

Press Release

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

T. Bock (Dipl.-Ing.), Manager Application & Technical Service, Heimbach GmbH & Co. KG, thomas.bock@heimbach.com
 I. Durniok (Dipl.-Ing.), Application Specialist Drying, Heimbach GmbH & Co. KG, ina.durniok@heimbach.com

Inhaltsübersicht

Einleitung

1. Trockenpartieanalyse

- 1.1 Zylindertemperaturen
- 1.2 Papierbahntemperaturen
- 1.3 Verhältnisse der Taschenluft

2. Betrachtung der Lufttechnischen Anlagen

- 2.1 Bestimmung der Lage des Nullpunktes
- 2.2 Wärmetauscherbilanz

3. Haubenbilanz

Zusammenfassung

Einleitung

Die letztlich allein gültigen Kriterien für wirtschaftliche Papierproduktion heißen Qualität – Effizienz – Kosten. Dabei stellt die Effizienz die "Kupplung" zwischen Qualität und Kosten dar. Dies gilt selbstverständlich – wie für Sieb- und Pressenpartie – in gleichem Maße für die Trockenpartie:

Die Trockenpartie einer Papiermaschine spielt im Papier- und Kartonherstellungsprozess folgende wesentliche Rolle: Sie entzieht dem Papier oder Karton Wasser in einer Größenordnung, die der letztendlich erreichten flächenbezogenen Masse entspricht. D.h.: Der Trockengehalt der Papierbahn steigt – je nach Papiersorte sowie nach Design von Sieb- und Pressenpartie – von ca. 50% auf ca. 92 - 98% Endtrockengehalt.

Die Entfernung des Wassers erfolgt durch Kontakt- und Konvektionstrocknung. Der Vorgang der Trocknung in der Trockenpartie spielt sich, physikalisch betrachtet, in mehreren Stufen ab:

1. Gleichmäßiges Aufheizen der Papierbahn ohne Verdampfung

2. Verdampfung des Wassers von der Oberfläche des Papiers und Abgabe des Wasserdampfes an die Luft als Transportmedium
3. (teilweise) Trocknung der chemisch-physikalisch gebundenen Wassermoleküle

In der Trockenpartie beträgt der Energieverbrauch etwa das 100-fache im Vergleich zur Siebpartie und etwa das 90-fache im Vergleich zur Pressenpartie, um die gleiche Wassermenge zu entfernen. Wegen der vor allem physikalischen Komplexität dieser Vorgänge ist ein einwandfreier Zustand und damit eine einwandfreie Funktion aller in und um die Trockenpartie wirkenden Systeme und Maschinenkomponenten unbedingt notwendig. Nur so kann ein optimaler Betrieb mit höchster Effektivität und Produktionsleistung gewährleistet sein.

In vielen Fällen bringt eine eingeleitete Produktionssteigerung ohne vorherige Durchführung anpassungstechnischer Maßnahmen, vor allem in den peripheren Anlagen der Trockenpartie (also weniger in der Papiermaschine selbst), bereits nach kurzer Zeit nicht mehr das gewünschte Ergebnis. Grund hierfür: Die Anlagen sind für die erhöhte Geschwindigkeit und Kapazität nicht (mehr) ausreichend ausgestattet bzw. dimensioniert. Diese Unterdimensionierung führt sehr häufig zu einer durch den Papiermacher "künstlich" angepassten Betriebsweise der vorhandenen Anlagen. Deren Leistungsgrenzen werden damit überschritten und deshalb wird oft nur ein kurzfristig funktionierender Kompromiss erzielt.

Als Folgen einer solchen Betriebsweise können früher oder später Schäden an der Papiermaschine sowie an den peripheren Anlagen wie dem Dampf- und Kondensatsystem, der Haube und den lufttechnischen Systemen entstehen. Des Weiteren lässt in manchen Trockenpartien der Instandhaltungstechnische Zustand besonders der peripheren Anlagen sehr zu wünschen übrig, sodass neben geringerer Produktionsleistung auch noch der spezifische Energieverbrauch entsprechend steigt.

Aus allen diesen Gründen wurden Verfahren entwickelt, durch die mittels messtechnischer Ergebnisse der Zustand der Trockenpartie sowie der des Dampf- und Kondensatsystems, der Haube und der lufttechnischen Anlagen beurteilt werden kann. Heimbach nutzt hierfür modernste Verfahren und trägt die Ergebnisse zur aussagefähigen Beurteilung zusammen.

Im Folgenden sollen die Kernpunkte einer Trockenpartieanalyse sowie einer Haubenbilanzierung dargestellt werden.

1. Trockenpartieanalyse

Über die Theorie der Trocknung soll an dieser Stelle nicht berichtet werden; dies wollen wir der Fachliteratur überlassen. Wohl aber werden optimale Voraussetzungen für den Trocknungsvorgang beschrieben – und ein praxisorientierter Weg, diese zu erreichen.

