

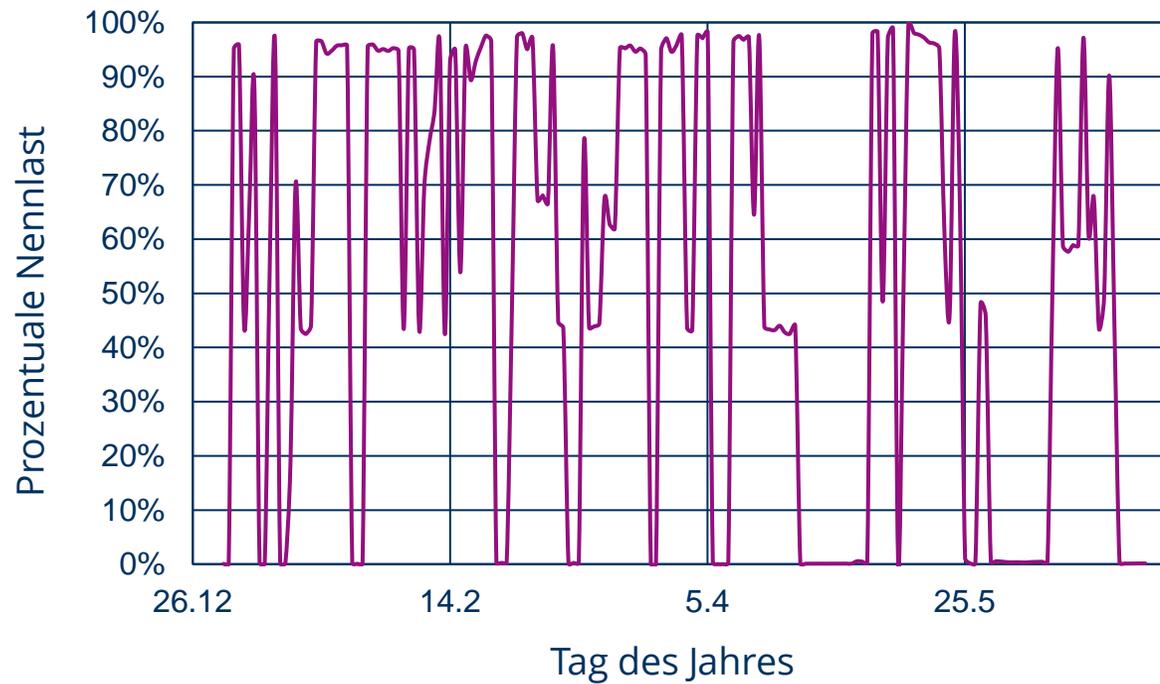
Einfluss des lastflexiblen Betriebs auf die Heizflächenverschmutzung in einem Kohlekraftwerk

33. Workshop in Bremen

Metallische Werkstoffe und Komponenten im korrosiven Einsatz

28.10.2021, Christoph Bergmann, Marie Kaiser

Agenda



Prozentuale Nennlast des KW Neurath Blocks E Quelle: RWE



Heizflächenverschmutzungen & Rohrreißer Quelle: RWE

KONzepte und BetriebsstRAtegien für lastflexible Feuerungs- und Dampfsysteme

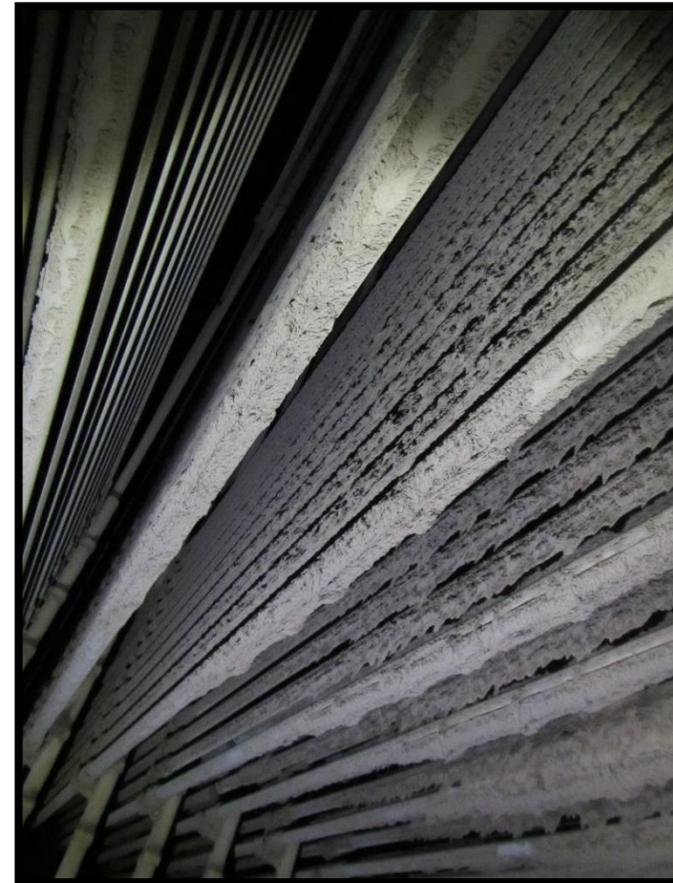


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

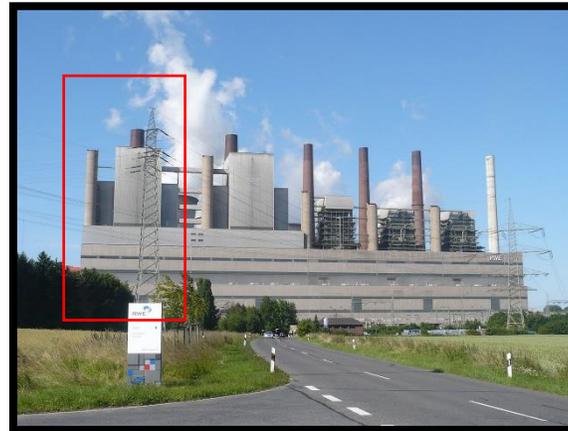
- Zunehmende Flexibilisierung von Kohlekraftwerken im Rahmen der Energiewende
- Unbekannte Auswirkungen der Abweichung vom Designzustand
- Arbeitspaket: **Heizflächenverschmutzung, Reinigung und Korrosion**
- Bezugskraftwerk: Neurath Block E (600 MW)

b-tu

Brandenburgische
Technische Universität
Cottbus - Senftenberg



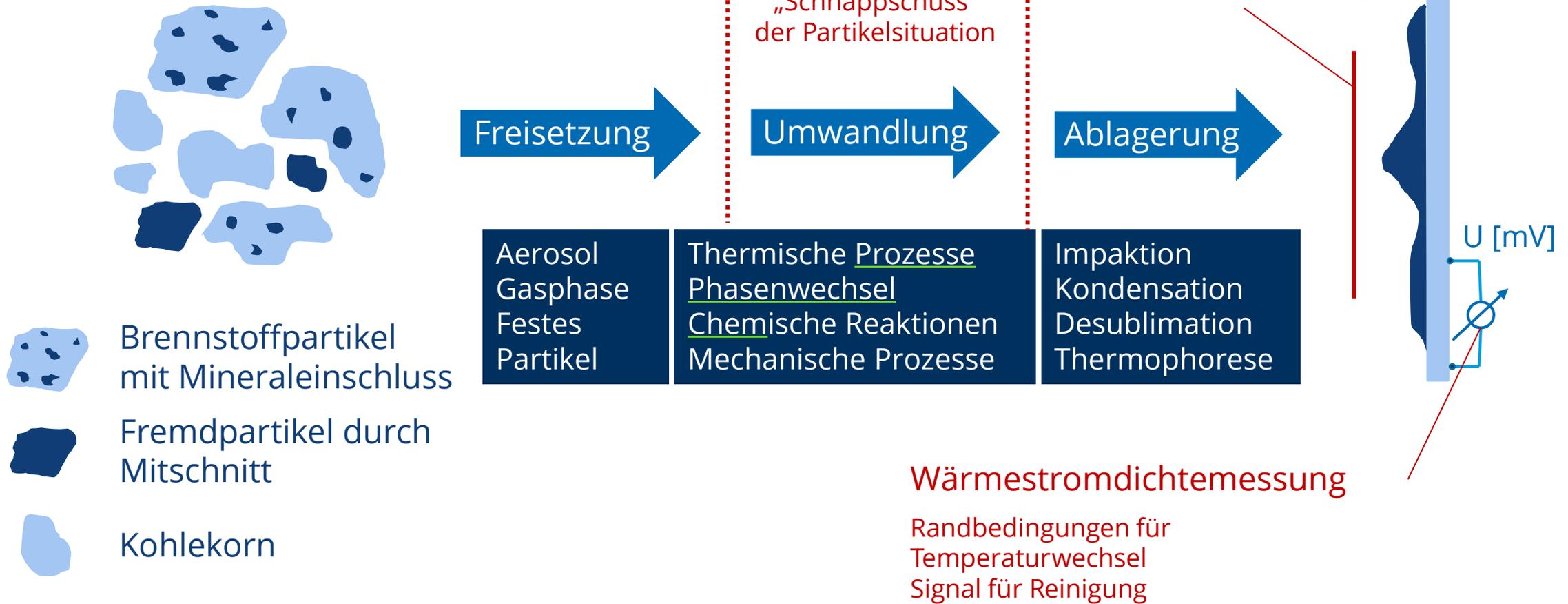
Verschmutzungen an ÜH-Rohren Quelle: RWE



