



Stoffaufbereitung Division:

„Low Intensity Refining“ von Kurzfasern und Deinkingstoff mit einer neuen Garniturengeneration



Der Autor:
Ronald Sigl,
Stoffaufbereitung
Division

Die Mahlung nimmt sowohl innerhalb der Stoffaufbereitung als auch im gesamten Prozeß der Papiererzeugung eine bedeutende Stellung ein. Neben der Rohstoffauswahl hat sie den größten Einfluß auf die Produktqualität. Diese wichtige Position im Produktionsprozeß erfordert, mit dem richtigen Material – d.h. mit der optimalen Maschine, ausgerüstet mit den optimalen Garnituren und unter optimalen Betriebsbedingungen, zu arbeiten.

Dieser Artikel beschreibt die Mahlung verschiedener Kurzfasern (Eukalyptus, Birke und Mixed Tropical Hardwood MTH) sowie Deinkingstoff (DIP) unter Einsatz einer neuen Garniturengeneration. Dieser neue Typ hat schmalere Messer- und Nutbreiten, resultierend

in höherer Kantenlänge (CEL = Cutting Edge Length).

Um die wachsenden Ansprüche für die Mahlung unter niedrigen Mahlintensitäten zu erfüllen, sichert das neue Scheibendesign eine Reduzierung der spezifischen Kantenbelastung (SEL = Specific Edge Load) und der Leerlaufleistung, und ermöglicht somit die Mahlung mit niedriger Intensität. Dadurch entstehen für den Papiermacher klare Vorteile wie höhere Maschinenwirkungsgrade, niedriger Energiebedarf und verbesserte Papierqualitäten.

Warum „low intensity refining“?

Ein Überblick über den Zellstoff- und Rohstoffmarkt der Papierindustrie zeigt, daß die Nachfrage für Papier und Karton in Zukunft weiter steigen wird. Den größ-

ten Zuwachs wird es bei recycelten Fasern geben, während der Anstieg bei Primärfaserstoffen sich auf den Zuwachs von Kurzfasern stützt, und hier insbesondere auf schnell wachsende Qualitäten aus Plantagen in Asien. Die Anforderungen der Papierindustrie sind für diese Entwicklung verantwortlich. Tatsache ist, daß immer mehr Kurzfasern nicht nur wegen ihrer guten optischen Eigenschaften (hohe Opazität) und ihrer Oberflächeneigenschaften (gute Bedruckbarkeit), sondern auch wegen ihrer niedrigen Preise eingesetzt werden. Mit diesem steigenden Einsatz von Kurzfasern nimmt auch die Bedeutung der Mahlung dementsprechend zu. Heutzutage können Kurzfasern hohe Festigkeiten erreichen, dazu ist es aber notwendig, das best mögliche Ergebnis aus dem Rohstoff herauszuarbeiten. Aufgrund dieser erreichten Festigkeitswerte kann der Anteil an teuren Langfasern in Papierprodukten herabgesetzt werden. Um mit dieser Art von Rohstoff optimale Ergebnisse zu erzielen, müssen die Mahlbedingungen modifiziert werden.

Kurzfasern (Laubholz) haben kürzere und dünnere Fasern als Langfasern (Nadelholz) und ihre Mahlresistenz ist viel niedriger. Sekundärfasern haben gleichermaßen eine relativ geringe Mahlresistenz, da ein großer Teil der Fasern bereits schon einmal gemahlen wurde. Aus diesem Grund sollten Kurzfasern und Sekundärfasern sehr schonend gemahlen werden. Eine Mahlung mit niedriger Intensität, sprich mit niedrigen spezifischen Kantenbelastungen, ist daher erforderlich. Die eingebrachte Mahlenergie sollte ebenfalls sehr

gering sein. Diese Bedingungen sichern das optimale Herausarbeiten des papertechnologischen Potentials der Fasern, vorzugsweise die Fasern so wenig wie möglich, am besten aber gar nicht, zu kürzen.

Was bedeutet „low intensity refining“?

Das technologische und energetische Mahlergebnis wird durch die Intensität und Häufigkeit der Faserbehandlung beeinflusst. Der Behandlungszustand der Fasern wird am besten durch die Kenngröße „spezifische Arbeit“ beschrieben, welche den Energiebedarf der Mahlung je Tonne Faserstoff für das gewünschte Ergebnis angibt. Sie ist der Quotient aus Mahlleistung und Massenstrom und kann als das Produkt aus Intensität und Häufigkeit der Faserbehandlung aufgefaßt werden.

