

D 11579 D

Wochenblatt für Papierfabrikation



Fachzeitschrift für die Papier-, Pappen- und Zellstoff-Industrie

Frankfurt am Main

ISSN0043-7131

128. Jahrgang

Ende September 2000

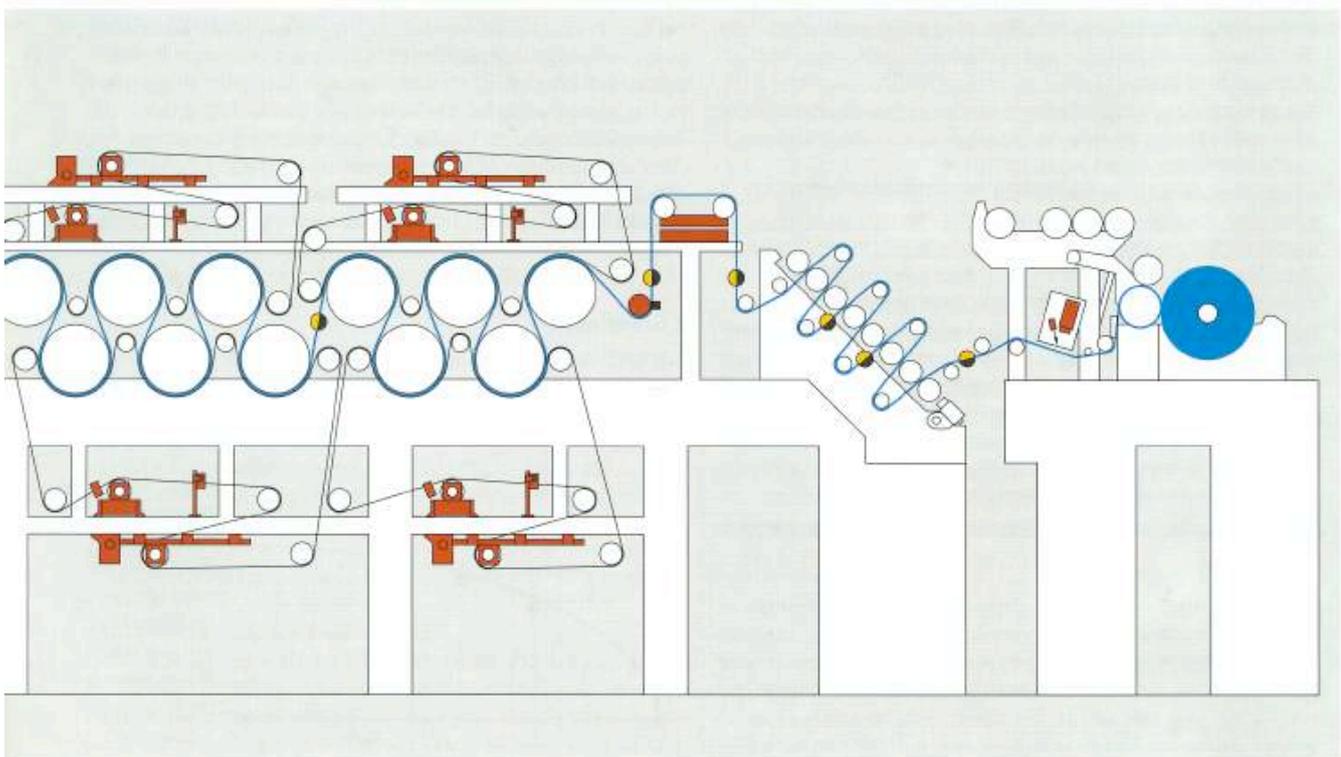
Nr. 18

Sonderdruck

***Mehr Produktivität und Qualität durch
automatische Trockensiebspannungen***

Theoretische Einflüsse und Praxiserfahrungen

Erhardt+Leimer



W. Heilmann*

Mehr Produktivität und Qualität durch automatische Trockensiebspannungen

Theoretische Einflüsse und Praxiserfahrungen

Zusammenfassung

Bei Neu- und Umbauten von Papiermaschinen werden heute häufig vollautomatische Kettenspannungen (Abb. 1) zur Regelung des Siebzuges der Bespannung eingesetzt. In Abhängigkeit von den produzierten Sorten, dem Maschinenkonzept sowie den Rohstoffen machen sich verschiedene Einflüsse bemerkbar.

