

Modernisierung der Kohlenstaubfeuerung des Dampferzeugers von Block IV im Kraftwerk Herne

Dr.-Ing. Bernhard Zimmermann,

Steinmüller Engineering GmbH

Dipl.-Ing. Andreas Schmidt,

STEAG Energy Services GmbH

Thomas Bühnen,

Steag GmbH

M.Sc. Niko Hachenberg,

Steinmüller Engineering GmbH



1. Ziel

1.1 Anlagenbeschreibung

1.2 Garantierte Eigenschaften

1.3 Einzuhaltende Randbedingungen

2. Umbaukonzept

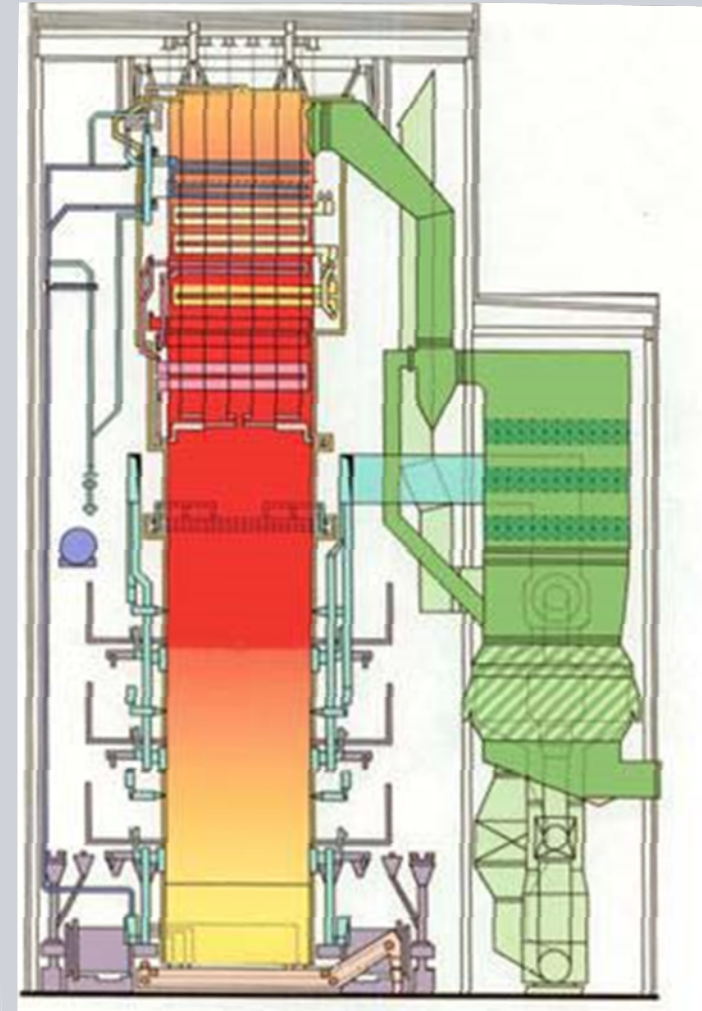
3. Ergebnisse

4. Zusammenfassung

Benson Typ Dampferzeuger

Brennstoff: Steinkohle
Dampfstrom: 440 kg/s
Temperatur (FD/ZÜ) : 535 °C / 541°C
Druck (FD/ZÜ): 254 bar / 62 bar
Brennerleistung: 96 MWth
Gegenfeuerung (Brennstoffstufung): 12 Brenner
Mahlsystem: 3 Rohrmühlen
Inbetriebnahme: 1989

	Referenzkohle vor Umbau	Garantiekohle nach Umbau	Kohleband nach Umbau
Heizwert MJ/kg	24,7	25,1	16,7 – 26,4
Asche (% roh)	17,5	7,1	6 – 30
Wasser (% roh)	9,4	13,5	7 - 18
Flüchtige (% roh)	18,9	32,9	21 – 36,5



Ziele des Umbaus:

- Vereinfachung der Feuerung durch Rückbau der Brennstoffstufung (Kohle-Sekundär-Brennstoff-System), Ersatz durch Low-NOx Feuerung
- Erweiterung des einsetzbaren Kohlebands insbesondere im Hinblick auf den Einsatz hochflüchtiger Kohlen, Anpassung der Brennergeometrie
- Reduktion bzw. keine Erhöhung der **Primär-NOx-Emissionen**
⇒ Reduktion des Ammoniak Verbrauchs
- Verringerung des **Gesamtluftüberschusses** von 1,25 auf 1,18
⇒ Reduktion des Abgasverlustes und des Kraftbedarfs (Gebläse)

Gleichzeitig einzuhaltende Randbedingungen:

- Vermeidung von Feuerraumverschlackung
- Schutz der Feuerraumwände durch ausreichend hohe **O₂-Konzentration in der Wandatmosphäre** (100% > 0,5% O₂ an ca. 100 Messstellen)
- Moderater Anstieg der **Feuerraumendtemperatur** (Vermeidung von Verschlackung und gleichzeitige Einhaltung der ZÜ Temperatur)
- Anteil an **unverbranntem Kohlenstoff** in der Filterasche < 3%

