

Papiermacher werden aktiv

## Kalenderwalzen-Barring

**Barring in Kalandern ist ein sehr altes Thema. Doch die Entwicklungstätigkeiten zu diesem Schwingungsphänomen haben zugenommen. Jetzt gibt es neue Lösungen, wie Barring an Kalenderwalzen vermieden werden kann. Dies gilt sowohl bei Biegeausgleichswalzen in Softkalandern als auch bei elastischen Mittelwalzen in Multinip-Kalandern.**



Abb. 1: Nipco-Achse mit aktiven Stützquellen.

Barring heißt, dass eine elastische Walze in einem Kalender ein polygonartiges Muster auf der Oberfläche in Umfangsrichtung aufweist. Das Muster ist immer ein ganzzahliges Vielfaches der Drehfrequenz der Walze. Manchmal kann man dies mit bloßem Auge erkennen. Viel besser lässt sich dies über eine Rundlaufmessung mit hoher Auflösung nachweisen (Abb. 2). Deutlich sind in diesem Beispiel 36 Wellen am Umfang der Walze zu erkennen. Diese Wellen auf der Walzenoberfläche entstehen innerhalb von einigen Tagen, manchmal dauert es einige Wochen. Eine parallele Schallmessung verdeutlicht außerdem das Problem: 120 dB(A) in einem Meter Entfernung vom Kalender. Das ist so laut wie ein startendes Flugzeug. Es ist klar, dass hier ein Problem für den Betrieb der Maschine vorliegt, insbesondere für die Papiermacher, die an so einer lauten Maschine arbeiten müssen.

Parallel zum Anstieg der Lautstärke wird meist auch die Papierqualität schlechter.

Teilweise kann das Barring-Muster auf der elastischen Walzenoberfläche auch im Papier nachgewiesen werden. Dann wird es Zeit, die elastische Walze im Kalender zu wechseln. Wenn dieser Walzenwechsel außerhalb der normalen Stillstandsplanung der Maschine erfolgen muss, dann leidet der Gesamtwirkungsgrad.

### Verschleiß als Auslöser für Barring

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass Barring durch Verschleiß an der Walzenoberfläche in Verbindung mit einer Vielzahl an Eigenfrequenzen und Eigenformen entsteht. Denn die elastischen Walzenoberflächen verschleifen durch den Rollvorgang im Kontakt mit Papier bei der Satinage um etwa 80-200 µm pro Walzenstandzeit – auch ohne Barring. Wenn zusätzlich zum normalen Rollverschleiß ein Barring auf der Walzenoberfläche entsteht, dann ist dies bei einer Welligkeit von ca. 1 µm hörbar,

und bei einer Welligkeit von ca. 20 µm entsteht ein Lärmpegel von +120 dB(A) und mehr. Das Verschleißverhalten bei Barring kann unter anderem durch den Einsatz des besonders abriebfesten Kalenderwalzenbezugs NanoPearl verbessert werden. Dieser Bezug stellt die modernste Kalenderbezugstechnologie dar. Die Einführung des Zweikomponenten-Partikelsystems hat die Nanopartikel weiter optimiert. Sie verbessern die Festigkeit und Steifigkeit und haben gleichzeitig bei Schlagbelastung eine dämpfende Wirkung.

### Barring im Papiermacheralltag

Bis ins kleinste Detail ist das Zusammenspiel von hochfrequenten Schwingungen des Walzenpakets, der zugehörigen Eigenformen und dem Verschleiß beim Entstehen des Barrings nicht vollständig untersucht oder nachzuvollziehen. Dies hat Voith nicht daran gehindert, Lösungen zu erarbeiten, die die Standzeiten ela-

stischer Walzen erheblich verlängern. Hierzu ein Beispiel des EcoSoft Kalenders der PM 2 bei der August Koehler GmbH in Kehl. Der Kalender dient zur Produktion von Thermorohrpapier bei Geschwindigkeiten von ca. 1.600 m/min. Immer wieder trat Barring an der Nipco-Walze mit einer durchschnittlichen Standzeit von ca. 20 Tagen auf. Betriebsschwingungsmessungen zeigten, dass drei verschiedene Barring-Muster auf der elastischen Walzenoberfläche gleichzeitig anwachsen (170 Hz, 670 Hz und 933 Hz). Ein komplizierter Fall. Aufgrund der drei gleichzeitig auftretenden hohen Frequenzen war schnell klar, dass eine einfache passive Maßnahme oder eine hydraulische Dämpfung allein das Problem nicht lösen können. Daher wurde ein adaptives und gleichzeitig aktives System für die Nipco-Walze entwickelt, um die Standzeit der Walze deutlich zu erhöhen.

