufeinandertreffen. Die Zerkleinerung erfolgt autogen und damit kontaminationsarm.

NETZSCH Feinprallmühlen

Derivate, die teilweise in granulätähnlicher Form vorliegen, werden mit mechanischen Feinprallmühlen oder Zentrifugalmühlen auf die gewünschte Endkorngröße aufgemahlen. Die Zerkleinerung der Produkte erfolgt innerhalb der Maschine hauptsächlich durch Prall- und Scherwirkung. Je nach Produkt wird die Feinprallmühle *CONDUX*[®] mit oder ohne Sieb betrieben. Sieblose Ausführungen z. B. als Riffelscheibenmühle verarbeiten das Cellulosederivat in einem einmaligen Durchlauf. Dabei wird die Endfeinheit durch Umfangsgeschwindigkeit und Scheibenspalt bestimmt.

Als sogenannte Gebläse- oder Schlagkreuzmühle arbeitet ein rotierendes Werkzeug prinzipiell gegen einen die Endgröße bestimmenden Statorkörper, der als Siebbahn, Riffelmahlbahn oder Sieb/Mahlbahn ausgeführt sein kann. Eine mehrmalige mechanische Produktbeanspruchung innerhalb der Mühle wird dadurch ermöglicht.

Mit einer Feinprallmühle der Baugröße *CONDUX*[®] 680 (Rotordurchmesser 680 mm) ist z.B. eine Leistung von ca. 1000 kg/h bei einer Endfeinheit < 0,8 mm mit Gebläserotorbestückung und installierter Antriebsleistung von 75 kW möglich.



NETZSCH Feinprallmühle *CONDUX*[®] 680

Practical examples for the comminution of cellulose derivatives

Produkt	Maschine	Durchsatz [kg/h]	Endfeinheit [μm]
Cellulosederivate	<i>SECOMY</i> [®] 200	540 - 900	< 500
CMC	<i>SECOMY</i> [®] 50 S	55	125 (d_{95})
CMC	<i>CONDUX</i> [®] 1250	1800 - 2100	250 (d_{99})
HPMC	<i>CONDUX</i> [®] 300	66	150 (d_{50})
HEC	<i>CONDUX</i> [®] 680	2300	420 (d_{99})
HPC	CGS 50	100	53 (d_{50})

Feinsichten von Cellulosederivaten

Verschiedene Derivate sind aufgrund ihrer Kornverteilung nach einem Mahlprozess für die weitere Verwendung noch nicht einsetzbar. Für spezielle Anwendungen werden z.B. superfeine Endproduktqualitäten benötigt. Eine nachträgliche Behandlung zur Herstellung einer exakten Korngrößenfraktion ist notwendig, um die gewünschten Eigenschaften des Produktes zu maximieren oder überhaupt erst zu erhalten.

NETZSCH Feinstsichter CFS

Eine Klassierung in feinsten Korngrößenbereichen ist mittels NETZSCH Feinstsichtern zur Erzielung einer sauberen Trennung möglich.

Dabei sind sowohl die Abtrennung von unerwünschtem Grobkorn als auch die deutliche Reduzierung von Feingut (Entstaubung) typische Aufgabenstellungen. In diesen Maschinen wird mit Hilfe eines Trägergases und eines rotierenden Sicherterrades aus einem Aufgabemassenstrom ein Feingut- und ein Grobgutmassenstrom erzeugt. Die Dispergierung erfolgt am unteren Ende des Apparates durch Luft, die durch ein Spiralgehäuse und einen Schaufelkranz unter hoher Geschwindigkeit in den Sichter einströmt. Die je nach gewünschter Feinheit qualitativ stufenlos regelbare Sicherterraddrehzahl sorgt für einstellbare saubere Produktklassierung.

Mit einem Feinstsichter der Baugröße CFS 510 wird z.B. ein zuvor gemahlenes Cellulosederivat mit dem Ziel der Grobgutabtrennung gesichtet. Endprodukt ist ein Derivatpulver mit einer Korngröße von $200 \mu\text{m}$ (d_{97}) bei einer Aufgabemenge von 1250 kg/h .



