

# **Konzept der 20 MWel AET Anlage für Produktionsabfälle - Holz und Schichtholz – der Kronoply GmbH in D-Wittstock**

*Dipl.-Ing. Hans Erik Askou, Geschäftsführer und Gesellschafter,  
Aalborg Energie Technik a/s*

## **1 Einleitung – Wer ist Aalborg Energie Technik a/s?**

Ein wesentlicher Teil der AET-Mitarbeiter hat früher in einer bekannten Firma – Aalborg Industries – gearbeitet. Aalborg Industries ist eine Firma mit gegenwärtig 1.600 Mitarbeitern, die Kessel für beinahe alle Zwecke und für die ganze Welt herstellt. Im Jahre 1996 beschloss Aalborg Industries aber – aus strategischen Ursachen – die feststoffbefeueten Energieanlagen aus ihrer Produktpalette auszuschließen. Kurz danach haben wir die Firma Aalborg Energie Technik a/s gegründet.

Obwohl unsere Firma ziemlich jung ist, sind unsere Mitarbeiter im Bereich sehr erfahren. Insgesamt haben wir eine ungefähr 500-jährige Erfahrung in biomassebefeueten Energieanlagen. Wir besitzen alle erforderlichen Funktionen und Sachverständigen für Herstellung, Einkauf, Montage, Inbetriebsetzung und Wartung von Biomassen-Energieanlagen für die Industrie.

Innerhalb der Bereiche Brennstoffzufuhr, Verbrennung, Dampfkessel, Rauchgasbehandlung und des integrierten computergesteuerten Betriebssystems führen wir die Auslegung des gesamten Prozesses in allen Einzelheiten selbst aus. Die Herstellung wird von anderen Firmen ausgeführt, wird aber von uns beaufsichtigt.

## **2 Auswahl von Referenzen**

Die AET-Mitarbeiter haben als Angestellte bei Aalborg Industries vom 1980 bis 1996 beinahe 30 feststoffbefeueten Energieanlagen hergestellt. Wegen dieser Referenzen, die wir über die letzten 20 Jahre hergestellt und gewartet haben, haben wir eine große Erfahrung mit vielen Feststoffen, die aus unterschiedlichen Ursachen am besten für Energiezwecke zu verwerten sind, d.h. als Brennstoff.

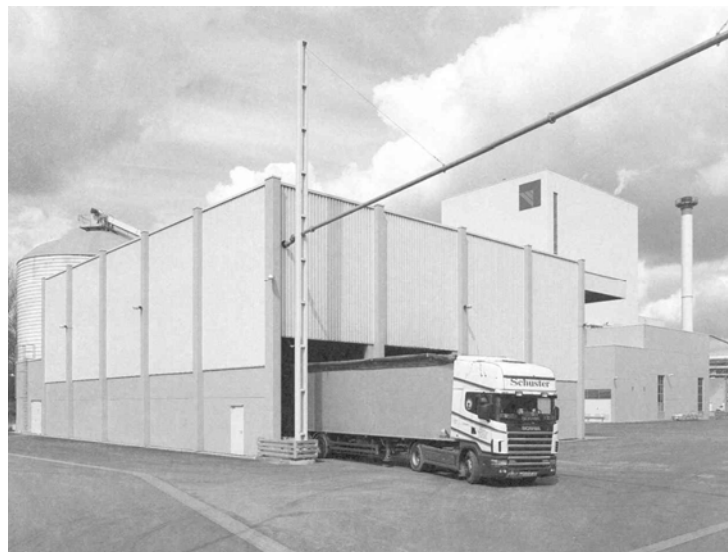
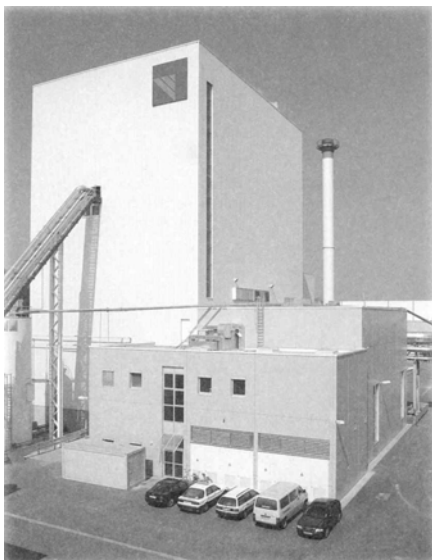
Beinahe alle Anlagen sind an Industriekunden mit einem Prozess von 8.400 jährlichen Betriebsstunden geliefert worden: Papierfabriken, Molkereien, Zuckerfabriken, Spanplattenfabriken usw. sowie große Konzerne wie z.B. DuPont, British Sugar, Norske Skog, Pfeleiderer AG. Unsere Energieanlage liefert typisch die einzige Prozessdampfversorgung ohne Backup. Deshalb sind die Schlüsselwörter wie folgt:

- Zuverlässigkeit
- Verfügbarkeit
- Reisezeit
- Einhaltung von verschiedensten Emissionswerten
- Brennstoffflexibilität
- Lastfolgeigenschaften

### **3 Drei Spreader Stoker Anlagen an die Firma Pfeleiderer geliefert**

Wir haben 3 Anlagen an die Firma Pfeleiderer AG geliefert. Darauf sind wir recht stolz.