1. Ziel

2. Umbaukonzept

2.1 Rückbau Sekundärbrennstoffsystem

2.2 Anpassung der Verbrennungsluftführung

2.3 Einbau neuer Brennerteile (SM-V-Konzept)

2.4 Verbesserung der Kohlenstaubverteilung am Sichter Austritt

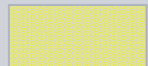
3. Ergebnisse

4. Zusammenfassung

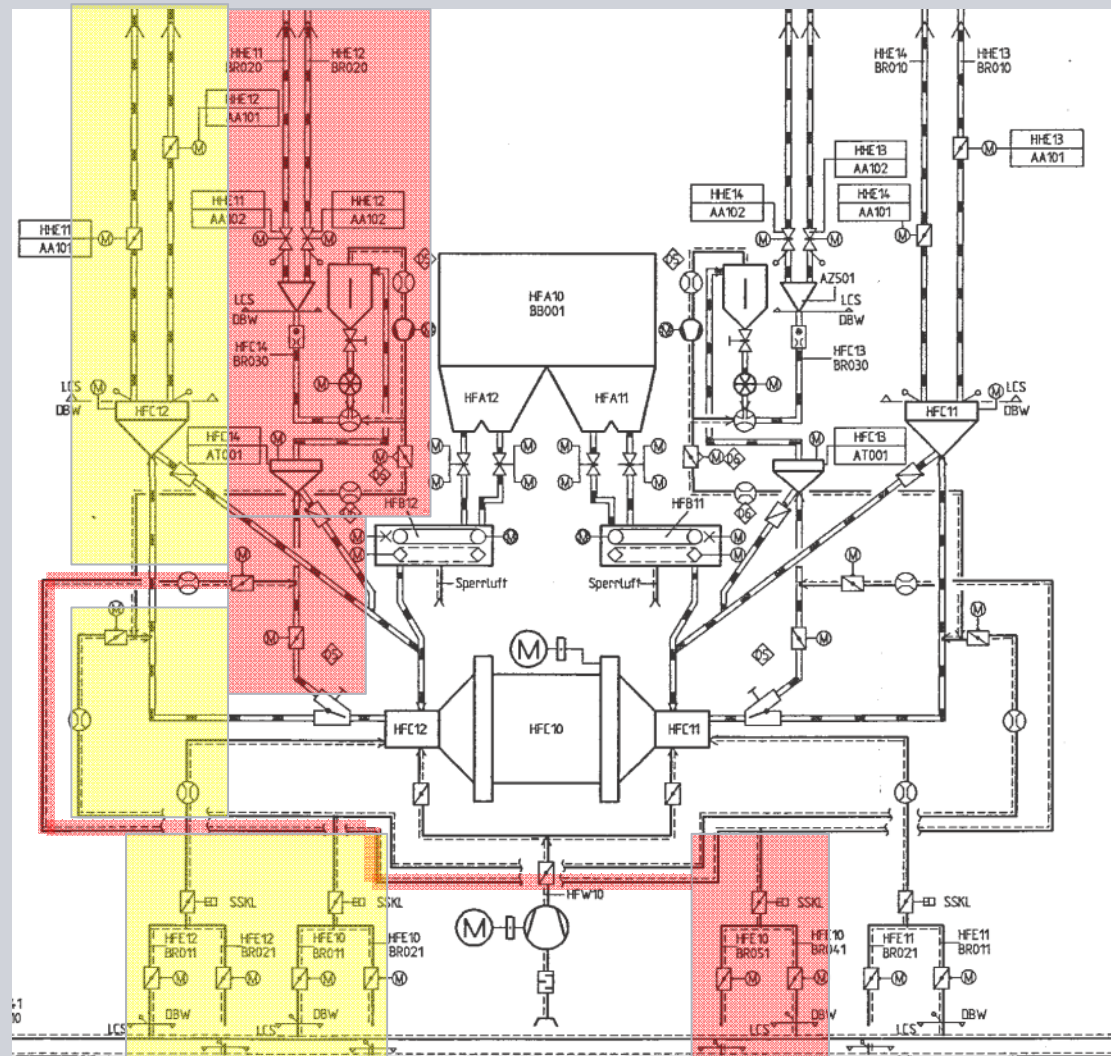
Brennstoffsystem

Mühle

Primär-
brennstoffsystem:



Sekundär-
brennstoffsystem:

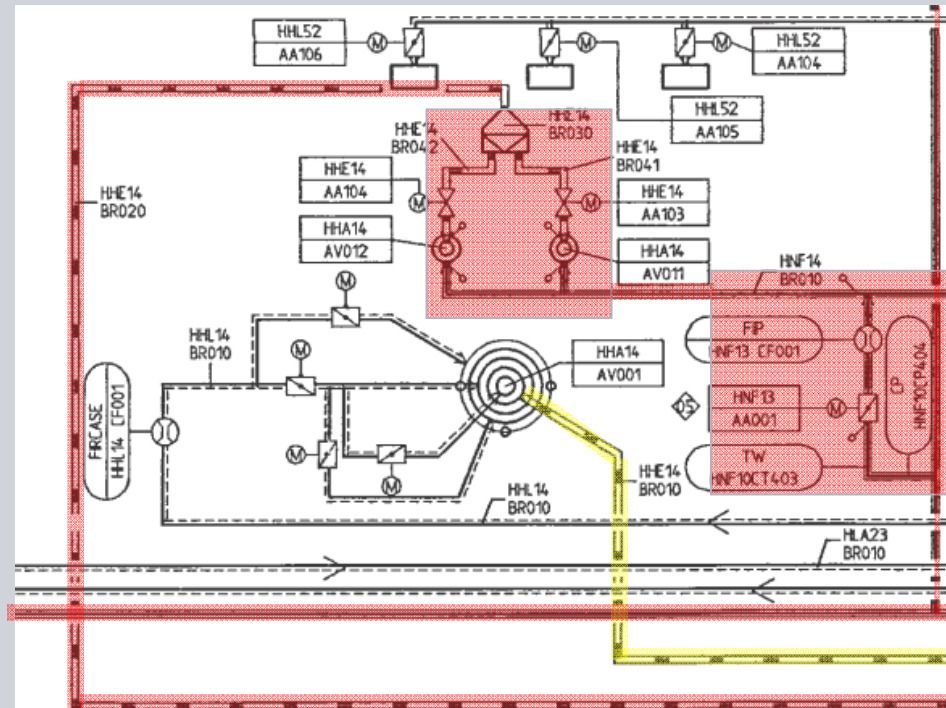
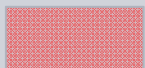


Brennstoffsystem Brenner

Primär-
brennstoffsystem:



Sekundär-
brennstoffsystem:



Brennstoff- und Luftsystem Brenner

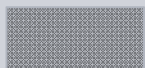
Primär-
brennstoffsystem:



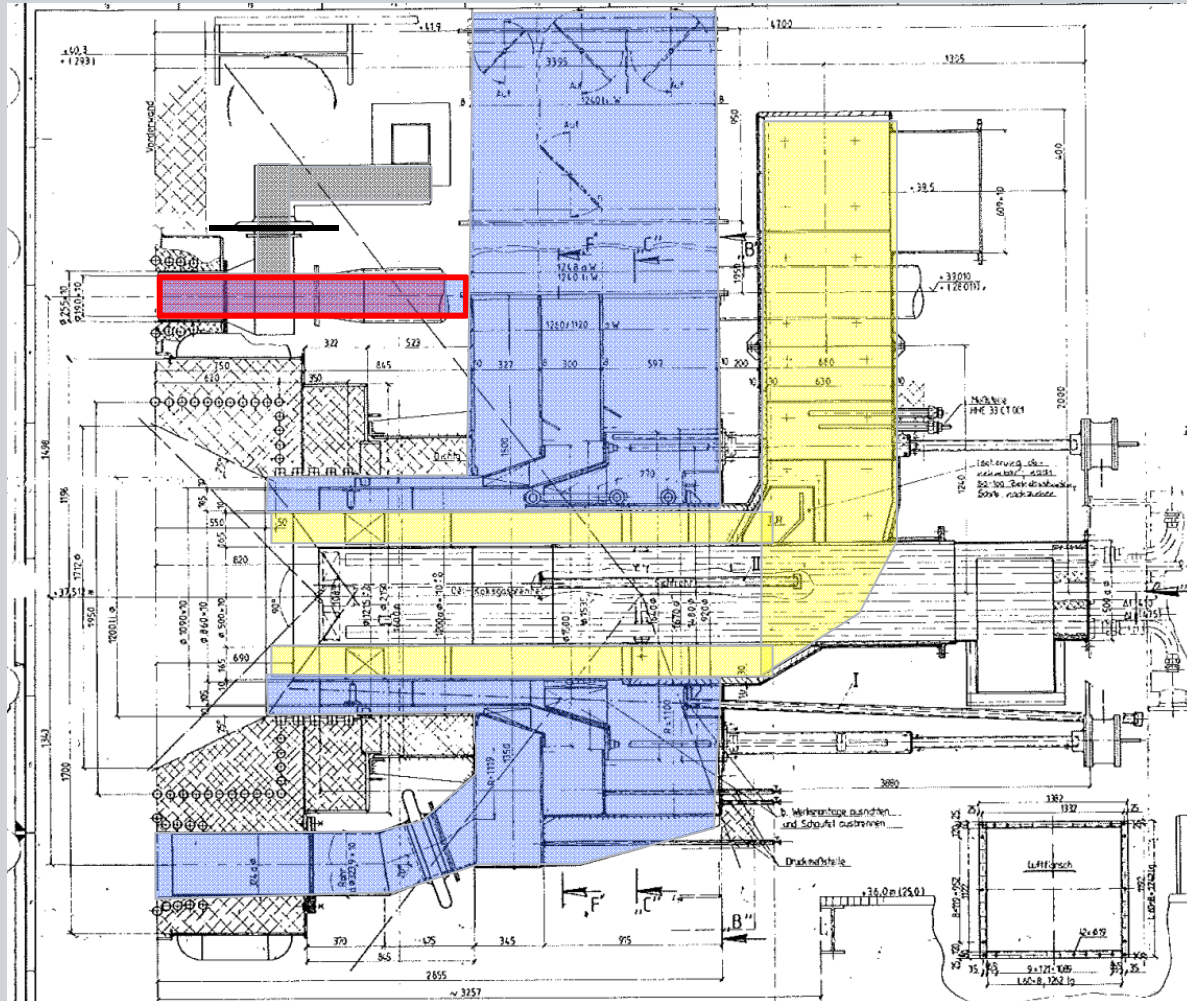
Sekundär-
brennstoffsystem:



