

# Erhöhung der Energieeffizienz bei Abfallverbrennungsanlagen durch Prozessführung und Anlagenschaltung

**Dipl.-Ing. Reinhard Schu,**  
EcoEnergy Gesellschaft für  
Energie- und Umwelttechnik mbH  
Walkenried

**Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Born**  
SIDAF, Sächsisches Informations-  
und Demonstrationszentrum  
„Abfallbehandlungstechnologien“  
Freiberg

# Inhalt des Vortrags

## 1. Reduzierung der Abgasverluste durch Minimierung des Luftüberschusses



Senkung der Luftzahl  $\lambda < 1,25$  durch:

- unterstöchiometrische Prozessführung auf dem Rost
- mehrstufige Luftzuführung in der Nachverbrennung
- Rauchgashomogenisierung
- Optimierung der Feuerleistungsregelung

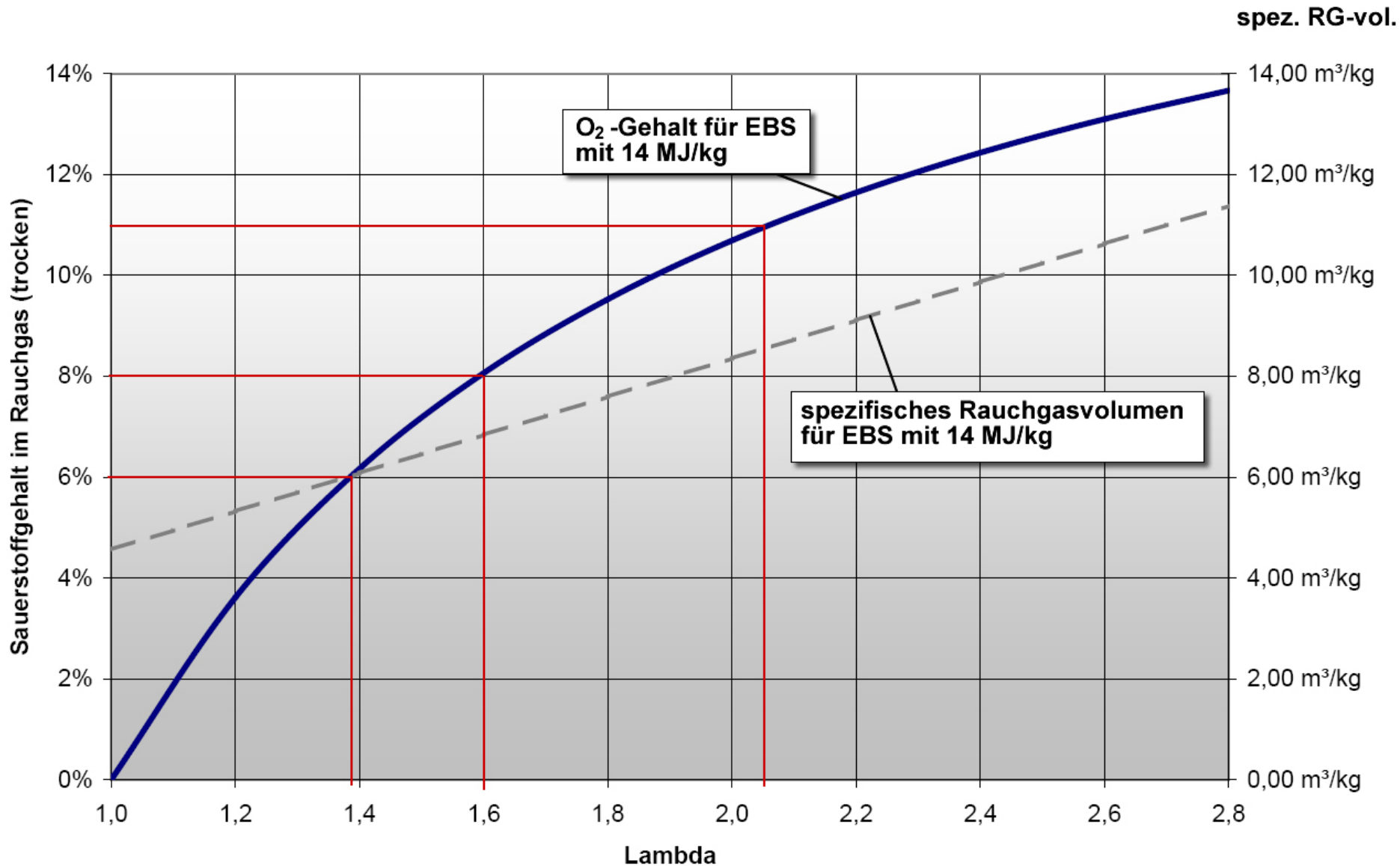
## 2. Reduzierung der Wärmeverluste durch Restwärmenutzung der Rauchgase

- Frischluftvorwärmung
- Kondensatvorwärmung
- Fernwärmeverwärmung
- Nahwärmeauskopplung

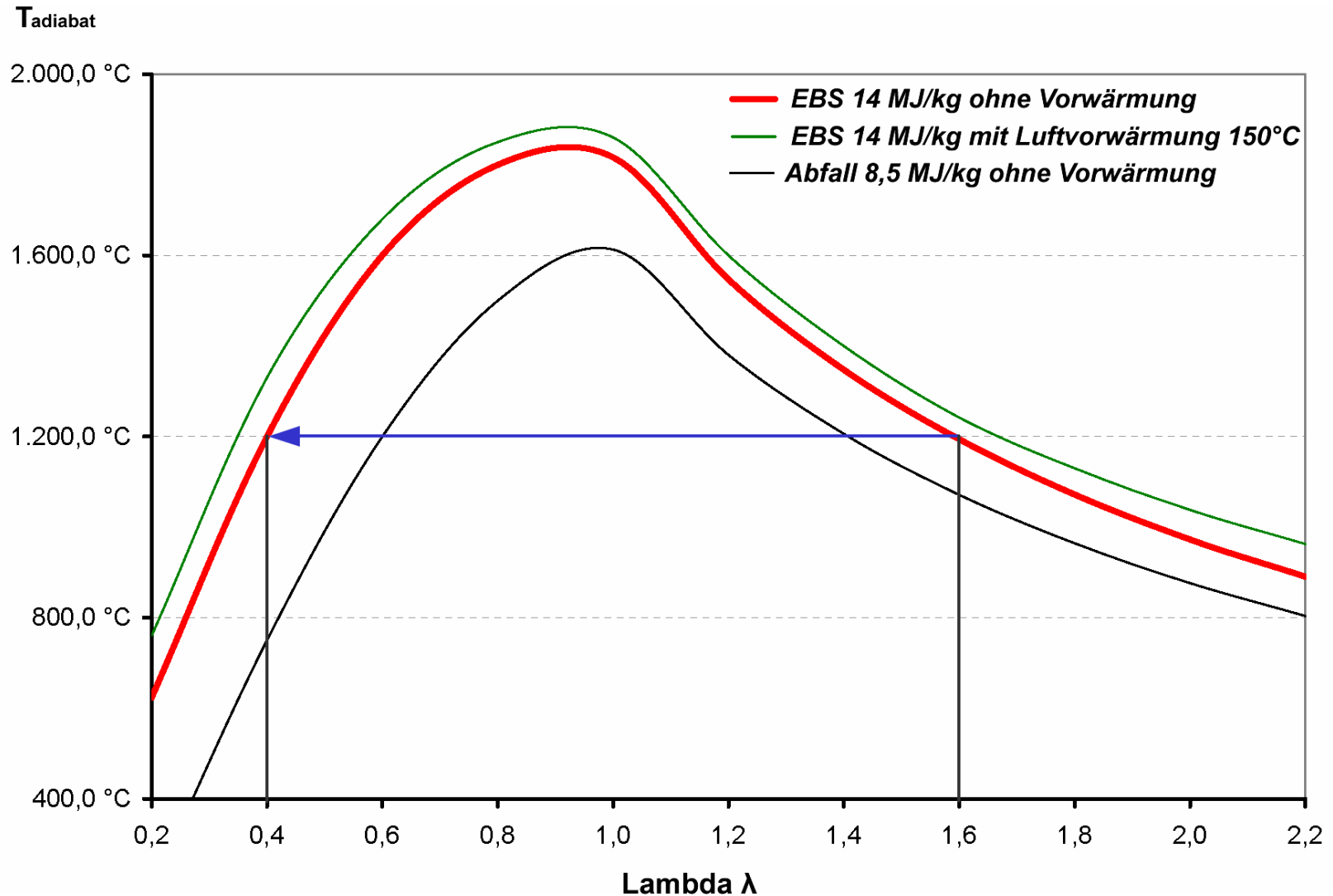
## 3. Wirkungsgradsteigerung der Energieumwandlung durch

