# Zellstoff überall im Einsatz

**Und die mechanische Verfahrenstechnik ist überall dabei**

In der chemischen Industrie ist die mechanische Behandlung von Zellstoffen und Cellulosederivaten ein wichtiger Teil der Produktionsverfahren. Zahlreiche Stufen sind erforderlich, um das gewünschte Fertiggut zu erhalten. Hierbei stellt die mechanische Verfahrenstechnik durch Zerkleinern, Feinmahlen und Klassieren einen wichtigen Schritt dar.

**Thomas Schneider und Wolfgang Rohmann** Für die Pulverisierung der Rohcellulose wird die speziell entwickelte Condux-Hochleistungs-Schneidmühle des Typs CS 500/1000-Z eingesetzt. In dieser wird das Aufgabegut unter Verwendung eines Vielmesserrotors (16 Messer) und den feststehenden Schneidmessern sowie einer speziellen Siebeinlage fein aufgemahlen. Die erreichbaren Durchsatzleistungen dieser Feinschneidmühlen mit einem Schneidkreisdurchmesser von 500 mm und einer Schneidbreite von 1000 mm sind stark abhängig von der verarbeiteten Zellstoffqualität und der notwendigen Endfeinheit, die je nach Einsatz zwischen 0,1 und 0,5 mm liegen können. Mit einer installierten Antriebsleistung von 75 kW sind Produktmengen bis zu 500 kg $h^{-1}$ je Maschine erzielbar.

Die mittlerweile in großer Stückzahl eingesetzten Maschinen für diese Anwendung zeichnen sich insbesondere auch durch ihre

