

Bremer Energie-Konsens

03. Juli 2007

Von der Abwasser- zur Abwärmenutzung

**Dipl.-Ing. Michael Illemann
Klinge Paperwerke GmbH & Co. KG
Wellpappenwerk Delmenhorst**

Übersicht

- 1 Begrüßung**
- 2 Das Unternehmen**
- 3 Der Umweltpreis Nordwest 2006**
- 4 Verfahrensbeschreibung der Farbabwasserreinigungsanlage**
- 5 Verfahrensbeschreibung Energiestrom**
- 6 Energieeffizienz**
 - 6.1 Energiestudie unter dem Aspekt der Abwärmenutzung**
 - 6.2 Bestandsaufnahme des Dampferzeugers**
- 7 Möglichkeiten zur Abwärmenutzung / Optimierung**
 - 7.7 Regelungsoptimierung**
 - 7.2 Abgaskondensation**
- 8 Fazit**

2 Das Unternehmen

Das Wellpappenwerk Delmenhorst gehört zur Klingele- Unternehmensgruppe, hierzu gehören sieben Produktionsstandorte in Deutschland (Delmenhorst, Grunbach, Hilpoltstein, Werne), Norpack Verpackungsgesellschaft / Marktrewitz, V-Projekt / Villmar, die Papierfabrik in Weener und fünf Produktionsstandorte in Europa (Niederlande und Spanien).

Das Unternehmen wurde 1920 von Alfred Klingele und seinem Schwager Emil Holfelder gegründet und wird mittlerweile in der dritten Generation von Herrn Dr. Jan Klingele sowie Herrn Dr. Matthias Römer geführt.

Hauptsitz und Zentrale sind in Grunbach bei Stuttgart.

Das Werk in Delmenhorst produziert mit ca. 200 Mitarbeitern 105 Mio. qm Wellpappe pro Jahr.

3 Der Umweltpreis Nordwest 2006

Im Klingele Wellpappenwerk Delmenhorst wird aus Papier Wellpappe hergestellt, aus der dann in weiteren Produktionsschritten (Bedruckung, Zuschnitt, Falzung) Verpackungen entstehen. Produktionsbedingt entsteht ein Abwasserstrom.

Der Abwasserstrom entsteht im Produktionsschritt Bedruckung bei der Reinigung der Flexo-Druckwerke von Farbresten. Hier entsteht ein Abwasserstrom, der im Wesentlichen neben Wasser Farbreste enthält.

Problematisch für das Abwasser ist der Kupferanteil der in den Farben enthalten ist und folgerichtig auch im Abwasser auftritt.

Der nahe liegende Gedanke, die schwermetallhaltigen Farben durch schwermetallfreie Farben auszutauschen, wurde von Klingele konsequent betrieben. Allerdings bestehen die Kunden von Klingele bei den Verpackungen ihrer Premium-Produkte auf eine Farbqualität, die mit schwermetallfreien Farben nicht zu realisieren ist.