- Erhöhung der Dampfparameter durch externe Dampfüberhitzung

# Reduzierung des Luftüberschusses



# unterstöchiometrische Verbrennung auf dem Rost



**Adiabate Verbrennungstemperaturen in Abhängigkeit von der Luftzahl**

# unterstöchiometrische Verbrennung auf dem Rost

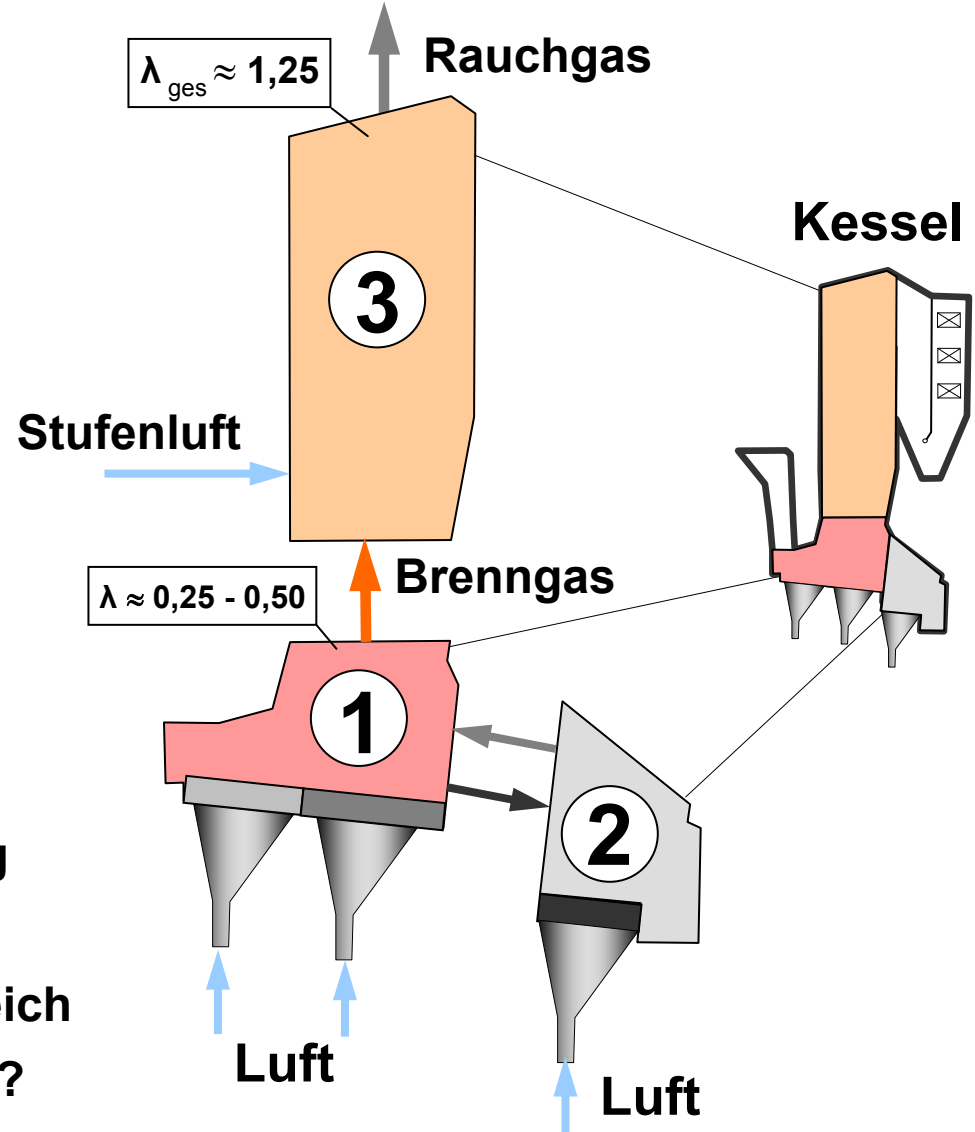
## Trennung der Verfahrensschritte:

- 1 Trocknung/Pyrolyse
- 2 Ausbrandzone
- 3 Nachbrennkammer

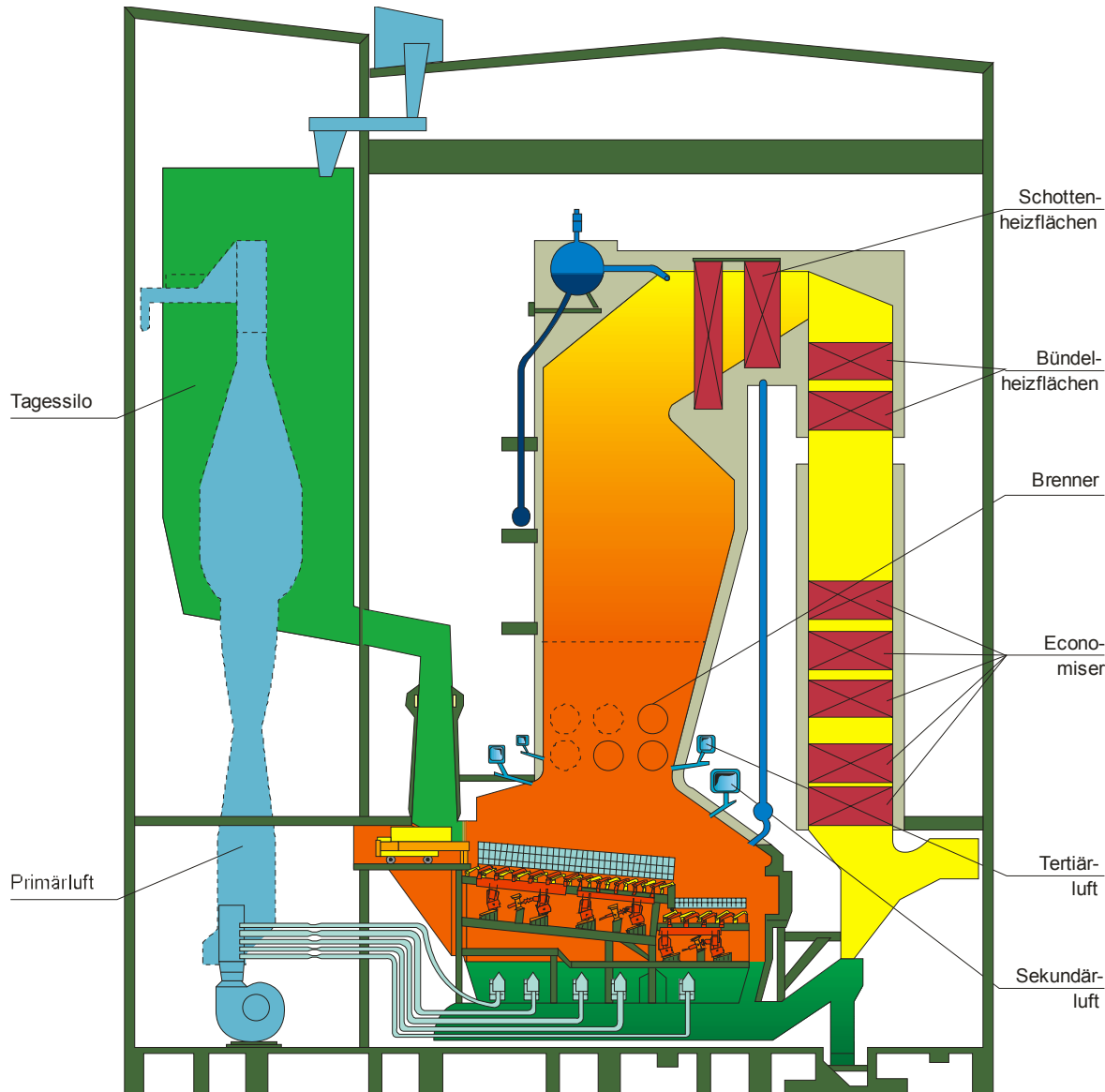
Ziele:



- ✓ verbesserte Verbrennungsführung
- ✓ Reduzierung Gesamtluftzahl
- ✓ reduzierte Temperaturen Rostbereich
- ✓ Verzicht auf Wasserkühlung Rost ?