Braunkohlekraftwerk
der RWE Neurath
(Block E rot markiert)
ohne BoA Blöcke,
Stilllegung spätestens
Ende 2022

Modellvorstellung

Ausgangslage

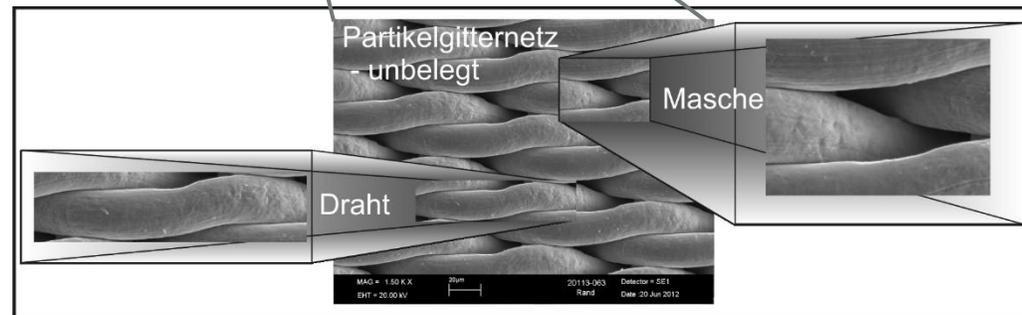
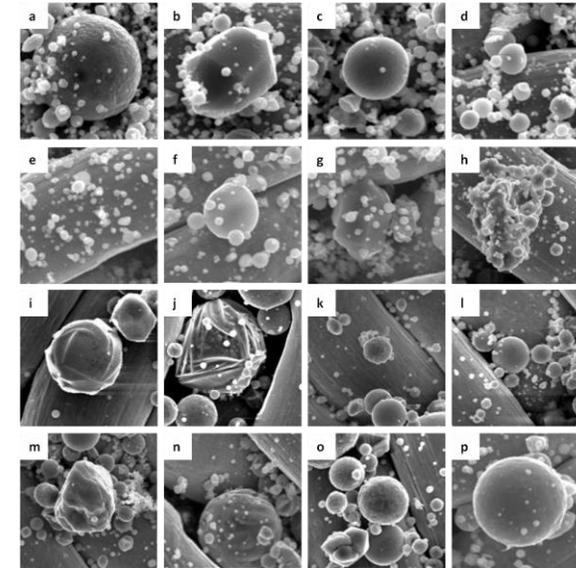


PartikelGitterNetzSonde

~ 2 m



- Diagnose der heizflächennahen Partikel im Rauchgas während des Betriebs
- Kurzzeitige Absaugung (4 s) von Partikeln aus dem Rauchgasstrom über ein engmaschiges Drahtgitternetz
- Identifizierung und Charakterisierung der Partikel im Rauchgas (REM/EDX)



Form

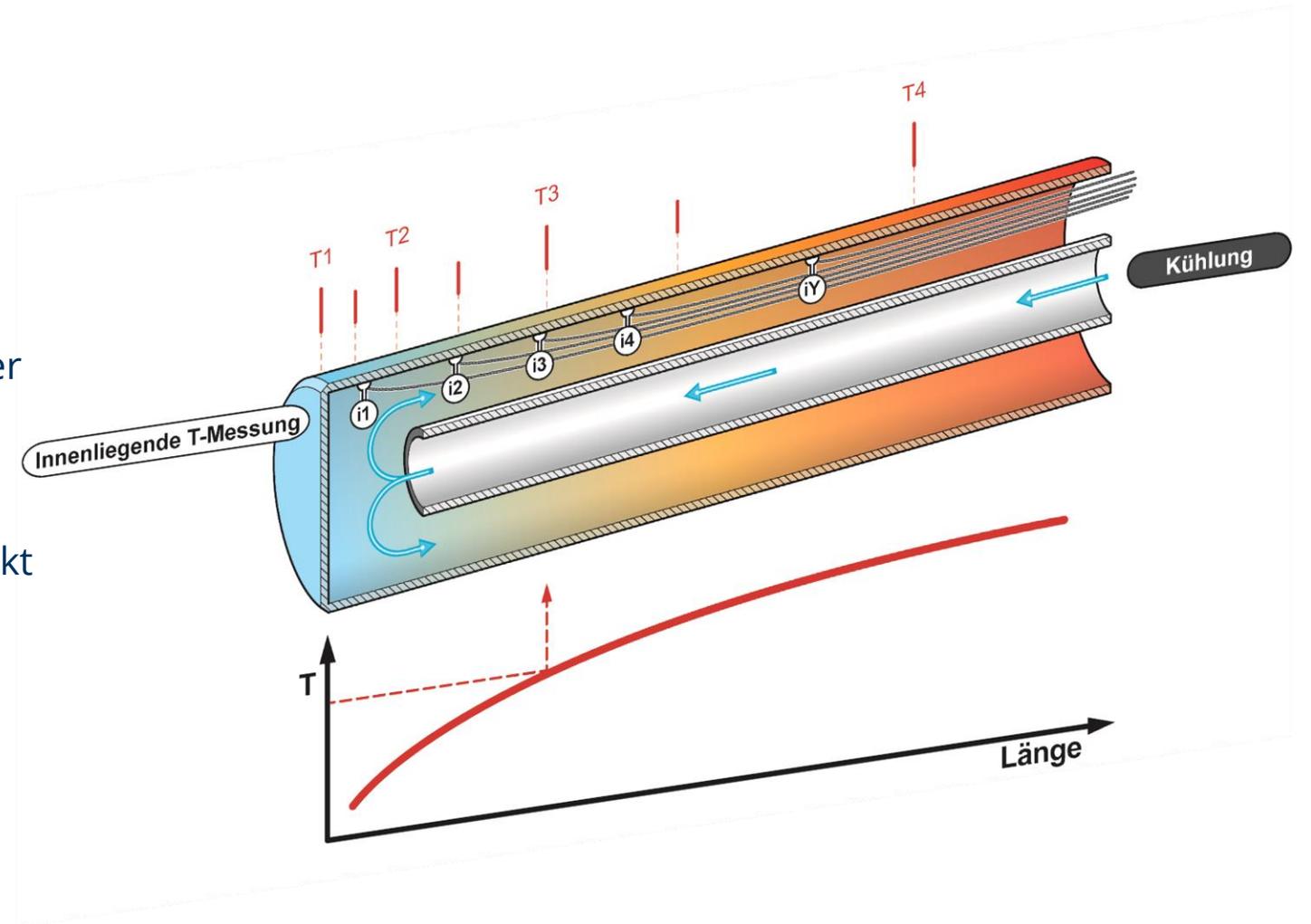
Größe

Chemie

Lage auf dem Gitternetz

Depositionssonden

- Innenrohr, für die Zufuhr der Kühlluft (Druckluft) an die Sondenspitze
- Innenliegende Thermoelemente
- Regelung für ein konstantes Temperaturprofil auf dem Sondenkörper
- Speicherung der Temperatursignale
- Belagsaufbau, Belagswachstum und Materialwechselwirkungen können direkt mit dem Temperaturprofil korreliert werden
- Langzeitmessung ist möglich
- Gebildeter Belag kann mittels REM/EDX analysiert werden



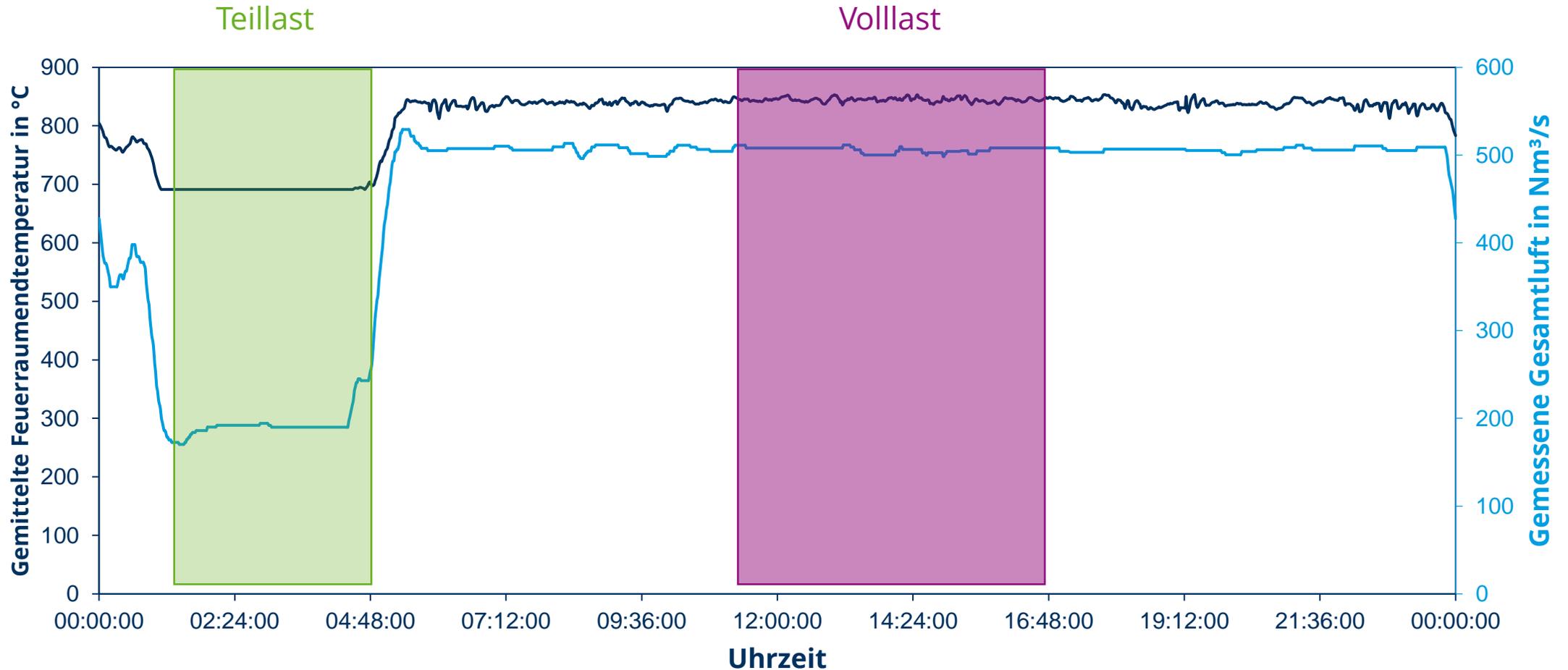
Visueller Eindruck Messposition: Brennergürtel (+28 m)