Alle 3 Anlagen sind mit Spreader Stoker und Wanderrost sowie mit Düsen für Dosierung vom Schleif- und Siebstaub hergestellt. Die Anlagen sind gemäß der 17. BImSchV genehmigt und verbrennen ein Gemisch von Produktionsresten, Altholz, Bahnschwellen usw.



73 MW Pfeleiderer Neumarkt 1997 (Aalborg Industries)



60 MW Pfeleiderer Gütersloh 2000 (Aalborg Energie Technik)

Auch ein großer Staubanteil wird verbrannt. Das Brennstoffgemisch – d.h. sowohl Holzhackschnitzel als auch Staub zusammen – ist relativ trocken und hat einen großen Stickstoffgehalt.

Für alle drei Anlagen sind die früher erwähnten Schlüsselwörter wichtig: Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Einhaltung von verschiedensten Emissionswerten, hohe Brennstoffflexibilität usw. Für alle drei Fabriken: Pannovosges, Neumarkt und Gütersloh liefert das Heizkraftwerk die einzige Versorgung von Prozessdampf und Strom. Es gibt keine Backup Kessel. Falls die Anlage anhalten sollte, wird eine große und wertvolle Produktion von Spanplatten eingestellt.

## **4 Zum Thema – 20MW<sub>el</sub> Anlage für Kronoply**

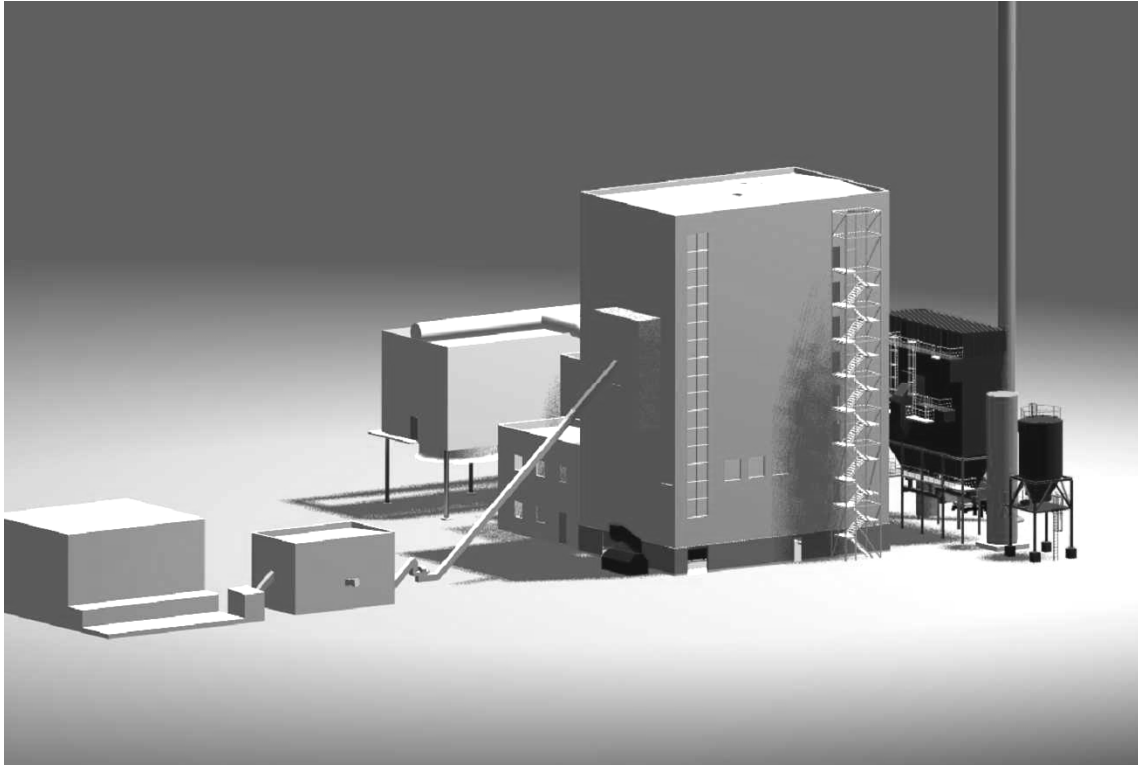
In Deutschland wurde im Jahre 1993 die Firma Kronotex in Heiligengrave zwischen Berlin und Hamburg errichtet. Hier produziert die MDF-Anlage 400.000 m<sup>3</sup> pro Jahr. Ab 2001 werden auch OSB Platten im Kronoply Werk hergestellt.