# Fernheizwerk Igelsta, Södertälje, Schweden



**Umbau 1997**

**von Kohle auf EBS**

**Noell KCA**

**- heute Fisia Babcock -**

**Daten:**

**Lambda Rost = 0,25 – 0,5**

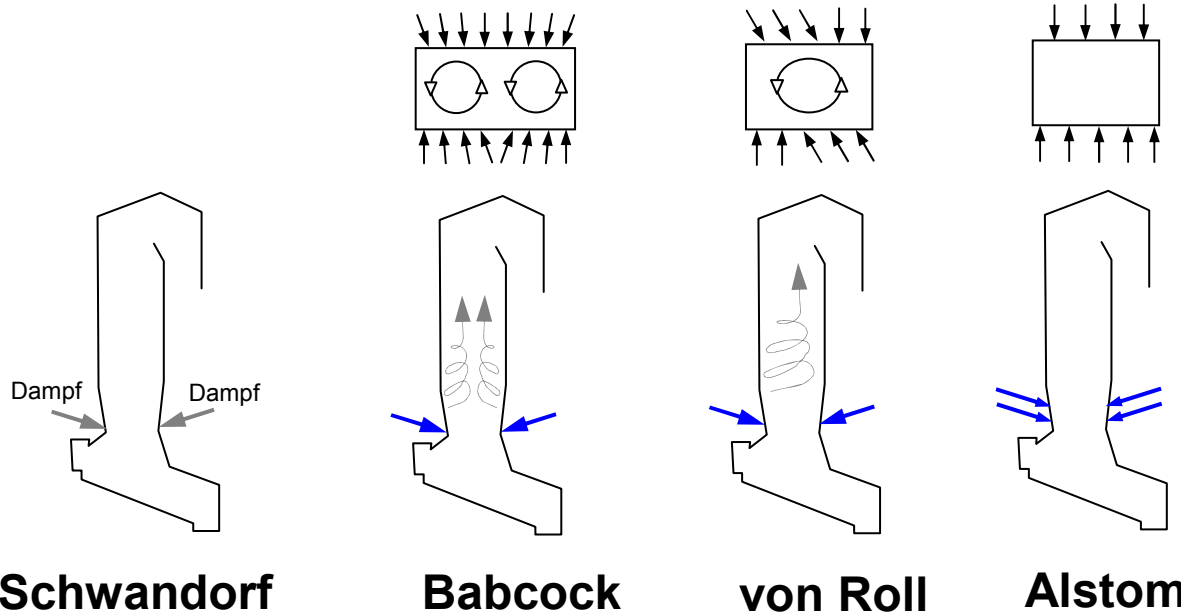
**100 MW FWL**

**Heizwerte EBS:**

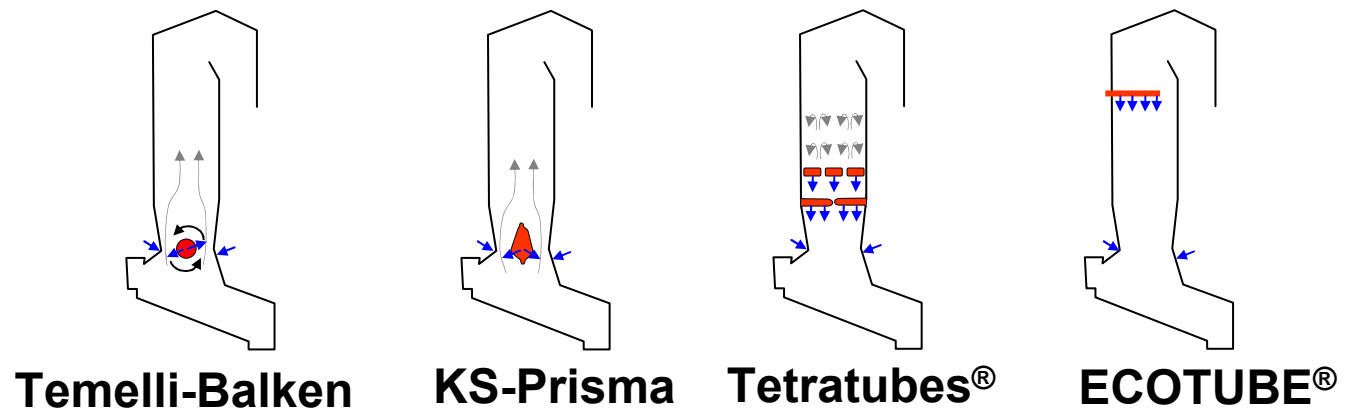
**13 – 31 MJ/kg**

# Rauchgashomogenisierung und Stufenlufteinmischung

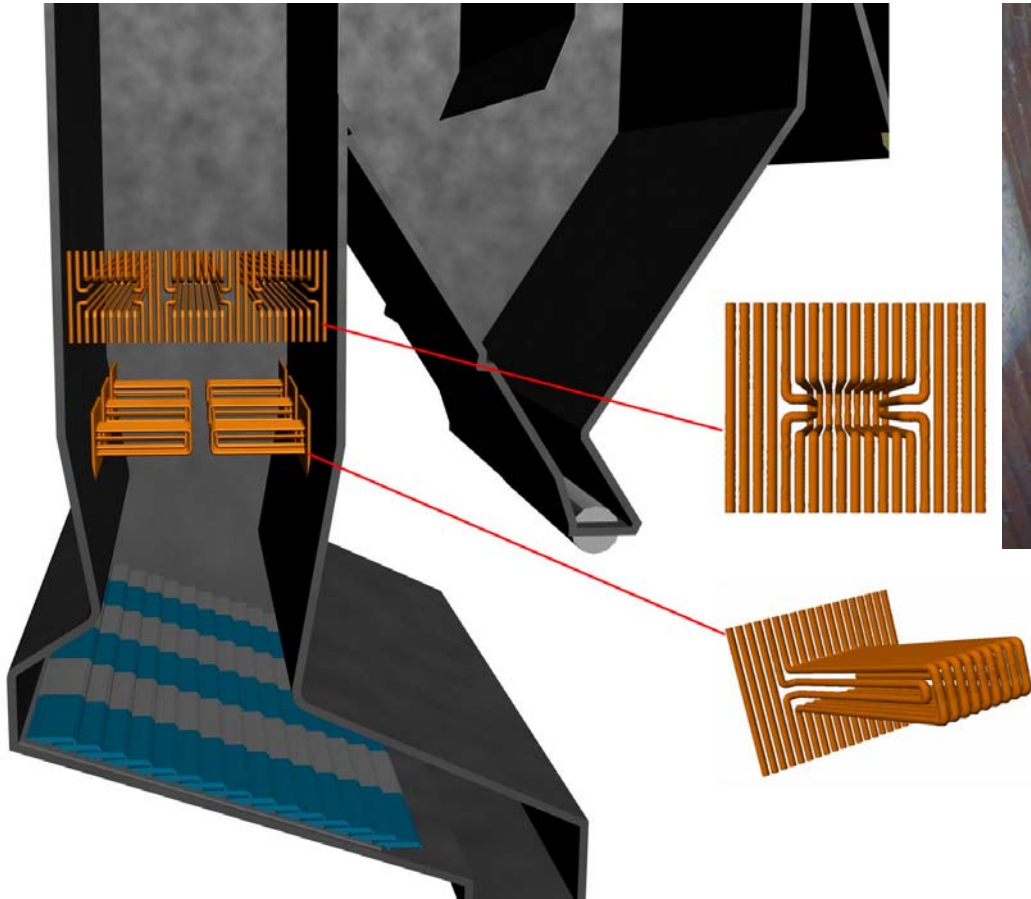
## Eindüsungssysteme



## Einbauten mit Eindüsung



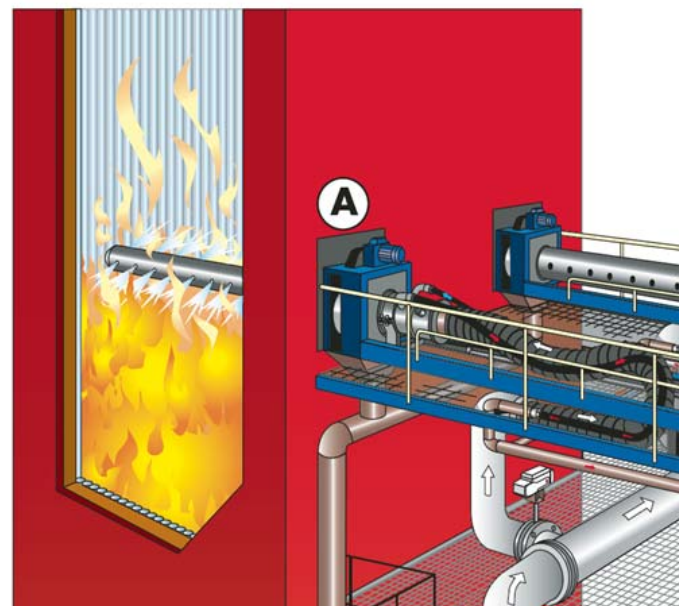
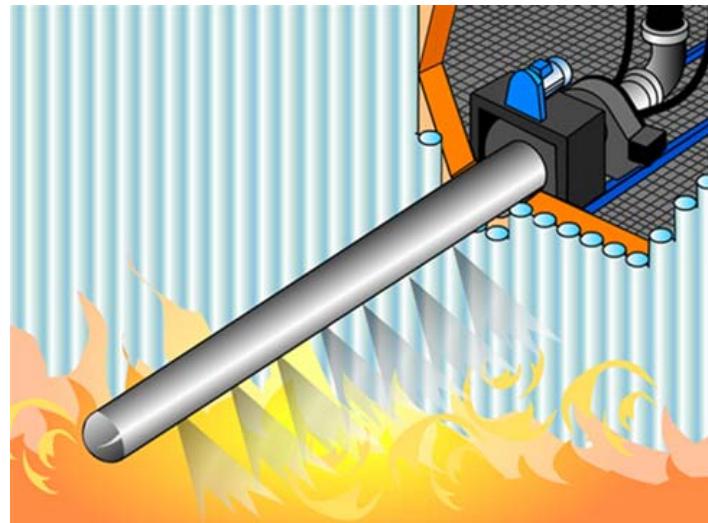
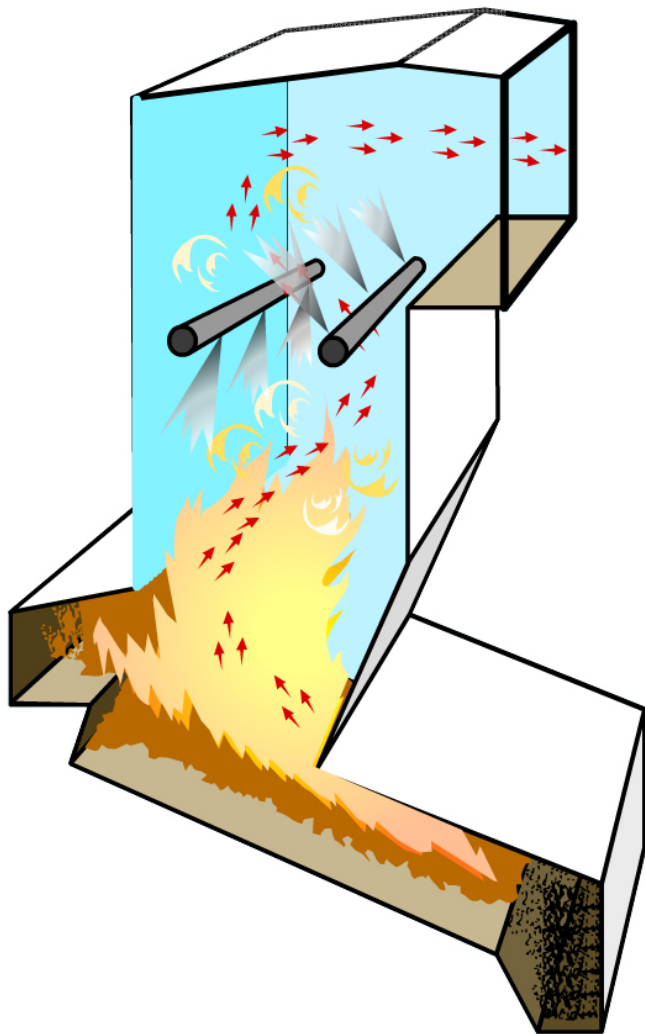
# Rauchgashomogenisierung und Stufenlufteinmischung



