

# *Rhein Ruhr* **Power**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

[www.rhein-ruhr-power.net](http://www.rhein-ruhr-power.net)

## **Reduktion der Mindestlast**

**Dr. Michalis Agraniotis, Dr. Brian Stöver**

Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH, Duisburg

Flexible Kraftwerke für die Energiewende

25. Mai 2016, Düsseldorf



**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS EUROPE**

# Arbeitspaket 5 – Minimallastabsenkung

<b>Maßnahmen</b>		<b>Steinkohle/ Braunkohle</b>
1.	Erweiterung des Regelbereichs der Brenner	SK/BK
2.	Absenkung des Teillastbetriebes der Mühlen	SK/BK
3.	Optimierung der Anzahl der Mahlanlagen	SK
4.	Indirekte Feuerung	SK/BK
5.	Optimierung dickwandiger Bauteile	SK/BK
6.	Elektrische Zündung	SK

# Referenzanlagen

## Kriterien

- Bestandsanlagen in Deutschland
- Ausreichend Daten verfügbar
- Stein- und Braunkohle

## Kraftwerk Schwarze Pumpe

- Braunkohle
- Zwei Blöcke à je 800 MW
- Inbetriebnahmejahr: 1997
- Betreiber: Vattenfall

## Kraftwerk Voerde

- Steinkohle
- Zwei Blöcke à je 761 MW
- Inbetriebnahmejahr: 1982 / 1985
- Betreiber: STEAG



Kraftwerk Schwarze Pumpe. Quelle: Vattenfall



Kraftwerk Voerde. Quelle: STEAG

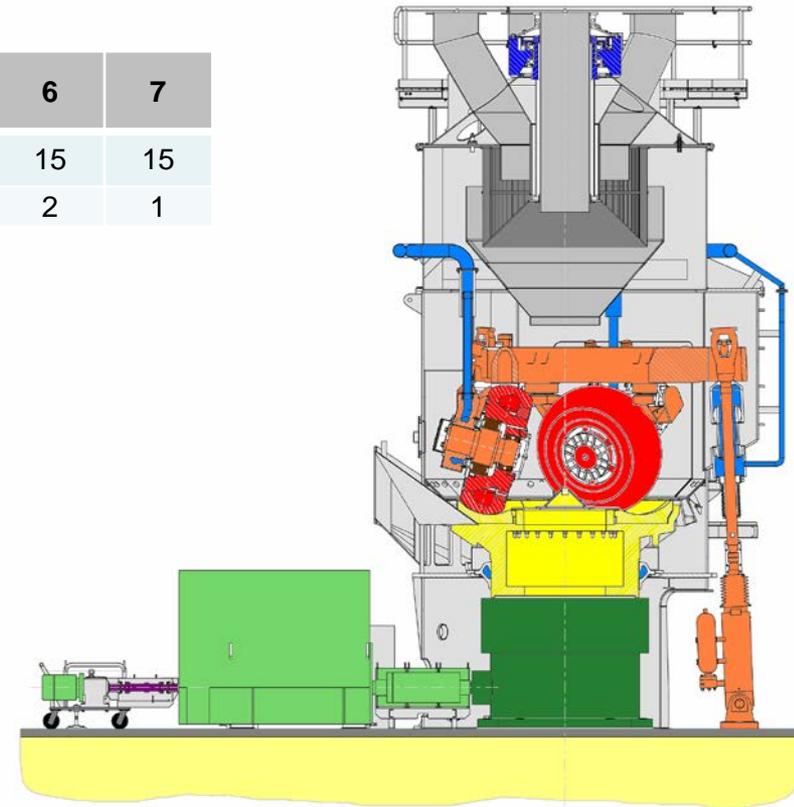
- Dampfleistung pro Block 2160 t/h
- Dampfparameter 206/49 bar, 530 °C
- vier Kohlemühlen (3 leistungsgesteigerte MPS 235 mit dynamischen Sichter und hydraulische Mahlkraftverstellung, eine TB 245 (TYAZHMASH) )
- 32 DS<sup>®</sup> Brenner (horizontal versetzte Boxerfeuerung)