Rezi Gas:



Umschluss zur
Stufenluft:

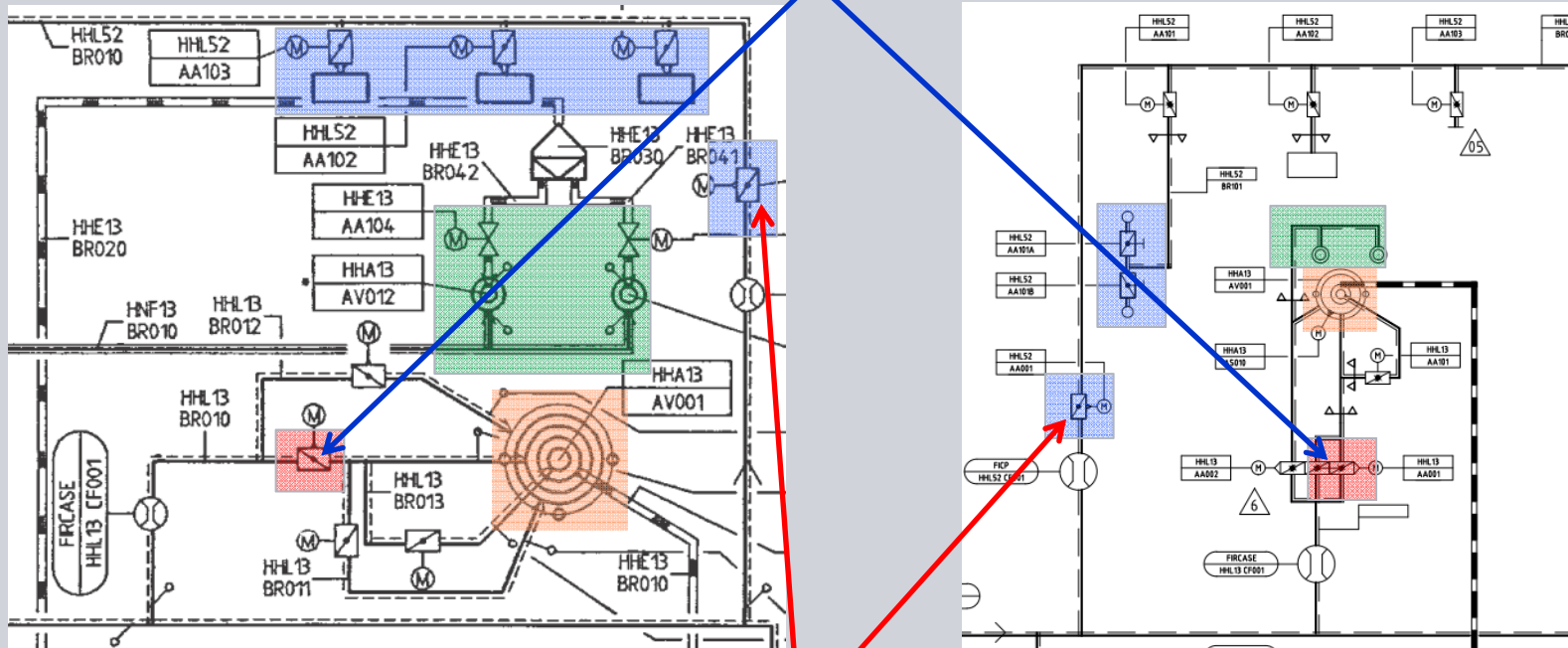


Brennstoff- und Luftsystem Brenner

vor Umbau:

nach Umbau:

