

# **Moderne Feuerungstechnik zur energetischen Verwertung von Holz und Holzabfällen**

**Emissionsminderung, Konzepte  
und ausgeführte Anlagen**

**Herausgeber: Rainer Marutzky  
Fraunhofer-Institut für Holzforschung**

 **Springer  
VDI Verlag**

## 8 Neues Verbrennungssystem zur Energieerzeugung aus Holzwerkstoffresten und Gebrauchthölzern

*Herbert St. Vaget, Neumarkt*

### 8.1 Aufgabenstellung

Für eine neue Spanplattenproduktionslinie galt es ein System auszuwählen, das die Versorgung der Produktionsanlagen mit Wärme sicherstellt und die Entsorgung der produktionsbedingten Reste gewährleistet. Der Energiebedarf für das Spanplattenwerk ist mit rd. 34 MW für die Trockner und 5 MW für die Pressen vorgegeben.

Dieses System muß in der Lage sein, Produktionsreste des Spanplattenwerkes, Holzwerkstoffreste der Kunden des Werkes und Gebrauchthölzer zu entsorgen und ohne nachgeschaltete "End of the Pipe-Technologien" (außer Entstaubung) vorbildliche Rauchgaswerte zu ermöglichen.

Im Vordergrund stand die Entsorgung der Reststoffe des Spanplattenwerkes. Dies ist eine Mischung aus Schleif- und Siebstaub sowie die üblicherweise in einem derartigen Werk anfallenden Reststoffe des Holzplatzes und von Fehlproduktionen.

### 8.2 Auswahl der systembestimmenden Kriterien

- Im Rahmen der Gesamtprojektierung der Spanplattenproduktionslinie war es ein Ziel, eine zukunftsichere, emissionsarme Spänetrocknung zu realisieren. Es lag daher auf der Hand, eine indirekte Trocknung mit Dampf vorzusehen. Diese Art von indirekter Trocknung war in anderen Werken bereits erfolgreich ausgeführt worden. Die vorliegenden Betriebsergebnisse auf der Trocknerseite waren hinsichtlich der Emissionen äußerst befriedigend.

Aus dem hier Angeführten ergab sich folgender Anforderungskatalog:

- Verbrennung von staubförmigen Produktionsresten mit hohem Stickstoffgehalt (3 bis 7 % N),
- Verbrennung von stückigen Brennstoffen, bestehend aus Reststoffen der Holzwerkstoffindustrie,
- Verbrennung von Gebrauchtholz (teilweise behaftet mit metallischen Stoffen vorzugsweise aus Fe- und niedrigschmelzenden NE-Metallen wie Aluminium, Zink-/Druckguß),
- niedrige Emissionswerte für Stickoxide (NO<sub>x</sub>), für Kohlenmonoxid (CO) und für organische Stoffe (VOC),
- Bereitstellung von Dampf- und Wärmeträgeröl aus einem Verbrennungssystem,
- hohe Verfügbarkeit der Anlage d.h. rauchgasseitige Reinigung der Anlage max. zweimal im Jahr, d. h. Reisezeit ≥ 5000 Std.

### 8.3 Auswahl der Systemkomponenten

Eigene Erfahrungen mit holzgefeuerten Verbrennungsanlagen herkömmlicher Bauart und Erfahrungen aus Versuchen mit Anlagenanbietern von Wirbelschichtanlagen machten klar, daß Anforderungen, wie sie hier beschrieben wurden, mit Wirbelschicht-Systemen nur teilweise und unbefriedigend erfüllt werden können. Aus der Literatur war bekannt, daß es ein sehr altes Feuerungssystem gab (in Mitteleuropa seit Jahrzehnten nicht mehr benutzt), das günstige Voraussetzungen für die Verbrennung von Holzreststoffen darstellen könnte. Rücksprachen mit dem Autor eines Versuchsberichtes über eine Verbrennungsanlage in Maine/USA überzeugten uns, daß wir mit dem Verbrennungssystem Spreader-Stoker eine Hochleistungsverbrennungsanlage einsetzen konnten, die weitgehend die bekannten Problematiken der Verbrennung von Holzwerkstoffen eliminiert. Nach einigem Suchen fanden wir einen Anlagenbauer, der bereit war, dieses Konzept eines Spreader-Stokers mit den bekannten Staubbrennern zu kombinieren und Wärmetauscher für Dampf- und Thermalöl in einem System zu integrieren.