- Auslegungswerte und Betriebswerte von Mühlenmessungen wurden als Eingangswerte für Mahltrocknungsrechnungen benützt
- Mahltrocknungsrechnungen für Vollast und Minimallastfälle wurden durchgeführt

Lastfälle		1	2	3	4	5	6	7
Kessellast	%	100	70	70	20	20	15	15
Mühlen in Betrieb		4	4	3	2	1	2	1

### Ergebnisse

- 20% Kessellast mit einem 2 Mühlenbetrieb möglich, jedoch mit einer geringen Staubbelastung (Versuche benötigt).
- 15 % Kessellast mit einem 2 Mühlenbetrieb nicht möglich, wegen geringer Staubbelastung und Mühlenlast außerhalb des Regelbereichs.
- 15% Kessellast mit einem 1 Mühlenbetrieb möglich von verfahrenstechnischer Sicht.



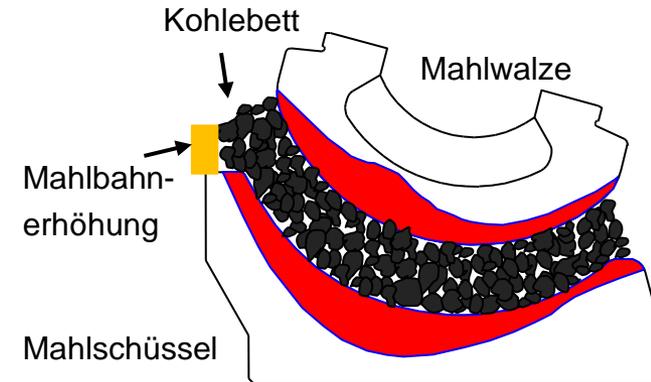
MPS® - Mühle

# KW Voerde

## Untersuchungen Kohlemühlen (2/2)

Erweiterung des Teillastbetriebs einer MPS Mühle ist im Prinzip möglich über:

- Reduzierung des Primärluftmassenstroms für eine höhere Staubbeladung unter Berücksichtigung der Traggasgeschwindigkeiten.
- Reduzierung der Mahlkraft (unter Berücksichtigung des Eigengewichtes der Mahlteile)
- Anbringen einer Mahlbahnerhöhung an der Mahlschüssel
- Drehzahlabenkung der Mahlschüssel