Nipco-Walzen sind Biegeausgleichswalzen, mit denen eine definierte Linienkraft über der Arbeitsbreite an genau der richtigen Stelle in das Papier eingebracht wird.

Die Nipco-Walze besteht aus einer feststehenden Achse und einem rotierenden Mantel, der mit einem elastischen Mantel bezogen ist. Die lokal unterschiedliche Linienlast in CD-Richtung wird durch eine Vielzahl von Stützelementen erzeugt, die von innen gegen den Walzenmantel drücken und sich an der feststehenden Achse über das Hydrauliköl abstützen. Die Hydrauliköl-Drücke unter den Stützelementen können individuell eingestellt werden, sodass die gewünschte Linienkraftverteilung im Nip erzeugt wird.

### Das Prinzip der neuen Lösung

Das Prinzip besteht darin, dass Piezoaktuatoren zur gezielten Auslöschung der dominanten Barring-Frequenzen eingesetzt werden. Piezoaktuatoren werden u.a. auch im Auto für Einspritzdüsen bei modernen Dieselmotoren eingesetzt. Die Abb. 3 zeigt den Aufbau der modifizierten Stützquelle mit dem integrierten Piezoaktuator. Es sind 32 Stützquellen mit Piezoaktuator in der Nipco-Walze installiert.

- Das Wirkprinzip besteht aus einer Überlagerung von gegenphasigen Druckschwingungen (Interferenz).
- Die Piezoaktuatoren erzeugen eine hochfrequente, geregelte Pulsation des Kammervolumens unter der Stützquelle über die Druckplatte.
- Eine Sensorstützquelle liefert eine Regelgröße (Beschleunigung) für mehrere benachbarte Aktuatorstützquellen.
- Der entwickelte Regelalgorithmus kann mehrere Barring-Frequenzen gleichzeitig unterdrücken.

Wird mit den Messsensoren eine Beschleunigung im kritischen Frequenzbereich festgestellt, dann wird über die Piezoaktuatoren eine genau entgegengesetzte Druckpulsation in Echtzeit eingeleitet. Hierdurch wird der Verschleiß beim Barring von Anfang an unterbunden. Dies ist der Vorteil eines aktiven Systems. Wenn die gegenphasigen Druckpulsationen mit der richtigen Frequenz bereits ab Beginn des Verschleißprozesses – also unmittelbar nach dem Walzenwechsel – direkt in den Nip eingebracht werden, dann wird die Barring-Entstehung langfristig

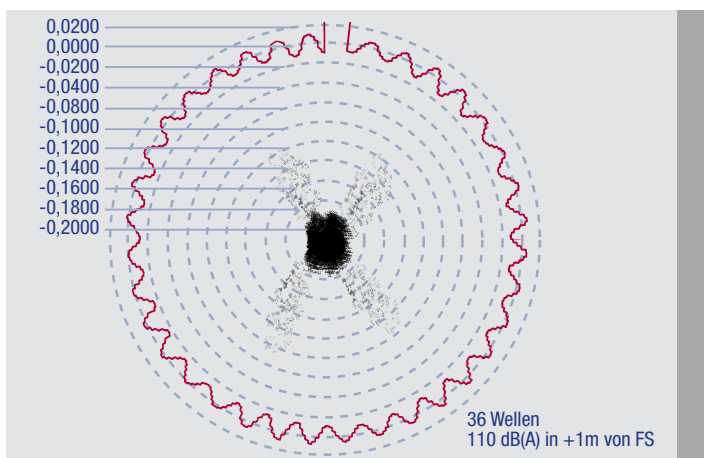


Abb. 2: Beispiel für eine Rundlaufmessung mit hoher Auflösung.