Die spezifische Arbeit allein reicht aber nicht aus, um den Mahlprozeß exakt zu beschreiben oder das Ergebnis vorherzusagen. Aus diesem Grund wurden Kennzahlen erarbeitet, die zusätzlich die Intensität oder die Häufigkeit der Mahlung ausdrücken.

Als weltweit anerkannte Messung für die Mahlintensität gilt die spezifische Kantenbelastung SEL nach Brecht und Siewert. Sie ist der Quotient aus reiner Mahlleistung und der sekundlichen Kantenlänge CEL. Die reine Mahlleistung selbst ist die Differenz aus gesamter Mahlleistung und Pumpleistung (Leerlaufleistung in Wasser). Die CEL ist das Produkt aus der Anzahl der Rotor- und Statormesser, der Messerlänge und der Refinerdrehzahl.

Je höher die SEL, desto mehr Fasern werden gekürzt, während eine niedrigere

Belastung einen verstärkten fibrillierenden Effekt hat.

Um die Mahlung unter niedrigen Belastungen durchzuführen, stehen zwei Möglichkeiten zur Auswahl:

- Reduzierung der Mahlleistung
- Erhöhung der Kantenlänge.

Die Reduzierung der Mahlleistung führt zu einer geringeren Auslastung des Refiners bei gleicher Leerlaufleistung, so daß mehr Maschinen notwendig werden, um ein vorgegebenes Mahlergebnis zu erzielen. Um die Effektivität zu erhöhen, ist mehr Kantenlänge erforderlich, und dies kann durch schmalere Messerbreiten und/oder schmalere Nutbreiten realisiert werden.

Anforderungen an die Garnitur

Die Messer- und Nutbreite sollte so schmal wie möglich sein. Aufgrund von Beschränkungen in der Materialfestigkeit sowie um eine erhöhte Faserkürzung zu vermeiden, kann die Messerbreite nur bis zu einem bestimmten Wert reduziert werden. Gleichermaßen gilt dies auch für die Messerhöhe. Je niedriger jedoch die Messerhöhe, desto schmaler kann die Messerbreite ausfallen. Ein weiterer Vorteil niedriger Messerhöhen ist die geringere Leerlaufleistung. Allerdings muß die Messerhöhe ausreichend hoch sein, um den geforderten Durchfluß und eine adequate Lebensdauer zu erreichen. Dies ist im besonderen wichtig, da Sekundärfasern aufgrund ihres Füllstoffanteils abrasiver sind als Frischfasern. Um das Risiko der Verstopfung zu vermeiden, darf die Nutbreite nicht unter ein bestimmtes Minimum reduziert werden.

Abb. 1: TwinFlo E Refiner.

Abb. 2: Schnittzeichnung durch einen TwinFlo E Refiner.

Abb. 3: Mahlanlage im Forschungs- und Technologiezentrum der Voith Sulzer Stoffaufbereitung.

Refiner: industrielle Baugröße, Mahlung bei 4-5 % Stoffdichte, Stoffmenge pro Versuch 250 kg otro, Durchfluß 360-2100 l/min, Wechselbütenbetrieb, Auflösung: Frischwasser, 30-35 °C.

In allen Fällen muß die Kantenlänge so hoch wie möglich sein, um das Verhältnis Leerlaufleistung zu gesamter Mahlleistung bei niedrigen Kantenbelastungen so niedrig wie möglich zu halten und somit den Wirkungsgrad zu verbessern.