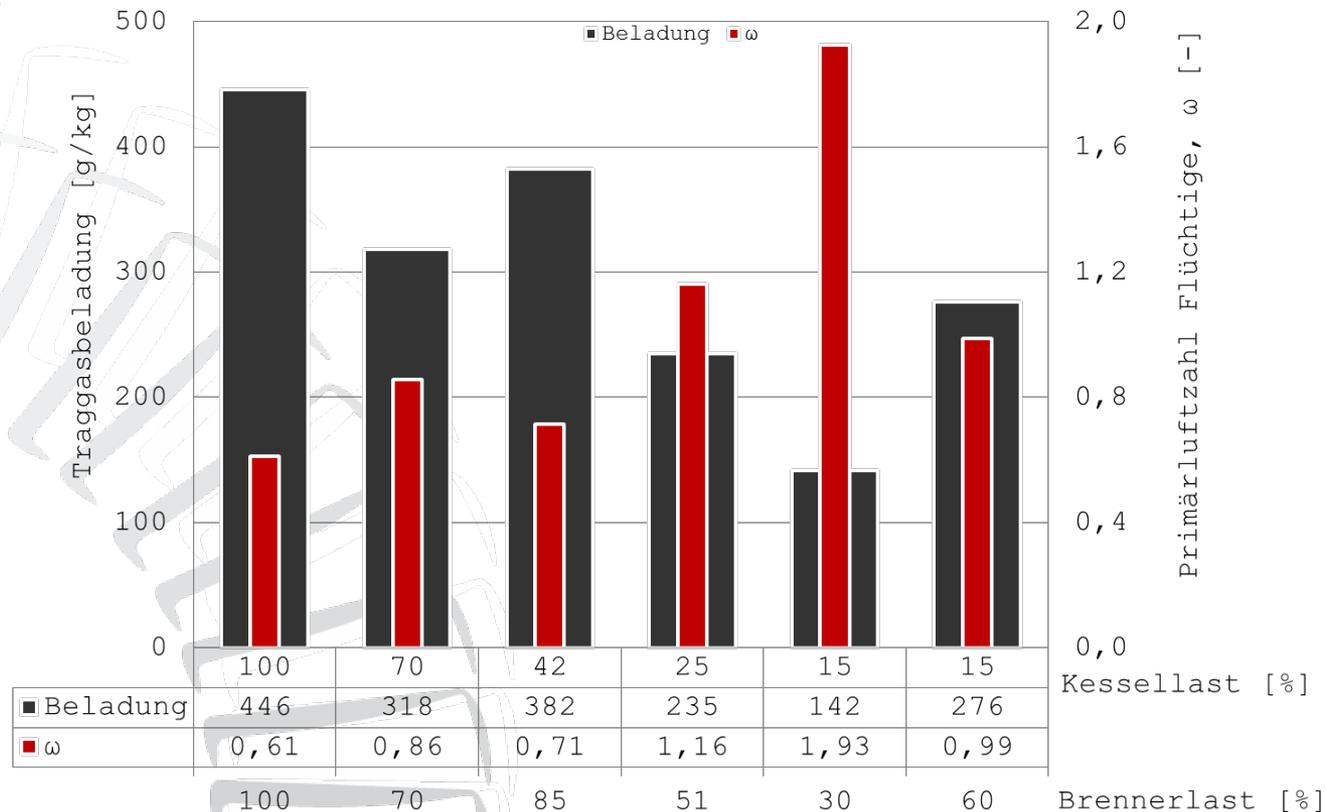


Beeinflussung der Laständerungsgeschwindigkeit durch Anpassung der Mühleneinstellung möglich.

Durch einen Einsatz von 2 zusätzlichen MPS 180 Mühlen ist es möglich eine Kessellast von 20% und 15% zu erreichen (hohe Primärlufttemperatur erforderlich).

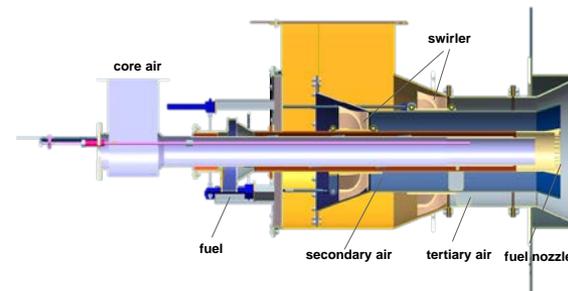
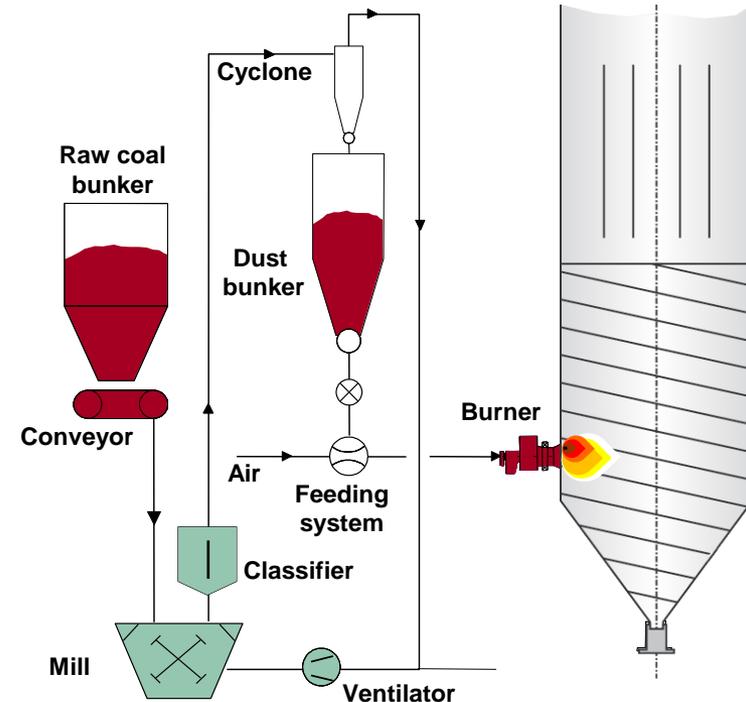
Bei einem Einsatz von 6 MPS 180 Mühlen, kann der gesamte Lastbereich des Kessels abgedeckt werden.