Es werden die theoretischen und praktischen Einflüsse automatischer Regelung des Trockensiebzuges auf die Papierproduktion dargestellt. Dabei lassen sich die Einflüsse in verschiedene Bereiche einteilen:

- Reduzierung der Produktionskosten pro Tonne
- Steigerung der Produktionsmenge
- Verbesserung und Gleichmäßigkeit der Produktqualität.

Der erste Teil des Artikels zeigt besondere theoretische Einflüsse auf, unabhängig von der jeweiligen Gewichtung bei verschiedenen Papierarten. Im zweiten Teil des Artikels werden Praxiserfahrungen auf einer Wellpappenrohpapiermaschine nach einjährigem Betrieb dargestellt. Hierbei werden vor allem die erfahrenen Vorteile einer Investition in automatische Spannungen aufgezeigt. Zusätzlich werden die Einflüsse auf Papierparameter qualitativ erfasst.

Durch die Kostenreduzierung und Produktionserhöhung machte sich somit die Investition in automatische Trockensiebspannungen innerhalb von 8 Monaten bezahlt.

Summary

Increased Productivity and Quality by Automatic Dryer Screen Tensioning – Theoretical Influences and Practical Experience

In case of new constructions or rebuilding of paper machines very often fully automatic chain tensioning units for controlling the screen tension of the wire cloth are used. Depending on the qualities produced, the machine design as well as the raw material, various influences can be noticed.

The theoretical and practical influences of the automatic control of the dryer screen tension on papermaking are described. The influences can be divided into various areas:

- Reduction of production cost per ton
- Increase of output
- Improvement and uniformity of product quality.

The first part of the article shows part of the theoretical influences, independent of the respective weighting of the different paper qualities. In the second part of the article practical experience with a corrugated board raw paper machine after one year of operation is described.

In this respect mainly the advantages experienced with the investment in an automatic tensioning unit are shown. In addition the influences on paper parameters are recorded qualitatively. This means the investment in automatic dryer screen tensioning units will pay for itself by cost reduction and increased output within 8 months.

1. Einleitung

Eine automatische Siebzugregelung der Bespannung bringt wesentliche Vorteile in der Papierproduktion. Je präziser sich die Spannungsregelung durchführen lässt, desto größer ist eine Einflussnahme auf die Fertigungskosten, Papierqualität und



Abb. 1: Automatische Trockensiebspannung von Erhardt + Leimer

Steigerung der Produktion. Diese Vorteile überwiegen deutlich die erhöhten Anschaffungskosten und bieten somit ein schnelles return on investment. Bei Neu- und Umbauten von Papiermaschinen wird heute deshalb meist die Regelung des Sieb- und Filzzuges automatisiert.

Erhardt + Leimer hat Kettenspannungen mit integrierter Mess- und Regeltechnik entwickelt, die eine präzise und zuverlässige Regelung des Sieb- und Filzzuges in Papiermaschinen gewährleisten. Die Vielzahl der Einflüsse und deren Vorteile werden hier am Beispiel des Einsatzes in der Trockenpartie erläutert und durch Daten aus dem Praxiseinsatz bestätigt.

Bei dem Praxisbeispiel wurden im Zuge eines Maschinenumbaus einer Wellpappenrohpapiermaschine in der gesamten Trockenpartie vollautomatische Kettenspannungen mit integrierter Messung und digitaler Steuerung zur präzisen Regelung des Siebzuges eingebaut. Die Trockensiebspannung kann jetzt mit einer sehr geringen Schwankungsbreite konstant gehalten werden, dabei sind sehr schnelle Reaktionszeiten erreichbar. Im Gegensatz dazu wiesen die früher installierten Spindelspannungen mit externer Messung und Steuerung über das Prozessleitsystem eine typische, große Regelhysterese auf.