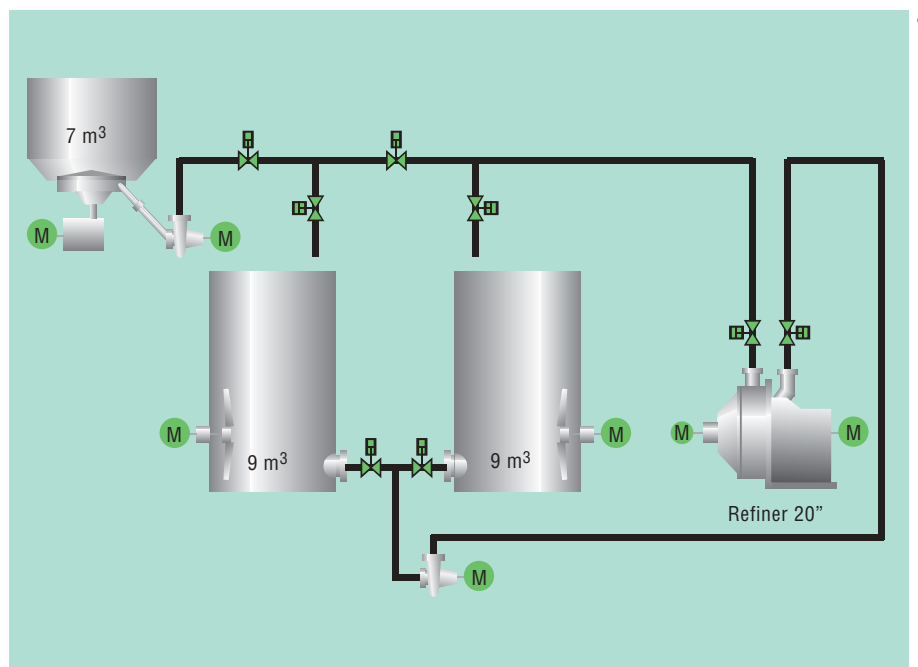
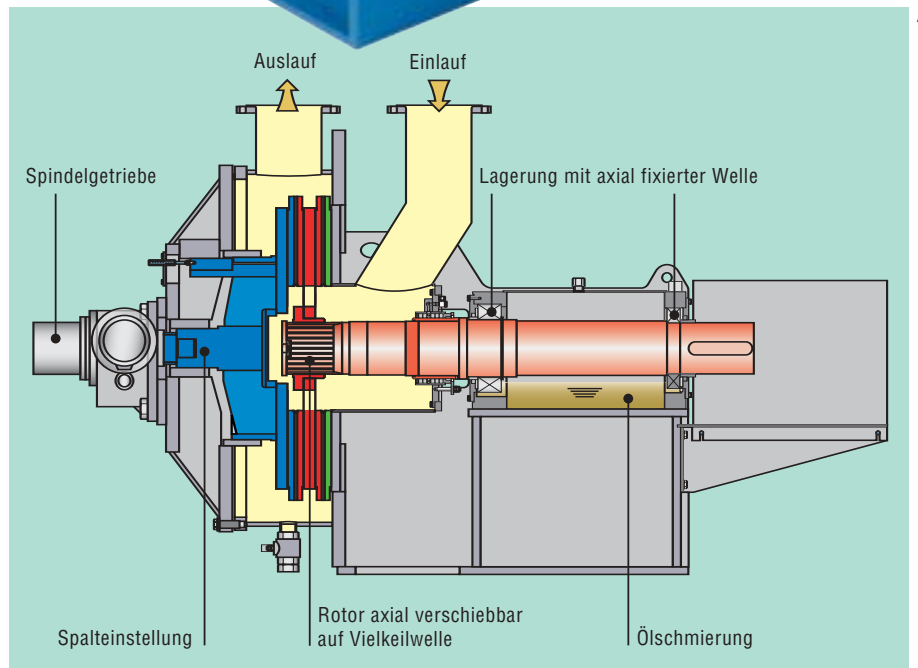
Versuchsbedingungen

Ausgiebige Versuchsreihen mit verschiedenen Garnituren (Messer- und Nutbreiten, Schnittwinkel) sowie einer Vielzahl von spezifischen Kantenbelastungen wurden im Forschungs- und Technologiezentrum der Voith Sulzer Stoffaufbereitung durchgeführt. Das Ziel der Versuche war, die optimalen Betriebsparameter für unterschiedliche Rohstoffe zum Erhalt bester technologischer Eigenschaften herauszuarbeiten. Die hier präsentierten Ergebnisse fassen die signifikantesten Resultate der zahlreichen Versuche zusammen. Abb. 3 zeigt die Mahlanlage und die Versuchsbedingungen.

Der Doppelscheibenrefiner TwinFlo E

Abb. 1 und 2 zeigen den neuen Voith Sulzer Doppelscheibenrefiner TwinFlo E. Es stehen fünf verschiedene Baugrößen mit jeweils bis zu vier verschiedenen Garniturdurchmessern zur Verfügung. Die installierte Motorleistung beträgt bis zu 3000 kW.