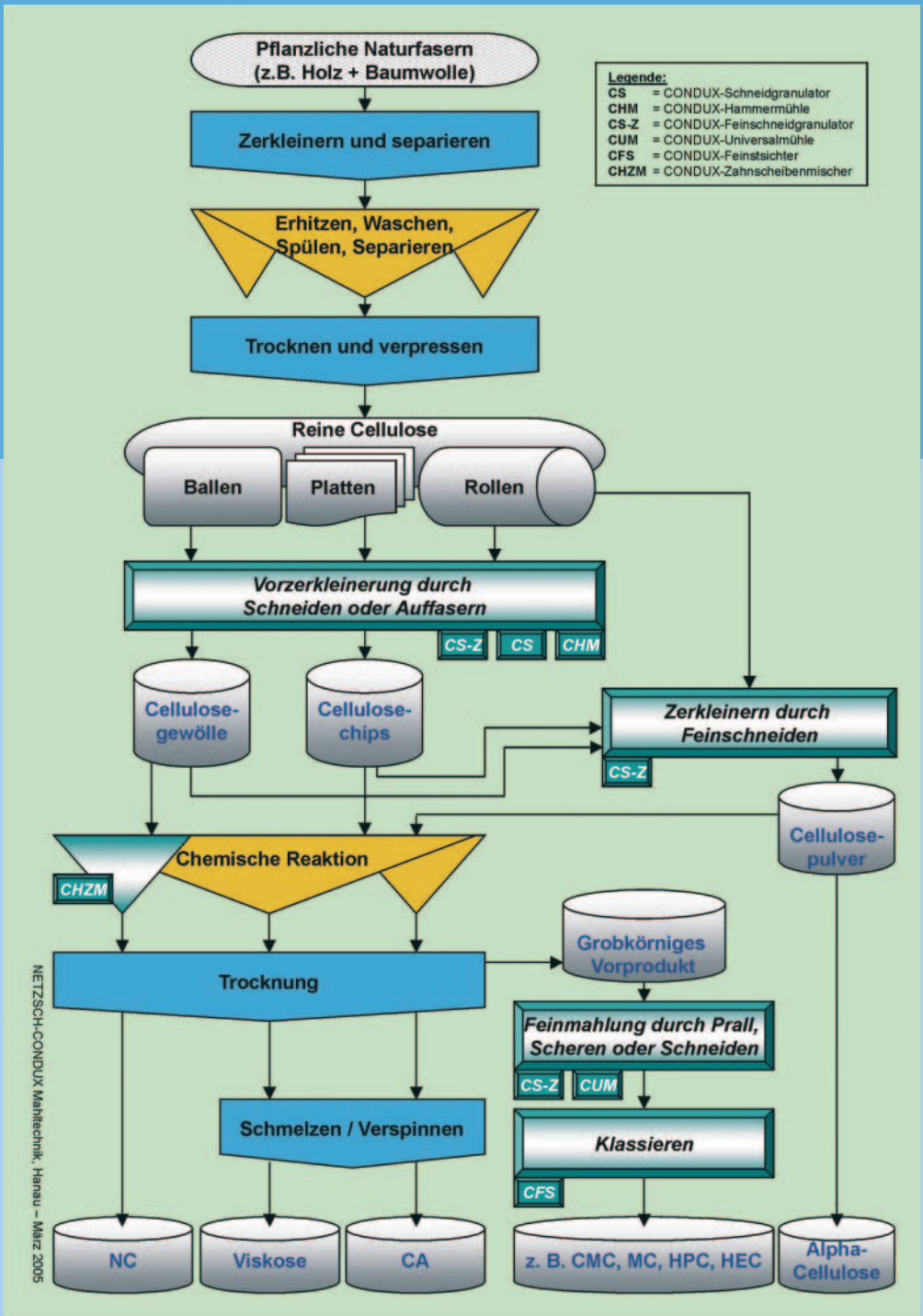


**Diagramm Celluloseverarbeitung**

CITplus 10/2005, S. 46-48, GIT VERLAG GmbH & Co. KG, Darmstadt, www.gitverlag.com, www.pro-4-pro.com

niedrigen Arbeitstemperaturen und den damit verbundenen geringen Viskositätsverlust des Produktes aus.

Je nach Form des Aufgabeproduktes erfolgt die Zuführung des Zellstoffes:

- Der in gewickelter Bahnware vorliegende Zellstoff (Holz oder Linters) wird über eine Einziehvorrichtung gezielt dem Schneidrotor aufgegeben, wobei über die Einzugsgeschwindigkeit des Rolleneinzugs die Durchsatzmenge eingestellt werden kann.
- Der als einzelne Platten vorliegende Zellstoff oder auch die bei Linters häufig vorkommende Ballenware wird vor der eigentlichen Pulverisierung mittels eines vorgeschalteten Schneidgranulators zunächst in eine Größe von ca. 20 mm vorgeschnitten und anschließend über ein pneumatisches Fördersystem zu einem Zwischensilo, oder direkt der Feinschneidmühle aufgegeben.

Endprodukt dieser speziellen Schneidmühlen ist ein Zellstoffpulver mit geringer Korngröße und möglichst hohem Schüttgewicht – der sog. Alpha-Cellulose. Diese findet Ihren Einsatz als Füll- und Verstärkungsmaterial und substituiert dabei durchaus Kunststoff- oder Glasfasern.