- Verfahrenstechnische Berechnungen vom Feuerungssystem von KW Voerde wurden durchgeführt anhand von Auslegungs- und Betriebsdaten
- Eine Kessellast 15% ist aus verfahrenstechnischer Sicht im 1-Mühlen-Betrieb möglich

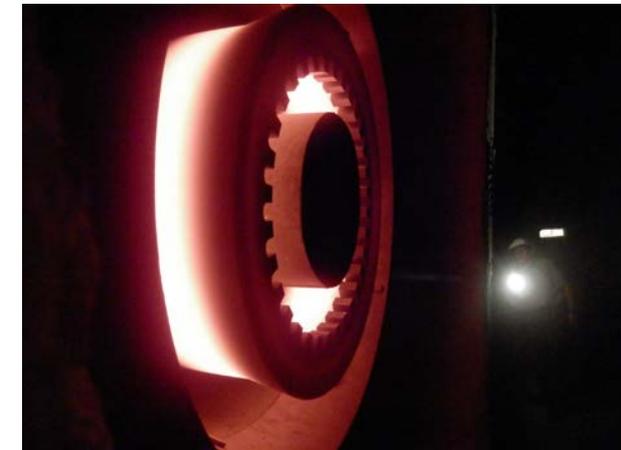
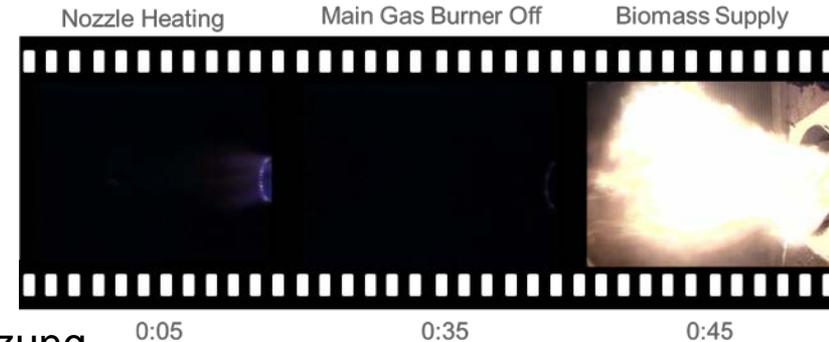


Die Umrüstung geeigneter Brenner auf indirekte Feuerung mit Brennermodifikation (DST-Brenner®) kann einen Beitrag zur Flexibilisierung leisten:

- erhöhte Laständerungsgeschwindigkeit
- höherer Brennerregelbereich (höhere Brennstoffbeladung)
- Niedrigere Brennermindestlast
- Reduzierung von Anfahrtkosten (Ansatz der Zündfeuerung (Öl/Gas) kann in deutlich kürzerer Zeit abgestellt werden)



- Stand der Technik: Zündung von festem Brennstoff nur mit Zündfeuerung in Betrieb (EN 12952-9) → Verbrauch von teuren, gasförmigen oder flüssigen Hilfsbrennstoffen
- Experimentelle Untersuchung zur Zündung fester Brennstoff an der Brennstoffdüse eines DS® Brenners (VGB Power Tech 11/2014)
- Ziel: Starten von Brenner(ebene)n ohne Einsatz von Hilfsbrennstoff bzw. Zündfeuerung. Elektrische Aufheizung der Brennstoffdüse durch integrierte Heizelemente.
- 2013 Erste Zündung von Holzstaub und Kohlenstaub an einer aufgeheizten Brennstoffdüse in der CCA Versuchsanlage
- 2015 Einbauen von elektrisch beheizten Düsen in zwei Brennern im Gemeinschaftskraftwerk Hannover (Block 2) und weltweit erste Zündung mit elektrisch aufgeheizten Brennstoffdüsen, (direkte Staubeindüsung von der Start-Mühle aus).