Einsatz von Tetratubes, Fa. NEM Energy Services



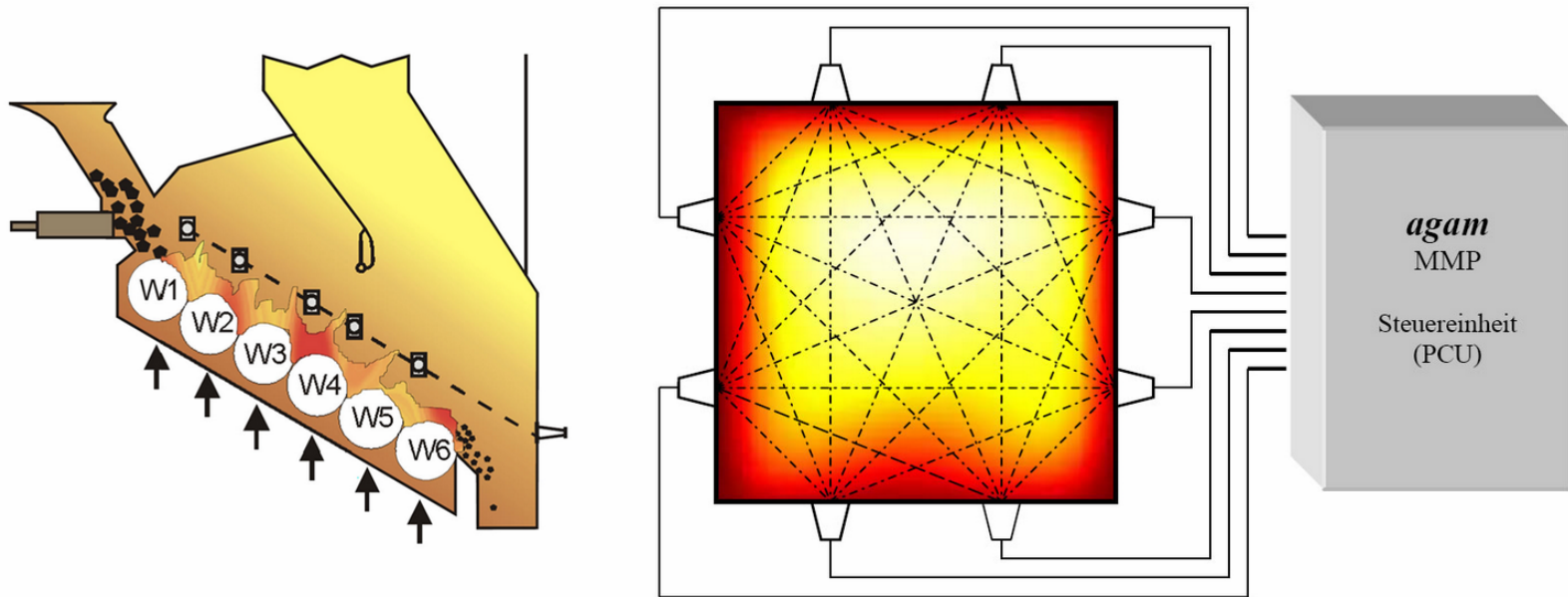
# System EcoTubes, ECOMB AB, Södertälje



# Feuerungsleistungsregelung

## Messverfahren zur Regelung nach Temperatur bzw. nach Lage

- ▶ Thermoelemente
- ▶ akustische Gastemperaturmeßtechnik
- ▶ Temperaturmessung mittels Infrarot
- ▶ Online-Wärmeflussmessung