2. Grundlagen

2.1 Einfluss des Siebzuges auf die Trocknung

Dieser Artikel stellt den Einfluss des Siebzuges in der Trockenpartie dar. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Trockensiebzug und der Kontaktfläche zwischen Trockenzylinder und Papier.

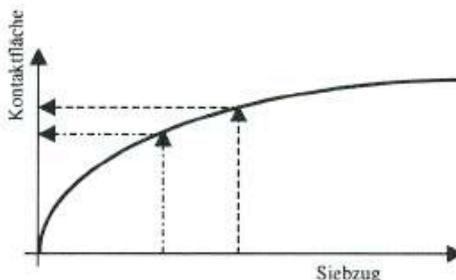


Abb. 2: Einfluss des Siebzuges auf die Kontaktfläche zwischen Zylinder und Papier und den Wärmeübergang

*Dipl.-Ing. Wolf Heilmann, Erhardt + Leimer GmbH, Postfach 10 15 40, 86136 Augsburg

der und Papierbahn (Abb. 2). Diese Kontaktfläche ist direkt proportional zu dem Wärmeübergang vom Zylinder auf das Papier. Dadurch werden die Trocknung und alle damit zusammenhängenden Parameter beeinflusst. Neben dem Siebzug des Trockensiebes spielen auch Siebdesign, Papiersorte sowie Rohstoffe eine Rolle. Grundsätzlich ergibt ein höherer Siebzug einen besseren Wärmeübergang und damit eine bessere Trocknung des Papiers. Dabei ist wichtig, dass der Siebzug noch weitere Einflüsse hat.

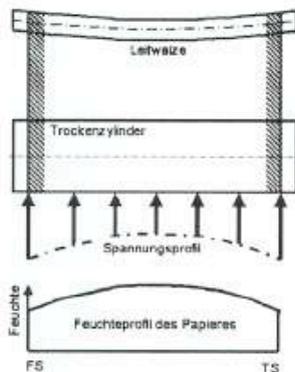


Abb. 3: Einfluss durchgebogener Leitwalzen auf das Feuchteprofil (Abb. 3).

Zusätzlich läuft das Trockensieb in der Mitte vor, bis sich der typische, sinusförmige Vorlauf der Naht ergibt. Begrenzt wird der Vorlauf durch die Siebstruktur.

An den Rändern und in der Mitte entspricht die offene Fläche beinahe dem Ideal, in den Bereichen dazwischen ist die Permeabilität durch den Verzug der Maschen reduziert. Dies führt dazu,

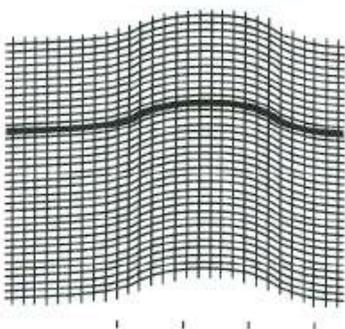


Abb. 4: Einfluss des Siebvorlaufs auf die Permeabilität – in den verspannten Bereichen kann weniger Wasser verdampft werden

dass die Ränder und die Mitte der Bahn normal entwässert werden können, die Bereiche dazwischen bleiben jedoch zu feucht.

Es bildet sich ein Feuchteprofil in Form eines „M“ heraus. Dieses überlagert sich dem durch die Walzendurchbiegung bedingten Feuchteprofil. Dies führt besonders bei der Verarbeitung der Papiere zu schwerwiegenden Problemen bei Planlage und Formathaltigkeit (Abb. 4).

2.2 Einfluss der Produktion auf den Siebzug

Feuchtegehalt und Flächengewicht der Papierbahn bestimmen die Trockensiebspannung nachhaltig. Je höher der absolute Wassergehalt liegt, desto mehr Energie wird für das Verdampfen benötigt.

Ein entsprechend geringerer Anteil der Trocknungsenergie heizt das Sieb auf, so dass sich ein relativ niedriger Siebzug ergibt. Bei niedrigeren Flächengewichten wird absolut gesehen weniger Energie zum Verdampfen des Wassers benötigt. Ein größerer Anteil der Energie steht zum Trocknen und Aufheizen des Siebes zur Verfügung, dass sich zusammenziehen wird. Dadurch erhöht sich der Siebzug (Abb. 5).

