

Simulationsgestützte Steuerung des Trocknungsprozesses

Reduktion des Dampfverbrauches im Trocknungsprozess an Papiermaschinen

Das Projekt „Simulationsgestützte Steuerung des Trocknungsprozesses“ wurde im Zeitraum von Februar 2020 bis März 2022 durchgeführt. Das Hauptziel dieses Projektes war eine Reduzierung der spezifischen Energie für die Papiertrocknung um 5 %. Diese Energiereduzierung wurde durch den Einsatz von Hi-Tech-Prozesssteuerung erreicht. Die simulationsgestützte Steuerung nutzt bekannte und häufig veröffentlichte Trocknungsphysik sowie gemessene Prozesswerte und technische Daten der Anlage. Die nicht gemessenen Prozessvariablen werden berechnet, auf einem speziellen Bedienerbildschirm angezeigt und zur Prozesssteuerung verwendet. Diese Technologie identifiziert Energieverluste und optimiert den Übergang von einem Betriebsollwert zum nächsten.



Abb. 1: Moderne Papiermaschine

Diese neue Technologie wurde im Werk Smurfit Kappa Townsend Hook in Snodland (Kent) auf einer kürzlich modernisierten Papiermaschine (PM9) erprobt, die über 235.000 Tonnen leichtes Containerboard pro Jahr (tpa) produzieren kann. Das Projekt war in sieben Phasen unterteilt:

1. Allgemeine Faktenermittlung, Datenerfassung und Untersuchung jeglicher anomaler Merkmale.
2. Erstellen eines Simulationsmodells des Trocknungsprozesses gemäß der technischen Dokumentation der Papiermaschine PM9.
3. Durch Testen und Validieren der Parameter des Simulationsmodells entsteht ein digitaler Zwilling des realen Prozesses.
4. Online-Verbindung des „Digitalen Zwillings“ mit dem DCS-Steuerungssystem. Testen und Validieren der Kommunikationsschnittstellen.
5. Offene Regelkreise: Die simulationsgestützte Steuerung simulierte die Remote-Sollwerte, jedoch wurden diese nicht aktiv.
6. Geschlossene Regelkreise: Die simulationsgestützte Steuerung begann den Prozess über die Remote-Sollwerte zu steuern.
7. Bewertung der neuen Steuerungstechnologie, Lernen der Prozessgrenzen, Bewertung der Steuerungsergebnisse und Dokumentation.

Da die Papiertrocknung in zwei unterschiedliche Bereiche (Vortrocknung und Nachtrocknung) unterteilt ist, war es möglich, das Projekt in den verschiedenen Bereichen nach unterschiedlichen Zeitplänen voranzutreiben.

Das Projektziel einer Energieeinsparung von 5 % wurde übertroffen. Es wurde eine Energieeinsparung von über 7 % erreicht.

Einführung

Eine Papiermaschine stellt einen riesigen Komplex sich gegenseitig beeinflussender Prozesse dar, die fast 80 % des Energiebedarfs von Papierfabriken verbrauchen. Die übliche Maschinenbauweise ist etwa 100 m lang, 10 m hoch und 8 m breit. Eine Papiermaschine besteht aus vier Hauptabschnitten: Sieb, Presse, Trocknung und Wärmerückgewinnung. Das Papier wird vom Anfang des Siebabschnitts bis zum Ende des Trocknungsabschnittes gezogen. Eine große Herausforderung für alle Steuerungssysteme ist die Prozessverweilzeit, also die Zeit zwischen Änderung des Sollwertes und dem gemessenen Prozessergebnis. Die gemessene Reaktion (z. B. Endwert der Papierfeuchtigkeit)

AUTOMATIONX GMBH
CF PROCSIM GMBH!

Trocknungsoptimierung
Vertretung: wolf heilmann
GmbH Kontakt:
sales@wolfheilmann.eu

auf eine Prozessänderung (z. B. Dampfdruck) dauert Minuten. Es gibt selten zwischen Head-Box und Endscanner eine robuste Information. Und so wird eine Änderung der Betriebsbedingungen am Siebabschnitt normalerweise erst am Ende des Trocknungsprozesses nach mehreren Minuten gemessen. Darüber hinaus können einige wichtige Prozesswerte aufgrund schwieriger Umgebungsbedingungen (hohe Lufttemperatur und bis zu 100 % Luftfeuchtigkeit, starke Vibration, Spritzwasser usw.) überhaupt nicht einfach gemessen werden. Diese Faktoren erschweren das Steuerungsmanagement erheblich. Das Steuerungssystem muss auf die Abweichungen langsam reagieren, um keine Destabilisierung des thermischen Gleichgewichtes zu riskieren.