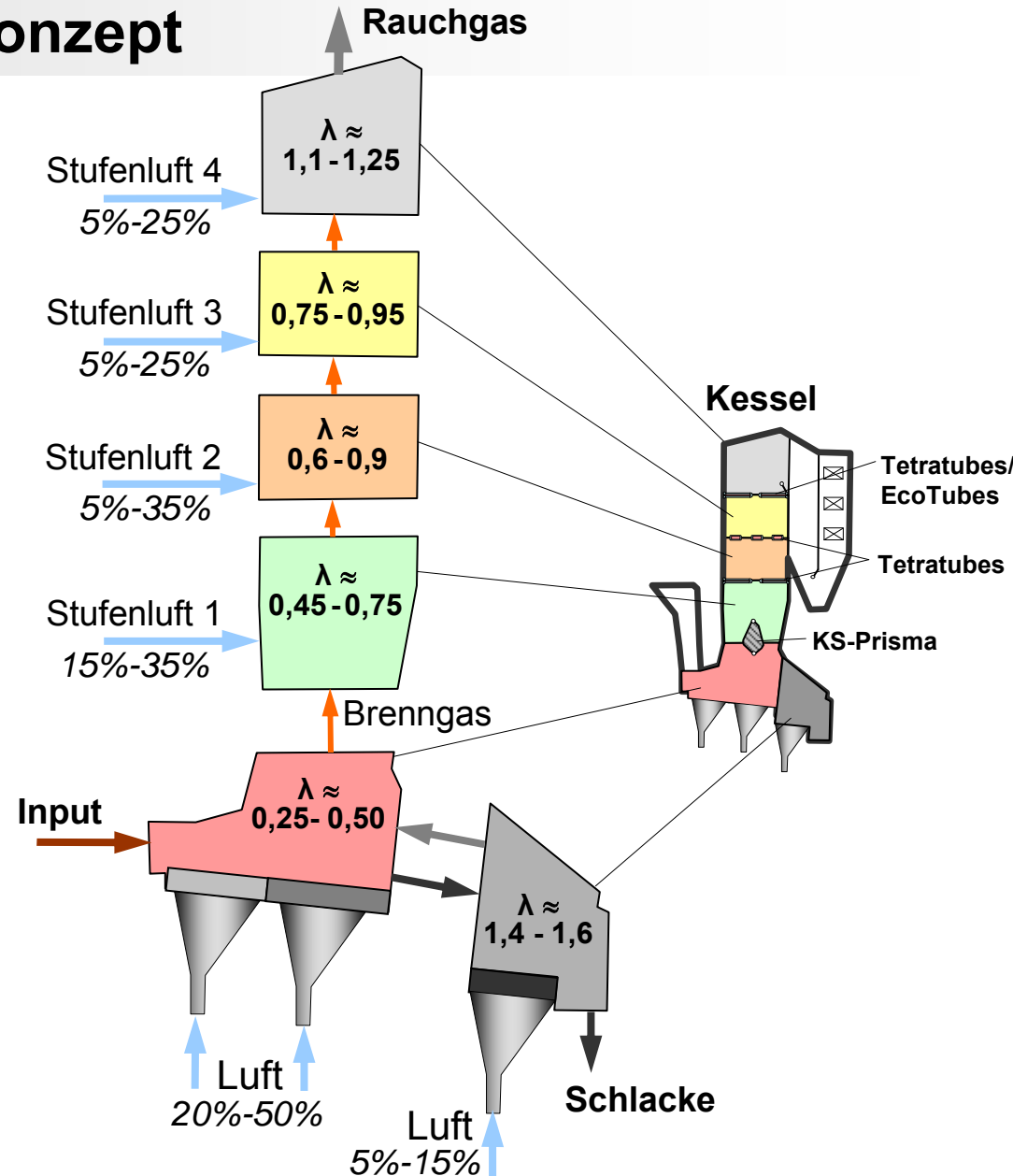


**System agam**

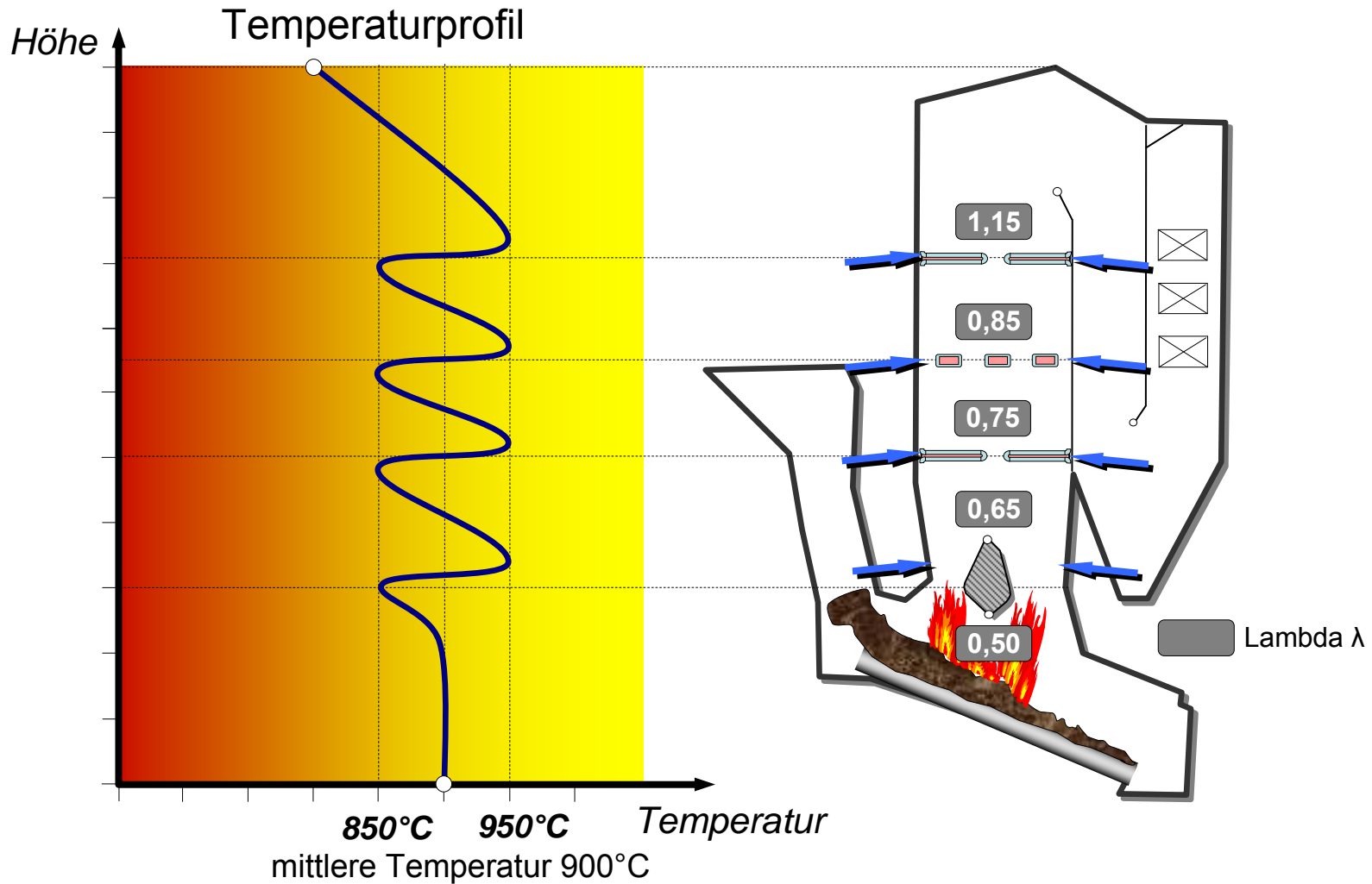
# Optimiertes Feuerungskonzept

## idealisierte mehrstufige Nachverbrennung

1.  $\lambda < 1,25$
2. niedrige Feuerraumtemperatur
3. Reduzierung von Korrosion und Verschlackung
4. Flexibles Heizwertband
5. Reduzierung der Flugstaubmenge



# Optimiertes Feuerungskonzept



Prinzipieller, idealisierter Temperaturverlauf bei unterstöchiometrischer Verbrennung auf dem Rost und mehrfacher Luftstufung

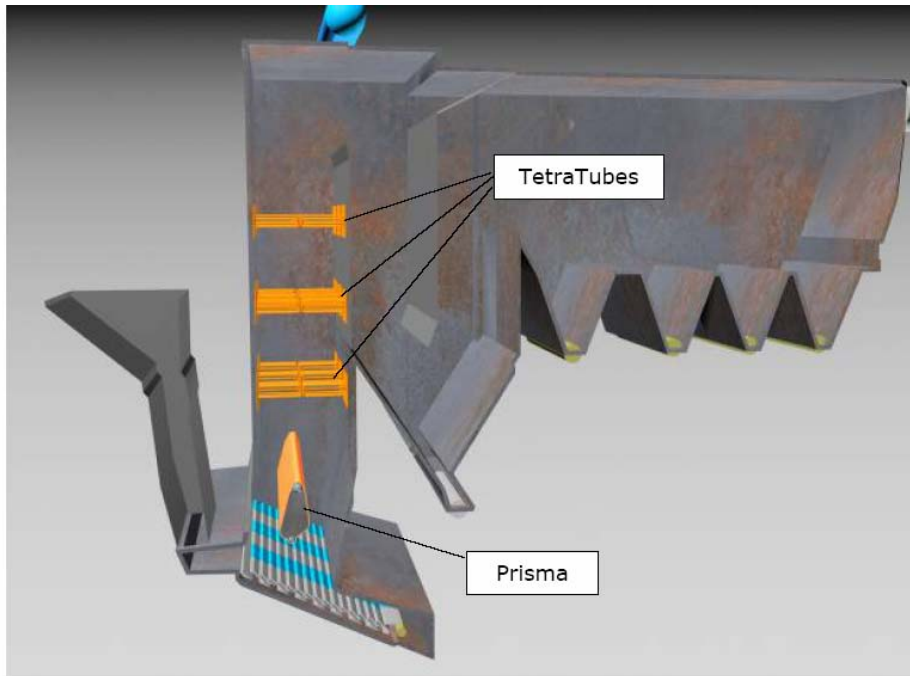
# Genehmigungsfähigkeit optimiertes Feuerungskonzept

## 17. BImSchV, § 4 Feuerung, Absatz 2:

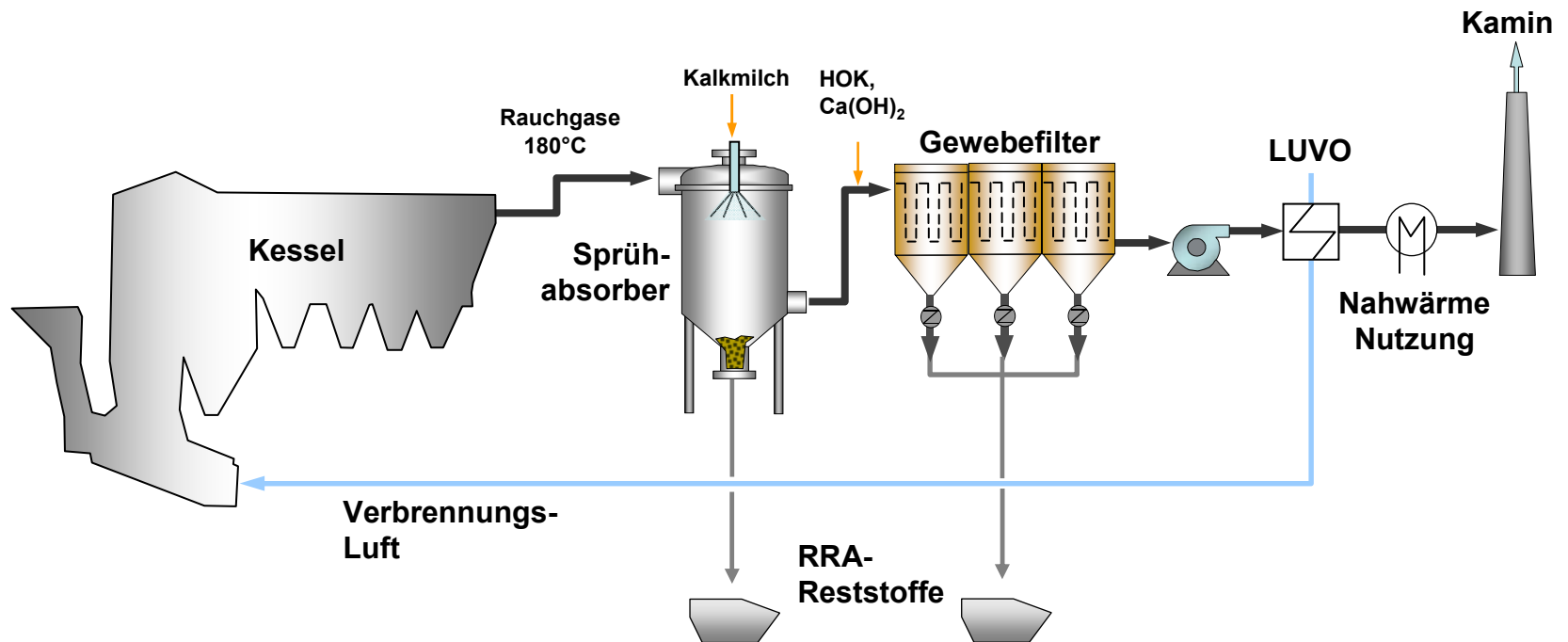
„Einhaltung einer Verweilzeit nach der letzten Luftzugabe von mindestens 2 Sekunden bei 850°C“

## Alternativ nach Abs. 3:

Einholung eines Gutachtens über die Gleichwertigkeit der Emissionen oder messtechnische Überprüfung bei der Inbetriebnahme



