

Energiesparen im Industriebetrieb

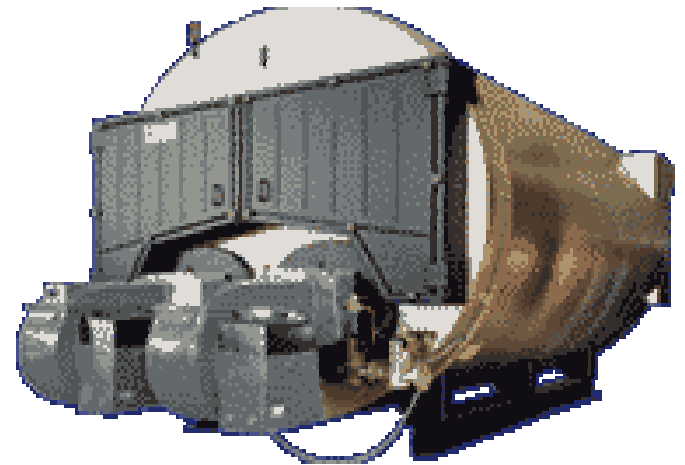
Dampfkessel



J. Fresner, G. Engelhardt
Geidorfgürtel 21,
8010 Graz
www.stenum.at

Elemente einer Dampfkesselanlage

- **Brennstoffzufuhr**
- **Luftzufuhr**
- **Feuerraum**
- **Speisewasseraufbereitung**
- **Dampferzeuger**
- **Dampftrommel**
- **Dampfleitung**
- **Kondensatrückführung**
- **Kamin**



Erstellen Sie eine Energiebilanz für unseren Dampfkessel!

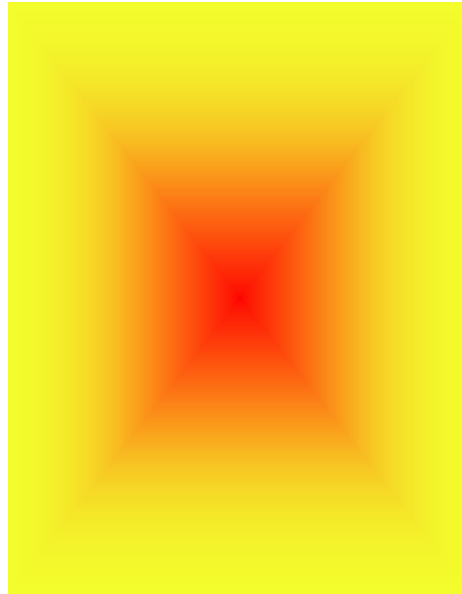
- **Welche Wärmeströme werden zugeführt?**
- **Welche Wärmeströme werden abgeführt?**

- **Wie können wir die einzelnen Wärmeströme berechnen?**

Energiebilanz

Input:

- Brennstoff
- (vorgewärmte) Luft
- (vorgewärmtes)
Wasser



Output:

- Abgas
- (überhitzter) Dampf
- Wärmeverluste
- (Asche)

Verschiedene Brennstoffe

- **1 kg Steinkohle: 8,14 kWh**
- **1 kg Heizöl EL: 11,86 kWh**
- **1 Nm³ Erdgas (Ho): 10,44 kWh**
- **1 kg Holz trocken: 4,31 kWh**
- **1 kWh Elektrizität: 1,00 kWh**

CO₂-Mengen

Die Einsparung von bewirkt eine Reduktion
von CO₂-Emissionen von

1 Liter Heizöl EL ca. 3,2 kg/l

1 Liter Heizöl S ca. 3,1 kg/l

1 Nm³ Erdgas ca. 1,8 kg/Nm³

Reaktionswärme bei der Verbrennung von 1 kg Methan



$$dH = 55\,600 \text{ kJ/kg}$$

Die Verbrennung von 1 kg Erdgas
erzeugt 2,8 kg CO₂.