Sekundärluftregelklappe

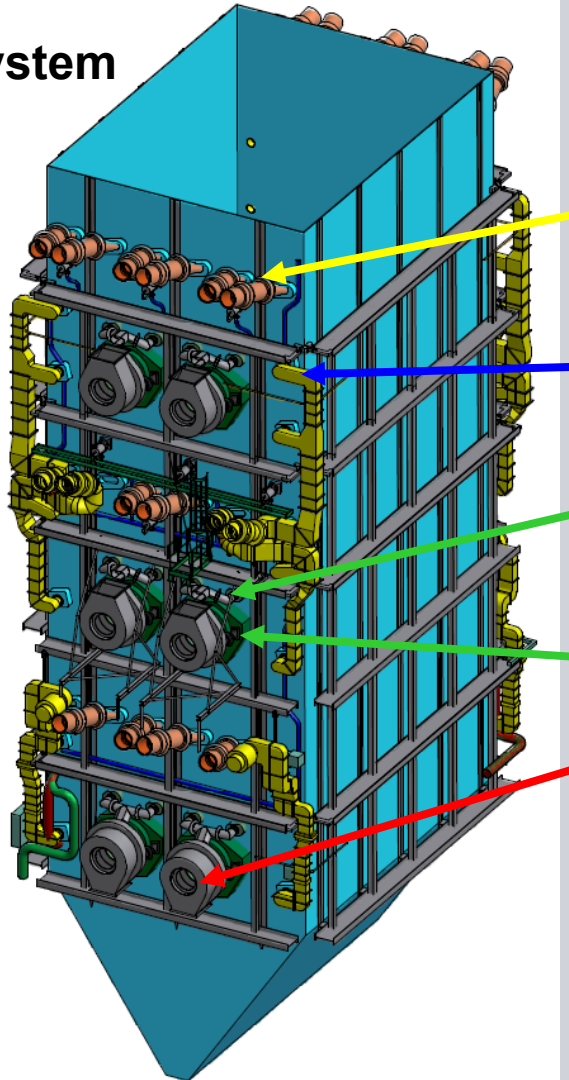


Luftregelklappe; vorher Oberluft; jetzt Seitenwandluft

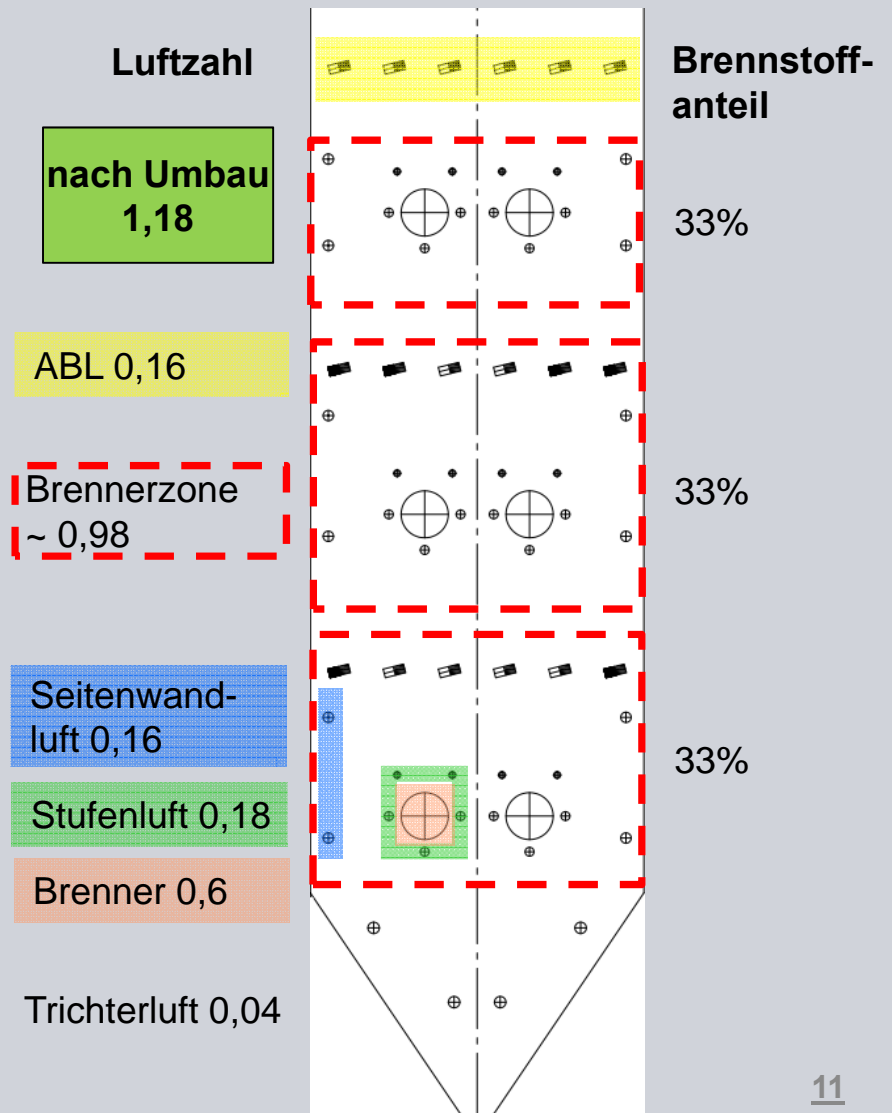
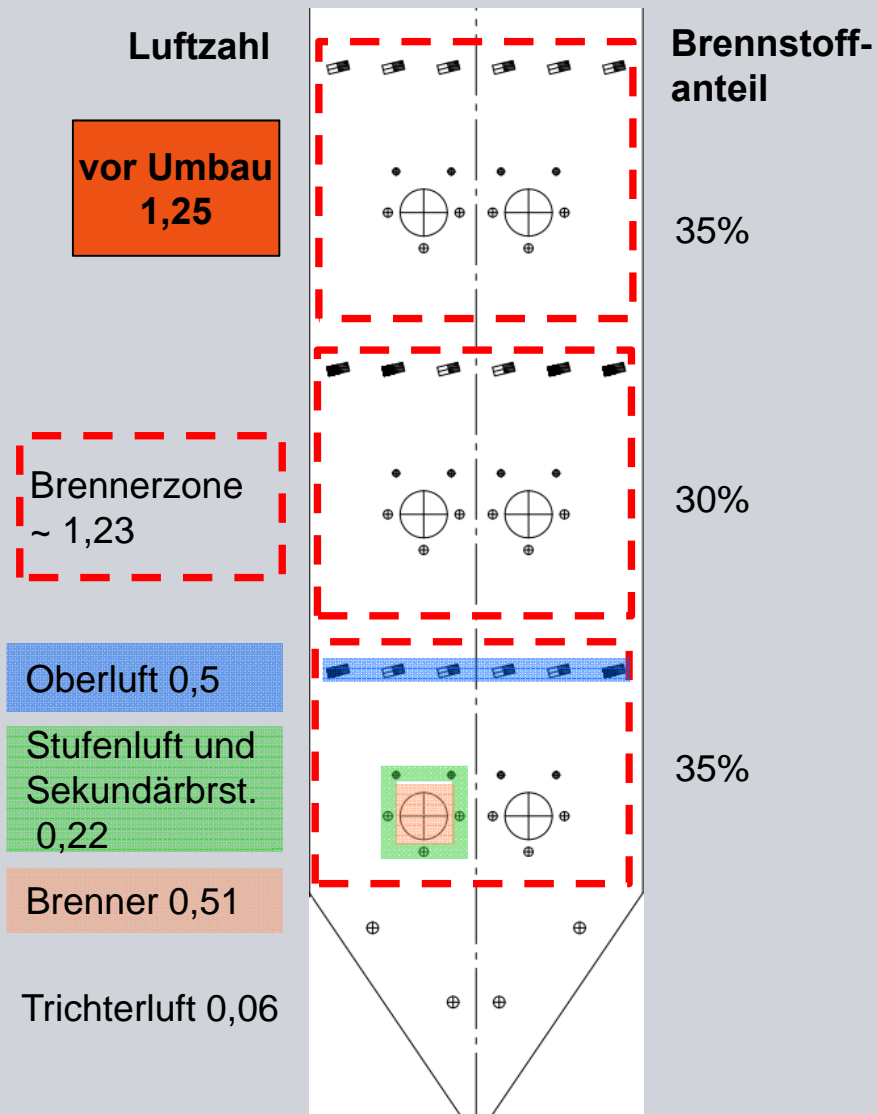
2. Umbaukonzept