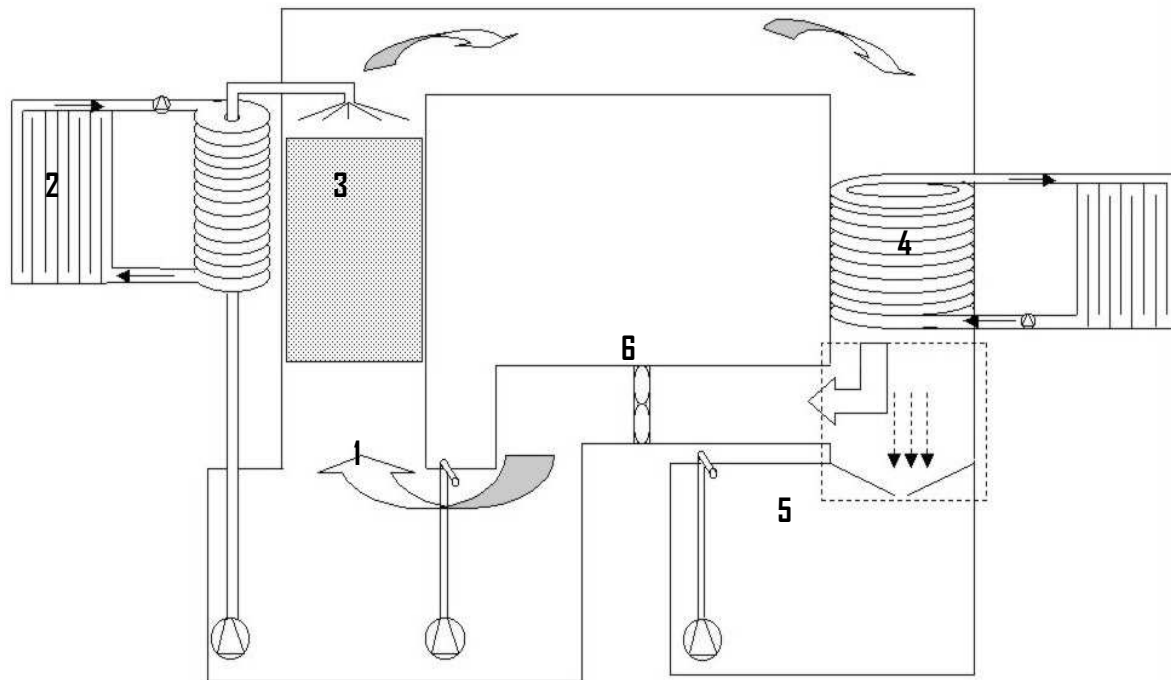
Das bedeutet für Klingele und für die gesamte Branche, dass dieser Abwasserstrom auch in Zukunft mit den o.g. Problemstoff kontaminiert sein wird und somit bei der Entsorgung Probleme bereiten wird.

Die oben geschilderte Problematik war die Motivation sich intensiv mit der Abwasserproblematik in einem Wellpappenwerk auseinander zu setzen.

In Deutschland gibt es ca. 160, weltweit ca. 1.500 papierverarbeitende Werke, für die eine Lösung dieser Abwasserproblematik von großem Interesse ist.

4 Verfahrensbeschreibung der Farbabweasserreinigungsanlage

Prinzipskizze Farbabweasserreinigungsanlage



- 1 Vorratsbehälter
- 2 Wärmetauscher
- 3 Verdunstungskolonne
- 4 Wärmetauscher
- 5 Behälter
- 6 Gebläse

Beschreibung des Verfahrens der Farbabwasserreinigungsanlage

1. Das im Vorratsbehälter (1) befindliche Wellpappendruck-Abwasser wird durch einen Wärmetauscher (2) gepumpt und mit externer Energie (BHKW) erwärmt und über eine Verdunstungskolonne (3) verrieselt.
2. Im Gegenstrom wird die Luft durch die Verdunstungskolonne gezogen, die Luft erwärmt sich und belädt sich hierdurch bis zur Sättigung stark mit Wasser.
3. Das übrige Farbwasser tropft in den Vorratsbehälter (1) zurück und konzentriert sich darin zunehmend auf.
4. Die beladene Luft wird über einen weiteren Wärmetauscher (4) geführt und abgekühlt, wobei der Wasserdampf auskondensiert. Das saubere Kondensat (Wasser) tropft in den Behälter (5) und kann zur Leimherstellung für die Wellpappenproduktion verwertet werden.
5. Die abgekühlte, entladene Luft wird über ein Gebläse (6) im Kreislauf wieder über die Verdunstungskolonne geleitet und belädt sich dort von neuem. Es entsteht keine Abluft!

5 Verfahrensbeschreibung Energiestrom

Die Wärmeenergie wird einem Blockheizkraftwerk entnommen. Als Wärmequelle wird die Kühlwasser- und die Abgaswärme genutzt. Dabei wird das Kühlwasser im Motor vorgewärmt und ein Teilstrom in einem Wärmetauscher durch den Abgasstrom auf die gewünschte Temperatur gebracht. Der heißere Kühlwasserstrom wird zum Verdunsten des Wassers genutzt und der kühlere zur Schlamm Trocknung.

Die Energie des Kühlwassers aus dem Abgaswärmetauscher wird mit einem Wärmetauscher auf das zu verarbeitende Farbwaschwasser übertragen.