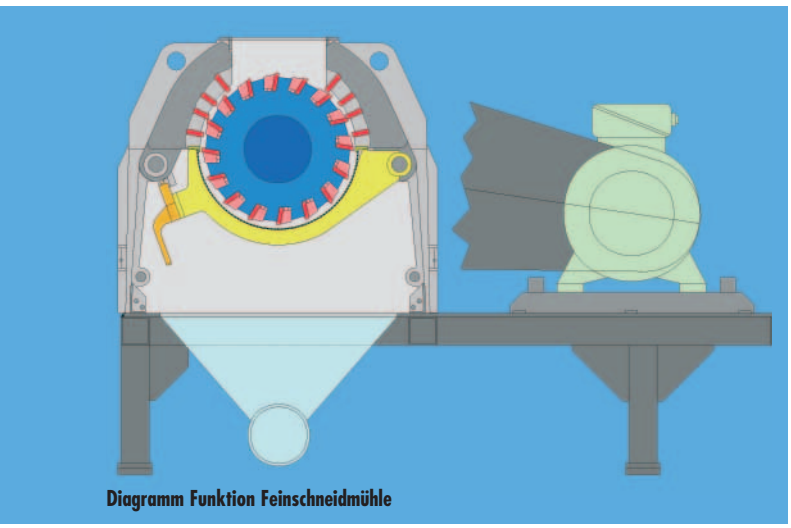

**Diagramm Funktion Feinschneidmühle**

Darüber hinaus wird bei der Herstellung von Cellulosederivaten wie z.B. CMC, MC oder HP-MC vor der chemischen Reaktion ein Zellstoffpulver mit eben dieser geringen Korngröße und hohem Schüttgewicht benötigt. Die auf den Feinschneidmühlen hergestellten Pulver sind also ebenso ein Zwischenprodukt für die weitere Celluloseverarbeitung. Solche Cellulosederivate für technische Einsatzzwecke wie auch für die Nahrungsmittelindustrie werden nach der chemischen Reaktion einer weiteren Feinvermahlung unterzogen. Das teilweise in granulatähnlicher Form vorliegende Derivat wird mittels mechanischer 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 Condux-Universalmühle der Typenreihe CUM mit oder ohne Sieb betrieben. Sieblose Ausführungen z. B. als Riffelscheibenmühle verarbeiten das Cellulosederivat in einem einmaligen Durchlauf. Die Endgröße wird durch Umfangsgeschwindigkeit und Scheibenspalt bestimmt.

Als Gebläse- oder Schlagkreuzmühle arbeitet ein rotierende Werkzeug prinzipiell gegen eine 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 Universalmühle der Baugröße CUM 680 (Rotordurchmesser 680 mm) ist z.B. eine Leistung von ca. 1.000 kg $h^{-1}$ bei Endgröße $< 0{,}8$ mm mit Gebläserotorbestückung und installierter Antriebsleistung von 75 kW möglich.

## Superfeine Qualitäten

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. Ein nachträgliche Behandlung zur Herstellung einer exakten Korngrößenfraktion ist notwendig um die gewünschten Eigenschaften des Produktes zu maximieren oder überhaupt erst zu erhalten. Eine Klassierung in feinsten Korngrößenbereichen ist dann mittels Condux-Feinstsichtern zur Erzielung einer sauberen Trennung möglich. Sowohl die Abtrennung von unerwünschtem Grobkorn als auch die deutliche Reduzierung von Feingut (Entstaubung) sind hier gleichermaßen typische Aufgabenstellungen für Windsichter.

In diesen Maschinen wird mit Hilfe eines Trägergases und eines rotierenden Sichterrades aus einem Aufgabemassenstrom ein Feingut- und ein Grobgutmassenstrom erzeugt. Die Dispergierung erfolgt am unteren Ende des Apparates durch Luft die durch ein Spiralgehäuse und eine Schaufelkranz unter hoher Geschwindigkeit in den Sichter einströmt. Die je nach gewünschter Feinheitsqualität stufenlos regelbare Sichterraddrehzahl sorgt für einstellbare saubere Produktklassierung. Mit einem Condux-Feinstsichter der Baugröße CFS 510 wird z.B. ein zuvor gemahlenes Cellulosederivat gesichtet mit dem Ziel der Grobgutabtrennung. Endprodukt ist ein Derivatpulver mit einer Korngröße d97 200 µm bei einer Aufgabemenge von 1.250 kg $h^{-1}$.

Die Produktgruppe der Cellulosederivate unterteilt sich über die Art der chemischen Behandlung in Zelluloseacetate, Zelluloseäther und Zelluloseester. 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.

## Der Verdickereffekt

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.