Das Hauptziel einer herkömmlichen Prozesssteuerung der Papierproduktion ist die Menge und Qualität. Somit wurde der Energie in der Vergangenheit wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Im Bereich der Hauptenergie ist die herkömmliche Steuerung im Allgemeinen mit maximal zwei Dampfmenagemessungen ausgestattet. Diese Informationen reichen nicht aus, um die Prozesse energetisch zu optimieren und unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden. (Abb. 1)

Es gibt zwei Hauptgründe für unnötige Energieverluste:

- Unzureichende Informationen aus dem Prozess zur Steuerung der Energieeffizienz.
- Die Regelkreise arbeiten unabhängig voneinander, was die Zeit für die Prozessstabilisierung verlängert.

Die simulationsgestützte Steuerungstechnologie kombiniert Prozesswerte aus der Feldinstrumentierung mit einem System physikalischer Gleichungen und Anlageparametern und erstellt so einen digitalen Zwilling zur Modellierung realer Prozesse. Das Steuerungssystem arbeitet nicht nur mit Prozessdaten, sondern auch mit bekannten und etablierten physikalischen Abhängigkeiten sowie Maschinenparametern. Dies verbessert den Informationsfluss und die Transparenz, um eine höhere Effizienz und Papierqualität zu erzielen. Dieser neue Ansatz bietet die Möglichkeit, die Prozesssteuerung zu optimieren und bestehende fortschrittliche Steuerungstechniken zu übertreffen.

Die Papierbahn verlässt die Pressenpartie mit einem Feuchtigkeitsgehalt von ca. 50 %. Das bedeutet, dass jede Tonne dieser Papierbahn 500 kg Wasser enthält, von dem der Großteil verdampft werden muss. Um eine Tonne Papier zu produzieren, benötigt eine herkömmliche Papiermaschine etwa 1,6 Tonnen Dampf. Eine Standardpapiermaschine, die etwa 200.000 Tonnen Papier jährlich produziert, verbraucht über 320.000 Tonnen Dampf pro Jahr. Dies entspricht einer Wärmeenergie von 240 GWh oder mehr als 4 TWh/Jahr in der gesamten britischen Papierindustrie und bietet ein erhebliches Potenzial für massive Energieeinsparungen.

Über die Innovation

Der Trocknungsprozess wird in elementare physikalische Vorgänge zerlegt und mit physikalischen Formeln beschrieben. Jedes Modell des Elementarprozesses ist ein Objekt mit Maschinen- und Prozessparametern. Einzelne Modelle werden zu einem digitalen Zwilling des realen Prozesses vernetzt. Die realen und virtuellen Prozesse laufen parallel ab, wobei jedoch die Ergebnisse der virtuellen Prozesse unvergleichbar schneller zur Verfügung stehen.

Dadurch kann der simulationsbasierte Regler den virtuellen Prozess optimieren und zukünftige Abweichungen früher beseitigen, als sie im realen Prozess überhaupt auftreten können.

Um die Produktion zu steuern, nutzen die aktuellen Steuerungssysteme Prozesswerte aus der Feldinstrumentierung. Die Effizienz des Kontrollsystems hängt von der Qualität der gemessenen Informationen ab. Viele wichtige Prozessvariablen sind jedoch schwer oder gar nicht messbar (z. B. Bahntrockenheit nach der Pressenpartie, Temperatur der Zylinderoberfläche, MD-Verdampfungsrate, MD-Feuchtigkeitsprofil, Luftfeuchtigkeit in den Papiermaschinenhauben, Effizienz der Entwässerung usw.). Dies ist ein begrenzender Faktor bestehender Modellierungs- und Steuerungstechniken (d.h. PID- und modellprädiktive Steuerungssysteme).

Die simulationsgestützte Steuerungstechnik verwendet physikalische Abhängigkeiten, um fehlende Prozessdaten zu berechnen. Dies ermöglicht eine effizientere Steuerung aller Entwässerungs- und Trocknungsabschnitte und reduziert Energieverluste auf ein physikalisches Minimum. Sie kombiniert gemessene Werte mit physikalischen Prozessabhängigkeiten und Anlagefunktionen und erstellt so einen simulierten virtuellen Trocknungsprozess. Nicht gemessene Trocknungsvariablen werden aus einem virtuellen Prozess abgeleitet und in Kombination mit verfügbaren realen Daten visualisiert. Dies erhöht nicht nur die Menge und die Qualität der Informationen aus dem Prozess, sondern ist gleichzeitig eine notwendige Basis für effiziente Steuerung.