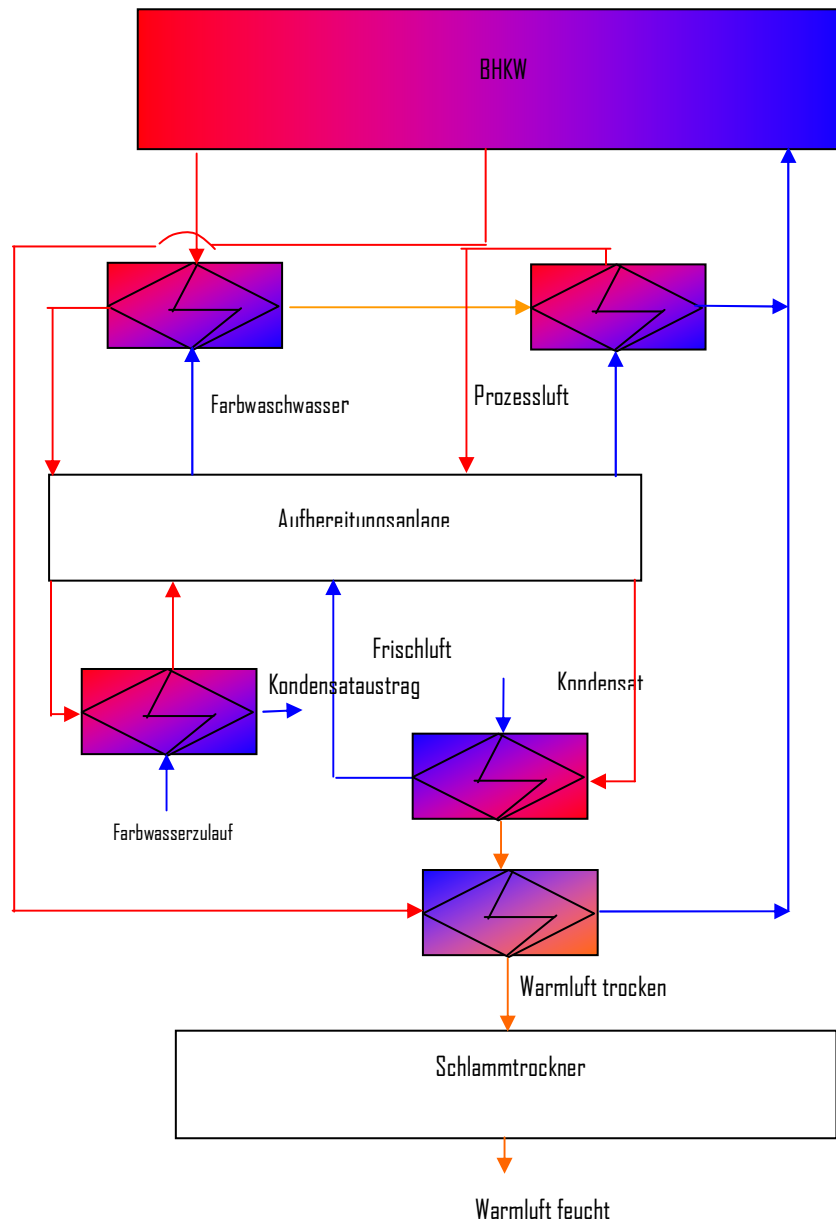
Dieses Kühlwasser wird dann zur Vorwärmung der Prozessluft durch einen weiteren Wärmetauscher geleitet. Dabei erhöht sich die Wasseraufnahmekapazität der Luft.

Die zugeführte Wärmeenergie wird zur Verdunstung des Abwassers in der Aufbereitungsanlage verwendet. Der Wasserdampf wird in der Anlage einem Kondensator zugeführt. Das Kondensat befindet sich auf einem relativ hohen Energieniveau. Die Abkühlung des Kondensats erfolgt in einem Wärmetauscher. Die Energie wird auf Frischluft übertragen, die zur Trocknung des anfallenden Schlammes nach dem Passieren eines weiteren Wärmetauschers, der mit dem Kühlwasser des BHKW's gespeist wird, dem Schlamm Trockner zugeführt wird.

Um eine effektive Energieausnutzung zu gewährleisten, wird die Restenergie des Kondensats in einem Wärmetauscher auf das Farbwaschwasser im Zulauf zur Aufbereitungsanlage übertragen.

Die Schlamm Trocknung erfolgt durch die Nutzung der Abgastemperatur und der Wärmeenergie, die noch im Kondensat, jetzt in Form von warmer Luft vorhanden ist.