Versuche



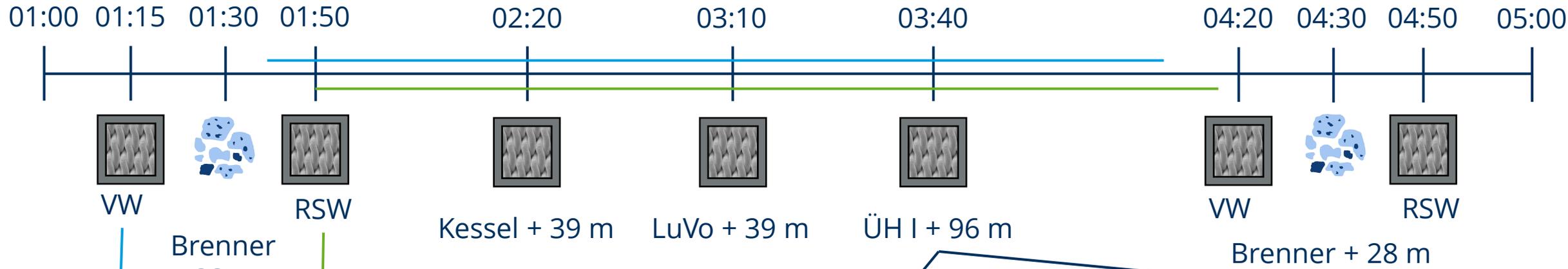
RWE, Neurath Blocke E, Brennebene + 28 m, Eckbereich

Untersuchungen am Kessel während Voll- und Teillast



Beprobung am Kessel während Teillast

Versuche



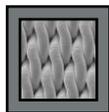
RWE, Neurath Blocke E, Brennebene + 28 m, Eckbereich

Kurzzeitsonde CheMin 011
RSW Brenner + 28 m

Kurzzeitsonde CheMin 012
VW Brenner + 28 m



Brennstoffprobe



PGNS TU Dresden



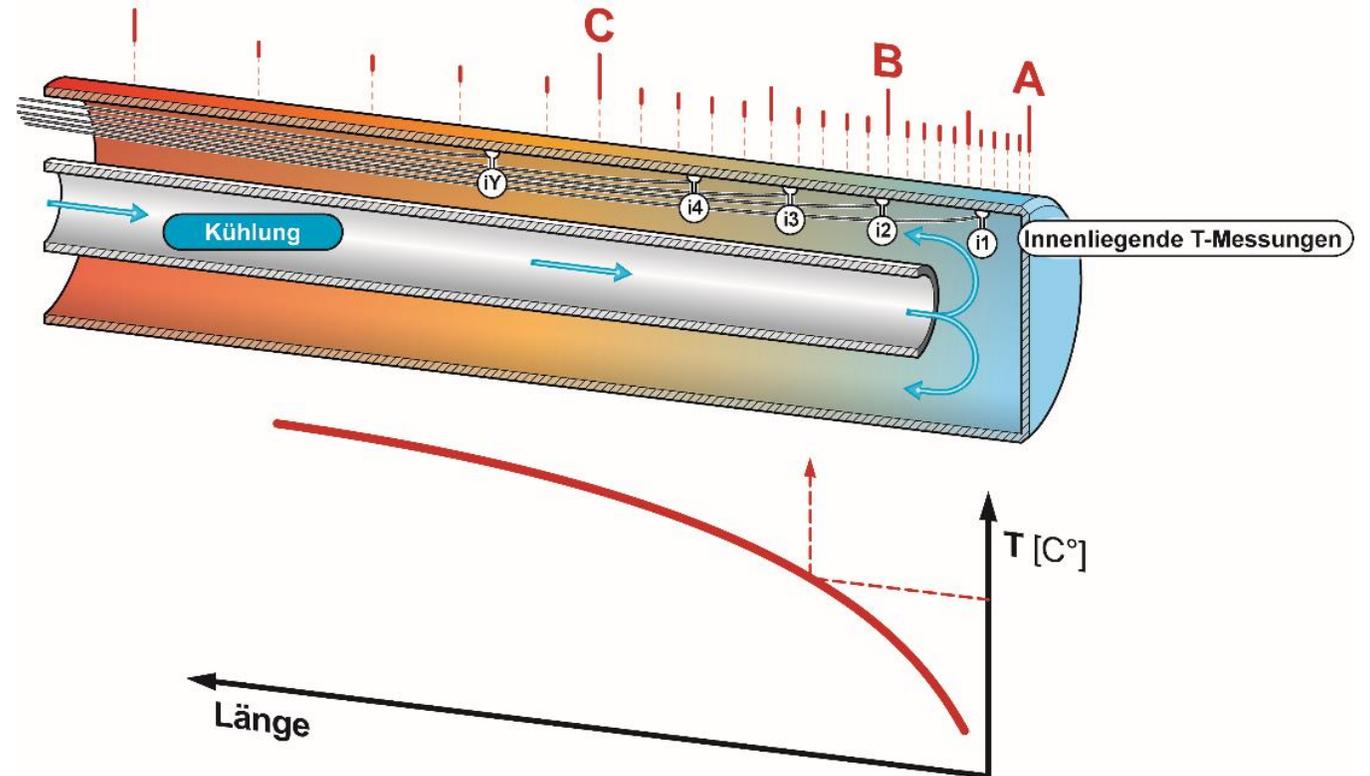
RWE, Neurath Blocke E, Überhitzer I + 96 m

Beprobung am Kessel während Vollast



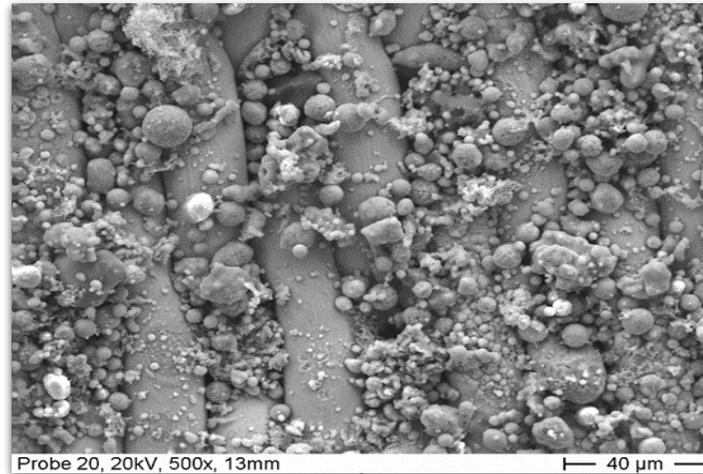
Sonde 005 **CheMin**
VW Brenner + 28 m
Testsonde „Pfeife“

Langzeitsonden



Position	Verweilzeit
Überhitzer I (+96 m)	~550 h
Überhitzer I (+96 m)	~3.700 h
Überhitzer II (+88 m)	~550 h
Überhitzer II (+88 m)	~3.700 h
Verdampfer (+28 m)	~550 h
Verdampfer (+28 m)	~3.700 h

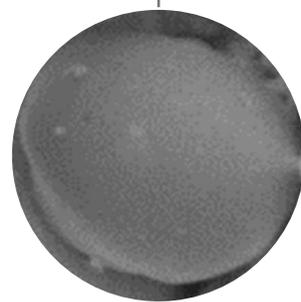
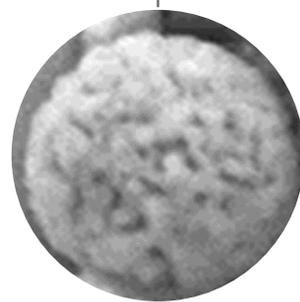
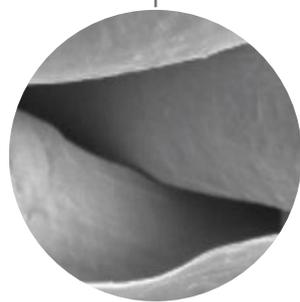
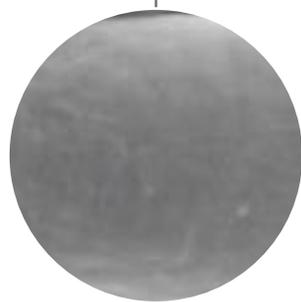
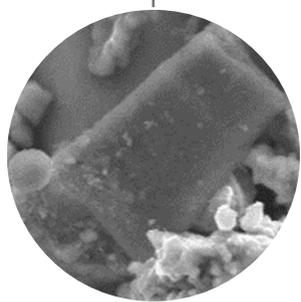
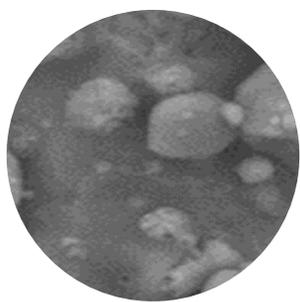
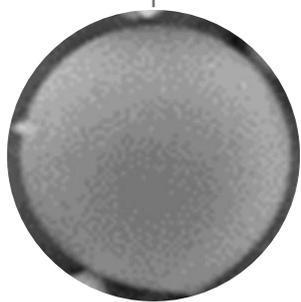
Partikelcharakterisierung im Rauchgas