In einer üblichen Trockenpartieanalyse (Kapazitäts- und Engpass-Analyse) wird auf messtechnischem Wege der Zustand der Zylinder, der Bespannungen, der Taschenbelüftung und natürlich auch der Papier-/Kartonbahn ermittelt. Hierzu werden von Führerseite aus Messungen in einem Bereich um 50 – 100 cm in der Papierbahnbreite vorgenommen. Unter bestimmten Bedingungen ist auch die Erstellung von Querprofilen der vorgenannten Parameter möglich und auch notwendig.

1.1 Zylindertemperaturen

Die Aufnahme der Zylindertemperaturen gibt Aufschluss über den Verlauf der Heizkurve bezüglich der notwendigen Gleichmäßigkeit des Temperaturanstieges in der Vor- und Nachtrockenpartie sowie über eventuelle Unregelmäßigkeiten (z.B. "abgesoffene" Zylinder). Ebenfalls können Aussagen hinsichtlich überflüssigen Aufwärmens innen liegender Zylinder einer Slalomgruppe getroffen werden.

1.2 Papierbahntemperaturen

Die Beobachtung der Papierbahntemperatur ist notwendig, um Probleme wie beispielsweise Faserablagerungen an den ersten Trockenzyklindern zu vermeiden. Generell sollte ein gleichmäßiger Anstieg der Papierbahntemperaturen an die Zylindertemperaturen erfolgen.

Eine zu große Differenz zwischen beiden führt zum Faserrupfen und u.U. sogar zum völligen Aufreißen der Papierbahn. Eine maximal mögliche Temperaturdifferenz kann hier jedoch nicht angegeben werden, da dieser Wert von verschiedenen Faktoren, wie z.B. von Rohstoffauswahl, Chemikalienhaushalt und von der notwendigen Oberflächenbeschaffenheit des fertigen Papiers, abhängig ist.

Die Temperaturdifferenz zwischen Papierbahn und Zylinder gibt Auskunft über die Effektivität der Wärmeübertragung. Unter Umständen muss bei zu hoher Differenz eine vorsichtige Korrektur der Trockensiebspannung vorgenommen (*), eine Modifizierung des Dampfdrucks erwogen oder gar über eine Typenänderung des Trockensiebes nachgedacht werden.

(*) Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf unsere TASK-Info Trockenpartie Nr.4 **Einfluss der Luftdurchlässigkeit und der Spannung von Trockensieben auf die Papierproduktion** – im Internet zu finden bei Download unter: www.heimbach.com oder als Drucksache bei Heimbach telefonisch anzufordern.

Ebenso sind bei manchen Papieren die Temperaturentwicklung und das Temperaturlevel entscheidend für die Ausformung bestimmter Qualitätsparameter.

Aufgrund all dieser Zusammenhänge ist das Wissen über die Temperaturdifferenz zwischen Papierbahn und Zylinder sowie über den Verlauf der Aufheizung von mit entscheidender Bedeutung.

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

1.3 Verhältnisse der Taschenluft

Bei der Analyse der Taschenluft werden Trockentemperatur, Taupunkt sowie der absolute Wassergehalt der in den Taschen befindlichen Luft bestimmt. Optimale Verhältnisse in den Taschen findet man dann vor, wenn die Trockentemperatur mindestens 20° C über dem Taupunkt liegt und der absolute Wassergehalt 200 g Wasser/kg Luft nicht überschreitet. In diesem Fall ist in den Taschen genügend Kapazität zur Aufnahme der verdampften und verdunsteten Feuchtigkeit vorhanden.

Überhaupt stellt der Taupunkt eine der wesentlichen Größen bei der Betrachtung der Zustände innerhalb der Trockenpartie und der Haube dar. Im Zusammenwirken mit Papierbahntemperatur und/oder Bespannungstemperatur können bei ungünstigen Bedingungen Kondensationen auftreten, die den Prozess negativ beeinflussen. Dies insbesondere dann, wenn Papierbahntemperatur und/oder

Bespannungstemperatur den Taupunkt unterschreiten. Aus diesem Grunde sollte auch die Ermittlung der Bespannungstemperatur am Einlauf in die jeweilige Trockengruppe erfolgen, weil an dieser Stelle die Bespannung am kältesten ist. Die Bespannung speziell der unteren Zylinder konventionell geführter Trockengruppen kann auf dem Rückweg vom Gruppen-Auslauf zum Gruppen-Einlauf eine so starke Abkühlung erfahren, dass ihre Temperatur unterhalb des Taupunktes liegt.