Für Kronoply GmbH errichtet AET gegenwärtig ein 20MW<sub>el</sub> biomassebefeuertes Heizkraftwerk.

Die Angebotsbedingungen lauteten: Wir möchten ein biomassebefeuertes Heizkraftwerk, wie die neue Pfeleiderer Anlage in Gütersloh, haben.

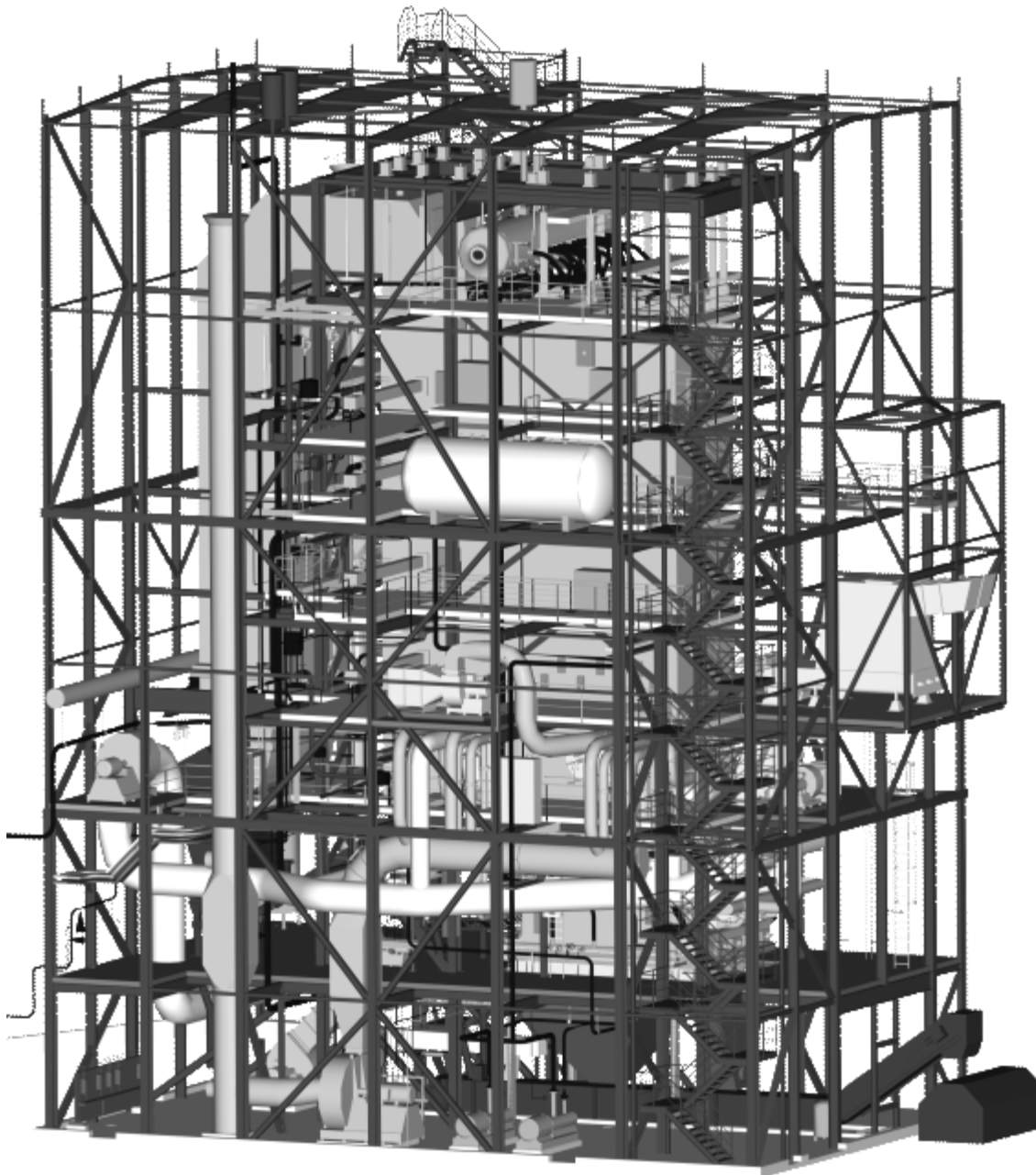
Im April letzten Jahres erhielten wir den Auftrag, und diese ist unsere Wissen nach die erste 20MW Anlage, die nach der Inkraftsetzung der neuen EEG gekauft worden ist.

