

G. Kaspari, C. Höltervennhoff\*

# Der „Silent-Drive“-Antrieb!

Im Jahre 1989 wurde in den USA das Dokument „Silent dryer drive concept for paper machines“ von Joseph G. Miller, Product Manager Drives der Beloit Corporation, veröffentlicht. Nach der amerikanischen Definition unterteilt sich der Begriff in zwei Verfahren: „silent felt roll drive“ und „silent dryer drive“. Wenn heute jemand dagegen den Begriff „silent drive“ verwendet, meint er fast immer den „silent felt roll drive“ bzw. den Leitwalzenantrieb (Abb. 1).



Abb. 1: Praxisbeispiel eines „silent felt roll drives“ bzw. Leitwalzenantriebs

Während in den letzten Jahren in Deutschland „silent felt roll drive“-Konzepte gänzlich aus der Mode kamen, sind derartige Überlegungen beispielsweise in Südeuropa noch an der Tagesordnung. Das liegt zum einen daran, dass lokale Anbieter nur dieses Konzept beherrschen, es vordergründig preisgünstig ist oder Instandhalter ihre Probleme auf die Produktion verlagern.

In der Vergangenheit war AS bei Projekten auf Leistungsangaben angewiesen. Deshalb wurden oft Maschinenbauer hinzugezogen, da diese über empirische, ‚spezifische Leistungswerte‘ verfügen. Vorhandene Leistungsdaten konnten kaum auf ihre Aktualität überprüft werden (Abb. 2).

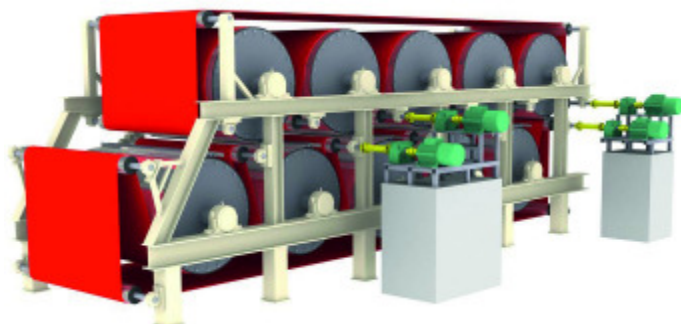


Abb. 2: Vereinfachte Darstellung einer Trockengruppe mit „silent felt roll drive“

\*Dipl.-Ing. Gerd Kaspari (g.kaspari@as-group.eu), Dipl.-Ing. Christian Höltervennhoff; Fachbeitrag der AS Antriebstechnik & Service GmbH, ein Unternehmen der AS Group, Industriestr. 17, 48734 Reken, Deutschland

Da man bei AS anderen Technologien gegenüber immer aufgeschlossen ist, sieht man darin komplementäre Lösungen für Bedarfsfälle, in denen „silent dryer drive“-Konzepte mit Getrieben und/oder Motoren nicht erste Wahl sind. Und so wollte man es bei AS ganz genau wissen. AS entwickelte ein Mehrkörpersimulationsmodell.

Das Hauptziel dieses Modells ist eine präzise Antriebsstrangauslegung sowohl für „silent felt roll drive“ als auch für „silent dryer drive“ durch AS.

## Verschiedene Siebspannungen und deren Auswirkung auf das Antriebssystem

In einem ersten Schritt erfolgte der direkte Vergleich der beiden „silent drive“-Antriebsverfahren. Der Grundgedanke richtete sich dabei vor allem auf die Erfassung der kinematischen Vorgänge. Es entstand ein Berechnungsmodell, welches unabhängig von der installierten Leistung, die erforderliche Leistung einer Trockengruppe bestimmen kann.

Dabei spielt es bei dem flexibel aufgebauten Berechnungsmodell von AS keine Rolle, aus wie vielen Trockenzylinder und Leitwalzen die betrachtete Trockengruppe besteht. Das Modell kann individuell an jede Trockengruppe angepasst werden.