Condux-Universalmühle CUM 680

Condux-Feinschneidmühle CS 500/1000

## Cellulose

Cellulose, auch Zellstoff genannt. ist von großer technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Diese Naturfasern werden vielfältig genutzt . Angefangen beim kleinen Zigarettenfilter über Acetatfasern bis hin zu Tischtennisbällen haben wir es oft mit Cellulose oder ihren Derivaten zu tun. Das Polysaccharid Cellulose ist eine weiße, in Wasser unlösliche Substanz, die in Baumwolle fast rein (zu 95 %) vorkommt hauptsächlich aber aus Holz gewonnen wird, weil dieses sich von allen Cellulose-lieferanten am einfachsten kultivieren und verarbeiten lässt. Die verwendeten Holzarten enthalten deutlich weniger Cellulose (z.B. Kiefernholz 44 %; Fichtenholz 57,8 %; Buche 53,5 %; Pappelholz 50 %). Die Cellulosegewinnung ist insgesamt ein aufwändiges Verfahren. Eine ganze Reihe mechanischer und chemischer Schritte sind notwendig, um Cellulose zunächst von den natürlichen Begleitstoffen zu trennen und anschließend chemisch so sauber aufzubereiten, dass sie für die Weiterverarbeitung geeignet ist. Um die wichtigsten Begleitstoffe, Lignine und Hemicellulosen, zu entfernen, gibt es verschiedene Verfahrenswege, die sich nach der eingesetzten Holzart sowie dem vorgesehenen Zweck der gewonnenen Cellulose richten.
Mittels des sauren Aufschlussverfahrens (Sulfitverfahren, Bisulfitverfahren) oder alkalischen Aufschlussverfahrens (Sodaverfahren + Sulfatverfahren) wird die enthaltene Cellulose abgetrennt und der Ligninanteil bis auf 2,5 % reduziert; anschließend erfolgt eine Bleiche unter Verwendung von Chlor oder Sauerstoff. Der hieraus anfallende Zellstoff besteht in allen Fällen nicht aus reiner Cellulose. Im Gegensatz zu Baumwollcellulose sind noch einige Prozent niedermolekularer Polyosen enthalten. Außerdem sind nicht nur Hydroxylgruppen, sondern stets auch Carbonyl- und Carboxylgruppen an der Cellulose zu finden. Die gewonnenen Zellstofffasern sind am Ende der Prozedur ca. 1–3 mm lang und werden zu Platten oder auf Rollen gewickelter Bahnenware verpreßt. Die aus Baumwolle gewonnene Linters-Cellulose wird außerdem häufig in Ballenware verarbeitet.

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. Tablettensprengmittel. Die CMC quillt enorm auf und zerteilt dabei die Tablette.

Durch die Veresterung von Cellulose mit Salpetersäure und Schwefelsäure entstehen verschiedene brennbare, explosive Verbindungen, die als Nitrocellulosen (NC) bekannt sind. Für die hier 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 Condux-Hammermühle möglich. Hierbei bildet ein mit pendelnd aufgehängten Flachstahlschlägern bestückter Rotor das Herzstück dieser Maschine. Die mittels einem speziellen Rolleneinzug kontinuierlich zugeführte Zellstoff-Bahnware wird oberhalb dem rotierenden Schlägerwerk zugeführt, von den rotierenden Schlägern erfaßt und gegen Mahlbahnen und Siebe oder Spaltroste geschleudert. Hierbei erfolgt eine stippen- bzw. knotenfrei Auffaserung des Zellstoffmaterials.

Mit einer Antriebsleistung von 90 kW kann so mit einer Condux-Hammermühle der Größe CHM 100/120-L1-EV bei einem Rotordurchmesser von 1000 mm und einer Arbeitsbreite von 1200 mm ein Massendurchsatz von 1.000 kg $h^{-1}$ erzielt werden.

Für die anschließende kontinuierliche Nitrierung dieses Zellstoffs wird ein horizontaler Zahnscheibenmischer eingesetzt. Der zuvor aufgefaserte Zellstoff wird unter gleichzeitiger Zugabe von Wasser und Säure innerhalb dieses Zahnscheibenmischers Typ CHZM 10/100/N4 mit einem Scheibendurchmesser von 1.000 mm kontinuierlich benetzt und homogenisiert. Dies wird durch Reibung und Scherwirkung zwischen einer feststehenden und einer rotierenden Zahnmahlscheibe erreicht. Eine Regulierung erfolgt, auch während des Betriebes, durch Spaltverstellung d. h. den Abstand der beiden Mahlscheiben zueinander. Mit einer installierten Antriebsleistung von 90 kW können in einer Stunde ca. 1.100 kg trockener Zellstoff verarbeitet werden.

Je nach Stickstoffgehalt unterscheidet man mehrere Cellulosenitrate: Kollodiumwolle wird als Bindemittel für Lacke und zur Herstellung von Celluloid verwendet. Die Schießwolle mit einem geringfügig höheren Stickstoffgehalt dient für Explosivstoffe.

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.

**Thomas Schneider ist zuständig für Werbung und Marketing, Wolfgang Rohmann ist Produktmanager Zellstoff.**

**Netzsch-Condux Mahltechnik**
**Rodenbacher Chaussee 1**
**63457 Hanau**
**Tel.: 06181/506-01**
**Fax: 06181/571270**
**info@ncx.netzsch.com**
**thomas.schneider@ncx.netzsch.com**
**wolfgang.rohmann@ncx.netzsch.com**