Schema Energiestrom Farbabwasserreinigungsanlage



6 Energieeffizienz

6.1 Energiestudie unter dem Aspekt der Abwärmenutzung

Ziel der Untersuchung war es, ungenutzte Abwärme und Energieverluste aufzudecken und für den Betrieb der Farbabwasserreinigungsanlage bereit zu stellen.

Die Farbabwasserreinigungsanlage sollte ohne zusätzlichen Energieaufwand betrieben werden. Eine Eigenart der Anlage ist es jedoch, Wärme erst ab einer Temperatur von 90°C nutzen zu können, deshalb schieden im 1. Schritt der Energienutzung die Kompressor- und Lüftungstechnik aus und man konzentrierte sich auf die vorhandene Technik des Dampferzeugers.

Der Ansatz zur Lösung der Aufgabenstellung war, durch die Optimierung des Dampfkreislaufes, dessen Energie auf hohem Niveau zu entziehen und diese der Farbabwasserreinigungsanlage zur Verfügung zu stellen.

6.2 Bestandsaufnahme des Dampferzeugers

Im Werk Delmenhorst wurde im Jahre 1989 ein Dampferzeuger mit einer Leistung von 10 t/h installiert. Dieser ist ausgerüstet mit einem nicht kondensierenden Abgaswärmetauscher. Der Kessel wird mit einem Druck von 16 bar betrieben, in den Nacht- und produktionsfreien Stunden wird der Dampferzeuger auf 9 bar abgesenkt.

Die maximale thermische Leistung beträgt 6,55 MW.

Der jährliche Energieverbrauch in Form von Erdgas beträgt ca. 13 Mio. kWh.

Gemittelt über eine tägliche Betriebszeit von 16h und Unterbeachtung der entsprechenden Heizwerte, beträgt die mittlere Leistung im Sommer ca. 30% = 2,145 MW und im Winter 43% = 3,217 MW.

7 Möglichkeiten zur Abwärmenutzung / Optimierung

Das Dampfsystem ist, entsprechend dem Stand der Technik, recht optimal ausgeführt. Trotzdem bestanden noch Ansätze für weitere Verbesserungen.

7.1 Regelungsoptimierung

Der Dampfkessel ist 24h am Tag in Betrieb, in den Nacht- oder produktionsfreien Stunden erfolgte eine Absenkung des Dampfdruckes von 16 auf 9 bar. Bei der Verringerung des Arbeitsdruckes reduziert sich auch die Abgastemperatur.

Für die Optimierung war es aber erforderlich, dass die Abgastemperatur keinen großen Schwankungen unterworfen ist. Aus diesem Grund wurde auf die Senkung des Arbeitsdruckes verzichtet. Aus energetischer Sicht kam es dadurch nicht zu einem relevanten Anstieg der Kesselverluste.

Im ersten Schritt der Optimierung wurde die Abgastemperatur von 130°C auf 110°C verringert, da eine entsprechende Leistungsreserve im Economizer zum Abkühlen der Abgase vorhanden war.

Mit dieser Maßnahme konnte im Sommer bei 30% Vollast, eine Leistung von ca. 90KW eingespart werden.

Diese Maßnahme wurde im Rahmen der Wartung durchgeführt, eine Investition musste nicht getätigt werden.

7.2 Abgaskondensation

Eine weitere Reduzierung der Abgastemperatur, und damit die Nutzung von Abwärme, ermöglicht ein kondensierender Abgaswärmetauscher.

Durch den Einbau eines zusätzlichen Wärmetauschers in den Abgaskanal steigt der Druckverlust im Abgassystem an. Um weiterhin eine genügende Pressungsreserve des Brennergebläses zur Verfügung zu haben, wird die Maximalleistung des Kessels auf 70% (ca. 4,9MW) begrenzt. Dies ist ohne Auswirkung auf die Produktion möglich. Eine Leistungsreserve von ca. 20% ist vorhanden.

Der Taupunkt des entstehenden Abgases beträgt etwa 57°C. Zur Nutzung der Kondensationswärme des Abgases ist es erforderlich, dieses möglichst weit unter dem Taupunkt abzukühlen. Um das zu ermöglichen, muss ein Bedarf für Energie auf diesem relativ geringen Temperaturniveau bestehen. Für die direkte Erwärmung des Abwassers ist diese Temperatur nicht ausreichend.

