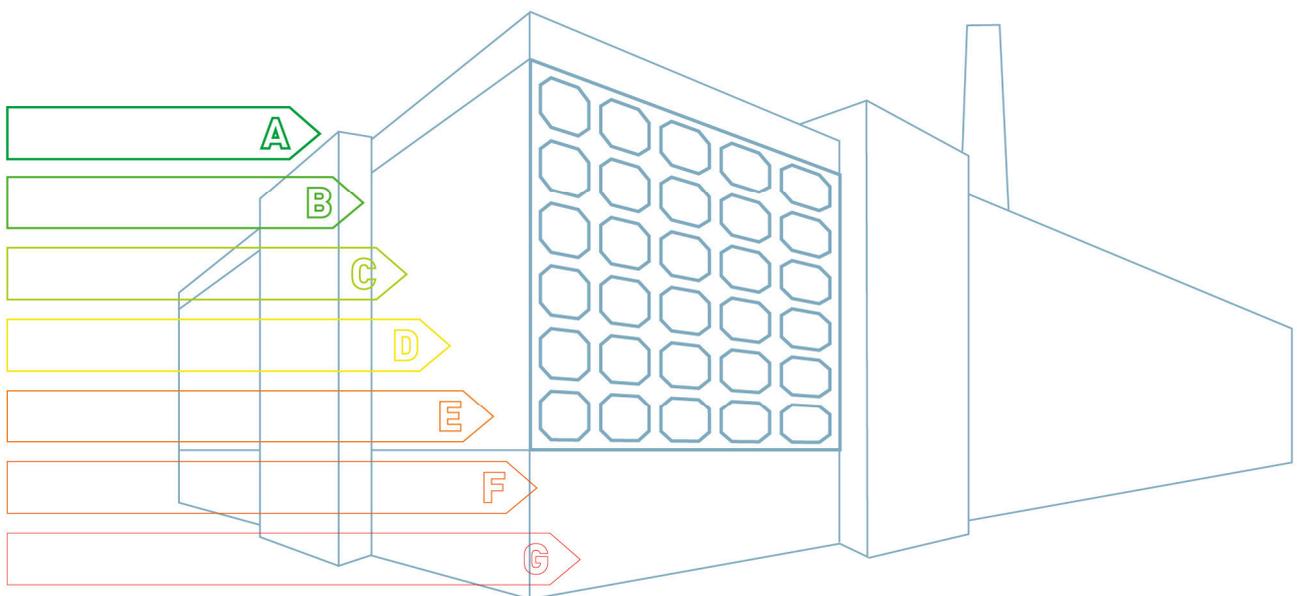




Modulares Hybrid- Trocknungskonzept für Papiermaschinen



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

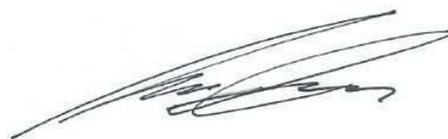
Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Energie der Zukunft“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!



Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds



Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Kurzfassung

Trocknung von Papier ist energieintensiv. Wärme muss zur Verdampfung von ca. 1 ½ Kg Wasser je kg Papier aufgewendet werden. Das gegenständliche Verfahren soll Primärenergie nur dort im Verlauf der Papiertrocknung einsetzen, wo höchste Verdampfungsraten möglich sind und gebraucht werden, aus der Abwärme jedoch ausreichend Energie zurückgewinnen, um Wärme in Form von Dampf und Heißluft dort einzusetzen, wo niedrigere Verdampfung gefordert ist.

Heute stammt die Wärme für herkömmliche Trockenpartien überwiegend aus Frischdampf. Fallweise werden zusätzlich Heißluft und Infrarotstrahler als Trocknungsmedium eingesetzt. Frischdampf wird in einer externen Erzeugeranlage, Heißluft durch Aufwärmung mittels Gas oder ebenfalls Dampf und Infrarotstrahlung durch elektrische oder Gasenergie gewonnen.