Es ergab sich eine Systemkonfiguration wie folgt:

- Verbrennungsanlage: luftgekühlter Wanderrost,
- Brennstoff-Beschickanlage für stückige Brennstoffe: Spreader-Stoker
- Verbrennungsanlage für staubförmige Brennstoffe: low-NO<sub>x</sub>-Staubbrenner mit Ringdüse
- Verdampfer: Naturumlauf-Wasserrohrkessel in Rohr-Steg-Rohr-Ausführung mit unbestampftem Feuerraum, Strahlungskanal zur Abkühlung der Rauchgase, Verdampferrohren, sowie einem Rauchgaszug mit Wärmetauscherrohren zur Erwärmung des Wärmeträgeröls (Bilder 8-1 und 8-2).

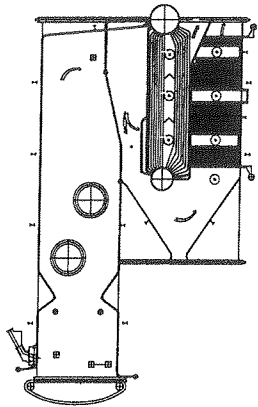


Bild 8-1. Längsschnitt durch den Kessel.

Kernstück des Systems ist sicherlich die Spreader-Stoker-Feuerung auf einem Wanderrost. Diese Art der Feuerung ermöglicht es, zerkleinerte Holzwerkstoffe, Resthölzer etc. in einer Art und Weise zu verbrennen, wie es in einem herkömmlichen schacht- oder klappenbeschickten Wander- oder Vorschubrost nicht möglich ist. Die vorzerkleinerten Brennstoffteile werden über Dosierschnecken und druckstoßfeste Zellenradschleusen in einen Fallschacht gefördert und gelangen über diesen zum eigentlichen Schürloch, wo sie mit Luftunterstützung gleichmäßig über den Rost verteilt werden (Bild 8-3).

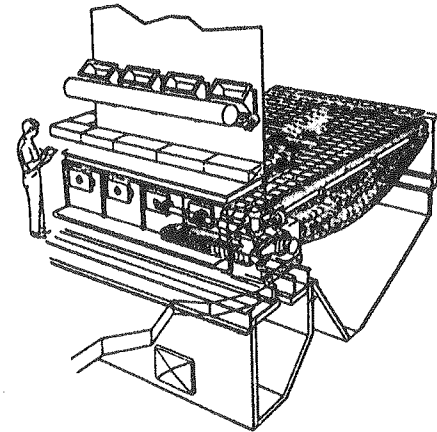


Bild 8-2. Verbrennungsanlage mit luftgekühltem Wanderrost.

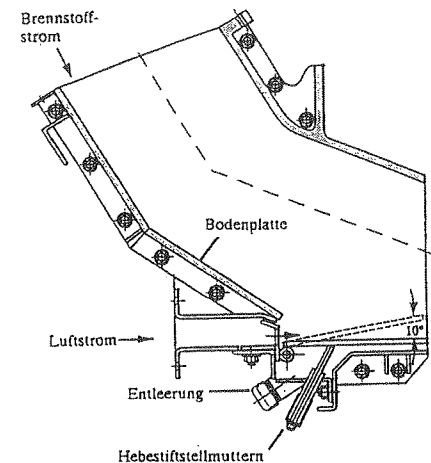


Bild 8-3. Die Brennstoffzuführung wird mit Hilfe des "Spreader-Mauls" durchgeführt.

Anders als in herkömmlich beschickten Rosten gibt es auf dem Spreader-Stoker geschürten Wanderrost keine ausgeprägten Trocknungszone, Entgasungszone, Brennzonen und Ausbrennzonen, die das charakteristische Verhalten herkömmlich geschürter Roste bestimmen. Weder sind schlecht brennende Stellen auf dem Rost mit hoher CO-Entwicklung wegen dichter Packung von Brennstoff und ungenügender Luftzufuhr zu