Verbrennung

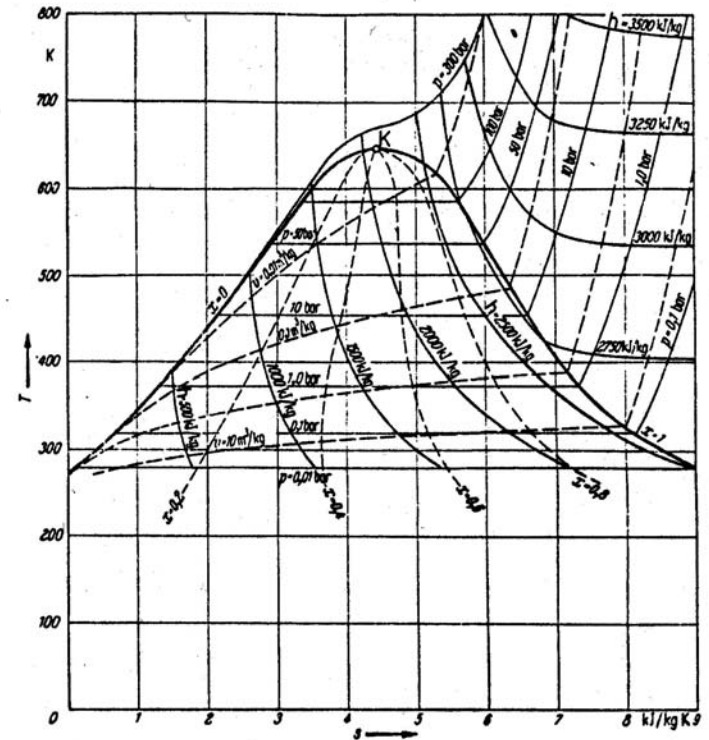
- **Welch starken Einfluß die Verbrennungsgüte und der ungehinderte Wärmeübergang in einem ölgefeuerten Kessel auf die Wirtschaftlichkeit, d. h. auf die Brennstoffkosten ausübt, zeigt folgendes Beispiel:**
- **1 mm Ruß auf den Heizflächen erhöht den Abgasverlust um etwa 4 %, was einem Brennstoffmehrverbrauch von 5,2 % entspricht.**

Energieinhalt von Dampf

Verdampfungswärme von Wasser:

bei 100 °C (1 bar) 2260 kJ/kg
bei 150 °C (4.7 bar) 2110 kJ/kg
bei 200 °C (15.5 bar) 1940 kJ/kg

T,s-DIAGRAMM UND h,s-DIAGRAMM FÜR WASSER



T,s-Diagramm für Wasser

Energiebilanz - Verlustquellen

- **Abgasverlust**
- **Isolationsverluste**
- **Bereitstellungsverluste:
An- und Abfahren, Warmhalteverluste**
- **Fehlende Kondensatrückführung**
- **Luftüberschuss**
- **Unvollständige Verbrennung**

Abgasverlust

- **Dampfdruck - Economizer**
- **Luftüberschuss regeln**
- **Falschluff vermeiden**



Wie wähle ich den Luftüberschuß?

Luftverhältnis λ

Planrost, Handbeschickung	1,6 ... 1,8	Kohlenstaub, Trockenkammern	1,3 ... 1,4
Planrost, Wurfbeschickung	1,5 ... 1,7	Kohlenstaub, Schmelzkammern	1,15 ... 1,2
Wanderrost, ohne Unterwind	1,6 ... 1,8	Zyklonfeuerung	1,1 ... 1,2
Wanderrost, mit Zonenwind	1,3 ... 1,6	Gasfeuerungen	1,05 ... 1,1
Treppenrost, Schürrost, Muldenrost	1,3 ... 1,5	Ölfeuerungen	1,05 ... 1,15