Egal ob nun „silent felt roll drive“ oder „silent dryer drive“; der Antrieb ist grundlegend abhängig von der Siebspannung, der Siebumschlingung, der Oberflächenreibung zwischen Sieb und Zylinder sowie Sieb und Walze und dem Zylinder bzw. Leitwalzendurchmesser. Im Fokus stehen dabei die erforderliche Siebspannung als veränderbare Größe und das daraus resultierende Drehmoment, welches an die Maschine in Form der Antriebsleistung abgegeben wird. Die restlichen Einflussfaktoren fließen in die Berechnung ein, sind in dem Berechnungsmodell jedoch konstant und können ebenfalls kundenindividuell angepasst werden.

Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurde die Drehmomentabgabe an die Trockengruppe in Nm in Abhängigkeit von der Siebvorspannung zum Anfahrzeitpunkt der Maschine ermittelt. Betrachtet wurde das übertragbare Drehmoment je Antriebsleitwalze bzw. je Antriebstockenzylinder (siehe Diagramm 1). Das Diagramm zeigt eine Gegenüberstellung von „silent felt roll drive“ sowie „silent dryer drive“.

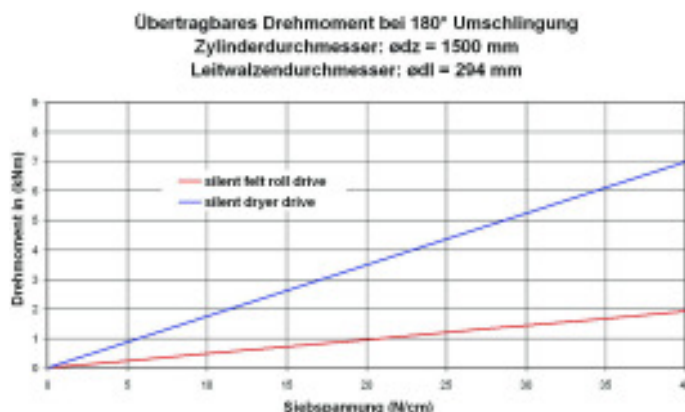


Diagramm 1: Vergleichsdarstellungen der verschiedenen „silent drives“

Was als Teilergebnis direkt auffällt, ist ein deutlicher Unterschied in der Steigung der beiden Geraden. Daraus lassen sich zwei wesentliche Erkenntnisse ableiten: Nimmt man beispielsweise eine Siebvorspannung von 25 N/cm an, wird deutlich, dass das an die Trockengruppe übertragene Drehmoment beim „silent dryer drive“ um ein Vielfaches größer ist als beim „silent felt roll drive“.

Für den Anlagenbetreiber ist jedoch letzten Endes nicht eine vorgegebene Siebvorspannung entscheidend. Vielmehr interessiert es ihn, dass ein ausreichendes Drehmoment an seine Trockengruppe abgegeben wird. Will man also mit einer Antriebsleitwalze eine bestimmte Drehmomentabgabe erreichen, wie beim „silent dryer drive“, so ist entweder die Siebvorspannung oder die Anzahl der angetriebenen Leitwalzen zu erhöhen. Beide Möglichkeiten haben Nachteile. Mit einer erhöhten Siebspannung stellt sich ein hoher Anpressdruck der Papierbahn an den Trockenzyklindern ein. Es droht neben einem Verkleben oder Verbrennen der Papier- bzw. Kartonbahn auch ein erhöhter Siebverschleiß. Ebenfalls führt eine hohe Siebspannung beim „silent felt roll drive“ oftmals zur Durchbiegung der Antriebsleitwalzen. Die Auswirkungen einer durchhängenden Antriebswalze sind nicht zu vernachlässigen. Bei Rotation dieser Walze trägt das umschlungene Sieb am äußeren Rand stärker als zur Mitte hin. Erreicht der Kraftzug vom Sieb nun den nachfolgend geschleppten Trockenzyklinder, überträgt sich in gleicher Weise der Kraftunterschied auf die dazwischen geführte Papierbahn (*Diagramm 2*).