NETZSCH Feinstsichter CFS 85

NETZSCH Hochleistungsfeinstsichter CFS/HD-S

Mit dem Hochleistungsfeinstsichter CFS/HD-S werden durch einen peripheren Schaufelkranz um das Sicherterrad herum und einer verbesserten Sicherterrad Geometrie die erzielbaren Feinheiten, die Trennschärfe und mögliche Ausbeuten deutlich erhöht.

Das Sichtgut wird der Maschine von oben zugeführt. Durch einen parallel danebenliegenden Eintritt erfolgt die Zuführung der notwendigen Verfahrensluft, die das Aufgabegut durch eine Vielzahl einstellbarer Leitschaukel-Spalte eines statischen Leitschaukelkorbes extrem fein aufdispergiert und dann auf kürzestem Weg zum Sicherterrad leitet. Hier erfolgt die Trennung von Grob- und Feingut entsprechend der eingestellten Betriebsparameter.

Die NETZSCH Hochleistungsfeinstsichter sind bei größtmöglicher Trennschärfe für Trenngrenzen im Bereich von d_{97} $2,6$ bis $60 \mu\text{m}$ einsetzbar. Die bestehende Maschinenbaureihe umfasst Baugrößen für Luftdurchsätze von $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ bis $16\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Bei der Grobgutabtrennung von Methylcellulose werden mit dem Hochleistungsfeinstsichter CFS 170/HD-S Feinheiten zwischen $800 \mu\text{m}$ und $125 \mu\text{m}$ und ein Durchsatz bis zu 2300 kg/h erreicht.



NETZSCH Hochleistungsfeinstsichter CFS 340/HD-S

Mechanische Aufbereitung von Nitrocellulose

Nitrocellulose (NC, Cellulosenitrat) ist ein traditionsreicher, aber bis heute hochaktueller Werkstoff. Durch kontrollierte Nitrierung von Cellulose entsteht ein vielseitiger Rohstoff, der – je nach Stickstoffgehalt – in ganz unterschiedlichen Industrien eingesetzt wird:

- Lack- und Beschichtungsindustrie: Nitrocellulose-Lacke sorgen für schnelle Trocknung, brillante Oberflächen und hohe Widerstandsfähigkeit, etwa bei Möbeln und Automobilteilen.
- Druckfarben und Tinten: Nitrocellulose dient als Bindemittel für hochwertige Flexo- und Tiefdruckfarben auf Verpackungen und Folien.
- Kosmetik: In Nagellacken bildet Nitrocellulose einen elastischen, glänzenden Film.
- Medizin & Labor: Nitrocellulose-Membranen finden Einsatz in Filtern und Teststreifen.
- Pyrotechnik & Treibladungen: Schießbaumwolle (hoher Stickstoffgehalt) wird als Basis für rauchschwache Pulver verwendet.



NETZSCH Hammermühlen

Für die notwendige Säurenitrierung ist eine besondere Form der mechanischen Aufbereitung erforderlich, um den Zellstoff in eine möglichst aufgefaserte Form zu bringen. Dies wird durch Einsatz einer speziellen NETZSCH-Hammermühle möglich. Hierbei bildet ein mit pendelnd aufgehängten Flachstahlschlägern bestückter Rotor das Herzstück dieser Maschine. Je nach Anwendung sind unterschiedliche Schlägerdicken von 3 bis 20 mm einsetzbar.

Die mittels eines speziellen Rolleneinzugs kontinuierlich oberhalb des rotierenden Schlägerwerks zugeführte Zellstoff-Bahnware, wird von den rotierenden Schlägern erfasst und gegen Mahlbahnen und Siebe oder Spaltroste geschleudert. Hierbei erfolgt eine stippen- bzw. knotenminimierte Auffaserung des Zellstoffmaterials.

Mit einer installierten Antriebsleistung von 90 kW wird mit einer Hammermühle der Größe CHM 1000/1200-L1-EV bei einem Rotordurchmesser von 1000 mm und einer Arbeitsbreite von 1200 mm ein Massendurchsatz von 1000 kg/h erzielt.