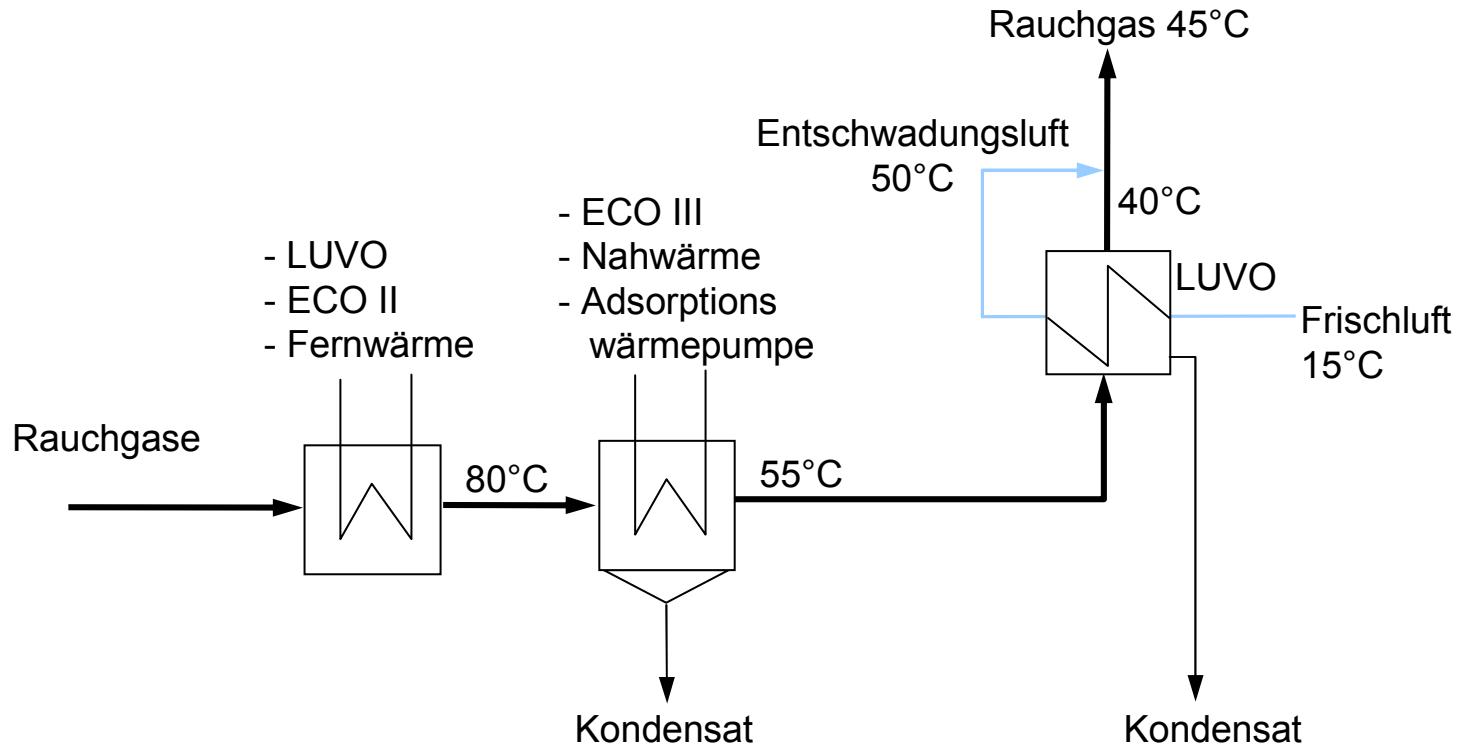
# Restwärmennutzung



# Restwärmennutzung

## Nutzung der Kondensationsenthalpie

- Wärmepumpen und Absorptionskälte- und -wärmemaschinen zur Speisewasservorwärmung / Fernwärme- bzw. Nahwärmeauskopplung

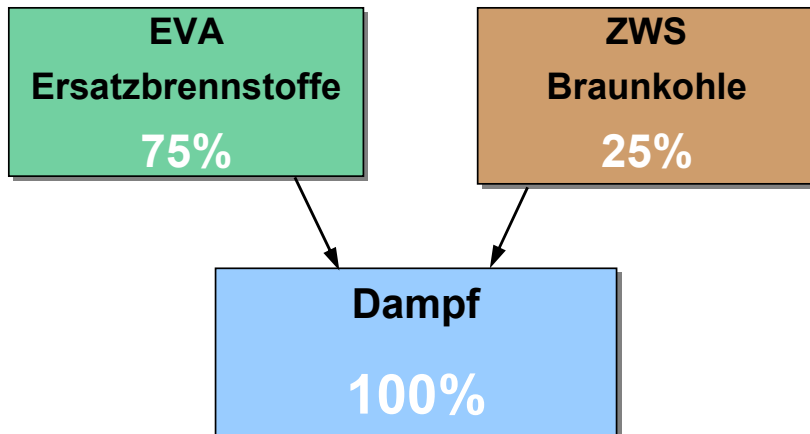


## Müllverbrennungsanlagen mit höheren Dampfparametern

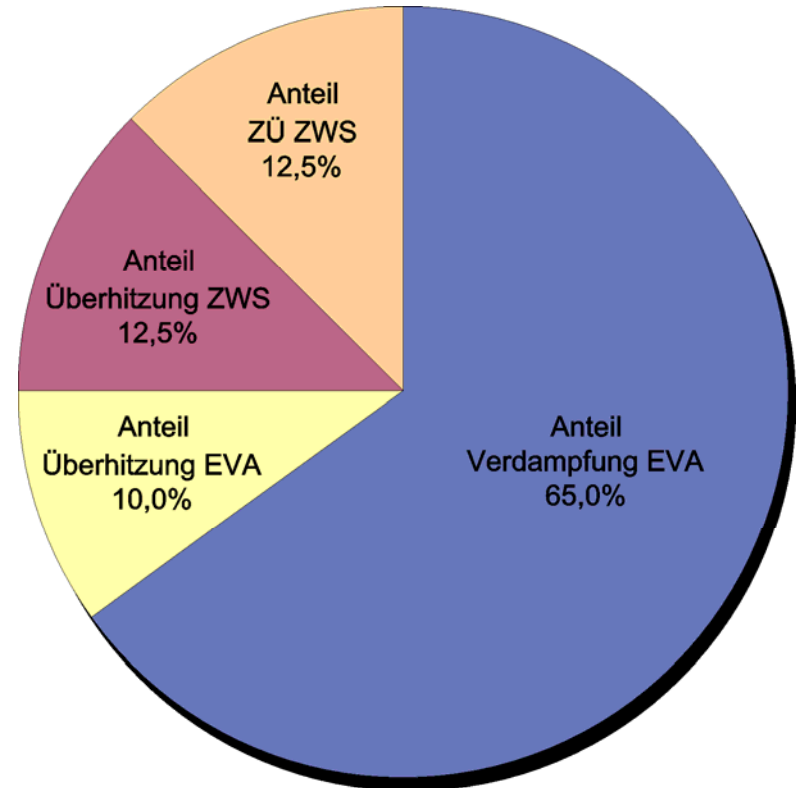
- ✓ MHKW Mannheim, MK4, mit 120 bar, 360°C, externe Überhitzung auf 520°C
- ✓ MHKW Mainz 40 bar, 400°C externe Überhitzung über GuD Abhitzekeessel auf 40 bar / 540°C
- ✓ AVI Moerdijk, 100 bar, 400°C, externe Überhitzung über GuD Abhitzekeessel
- ✓ AVI Amsterdam, 130°C, 440°C, mit interner Zwischenüberhitzung mit Frischdampf von 14 bar/ 195 °C auf 14bar/320 °C