Taupunkt von Rauchgas

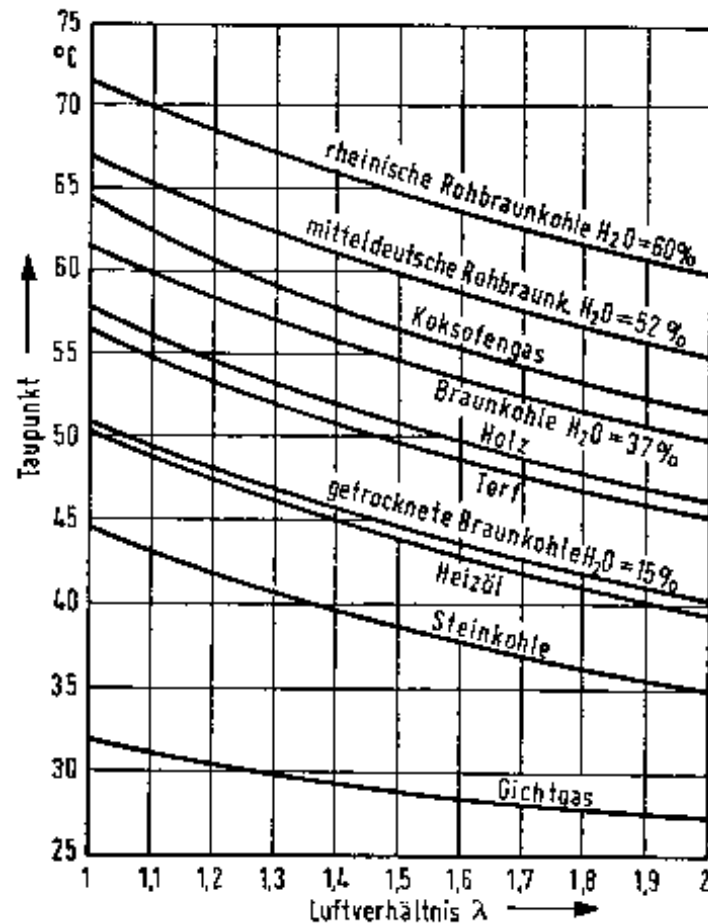


Bild 2.3.-6

Wasserdampftaupunkt für Rauchgase. Angenommene Feuchtigkeit der Verbrennungsluft 80% bei 20°C. Bei stärkerem Schwefelgehalt erhöhen sich die Werte um 50 ... 60°C und mehr.