Ähnliche Abhängigkeiten bestehen beim Stoffeintrag, beim Mahlgrad, beim Fein- und Füllstoffgehalt:

Insbesondere muss die Belastbarkeit der Walzen beachtet werden.

Bei überhöhtem Siebzug biegen sich hochumschlungene Leitwalzen durch. Die Siebumlaufänge verringert sich in der Mitte der Maschine. Dadurch reduziert sich dort die Siebspannung erheblich und ein geringerer Wärmeübergang ist gegeben. Das Feuchteprofil in Maschinenquerrichtung wird durch eine zu feuchte Mitte und übertrocknete Ränder charakterisiert (Abb. 3).

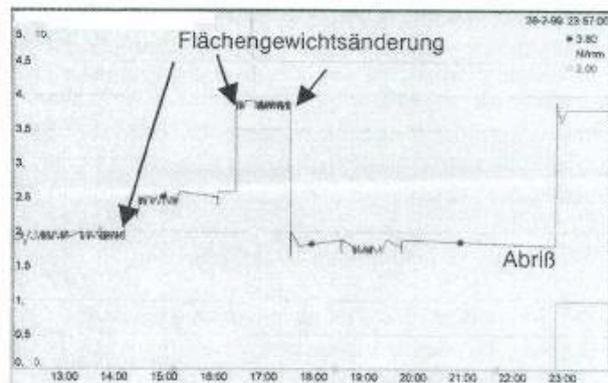


Abb. 5: Trockensiebzug bei manueller Regelung: Flächengewichtsveränderungen führen zu Siebzugänderung, ebenso zu Abrissen

■ röschere Stoffe lassen sich erheblich leichter trocknen als hoch ausgemahlene

■ Feinstoffe lassen sich schlechter entwässern als Langfasern

■ hochgefüllte Papiere lassen sich erheblich leichter entwässern. Bei Abrissen, sowie bei Sortenwechsel mit Abschlagen der Bahn wird es zu den stärksten Siebzugänderungen in der Trockenpartie kommen. Bei Sortenwechseln mit kleiner Flächengewichtsänderung wird der Siebzug geringer schwanken. Hier hängt die Siebzugänderung auch davon ab, inwieweit und wie schnell die Geschwindigkeit der Maschine der neuen Produktionsleistung angepasst werden kann.

Bei manuell betriebenen Spannungen wird der sich aufgrund der Sortenwechsel ansteigende Siebzug nicht korrigiert. Bei Abrissen kommt es zu einem starken Anstieg des Siebzuges bis hin zum dreifachen Wert des Normalbetriebes.

Auch bei halbautomatischen Spannungen kann es zu starken Spannungsschwankungen kommen (Abb. 6). Deren Reaktion erfolgt meist träge, da das Trockensieb selbst die Energie zum Verfahren der Spannwalze aufbringen muss. Aufgrund der Dämpfungseigenschaften, bedingt durch den Elastizitätsmodul, kann es zu einem Aufschwingen kommen, Siebzugänderungen werden nur langsam ausgeregelt.

Ähnlich verhalten sich automatische Spannungen mit externer Messung, da es hier zu einer Vergrößerung der Regelhysterese kommt. Bedingt ist dies durch die Zeitverzögerung zwischen Stellbewegung und Messung.

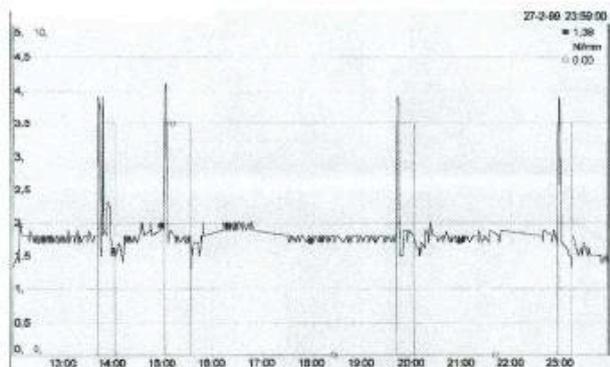


Abb. 6: Trockensiebzug bei halbautomatischer Spannungsregelung – Abrisse führen zu starken Zugschwankungen: Beim Wiederanfahren der Maschine kommt es zu einem Aufschwingverhalten, das erst nach 10 min gedämpft wird