Das Simulationsmodell

Physikalischen Formeln sind Bausteine für das „First-Principle-Model“. Diese physikalischen Formeln spiegeln die realen Prozessabhängigkeiten im ganzen Arbeitsbereich der Anlage wieder. Dies ist eine Innovation gegenüber dem MPC-Ansatz, bei dem die mathematische Funktion lediglich aus gemessenen Signalen abgeleitet wird. Das „First-Principle-Model“ stellt das Verhalten der Papiermaschine an allen Arbeitspunkten mit einer Präzision dar, die der installierten Instrumentierung entspricht. Der größte Vorteil der First-Principle-Lösung gegenüber der MPC-Lösung besteht darin, dass sie auf technischen und geometrischen Parametern der Papiermaschine basiert und nicht von den Betriebsparametern oder Materialeigenschaften abhängig ist.

Das Simulationsmodell enthält einzelne Modelle der realen Anlagen, wie z. B. Dampfblaskasten, Zylinder, Wärmetauscher, Ventilator und andere relevante Aggregate. Genau wie die realen Aggregate sind diese einzelnen Modelle in Form physikalischer Gleichungen mit Energie- und Massenströmen verbunden. Die Off-Line-Modellfunktionalität ist unabhängig von Prozessen, die auf der realen Maschine laufen, und bildet einen digitalen Zwilling; eine mathematische Darstellung der physikalischen, technischen und technologischen Parameter sowie Funktionen der realen Anlage. Ein weiterer großer Vorteil des digitalen Zwillings gegenüber der MPC-Modellierung besteht darin, dass diese Technologie die Extraktion nahezu unzähliger Prozessvariablen aus dem Simulationsmodell ermöglicht. Diese Eigenschaft ist ein Fenster in dem Trocknungsprozess! (Abb. 2)

Es ist selten, dass alle notwendigen technischen Parameter der Papiermaschinenausrüstung zur Konstruktion des Modells

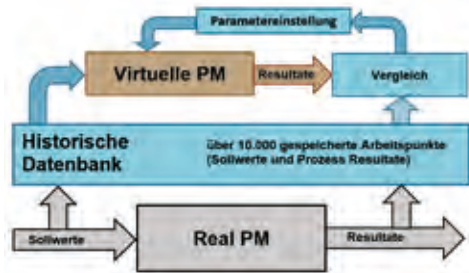


Abb. 2: Die Validierung des Digitalen Zwillings erfolgt offline. Die identischen Sollwerte müssen dieselben Ergebnisse liefern. Abweichungen liegen nur im Rahmen der Instrumentengenauigkeit

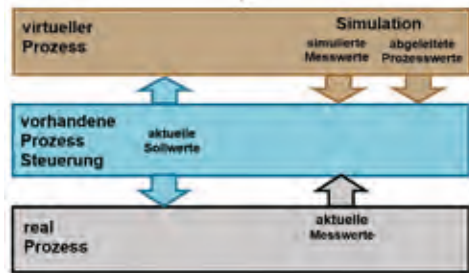


Abb. 3: Modus 1 – Das Modell ist über Sollwerte online mit dem Prozess verbunden

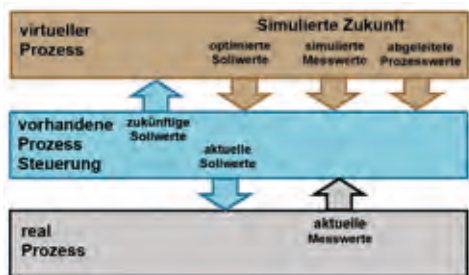


Abb. 4: Modus 2 – Prozess wird über optimierte Sollwerte gesteuert



Abb. 5: Modus 2 – Phase 3 und 4. Operator interface zu Modell

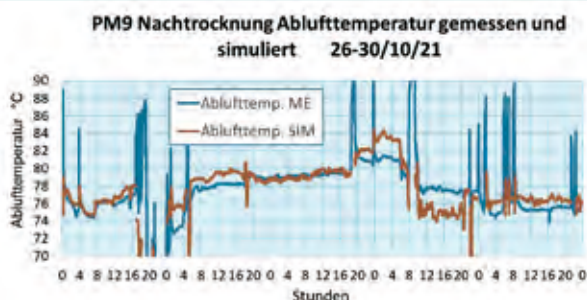


Abb. 6: PM9 – Nachtröcknung, die Temperatur der Abluft gemessen und simuliert, 26.-30. Oktober 2021