Das Praxisbeispiel (Abb. 1) zeigt den Beginn einer Trockenpartie. Hier liegt der absolute Wassergehalt in den Taschen bei bis zu 700g Wasser/kg Luft, was eine starke Anhebung des Taupunktes (bis zu > 80° C) zur Folge hat. Damit ist die Differenz zwischen Trockentemperatur und Taupunkt der Taschenluft zu gering. Aufgrund dessen kann bei weiterer Produktionssteigerung die entstehende Feuchtigkeit nicht mehr aufgenommen werden.

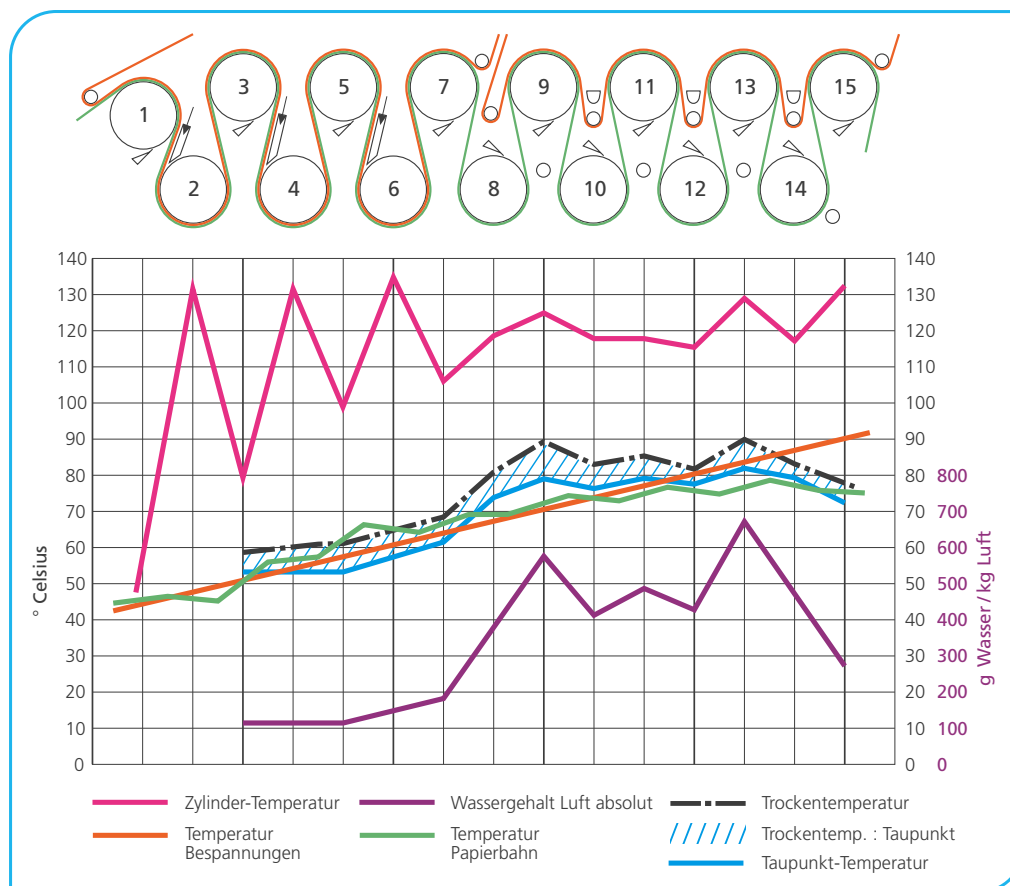


Abb.1 Fallbeispiel: Temperatur- und Feuchte-Situation

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

Das Beispiel zeigt, dass bereits nach der Slalomgruppe sowohl die Papierbahntemperatur als auch die Bespannungstemperatur unterhalb des Taupunktes liegen. Dieser Umstand führt zur Kondensatbildung auf der Bespannungs- und Papieroberfläche. Drastische Produktionseinbußen können die Folge sein.

Bestimmend beeinflusst werden solche Verhältnisse unter anderem durch den Zustand der Trockenhaube sowie der lufttechnischen Anlagen. Die Analyse der Trockenpartie ist lediglich eine reine Zustandsbeschreibung. Sie kann zwar keine Auskunft über die **Ursachen** der aufgezeigten Probleme geben, jedoch bietet sie **Hinweise** auf die "Richtung" der notwendigerweise durchzuführenden Untersuchungen. Gegebenenfalls muss dann eine Bewertung der Haubenarbeit sowie der Funktion der installierten lufttechnischen Anlagen erfolgen.

Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die TASK-Infos Trockenpartie Nr.3

Trockenhaube: Einfluss der Lage des Nullpunktes auf die Trocknung und Nr 5 **Beeinflussung des Feuchteprofils durch die Taschenbelüftung** – aus dem Internet herunter zu laden bzw. anzufordern, wie unter (*) auf Seite 2 zuvor beschrieben.