Einsatzgebiete sind Trocknungselemente in Druckbereich der Produktion, die Kaltwasservorwärmung für die Leimherstellung in der Produktion, sowie die Frischwassernachspeisung in den Kondensatkreislauf.

Prinzipschaltbild der Abgaskondensationsanlage

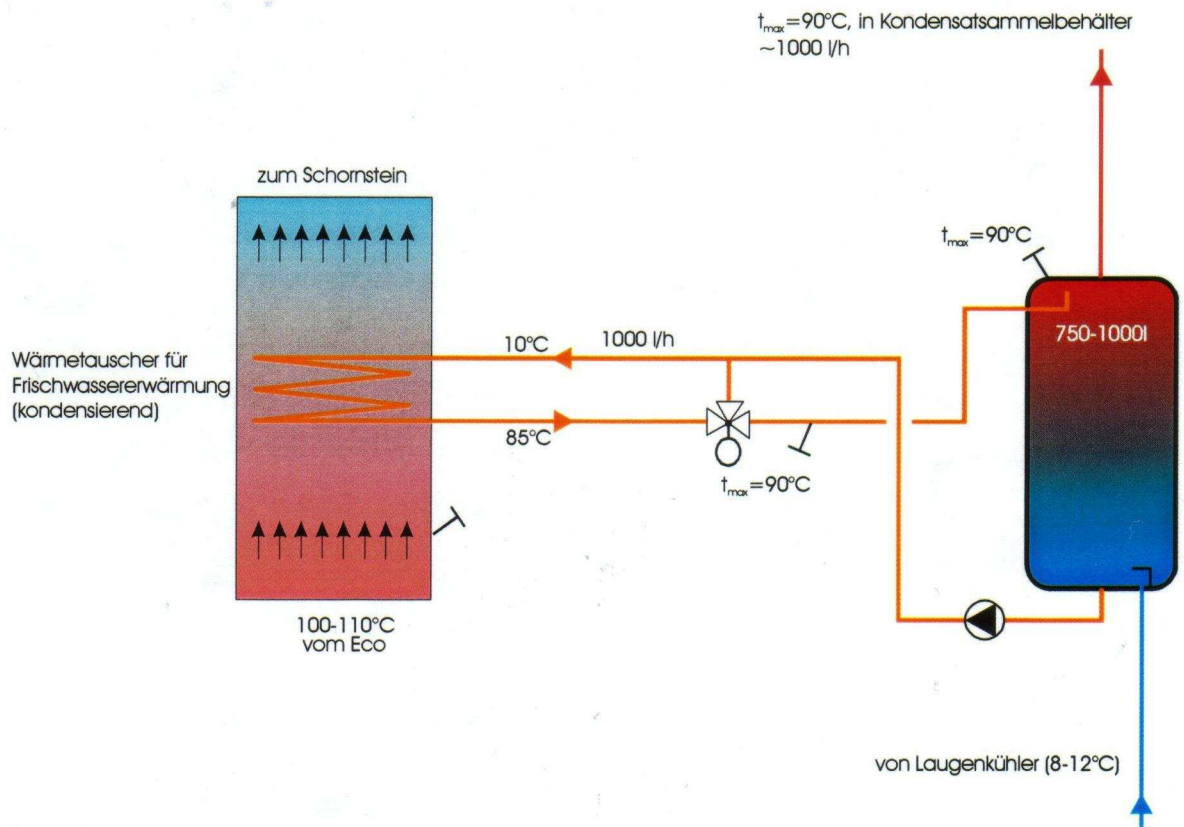


Abb. 1: Prinzipschaltbild der Abgaskondensationsanlage

8 Fazit

Mit den hier vorgestellten Maßnahmen war eine Optimierung der bestehenden Dampfkesselanlage ohne Veränderung der Abnahme- und Verbrauchsstruktur möglich.

Das heißt auch ohne die Abwasserreinigungsanlage könnten mit den vorgestellten Maßnahmen jährlich etwa 620.000 kWh eingespart werden.

Bei der Realisierung der thermisch betriebenen Abwasserreinigungsanlage kann die eingesparte Energie für deren Betrieb genutzt werden.

Damit konnte die Farbabwasserreinigungsanlage ohne einen Mehrverbrauch an Primärenergie realisiert werden.