Blohm & Voss liefert die Turbine und den LUKO. Der Kunde liefert selbst den Erd- und Betonbau. Der Rest ist eine komplette Lieferung von AET.



Das Computermodell zeigt die Anlage. Im Vordergrund, links, liegen das Brennstofflager und die Brennstoffaufbereitung. Das große Gebäude in der Mitte ist das Kesselhaus. Hinter dem Kesselhaus liegt die Maschinenhalle und am weitesten weg der Luftkondensator. Rechts vom Kesselhaus befindet sich die Rauchgasreinigungsanlage.

AET stellt immer das Anlagenlayout in einem dreidimensionalen Computermodell der kompletten Anlage bis ins kleinste Detail dar. Das Bild zeigt das Kesselhaus. Dieses Verfahren hat viele Vorteile. Wir können sogenannte "walk-arounds" (Spaziergänge) im Modell machen und dadurch die Zutrittsmöglichkeiten für Betrieb und Wartung veranschaulichen. Wir können automatische Kollisionsprüfungen ausführen. Und außerdem ist das Modell eine gute Hilfe im Zusammenhang mit der Planung der Montagearbeiten.



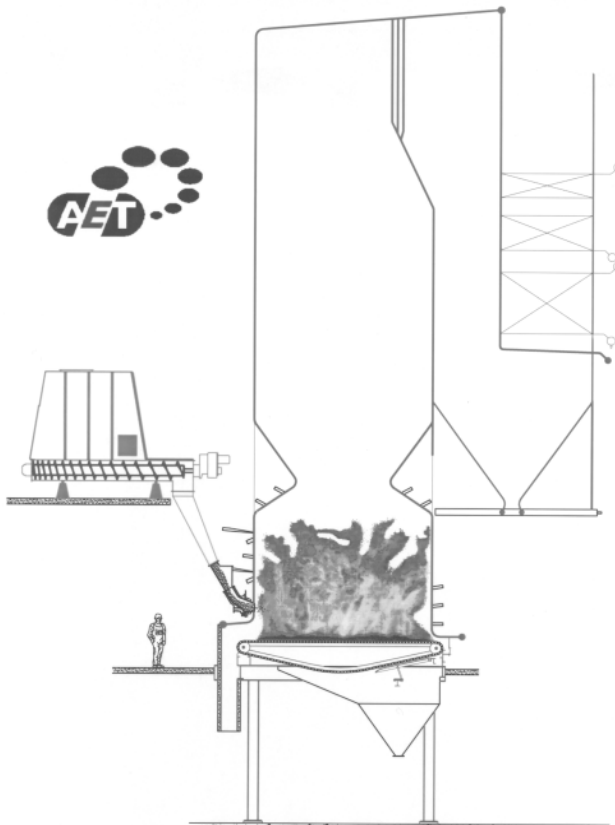
Der Anlagenaufbau ist konventionell. Kessel, Turbine, LUKO und dreistufige Vorwärmung. Im reinen E-Werksbetrieb hat die Anlage einen Wirkungsgrad von 31%. Der Wirkungsgrad könnte höher sein. Aber aus Rücksicht auf die Betriebssicherheit und die Brennstoffflexibilität haben wir konservative Frischdampfdaten (455°C) gewählt, mit denen wir gute Erfahrungen gemacht haben.

Es ist möglich, bis auf  $10\text{MW}_{\text{th}}$  Frischdampf auf Thermalöl bei 285°C zu konvertieren.

Die Feuerungswärmeleistung beträgt 64MW. Mit einem Holzhackschnitzel-Gemisch kann die Anlage bei der Anwendung von Spreaders und dem Wander-

rost allein Vollast leisten. Bis auf 23MW der Feuerungswärmeleistung lässt sich als Schleifstaub einfeuern.

Die Anlage ist gemäß der 17. BImSchV ausgelegt und gemäß der 13. BImSchV genehmigt und verbrennen ein Gemisch von Produktionsresten, OSB, MDF, Granulat, Altholz entsprechend der Gruppe A1 und A2.



Das Brennstoffgemisch – d.h. sowohl Holzhackschnitzel als auch Staub zusammen – ist relativ trocken und hat einen großen Stickstoffgehalt.

Holzhackschnitzel werden über drei Spreaders (Wurfbesicker) eingebracht. Der Brennstoff wird über drehzahlregelte Schnecken kontinuierlich dosiert und über die Spreaders in die Flammen des Feuerraums eingeblasen. Leichte Brennstoffpartikeln verbrennen bei diesem Verfahren bereits im Flug. Schwerere Partikeln brennen auf dem Rost aus.

Holzstaub wird über separate Staubdüsen eingebracht und in die Feuerung eingeblasen.