erwarten, noch lockere, sehr heiße Stellen mit starker  $\text{NO}_x$ -Entwicklung zu finden. Im System Spreader-Stoker werden bei der bei solchen Brennstoffen üblichen Granulometrie über 50 % des Brennstoffes in Suspension verbrannt, d.h. alle kleineren Teile entgasen aufgrund der großen Oberfläche und der intensiven Bestrahlung im rd. 1200 °C heißen Feuerraum sofort, zünden und steigen im Feuerraum auf. Auf den Rost gelangen nur Teile ähnlicher Granulometrie, so daß eine Nesterbildung auf dem Rost absolut ausgeschlossen ist. Diese Eigenschaften der Spreader-Stoker ermöglichen es, Roste mit relativ hoher Rostbelastung ( $> 2 \text{ MW} / \text{m}^2$ ) zu bauen. Erst dies ermöglicht es, mit niedrigem Sauerstoffgehalt im Rauchgas, und damit mit low- $\text{NO}_x$ -Bedingungen zu arbeiten. Gleichzeitig bedingt die Tatsache, daß ein Großteil des Brennstoffes in Suspension verbrennt, eine Bauart des Kessels, die lange Ausbrandwege zur Verfügung stellt, d. h. wir erreichen hier niedrige Feuerraumbelastungen und es ist möglich, die Rauchgase vor Eintritt in die Konvektionsheizflächen unter dem Ascheerweichungspunkt abzukühlen und zu Gas-Rohrwandtemperaturkombinationen zu kommen, die Hochtemperaturkorrosion (CO-Korrosion) ausschließen.

Der wesentliche Unterschied zur herkömmlichen Rostfeuerung zeigt sich hier darin, daß sich bei diesem System im Verbrennungsraum Brenngasgeschwindigkeiten einstellen, die in etwa den Gasgeschwindigkeiten entsprechen, wie sie in Wirbelschichtanlagen auftreten. Dadurch trennen sich Fein- und Grobgut des Brennstoffes dergestalt, daß die gröberen Teile in einem gleichmäßig mit Brennstoff beaufschlagten Festbett auf dem Rost brennen, und die feineren Fraktionen in einem Schwebebett deutlich abgegrenzt vom Festbett im Feuerraum brennen. Diese Trennung der Brennstoffe in Schwebebettverbrennung und Festbettverbrennung erfolgt auch bei den üblicherweise auftretenden Schwankungen in der Brennstoffgranulometrie absolut unproblematisch und sauber, auch unabhängig von den verschiedenen Brennstofffeuchtigkeiten. Die Verbrennung in 2 lokal getrennten Verbrennungsbetten bedeutet eine große Hilfe bei der angestrebten low- $\text{NO}_x$ -Fahrweise, da sie zur Luftstufung eine Brennstoffstufung darstellt. Damit ist diese Festbett - Schwebebettverbrennung besonders geeignet, die in der Holzwerkstoffindustrie anfallenden Feingutfractionen einwandfrei zu verbrennen.

Diese Kombination – lange Rauchgaswege, niedrige Feuerungsbelastung – ergibt auch niedrige Maximaltemperaturen der Verbrennung, wobei niedrig hier rd. 1250 °C bedeutet (Bild 8-4). Bei diesen Temperaturen besteht keine Gefahr der übermäßigen  $\text{NO}_x$ -Bildung und die lange Verweilzeit der Rauchgase bei Temperaturen über 850 °C (Verweilzeit  $\geq 2,5 \text{ sec.}$ ) sichert zusammen mit anderen Maßnahmen im Feuerraum niedrige CO- und VOC-Werte.

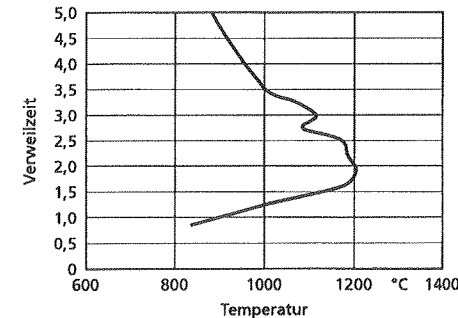


Bild 8-4. Temperaturverlauf im Bereich der Feuerung in Abhängigkeit der Verweilzeit.

Für die Verbrennung von Schleifstaub wurden zwei Staubbrenner mit Ringbrenndüse vorgesehen. Hier kann der Staub bei hinreichendem Stickstoffgehalt und richtiger Anordnung der Brenner im Feuerraum zur  $\text{NO}_x$ -Minderung über die SNCR-Reaktion eingesetzt werden (Bild 8-5).

Es ist klar, daß eine solch relativ komplizierte Anordnung von verschiedenen Verbrennungssystemen, nämlich

- Brennen auf dem Rost,
- Brennen in Suspension und
- zusätzliche Staubbrenner

nur dann zu befriedigenden oder guten Verbrennungsergebnissen führen können, wenn dies durch eine entsprechende Meß- und Regeltechnik gewährleistet ist. Um dies sicherzustellen, wird der Brennstoff für den Rost nicht nur über drehzahlregelte Austragsschnecken dosiert, sondern im Falle des Brennstoffstaubes auch über Waagen gewogen. Darüber hinaus werden alle Luftströme über Venturi-Düsen oder Meßblenden

gemessen, und es werden für die verschiedenen Lastpunkte entsprechende Regelkurven in einer SPS hinterlegt.