Luftsystem

DE

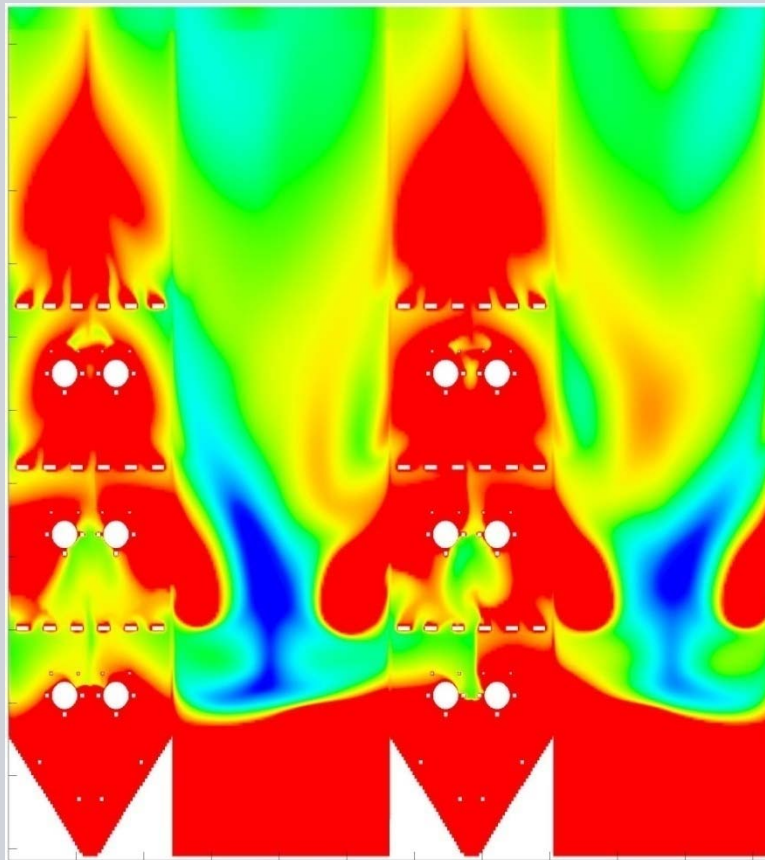


2. Umbaukonzept

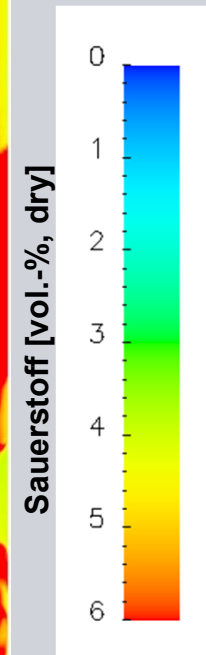
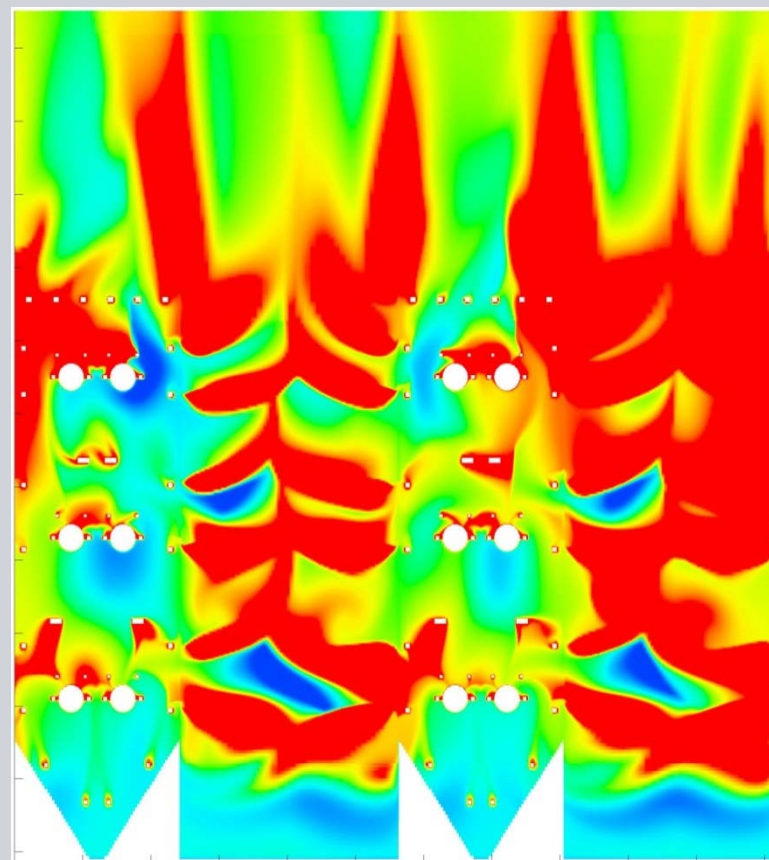


CFD Berechnung der O₂ Konzentration an den Feuerraumwänden

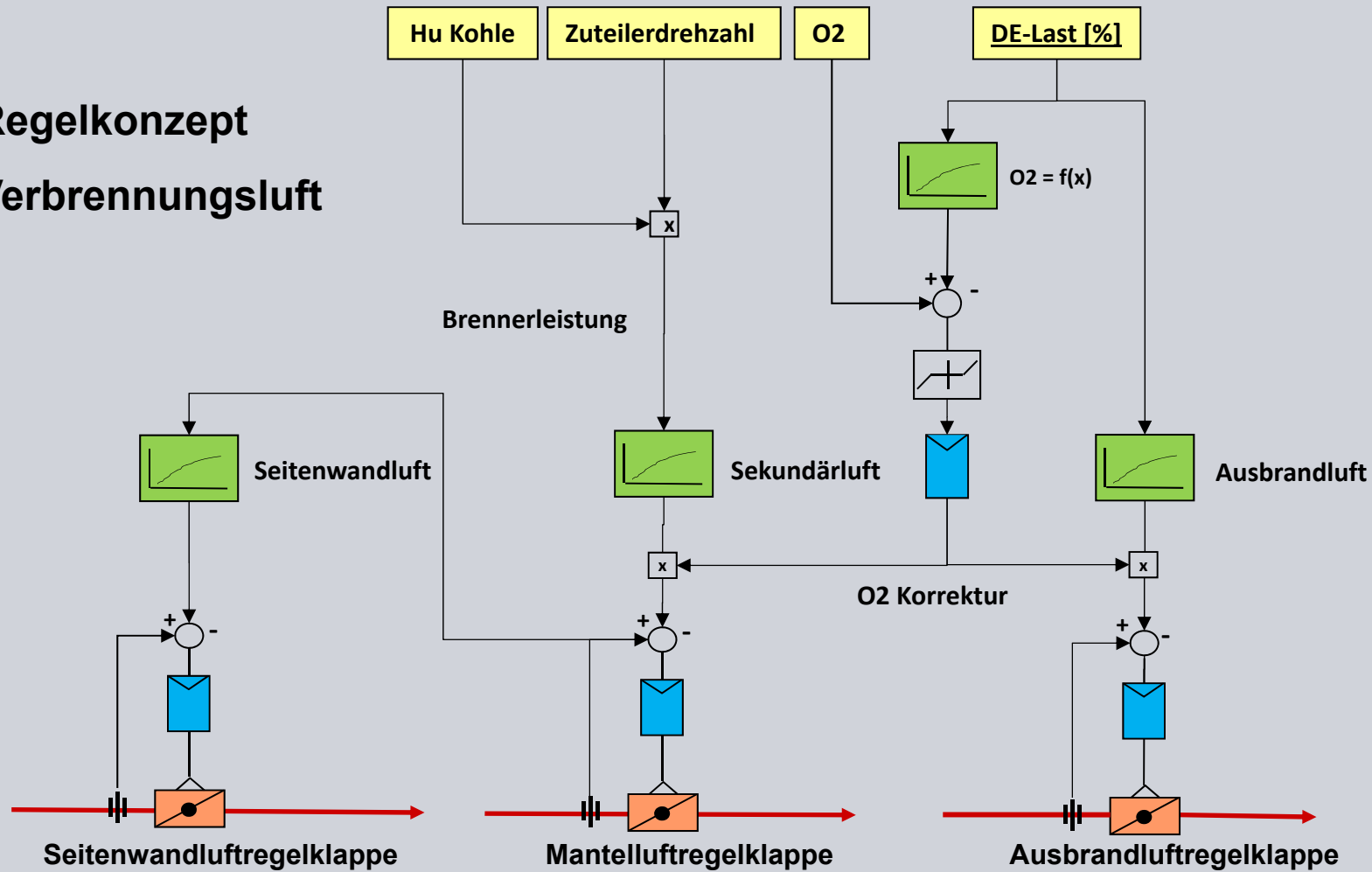
vor Umbau ($\lambda_{\text{tot}} = 1,25$)



nach Umbau ($\lambda_{\text{tot}} = 1,18$)