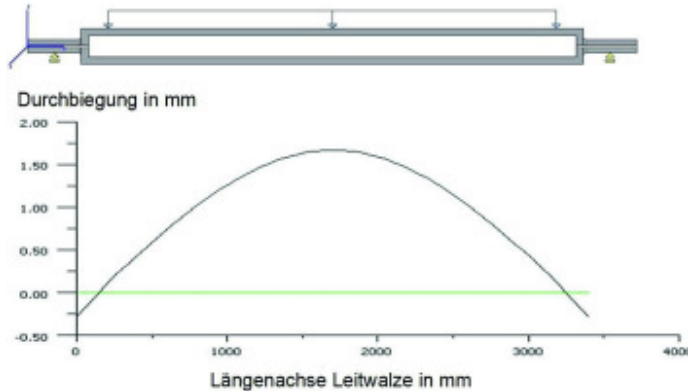


Diagramm 2: Biegelinie einer Modellleitwalze mit „silent felt roll drive“

Die Papierbahn neigt damit im Randbereich stärker zu längen als in der Mitte. Dieser unerwünschte Effekt verschlechtert die Papierqualität und bewirkt unterschiedliche Stärken in der Papierbahnbreite. Ebenfalls nimmt infolge der Durchbiegung die Belastung auf die Leitwalzenlager zu.

Besonders bei Lagertypen, die bereits auf geringe Schiefstellung empfindlich reagieren, können schon nach kurzer Zeit Schäden entstehen (Pittingbildung). Im schlimmsten Fall müssen alle Leitwalzenlager samt Leitwalze ausgetauscht werden.

Auf der anderen Seite wirkt sich hingegen der tendenziell niedrigere Anpressdruck beim „silent dryer drive“ positiv auf den Siebverschleiß und somit auch auf die Instandhaltungskosten aus. Außerdem ist eine Veränderung der Siebvorspannung zumeist nur in einem begrenzten Rahmen möglich. Um also innerhalb des technischen wie auch wirtschaftlich relevanten Bereiches zu bleiben, ist es beim „silent felt roll drive“ oftmals erforderlich, das abzugebende Drehmoment auf zusätzliche Antriebe zu verteilen.

### Ermittlung des idealen Antriebspunktes

Neben den bisherigen Erkenntnissen wurde das Modell weiter ausgebaut. Die Frage hierbei lautete: Wo sind die Antriebe innerhalb der Trockengruppe idealerweise anzubringen?

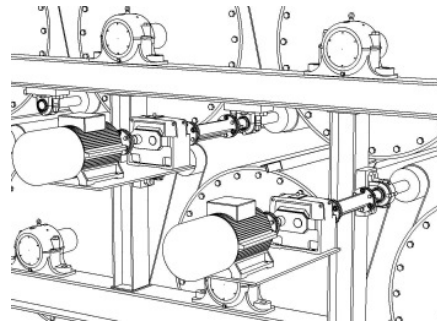


Abb. 3: Trockengruppe mit „silent felt roll drive“ bzw. Leitwalzenantrieb

Dazu galt es, die vorherrschenden Siebkräfte an unterschiedlichen Stellen in der Trockengruppe zu analysieren. Die Betrachtung unterschiedlicher Siebverläufe einer Trockengruppe ergab, dass der „silent dryer drive“ nahezu bei allen Siebverläufen möglich ist. Hingegen kommt z. B. der „silent felt roll

drive“ bei Trockengruppen mit herkömmlicher Slalomsiebführung nicht zum Tragen. Der Grund hierfür sind die wenigen möglichen Leitwalzen (*Abb. 3*). Diese bieten eine unzureichende Drehmenteinbringung.

Für das Simulationsmodell wurde daher eine Trockengruppe mit 10 Zylindern im Ober- und Untersiebverlauf angenommen. Das gewährleistet den Aufbau sowohl mit „silent dryer drive“ also auch mit „silent felt roll drive“. Die Modellmaschine wurde dabei in 25 Sek. auf 100 m/min beschleunigt. Untersucht wurden jeweils die verschiedenen Zugkräfte im Sieb. Ungleichmäßige Antriebsverteilungen führten teilweise zu einem kritischen Anstieg der Zugkräfte. Erhöhte Papierbahnspannungen waren die Folge.

Beim „silent dryer drive“ sind die Zugkräfte beim Anfahren im Sieb deutlich geringer. Der Grund hierfür ist, dass die direkt angetriebenen, massigen Trockenzyklinder nicht mehr über das Sieb mitgeschleppt werden müssen. Die über das Sieb effektiv angetriebene Masse liegt um 40 % niedriger als beim Leitwalzenantrieb.