Ziel der Entwicklung ist es, den Wärmekreislauf von Papiermaschinentrockenpartien so weit zu schließen, dass der Primärenergieanteil sinkt, das Prozessabwärmeniveau sinkt, die Übertragungsverluste geringer werden, Baulängen geringer und die Gesamtbaukosten einer Anlage niedriger werden.

Dies geschieht dadurch, dass

- statt dampfbeheizter Zylinder Trockner mit direkter Gasheizung verwendet werden, und zwar dort, wo die Verdampfungsintensität hoch sein soll/muss
- deren Abwärme in mehreren Stufen zurück gewonnen wird und daraus
 - o zur Aufwärmung von Lufttrocknern für die gesamte Trockenpartie und
 - o zur Erzeugung von Niedrigtemperaturdampf verwendet wird, der in Trockenzylindern dort verwendet wird, wo die Verdampfungsintensität niedrig sein soll.

Ein derartiges modulares Hybrid- Konzept existiert nicht am Markt, auch wenn einzelne Verfahren bereits angewendet werden.

Risiken bestehen darin, dass

- die technische Verfügbarkeit der Teilverfahren nicht erreicht werden kann, um einen kontinuierlichen 24 Stunden/Tag, 7 Tage/Woche – Betrieb der Papiererzeugungsanlage sicherzustellen
- alternative Verfahren die Papiertrocknung ersetzen oder in ihrer Bedeutung im Gesamtprozess minimieren
- die Kosten für Geräte und Regelaufwand wirtschaftlich gegenüber dem herkömmlichen Konzept unverträglich hoch sind.

Trockenpartien herkömmlicher Art bestehen nahezu zur Gänze aus dampfbeheizten Trockenzylindern und werden seit Jahrzehnten kaum weiterentwickelt. Niemand der namhaften Maschinenhersteller oder in der Papierindustrie verwendet ein geschlossenes System wie beschrieben.

Der Antragsteller hat mit der TU und der Partnerfirma aus der Papierindustrie Partner, die eine große Erfahrung in der Papiererzeugung, aber auch in Grundlagenforschung und Wärmetechnik einbringen. Als Teil eines künftigen Produktprogramms würde der Antragsteller mit dieser Lösung einen globalen Wettbewerbsvorteil besitzen und damit einen Teil der österreichischen Arbeitsplätze sichern.

Summary

Drying of paper needs a lot of energy. Heat is necessary to evaporate approx. 1 ½ kg water per kg paper. Proposed process uses heating energy from gas in certain areas of a paper machine only where highest drying rates are applicable. Heat recovery devices generate steam and hot air for drying of paper in areas where highest drying rates are not possible or necessary.

Nowadays heat for drying sections comes almost all time from steam. Some warm air, seldom hot air or infrared devices are used as additional drying sources. Steam normally comes from external steam boilers, hot air needs gas or high pressure steam, infrared devices need gas or electrical power.

Goal of this development is to close the circuit of heat in paper making dryer sections in order to reduce the amount of primary form of energy, to reduce heat content of exhaust air and to minimize the heat losses. Also the length of a dryer section will be shorter.

This can be achieved by

- use of direct gas heated dryers instead of steam heated dryers especially for areas where paper can be dried at highest intensity
- use of exhaust heat for to generate low pressure steam for areas where paper needs to be dried at lower intensity
- use of the exhaust heat further to heat up hot air used in impingement dryers and
- use of remaining exhaust air to heat up warm fresh air for pocket ventilation systems.

Such an modular hybrid drying system does not exist on the market yet. However components and part processes are state of the art.

Risks are to be considered in areas

- of technical reliability of all areas of the overall drying process because of the 24/7 operation of paper machines
- of other alternatives in this technology whenever they come up
- of cost in relation to goals achievable.

Dryer sections as state of the art consist of steam heated cylinders and have not further developed since decades. None of the major suppliers or paper producers have a closed system as described available yet.

The applying company together with the TU and with one of the largest paper makers worldwide combine a large experience in paper making processes as well as in basic development and heat technology.

As part of future product portfolio this concept would allow the applying company as well in paper machines to be and remain very competitive on the global market resulting in improvement of our site as working place.