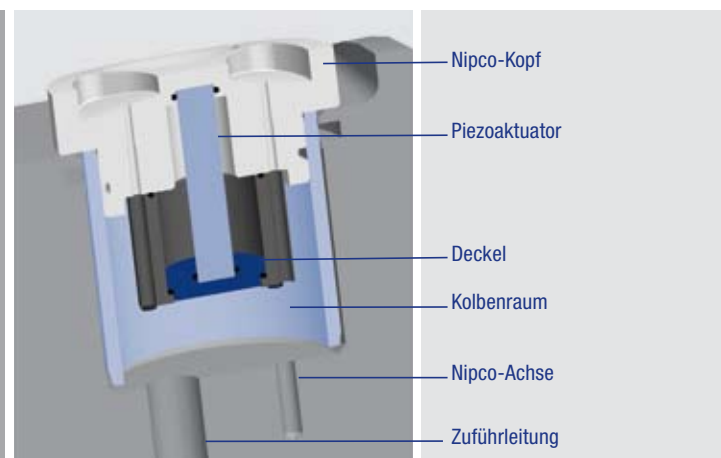


Abb. 3: Stützquelle mit Piezoaktuator.

**Technische Daten**

**EcoSoft Kalander – August Koehler GmbH in Kehl, PM 2**

Arbeitsbreite:	4.200 mm
Geschwindigkeit:	1.600 m/min
Papiersorte:	Thermo-Rohpapier
Flächengewicht:	40-80 g/m <sup>2</sup>
Linienlast:	80-150 N/mm
Oberflächentemperatur:	60-80 °C



**Ausblick & Weiterentwicklungen**

Barring an Kalandern hat an Schrecken für den Papiermacher und auch für den Maschinen- und Anlagenbauer verloren. Es gibt inzwischen maßgeschneiderte Lösungen, sodass dieses Schwingungsproblem den Produktionsalltag nicht mehr belastet. Das aktive System ist mittlerweile seit zwei Jahren im Dauereinsatz und hat sich vom ersten Tag an industriell bewährt. Es gab bisher keine Ausfälle, auch was die Haltbarkeit der einzelnen mechanischen und elektrischen Komponenten angeht. Das System ist universell für Biegeausgleichswalzen mit Stützelementen einsetzbar und nicht nur auf Nipco-Walzen allein beschränkt. Und es ist ohne Probleme später nachrüstbar. Ähnlich wirkungsvolle aktive Lösungen sind auch für Mittelwalzen in Multinip-Kalandern entwickelt worden.

Abb. 4: Technische Daten der aktiven Nipco-Walze bei August Koehler GmbH in Kehl, PM 2.

unterdrückt. Die Abb. 1 zeigt die modifizierte Achse der geöffneten Nipco-Walze mit den zusätzlichen elektrischen Anschlüssen.

Die Abb. 4 zeigt das installierte aktive System am EcoSoft Kalander der PM 2 bei der August Koehler GmbH in Kehl. Äußerlich sind lediglich die beiden zusätzlichen elektrischen Steckverbindungen zu erkennen, die Walzenhandhabung hat sich nicht verändert. Der erforderliche Energiebedarf ist gering: Die installierte Gesamteinspeisung beträgt für alle Piezoaktuatoren zusammen nur 7,5 kW.

**Aktiv werden – Verlängerung der Walzenstandzeit**

Das aktive System ist nachweisbar wirksam. Wenn der Regler kurzfristig ausgeschaltet wird, dann bildet sich innerhalb von Minuten eine Eigenform bei 670 Hz aus (49-Fache), die ohne aktive Regelung nach 20 Tagen den Ausbau der Walze nötig macht.

Mit der eingeschalteten, aktiven Regelung wird diese Frequenz nahezu vollständig unterdrückt. Daher konnte die Standzeit der aktiven Nipco-Walze mehr als verdoppelt werden.

**Kontakt**



**Dr. Jochen Niemann**  
jochen.niemann@voith.com



*„Seit erfolgreicher Inbetriebnahme haben wir noch keinen Ausfall des Systems zu verzeichnen.“*

*Georg Streif, Produktionsleiter PM 2/SM 2, August Koehler GmbH in Kehl*

*„Ich konnte mir zuerst nur schwer vorstellen, dass wir mit dieser neuen Technik eine Verbesserung erzielen würden – aber es funktioniert. Das aktive System ist seit zwei Jahren bei uns im Dauereinsatz. Wir haben eine enorme Standzeitverlängerung der Nipco-Walze erreicht. Die Handhabung beim Walzenwechsel ist problemlos. Seit erfolgreicher Inbetriebnahme haben wir noch keinen Ausfall des Systems zu verzeichnen. Sonstige negative Einflüsse konnten nicht festgestellt werden. Ich kann das System sehr empfehlen. Es ist eine gute Lösung zur Standzeitverlängerung.“*