Zum Anfahren der Anlage ist ein Gasbrenner eingebaut.

Der Boden des Feuerraums besteht aus einem Wanderrost. Der Rost bewegt sich langsam (ungefähr 1 m/Stunde) gegen die Spreaders. Der Rost ist mit Düsenlöchern versehen, durch welche die Verbrennungsluft eingeblasen wird. Rund die Hälfte der Verbrennungsluft wird durch den Rost eingeblasen. Die andere Hälfte – die Sekundärluft – wird mit hohem Druck über Düsen an der Vorder- und Hinterwand in den Feuerraum eingeblasen. Dadurch wird eine gestufte Verbrennung mit Unterstöchiometrie am Boden, und gleichzeitig eine hohe Turbulenz, erzielt.

Die Rostbelastung beträgt über 2 MW pro m<sup>2</sup>. Die Rostbelastung und die übrigen Verhältnisse sind über dem ganzen Rost beinahe gleich. Mit der hohen Turbulenz verglichen, ergibt dieses eine sehr intensive und effektive Verbrennung,

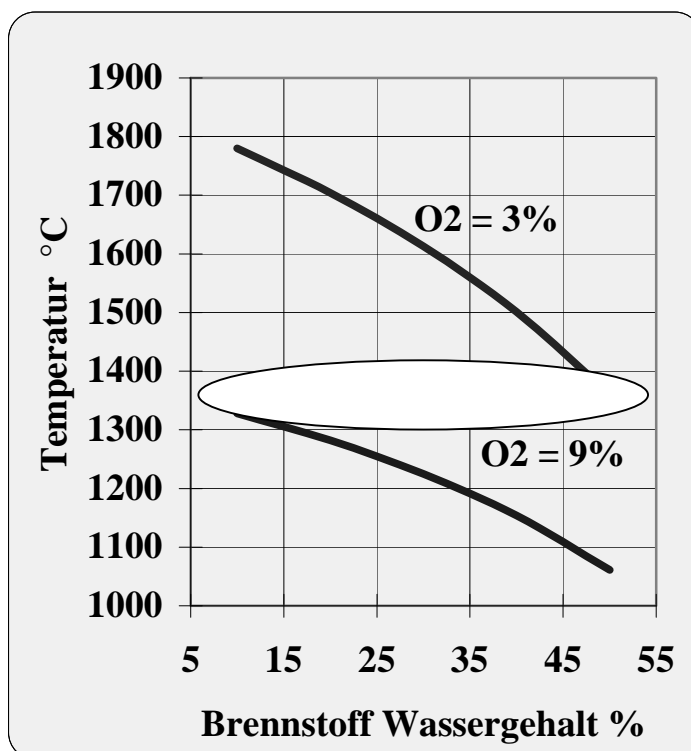
die über den ganzen Feuerraumsquerschnitt gleichmäßig verteilt ist. Dadurch ist ein Betrieb mit niedrigen Luftüberschusszahlen entsprechend einem Sauerstoffgehalt geringer als 3% möglich.

Einige der Düsenreihen werden für Rezirkulation des Rauchgases verwendet. Dadurch können wir die Verbrennungstemperaturen ohne Einwirkung auf den Sauerstoffgehalt kontrollieren.

Der Feuerraum ist schlank, wodurch eine gute Turbulenz erzielt wird. Weiterhin ist er hoch, um eine lange Verweilzeit zu erzielen. Der leere Kesselzug bewirkt weitere Verweilzeit und sichert darüber hinaus eine gute Abkühlung der Rauchgase und Aschenpartikeln, ehe sie die Überhitzerheizfläche erreichen.

## 5 Die warme Verbrennung einer AET Spreader Stoker Anlage ohne Mauerwerk im Feuerraum bietet Brennstoffflexibilität!

Die Abbildung zeigt die adiabatische Verbrennungstemperatur als eine Funktion des Wassergehaltes im Brennstoff. Die adiabatische Verbrennungstemperatur ist die Temperatur, die theoretisch entstehen würde, falls keine Wärme an die Feuerraumwände abgegeben wird. In der Tat wird die wirkliche Temperatur ungefähr 150°C niedriger als die adiabatische sein.



Eine Kurve ist für einen Sauerstoffgehalt von 9% entsprechend einer typischen rostgefeuerten Anlage aufgezeichnet.

Die andere Kurve ist für einen Sauerstoffgehalt von 3% entsprechend einer typischen AET Spreader Stoker Anlage aufgezeichnet.

Unsere Erfahrung zeigt, dass man in einem Feuerraum ohne Mauerwerk und mit intensiver und turbulenter Verbrennung niedrige Emissionswerte er-

zielen kann, wenn die adiabatische Verbrennungstemperatur im Intervall zwischen 1300 und 1400°C liegt. Falls die Temperatur über 1400°C liegt, wird die Bildung von thermischem NO<sub>x</sub> erhöht. Und falls die Temperatur unter 1300°C liegt, wird CO gebildet.