EINLEITUNG

a) Aufgabenstellung

In der Papierherstellung bzw. der Papiermaschine wird das erzeugte Papier nach der Blattbildung und dem mechanischen Auspressen getrocknet. Dieser Trocknungsprozess ist überaus energieintensiv: Zur Verdampfung von 1 kg Wasser ist der Wärmeinhalt von 1,3 bis 1,5 kg Dampf erforderlich.

Aufgabe des gegenständlichen Entwicklungsprojektes MHDC ist es, Verfahren zu entwickeln, mit welchen Primärenergie gezielter und effizienter in Trockenpartien eingesetzt werden kann.

b) Schwerpunkte des Projektes

MHDC soll die seit vielen Jahrzehnten bestehende Trockenpartie-Konzepte insofern ablösen, als damit

- weniger Energie zur thermischen Wasserentfernung verwendet wird und
- die Anlage bzw. dieser Maschinenbereich wesentlich kürzer gebaut werden kann.

Der Entfall von großen Zusatzkomponenten wie einer externen Dampfversorgung ist ein Zusatznutzen.

MHDC setzt sich zum Ziel, durch direkte gasunterstützte Strahlungsheizung Zylinder aus Stahl höher aufzuwärmen als bisher mit dampfbeheizten Gusszylindern üblich. Die Abwärme wird nach modernsten Konzepten in Kaskaden ebenfalls für den Trocknungsprozess genutzt. Durch spezielle Lufttrockner wird die bisher niedrige Trocknungsintensität am Beginn deutlich erhöht, was einerseits eine sinnvolle Abwärmenutzung ergibt, andererseits die Baulänge der Trockenpartie weiter reduziert.

c) Einordnung in das Programm

Das Projekt MHDC wird im Rahmen des Forschungs- und Technologieprogramms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt und ist inhaltlich im Themenfeld „Energie und Gewerbe“ angesiedelt.

Es gliedert sich in 2 Phasen:

- Phase 1: Erarbeiten von Grundlagen, Technologie- und Komponentenentwicklung (das gegenständliche Projekt) und
- Phase 2: Pilot- und Demonstrationsvorhaben an einer Pilot-Papiermaschine (das weiterführende Projekt)

d) **Verwendete Methoden**

- **Kooperation mit Partnern**

In einem Team bestehend aus Praktikern aus der Papierindustrie, Ingenieuren des Maschinenbauers und wissenschaftlichen Mitarbeitern der einer technischen Universität wurde mit Methoden modernen Projektmanagements zielgerichtet entwickelt.

- **Fortschrittskontrolle**

In etwa monatlichen Fortschrittsmeetings wechselten sich Brainstorming- und Selektionsphasen ab, bis die nachfolgenden Konzepte und Komponenten als Ergebnis feststanden.

- **Nutzung von Rechenprogrammen und Simulationen**

Besonders neue bzw. für diesen Zweck weiterentwickelte Programme zur Berechnung des Trockengehalts—und Papiertemperaturverlaufs entlang der Trockenpartie waren von entscheidender Hilfe, um schneller und genauer zu sein. Die Simulation wurde für bestehende Anlagen getestet und eine hohe Übereinstimmung gefunden.

e) **Aufbau der Arbeit**

Organisation:

Eine neue Trockenpartie zur Papiererzeugung zu entwickeln, kann ohne Anwender- Know How praktisch nicht realisiert werden. Daher wurden folgende Projektpartner auf konsortialer Basis zur Teilnahme eingeladen:

- einer der größten Papierhersteller weltweit, und
- die Technische Universität Graz (TUG) mit ihren Möglichkeiten eines großen Labors am Institut für Papier- und Zellstoff- und Fasertechnik.

Unmittelbar nach Beginn im Februar 2008 wurde eine Projekt- Organisation ins Leben gerufen unter der Leitung von Andritz. Im Monatstakt wurden während der gesamten Projektdauer Fortschrittsmeetings abgehalten, in denen Arbeitspakete und Termine, sowie auch Verantwortlichkeiten festgelegt und vereinbart wurden. Schwerpunkt dabei war die Präsentation der Zwischenergebnisse, deren Diskussion und die Festlegung der sich daraus weiter ergebenden Schritte.