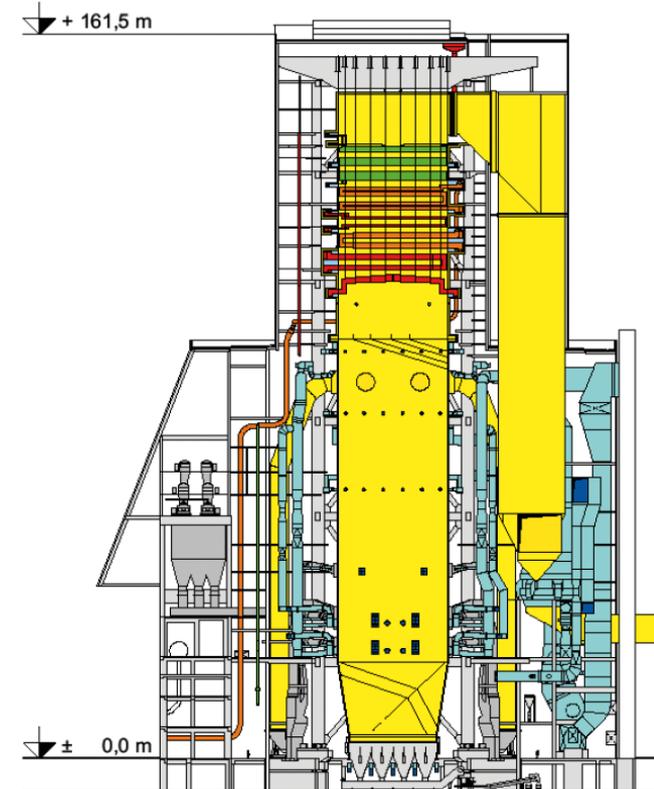


Leisse, Stöll, „Zündung staubförmiger Brennstoffe an elektrisch beheizten Brennstoffdüsen“, VGB Dampferzeuger, Industrie- und Heizkraftwerke, 6.-7. April 2016, Potsdam

# KW Schwarze Pumpe

## Technische Daten

- Dampfleistung pro Block beträgt 2240 t/h.
- Dampfparameter 268/55 bar / 547 °C
- Nettowirkungsgrad ist 41,2 %
- Bruttomindestlast nach der Auslegung 455 MWe (ca. 57 %)
- 8 Schlagradmühlen vom Typ N 340.43 (EVT) mit Brüdentrennsichter (N-1 Betrieb)