Eine rostgefeuerte Anlage mit einer hohen Luftüberschusszahl hat eine so kalte Verbrennung, dass die Wände mit Mauerwerk zu isolieren sind, um eine CO-Emission zu vermeiden sowie um eine längere Verweilzeit zu erreichen. Mauerwerk ist wie bekannt teuer, sowohl die Montage als auch die Wartung davon, und gleichzeitig werden Betriebsprobleme in Form von Schlackenbildung entstehen.

Die Spreader Stoker Anlage hat in einem sehr breiten Brennstoffband eine sehr intensive und warme Verbrennung, die durch kontrollierte Einmischung vom recirkulierten Rauchgas auf das optimale Temperaturniveau gehalten werden kann.

Das Mauerwerk im Feuerraum ist deshalb nicht notwendig, was eine mitwirkende Ursache dafür ist, dass Reisezeit für AET kein Thema ist. Wir haben keine Schlackenbildung in unseren Anlagen.

## **6 Emissionsdaten**

Am Webseite oder Homepage der Firma Pfeiderer werden jeden Tag Tagesmittelwerte für Emissionsdaten für die letzten 24 Stunden angegeben.



## Emissionsdaten

Energiezentrale Gütersloh Spanplattenwerk 2

Meßzeitraum: 24.01.2002 0-24 Uhr

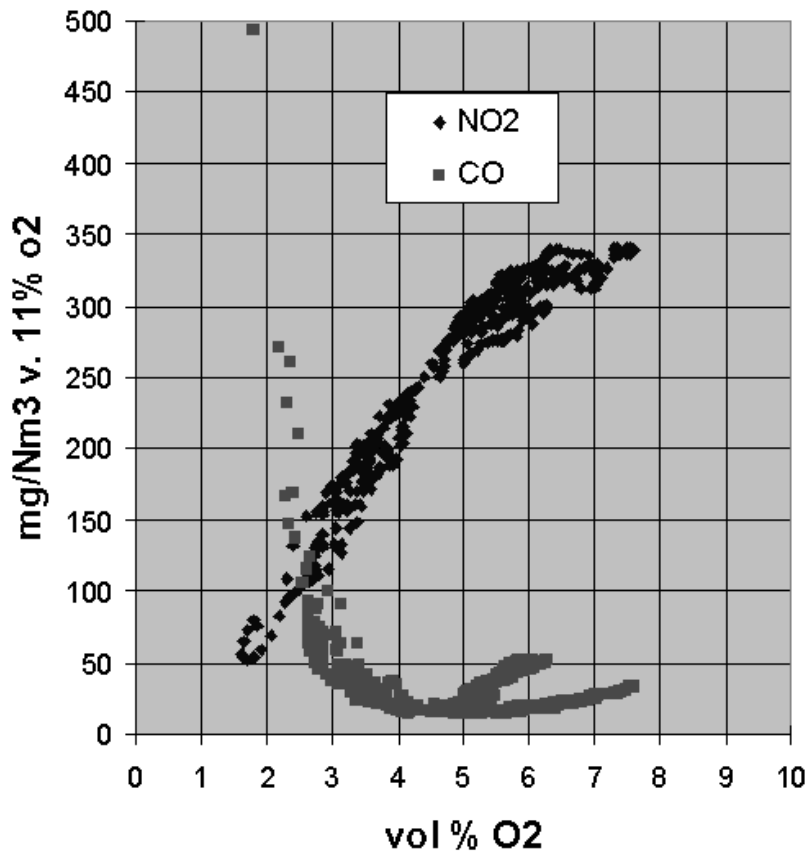
Tagesmittelwerte					
Gesamtstaub	Kohlenmonoxid (CO)	Gesamt-Kohlenstoff (C <sub>gesamt</sub> )	Stickoxide (NO <sub>x</sub> , als NO <sub>2</sub> )	Chlorwasserstoff (HCl)	Quecksilber (Hg)
mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Grenzwert			Vorsorgewert		
10	80	10	200	5	0,025
Meßwert					
0,79	33,02	0,10	187,91	4,15	0,0007

Dioxine/Furane (kontinuierliche Probenahme)	Schwermetalle	
Meßzeitraum von/bis 30.11.2001 bis 07.12.2001	Meßzeitraum von/bis 10.12.2001 bis 16.12.2001	
Dioxine/Furane	Cadmium	Arsen/Blei/Kupfer/Nickel/Zinn
ng/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Vorsorgewert	Vorsorgewert	
0,025	0,01	0,1
Meßwert	Meßwert	
0,0048	0,001	0,041

Es geht hervor, dass die Emissionsgrenzwerte mit einer guten Spanne eingehalten werden, was für alle Werte gilt.