2. Betrachtung der Lufttechnischen Anlagen

2.1 Bestimmung der Lage des Nullpunktes

Als 'Nullpunkt' wird diejenige Höhe oberhalb des Maschinenbodens bezeichnet, die den Übergang von Unterdruck zu Überdruck in der Trockenhaube bildet. Dieser 'Nullpunkt', der eigentlich eine imaginäre "Fläche" mit dem Breiten- und Längenmaß der Haube darstellt, soll an Führer- und Triebseite auf gleicher Höhe liegen (Abb. 2).

Ist dies nicht der Fall, so ergibt sich unweigerlich eine Querströmung der Luft in der Trockenhaube. Die Strömungsrichtung geht dabei immer von derjenigen Maschinenseite aus, bei der der Nullpunkt

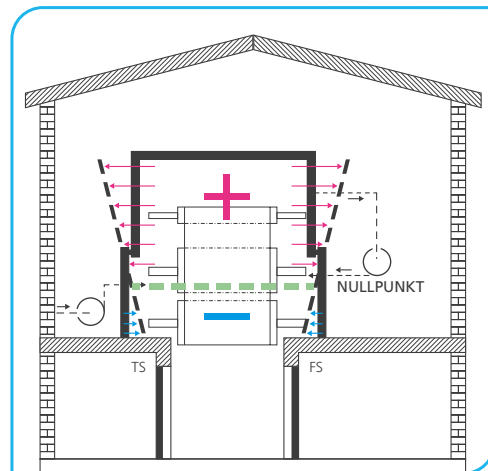


Abb.2 Lage des Nullpunktes in der Haube

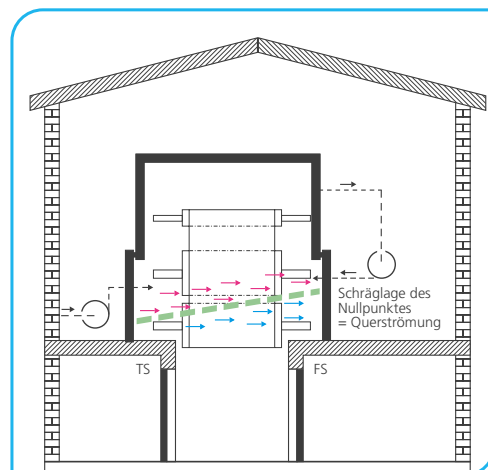


Abb.3 Schräglage des Nullpunktes

niedriger liegt, hin zu jener Seite, bei der er höher liegt (Abb. 3). In modernen Maschinen geht man von einer optimalen Höhe des Nullpunktes zwischen 1,8 und 2,2 m aus.

Eine falsche Höhe sowie eine eventuelle Schräglage des Nullpunktes wirken negativ auf die Trocknungskapazität der Trockenpartie und gegebenenfalls auf das Feuchtequerprofil sowie auf das Laufverhalten der Papierbahn.

Einzelheiten hierzu entnehmen Sie bitte der TASK-Info Trockenpartie Nr. 3

"Trockenhaube: Einfluss der Lage des Nullpunktes auf die Trocknung".

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

Zur Beeinflussung der Höhe des Nullpunktes kann sowohl die Zuluftmenge als auch die Abluftmenge geregelt werden. Dabei sollte unbedingt sicher gestellt sein, dass die zugeführte Luftmenge ausreicht, um die entstehende Menge an Wasserdampf aufnehmen zu können, da ansonsten ein Anstieg des Taupunktes die Folge ist.

Dies kann – wie vorher bereits erwähnt – negative Einflüsse (durch Kondensation) hinsichtlich der Produktionsleistung und auch der Runnability (Abrissverhalten / Qualität) mit sich bringen. Abluft- und Zuluft-Anlagen in Trockenhauben sind üblicherweise so berechnet, dass zugunsten einer optimalen Nullpunkt-Lage die Zuluftmenge ca. 70% der Abluftmenge betragen soll.

Negative Einflüsse auf eine optimale Nullpunkt-Lage können z.B. offene Türen (Abb. 4) und undichte Haubentore ebenso haben, wie verschmutzte Luftfilter (Abb. 5) oder Leck- und Korrosionsstellen an Leitungen und Wärmetauschern (Abb. 6, 7).



Abb.4 Offene Tür im Keller

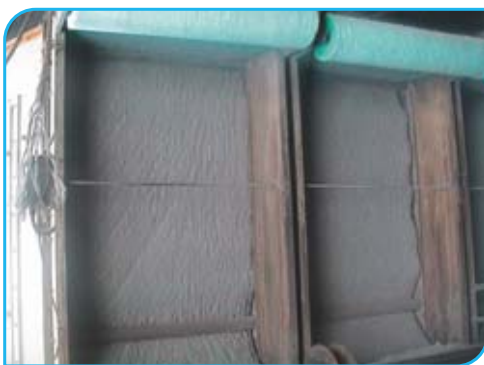


Abb.5 Verschmutzte Luftfilter



Abb.6 Leck an Rohrleitung



Abb.7 Korrosion am Wärmetauscher

Neben offensichtlichen Schwachstellen, wie den hier gezeigten, können während der Produktion aber auch nicht direkt sichtbare Fehler auftreten.