Regelkonzept Verbrennungsluft

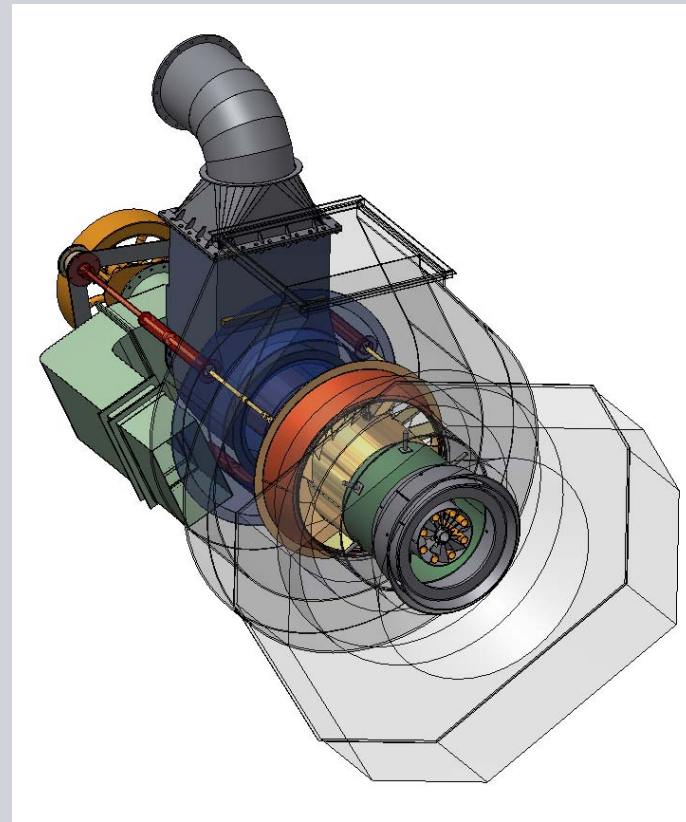


Brennerkopf Design



„gleichmäßige“ Kohle – Luft Verteilung

Brennerendstück Modifikation



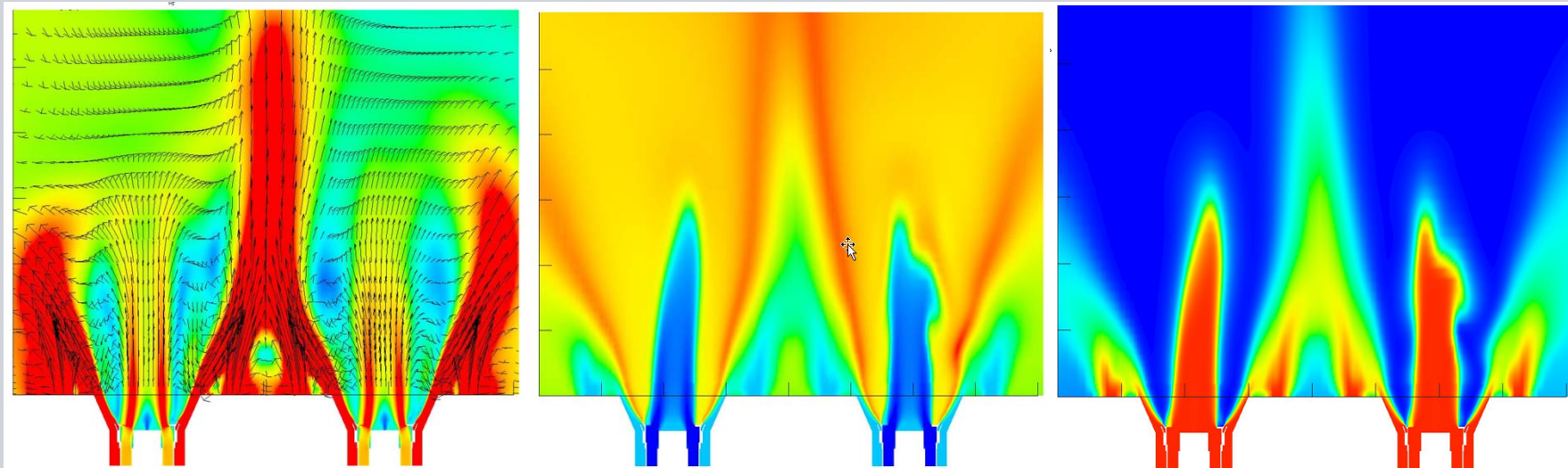
Minimierung der auszutauschenden Brennerteile

Bedingungen im Brennernahbereich

Geschwindigkeit

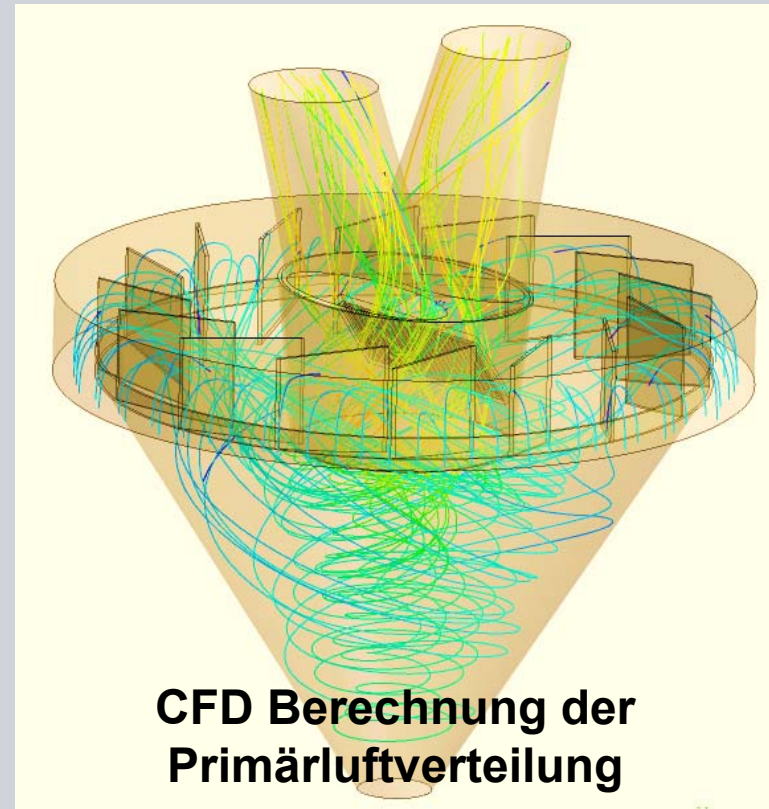
Temperatur

O₂



- frühe Anzündung (Zähne)
- keine innere Rezirkulationszone
- verzögerte Mischung von Brennstoff und Verbrennungsluft