Quelle: GE Steam Power Systems

# KW Schwarze Pumpe

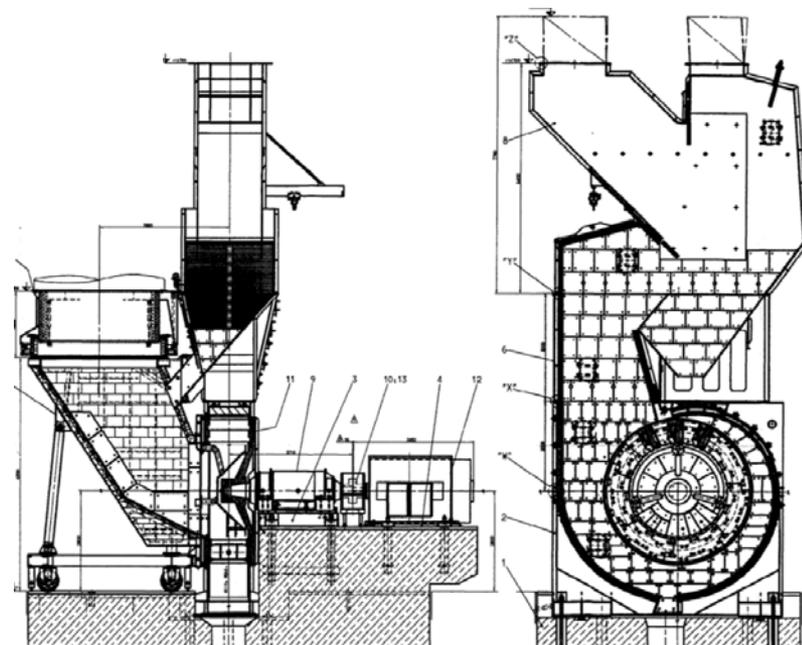
## Untersuchungen Braunkohlemühlen

- Mahltrocknungsberechnungen wurden durchgeführt
- Basis für die Rechnungen: Berechnungsergebnisse der wärmetechnischen Berechnungen und der Luft- und Rauchgasbilanzen anhand von verfügbaren Betriebsdaten

Lastfälle		1	2	3	4
Kessellast	%	95.3	45.6	37	35
Mühlen in Betrieb		7	5	3	3

### Ergebnisse

- Ein Teillastbetrieb von 37% und 35% ist mit einem 3 Mühlenbetrieb aus verfahrenstechnischer Sicht möglich (Lastbereich der Mühlen, O<sub>2</sub> im Traggas, Restfeuchte)
- Es gibt prinzipielle Möglichkeiten zur Erweiterung der minimalen Mühlelast sind (Begrenzung der Temperatur nach Mühle)

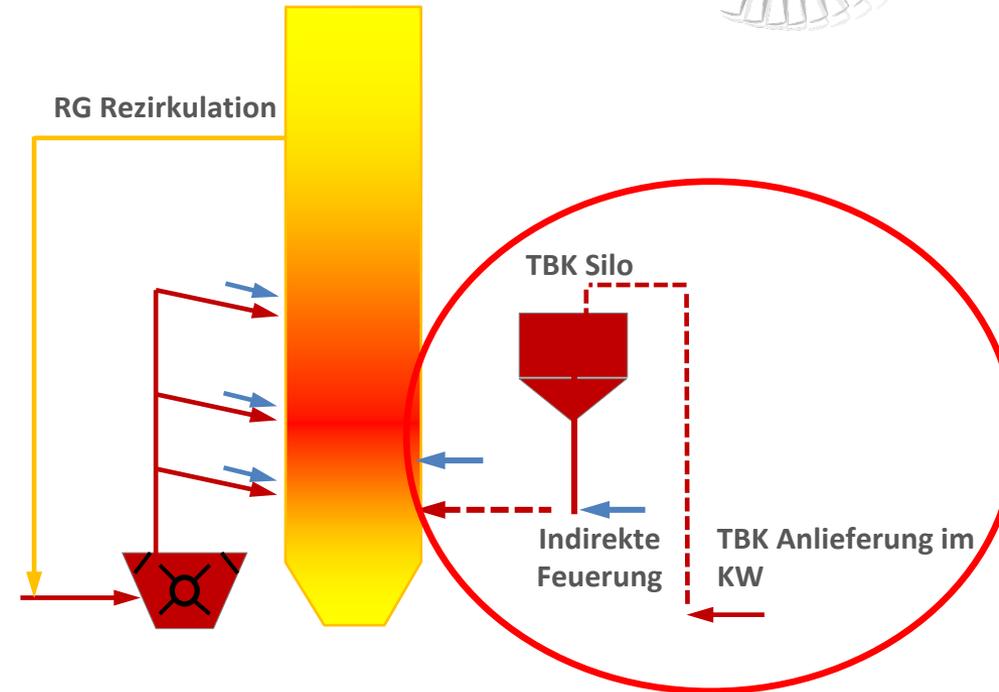


Darstellung der EVT- Mühle N340.43 (Zeichnung VEAG)

# KW Schwarze Pumpe

## Untersuchungen Feuerung – Indirekte Feuerung

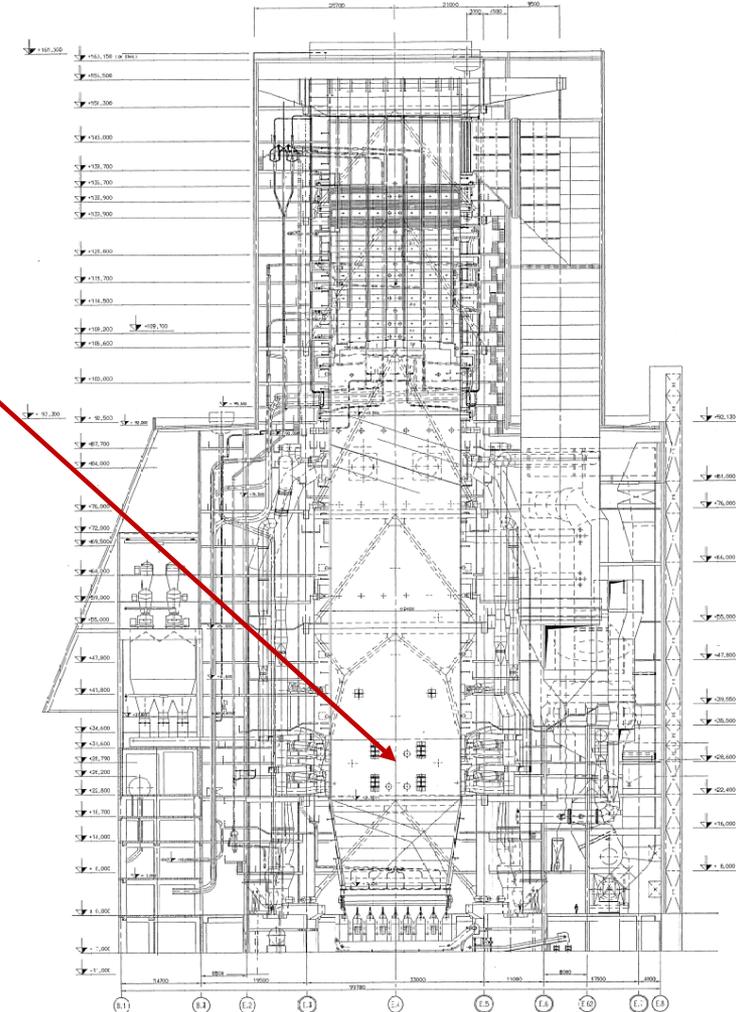
- Vorteil einer indirekten Feuerung mit Brennermodifikation (DST-Brenner®) sind erhöhte Laständerungsgeschwindigkeit und höherer Brennerregelbereich (höhere Brennstoffbeladung)
- Die höhere Laständerungsgeschwindigkeit ergibt sich aus der Entkopplung von Brennstoffaufbereitung (Vermahlung) und Verbrennungsprozess