2.2 Wärmetauscherbilanz

Aus den vorgenannten Gründen empfiehlt es sich, unter anderem auch die Funktion der Wärmetauscher gründlich zu überprüfen. Dies ist notwendig, um genauere Auskunft über die Möglichkeiten der Regulierung des Nullpunktes, der Trockenlufttemperatur und der Wasserbilanz zu erhalten.

Darüber hinaus ermöglicht eine Überprüfung der Wärmetauscher-Funktion die bessere Beurteilung des Energieaustauschs oder -verlustes, des mechanischen Zustandes der Wärmetauscher und ihres Sauberkeitsgrades.

Um eine Bilanzierung der Wärmetauscher vornehmen zu können, werden folgende Informationen benötigt, die durch messtechnische Verfahren jeweils im Luftstrom vor und hinter den Wärmetauschern ermittelt werden:

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

- __ Trockenlufttemperatur
- __ Feuchtlufttemperatur
- __ Leitungsdurchmesser
- __ Luftgeschwindigkeit in den Leitungen

Daraus werden weiter führend berechnet:

- __ Taupunkt
- __ Luftmengen und -massen (trocken und feucht)
- __ Energieaustausch

Die Bilanzen hinsichtlich der Luftmengen und -massen sowie der Wassergehalte jeweils vor und nach den Wärmetauschern sollten stimmig sein. Es treten mitunter aber Unsicherheiten auf, die in der Messtechnik bedingt liegen.

So gibt es Unterschiede der Luftstromgeschwindigkeiten bzw. der Messung der Luftvolumenströme, da speziell an den Rohrleitungswänden Reibungskräfte auftreten, die die Luftströme stark abbremsen. Ein annähernd laminarer Luftstrom ist darüber hinaus in einigen Fällen deshalb nicht gewährleistet, weil je nach Messposition nicht immer genügend "Beruhigungsstrecke" (für den Luftstrom) nach einem Rohrkrümmen zur Verfügung steht.

Somit muss bei den Volumen- und Massebilanzen eine gewisse Toleranzbreite akzeptiert werden. Letztendlich kommt es aber auf entsprechende Tendenzen an, aus denen dann gegebenenfalls Maßnahmen abzuleiten sind.

Hinsichtlich der Energiebilanzen gilt zu sagen, dass im Zuge einer Wärmetaucher-Bilanzierung ohne Kenntnis und Berücksichtigung der (vom Hersteller kalkulierten) Wirkungsgrade der Wärmetaucher die Energiebilanz nicht aufgehen kann.

Grund: Zum einen kommt es zu Abstrahlungsverlusten, zum anderen weisen die Wärmetaucher fast nie einen entsprechend sauberen Zustand auf. Im Folgenden sehen Sie die schematische Darstellung einer Abluft- und Zuluftanlage mit entsprechenden Messpositionen sowie mit entsprechender Werteermittlung und -berechnung (Abb. 8).

Im aufgezeigten Messbeispiel gibt es einige Auffälligkeiten:

- __ Im Frischluftbereich nimmt nach dem Wärmetaucher die Masse der Trockenluft um ca. 4 750 kg/h ab, die der Feuchtluft um ca. 4 600 kg/h.