verfügbar sind, daher werden unbekannte Parameter aus technischen Veröffentlichungen und historischen Prozessinformationen abgeleitet. Das Modell muss im Anschluss validiert werden, wobei dies zunächst offline mit historischen Prozessdaten durchgeführt wird. Das Modell liest die realen Sollwerte und Prozesseingangswerte und simuliert den Trocknungsprozess. Die Ergebnisse werden mit den Ergebnissen der realen Maschine verglichen. Der Begriff „Ergebnisse“ umfasst dabei alle gemessenen Prozesswerte. Das Modell liest Daten, simuliert den Trocknungsprozess und schreibt die Ergebnisse automatisch zurück. Dieser Vorgang benötigt normalerweise nur einige Minuten, um Daten aus einem Betriebszeitraum von einem Monat zu verarbeiten. Unterschiede zwischen simulierten und realen Ergebnissen führen zur Korrektur der entsprechenden Modellparameter. Das Modell mit den neuen Parametern wird im Anschluss mit demselben Datensatz überprüft und erneut korrigiert, bis schließlich alle simulierten Ergebnisse in der Genauigkeit der Messinstrumentierung liegen. Das validierte Modell wird anschließend mit einem anderen Prozessdatensatz überprüft. Erst nach diesem Vorgang kann sicher man sein, dass das Modell den realen Prozess darstellt (digitaler Zwilling).

Demonstration

Die neue Technologie wurde im Werk Townsend Hook von Smurfit Kappa in Snodland (Kent) an der kürzlich modernisierten Papiermaschine MP9 getestet, die 235.000 Tonnen leichtes Containerboard pro Jahr produziert. Das Projekt war in sieben Phasen unterteilt:

1. Allgemeine Faktenermittlung, Datenerfassung und Untersuchung jeglicher anomaler Eigenschaften.
2. Zusammenstellung eines Simulationsmodells des Trocknungsprozesses gemäß der technischen Dokumentation der PM9.
3. Testen und Validieren der Parameter des Simulationsmodells führt zu einem digitalen Zwilling des realen Prozesses.
4. Online-Verbindung des „digitalen Zwillings“ mit dem DCS-Steuerungssystem. Testen und Validieren der Kommunikationsschnittstellen.
5. Offene Regelkreise: Die simulationsgestützte Steuerung simulierte die Remote-Sollwerte, jedoch wurden diese nicht aktiv.
6. Geschlossene Regelkreise: Die simulationsgestützte Steuerung begann, den Prozess über die Remote-Sollwerte zu steuern.
7. Bewertung der neuen Steuerungstechnologie, Lernen der Prozessgrenzen, Bewertung der Steuerungsergebnisse und Dokumentation.

Die neue Steuerungstechnologie basiert auf zwei nahezu gleichen Prozessen (real und virtuell), die parallel ablaufen. Die Sollwerte sind für beide Prozesse identisch. Im Regelalgorithmus gibt es zwei Hauptregelungsmodi. Modus 1 ist bei stabilen Produktionsbedingungen aktiv. Der digitale Zwilling simuliert gemessene Prozesswerte und leitet zusätzlich schwer messbare Prozessvariablen wie Luftfeuchtigkeit, Papiertrockenheit nach der Pressenpartie, Temperatur der Zylindermanteloberfläche und viele andere ab. Die simulationsgestützte Steuerung verwendet diese Informationen, um das zukünftige Prozessverhalten vorherzusagen und so die Stabilität, Präzision und Geschwindigkeit der Regelungsreaktionen zu erhöhen. (Abb. 3)

Modus 2 ist bei einer Produktionsänderung aktiv. Zunächst werden die Auswirkungen neuer Sollwerte für die Zukunft vorhergesagt, sodass Abweichungen korrigiert werden können, bevor sie im realen Prozess auftreten. Die optimierten Sollwerte aus der vorhergesagten Zukunft simulieren dann den besten Prozessverlauf, um die neuen Ziele zu erreichen. Die neuen Produktionsbedingungen werden in physikalisch kürzester Zeit stabilisiert. Der Ausschuss wird auf ein Minimum reduziert und der Energieverbrauch deutlich gesenkt. (Abb. 4, 5)

Monitoring

Die Hauptziele bestanden darin, eine ausreichend genaue Übereinstimmung zwischen gemessenen und simulierten Werten sicherzustellen. 15 Prozessvariablen wurden überwacht und statistisch ausgewertet.