# KW Schwarze Pumpe

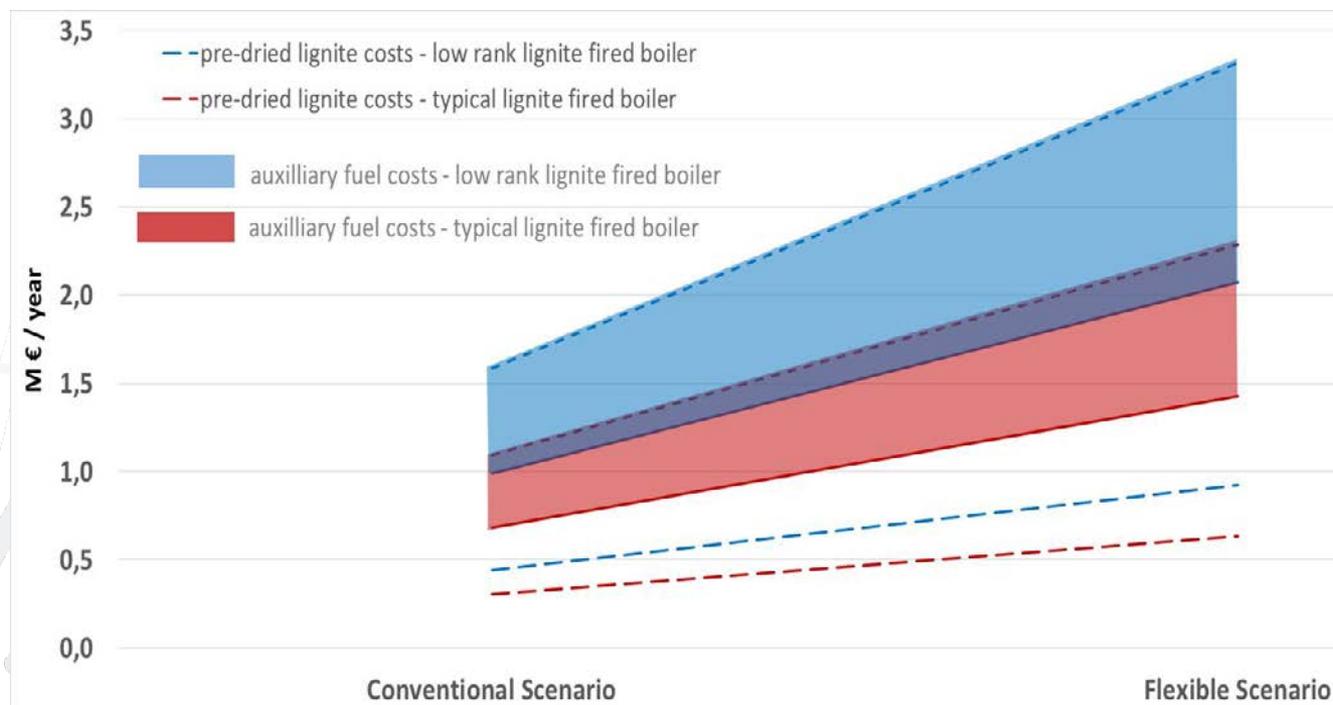
## Indirekte Feuerung mit TBK – Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- Fall zu Untersuchung: Austausch der Ölbrenner über DST-Brenner® (mit eingebauter Öl Lanze)
- 4 Brenner pro Seite, 16 Brenner insgesamt
- Auslegung Ölbrenner für 35% Kessellast  
<=> FWL~ 715 MW<sub>th</sub>
- Thermische Leistung pro Brenner: ~ 45 MW<sub>th</sub>



# KW Schwarze Pumpe

## Untersuchungen Feuerung – Indirekte Feuerung



### Annahmen:

Konventioneller Betrieb - Anzahl von Heiss- / Warm- / Kaltstarts pro Jahr : 5 / 10 / 2

Flexibler Betrieb - Anzahl von Heiss- / Warm- / Kaltstarts pro Jahr : 10 / 20 / 10

Öl price: 0.5 - 0.8 €/l ⇔ 45 – 72 €/MWh<sub>th</sub>

TBK Preis : 20 €/MWh<sub>th</sub>

- Im Rahmen vom Partnerdampfkraftwerk wurden von MHPSE Maßnahmen zur Minimallastabsenkung in den zwei Referenzanlagen untersucht.
- In beiden Fällen wurden wärmetechnische Berechnungen der Dampferzeuger anhand von Betriebsdaten durchgeführt.
- Die Ergebnissen der WT Berechnungen wurden in der verfahrenstechnischen Untersuchung der Feuerungskonzepte und der Mahlkreisläufe benutzt.
- Aus verfahrenstechnischer Sicht ist im Fall von KW Voerde eine Minimallastabsenkung bis 15% und im Fall von KW Schwarze Pumpe eine Minimallastabsenkung bis 35% Kesselast möglich.
- Neue technische Entwicklungen im Bereich der Feuerung, wie die indirekte Feuerung und die innovativen Zündkonzepte („elektrische Zündung“), können einen signifikanten Beitrag zur Flexibilisierung existierender und neuer Kraftwerke leisten.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

**Dr. Michalis Agraniotis**

Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH

Schifferstraße 80 | 47059 Duisburg, Germany

Tel. +49 203/803 825-02| E-Mail: [m\\_agraniotis@eu.mhps.com](mailto:m_agraniotis@eu.mhps.com)