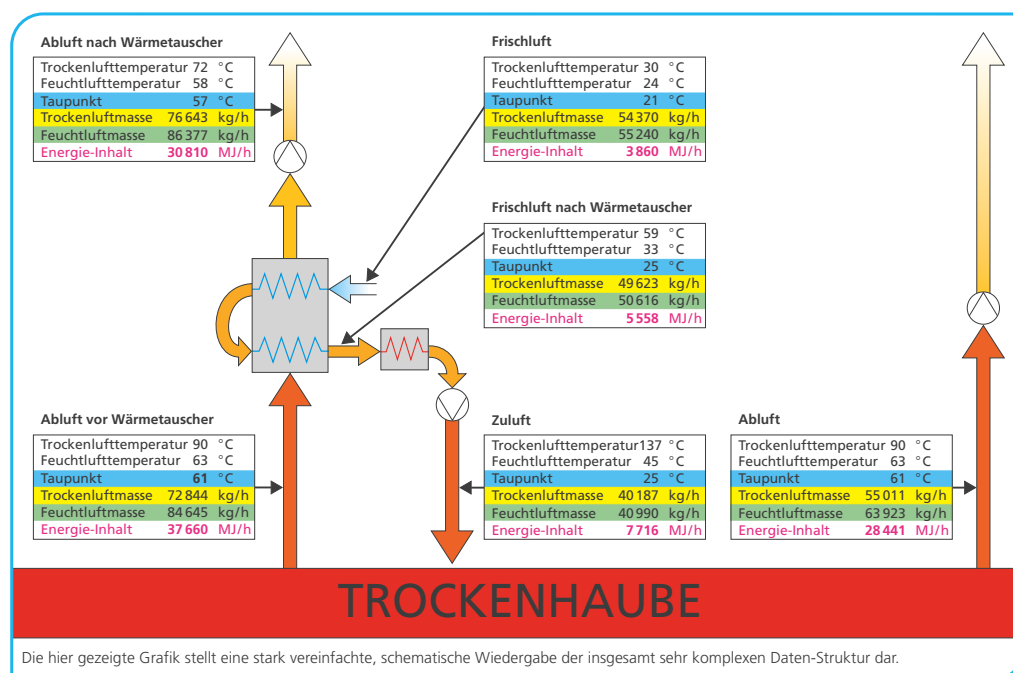


Abb.8 Lufttechnische Anlage, Werte-Ermittlung, Messstellen
Fallbeispiel: Leckage im Wärmetaucher

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

___ Im Abluftbereich nimmt nach dem Wärmetauscher die Masse der Trockenluft um ca. 3 800 kg/h zu, die der Feuchtluft um ca. 1750 kg/h.

Fazit: Auch wenn die Bilanz (der zuvor angesprochenen Unsicherheiten wegen) speziell im Feuchtluftbereich nicht aufgeht, kann aber davon ausgegangen werden, dass aller Wahrscheinlichkeit nach eine Leckage im Wärmetauscher und damit Vermischungen vorliegen.

___ Zwischen der Messstelle vor dem Dampf/Luft-Wärmetauscher und der nach dem Ventilator im Zuluftbereich werden die Luftmassen – feucht und trocken – um jeweils ca. 9 500 kg/h reduziert.

Fazit: In diesem Bereich wird ein Leck vorhanden sein, durch welches ca. 20% der Maschinenzuluft entweichen. Eine entsprechend zu geringe Zuluftmenge sowie eventuelle Probleme mit Nullpunkt und Taupunkt in der Haube sind die Folge.

___ Der Taupunkt der Abluft auf dem Weg zum Wärmetauscher liegt bei größer 60° C – er sollte bei **kleiner** 60° C liegen!

Fazit: Je nach Isolierung der Rohrleitung ist hier die Gefahr der Bildung von Kondenswasser und damit dessen Rücklauf in die Haube stark erhöht. Hier sollten die Zuluft-/ Abluftsysteme der gesamten Haube dringend näher untersucht werden.

Normalerweise sollte die Zuluftmenge ca 70% der Abluftmenge betragen. In diesem Fall liegt sie maximal bei 31% – berücksichtigt man in der Berechnung, dass es noch einen zweiten Abluftbereich gibt. Zudem wird bei diesem die Abluft ohne Wärmerückgewinnung in die Atmosphäre abgegeben. Dies bedeutet zusätzlich noch einen enormen Energieverlust.

Im Abluftbereich gilt es folgende Eckpunkte zu beachten:

___ Der Taupunkt der Hauben-Abluft sollte in der Regel **kleiner** 60° C liegen, da ansonsten die Gefahr der Kondenswasserbildung in den Rohrleitungen besteht.

___ Die Abluft **nach** dem Wärmetauscher soll wesentlich kühler sein als **vor** dem Wärmetauscher.

Ist dies nicht der Fall, so kann von einer Verschmutzung oder gar von einer Beschädigung des Wärmetauschers ausgegangen werden.

___ Der Taupunkt der Abluft sollte unterhalb des Taupunktes der Außenluft liegen. Anderenfalls erfolgt abrupte Kondensation der Abluft-Feuchte in der Außenluft und es beginnt zu "regnen". Dieser Niederschlag, sollte er über dem Gebäude niedergehen, kann zu Wasserschäden führen.

___ Die geförderte Abluftmenge sollte mit den Spezifikationen des Ventilators verglichen werden. Bestehen hier starke Unterschiede, bzw. liegen die Werte außerhalb der Herstellertoleranzen – und liegt zudem der Nullpunkt der Haube zu tief, so sollten Stromaufnahme, Drehzahl sowie Schaufeln des Ventilators ebenso überprüft werden, wie dessen Zuleitungen.

Für den Zuluftbereich sind ebenfalls einige Eckpunkte zu beachten, die sich (natürlich) umgekehrt zu den Eckpunkten des Abluftbereiches verhalten.

___ Die Zuluft **nach** dem Luft/Luft-Wärmetauscher muss wesentlich wärmer sein als **vor** dem Wärmetauscher. Ist dies nicht der Fall, so liegt wahrscheinlich eine Verschmutzung vor.