3. Theoretische Einflüsse

Die Einflüsse der Siebspannung auf die Papierproduktion lassen sich in zwei Bereiche unterteilen:

- Papierqualität
- Produktionskosten und -menge

3.1 Papierqualität

Die Siebspannung in der Trockenpartie wird durch mehrere Parameter beeinflusst. Im Wesentlichen sind es diejenigen, die durch die Trocknung bestimmt werden:

- Feuchtequersprofil: bei überhöhtem Siebzug biegen sich Leitwalzen durch. Dadurch verändert sich das Spannungsquersprofil und der Wärmeübergang in Maschinenquerrichtung.
- Feuchtelängsprofil: ohne Spannungsregelung verändert sich der Siebzug in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt. Dadurch werden Stellen größerer Feuchte weniger, und Stellen mit geringerer Feuchte stärker getrocknet.
- Feuchteprofil in z-Richtung: die Siebspannung der oberen und unteren Zylinder bestimmen den Wärmeübergang und damit die Trocknung der Sieb- und Oberseite des Papiers. Dadurch werden unter anderen die nachfolgenden Parameter bestimmt (Tab. 1):

Tabelle 1: Theoretische Einflüsse des Trockensiebzeuges bei Wellpappenrohropapieren

Einfluss des Trockensiebzeuges auf Papierqualität	
■ Feuchtelängsprofil x	■ Planlage
■ Feuchtelängsprofil y	■ Curl
■ Feuchteprofil in z-Richtung	■ Passergenauigkeit
Einfluss des Trockensiebzeuges auf Energieverbrauch	
■ Trockengehalt	■ Dampfverbrauch
Einfluss des Trockensiebzeuges auf Runnability	
■ Abrisse	■ Stillstandszeiten
■ Lagerschäden	■ Siebverlauf
■ Lebensdauer der Bespannung	

- Planlage
 - Curl
 - Passergenauigkeit
 - Formathaltigkeit
 - Warp bei Wellpappe
 - Fingerstreifigkeit bei Gipskarton.
- Weiterhin werden folgende Qualitätsmerkmale verändert:
- Beschädigung der Papieroberfläche infolge zu großer Differenzgeschwindigkeit
 - Oberflächenmarkierung durch zu hohen Siebzug
 - Bläschenbildung bei mehrlagigem Karton.

3.2 Produktionskosten und -menge

Die automatische Spannungsregelung der Trockensiebe beeinflusst folgende Parameter positiv:

- Trockengehalt
- Reduzierung des Dampfverbrauches
- Abrisse, bedingt durch unterschiedliche Differenzgeschwindigkeit zwischen Zylinder, Bahn und Trockensieb innerhalb der einzelnen Gruppen
- Lagerschäden durch zu große Siebspannung
- Lebensdauer der Bespannung
- Reduzierung der Stillstandszeiten
- Siebverlauf bei Abrissen.

4. Praxiserfahrungen

Im Februar 1999 wurden bei einem Umbau vollautomatische Kettenspannungen mit integrierter Messung zum präzisen Regeln des Siebzeuges der Trockensiebe in einer Papiermaschine für Wellpappenrohropapier eingesetzt. Es wird bei einer beschnittenen Arbeitsbreite von 2,45 m überwiegend Fluting mit 130 g/m² bei einer Geschwindigkeit von 304 m/min erzeugt (Durchschnitt über 12 Monate). Die nachfolgend aufgeführten Vorteile haben sich nach einjährigem Betrieb bestätigt (Tab. 2).

Tabelle 2: Einsparungen durch den Einsatz automatischer Trockensiebspannungen

Walzenlager/Trockensiebbeschädigungen	4,08 €/t
Reduzierung der Stillstände zur Reparatur um 80 %	
Lebensdauer der Trockensiebe	0,33 €/t
Steigerung der durchschnittlichen Standzeit um 36 % durch geringere Anzahl an Nahtbrüchen und verminderte Stickyablagerungen	
Verringerung von Abrissen	1,29 €/t
Verringerte Stillstandszeiten 40 h pro Jahr	
Energieeinsparung	0,83 €/t
Reduzierung des Dampfverbrauches aufgrund verbesserten Wärmeübergangs und geringerem Siebverzug	
Leistungssteigerung	3,66 €/t
Steigerung der spezifischen Leistung um 3,45 %	
Steigerung der Maschinengeschwindigkeit um 4 m/min	

Die Auswahl der hochwertigen Automatisierung des Bespannungshandlings rechtfertigte sich, durch ein return on investment von acht Monaten. Dabei sollen hier nur die finanziellen, berechen- und erfassbaren Vorteile dargestellt werden. Die Einflüsse lassen sich in mehrere Kategorien einteilen:

- Verbesserung des Zustandes der Leitwalzenlager
- Steigerung der Lebensdauer der Trockensiebe
- Verringerung von Abrissen
- Energieeinsparung
- Leistungssteigerung der Maschine
- Verbesserung der Papierqualität.

4.1 Verbesserung des Zustandes der Leitwalzenlager

Vor dem Einsatz kam es regelmäßig zu einer über den zulässigen Werten liegenden Spannung der Trockensiebe. Resultat dieser hohen Siebspannung war eine Überlastung der Leitwalzenlager. Vorteile der Automatisierung:

- Die durch Lageraustausch verursachten Stillstände wurden um 80 % verringert.
- Bei Schäden an den Lagern, die trotz routinemäßigem Austausch auftraten, wurden die Trockensiebe beschädigt. Diese Schäden traten nach dem Umbau nicht mehr auf.
- Die neue Möglichkeit den Siebzug permanent konstant zu halten verringerte das Risiko, dass aufgrund heißgelaufener oder defekter Lager weitere Folgeschäden auftreten. Dies ist ein sehr wichtiger, wirtschaftlich aber nicht erfassbarer Beitrag zur Kostenreduzierung.

Die Kosten hierfür waren vor der Automatisierung rund 4,08 €/t.

4.2 Steigerung der Lebensdauer der Trockensiebe

Vor dem Einsatz der automatischen Spannungen kam es häufig zu Nahtbrüchen. Diese waren bedingt durch den ungleichmäßigen Siebzug und insbesondere durch Überschreitung zulässiger Spannungswerte. Dieser unzulässig hohe Siebzug ergibt sich z. B. bei Abrissen oder der Produktion niedriger Flächengewichte.

Durch die automatische Spannungsregelung wird ein maximal zulässiger Wert unter keinen Umständen überschritten. Zusätzlich konnte man bei dem Umbau die Trockensiebführung optimieren, was insbesondere in der 1. Trockenpartie zu erheblichen Verbesserungen führte.

- Das Vermeiden von Spannungsspitzen verringerte die Nahtbrüche und erhöhte gleichzeitig die Standzeit der Bespannung von durchschnittlich 110 Tage auf 150 Tage.
- Durch Einsatz von Altpapier im Stoffeintrag gibt es Probleme mit Ablagerung von Stickies in der Trockenpartie. Die Stickies lagern sich auf der Oberfläche der Leitwalzen ab, wodurch sich deren Durchmesser vergrößert. Infolgedessen stieg die Trockensiebspannung an. Durch die automatische Spannungsregelung wird dieser Anstieg heute kompensiert. Dies vermeidet die früher dadurch bedingten Nahtbrüche.

Die Einsparungen betragen rund 0,33 €/t.

4.3 Verringerung von Abrissen

Früher kam es in der Trockenpartie zu einer spontanen und unkontrollierten Lockerung bzw. Überspannung der Papierbahn und zu unkontrolliertem Schlupf der Papierbahn gegenüber den Zylindern und dem Trockensieb.

Dieser Schlupf entstand durch unterschiedliche Trockensiebspannung zwischen oberen und unteren Zylindern, sowie Spannungsunterschieden zwischen Führer- und Triebseite. Die Differenzgeschwindigkeit zwischen Zylinder, Papier und Trockensieb wird im Wesentlichen beeinflusst durch den Siebzug, da der Reibungskoeffizient weitgehend konstant bleibt. Diese unterschiedlichen Differenzgeschwindigkeiten führen zu Abrissen der Papierbahn. Die automatische Spannungsregelung verringerte die Anzahl der Abrisse erheblich. Insgesamt konnten die dadurch bedingten Stillstandszeiten um 40 Stunden pro Jahr reduziert werden.

Es ergaben sich Einsparungen in der Größenordnung von rund 1,29 €/t.

4.4 Energieeinsparung

Durch eine optimale Spannung der Trockensiebe gelang eine Verbesserung in der Gleichmäßigkeit der Siebstruktur. Dadurch ist nun eine gleichmäßig hohe Verdampfung gewährleistet.

Unter gleichen Produktionsbedingungen können seit dem Umbau 0,05 t Dampf/t Papier eingespart werden.

Durch den gleichmäßigeren Wärmeübergang zwischen Zylinderoberfläche und Papier werden weitere 0,05 bis 0,10 t Dampf/t Papier eingespart.

Beide Faktoren zusammen ergeben eine Ersparnis von rund 0,83 €/t.

4.5 Leistungssteigerung

Die Reduzierung des spezifischen Dampfverbrauchs führte zu einer Leistungssteigerung der Papiermaschine. Statt bisher 5,8 t/h können nun 6,0 t/h produziert werden. Dies entspricht einer Leistungssteigerung von 3,45 % alleine durch die bessere Ausnutzung der Wärmeenergie. Die Leistungssteigerung ermöglichte eine Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit um 4 m/min.

Dies ergibt Kostenvorteile von rund ca. 3,66 €/t.

4.6 Verbesserung der Papierqualität

Zusätzlich zu den wirtschaftlich erfassbaren Parametern gibt es Einflüsse auf die Papierqualität (Tab. 3). Deren Größe lässt sich nicht in Kosteneinsparungen umrechnen, ermöglicht es aber in einigen Fällen, gegen gleich teure, aber qualitativ nicht so gute

Papiere im Wettbewerb bestehen zu können und so den Umsatz zu vergrößern.

Tabelle 3: Verbesserungen der Papierparameter durch automatische Trockensiebzugregelung

Einfluss des Trockensiebzuges auf Papierqualität	
Feuchtelängsprofil	+
Feuchtelängsprofil	0
Feuchteprofil in z-Richtung	+
Planlage	+
Curl	+
Glätte	0
Gleichmäßigkeit der Glätte	0
Reißfestigkeit	0
Oberflächenbeschädigung durch Stickies	0
Bedruckbarkeit	n. g.
Warp	+
Gleichmässigkeit der Qualität	+
Runnability auf WPA	+

Im Wesentlichen wurden durch den Einsatz der automatischen Spannungen Parameter verbessert, die direkt mit der Trocknung zusammenhängen:

- Feuchtequersprofil
- Feuchteprofil in z-Richtung
- Curl
- Planlage.

In Maschinenlängsrichtung ergab sich keine messbare Verbesserung des Feuchteprofils. Ebenso waren bei der Glätte, der Gleichmäßigkeit der Glätte, der Reißfestigkeit, sowie der Oberflächenbeschädigung durch Stickies signifikante Verbesserungen nicht feststellbar. Die Bedruckbarkeit wurde nicht geprüft. Bei den Verarbeitern der auf dieser Papiermaschine hergestellten Papiere wurde eine erhebliche Reduzierung des Warps auf den Wellpappenanlagen festgestellt, so dass dort eine kostengünstigere Erzeugung der Wellpappe und Kartons erreicht wurde.

Die Verbesserung der Qualität – und hier vor allem eine gleichmäßig hohe Qualität mit sehr geringen Variationen – verbesserte die Marktchancen der hier hergestellten Papiere.

5. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Insgesamt wurden durch den Einsatz der automatischen Spannungen in der Trockenpartie rund 510 000 Euro pro Jahr eingespart. Pro Tonne Papier können so die Gesteungskosten um rund 10 Euro gesenkt werden.

Die Kosten für die Spannungen beliefen sich auf rund 100 000 Euro zuzüglich Zoll, plus Montage und Installation, sowie Stillstandskosten für den Einbau.