Unter normalen Betriebsbedingungen stimmen die simulierten Temperaturwerte der Abluft mit den gemessenen überein. In Fällen, in denen das Modell keine wichtigen Prozessinformationen enthält (z. B. bei geöffneter Haube) oder bei extrem instabilen Arbeitsbedingungen unterscheiden sich die simulierten Werte geringfügig von der gemessenen Temperatur. Die Abweichungen liegen im Rahmen der Instrumentengenauigkeit (Abbildung 6). Die Ablufttemperatur während des Abrisses ist nicht simuliert. (Abb. 6)

Das Histogramm (Abbildung 7) zeigt eine Abweichungsverteilung von über 17.000 Arbeitspunkten. Der simulierte Dampfverbrauch liegt meist innerhalb von 1 % der gemessenen Werte. Dies entspricht einer Dampfstromabweichung von weniger als 0,6 t/h. 99,92 % aller simulierten Werte liegen innerhalb des definierten Toleranzbandes von 2,5 %. Die Prozessvariable „Gesamtdampfstrom“ hat daher den Test auf erforderliche Genauigkeit bestanden.

Ergebnisse

Durch dieses Projekt konnte die Steuerungstechnologie den Dampfverbrauch im Pressbereich um bis zu 2 %, im Trockenbereich um bis zu 3 % und im Bereich der Wärmerückgewinnung um bis zu 3 % senken. Das Hauptziel dieses Demonstrationsprojekts bestand darin, den durchschnittlichen Dampfverbrauch der Papiermaschine um mindestens 5 % zu reduzieren.

Ein einfacher Vorher-Nachher-Vergleich des Dampfverbrauchs wäre nur begrenzt möglich, da sich während der zweijährigen Projektdauer aufgrund von PM-Umbauten die Fasern, chemischen Komponenten und andere Bedingungen änderten. Dennoch konnten die ursprünglichen Trocknungsbedingungen von vor zwei Jahren reproduziert werden. Innerhalb von vier Stunden konnten diese „alten“ Trocknungsbedingungen stabilisiert werden, sodass der Prozess anschließend mit den neuen, durch die Simulation optimierten Sollwerten gesteuert werden kann. (Abb. 8)

Um die Dampfreduktion der simulationsunterstützten Steuerung zu bewerten, musste die Produktion mit den alten Sollwerten (vor dem Projekt) über einen abgestimmten Zeitraum von vier Stunden gesteuert werden. Danach wird die simulationsunterstützte Steuerung wieder aktiviert. Insgesamt musste die Produktion 12 Stunden lang (4 Stunden vor, 4 Stunden während und vier Stunden nach der Testperiode) konstant bleiben.

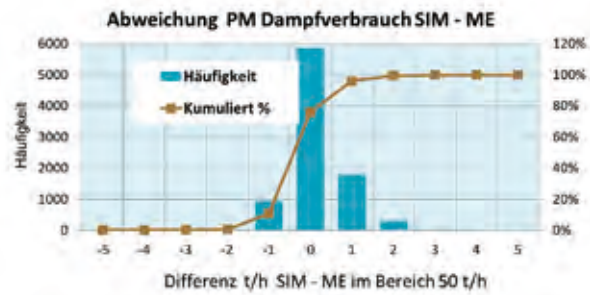


Abb. 7: PM-Dampfverbrauch - Abweichung: Messung versus Simulation.

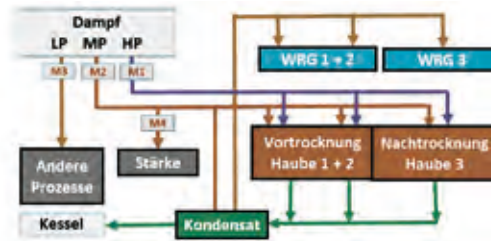


Abb. 8: Die für jede Papierfabrik spezifische Dampfmenngemessung wurde berücksichtigt. Der Dampfstrom für PM9 wurde aus gemessenen Werten berechnet: $MPM9 = M1 + M2 - M4$