___ Wird die Zuluft nach dem Luft/ Wärmetauscher nicht nur wärmer, sondern auch feuchter, so liegt eine Beschädigung des Wärmetauschers vor, da sich die feuchte Luft aus dem Abluftbereich mit der Frischluft vermischt.

___ Nach den Wärmetauschern soll die Temperatur der Zuluft nicht höher als 120° C liegen.

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

Höhere Werte bedeuten höhere Energiekosten, ohne aber damit die Trocknungskapazität der Luft entscheidend zu erhöhen.

___ Temperaturen unterhalb von 110° C nach den Wärmetauschern bergen die Gefahr der Abkühlung der Zuluft in den Taschen unter 100° C und somit einer enormen Reduzierung der Wasseraufnahmekapazität.

Die in der Bilanz ausgewiesenen Energiewerte können zur Beurteilung des Energieverlustes herangezogen werden. Außerdem können zum Beispiel Einspar-Berechnungen für Instandhaltungsarbeiten oder Investitionen durchgeführt werden.

Um einen wirklich aussagefähigen Aufschluss über die gesamte Luft-Situation – und damit eine sowohl produktionstechnisch als auch energiewirtschaftlich nutzbare Beurteilung der Haube zu erlangen, empfiehlt sich zusätzlich zur Analyse der Trockenpartie sowie der lufttechnischen Anlagen die Erstellung einer Haubenbilanz.

3. Haubenbilanz

Bei der Bilanzierung einer Trockenhaube wird die abzuführende Feuchtigkeitsmenge berechnet. Zu deren Abführung bedarf es jedoch einer entsprechenden Luftmenge. Diese Luftmenge liegt gemäß einem durchschnittlichen Erfahrungswert bei 10 kg Trockenluft pro 1 kg Wasser. Je nach

Papiersorte und Produktionsmenge sind die Verdampfungsraten unterschiedlich. Daher sollte eine Haubenbilanz bei derjenigen Produktionsleistung durchgeführt werden, bei der die höchsten Verdampfungsraten in der Trockenpartie anfallen.

Die anfallende Feuchtigkeitsmenge ist durch drei Faktoren bedingt:

- ___ Feuchtigkeitsgehalt der Papier-/Kartonbahn am Einlauf in die Trockenpartie
- ___ Feuchtigkeitsgehalt der Papier-/Kartonbahn am Ende der Trockenpartie
- ___ Feuchtigkeitsgehalt der Hauben-Zuluft

Für die Berechnung der dazu notwendigen Trockenluftmasse wird aber nur die durch die Papierbahn verursachte Feuchtigkeitsmenge herangezogen.

Über den Einlauftrockengehalt der Papierbahn, deren flächenbezogene Masse, die Papierbahnbreite und die Geschwindigkeit wird die der Trockenhaube **zugeführte** Feuchtigkeitsmenge ermittelt. In entsprechender Weise wird am Ende der Trockenpartie die **abgeführte** Feuchtigkeitsmenge festgestellt.

Die Differenz zwischen beiden Werten ist die von der Trockenhaube über die Luftsysteme abzuführende Feuchtigkeitsmenge. Ebenso wird verfahren, wenn in der Maschine eine Leimpresse vorhanden ist. Hier muss die zusätzlich zugeführte Feuchtigkeitsmenge berücksichtigt werden.

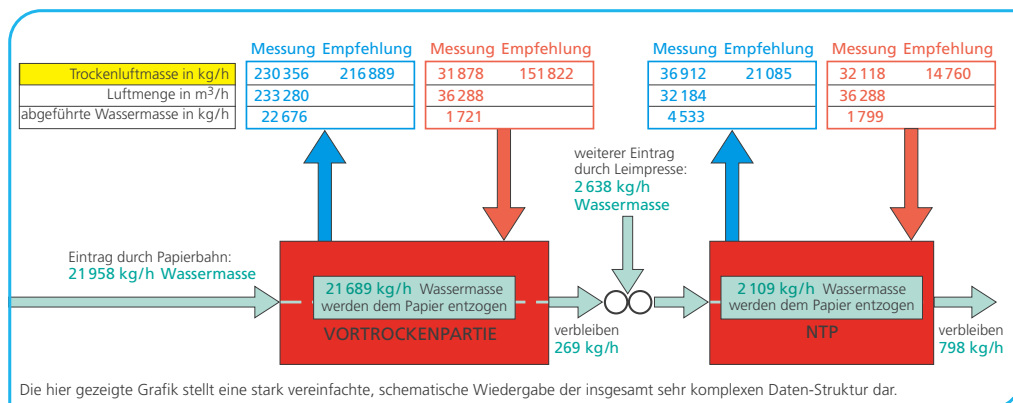


Abb.9 Fallbeispiel: Situation von Luft- und Wassermassen

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

Im gezeigten Beispiel (Abb. 9) sind in der Vortrockenpartie 21 689 kg/h Feuchte abzuführen. Gemäß dem vorhin genannten Erfahrungswert wären zur Feuchteabfuhr somit 216 890 kg/h Trockenluft notwendig. Gemessen wurde demgegenüber eine Masse von 230 356 kg/h Trockenluft. Die Abluftmasse liegt damit in einem guten Bereich.