Form

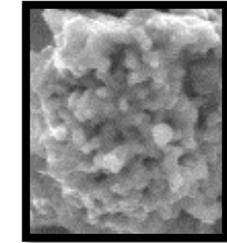
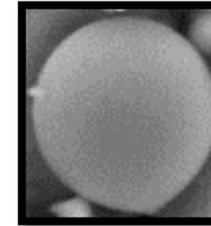
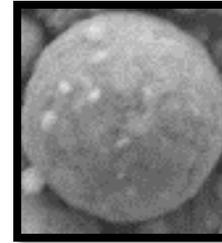
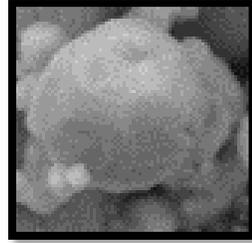
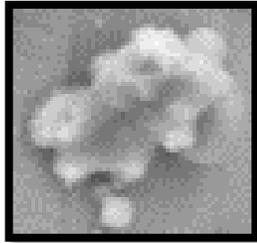
Lage

Oberfläche



Partikelcluster im Rauchgas

Ergebnisse



Ort	Verdampferbereich	ubiquitär	ubiquitär	ubiquitär	Brennerebene
Zusammensetzung	Ca, Mg, S	Fe	Ca, Mg	Si	Ca, Mg
Form	kristallförmig	sphärisch	sphärisch	sphärisch	unregelmäßig
Oberfläche	glatt	rau	rau	glatt	rau

Rauchgaspartikel sind lastunabhängig



Interne Mineralien

lastunabhängig



Externe Mineralien

lastunabhängig

- Maximal mögliche Temperatur der nichtbrennbaren externe Bestandteile ist die adiabate Verbrennungstemperatur
- Berechnung erfolgt aus Energiebilanz der Verbrennung
- Abhängig von Brennstoff- und Luftzusammensetzung (lastunabhängig)
- Im Kohlekorn sind höhere Temperaturen möglich

Optische Befunde der Kurzzeitdepositionssonden

Volllast

Sonde 013



Sonde 014

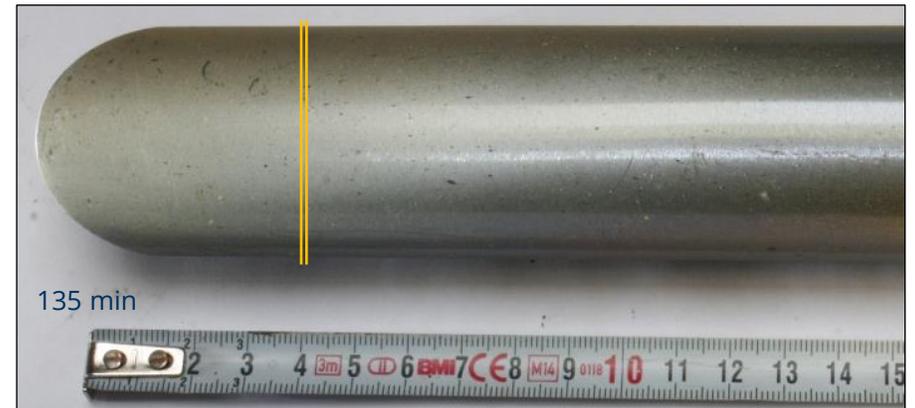
 : Schliffebene
300 °C

Sonde 005



Teillast

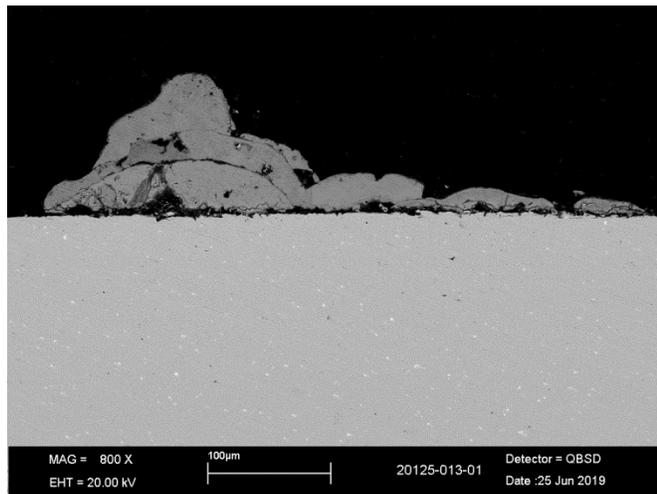
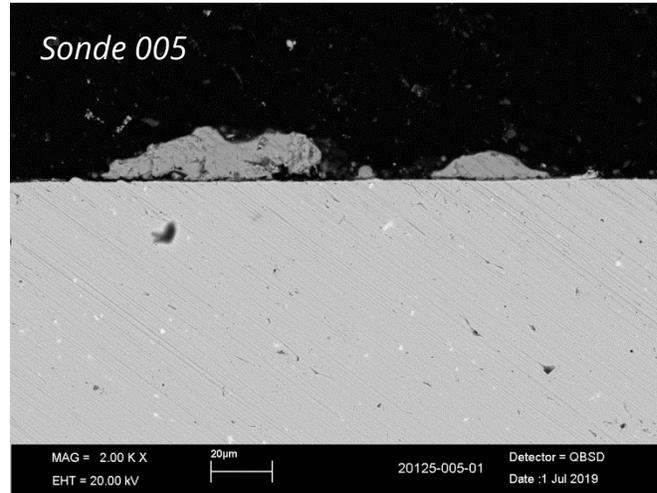
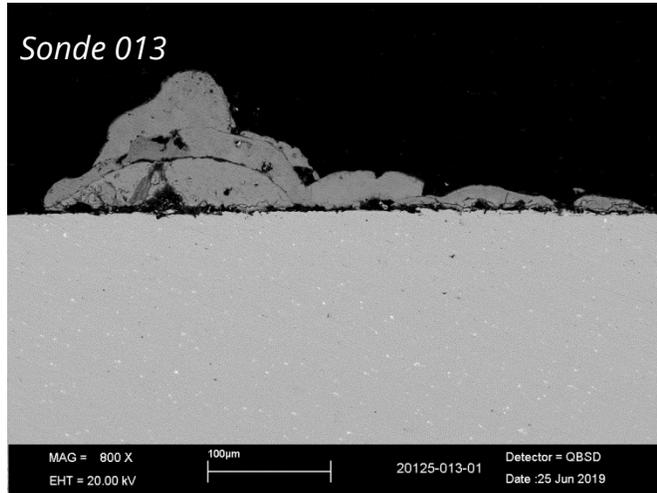
Sonde 011



Sonde 012

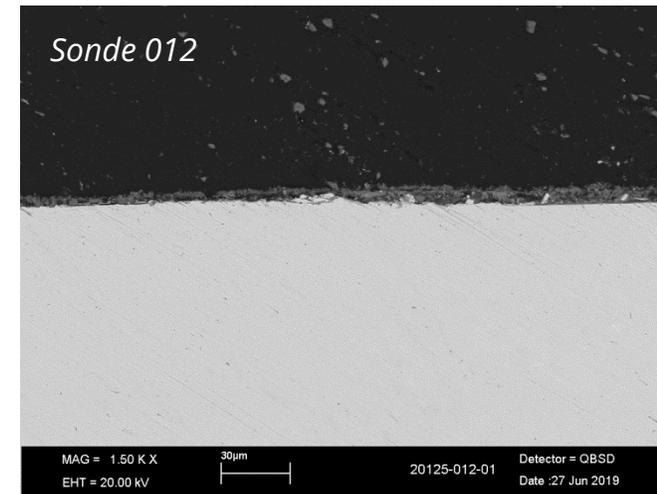
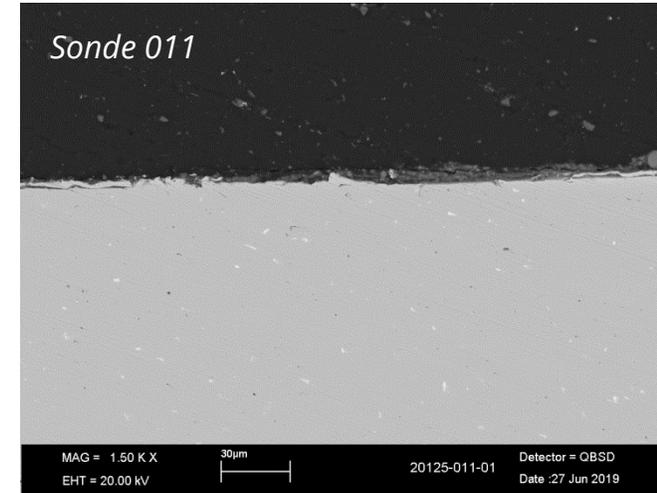
Analytische Befunde der Depositionssonden