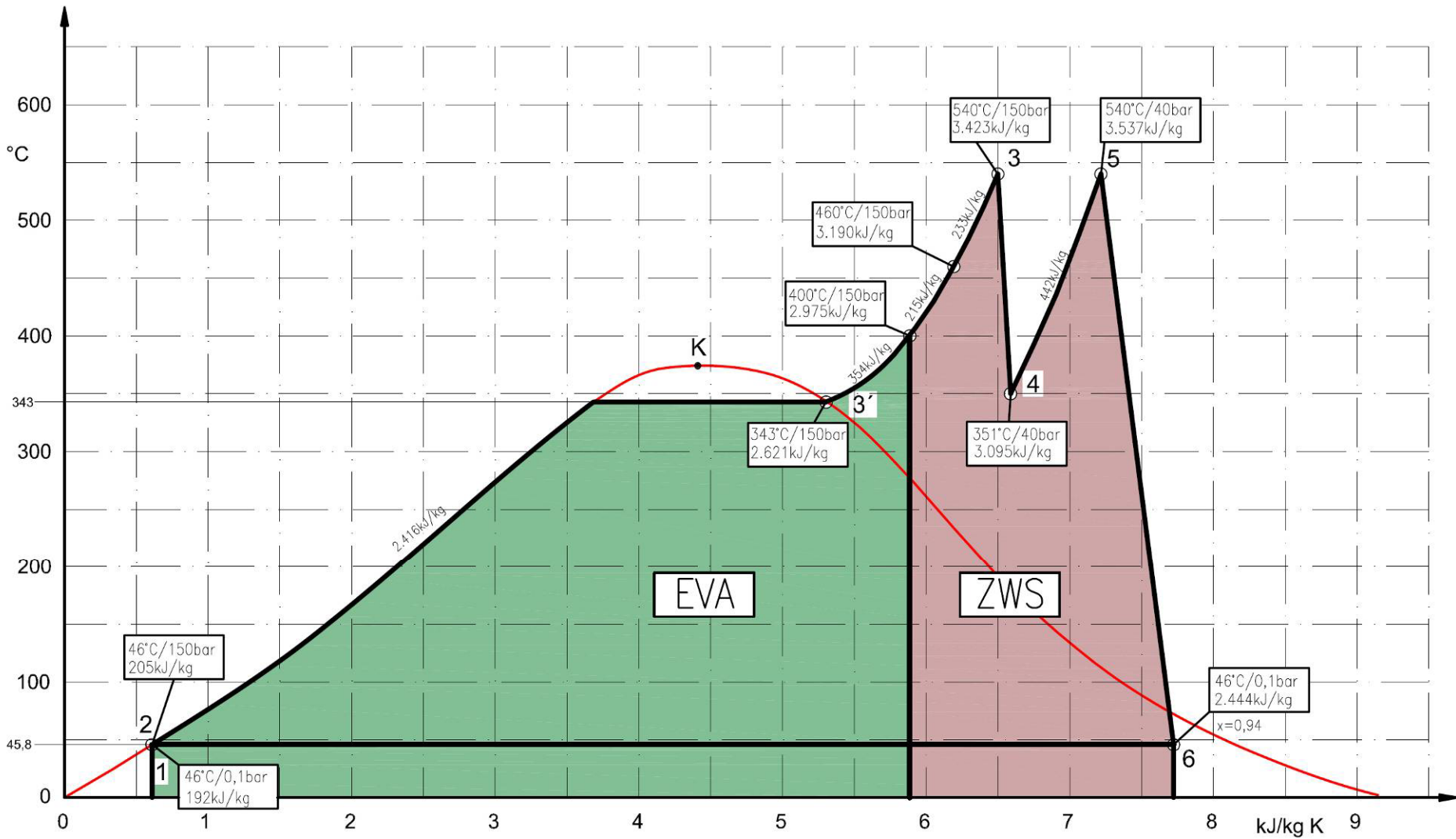
## Verteilung der Brennstoffe



## Aufteilung Verdampfung, Überhitzung und ZÜ

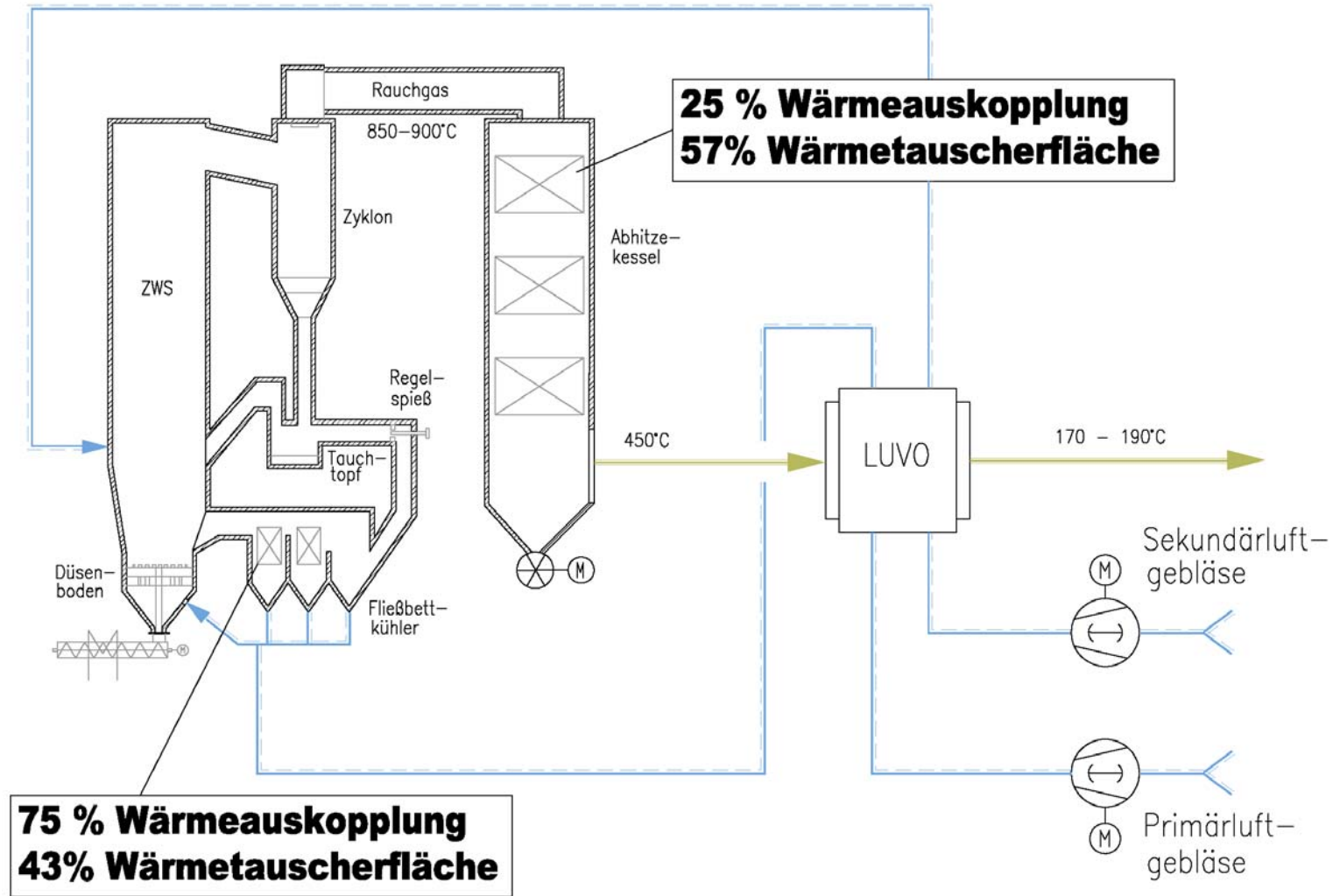


# BiFuelCycle



BiFuelCycle im TS-Diagramm

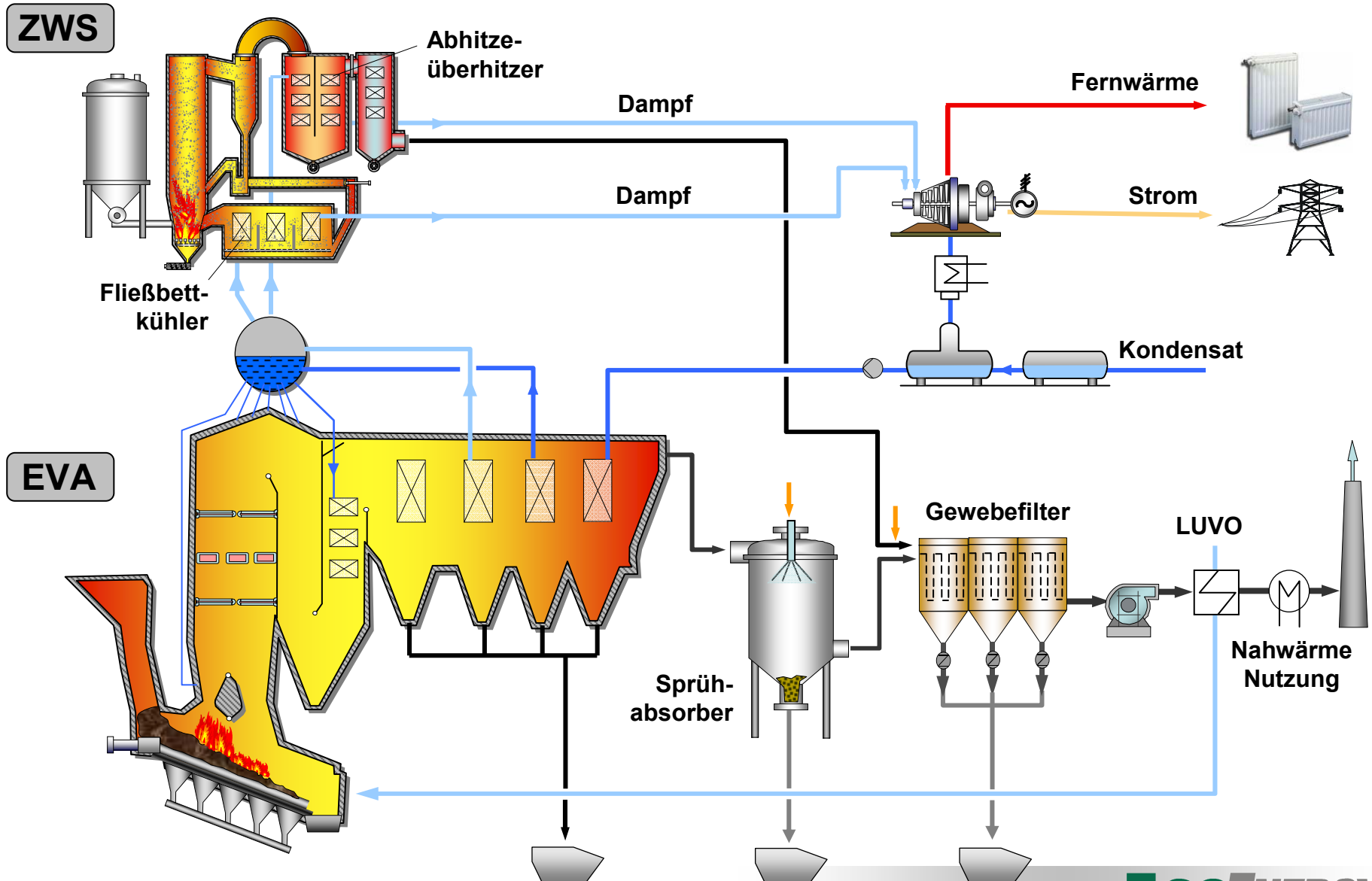
# BiFuelCycle



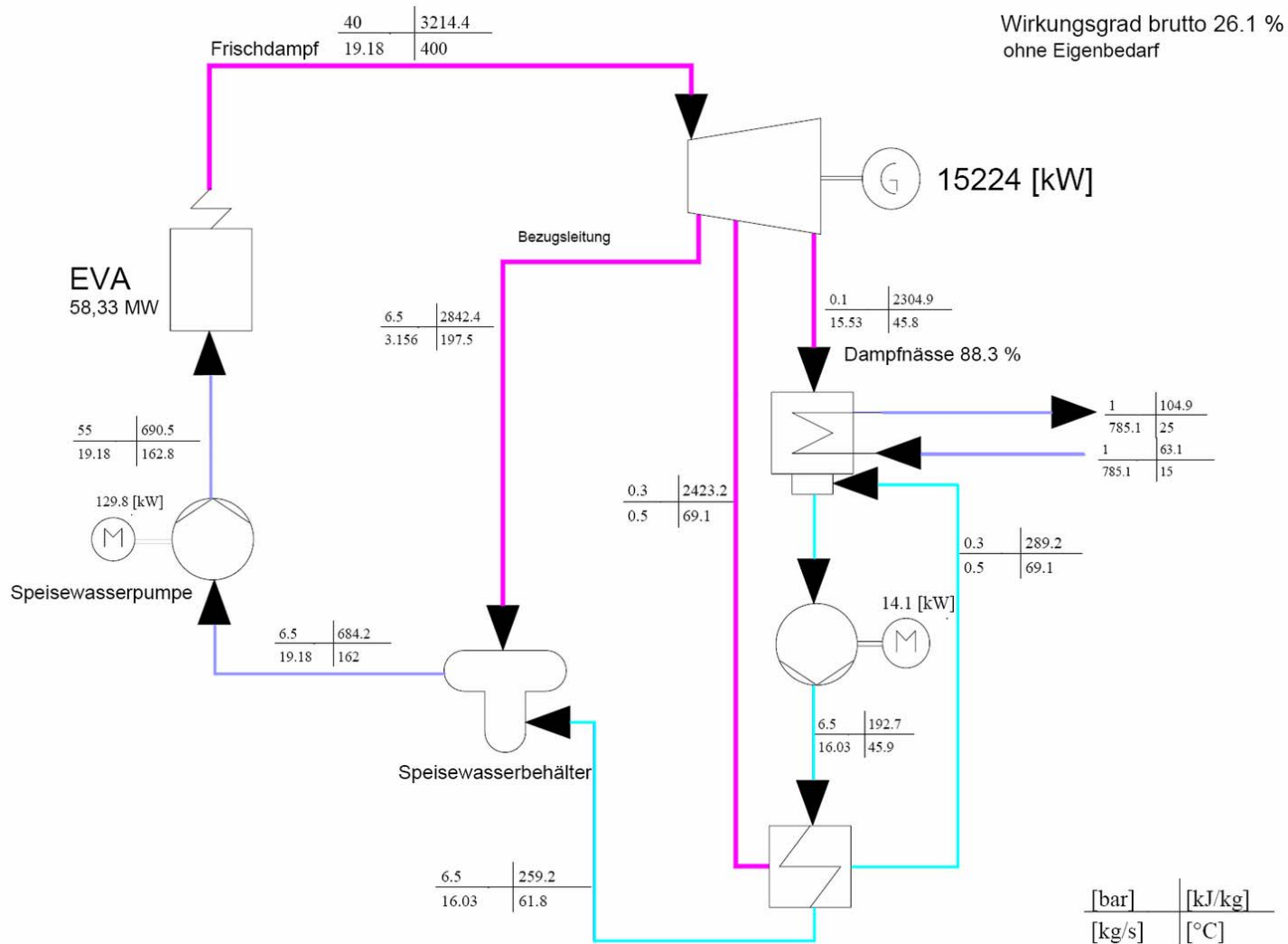
Externer Überhitzer für feste Brennstoffe

