Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
F&E Programm Verfahrenstechnische Prozesse VTP

ANALYSE DER TROCKNER BEI PAVATEX

ZWISCHENBERICHT

Jahresbericht 2006

Autor und Koautoren	Dr. Thomas Bürki / Erich Kalbermatter
beauftragte Institution	eak Services / Thomas Bürki GmbH / FHNW
Adresse	Trüllerenstrase 3205 Gümmenen
Telefon, E-mail, Internetadresse	
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	TP6930 / Verfügungs-Nr.151792
BFE-Projektbegleiter	Martin Stettler
Dauer des Projekts (von – bis)	1. 11. 2005 - 30. 9. 2006 (verlängert bis Mitte 2007)
Datum	

ZUSAMMENFASSUNG

An den Trocknern der Firma Pavatex in Cham und in Fribourg wurden Energieflussmessungen durchgeführt, um die Energieströme zu ermitteln, Kennwerte zur Effizienz der Trockner zu bestimmen und Massnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz zu erarbeiten.

Die Messungen haben gezeigt, dass

- die Wandwärmeverluste der Trockner insgesamt unbedeutend sind
- die Abwärmeverluste in der Abluft dominierend sind
- nur geringe Optimierungspotentiale bei der Regelung der Abluft bestehen.

Die Trockner werden bezüglich der Abluftwerte (Luftmenge, Feuchtigkeit der Abluft) nahe am Optimum gefahren.

Das Rückgewinnungspotential aus der Abwärme ist sehr gross, aber als Probleme sind zu beachten:

- die Abluft ist stark verschmutzt; daher lassen Wärmetauscher schnell in ihrer Wirkung nach
- die Abluft kann wegen der geringen Feuchtigkeit nicht bis auf oder gar unter den Taupunkt abgekühlt werden. Dazu sind a) Verbraucher mit entsprechend tiefer Temperatur nötig und/oder b) die Abluft muss verdichtet werden (analog Brüdenkompression), so dass der Taupunkt ansteigt und ein Teil der Kondensationswärme genutzt werden kann.

Zur Nutzung des Abwärmepotentials sind zuerst Wärmetauscher zu entwickeln, die unter diesen Bedingungen befriedigende Ergebnisse liefern. Sollte der Taupunkt (permanent und deutlich) unterschritten werden können, würde sich die Situation entschärfen, da die Wärmetauscher-Oberflächen permanent nass sind und der Schmutz weniger gut haften kann resp. abgeschwemmt werden kann.

Projektziele

Die Trocknung von Faserplatten braucht etwa 80 % des gesamten Wärmeverbrauchs und ist damit auch der bezüglich CO_2-Ausstoss dominierende Prozess.

Der eigentliche Trocknungsprozess ist heute noch nicht im Detail bekannt; das führt u.a. dazu, dass die unterschiedlichen spezifischen Trocknungswärmeverbräuche in den Werken Cham und Fribourg (trotz gleichen Produkts) nicht hinreichend erklärt werden können; zudem entspricht der Temperaturverlauf in Cham nicht den Vorstellungen des Betreibers.

Ziel des Projekts ist es daher, den Trocknungsprozess besser zu verstehen und damit die **Energieeffizienz des Trocknungsvorgangs zu verbessern** und die damit verbundenen **CO_2-Emissionen zu reduzieren**. Das Projekt umfasst

- eine Untersuchung der beiden Prozesse mit entsprechenden Messungen
- eine Analyse der Energieflüsse
- eine Bewertung der Verluste mit Vorschlägen zu ihrer Reduzierung
- ein Vergleich der beiden Trockner anhand von spezifischen Kennzahlen

Diese Auswertung dient als **Basis für die anschliessende weitergehende Modellierung des Trocknungsprozesses**.

In der ersten Phase der Messungen wird der Trockner in Cham noch in der zweitstufigen Ausführung betrachtet.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Als Basis für die Energieflussanalyse wurden die wesentlichen **Inputs und Outputs** am Trockner erfasst. Dazu wurden **gemessen**:

- Dampf- und Elektrizitätsverbrauch am Trockner
- Oberflächen- und Raumtemperaturen
- Menge und thermodynamischer Zustand der ausströmenden warmen und feuchten Abluft durch die Kamine

Die Dampfmenge wurde mit den fest installierten Dampfmessungen gemessen. Die Temperaturen wurden mit PT 100- und NiCr/Ni Thermoelementen sowie mit Oberflächen- und Infrarot-Thermometern erfasst und mit Datenloggern aufgezeichnet. Der Volumenstrom wurde ermittelt, indem die Abluftgeschwindigkeit mit einem Pitot-Staurohr (Messkreuz, vgl. Abbildung 1) erfasst und gleichzeitig die thermodynamischen Zustandsgrössen Temperatur und Feuchte gemessen und aufgezeichnet wurden. Dazu wurde ein Testo 645 Messgerät mit Kombimesssonde (Temperatur, Feuchtigkeit) eingesetzt. Schliesslich wurde der Gesamtluftdruck erhoben.