Isolationsverluste



Kondensatrückführung



➤ **Überprüfen Sie Ihre Kondensatabscheider!**

Verteilungsverluste

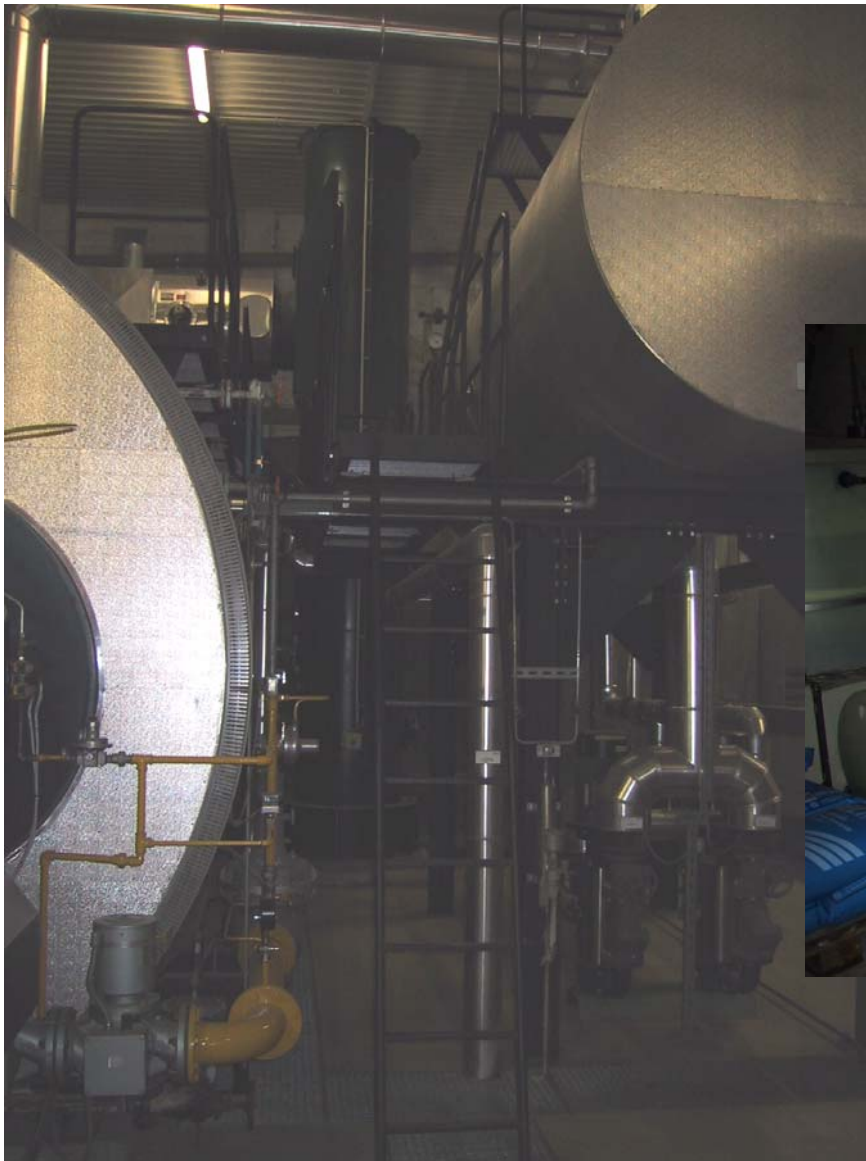


Ein Musterbeispiel: Der Kessel von Fresenius-Kabi

- **Baujahr 1995**
- **6 MW Leistung**
- **Gas als Brennstoff**







Beispiele:

Getränkeherstellung



Dank der Isolation von 12 solcher Distanzkompensations-Stellen in der Dampfverteilungs-Anlage kann der Energieverbrauch pro Jahr um rund 120 MWh resp. 12'000 Liter Heizöl reduziert werden.

Getränkeherstellung

Ausgangslage

Unisolierte Leitungsteilstücke im Betrieb führen zu grossen Wärmeverlusten

Massnahme

- Stellen bezeichnen
- Unternehmerofferte einholen
- Unternehmer beauftragen

Einsparung

Wärme 220 MWh/a
(total 8.4 m² Rohroberfläche)

Investitionen

- Euro 3'800.-
- Kosten/Nutzen 0.4 a



Papierfabrik

- **DIE TECHNISCHEN PROBLEME UND IHRE LÖSUNGEN**
- **Problem 1: Dampfablaß**
- **Bei der Papierproduktion muss mehrmals täglich, wenn die Papierbahnen abgerissen werden, der Trocknungsprozess für 10 bis 20 Minuten unterbrochen werden. Der in dieser Zeit nicht benötigte Dampf wurde bisher ins Freie geleitet - ca. 1.100 Tonnen pro Monat.**
- **Lösung: Der Dampf wird in einem neugebauten Dampfspeicher mit 350 m³ Fassungsvermögen aufgefangen und als Heißwasser verwendet.**

Papierfabrik

- DIE TECHNISCHEN PROBLEME UND IHRE LÖSUNGEN
- **Problem 2: Rauchgase**
- **Zur Erzeugung des Dampfes wird Erdgas verbrannt. Die dabei entstehenden Rauchgase wurden bisher mit einer Temperatur von 127°C ins Freie geleitet.**
- **Lösung: Das Rauchgas wird über einen Wärmetauscher zur Herstellung von Heißwasser verwendet**

Papierfabrik

CONTRACTING-MODELL

- **Energiekosteneinsparung bei: 1,8 Mio. Schilling pro Jahr Ein durch Abwärme versorgtes Krankenhaus spart 70 Prozent seines Erdgasverbrauchs.**
- **CO₂-Reduktion: 4.500 Tonnen/Jahr**
- **Das Investitionsvolumen beträgt 29 Mio. Schilling, wobei die Finanzierung durch die Fernwärmegesellschaft und die Papierfabrik erfolgte.**