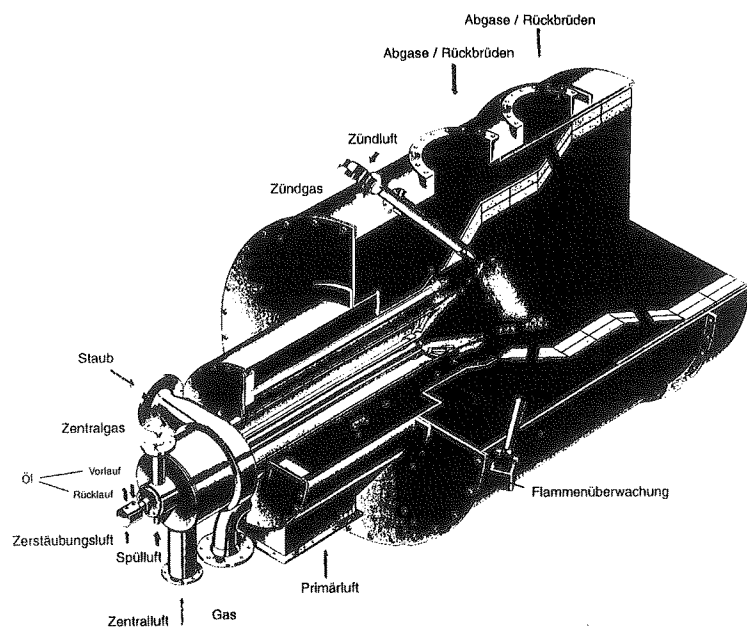


Bild 8-5. Der Mehr- und Stoffwechselfbrenner "OGSTFA" eignet sich zur Verfeuerung von öl-, gas- und staubförmigen Medien. Verbrennungsluft und Rauchzirkulationsgase werden jeweils zweiflüchtig zugeführt.

Zur Sicherstellung eines niedrigen Staubgehaltes wurde an diesem Kessel ein Schlauchfilter eingesetzt. Der Schlauchfilter wurde gewählt, weil bei besonders niedrigen Emissionen (bei  $< 10 \text{ mg Reststaubgehalt/m}^3$ ) ein Schlauchfilter wettbewerbsfähiger als ein Elektrofilter ist.

## 8.4 Meßergebnisse

Im Spätsommer letzten Jahres haben wir an der beschriebenen Anlage durch das Wilhelm-Klauditz-Institut umfangreiche Messungen der verschiedensten Emissionsparameter am Kessel durchführen lassen. Dabei wurde der Kessel mit einem Anteil Sonderbrennstoff (zerkleinerte teerölimprägnierte Eisenbahnschwellen) befeuert.

Bei diesen Messungen war ferner zu klären, ob bei einer low- $\text{NO}_x$ -Einstellung der Verbrennungsanlage, d. h. also bei niedrigsten  $\text{NO}_x$ -Werten, primärseitig bei gleichzeitigem Einsatz von Brennstoff mit hohem Stickstoffgehalt hinreichend niedrige CO-Werte und ein guter Ausbrand bei VOC erreicht werden kann.

Die Halbstunden-Mittelwerte für  $\text{NO}_x$  konnten bei der Grundeinstellung für CO von  $\leq 80 \text{ mg/m}^3$  deutlich unter einem Grenzwert von  $250 \text{ mg/m}^3$  sicher eingehalten werden. Durch Hinterlegen verbesserter Regelkurven und Veränderungen der Luftverhältnisse konnte eine weitere Verringerung der Halbstunden-Mittelwerte für  $\text{NO}_x$  erreicht werden (Bild 8-6).

Die gleichzeitig durchgeführten Messungen vom VOC ergaben Werte die an der unteren Nachweisgrenze des FID (Flammenionisationsdetektor) lagen. Die Untersuchungen auf Dioxine ergaben Werte, die bei der Verfeuerung steinkohlenteerölimprägnierter Altschwellen bei weniger als einem Drittel des in der 17. BImSchV festgelegten Wertes von  $0,1 \text{ ng TEQ/m}^3$  lagen.