Der in die Maschine eintretende Stoff wird sofort zwischen den beiden Mahlspalten verteilt. Der Rotor zentriert aufgrund hydraulischer Kräfte und dank der freien axialen Beweglichkeit auf der Vielkeilwelle von selbst. Die Konstruktion sichert eine absolute Parallelität der Mahlgarnituren und hat somit eine hohe Effektivität und eine homogene Faserbehandlung zur Folge. Um den Mahlspalt



einustellen, wird der Statoraufnehmer mittels einer elektromechanischen Verstelleinrichtung in axialer Richtung verschoben. Damit wird die Leistungsaufnahme entsprechend beeinflusst. Im Falle eines plötzlichen Stoffausfalls, arbeitet diese Verstelleinrichtung als Schnellentlastung. Die integrierte Wechseleinrichtung sichert einen schnellen und einfachen Wechsel der Mahlgarnituren.

Ergebnisse

Schnittwinkel

Eukalyptus/Birke: Für die Mahlung dieser Kurzfasierzellstoffe werden mit einem Schnittwinkel von 40° bessere Ergebnisse erzielt als mit einer 60°-Garnitur. Beispielsweise wird bei Birke eine gegebene Zugfestigkeit von 70 Nm/g bereits bei einem deutlich niedrigeren Schopper-Riegler erreicht (28 SR mit 40° und 33 SR mit 60° Schnittwinkel), welches wiederum zu einer Energieeinsparung von 30 kWh/t bzw. 14 % führt (Abb. 4).

Mixed Tropical Hardwood (MTH)/

Deinkingstoff (DIP): Im Gegensatz zu Eukalyptus und Birke verhalten sich diese Rohstoffe in Hinblick auf die Festigkeitscharakteristik anders. Die höchsten Zuwächse werden mit einem Schnittwinkel von 60° gewonnen. Desweiteren ist die Mahlung des MTH und DIP mit einem Schnittwinkel von 60° viel wirtschaftlicher durchzuführen.

Eine andere wichtige Komponente von Kurzfasierzellstoffen sind die Gefäßzellen. Sie sind oft der Grund für Fehlstellen in Offsetdruckpapieren, bekannt als Gefäßzellenausbrüche (englisch: vessel picking). Gefäßzellen sind sehr flach, flexibel und ungefähr 0,5 bis 1,0 mm lang. Diese

Flexibilität führt dazu, daß sie sich fast gar nicht fraktionieren lassen und nur sehr schwer zu zerkleinern sind. Während des Druckvorgangs besteht die Gefahr, daß Gefäßzellen aus dem Papierblatt herausgerissen werden. Sie belegen dann das Gummituch in der Offset-Druckmaschine und verursachen Fehler in der Druckbildwiedergabe. Aber es gibt eine Möglichkeit, die Gefäßzellenausbrüche zu minimieren. Mit geeigneten Mahlgarnituren kann die Z-Festigkeit des Papiers derart erhöht werden, daß die Gefäßzellen in der Papierebene gehalten und nicht mehr herausgerissen werden. Die Mahlung auf 40 bis 50 SR und mit Schnittwinkeln von 60° führte hierbei zu hervorragenden Ergebnissen.

Messerbreite

Die Reduzierung der Messerbreite von 3 auf 2 mm führt zu geringfügig schlechteren Zugfestigkeitswerten, der Kürzungseffekt mit schmälere Messerbreiten ist etwas höher. Mit breiteren Messern ist aber ein deutlich höherer Energieverbrauch aufzuwenden, um ein bestimmtes Mahlergebnis bzw. Festigkeitsniveau zu erreichen. Im Vergleich zum Schnittwinkel wird die Entwicklung der Zugfestigkeit durch die Variation der Messerbreite sehr viel geringer beeinflusst. Garnituren mit 2 mm Messerbreite und 40° Schnittwinkel resultieren z.B. für Eukalyptus und Birke in höheren Festigkeitseigenschaften als 3 mm/60°-Garnituren.