Volllast



Zur Bestimmung der Elementzusammensetzung und -verteilung wurden an den Schliffpräparaten Untersuchungen mittels REM-EDX durchgeführt

Teillast

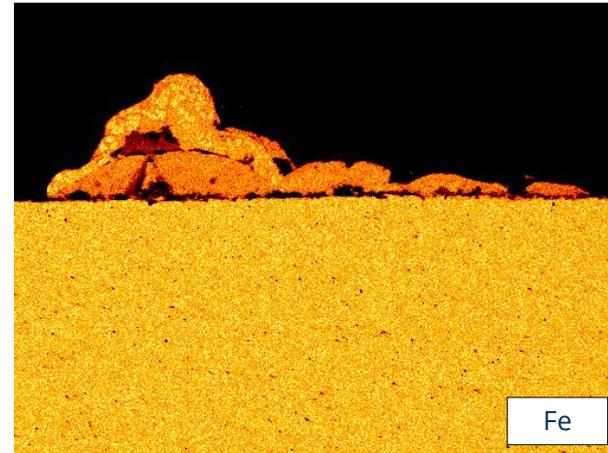
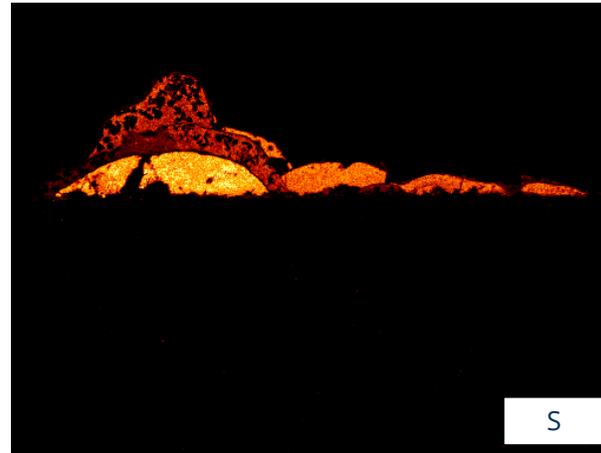
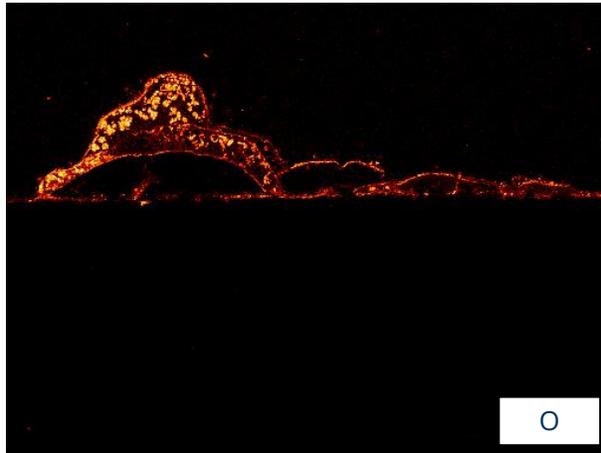
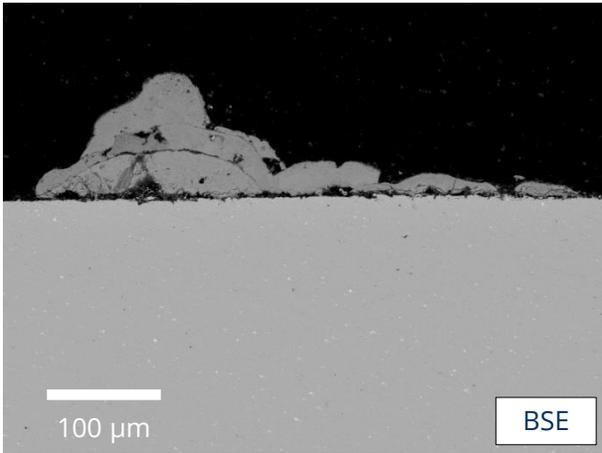


Depositionssonden - Elementverteilungen

Ergebnisse

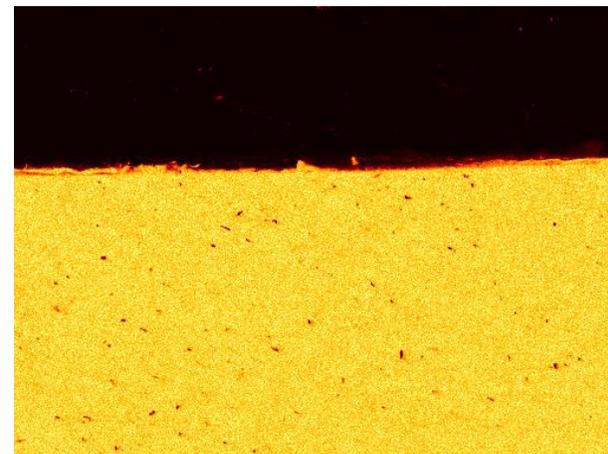
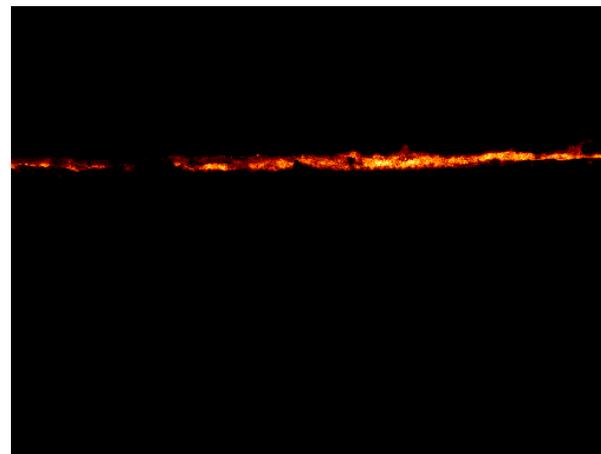
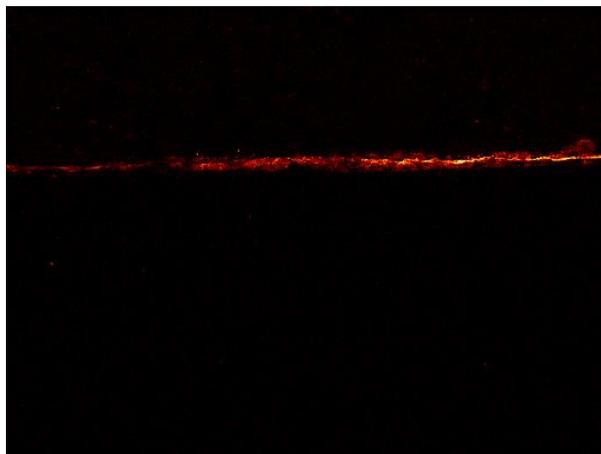
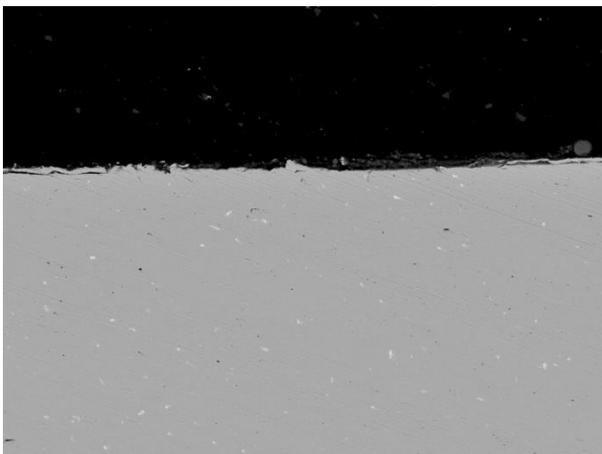
Sonde 013

