

Flexibles Strommanagement durch Infrarottiefentrocknung

Wolf Heilmann

33. Internationales Münchener Papier Symposium

25. bis 27. März 2025

Übersicht



- Einleitung
- Tiefentrocknung
- Anwendungsbeispiele
- Bivalenter Betrieb
- Ausblick auf weitere Technologien zur Verringerung des Energieverbrauch
- Zusammenfassung

Einleitung

- Papiererzeugung ist sehr energieintensiv.
- Die Trocknung erfordert rund zwei Drittel der Gesamtenergie einer Papierfabrik.
- Trocknung erfolgt heute überwiegend mit fossiler Energie.

Einleitung



- Verringerung der Trocknungskosten senkt stark die Gesamtkosten für Energie.
- 15% bis über 25% Verringerung des Energieverbrauchs ist mit vorhandenen Technologien bereits heute leicht möglich.
- Bivalenter Betrieb ermöglicht optimale Trocknung mit der momentan günstigsten Energie.

Tiefentrocknung

Nur NIR- und eNIR-Strahlung dringt tief in das Trockengut ein:

- Strich wird von der initialen Sedimentschicht aus getrocknet.
- Substrat wird aus der Tiefe heraus getrocknet.
- Wirkt als Katalysator für Zylinder oder Heißluft.
- Weniger Energie wird benötigt.

Tiefentrocknung



eNIR–Trockner sind energieoptimiert im Vergleich zu NIR:

- halbierte Energiekosten da optimierte Wellenlänge.
- Deswegen ideales Werkzeug zur Tiefentrocknung.

Tiefentrocknung

Effizienz und Sicherheit

- Geringste Verluste durch Energieoptimierung.
- Arbeitssicherheit
- Keine Brandgefahr

Liebe Kinder, macht das nicht zu Hause nach!

Mit konventionellen NIR-oder MIR-Trocknern würden Eure Finger verdampfen.



Tiefentrocknung

- Wie kann Dampfverbrauch reduziert werden?
- Wie kann der gesamte Energieverbrauch reduziert werden?
- Kosteneffizient?

Anwendungen

- Filmpressentrocknung einer Spezialpapiermaschine
- Profilregelung einer Kartonmaschine
- Feuchtigkeitsregulierung am Glättzylinder
- Vorwärmung einer Kartonmaschine



Anwendungen – Fall 1 - Filmpresstrocknung



Spezialpapierfabrik

- Filmpressenbeschichtete Papiere und Karton
- Flächengewicht: 60 g/m² bis 400 g/m²
- Beschichtungen: Stärke, Stärke+Latex, PVA, PVA+Stärke+Pigment, Gelatine
- Strichgewicht: 3 g/m² bis 10 g/m²
- Trockengehalt: 10% bis 18%

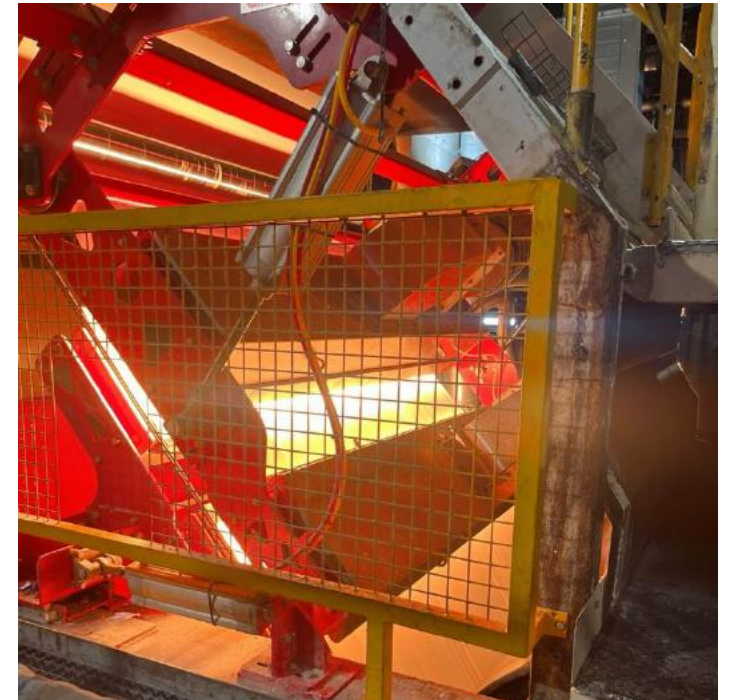
Anwendungen – Fall 1 - Filmpressentrocknung



- Bisher Trocknung mit Heißluft, gefolgt von NTP.
- Trocknung eingeschränkt wegen beengtem Einbauraum.
- Trocknung technologisch zweifelhaft, da PVA vorzeitig verfilmt .
- Trocknung technologisch fehlerhaft weil flüssige Phase der Beschichtung in das Substrat eindringt und durch NTP wieder an die Oberfläche gebracht werden muss.

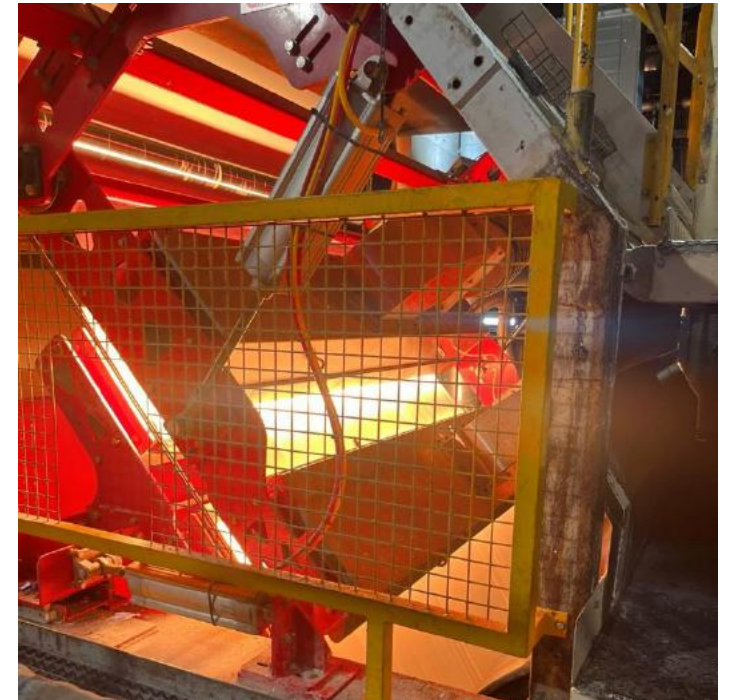
Anwendungen – Fall 1 - Filmpressentrocknung

- Je eine Reihe eNIR-Apollo sowie Reflektoren anstatt Heißluftthauben eingesetzt.
- benötigt 1.250 mm Einbauraum md.
- 160 kW/m Leistung auf jeder Papierseite.



Anwendungen – Fall 1 - Filmpressentrocknung

- IR-Tiefentrocknung erwärmt das Substrat.
- Immobilisiert die initiale Sedimentschicht.
- Verhindert Penetration der flüssigen Phase in das Substrat.
- Mit 230 kW/m wurde Beschichtung immobilisiert und teilweise getrocknet.



Anwendungen – Fall 1 - Filmpressentrocknung

- Dampfdruck in NTP wurde von 3 auf 2 bar verringert.
- Bisher war Kunde gebremst durch Dampfverbrauch.
- Jetzt nicht mehr.



Anwendungen – Fall 1 - Filmpressentrocknung

- Erste Phase: Dampfdruck in NTP wurde auf 2 bar verringert.
- Nächste Phase könnte Profilierung der VTP sein anstatt Rückbefeuchtung.
- Übernächste Phase wäre Vorwärmung bei schweren Sorten.



Anwendungen – Fall 2

Faltschachtelkartonfabrik

- Mit Glättzylinder.
- Mit mehreren Streichköpfen auf Ober- und Rückseite.
- Evaluierung für verschiedene Anwendungen.



Anwendungen – Fall 2.1 - Profilregelung



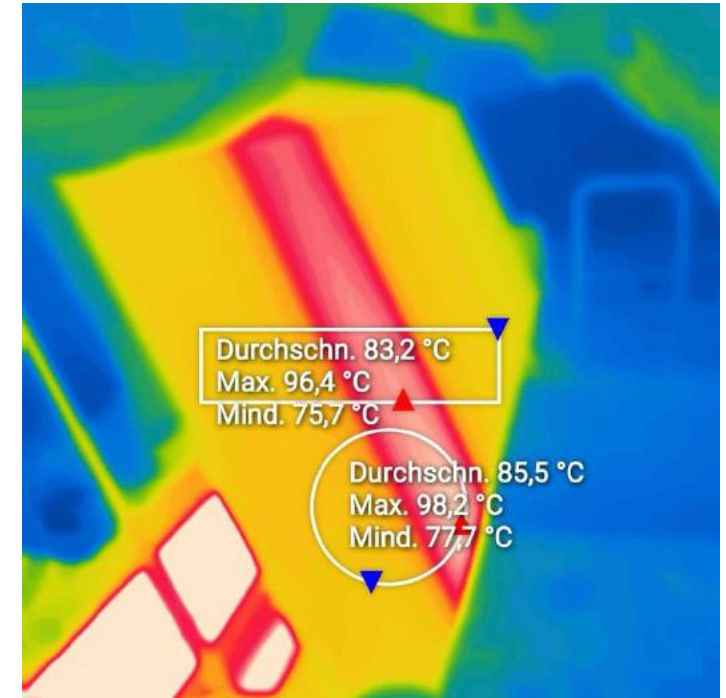
- Profilierung vor Streichmaschine.
- Zwei mal 320 kW/m, jeweils auf Ober- und Rückseite.
- Absenkung der Feuchte von 7% auf 5% bei maximaler Leistung.
- D.h. Feuchteschwankungen von bis zu 3% können ausgeglichen werden (von 9% auf 6%).
- Dampfverbrauch kann reduziert werden.
- Karton muss nicht mehr übertrocknet werden.

Anwendungen – Fall 2.2 - Glättzylinder

- Einsatz auf Rückseite vor Glättzylinder mit 320 kW/m.
- Steuerung der Zweiseitigkeit.
- Wasser von Rückseite auf Oberseite verschieben.
- Dadurch perfekte Feuchte für Glätte.

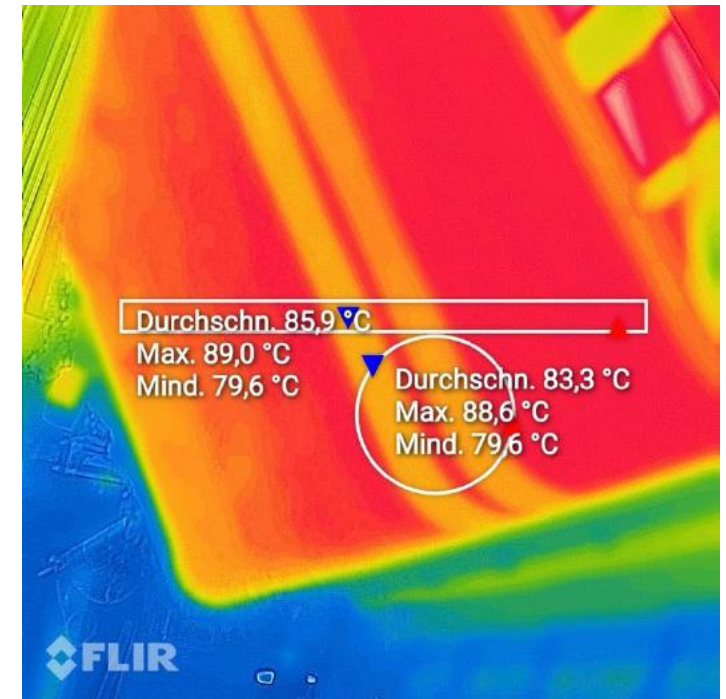
Anwendungen – Fall 2.2 - Glättzylinder

- Einsatz auf Rückseite vor Glättzylinder mit 320 kW/m
- Karton wird auf Rückseite um 20°C erwärmt.



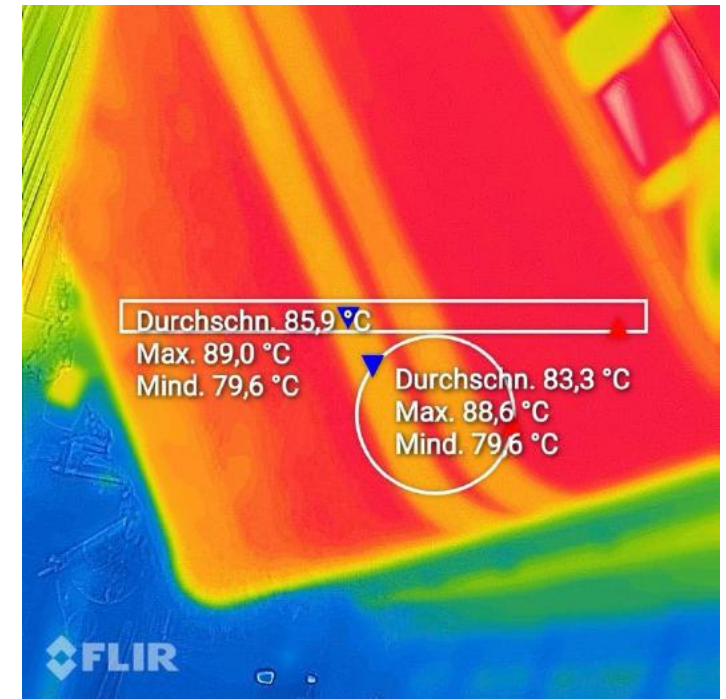
Anwendungen – Fall 2.2 - Glättzylinder

- Nach Glättzylinder ist Oberseite 9°C kühler – Dampfenthalpie bei der Arbeit!
- Aufgrund der höheren Feuchte bessere Verdampfung .
- Aufgrund besserer Verdampfung kühlerer Karton.



Anwendungen – Fall 2.2 - Glättzylinder

- Zweiseitigkeit kann gesteuert werden.
- Es muss nicht mehr wegen mangelnder Trocknung einer Seite die Geschwindigkeit verringert werden.



Anwendungen – Fall 2.3 - Vorwärmung

- Eine Kartonmaschine benötigt viele Zylinder um den Karton auf Verdampfungstemperatur zu bringen.
- Dabei darf die Energie nicht schneller in die Oberfläche eingebracht werden als im Karton durch Wärmeleitung weitergeleitet wird. Ansonsten gibt es
 - Blasenbildung,
 - Lagenspaltung,
 - Vorzeitige Verhornung der Oberfläche.

Anwendungen – Fall 2.3 - Vorwärmung

- Zwischen Presse und VTP werden Infrarotstrahler installiert.
- Jeweils 320 kW/m an Ober- und Unterseite, 72 kWh/t .
- Für Vorwärmung werden je nach Sorte 40% bis 60% der Leistung gebraucht, um Karton in z-Richtung auf 65°C zu erwärmen.
- Kunde wollte 100% Leistung um Grenzen zu sehen.

Anwendungen – Fall 2.3 - Vorwärmung

Blick auf Kartonunterseite

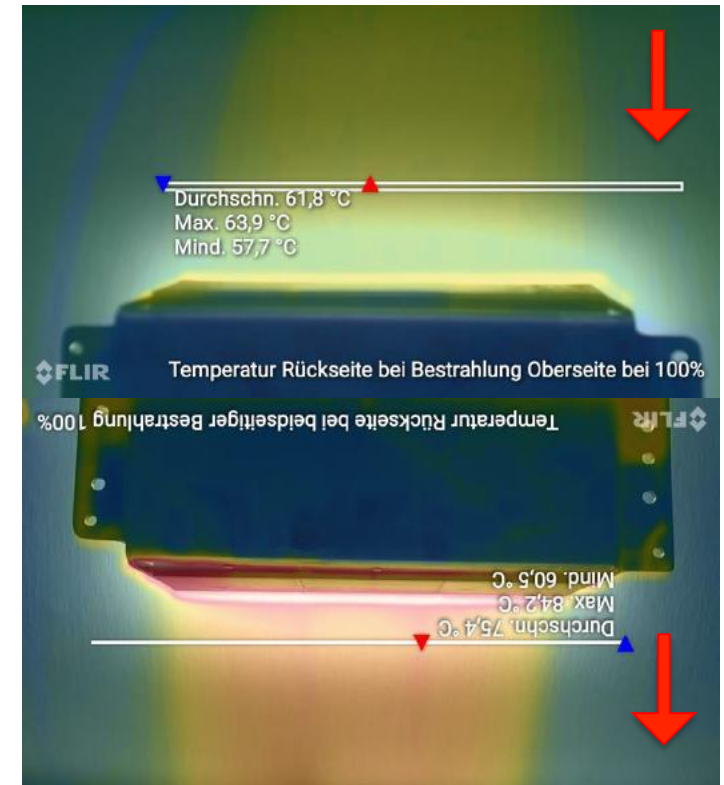
- Kartonoberseite wurde mit 320 kW/m bestrahlt – 36 kWh/t.
- Temperatur auf der Unterseite 63,9°C.
- Kerntemperatur mindestens 65°C.



Anwendungen – Fall 2.3 - Vorwärmung

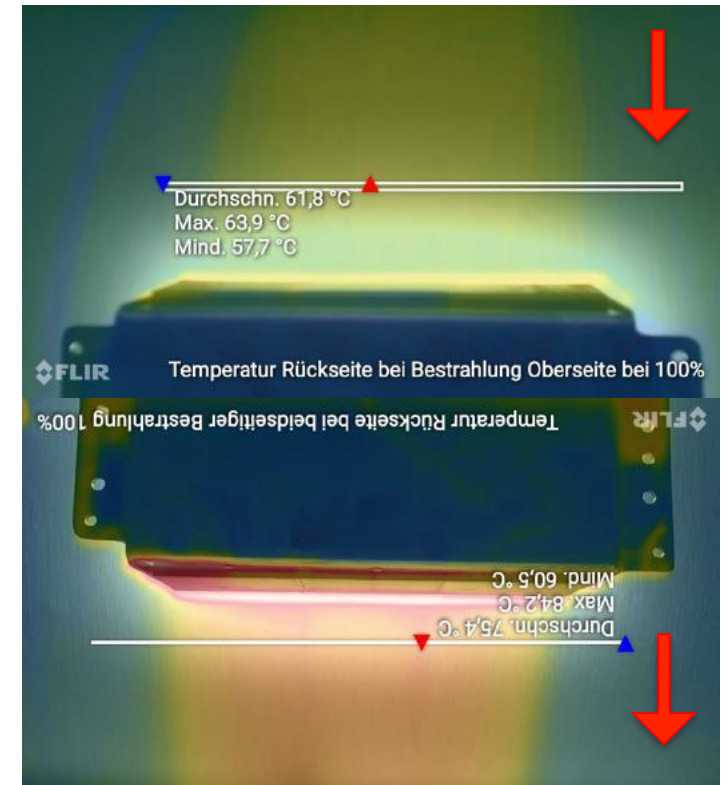
Blick auf Kartonunterseite

- Kartonunterseite wurde mit zusätzlichen 320 kWh/m bestrahlt – 72 kWh/t gesamt.
- Die Rückseite hat nun 84°C, Kerntemperatur mindestens 75°C.



Anwendungen – Fall 2.3 - Vorwärmung

- Viel zu heiß zur Vorwärmung.
- Allerdings schafften die eNIR-Trockner 7,5% der gesamten Verdampfung der Kartonmaschine.
- Verdampfungsrate: 840 g/kWh.



Anwendungen – Fall 2

- Es werden weitere Versuche gefahren, um ideale Umrüstung der Maschine festzulegen.
- Vermutlich wird der Dampfverbrauch durch alle drei Maßnahmen um 12% bis 20% verringert werden.
- Bei Verringerung der Gesamtkosten.



Bivalenter Betrieb

- Die digitalen Zwillinge von AutomationX und CF ProcSim reduzieren den Dampfbedarf um weitere 4% bis 8%.




- Insgesamt können so 15% bis 30% des Dampfverbrauchs eliminiert werden, zur Vorbereitung des bivalenten Betriebs.

Bivalenter Betrieb


Yankee Machine - Digital Twin

File Diagram Balance Language Option


Simulation Aided Control Technology




WE SIMPLIFY YOUR WAY



CF PROC SIM GmbH



wolf heilmann 

Yankee Maschine - Digital Zwilling

Auszeichnungen

- 1. Platz, Nachhaltigkeit 2022
CPI - Verband der Papierindustrie Englands
- 1. Platz, Best Projekt 2023
VNP - Niederländische Vereinigung Papierindustrie Niederlande
- 2. Platz, Constantinus 2023
WKÖ - Wirtschaftskammer Österreich

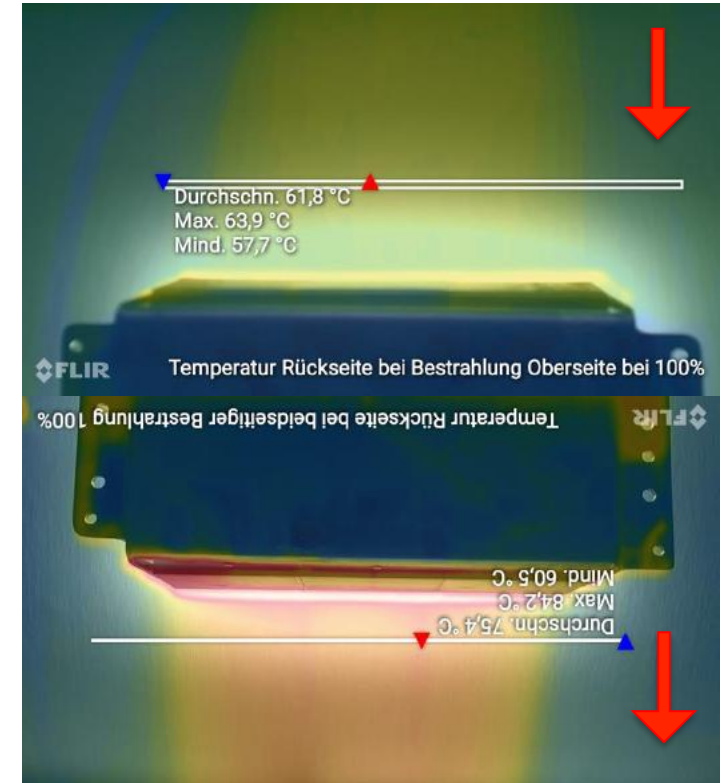
Eröffnung Übersicht Hauben Zylinder Air Classic IR MD Profile Exit

Bivalenter Betrieb

- Bisher wurden bereits die Kosten für die verschiedenen Energien bei der Optimierung des Dampfverbrauches berücksichtigt.
- Jetzt wird der **aktuelle** Preis eingespeist, ebenso **day-ahead**-Preis.
- Steuerung berücksichtigt die Kosten der verschiedenen Energien und verschiebt deren Anteile für optimale Kosten.
- Beim automatischen bivalenten Betrieb werden Tonnage und Qualität konstant gehalten.

Bivalenter Betrieb – Anwendungsfall 2.3

- Bei niedrigem Strompreis werden die eNIR-Trockner auf 100% Leistung gesetzt.
- Dampfverbrauch geht zurück.
- Bei normalem Strompreis wird nur bis 65°C erwärmt für optimaler Tonnage.
- Durch die IR-Tiefentrocknung lässt sich die PM bivalent betreiben.



Bivalenter Betrieb



- Die Verringerung des Dampfbedarfs und Dampfdrucks ermöglicht den sinnvollen Einsatz von Wärmepumpen von BM Green Cooling zur weiteren Verringerung der Kosten.



- Durch geringeren erforderlichen Dampfdruck können äußerst energieeffiziente Wärmepumpen einsetzen.

Ausblick auf weitere Dekarbonisierung



- Zusätzlicher Strom kann aus der Spuckstoffbehandlung gewonnen werden:



Zusammenfassung

- Trocknung benötigt sehr viel Energie.
- Mit der Infrarottiefentrocknung von innen nach außen können die Kosten substantziell gesenkt werden – pro kWh lässt sich mehr Wasser verdampfen.
- Mit der bivalenten Trocknung können die Kosten weiter gesenkt werden.
- Es gibt heute bereits alle Technologien, um die Trocknung zu dekarbonisieren und dabei die Kosten zu verringern.

 Vielen Dank

 Fragen?