An der Anlage in Pannovosges wurde im September 1995 eine Reihe von Messungen von Emissionsdaten innerhalb einer Woche durchgeführt. Die Messungen wurden vom Wilhelm-Klauditz-Institut ausgeführt.

13.sep.95 kl 19.00-19.45



Auf diesem Bild ergeben sich einige interessante und prinzipielle Verhältnisse für Spreader Stoker Anlagen.

NO<sub>x</sub> Emissionen haben eine lineare Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt im Rauchgas. Wenn der Sauerstoffgehalt gegen Null fällt, ergibt sich wie allgemein bekannt, dass die NO<sub>x</sub>-Emission verschwindet.

Die CO-Emission hat eine parabolische Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt im Rauchgas. Wenn der Sauerstoffgehalt gegen Null fällt, wird die CO-Emission aus einleuchtenden Ursachen zunehmen.

Alle Spreader Stoker Anlagen zeigen diesen Zusammenhang. Jedoch variiert die Platzierung der CO-Parabel für die verschiedenen Anlagen. In Pannovosges liegt das CO-Minimum bei 4-5% Sauerstoff, und das CO-Minimum beträgt ungefähr 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

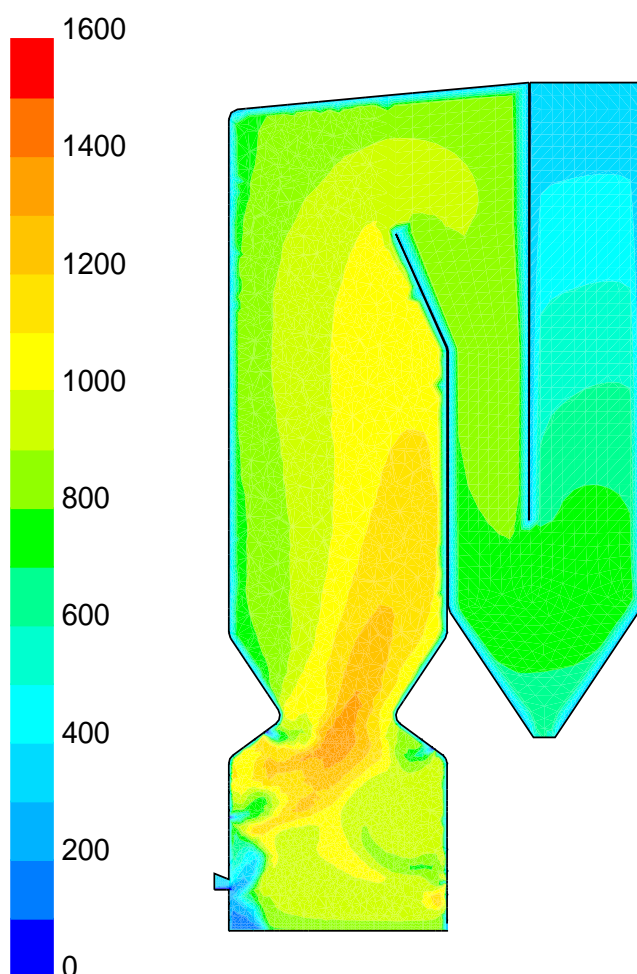
Je besser eine Anlage in bezug auf Sekundärluftsystem, Turbulenz usw. ausgelegt wird, je besser kann die CO-Parabel plziert werden. D.h. weiter nach unten

und weiter links bei niedrigen Sauerstoffgehalten, die somit gleichzeitig niedrige NO<sub>x</sub>-Emission bewirken.

## 7 Sichere und gut funktionierende Anlagen

Wir sind überzeugt, dass das Verbrennungsprinzip mit Spreader Stoker mit Wanderrost, eine *erforderliche* Voraussetzung dafür ist, dass sichere und gut funktionierende Anlagen für eine breite und flexible Auswahl von den vorhandenen Holzbrennstoffen hergestellt werden.

Ein Spreader Stoker mit Wanderrost bietet jedoch nicht die *ausreichende* Voraussetzung einer sicheren und gut funktionierenden Anlage. Dabei wird eine umfassende Erfahrung in der Auslegung von allen zugehörigen Systemen: Kessel, Heizflächen, Brennstoffdosierung, Luftsysteme und eine Vielfalt von anderen Systemen, Komponenten und Einzelheiten.



Bei AET entwickeln wir laufend unsere Prozesskenntnisse und Know-why durch eine umfassende CFD-Arbeit sowie Beobachtungen und Testprogramme an den einzelnen Anlagen.

Die Abbildung zeigt die Temperaturverteilung.