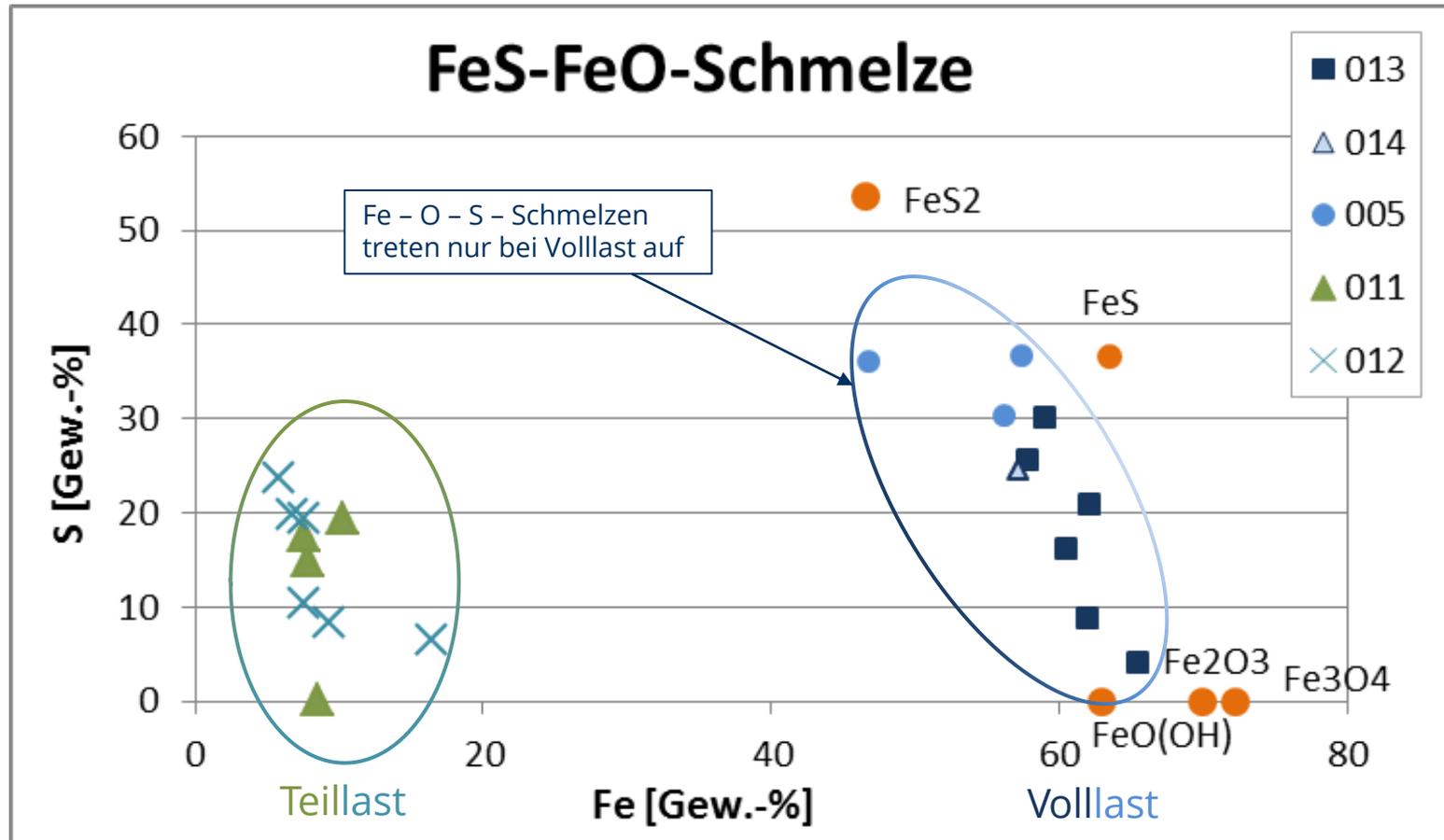
Volllast



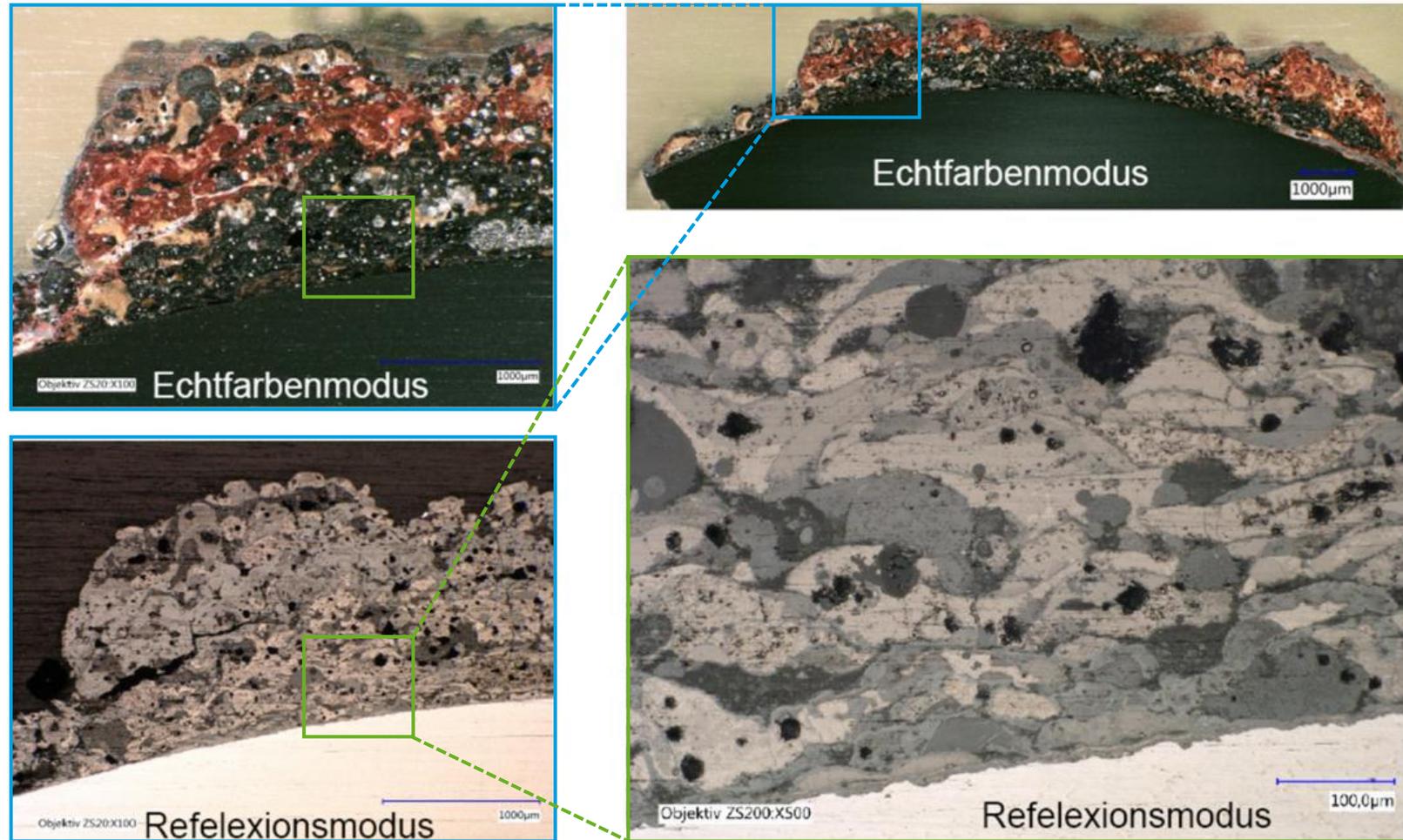
Sonde 011

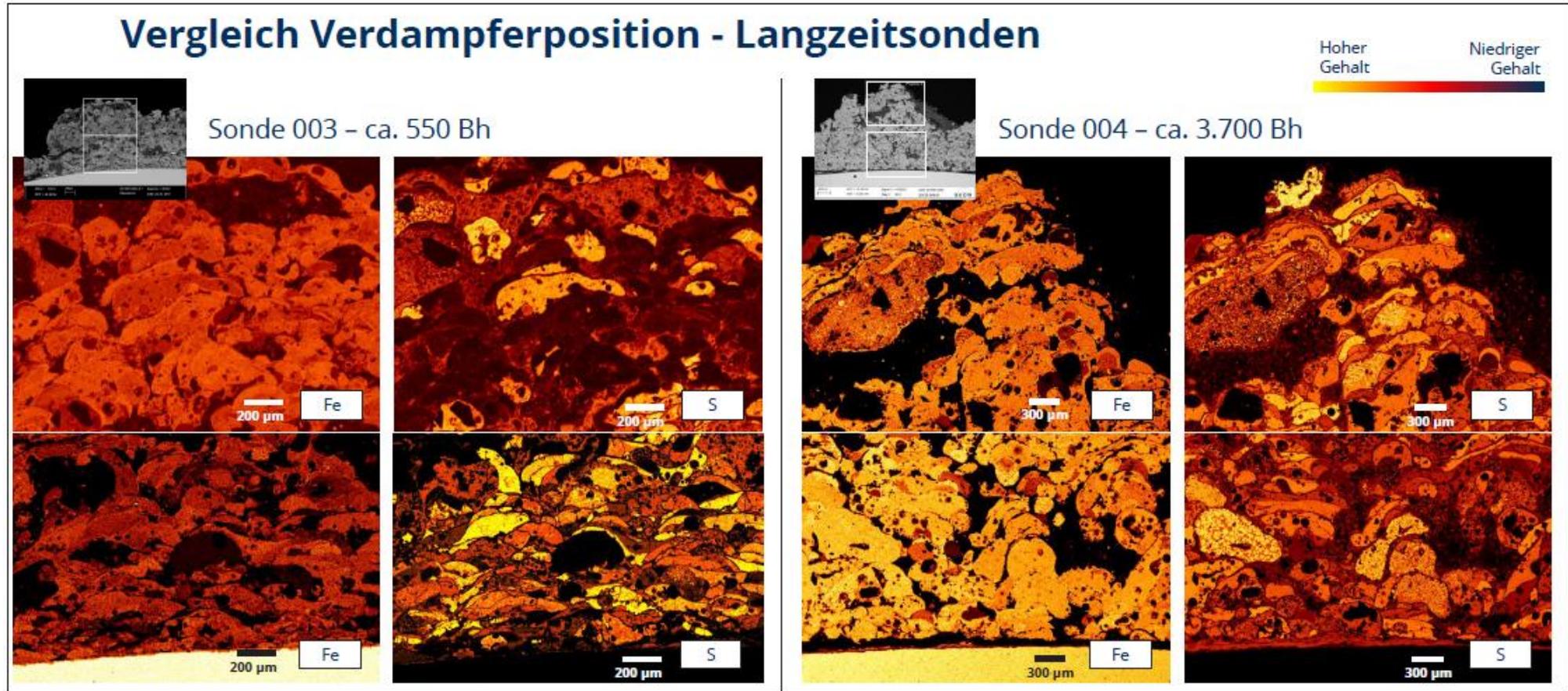
Teillast





Schichtartiger Aufbau bei den Langzeitsonden





Gleichgewichtsberechnungen

Ergebnisse



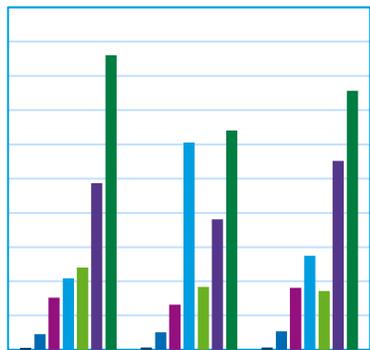
Ascheanalyse

FactSage™

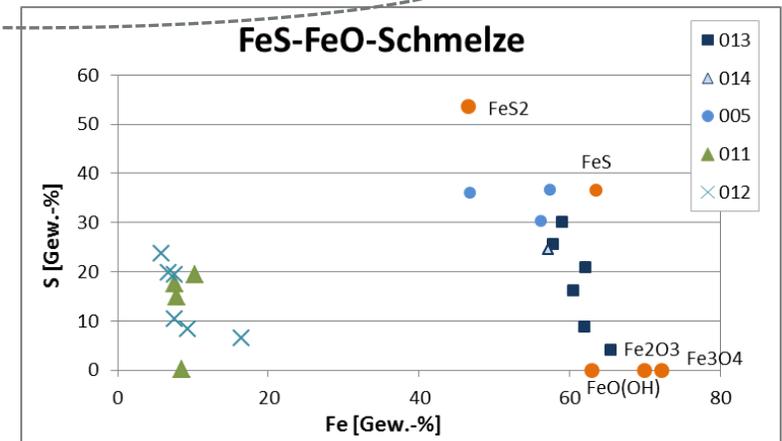
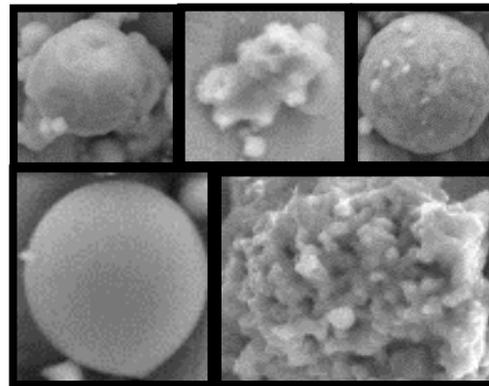
Partikelanalyse

FactSage™

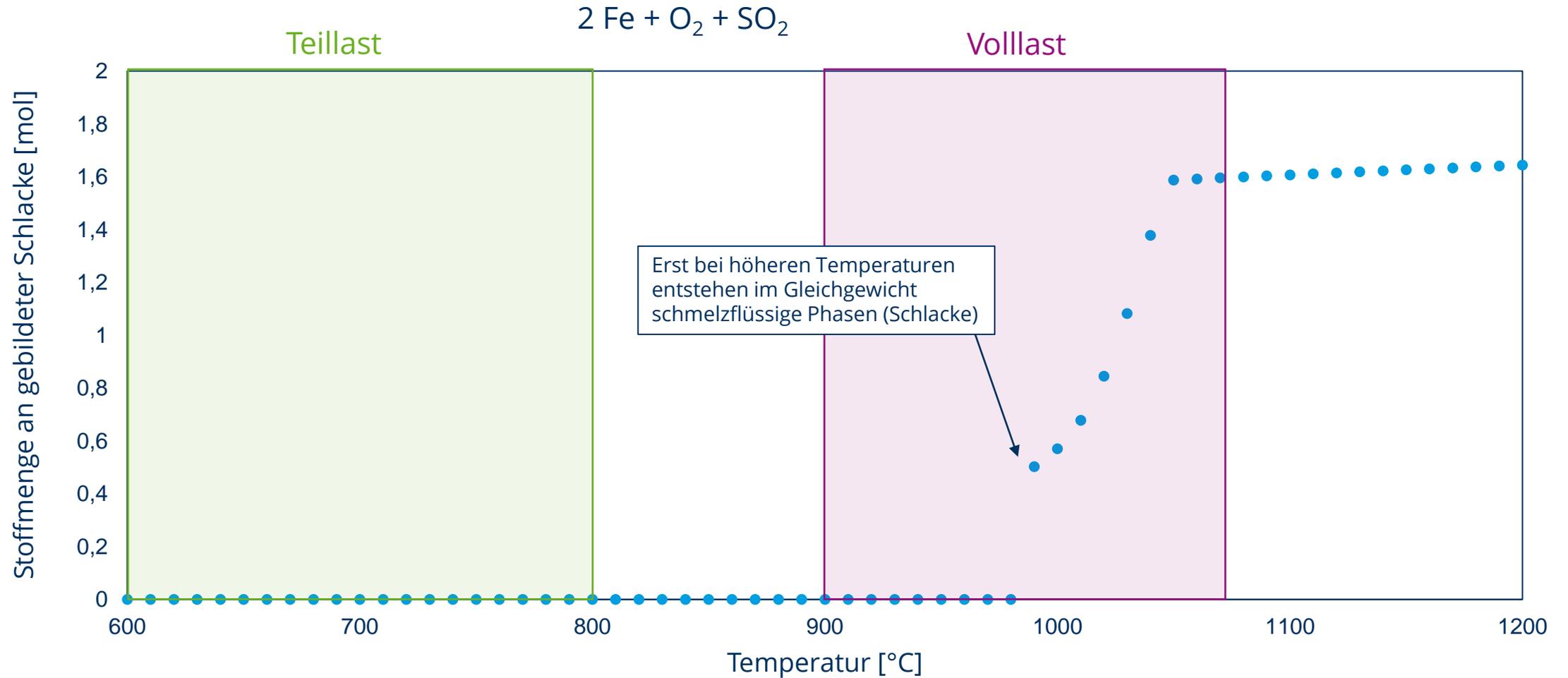
Belagsanalyse



- Kalium (K)
- Aluminium (Al)
- Magnesium (Mg)
- Silicium (Si)
- Eisen (Fe)