Besuche und Diskussionen in Papierfabriken dienten dazu, einerseits Feedback zu

Zwischenergebnissen zu erhalten und andererseits Betriebs- Erfahrungen mit einzelnen Komponenten einzuholen.

Sämtliche Treffen, Zusammentreffen und Diskussionsergebnisse sind protokolliert, gleiches gilt für alle Zwischenergebnisse. Die partner- interne Kommunikation erfolgt über eine eigens dafür eingerichtete Internet- Seite mit entsprechender Zugriffsberechtigung der am Projekt beteiligten und definierten Personen.

2. Inhaltliche Darstellung

Für einen strukturierten Ablauf war das Projekt in drei große Arbeitspakete unterteilt worden:

a) „Trockenpartie neu“,

Im Wesentlichen die Auswahl und Zusammenstellung der wesentlichen Komponenten infrarotbeheizter Zylinder, dampfbeheizte Zylinder, Lufttrockner und Wärmerückgewinnungsanlagen, sowie deren optimale Konfiguration. Dazu die Erstellung von Rechenmodellen für Trocknungsverlauf und Energieverbrauch, um Konzeptvarianten beurteilen und vergleichen zu können.

Im Detail erfolgten:

- Brainstorming: was wäre der ideale Trocknungsverlauf, welche Einschränkungen und Randbedingungen sind zu berücksichtigen, Engpässe heute, Must/MustNot der Trocknung
- Ausarbeitung eines Rechenprogramms, mit welchem für Trockenpartien beliebiger Konfiguration der Verlauf des Trockengehaltes im Papier, sowie der Temperaturverlauf in einzelnen Schichten im Papier ermittelt werden kann,
- Auswahl an Komponenten :
 - o Gusszylinder (herkömmlicher Bauart) und
 - o Infrarot beheizte Papiertrockner, je unterschiedlichen Durchmessers;
 - o Vakuumzylinder mit unterschiedlichem Durchmesser;
 - o Lufttrocknungshauben in verschiedenen Positionen;
 - o Luft- Flächentrockner in verschiedenen Positionen;
 - o Bahnführungseinrichtungen (herkömmlicher Bauart);
 - o Dampferzeuger (herkömmlicher Bauart und als Abwärmenutzung);
 - o Wärmerückgewinnungsanlagen (herkömmlicher Bauart);
 - o Stahlband- Trockner

b) „Infrarotbeheizter Papiertrockner“,

im Wesentlichen die Weiterentwicklung eines bestehenden Zylinderkonzeptes der Beheizung eines Trockners direkt mit Gasinfrarot, indem Wärme durch Strahlung übertragen wird und sehr hohe Temperaturen erreicht werden, wobei die Abluft zur weiteren Beheizung von Lufttrockner verwendet wird.

Im Detail erfolgte:

- eine Analyse des bestehenden Konzeptes in Bezug auf größere Dimensionen und höhere Leistung des Zylinders
- eine Analyse der Brauchbarkeit von herkömmlichen Bespannungen bei sehr hohen Zylindertemperaturen bzw.
- die Suche nach neuen Kunststoff Materialien für diese Siebe bzw.
- die Recherche, wie weit Metallsiebe für diesen Einsatzzweck geeignet sind.

c) „Optimierte Nutzung der Wärmeenergie“,

im Wesentlichen eine Schaltungsoptimierung der betreffende Wärmeströme, bei der in allen erdenklichen Betriebszuständen (Anfahrbetrieb, Normalbetrieb unterschiedlichen Niveaus, sowie Abkühlvorgänge) mit hoher Betriebssicherheit, vor allem aber mit niedrigstem Energieverbrauch gefahren werden kann.