## 8 Brennstoffzubereitung

Die Anforderungen an Brennstoffkörnung können kurz erwähnt werden.

Mit einer Spreader Stoker Anlage mit Wanderrost ist es für die Verbrennung vorteilhaft, dass der Brennstoff aus einem Gemisch von verschiedener Körnung besteht. Leichte

Brennstoffpartikeln verbrennen im Flug, und schwerere Partikeln landen auf dem Wanderrost und verbrennen dort.

Das Verbrennungsprinzip ist sehr flexibel. Es kann mit leichten Brennstoffpartikeln allein ausgezeichnet funktionieren. Dieses erfordert aber eine gute und gleichmäßige Dosierung, da die Partikeln ja sofort nach der Beschickung in den Feuerraum dort verbrennen werden. Es kann ferner allein mit den schwereren Partikeln ausgezeichnet funktionieren. In diesem Fall wird es auf dem Rost eine dickere Schicht geben, und die Regelung wird ein wenig langsamer werden.

Wir spezifizieren normalerweise, dass der Brennstoff kleiner als 100 mm sein soll, mit einzelnen Stücken bis auf eine Größe von 250 mm. Die Begrenzung ist nicht auf die Verbrennung zurückzuführen, sondern darauf, dass sich der Brennstoff in der Dosierausrüstung, die typisch aus Schnecken mit einem Durchmesser von 650 mm bestehen, nicht festsetzen darf.

Falls der Brennstofflieferant die Anforderungen an die maximale Körnung nicht einhalten kann, müssen der Brennstoff gesiebt und die größten Stücke aussortiert werden.

Falls der Hauptteil des Brennstoffes sehr grob ist, empfehlen wir den Einbau von einem Zerkleinerer, der den Brennstoff zerkleinern kann.

Viele verschiedene Beträge in bezug auf die Kosten für diese Behandlung werden erwähnt. Für den ungünstigsten Fall lässt sich folgendes aufstellen:

Kraftwerk: 60 MW Feuerungswärmeleistung  
 Brennstoff: 120.000 Tonnen pro Jahr  
 Zerkleinerer: 50 Tonnen pro Std. für 8 Std. pro Tag

Rollensieb & Zerkleinerer	Kapitaldienst 10% von der Investition	30.000
Stromverbrauch	8Std/Tag 350Tage 100kW 0,06c/kWh	17.000
Wartung alle 2 Wochen	26Mal 2Mann 3 Std. 50€/h	8.000
Wartung einmal am Jahr	2Mann 2Tage 8Std/Tag 50€/h	2.000
Verschleißteile		15.000
Insgesamt pro Jahr		€ 72.000
Pro Tonne Brennstoff		€ 0,6

D.h. dass man im ungünstigsten Fall mit zusätzlichen Kosten von 0,6 € pro Tonne Brennstoff rechnen muss.

Dieses ist aber ohne Bedeutung, wenn man mit der Tatsache vergleicht, dass eine AET Spreader Stoker Anlage mit Wanderrost ohne Probleme das trockene, stickstoffhaltige Altholz verwertet, und zwar zu einem Preis von vielleicht minus 20 €/Tonne.

## 9 Abschluss

Zum Abschluss werden einige Fotos von der Heiligengrabe Baustelle gezeigt.



Kalenderwoche 40-2001 fingen wir auf der Baustelle an. KW 47-2001 war der Hauptteil der Stahlkonstruktion fertigmontiert.

Während des Montageverlaufes wurden die großen Komponenten eingelegt: Speisewasserbehälter, Speisewasservorwärmer, Brennstoffdosierbehälter, die großen Teile der Luft- und Rauchgaskanäle usw.



Der Kessel ist von der Firma Rafako aus Polen auf der Basis der AET Arbeitszeichnungen und unter Beaufsichtigung von AET hergestellt. Er ist in so großen Teilen hergestellt, wie der Transport es ermöglicht. Auf dem Foto wird der Kesselzug mit dem Überhitzer auf einem Blockwagen gezeigt. Die Abmessungen sind 4 x 5 x 18 m, und er wiegt 70 Tonnen.

Auf dem nächsten Foto wird der Überhitzer aufgezogen.



Kronoply hat wegen der Eigenschaften der AET Anlagen AET als Lieferanten gewählt. Diese Eigenschaften sind: Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Einhaltung von verschiedensten Emissionswerten, hohe Brennstoffflexibilität usw.

Und auch weil AET die vereinbarten Termine immer einhält. Unter Voraussetzung, dass Blohm & Voss ihre Termine einhält, erfolgt die Betriebsübernahme am 6. Oktober 2002 – d.h. 18 Monate nach der Auftragserteilung. Das letzte Foto zeigt den Stand KW22-2002.