- Sulfat (S)
- Calcium (Ca)



Gleichgewichtsberechnungen: Fe - O - S - Phasen



Lastunabhängige Rauchgaspartikel

- der Lastzustand hat keine Auswirkungen auf die Bedingungen in der Flamme – die auftretenden Rauchgaspartikel sind gleich



Interne Mineralien

lastunabhängig



Externe Mineralien

lastunabhängig

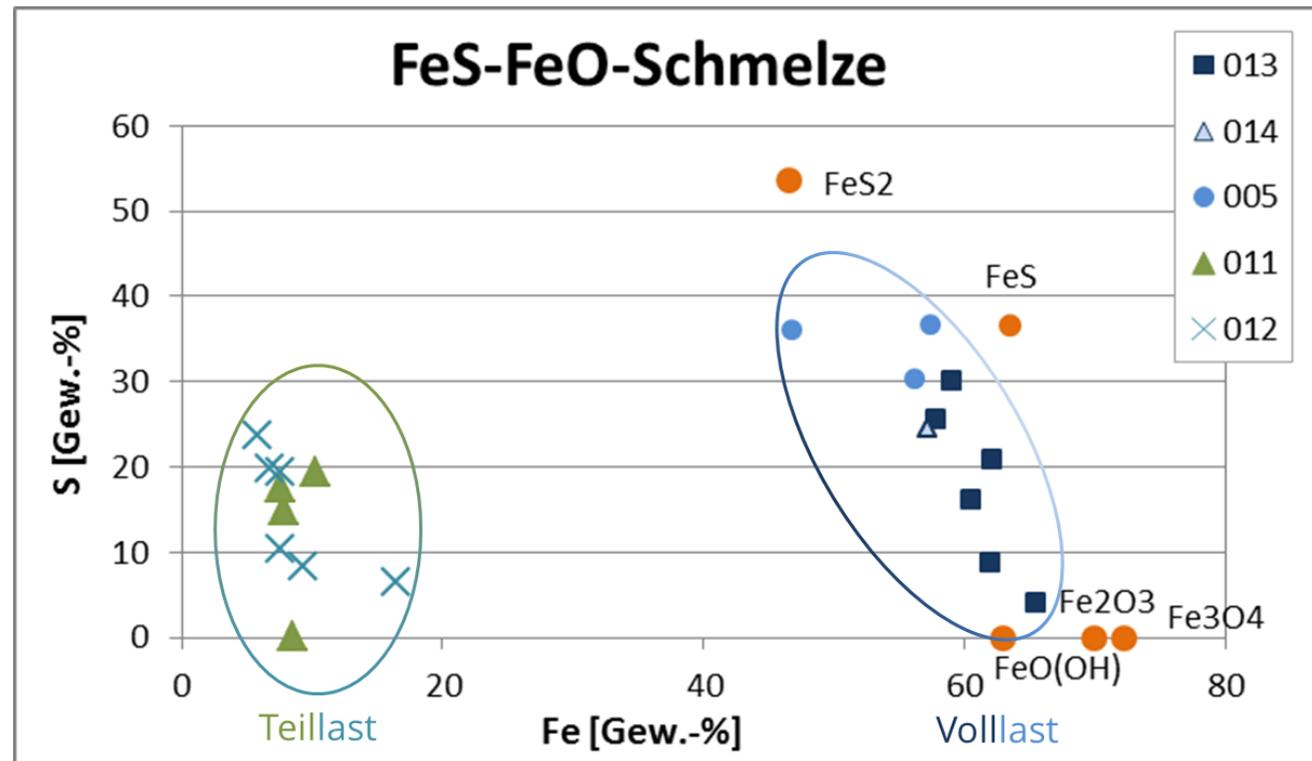
Lastabhängige Stärke der Verschmutzung

- der Lastzustand hat Auswirkungen auf die Quantität der Heizflächenablagerungen – Teillast führt insgesamt zu weniger Verschmutzungen im Verdampferbereich