Für die Menge der Zuluft jedoch, die bei 70% der abzuführenden Luftmenge liegen soll (also bei 151 822 kg/h), wurde ein Wert von nur 31 878 kg/h gemessen. Die Zuluftmenge liegt also bei weitem unter dem empfohlenen Wert.

In einer daraufhin notwendigerweise durchzuführenden Wärmetauscherbilanz würden sich die Gründe für diese Minderleistung ergeben: Verschmutzung, Beschädigung, Ventilatorprobleme etc.

Aufgrund der deutlich zu geringen Zuluftmenge ist davon auszugehen, dass sich der Nullpunkt der Haube in einem Bereich bewegt, der wesentlich zu hoch liegt. Dadurch wird ein sehr großer Anteil an Leckluft in die Haube gezogen. Diese Leckluft wiederum reduziert die Temperatur der Luft innerhalb der Haube. Die Luft ist damit wesentlich weniger wasserdampf-aufnahmefähig. Es wird somit aller Wahrscheinlichkeit nach zu Kondensationen innerhalb der Trockenhaube kommen.

In der Nachtrockenpartie hingegen sind die Luftmengen reichlich, aber die **Verhältnisse** der Luftmengen nicht optimal eingestellt. So sollte hier versucht werden, die Zuluftmenge mittels Klappen zu reduzieren. Eine zu hohe Zuluftmenge bedingt einen zu niedrigen Nullpunkt und damit einen zu hohen Überdruck.

Es kann somit zum Ausströmen der feuchten Luft aus dem Haubenschlitz für den Einlass der Papierbahn kommen, der im Überdruck-Bereich liegt. Heißfeuchte Luft kondensiert dann außerhalb der Haube an "kalten" Maschinenbauteilen. Dadurch

können Wassertropfen auf die Papierbahn fallen und zu Qualitätseinbußen oder gar zu erhöhter Abrisshäufigkeit führen.

Des Weiteren werden aufgrund des zu niedrigen Nullpunktes die Strömungsverhältnisse in den Taschen eher von außen nach innen orientiert sein, so dass eine regelgerechte Feuchtigkeitsabfuhr nicht mehr gewährleistet ist. Dadurch kann es zu ungleichmäßigen Feuchtequerprofilen kommen (siehe wiederum TASK-Info Trockenpartie Nr.5 "**Beeinflussung des Feuchteprofils durch die Taschenbelüftung**").

Zusammenfassung

Trockenpartieanalyse, Betrachtung der Lufttechnischen Anlagen und Haubenbilanzierung geben dem Papiermacher stichhaltige Auskunft über eventuelle Schwachstellen im Trocknungsprozess. Ursachen für Qualitätseinbußen und negative Runnability können in ungünstigen Verhältnissen des reinen maschinentechnischen Bereichs sowie im lufttechnischen Umfeld der Trockenhaube begründet liegen.

Informationen über die Trockenzylinder-, die Papierbahn- und die Besspannungstemperaturen sowie über die Messwerte von Abluft, Zuluft und Taschenluft sind notwendig, um die Verursacher von Problemen aufzudecken. Ebenso wichtig ist es, die Mengen der Luftströme zu ermitteln, um deren Ausgewogenheit beurteilen zu können.

Im falschen Verhältnis eingestellte Luftmengen beeinflussen die Luftverhältnisse in der Trockenhaube negativ und verschieben Taupunkt und Nullpunkt in ungünstige Richtungen. Qualitätseinbußen und Laufeigenschafts-Verschlechterungen sind häufig die Folge.

Aus allen diesen Gründen sollten immer wieder zu bestimmten Zeitpunkten alle prozessrelevanten und

Wie lässt sich die Effizienz der Trockenpartie steigern?

energetischen Verhältnisse in der Trockenpartie und gegebenenfalls in der Haube analysiert werden.

Solche Zeitpunkte können sein:

- vor bzw. nach Umbauten
- nach anderen produktionssteigernden Maßnahmen
- bei Qualitätseinbußen mit unbekannter Herkunft
- generell zur Überprüfung des Energie-Verbrauchs

Trockenpartieanalyse, Betrachtung der Lufttechnischen Anlagen und Haubenbilanzierung sollen die Basis sein für die gesamte Prozess-Optimierung im Bereich der Trockenpartie – und können mitunter sogar Mängel in vorgelagerten Produktionsbereichen aufdecken helfen.

Für weitere Informationen oder Nachfragen kontaktieren Sie bitte die Trockenpartie-Experten der Heimbach-Gruppe.