Spezifische Kantenbelastung

Eukalyptus/Birke: Mit geringerer Mahlintensität ist der Anstieg an Zugfestigkeit größer (Abb. 5). Die höhere Kantenbelastung von 1,2 J/m resultiert zu Beginn der Mahlung in einem etwas schnelleren

Anstieg der Zugfestigkeit für Birke, aber ab einem bestimmten Punkt ist kein weiterer Anstieg zu verzeichnen. Dieser Stillstand der Festigkeitsentwicklung (oder auch anderer Eigenschaften) bezeichnet man als sogenannte Überbelastung, d.h. eine Überschreitung der Grenzkantenbelastung. Bei Eukalyptus ist eine SEL von 1,2 J/m schon zu Beginn der Mahlung zu hoch und die Festigkeitsentwicklung sehr viel schlechter. Die Wirtschaftlichkeit bei geringen Kantenbelastungen ist somit viel besser.

Deinkingstoff: Je niedriger die Kantenbelastung, desto höhere Zugfestigkeiten sind zu erreichen (Abb. 6). Unter Berücksichtigung der spezifischen Arbeit ist bis zu einem Energieeintrag von 50 kWh/t kein wirklicher Unterschied an Zugfestigkeit zu erkennen. Mit fortschreitender Mahlung jedoch führen höhere Intensitäten zu höheren SR-Werten, um gleiche Festigkeiten zu erreichen. Das Ergebnis ist ein reduziertes Entwässerungsvermögen und somit eine verringerte Papiermaschinenkapazität. Für die hohe Intensität (1,5 J/m) zeigt die Entwicklung der Zugfestigkeit über der spezifischen Arbeit die Tendenz zur Überlastung. Die Mahlung von DIP mit Kantenbelastungen von größer 1,0 J/m ist somit unwirtschaftlich und führt zu geringeren Festigkeitseigenschaften.

Für die Entwicklung des Durchreißwiderstands gilt ähnliches. Die geringst mögliche spezifische Kantenbelastung ist die optimale Einstellung. Hier kann der Durchreißwiderstand während der Mahlung gehalten werden und nimmt bei höherem Energieeintrag nur geringfügig ab, während bei einer Kantenbelastung

Abb. 4: Einfluß des Schnittwinkels auf die Zugfestigkeit bei Kurzfasierzellstoffen.
Doppelscheibenrefiner, 20°, Messerbreite 2 mm
Spezifische Kantenbelastung: 0,6 J/m
Rohstoff

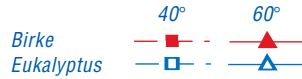


Abb. 5: Einfluß der spezifischen Kantenbelastung auf die Zugfestigkeit von Kurzfasierzellstoffen.
Doppelscheibenrefiner, 20°, Messerbreite 2 mm
Schnittwinkel: 40°
Rohstoff



Abb. 6: Einfluß der spezifischen Kantenbelastung auf die Zugfestigkeit von Deinkingstoff.
Doppelscheibenrefiner, 20°, Messerbreite 2 mm
Schnittwinkel 60°
Rohstoff 50 % Zeitungen / 50 % Illustrierte
Spezifische Kantenbelastung [J/m]



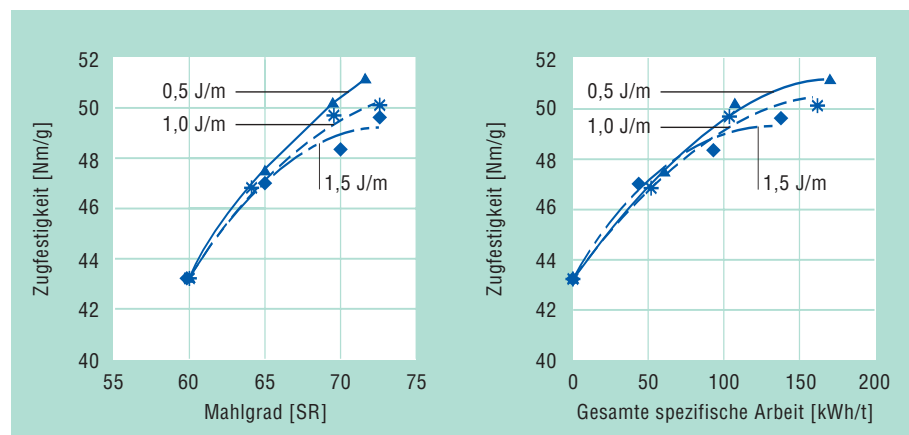
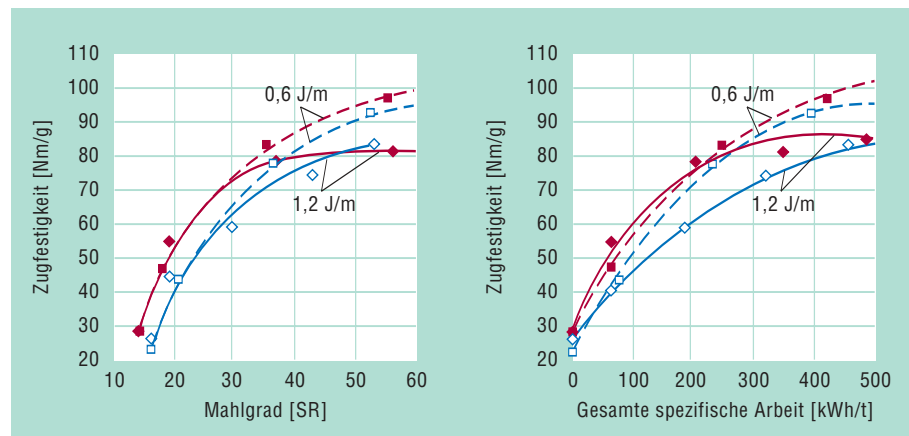
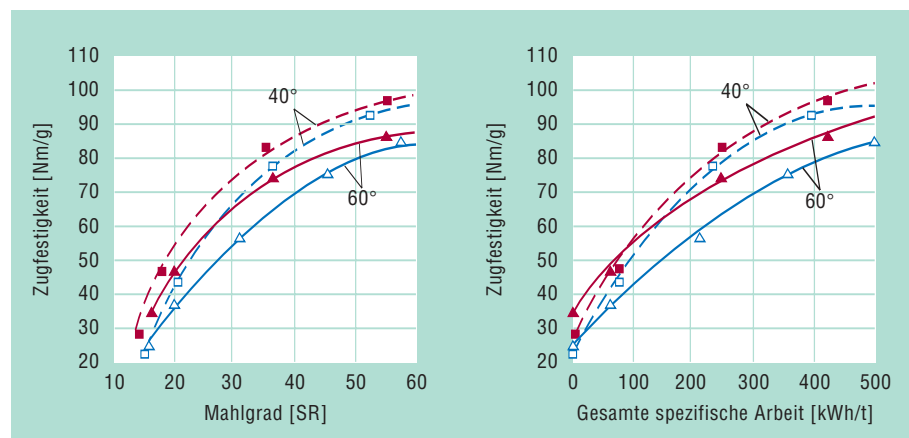
von 1,5 J/m dieser Wert sofort abnimmt. Der Vorteil eines hohen Durchreißwiderstands ist eine bessere Runnability auf der Papiermaschine und weiteren Verarbeitungs- und Druckmaschinen.

Schlußfolgerungen

Mit optimalen Mahlwerkzeugen ist es kein Problem, die Anforderungen der Papierindustrie in bezug auf die Mahlung von geringfügig mahlresistenten Faserstoffen zu erfüllen. Der Refiner sollte unter „low intensity“-Bedingungen, d.h. mit niedrigen Kantenbelastungen von kleiner 1,0 J/m betrieben werden und die eingesetzten Garnituren sollten eine hohe Kantenlänge aufweisen. Der jeweils optimale Schnittwinkel ist vom eingesetzten Rohstoff abhängig, und sollte nach Möglichkeit zuvor in Versuchen herausgearbeitet werden. Solche Mahlversuche können im Forschungs- und Technologiezentrum der Voith Sulzer Stoffaufbereitung durchgeführt werden.

Eukalyptus- und Birkenzellstoff zum Beispiel benötigen einen Schnittwinkel von 40°, während Mixed Tropical Hardwood und Deinkingstoff mit einem höheren Schnittwinkel von 60° gemahlen werden sollen. Der Einfluß des Schnittwinkels auf die Entwicklung von Festigkeitseigenschaften ist sehr viel höher als die Messerbreite. Das Endergebnis sind optimale Festigkeiten und optische Eigenschaften, ein höherer Maschinenwirkungsgrad sowie niedrigere spezifische Energieeinträge.

Für weitere Details siehe
Voith Sulzer Stoffaufbereitungsprospekt
st.SD.09.0007.D.01



4

5

6