ABBILDUNG 1: MESSKREUZ ZUR MESSUNG DES ABUFTSTROMES (DURCHMESSER 1,2 M)

Die HTA Luzern wurde beauftragt, die Volumenstrommessungen durchzuführen. Die mit den Messkreuzen gemessenen Staudrücke wurden auf Laptop aufgezeichnet und anhand von Kennwerten, die bei der Messkreuz-Kalibrierung ermittelt wurden, sowie den thermodynamischen Grössen in Geschwindigkeiten und damit Volumen- und Massenströme umgerechnet.

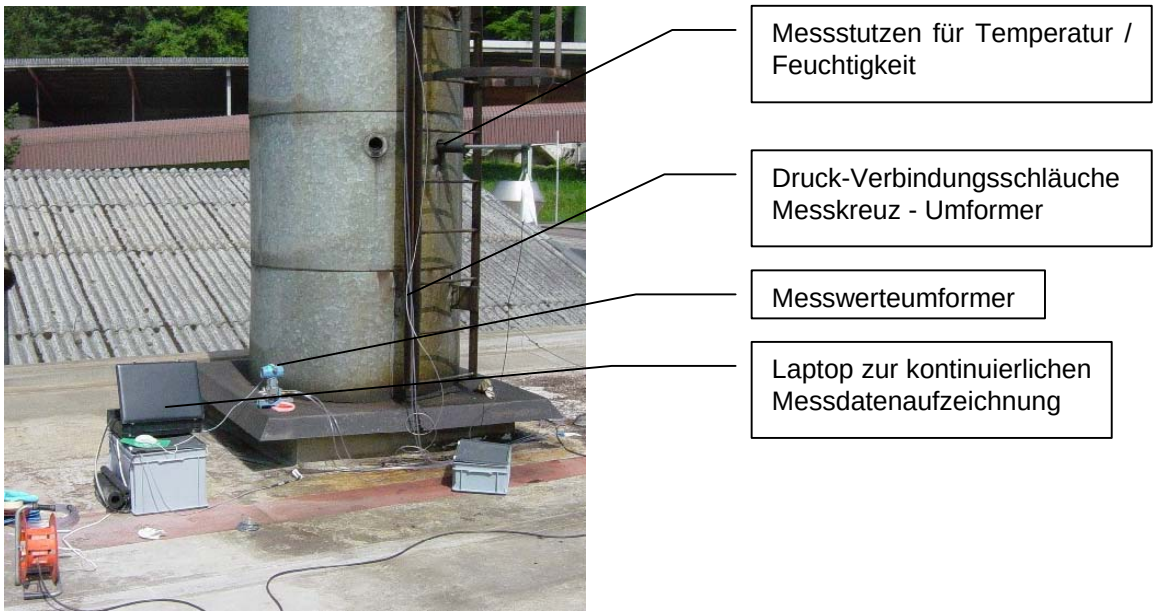

ABBILDUNG 2: ERFASSEN DER MESSWERTE AM ABLUFTKAMIN IN FRIBOURG

Am Trockner wurden mit PT 100 Thermoelementen folgende Temperaturen gemessen:

- Oberfläche des Trockners
- Oberfläche der umgebenden Wände
- Lufttemperaturprofil aussen am Trockner

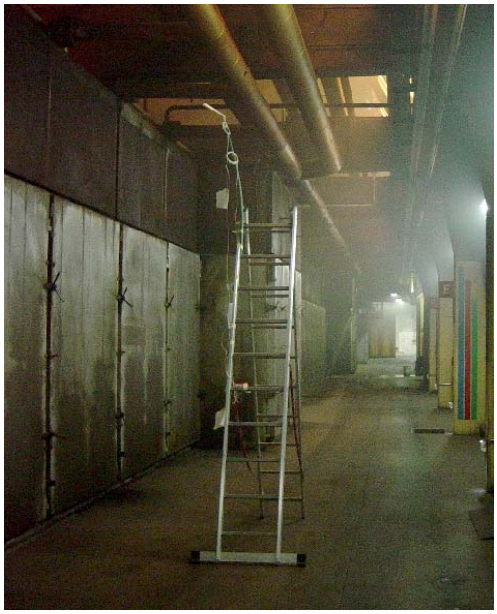

ABBILDUNG 3: BLICK AUF DEN TROCKNER UND DIE MESSEINRICHTUNG (THERMOELEMENTE)