Im Detail erfolgte:

- Variantenrechnungen, in welchen die Hochtemperatur- Abluft in einzelnen Stufen sowohl zur Dampferzeugung, wie auch zur Aufwärmung der Luft für Trockenhauben und letztlich für die Belüftung der gesamten Trockenpartie intensiv genutzt wird
- ausführliche Bilanzrechnungen inklusive dem Erstellen von Sankeydiagrammen zur Veranschaulichung der Wärmeströme bzw. zur Feinoptimierung bei den gewählten Hauptvarianten
- die Variation der verschiedenen Wärmeabnehmer, vor allem Varianten verschiedener Lufttrockner, mit besonderem Schwerpunkt eines Luft-Flächentrockners, der vor der eigentlichen Trockenpartie eingesetzt wird („Preheater“).

3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

3.1. Ergebnisse der Vorarbeiten

Aus der Brainstorming- Phase ergab sich, dass jedes neue Trockenpartiekonzept bestimmten Randbedingungen genügen muss:

- der Gesamtenergieverbrauch muss niedriger sein je Tonne erzeugten Papiers
 - o unter Berücksichtigung des Verhaltens des Papiers bei hohen Trocknungsintensitäten ist besonders auf verstärkte, zusätzliche Trocknung am Beginn der Trockenpartie Augenmerk zu legen
- das Laufverhalten bzw. die Runnability einer Papiermaschine darf mit dem neuen Konzept nicht schlechter werden
- die papiertechnologischen Werte des erzeugten Papiers dürfen nicht schlechter werden, wenn mit höherer Intensität getrocknet wird
- ein neues Trockenpartiekonzept soll zu einem geringeren Bauvolumen des Gebäudes führen.

Ein weiteres Ergebnis der ersten Phase war die Überarbeitung bzw. Neuerstellung eines Programms, mit welchem der Temperatur- und Trockengehaltsverlauf entlang einer Trockenpartie berechnet werden kann, wobei als Trockenaggregate sowohl die konventionellen, als auch die neuen Komponenten zugrunde gelegt werden können.

Zunächst waren umfangreiche Variantenrechnungen erforderlich, um einerseits den Einfluss der in Betracht kommenden Trocknungsaggregate in verschiedenen Kombinationen auf ihre Trockenleistung zu überprüfen und andererseits den jeweiligen Energieeinsatz erfassen zu können.

Trockenzylinder und Lufttrockner diverser Bauart wurden in Betracht gezogen, siehe Abb. A/1 und in verschiedenen Kombinationen (Abb. A/2 und A/3) für eine Trockengruppe simuliert.

Weitere Variationsschritte waren

- die Untersuchung unterschiedlich großer Durchmesser der Vakuum- Umlenkwalzen in dieser Trockengruppe (Abb. A/4.),
- die Ermittlung des Einflusses verschieden hoher Lufttemperaturen (Abb. A/5)
- die Variation der Anzahl der Air Cap- Lufttrockner (Abb. A/6), wobei die gewählten Temperaturstufen typischen Werten für Dampf- oder Gasbeheizung entsprechen,
- der Vergleich dieser Variante mit einem sogenannten „elongated air dryer“, siehe Abb. A/7 bzw.
- die Berücksichtigung von oben liegenden AirCaps 180 (Abb. A/8).

Die Ergebnisse zeigen tabellarisch bzw. grafisch, wie sich der Trockengehalt in der Papierbahn entwickelt (DC) bzw. wenn ein bestimmter Trockengehalt erforderlich ist, wie lange diese Trockengruppe fiktiv dafür sein müsste. So wird

- einmal die komplette Bestückung verglichen und der maximal erreichbare Trockengehalt ermittelt (DC2), sowie die Baulänge (L2).
- und zum anderen wird der Basis- Endtrockengehalt (DC3) konstant gelassen und die Trockenlänge (L3) dargestellt, um diesen in dieser Kombination zu erreichen.

Alle Vor- Ergebnisse ließen den Schluss zu, dass die im Projekt erwartenden Vorteile eher dann gegeben sind, wenn gerade am Beginn der Trocknung, wo offenbar die herkömmliche Zylindertrocknung ineffizient ist, mit hoher Intensität ein rascher Anstieg des Trockengehalte erreicht werden kann.