Verbesserung der Kohlenstaubverteilung am Sichter Austritt



CFD Berechnung der
Primärluftverteilung

1. Ziel

2. Umbaukonzept

3. **Ergebnisse**

3.1 NO_x-Emissionen

3.2 CO-Emissionen

3.4 Luftüberschuss

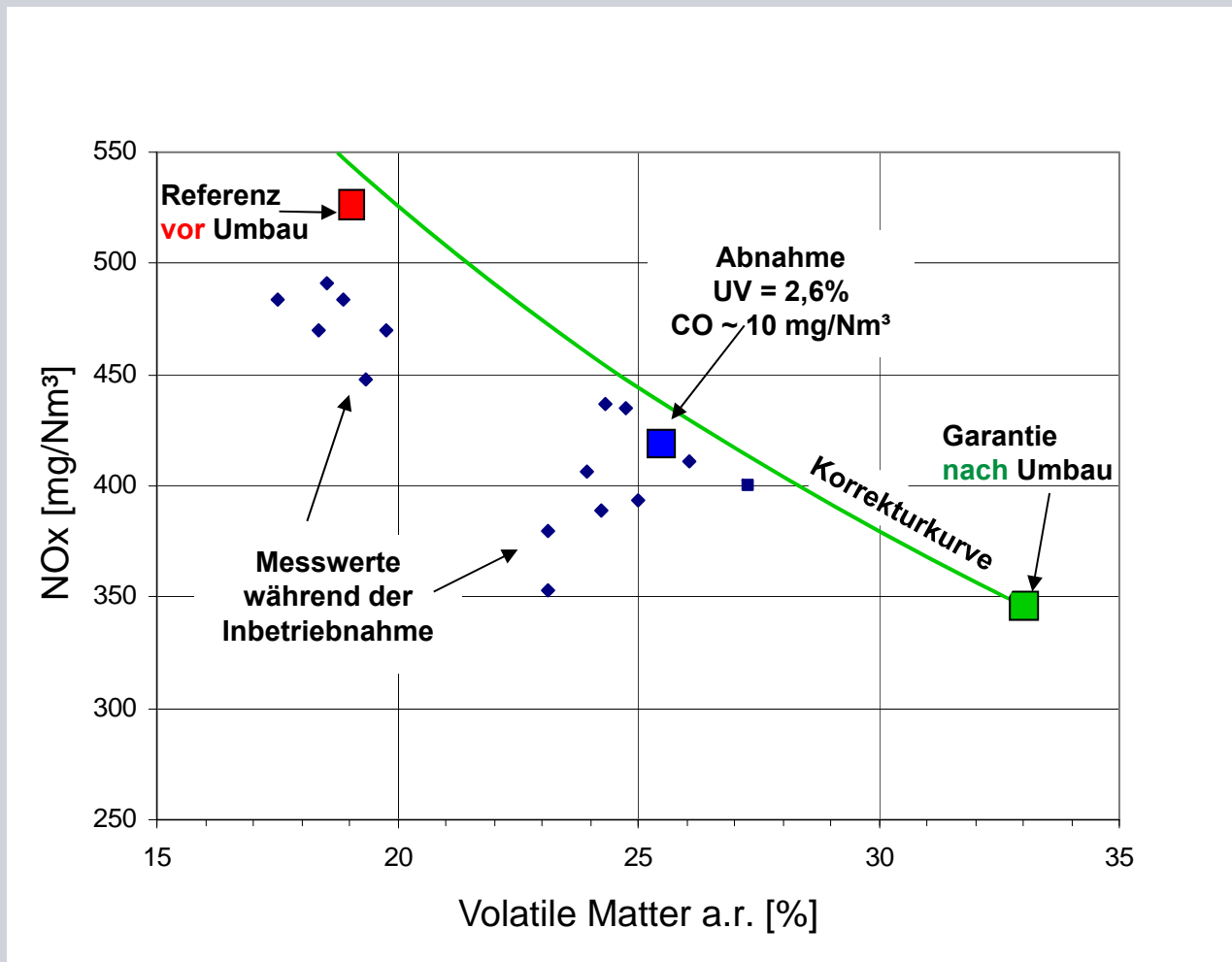
3.3 Unverbrannter Kohlenstoff

3.5 O₂-Wandatmosphäre

3.6 Feuerraumendtemperatur

4. Zusammenfassung

NOx Emissionen in Abhängigkeit von den Flüchtigen Bestandteilen



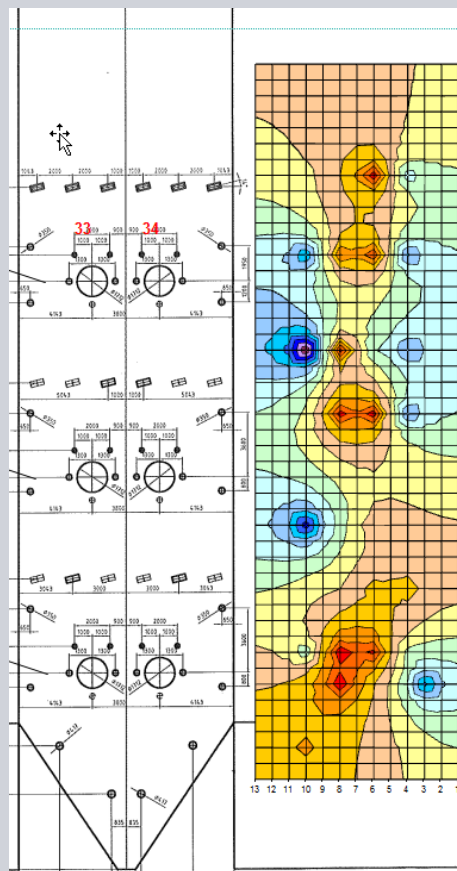
Vergleich der Betriebs- und Emissionswerte

	Messwerte vor Umbau	CFD vor Umbau	CFD No. 7 nach Umbau	Messwerte Abnahme- versuch
Kohle	Referenzkohle		Colombian	Mischung AV und US
Flüchtige Bestandteile [% roh]	~19		33	25,5
Feuerraumendtemperatur [° C]	1.211	1.215	1.209	1.225
Luftzahl [-]	1,25	1,25	1,18	1,18
NO_x [mg/Nm³, @ 6%O₂]	530 (± 30)	528	315	424
CO [mg/Nm³, @ 6%O₂]	< 10	15	8	11
UV in Asche [%]	ca. 3,2	3,1	1,8	2,6*

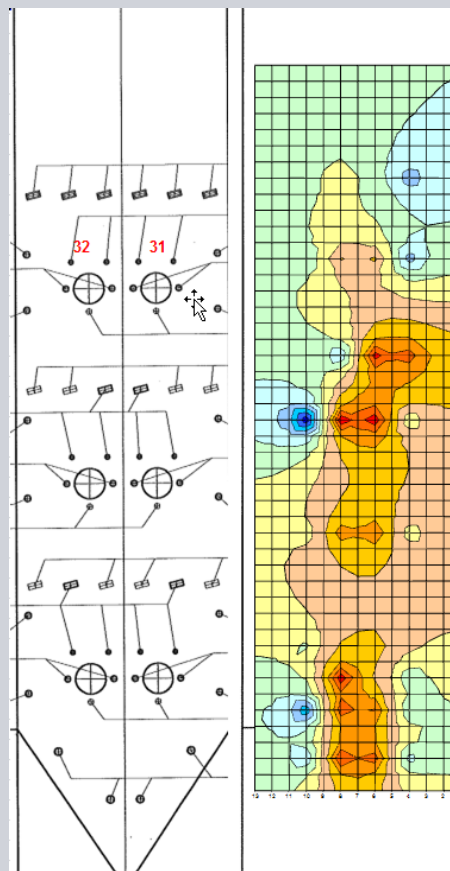
* entspricht dem Mittelwert im Zeitraum Dezember 2012 bis April 2013

O₂-Konzentration Wandatmosphäre während Abnahmeversuch

rechte Seitenwand



linke Seitenwand



O₂ [vol.-%]