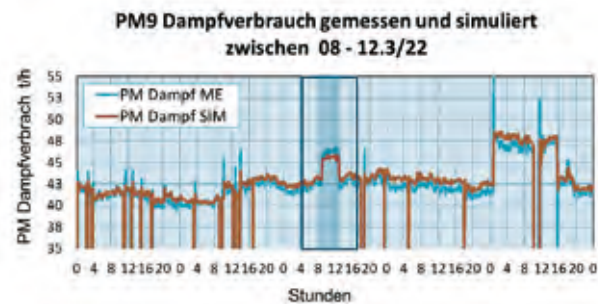


Abb. 9: PM9-Dampfverbrauch gemessen und simuliert 07. März bis 13. März 2022

Tabelle 1: Geplante Sollwerte für Testperioden

Prozessvariablen	Einheit	Simulator aus (alte Sollwerte 2020)	Simulator ein (neue Sollwerte)
Flächengewicht	g/m ²	85	85
Ventilator Rot. Vortrocknung 2 Abluft	%	100	80
Ventilator Rot. Vortrocknung 2 Abluft	%	100	85
Zuluft Temperatur Vortrocknung 1	°C	101	85
Zuluft Temperatur Vortrocknung 2	°C	100	85
Ventilator Rot. Nachtrocknung Abluft	%	92	75
Zuluft Temperatur Nachtrocknung	°C	105	80
Dampfdruck Kondensat-Sammler	Bar(g)	1.15	0.8

Die Differenz zwischen gemessenen und simulierten Dampfströmen beträgt ca. 0,5 t/h, was im Bereich von 2,5 % Genauigkeit über den letzten 6 Monate liegt. Der blau markierte Bereich zeigt die 3 Testperioden. Die alten Sollwerte zwischen 9:00 und 13:00 Uhr verursachten einen um ca. 4 t/h höheren Dampfverbrauch, verglichen mit den neuen Sollwerten, die in der Tabelle 1 dokumentiert sind. (Tabelle 1) (Abb. 9)

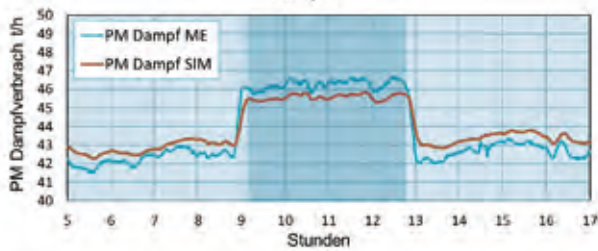
PM9 Dampfverbrauch gemessen und simuliert
10.3/22

Abb. 10: PM9 simulierter Dampfverbrauch für Vortrocknung, Nachtrocknung und Luftheizung am 10. März 2022 während der Testphase. Alle drei Trends sind als Summe in Abbildung 9 im blau markierten Bereich dargestellt

PM9 Dampfverbrauch simuliert 10.3/22

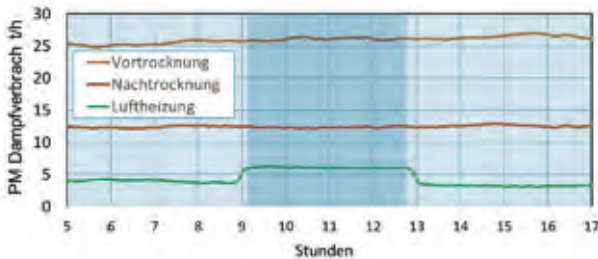


Abb. 11: Diese Abbildung ist die zeitliche Lupe der Testperiode aus der Abbildung 9

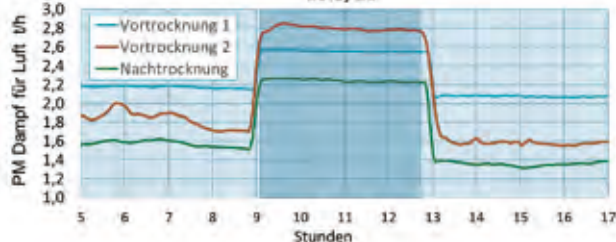
PM9 Dampfverbrauch für Luftheizung Simuliert
10.3/22

Abb. 12: Detailliert simulierter Dampfverbrauch der Luftheizung für die PM-Hauben: Vortrocknung 1, Vortrocknung 2 und Nachtrocknung