## 8.5 Verfügbarkeit der Anlage

Die Anlage lief in den letzten 7.800 Stunden mit einer Verfügbarkeit, die über 99,8 % liegt, die Reinigungsintervalle von 5000 Stunden für eine rauchgasseitige Reinigung des Feuerraums werden voll erreicht. Störungen oder Ausfälle durch geschmolzenes Aluminium oder andere niedrigschmelzenden Nichteisenmetalle, die den Rost lahm legen, gab es nicht.

## 8.6 Ausblick

Mit der hier geschilderten Anlage wurde der Versuch unternommen mit einer bewährten aber vergessenen Feuerungsart unter Hinzunahme modernster Meß- und Regeltechnik einen Verbrennungsstandard für Holz zu schaffen, der ohne den Einsatz von nachgeschalteten Emissionsminderungsanlagen schwierige d. h. hochstickstoffreiche Brennstoffe emissionsarm verbrennen kann. Uns selbst hat dieses Verfahren so überzeugt, daß wir z.Zt. eine größere Verbrennungsanlage dieses Systems in unserem neuen Spanplattenwerk Neumarkt erstellen.

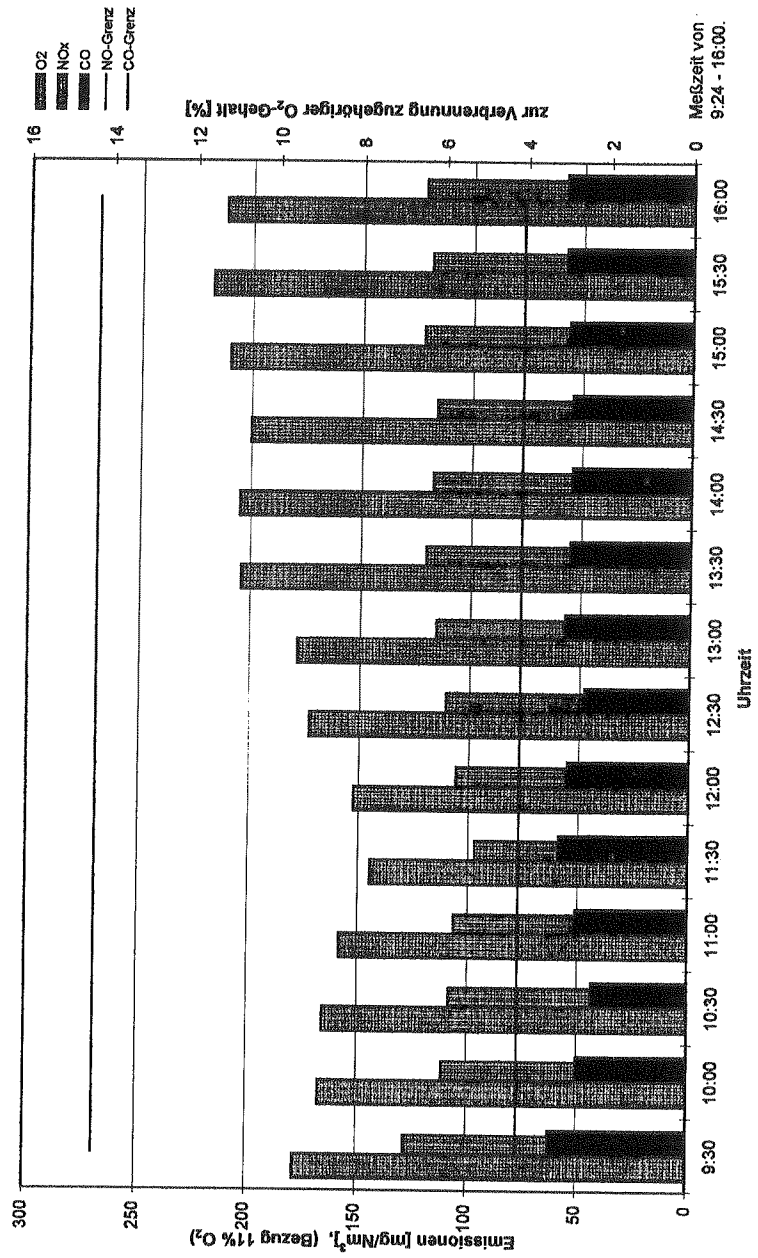


Bild 8-6. Halbstundenmittelwerte der NO<sub>x</sub>- und CO-Emissionen, Pannovosges vom 15.09.95.