Was bei den Papiermachern unter dem Begriff „Absaufen“ bekannt ist, kann mit dem „silent dryer drive“ ebenfalls besser bewältigt werden. In diesem Zustand, meist nach längerem Stillstand, befindet sich im Trockenzyklinder ein erhöhter Kondensatsumpf. Trotz der erhöhten Zusatzmasse kann der erschwerte Zylinder besser in Drehung versetzt werden. Beim „silent felt roll drive“ hingegen droht aufgrund der vollständig geschleppten Zylinder ein Durchrutschen der Antriebswalzen (*Abb. 4 und 5*).

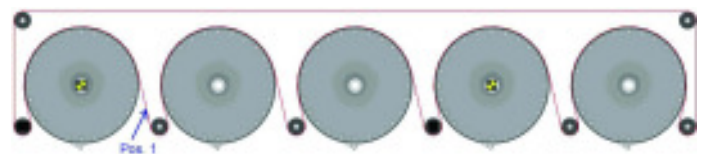


Abb. 4: Obersieb der Modelltrockengruppe mit „silent dryer drive“

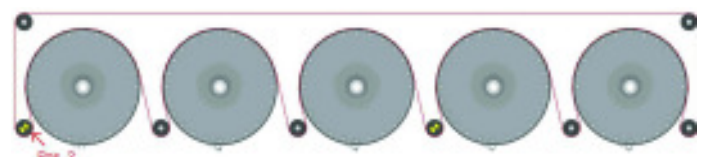


Abb. 5: Untersieb der Modelltrockengruppe mit „silent felt roll drive“ (Hinweis: beide Darstellungen ohne Siebspanner)

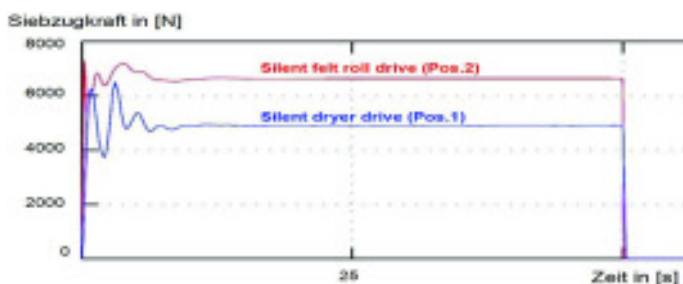


Diagramm 3 zeigt den negativen Effekt: Die Siebzugkräfte beim „silent felt roll drive“ sind viel höher als beim „silent dryer drive“

Diagramm 3 zeigt die jeweils auftretenden Zugkräfte (Y-Achse) in kN im Sieb. Die X-Achse beschreibt den Zeitverlauf in Sekunden. Deutlich zu erkennen sind die höheren Zugkräfte beim Anfahren der Maschine über die Leitwalzen (Pos. 2)

### Die optimale Antriebslösung

Das Ergebnis der Untersuchung zeigt, dass der „silent dryer drive“ in der Regel die überlegene Antriebsart ist. Was nicht heißen soll, dass es Papiermaschinen gibt, wo der Antrieb über die Leitwalzen sinnvoll sein kann. Gleichwohl sind folgende Punkte beim „silent felt roll drive“ zu beachten:

- höhere Investitionskosten für elektrische Motoren, Antriebssteuerung und Antriebsregulierung
- besonders bei Altpapier hohe Verschmutzung der Leitwalzen  
→ Schlupf an der Leitwalze
- bei doppelbefilzten Trockengruppen keine kraftschlüssige Verbindung zwischen den unteren und oberen Trockenzyllindern  
→ Gefahr von Geschwindigkeitsabweichungen und Abrissen
- höhere Filzspannung erfordert oft neue Trockenleitwalzen
- Zapfen sind oft nicht vorhanden oder zu kurz  
→ Umbau oder Austausch der Leitwalzen nötig
- Probleme bei Stau von schwerem Papier oder Karton  
→ Zurückdrehen problematisch oder nicht möglich!