# BiFuelCycle

Verfahrensschema mit KS-Prisma und Tetratubes (NEM),  
alternativ für die letzte Stufenluftzugabe ECOTUBE

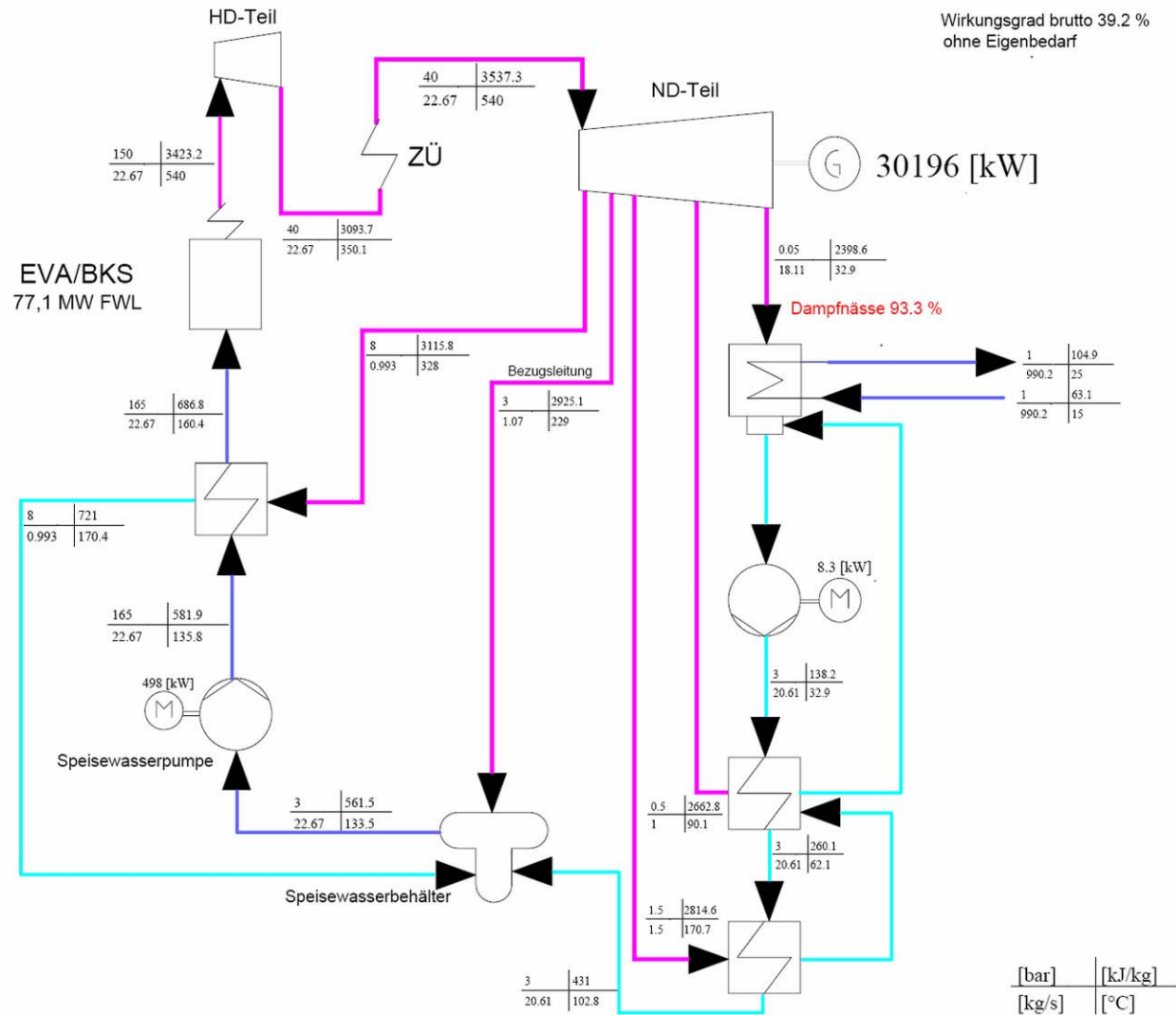


# Standardanlage mit Dampfparameter 40 bar/400°C



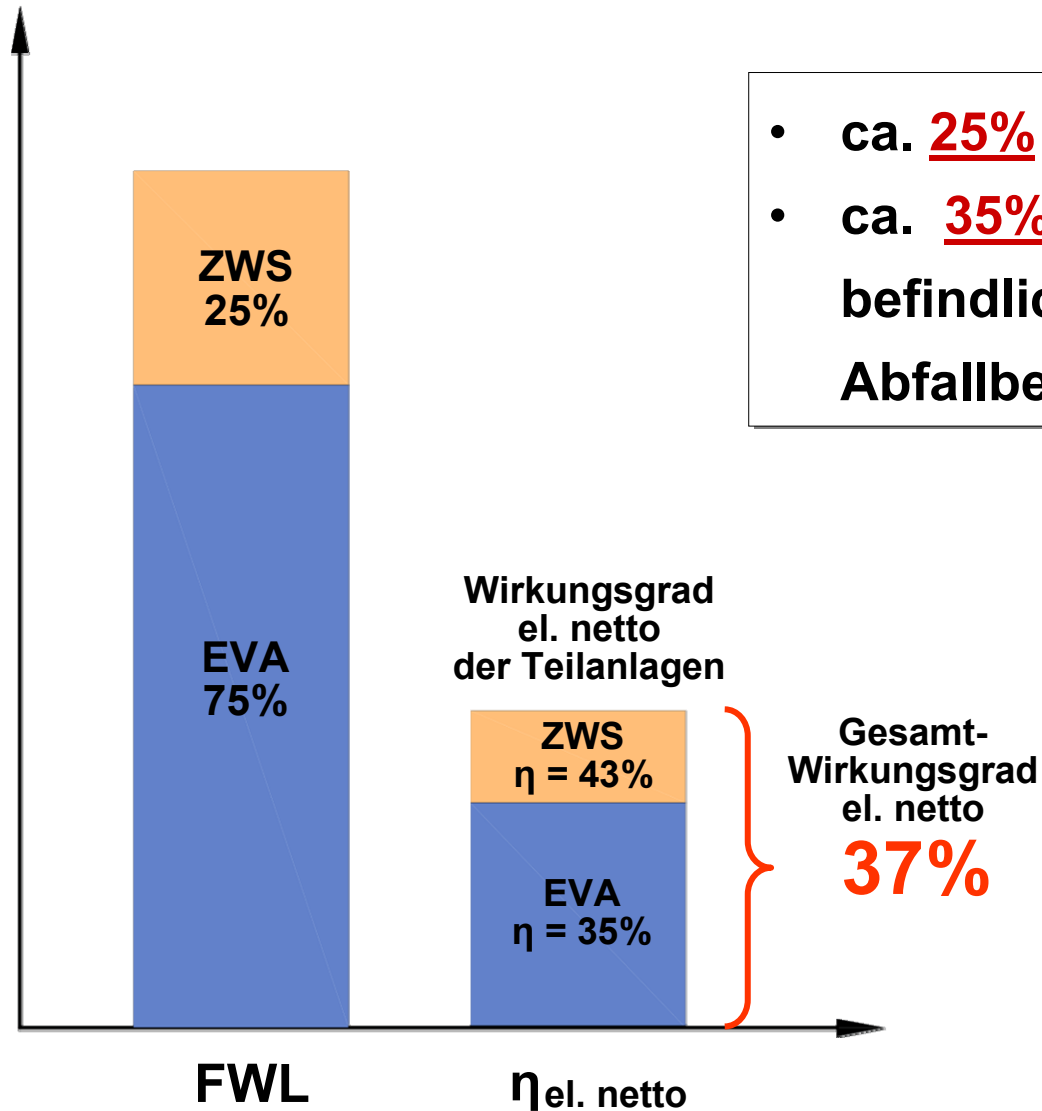
Nettowirkungsgrad elektrisch **23% - 24%**

# BiFuelCycle-Anlage mit Dampfparameter 150 bar/540°C



**Nettowirkungsgrad elektrisch: 37%**

# BiFuelCycle - Energieverteilung



- ca. 25% über AVI-Amsterdam
- ca. 35% bis 60% über in Betrieb befindlichen modernen Abfallbehandlungsanlagen