Messresultate

Währen der Messungen in Cham und Fribourg wurde das gleiche Produkt hergestellt. Bei beiden Tocknern zeigte sich eine ähnliche Verteilung von ein- und ausströmender Energiemenge:

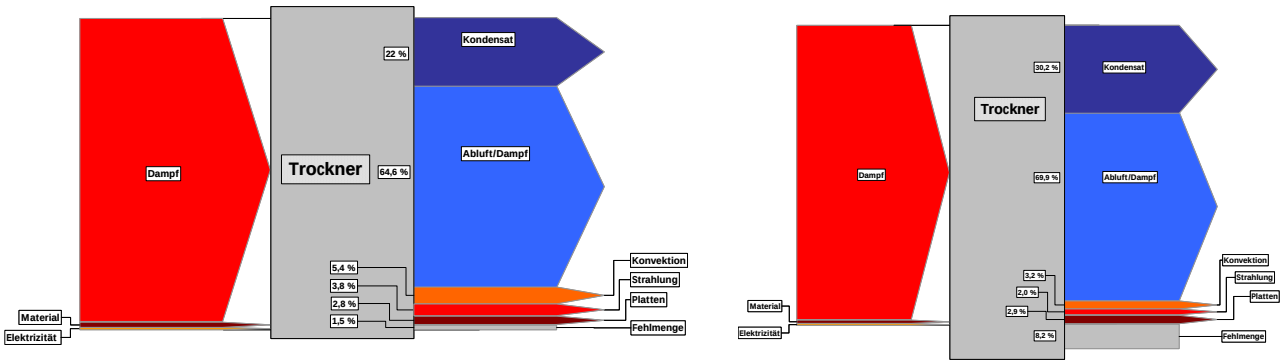

ABBILDUNG 4: ENERGIEFLÜSSE DER TROCKNER IN CHAM UND FRIBOURG

Analyse und Vergleich der verschiedenen Parameter zeigen, dass die Kerngrösse "spezifischer Wärmeverbrauch" in Fribourg 6% schlechter ist; der Hauptgrund dürfte darin liegen, dass der Trockner eine höhere spezifische Luftmenge durchsetzen muss, um das Wasser aus den Platten fortzutransportieren. Dies liegt darin begründet, dass der Eingangs-Wassergehalt in den Platten deutlich höher ist als in Cham.

Das Verhältnis der effektiv benötigten spezifischen Wärme im Vergleich zum theoretischen Minimum - also der Wirkungsgrad der Trocknung - ist in Fribourg um rund 13% besser. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die Abluft in Fribourg im Schnitt einen höheren Wassergehalt aufweist, also pro kg Luft mehr Wasser abtransportiert wird und der Trockner ziemlich genau im optimalen Betriebspunkt betrieben werden kann.

Nationale Zusammenarbeit

Für die Messkampagnen wurde eng mit der HTA Luzern zusammengearbeitet. Sowohl die Herstellung der Messgeräte und deren Einsatz als auch die messtechnische Unterstützung sowie die Auswertung der Messresultate hat sich bewährt: die Zusammenarbeit führte dazu, dass die nötigen Interpretationsgrundlagen erarbeitet werden konnten.

Internationale Zusammenarbeit

keine.

Bewertung 2006 und Ausblick 2007

Es war vorgesehen, den Trockner in Fribourg auszumessen sowie den Trockner in Cham vor dem Umbau (2-stufiger Trockner) und nach dem Umbau. Da sich das **Umbauprojekt massiv verzögerte**, konnten in Cham erst die Messungen am 2-stufigen Trockner durchgeführt werden; die **Messungen** und damit die Bestimmung der Verbesserung durch den Anbau der dritten Stufe kann **erst 2007** durchgeführt werden.

Die Messausrüstung besteht zum Teil aus relativ sensiblen Geräten (Feuchtemessung). Es hat sich gezeigt, dass diese den realen Bedingungen (hohe Temperaturen, hohe Feuchtigkeit, starke Vibrationen) teilweise nur beschränkt gewachsen waren und Messungen wiederholt werden mussten. Durch eine bessere Fixierung der Sondenköpfe konnten bei den Nachmessungen Probleme vermeiden werden.

Die Messung des Volumenstroms (inkl. Strömungsprofil) mit einem einfachen Pitot-Staurohr hat ungenügende Resultate gezeigt. Deshalb hat die HTA Messkreuze für die Zweitmessung gebaut. Mit dieser Einrichtung konnten die Abluftströme gemessen werden.

Referenzen