Der simulierte Dampfverbrauch der PM9 wurde aus den simulierten Werten für die Vortrocknung, die Nachtrocknung und für die Luftherhitzung zusammengestellt (Abbildung 8). Der Dampfstrom für die Trocknung war während des gesamten Versuchszeitraums konstant. Die signifikanten Änderungen des Dampfverbrauches sind beim Dampf für die Luftherhitzung zu beobachten. Dies ist auch ein Beweis für eine Reduzierung des Dampfverbrauches im Wärmerückgewinnungsbereich der PM9. (Abb. 10, 11, 12, Tabelle 2)

Tabelle 2 Testergebnisse. Die Tabelle 2 folgt auf Tabelle 1 mit den alten und neuen Sollwerten und dokumentiert den Dampfverbrauch in den drei Testperioden

Dampf – Durchschnittsverbrauch	Einheiten	neue Steuerung			
		ein	aus	ein	Einsparung
Zeit	Stunden	4	4	4	
Vortrocknung 1 – Luftheizung simuliert	t/h	2.23	2.27	1.37	0.9
Vortrocknung 2 – Luftheizung simuliert	t/h	1.80	2.74	1.56	1.2
Nachtrocknung – Luftheizung simuliert	t/h	1.59	2.50	1.79	0.7
PM – Luftheizung simuliert	t/h	5.35	7.63	4.24	3.4
Vortrocknung – Papiertrocknung simuliert	t/h	12.52	12.45	12.27	-0.3
Nachtrocknung – Papiertrocknung simuliert	t/h	24.95	25.67	26.06	0.6
PM – Papiertrocknung mit Luftheizung summiert	t/h	42.83	45.74	43.05	2.68
PM – Dampfverbrauch gemessen	t/h	42.29	46.28	42.69	3.6
PM – Dampfverbrauch gemessen	%				7.7

THE EXPERTS IN ROLLERS

– SINCE 1870 –

Der Walzenhersteller mit über 150 Jahren Erfahrung in der Papierherstellung

- // Walzen, Zylinder und Tamboure in allen Abmessungen
- // Einbaufertig geliefert, auf Wunsch mit Zubehör und Oberflächenbeschichtung nach Wahl
- // optimierte, langlebige, aber reparaturfreundliche Konstruktion
- // dynamisch ausgewuchtet in drei Ebenen – Erfahrung seit über 40 Jahren
- // Reparatur-, Transport- und Einbauservice

InnovationsKrafft.de

Carl KRAFFT & Söhne GmbH & Co. KG
Schoellerstraße 164 | 52351 Düren | Germany | +49 24 21-93 60-0
mail@krafft-walzen.com | www.krafft-walzen.com

KRAFFT
WALZEN

Der spezifische Dampfverbrauch ist im bestehenden DCS-System kontinuierlich berechnet und in der historischen Datenbank gespeichert worden. Der gespeicherte Trend des spezifischen Dampfverbrauchs (t/t) aus den Testperioden zeigt einen nahezu identischen Verlauf mit den simulierten Ergebnissen. Die alten Sollwerte führen zu einem durchschnittlichen spezifischen Dampfverbrauch von 1,54 t/t und die simulationsgestützte Steuerung erreichte einen durchschnittlichen Wert von 1,42 t/t. Laut den DCS gemessenen Prozesswerten beträgt die Reduktion des spezifischen Dampfverbrauches 7,8 %! (Abb. 13)

Um die bisherige Regelungstechnik mit der simulationsgestützten Steuerung zu vergleichen, wurde die Papiermaschine ab 8:48 Uhr nach den Sollwerten und Regelkreisen von 2020 geregelt (Tabelle 1). Die neue simulationsgestützte Steuerung wurde um 12:30 Uhr aktiviert. Der Dampfverbrauch sank von 46,28 t/h auf 42,69 t/h. Dies entspricht einer Reduzierung des Dampfverbrauches um 7,75 %. Das Hauptziel des Projekts wurde erreicht! (Abb. 14)

Zukünftige Auswirkungen

Die britische Papierindustrie produziert rund 4 Millionen Tonnen Papier, Karton und Tissue. Diese neue Steuerungstechnologie ist in den meisten Papierfabriken sofort anwendbar. Je nach Prozesskomplexität kann ein Projekt in 6 bis 8 Monaten realisiert werden, und so könnte es 5 bis 7 Jahre dauern, diese Technologie für 70 % der Papierproduktion in britischen Fabriken zu installieren. Es wird eine anspruchsvolle Aufgabe sein, es gibt jedoch auch viele andere Prozesse, bei denen organisches Material getrocknet wird (Schliffholz, Zellophan, Kartoffeln usw.). Das Potenzial dieser neuen Technologie bietet folgende Vorteile:

1. Minimieren Sie Energieverluste auf das physikalische Minimum.
2. Entdecken Sie Schwachstellen im Trocknungsprozess.
3. Quantifizieren Sie die Effizienz der Trocknungsausrüstung.
4. Überwachen Sie Änderungen der Trocknungskapazität.
5. Machen Sie Prozessvariablen sichtbar, die schwer zu messen sind.
6. Bewerten Sie Upgrade-Pläne.