NETZSCH Hammermühle CHM 1000/1200 L1-EV

NETZSCH Zahnscheibenmühle

Für die anschließende kontinuierliche Nitrierung dieses Zellstoffs wird eine horizontale Zahnscheibenmühle eingesetzt. Der zuvor aufgefaserte Zellstoff wird unter gleichzeitiger Zugabe von Wasser und Säure innerhalb der NETZSCH Zahnscheibenmühle *HORIZON* kontinuierlich benetzt und homogenisiert. Dies wird durch Reibung und Scherwirkung zwischen einer feststehenden und einer rotierenden Zahnmahlscheibe erreicht. Hierbei werden zusätzlich letzte Stippen und Knoten weiter aufgelöst.

Durch Vorauswahl der Mahlscheibenart (Profil und Anzahl der Zähne) wird die Zerkleinerungsstufe festgelegt. Eine zusätzliche Feinheitsregulierung erfolgt, auch während des Betriebes, durch Spaltverstellung des Abstands der beiden Mahlscheiben zueinander.

Mit einer installierten Antriebsleistung von 90 kW können mit der Zahnscheibenmühle *HORIZON* 900 in einer Stunde ca. 1100 kg trockener Zellstoff verarbeitet werden.



NETZSCH Zahnscheibenmühle *HORIZON*

Zusammenfassung

Den Anforderungen der verarbeitenden Industrie müssen Maschinenhersteller der mechanischen Verfahrenstechnik natürlich nicht nur in Bezug auf die Darstellung produktbezogener neuer Aufgabenstellungen gerecht werden. Auch die technische Ausführung von Maschinen gewinnt heute innerhalb dieses Industriezweiges zunehmend an Bedeutung. Maschinenkonstruktionen oder Anlagenkonzepte in gasdichter oder druckstoßfester Ausführung sind selbstverständlich eine übliche „Notwendigkeit“, um den produktspezifischen Eigenschaften und bestehender Vorschriftenlage entsprechend Rechnung zu tragen. Neue Produktqualitäten und/oder Produktionswege stellt für die mechanische Verfahrenstechnik immer wieder neue Anforderungen, dem man durch kontinuierliche Weiterentwicklung gerecht werden muss. Dies ist gleichzeitig auch der Garant für Innovation. Ein wichtiger Faktor auch für die chemische Industrie!

Sicherlich werden auch in Zukunft immer weitere neue Aufgabenstellungen und Anforderungen der chem. Industrie zu einer fortführenden Innovation im Maschinenbau führen.

Die inhabergeführte NETZSCH Gruppe ist ein weltweit führendes Technologieunternehmen, das sich auf den Maschinen-, Anlagen- und Gerätebau spezialisiert hat.

Unter der Führung der Erich NETZSCH B.V. & Co. Holding KG besteht das Unternehmen aus den drei Geschäftsbereichen Analysieren & Prüfen, Mahlen & Dispergieren sowie Pumpen & Systeme, die branchen- und produktorientiert ausgerichtet sind. Ein weltweites Vertriebs- und Servicenetz gewährleistet Kundennähe und kompetenten Service seit 1873.

Proven Excellence.

Geschäftsbereich Mahlen & Dispergieren – weltweit führende Mahltechnologie

NETZSCH-Feinmahltechnik | Deutschland
NETZSCH Trockenmahltechnik | Deutschland
NETZSCH Vakumix | Deutschland
NETZSCH Lohnmahltechnik | Deutschland
NETZSCH Feinmahltechnik Polska | Polen
NETZSCH Mastermix | Großbritannien
NETZSCH Broyage | Frankreich

NETZSCH España | Spanien
NETZSCH Machinery and Instruments | China
NETZSCH India Grinding & Dispersing | Indien
NETZSCH Tula | Russland
NETZSCH Makine Sanayi ve Ticaret | Türkei
NETZSCH Premier Technologies | USA
NETZSCH Equipamentos de Moagem | Brasilien

NETZSCH Trockenmahltechnik GmbH
Rodenbacher Chaussee 1
63457 Hanau
Deutschland
Tel.: +49 6181 506 01
Fax: +49 6181 571 270
info.ntt@netsch.com



NETZSCH®

www.netsch.com