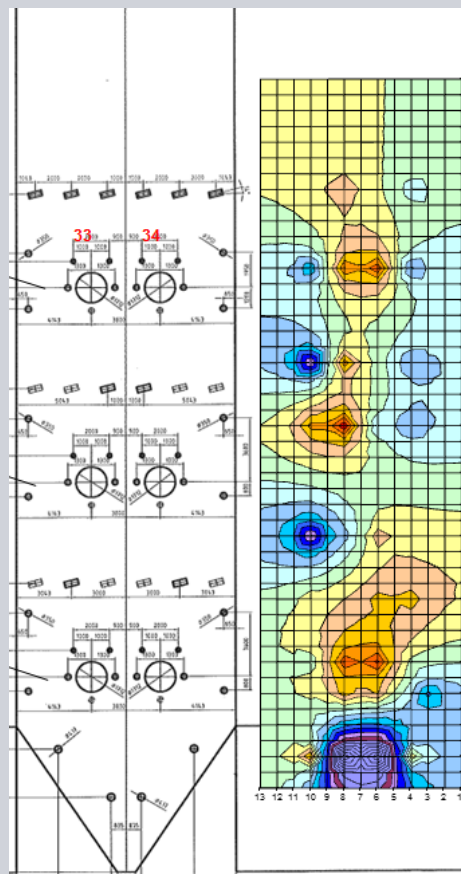
■ 0-1	■ 1-2	■ 2-3	■ 3-4
■ 4-5	■ 5-6	■ 6-7	■ 7-8
■ 8-9	■ 9-10	■ 10-11	■ 11-12

ca. 10 kritische Messpunkte
< 0,5% O₂

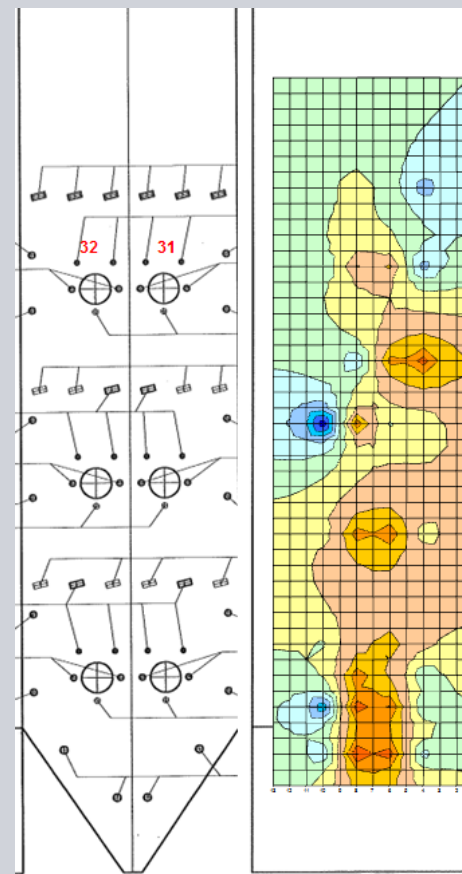
Interpolierte Flächen aus
ca. je 36 Messpunkten

O₂-Konzentration Wandatmosphäre mit erhöhter Seitenwand- und Trichterluft

rechte Seitenwand



linke Seitenwand



O₂ [vol.-%]

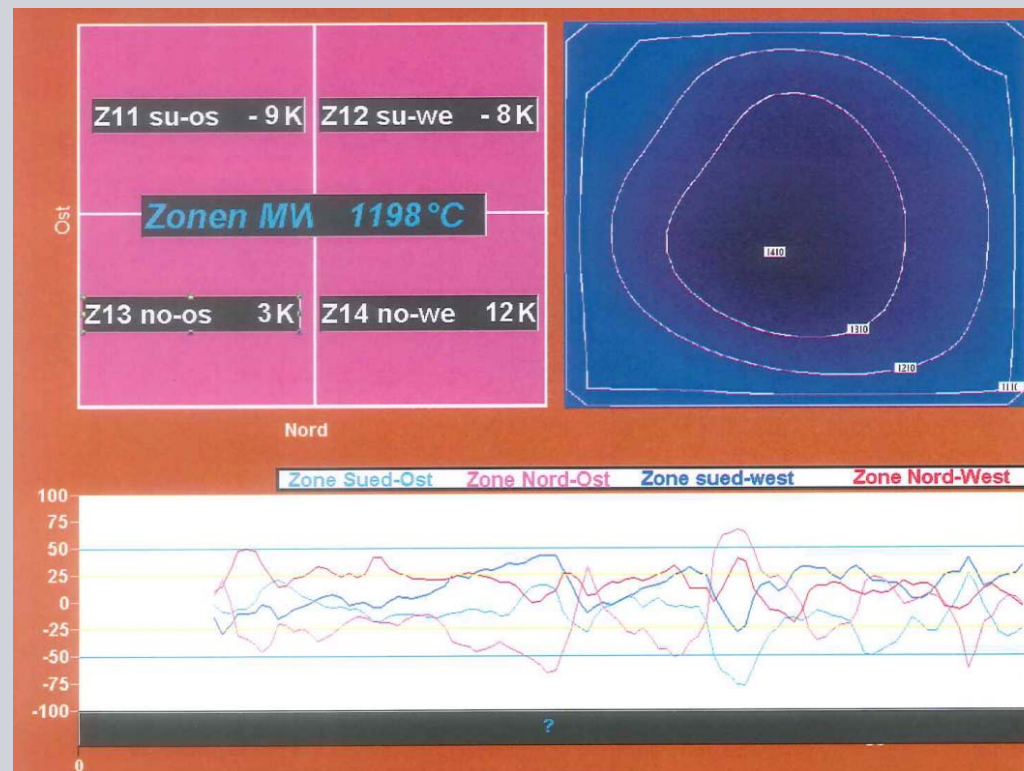
■ 0-1	■ 1-2	■ 2-3	■ 3-4
■ 4-5	■ 5-6	■ 6-7	■ 7-8
■ 8-9	■ 9-10	■ 10-11	■ 11-12

1 Messpunkt < 0,5% O₂

Interpolierte Flächen aus
ca. je 10 Messpunkten (kritische
Messpunkte) und ca. 26 alten
Messungen

Feuerraumendtemperatur

- Anstieg < 50K
- gleichmäßiges Temperaturprofil



Brenner und Feuerraum nach ca. 7 Monaten Betrieb



sehr geringe Verschlackungsneigung, kein nennenswerter Verschleiß feststellbar

1. Ziel

2. Umbaukonzept

3. Ergebnisse

4. Zusammenfassung

- **Ersatz der Brennstoffstufung durch LowNOx-Brenner möglich**
-> **Verringerung der Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen**
- **Absenkung der Gesamtluftzahl von 1,25 auf 1,18 bei niedrigen CO Emissionen**
-> **Anhebung Kesselwirkungsgrad um ca. 0,36 % Punkte**
-> **Einsparungen der Leistungsaufnahme von Frischlüfter und Saugzug, Entfall Rezirkulationsgebläse**
- **Reduktion der NO_x-Emissionen um ca. 50-100 mg/Nm³ (Fl.-Best. ca. 19% roh).**
-> **Verringerung Verbrauch von Reduktionsmittel der SCR Anlage um ca. 23%.**
- **seit November 2012 wird die Anlage wieder kommerziell betrieben. Es gab keine Einschränkung der Anlagenverfügbarkeit durch den Feuerungsumbau**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !