

## Energieeffizienter HM-Rotor – die energiesparende Lösung für Zellstoffballen- Auflöser



**Jerry Aue**

Energie-Ingenieur, Forstprodukte,  
„Focus on Energy“  
Aue Energy Consulting  
Plover, Wisconsin, USA  
jaue@charter.net



**Bill Fineran**

Voith Paper Inc., Appleton, USA  
bill.fineran@voith.com

In einem durch das Programm „Focus on Energy“ und den staatlichen Versorgungsbetrieb des US-Bundesstaates Wisconsin geförderten Forschungsprojekt wurden kürzlich die Leistung und das Energieeinsparpotenzial des von Voith konstruierten HM-Rotors in einem Zellstoffauflöser der Papierfabrik Wausau Paper in Rhineland im US-Bundesstaat Wisconsin ermittelt.

Wausau Paper ist ein führender Hersteller von Schreib- und Druckfeinpapieren, technischen Spezialpapieren sowie Hygienepapieren. Am Standort Rhineland werden auf drei Papiermaschinen druckempfindliche und Barriere-Papiere hergestellt.

### Einleitung

Die Rentabilität von Papierfabriken wird heute durch zahlreiche wirtschaftliche Faktoren beeinflusst. Steigende Energiekosten üben erheblichen Druck aus. Darüber hinaus sind Papierfabriken, die keine integrierte Zellstofffabrik haben und ihre Rohstoffe auf dem freien Markt einkaufen müssen, den starken Schwankungen der Rohstoffpreise ausgeliefert.

Voith entwickelt Maschinen und Lösungen, die Papierfabriken helfen, ihre steigenden Betriebskosten durch Prozessverbesserungen auszugleichen. Viele Fabriken kaufen ihre Rohstoffe in Form getrockneter Zellstoffballen ein. Diese Ballen müssen im Wasser zerkleinert und aufgelöst werden, um eine Zellstofffasersuspension herstellen zu können, mit der dann, nach entsprechender Aufbereitung, die Papiermaschinen beschickt werden. Der Stoffauflöser, in dem die Zellstoffballen in Wasser aufgelöst werden, ist, vereinfacht ausgedrückt, ein großer Wassertank, an

dessen Innenboden sich eine Mischvorrichtung, ein sogenannter Rotor, befindet. Der angetriebene Rotor vermischt das Fasermaterial mit dem Wasser, um die Fasern voneinander zu lösen. In der Regel laufen in einer Papierfabrik mehrere Stoffauflöser rund um die Uhr.

Die Konstruktion der Stoffauflöser-Rotorflügel ist ein Bereich, in dem Voith Potenzial zur Kostensenkung in Papierfabriken erkannt hat. Die Flügel des energiesparenden HM-Rotors (Abb. 1) besitzen eine hohe, nach hinten geschweifte Form. Diese Rotorkonstruktion wurde von Voith gewählt, um in Fasersuspensionen mit möglichst geringem Energieaufwand möglichst wirkungsvolle Turbulenzen mit maximalem Rotor-Faser-Kontakt zu erzielen. Der HM-Rotor ist als Austauschteil für Stoffauflöser-Rotoren in Nordamerika konzipiert.

Wausau Paper hatte den Einbau eines HM-Rotors in einen ihrer Stoffauflöser in Betracht gezogen und beauftragte Focus on Energy mit der Messung der Energieeinsparung durch Vergleichstests des HM-Rotors mit einem konventionellen Rotor im gleichen Stoffauflöser.

Focus on Energy ist eine öffentlich-rechtlich/privatwirtschaftliche Partnerschaft, die Dienstleistungen zur Unterstützung



des Einsatzes energieeffizienter Technologien und erneuerbarer Energiequellen sowie zur Förderung des Umweltschutzes und nachhaltiger Energienutzung anbietet. Zu den Dienstleistungen zählen Standortbegutachtungen, Unterstützung von Projektevaluierungen, Messung und Auswertung von Einsparpotenzialen, Finanzierungshilfen für unterfinanzierte Projekte, Schulungen, Hilfsmittel für das Energiemanagement sowie die Vermittlung von Gutachtern.

### Testbedingungen in der Papierfabrik

Das Programm Focus on Energy übernahm einen Teil der Kosten, die mit der Ermittlung des Einsparpotenzials verbunden waren. Der Versorgungsbetrieb des Staates Wisconsin (Wisconsin Public Service Corporation), als lokal zuständiges Elektrizitätswerk, übernahm die Messung des Stromverbrauchs. Voith und Wausau Paper führten die Analysetests zur Zerkleinerungsleistung, Entwässerungseigenschaft und Faserqualität sowie weitere Tests durch.

Wausau Paper beschickt seinen Prozess mit einer Mischung aus 50% Laubholz- und 50% Nadelholz-Zellstoff. Die Mischung besteht also aus 100% Frischzellstoff in Form getrockneter Ballen.

Die Papierfabrik verwendete in sämtlichen Tests der Versuchsreihe die gleiche Stoffeintragsrezeptur und achtete sorgfältig darauf, dass der Stoffauflöser durchgehend unter gleichen Betriebsbedingungen eingesetzt wurde (Füllmenge, Temperatur und Stoffkonsistenz).

Der vorhandene Voith-Stoffauflöser war 1992 im Werk Rhinelander installiert worden und wurde bislang mit einem HOG-Rotor betrieben, der im Folgenden zu Vergleichszwecken als „konventioneller Rotor“ bezeichnet wird.

Für diesen Test wurde ein fabrikneuer HOG-Rotor verwendet. Der Stoffauflöser wird mit Einzelchargen beschickt und ist für eine Produktionsleistung von ca. 3,6 t pro Charge ausgelegt. Die Auflösezeit beträgt 15 Minuten.

**Abb. 1:** Der energiesparende HM-Rotor.

**Abb. 2:** Ergebnisse der Stromverbrauchsmessungen über 6 Tage – Vergleich konventioneller Rotor mit HM-Rotor.

**Abb. 3:** Konstante Senkung des Energieverbrauchs über den gesamten Auflösezyklus. Stoffeintrag: 50% Laubholz-Faserstoff, 50% Nadelholz-Faserstoff, gebleicht.

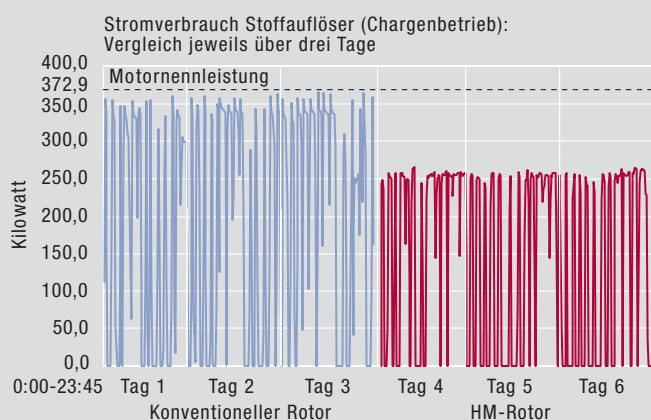
### Testablauf

Mitarbeiter von Wausau Paper, Voith, Wisconsin Public Service sowie Focus on Energy stellten gemeinsam einen Testplan auf. Ziel der Versuchsreihe war der Nachweis einer effizienten Zerkleinerung (100 % Zerkleinerung innerhalb eines Arbeitszyklus) mit dem neuen Rotor ohne Beeinträchtigung der Faserqualität sowie die Messung der Energieverbrauchsunterschiede zwischen beiden Rotoren.

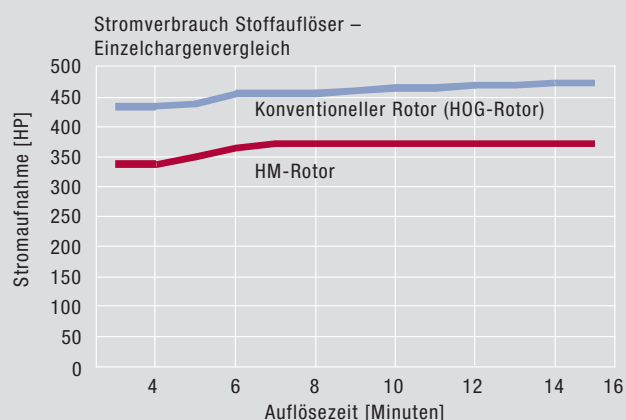
Im Rahmen der Rotorbeurteilung wurden die Bedingungen im Stoffauflöser und die Einhaltung des richtigen Abstands zwischen Rotor und Siebblech überprüft. Der Stromverbrauch wurde während des Testzeitraums gemessen. Die Aufzeichnung der Rotorleistung (kW) erfolgte in Abständen von 15 Minuten.

Darüber hinaus wurde die Stromaufnahme des Motors während der gesamten Stoffauflösezeit gemessen. Stoffproben wurden jeweils 4, 6, 10 und 15 Minuten nach Zyklusbeginn aus dem Auflöser entnommen.

2



3



**Abb. 4:** Identische Zerfaserungseigenschaften bei beiden Rotortypen.  
Stoffeintrag: 50% Laubholz-Faserstoff, 50% Nadelholz-Faserstoff, gebleicht.

**Abb. 5:** Energiesparender HM-Rotor – Übersicht.

Alle Proben wurden nach zwei verschiedenen Methoden auf den Zerfaserungsgrad geprüft. Im ersten Verfahren wurde eine verdünnte Probe auf blaues Glas gegossen. Dem unzerfaserten Material auf dem Glas wurde anhand des Voith Speck Index (VSI) der Zerfaserungsgrad zugeordnet.

Im zweiten Verfahren wurden von allen Proben Musterblätter angefertigt. Das auf den getrockneten Blättern sichtbare unzerfaserte Material wurde dem Zerfaserungsgrad gemäß VSI zugeordnet. Die Zerfaserungsindex- und Konsistenzprüfungen wurden an allen Stoffauflöserchargen der Versuchsreihe durchgeführt. Zur Feststellung der Auswirkungen des Rotors auf die Zellstofffasern wurden an den jeweils nach 15 Minuten genommenen Suspensionsproben im Labor von Voith in Appleton/Wisconsin die Entwässerungseigenschaft sowie die Faserlängenverteilung ermittelt.

## Ergebnisse

Die Messungen des Abstands zwischen den Rotorflügeln und des Siebbleches ergaben, dass die von Voith für alle Test-

bedingungen festgelegten Toleranzen eingehalten wurden. **Abb. 2** gibt die Ergebnisse der über sechs Tage durchgeführten Stromverbrauchsmessungen wieder und vergleicht den konventionellen Rotor mit dem HM-Rotor. **Abb. 3** stellt die Stromaufnahmemessergebnisse dar, die für jede verarbeitete Stoffauflösercharge ermittelt wurden. Aus den beiden **Abb. 2 und 3** ergibt sich, dass der durchschnittliche Energiebedarf nach Einbau des HM-Rotors konstant um ca. 25 % niedriger lag. Der Spitzenenergieverbrauch je Stoffauflösercharge wurde um 28 % verringert.

Aus **Abb. 4** ist zu ersehen, dass der HM-Rotor die gleichen Zerfaserungseigenschaften aufwies wie der konventionelle Rotor. Der Vergleich der Testergebnisse für die Entwässerungseigenschaft und die Faserlängenverteilung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den mit dem konventionellen Rotor und den mit dem HM-Rotor verarbeiteten Chargen.

## Fazit

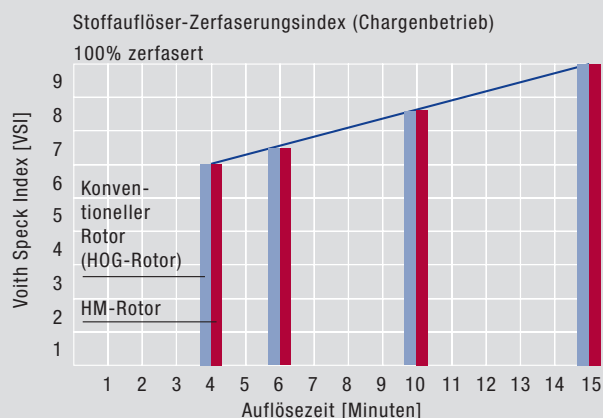
Der HM-Rotor verbrauchte zur Zerfaserung identischer Chargen unter vergleich-

baren Prozessbedingungen 25 % weniger Energie als ein konventioneller Rotor. Diese Energieeinsparung bedeutete für die Papierfabrik eine Kostenreduzierung von US \$ 28.000 pro Jahr (**Abb. 5**). Der HM-Rotor löste den Stoffeintrag ebenso gut auf wie der konventionelle Rotor, ohne die Faserqualität zu beeinträchtigen. In diesem Projekt, das teilweise mit Mitteln des Programms Focus on Energy und des Versorgungsbetriebs des US-Bundesstaates Wisconsin finanziert wurde, konnte der Nachweis erbracht werden, dass durch den Einsatz des HM-Rotors Energiekosten in den Papierfabriken eingespart und damit die Betriebskosten erheblich gesenkt werden können.

## Danksagung

Das Programm Focus on Energy, die Wisconsin Public Service Corporation, Voith und die Autoren danken Wausau Paper für die Genehmigung zur Veröffentlichung dieses Artikels. Unser Dank gebührt auch Tim Hasbargen, Leiter der Abteilung Engineering, Utilities and Environmental bei Wausau Paper, für seine Unterstützung dieses Projekts.

4



## Übersicht der Energieeinsparung: Stoffauflöser (Chargenbetrieb)

5

	Konventioneller Rotor	HM-Rotor
Spitzenverbrauch [kW]	368	265
Mittl. Verbrauch [kW]	336	259
Chargenzyklus: Füllen, Zerfasern, Entleeren		
Motorbetrieb [Std./Tag]	20,8	20,8
kWh/Tag	6.989	5.387
kWh/Jahr [350 Tage]	2.446.150	1.885.450
Einsparung kWh/Jahr		560.700
<b>Kostensparnis [USD]</b>		<b>28.035</b>
Energiepreis: USD 0,05/kWh		