Im Bereich „silent dryer drive“ hat AS gleich zwei Systeme aus eigenem Haus anzubieten:

#### 1. Das FlexoGearSystem®

Die AS Group hat viele Projekte in der Kategorie „silent dryer drive“ in der Form realisiert, dass Sondergetriebe des Typs FlexoGear® in verschiedenen Kombinationen als Single, Duo, Tripple oder Quattro-Version für den Antrieb der Zylinder sorgen. Leitwalzen und freie Zylinder werden über das Sieb mitgeschleppt. Das Sondergetriebe FlexoGear® wird einfach auf den Zylinderzapfen aufgesteckt und mittels Schrumpfscheibe fixiert. Getrieben über einen Motor gibt das FlexoGear® das benötigte Drehmoment an die Maschine ab.

Abb. 6 zeigt das FlexoGearSystem® in der Duo-Version.

Der Antrieb wird in diesem Beispiel an das untere Getriebe angeflanscht. Gut zu erkennen ist die Verbindung der beiden Getriebe via Drehmomentenstütze (blaue Platte). Der Vorteil bei diesem System ist, dass die Kraft nicht an die Stuhlung weitergegeben wird. Die Leistung wird via Welle an das darüber liegende FlexoGear® Getriebe übertragen. Um die Siebvorspannung gering zu halten, können weitere FlexoGear® auf die benachbarten Zylinder aufgesteckt werden. So werden mehrere Zylinder angetrieben, um hierdurch die Reibung zu erhöhen. Bis zu vier Getriebe können so mittels Drehmomentenstütze und Welle gekoppelt werden (Quattro-Version). Trotzdem reichen weiterhin nur ein Motor und ein Frequenzumrichter für eine Antriebs-

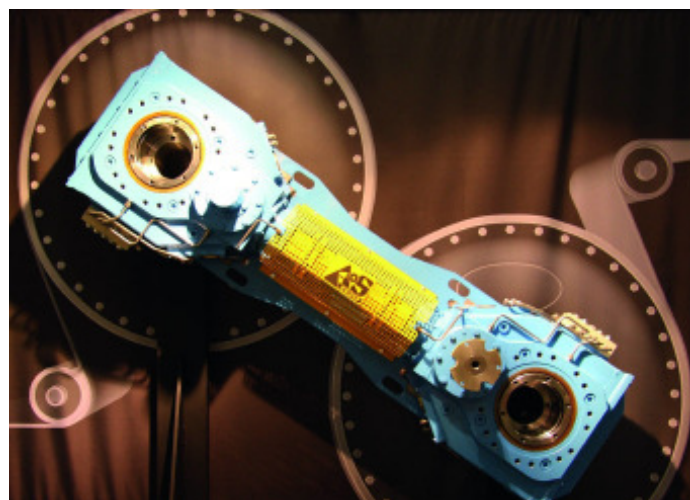


Abb. 6: FlexoGearSystem® in der Duo-Version

einheit aus. Die Leitwalzen werden durch die geringere Siebspannung weniger belastet.

#### 2. FlexoDrive® System

Abb. 7 zeigt ein FlexoDrive® System.

Der FlexoDrive® ist ein ganz neuer Hohlwellen-Direktmotor, der sowohl auf der Führer- als auch auf der Antriebsseite installiert werden kann.



Abb. 7: FlexoDrive® System

Beim FlexoDrive® System werden zwei FlexoDrive® gegeneinander abgestützt. So werden auftretende Drehmomente nicht in die Stuhlung abgeleitet und umgekehrt können keine Schwingungen oder Verspannungen aus der Stuhlung schädlich auf die Motoren einwirken. Im Gegensatz zu anderen Marktbegleitern kann AS nicht nur Leitwalzenantriebskonzepte realisieren.

Auch muss AS für Trockengruppenumbauten nicht Technologien im Bereich der Antriebstechnik und Schmiertechnik zukaufen, da AS alle Produkte stets selbst entwickelt und produziert. So kommt es zu keiner Informationslücke in der Zulieferkette. Alles kommt aus einer Hand. Bei AS bekommt der Kunde die Technologie, die er für seine Maschine benötigt, und nicht die Technik, die ein Marktbegleiter anbieten kann.