In einem nächsten Schritt wurde versucht, die aus den Vorarbeiten gewonnenen Erkenntnisse an einer bestehenden Maschine anzuwenden, und zwar in dem man Umbau- Alternativen konkret durchrechnete. Damit wurde das bislang theoretische Rechenmodell hinsichtlich seiner Eignung für die Anwendung in der Praxis getestet.

Besonderes Augenmerk wurde – auf Grund der obigen Ergebnisse – auf eine verstärkte Anwendung der Lufttrocknung am Beginn der Trockenpartie gelegt.

Die Abbildungen B/1 bis B/14 stellen die Ergebnisse für die Rechnung der gesamten Trockenpartie dar.

Das MHDC Prinzip ist besonders in den Varianten 7 (Abb. B/9) und 10 (Abb. B/12) verwirklicht, was tatsächlich in Bezug auf den spez. Energieverbrauch bzw. den damit verbundenen Betriebskosten günstige Werte ergab.

3.2 Ergebnisse

a) Referenz- Konzept

Um von einer gesicherten Basis ausgehen zu können wurde ein Basiskonzept erstellt: die Trockenpartie einer Papiermaschine zur Herstellung von Feinpapier, so wie sie nach heute üblichen modernen Auslege- Regeln aussehen würde (siehe Abb. 1), mit den Hauptdaten

Breite:	6,4 m
Produktionskapazität:	34 t/h
Papiersorte:	Feinpapier 68 g/m ²
Produktionsgeschwindigkeit:	1.300 m/min

Trockengehalt vor/nach

Trockenpartie:	48% / 95%
----------------	-----------

Für diese Maschine würden heute an Trocknungsenergie verbraucht:

Dampf:	38.525 kWh/h
Gas:	---
Strom	1.800 kWh/h
Gesamt:	40.325 kWh/h
Bzw. gesamt spezifisch:	1.186 kWh/t

Dazu steht eine potentielle Abwärme- Energie für eventuelle weitere Rückgewinnungsanlagen in der Höhe von 13.610 kWh/h zur Verfügung.

b) **MHDC – optimiertes Konzept ohne intensiviert Vortrocknung** (siehe auch Abb. 2)

Als Ergebnis umfangreicher Variantenrechnungen, bei denen einzelne Komponenten, sowie deren Menge und Anordnung variiert worden war und jeweils eine Beurteilung nach den Kriterien Leistung, Energieverbrauch und Runnability erfolgte, ergab sich folgendes Grund- Konzept:

Anordnung- zunächst für eine Vortrockenpartie:

- 6 dampfbeheizte Zylinder am Beginn der Trockenpartie
- 9 infrarotbeheizte Zylinder in der Hauptverdampfungszone
- Danach ein weiterer dampfbeheizter Zylinder
- Sämtliche Zylinder in einreihiger Anordnung
- Sämtliche Umlenkungen zwischen den Zylindern mit Vakuumwalzen

- Alle Vakuumwalzen unter den ersten dampfbeheizten Zylindern erhalten einen größeren Durchmesser und sind mit Hochleistungs- Lufttrocknern ausgestattet
- Die Abluft bzw. Abwärme der infrarotbeheizten Zylinder wird in Kaskade genutzt, um
 - o Dampf für die ersten Zylinder zu erzeugen
 - o In zweiter Stufe die Luft für die Hochleistungstrockner zu erhitzen und schließlich
 - o In dritter Stufe über herkömmliche Wärmerückgewinnungsanlagen die Zuluft für die gesamte Trockenpartie aufzuwärmen
- Die Nachtrockenpartie ist ähnlich strukturiert, jedoch ist wegen der viel kleineren zu trocknenden Wassermenge die Zahl der Komponenten und die Wärme- und Luftmengen entsprechend kleiner.

Für diese Maschine wurden bei gleichbleibenden Leistungsdaten wie vorher in der Version 3a folgende Verbrauchswerte erreicht:

Dampf:	kein Bedarf von extern für Normalbetrieb
Gas:	37.055 kWh/h
Strom	1. 915 kWh/h

Dazu steht eine potentielle Abwärme- Energie für eventuelle weitere Rückgewinnungsanlagen in der Höhe von 19.470 kWh/h zur Verfügung.