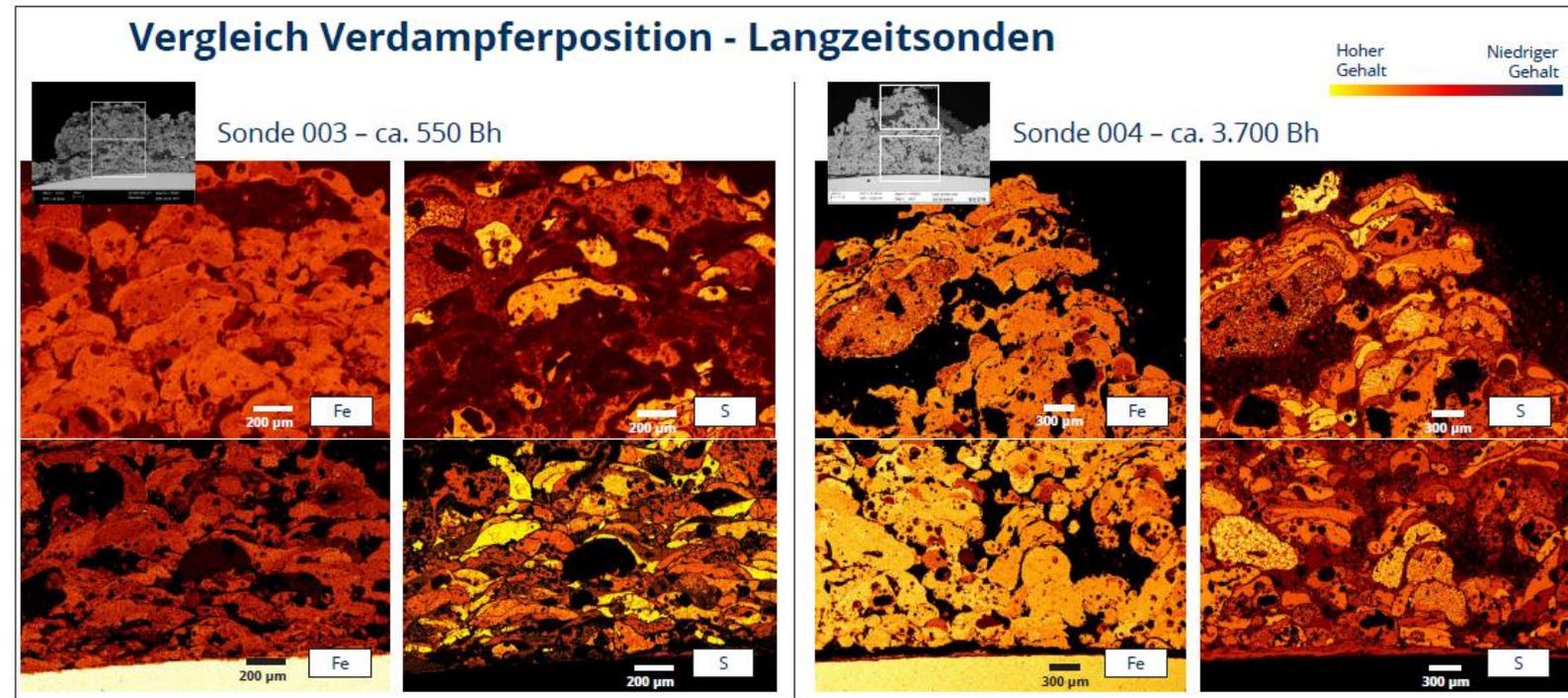
Lastabhängige Belagszusammensetzung

- der Lastzustand hat Auswirkungen auf die Rauchgastemperaturen – die auftretenden Phasen in den Heizflächenablagerungen sind verschieden, nur bei Volllast treten Fe – S – O – Systeme auf



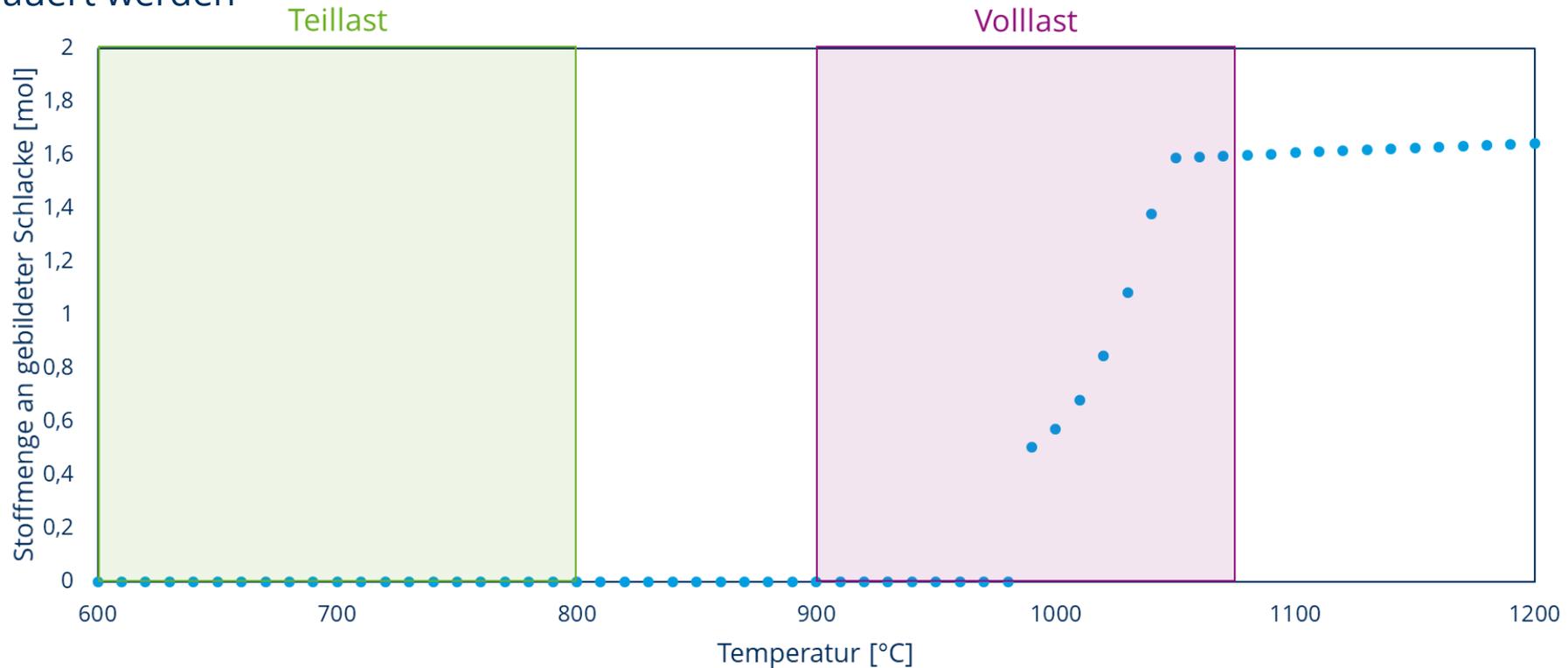
Schichtförmiger Belagsaufbau im lastflexiblen Betrieb

- Die Belagsdicke ist trotz unterschiedlicher Einsatzzeiten ähnlich, dies resultiert aus Selbstreinigungseffekten durch die Ausbildung lockerer Sollbruchstellen während Teillastfahrten



Gleichgewichtsberechnungen zur Schlackebildung

- FactSage kann bei gegebenen Zusammensetzungen das Temperaturfenster der Schlackebildung bestimmen – der positive Einfluss des Teillastbetriebs auf die Verschmutzungssituation kann so untermauert werden





**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Fakultät Maschinenwesen

Institut für Verfahrens- und Umwelttechnik
Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik

Dipl.-Ing.
Christoph Bergmann

Telefon: 0351-463-33096 Postadresse: 01062 Dresden
Telefax: 0351-463-37753 Besucheradresse:
Walter-Pauer-Bau, Raum 210
George-Bähr-Str. 3b

E-Mail: **christoph.bergmann1@tu-dresden.de**
<https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/ifvu/evt>



CheMin[®]

Senior Expert
Dipl.-Ing. (FH)
Marie Kaiser

Telefon: 0821 74 83 9-26 CheMin GmbH
Telefax: 0821 74 83 9-39 Besucheradresse:
Am Mittleren Moos 46 A
D- 86167 Augsburg

E-Mail: **m.kaiser@chemin.de**
Internet: <https://www.chemin.de>





»Wissen schafft Brücken.«