Die neue Steuerungstechnologie kann auch an Dampferzeugungs- und -verteilungsnetze angepasst werden. Die physikalische Modellierung von Kessel- und Dampfnetzausrüstung in Kombination mit einem simulationsgestützten Regler kann folgende Ergebnisse erzielen:

- Minimiertes Ablassen von Dampf.
- Erhöhte Effizienz der Turbinen.
- Reduzierte Kessellastschwankungen.
- Minimieren der Nutzung von Reservekesseln.

Lehren aus der Innovation

Die Arbeit im Werk Snodland hat gezeigt, dass die „simulationsgestützte Steuerung von Trocknungsprozessen“ eine bewährte Technologie ist, die in komplexen industriellen Anwendungen eingesetzt werden kann und wertvolle Energieeinsparungen ermöglicht und als leistungsstarkes Problemlösungstool fungiert.

Wichtig ist, dass diese Technologie in Betriebssysteme nachgerüstet werden kann, ohne einer Produktionsunterbrechung. Die Technologie kann auch Verluste (sowohl Energie als auch Materialien) während des Anfahrens und Sortenwechsels drastisch reduzieren und somit weiter zur Senkung der Gesamtkosten beitragen. Angesichts der schnell steigenden Energiekosten ist die „simulationsgestützte Steuerung von Trocknungsprozessen“ ein unverzichtbares Prozesssteuerungstool.

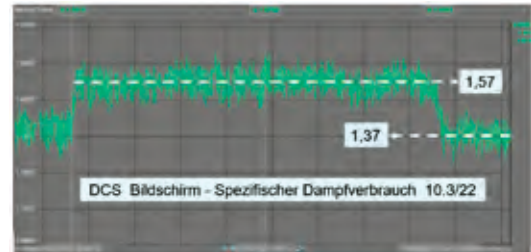


Abb. 13: Screenshot aus dem DCS-System: Spezifischer Dampfverbrauch der Papiermaschine PM9 (t/t) gemäß Abbildung 8

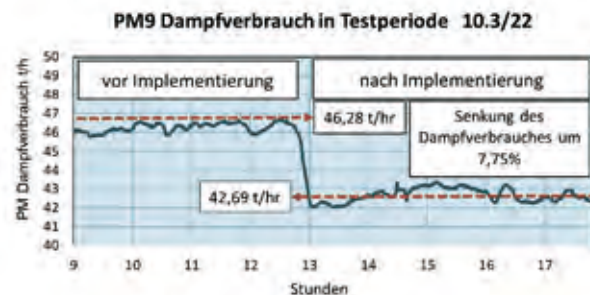


Abb. 14: PM9 Dampfverbrauch für PM9 aus März 2022

KOMPAKT! THE INDUSTRIAL ENERGY EFFICIENCY ACCELERATOR (IEEA)

Das IEEA-Programm unterstützt die Entwicklung innovativer Technologien, die der Industrie helfen, ihren Energieverbrauch zu senken und ihre CO₂-Emissionen zu reduzieren. Es konzentriert sich auf Innovationen mit großem Potenzial für die **sektorübergreifende Energie- und CO₂-Reduktion** – entweder neue Technologien oder auf etablierte Technologien, die in neuen Sektoren angewendet werden. Über 15 Millionen Pfund an öffentlichen und privaten Mitteln wurden bereitgestellt, um durch **Partnerschaften** zwischen **Technologieentwicklern und Industrieunternehmen** Lösungen zu entwickeln, die bereit sind, Technologien vor Ort zu testen. Das Programm wird von der britischen Regierung (BEIS) finanziert und vom Carbon Trust mit Unterstützung von Jacobs verwaltet.

www.wolfheilmann.eu

Haftungsausschluss: BEIS, der Carbon Trust und Jacobs geben keine Garantie und keine Zusicherung hinsichtlich der Richtigkeit dieses Berichts und übernehmen keine Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.