Unter Berücksichtigung aller Kosten ergibt sich ein return on investment von weniger als 8 Monaten. Dabei sind die Vorteile durch die verbesserte und gleichmäßigere Produktqualität – und damit Verbesserung der Marktchancen – noch nicht berücksichtigt

6. Schlussfolgerung

Es ist nachweisbar, dass der Einsatz automatischer Spannungen bei Neubauten und Umbauten von Papiermaschinen zu einer erheblichen Reduzierung der Produktionskosten bei gleichzeitiger Steigerung der Produktionsmenge sowie Qualitätsverbesserung führt. Dadurch macht sich die Investition in kürzester Zeit bezahlt.

Vorteile automatischer Spannungsregelung

1. Erhöhung der **Trockenleistung**: es können höhere Siebzüge gefahren werden, ohne Maschine oder Papier zu gefährden. In der Praxis wurde eine Minderung des Dampfverbrauches bis über 10 % festgestellt
2. Verringerung des **Dampfverbrauches** durch besseren Wärmeübergang
3. Verringerung des **Energieverbrauches** bei gleicher Produktion
4. Gleichmäßigere **Laufregelung** durch gleichmäßigen Siebzug
5. Kein **Trockensieb-** oder **Preßfilzverlauf** bei Bahnabriß
6. Gleichmäßiges **Feuchte-Querprofil**: Leitwalzendurchbiegung wird verhindert
7. Gleichmäßiges **Feuchte-Längsprofil** durch konstanten Siebzug im Zeitablauf
8. Steuerbare **Zweiseitigkeit der Feuchte** von Ober- und Unterseite
9. Steuerbare **Querschrumpfung und Längsdehnung** der Bahn
10. Reduzierung des **Schlupfes** zwischen Bespannung, Papier und Zylinder / Walze
11. Bessere **Runability** der Papiermaschine
12. Reduziertes **Flattern der Bahn** in freien Zügen durch zu niedrigen Siebzug und ungleichmäßigen Schlupf
13. Verringerung der **Abrisse** durch Steuerung der Differenzgeschwindigkeiten in jeder Gruppe. Dadurch höhere Produktionsleistung durch höhere Maschinenverfügbarkeit
14. Längere **Lebensdauer der Walzenlager**
15. Längere **Standzeit der Bespannung**. Keine Beschädigung der Naht durch überhöhten Siebzug oder festgelaufene Walzenlager
16. Gleichmäßigere **Trocknung** in der Trockenpartie durch Vermeiden des Vorlaufens und Verzuges des Trockensiebes
17. Verbesserte **Planlage** der Bögen
18. Reduzierung des **Curls**
19. Verbesserte **Dimensionsstabilität**
20. Verbesserung der **Passergenauigkeit**
21. Verbesserung der **Formathaltigkeit**
22. Reduzierung des **Warps** der fertigen Wellpappe
23. Verhinderung der **Oberflächenmarkierung** durch zu hohen Siebzug
24. Verbesserung der **Glätte** aufgrund hohen Anpreßdruckes auf die Zylinderoberfläche
25. Verhinderung der **Beschädigung der Oberfläche** durch Reduzierung des Schlupfes
26. Einfluß auf die **Zugfestigkeit** durch optimalen Siebzug in der Siebpartie
27. Reduzierung der **Fingerstreifigkeit** bei der Verarbeitung des Gipskartons
28. Reduzierung der **Bläschenbildung** bei mehrlagigem Karton aufgrund Überhitzung in den ersten Trockengruppen
29. Reduzierung der **Randwelligkeit** durch Vermeidung übertrockneter Ränder und gleichmäßiges Trockenprofil in Maschinenquerrichtung
30. Reduzierung der **Ablagerungen von Stickies** aufgrund Überhitzung in den ersten Trockengruppen



Erhardt + Leimer GmbH

Postfach 10 15 40
D-86136 Augsburg
Telefon +49 (8 21) 24 35-230

Telefax +49 (8 21) 24 35-222
E-mail sales3@erhardt-leimer.com
Internet <http://www.erhardt-leimer.com>