Es ergibt sich eine Länge von ca. 50m der gesamten Trockenpartie.

Abb. 3+4 zeigt jeweils die Vortrockenpartie der Grundvariante und der MHDC Variante im Vergleich inklusive der dazugehörigen Sankey-Diagramme.

Dieses Konzept erfüllt jedoch noch nicht alle Voraussetzungen im Hinblick auf die gestellten Ziele. Besonders die Intensivierung der Trocknung am Beginn der Trockenpartie konnte durch die dampfbeheizten Zylinder nicht im gewünschten Ausmaß erreicht werden, auch wenn im Bereich der ersten Vakuumzylinder zusätzlich mit Luft getrocknet wird. Die beaufschlagte Fläche der Hochleistungstrockner erwies sich als zu klein für eine ausreichend hohe Trocknungsleistung.

Der nächste Entwicklungsschritt ergab schließlich als zusätzliches Trockenaggregat eine Vortrocknungs- Einheit, in welcher erneut die Abwärme der infrarotbeheizten Zylinder genutzt wird und in der die Heißluft von beiden Seiten auf die Papierbahn aufgeblasen wird:

c) MHDC – optimiertes Konzept mit intensivierter Vortrocknung („Preheater“, siehe auch Abb. 5)

Unmittelbar nach der Pressenpartie und vor den ersten Zylindern der Vortrockenpartie wird das Papier nur auf Sieben entsprechend der Skizze geführt, Vakuumpwalzen unterstützen jeweils die Abnahme und die Umlenkung.

Die Heißluft wird mit bis zu 350 Grad C sowohl direkt, als auch von der Gegenseite über das Transportsieb auf die Papierbahn aufgeblasen.

Damit kann das Papier bis auf ca. 60% Trockengehalt vorgetrocknet werden, bevor es in die Zylinder- Trockenpartie gelangt, was zu einer weiteren Verkürzung der MHDC Trockenpartie führt.

Die Daten der gesamten Trockenpartie:

Leistungs- bzw. Hauptdaten der Maschine: wie vorher

In der Version 3a mit „Preheater“ werden folgende Verbrauchswerte erreicht:

Dampf:	kein Bedarf von extern für Normalbetrieb
Gas:	37.055 kWh/h
Strom	1. 915 kWh/h

Dazu steht eine potentielle Abwärme- Energie für eventuelle weitere Rückgewinnungsanlagen in der Höhe von 19.470 kWh/h zur Verfügung.

Abb. 6 bis 10 geben nun einen Überblick über die Basis- und die beiden MHDC Varianten.

Von Relevanz sind:

- Energieverbräuche
- Länge der Trockenpartie
- Verlauf der Temperatur in versch. Schichten des Papiers

- Verlauf der Temperatur und besonders des Trockengehaltes

d) Papiertechnologie:

Parallel zu den Engineeringarbeiten wurde Untersuchungen angestellt, ob und in welchem Ausmaß durch Hochtemperaturtrocknung die Qualität des Papiers verändert bzw. beeinträchtigt wird.

Dazu wurden Versuche mit einer einfachen statischen Pilotanlage durchgeführt. Ein Papier-Laborblatt wird zu diesem Zweck mit beheizten Stempeln zusammengepresst, zwischen Papier und Stempel kann ein Spannungselement dazwischengelegt werden.

Die Temperatur der Stempel, die Presszeit und –kraft, sowie die erreichte Feuchte-Veränderung konnte genau gemessen werden. Damit kann in einem gewissen Ausmaß die Auswirkung von verschiedenen Rohstoffen im Papier, die Startfeuchte und der Einfluss der Parameter Temperatur, Presszeit usw. erfasst werden. Besonderes Augenmerk galt der Veränderung von papiertechnologischen Werten, wie Oberflächengüte, Festigkeit, Volumen, u.a.m.

Zusammenfassung Ergebnisse Tests/Papiertechnologie:

- Es sind die Ergebnisse eines statischen Versuches unzureichend für die endgültige Beurteilung, ob hohe Temperaturen nach dem Konzept MHDC die Papierqualität negativ beeinflussen,
- Soweit Ergebnisse als vertrauenswürdig anerkannt werden konnten, lagen die Tendenzen im erwarteten Bereich, wie z. B. mit höherer Temperatur tritt eine Blattverdichtung ein, was folgerichtig zu etwas weniger Steifigkeit des Papiers führt.
- Alle Partner im Projekt waren sich einig, dass eine positive Entscheidung für das gesamte Konzept, so vielversprechend auch die oben erwähnten Engineering-Ergebnisse sind, nur fallen kann, wenn schlüssig auch der Nachweis geführt werden kann, dass in einer laufenden Anlage unter Simulation des Trocknungsverlaufes wie in einer Großmaschine das Papier keine negative Einflüsse erfährt, wenn die Trocknungsintensität so deutlich erhöht wird wie bei MHDC mit „Preheater“.

e) Infrarotbeheizter Zylinder

Das Kernelement der neue Trockenpartie MHDC, der direkt befeuerte Hochtemperaturzylinder, war von bisherigen Einsatzdimensionen und –formen auf den Bedarf für MHDC auszubauen. Bislang gab es Erfahrungen bei relativ schmalen Maschinen mit kleineren Durchmessern, für MHDC werden jedoch größere Zylinder mit verschiedenen Durchmessern benötigt.

Im Wesentlichen wurden im Rahmen dieses Projektes folgende Arbeiten durchgeführt:

- eine Analyse der bisher gelieferten Zylinder in einer Papiermaschine in den USA
- Entwurfsbild für eine Ausführung für 7 m Breite und 1,8m Durchmesser
- Abklärung, wie unter den neuen Dimensionen Strahlungselemente funktionsfähig eingesetzt werden können.

Résumé infrarotbeheizter Zylinder:

Das an sich bestehende Konzept kann mit den weiterentwickelten Elementen für den Einsatz bei MHDC hinsichtlich geforderter Funktion und Dimensionen eingesetzt werden.

4. Ausblick und Empfehlungen

- MHDC benötigt 3 – 5 % weniger spezifische Energie zur Trocknung des Papiers
- Dieser Wert kann noch durch zusätzliche Wärmerückgewinnung gesteigert werden. Diese weiteren konventionellen Abkühlungsstufen wurden zu Vergleichszwecken nicht weiter untersucht, sondern nur als Abwärmemenge mit einem bestimmten Temperaturniveau für alle Varianten gleich angenommen.
- Es wird erwartungsgemäß kein großer Dampfkessel benötigt, jedoch zum Anfahren der Maschine ein kleinerer Steambloc.
- Der erprobte infrarotbeheizte Zylinder steht in weiter entwickelter Ausführung bereit
- Die Länge der Trockenpartie kann wie erhofft wesentlich gekürzt werden, und zwar um ca. 40% im Fall der Version ohne „Preheater“, und um ca. 50% im Fall mit „Preheater“.

Diese Verkürzung ergibt eine Verkleinerung des Gebäudes um z.B. 35 – 40 m mit den damit verbundenen Kosteneinsparungen

- Bei allen positiven Aspekten kann eine endgültige Rezeption erst erfolgen, wenn MHDC im Einsatz an einer Versuchsmaschine hinsichtlich der nicht negativen Beeinflussung der Papierqualität und hinsichtlich der Runnability bestehen kann.

- Es wird daher dringend empfohlen, konsequenterweise diesen Nachweis in der Pilotanlage durchzuführen. Die entsprechenden Schritte sind inzwischen bereits eingeleitet.

5. Literaturverzeichnis

Als Basis der Arbeit am Projekt wurde das umfangreiche hausinterne Auslege- und Berechnungs- Know How eingesetzt, sowohl was theoretische Grundlagen anlangt, als auch praktische Erfahrungswerte von eine großen Zahl gelieferter Trocknungsanlagen.

IMPRESSUM

Verfasser

ANDRITZ AG

Rudolf Greimel
Stattegger Strasse 18, 8045 Graz
E-Mail: rudolf.greimel@andritz.com
Homepage: www.andritz.com

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH