Proceedings 13. Österreichisches IEA-Wirbelschichttreffen 20. – 22.09.2023 Wien







Inhaltsverzeichnis

Programm	3
Präsentationen	6
Waste to Energy Plant Simmeringer Haide (Dr. Friedrich Kirnbauer)	
Klärschlammhandhabung mit Kolbenpumpen – Ein Erfahrungsbericht aus Mono- und Mitverbrennungsanlagen (DI Roman Eggert)	57
Betriebserfahrungen Wirbelschicht mit unterschiedlichen Brennstoffen (Dr. Sebastian Kaiser) 98
Die Feuerfestwelt der RHI Magnesita (DI Sascha Koch) Neue Entwicklungen bei der Verwertung von Bett- und Rostaschen aus der Müllverbrennung Österreich (Ass. Prof. Mag. DiplIng. Dr.techn. Jakob Lederer)	g in
Inbetriebnahme zweier BFB Klärschlammverbrennungsanlagen AK2Energy (DI Helmut Katzenberger)	162
Valmet BFB Boiler – Neues Design für Agro-Brennstoffe (DI Andreas Simbeck)	184
Experimentelle Untersuchungen zum Umsatzverhalten kohlenstofffaserverstärkter Verbunds (CFK) in einer Wirbelschichtfeuerung (Dr. Daniel Bernhardt)	
CO2-Abscheidung in der Kalk/Zementindustrie mit einer indirekt beheizten Wirbelschichtkalzinierung unter 100 % Wasserdampfatmosphäre (DI Kyra Böge)	221
CO2 capture costs of chemical looping combustion – A comparison of natural and synthetic carrier (DI Benjamin Fleiß)	
Shock Pulse Generatoren für die effiziente Online-Kesselreinigung (Jacques Hartmann)	264

13. Österreichisches IEA-Wirbelschichttreffen 2023

(vorläufige Detailinformationen 03/2023)

Veranstaltung: 13. Österreichisches IEA-Wirbelschichttreffen

Veranstaltungsort:

JUFA-Hotel

Mautner Markhof Gasse 50

1110 Wien

Termin: 20. – 22. September 2023, Wien

Chairman/Moderation: Prof. Franz Winter

Hr. Friedrich Kirnbauer (Host)

Programm:

<u>Vorträge</u>

Titel	Vortrageden Person Unternehmen
"Aktuelle Entwicklungen in Österreich und Europa aus Sicht eines Planungsbüros für Wirbelschichtverbrennungsanlagen"	Helga Stoiber UVP Environmental Management and Engineering GmbH
"Klärschlammhandhabung mit Kolbenpumpen – Ein Erfahrungsbericht aus Mono- und Mitverbrennungsanlagen"	Roman Eggert Putzmeister Holding GmbH
"Operation experience of fluidized bed combustion worldwide"	Sebastian Kaiser Andritz AG
"Shock Pulse Generatoren für die effiziente Online-Kesselreinigung"	Jacques Hartmann Explosion Power GmbH
"Die Feuerfestwelt der RHI Magnesita"	Sascha Koch RHI Refractories Site Services GmbH
"Inbetriebnahme zweier BFB Klärschlammverbrennungsanlagen AK2Energy"	Helmut Katzenberger AK2Energy GmbH
"Experimentelle Untersuchungen zum Umsatzverhalten kohlenstofffaserverstärkter Verbundkunststoffe (CFK) in einer Wirbelschichtfeuerung"	Daniel Bernhardt TU Dresden
"CO2-Abscheidung in der Kalk/Zementindustrie mit einer indirekt beheizten Wirbelschichtkalzinierung unter 100 % Wasserdampfatmosphäre vorstellen"	Kyra Böge FAU (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

"CO2 capture costs of chemical looping combustion – A comparison of natural and synthetic oxygen carrier"	Benjamin Fleiß TU Wien
"Valmet BFB Boiler – Neues Design für Agro- Brennstoffe"	Andreas Simbeck Valmet
"Neue Entwicklungen bei der Verwertung von Bett- und Rostaschen aus der Müllverbrennung in Österreich"	Gerhard Stockinger / Jakob Lederer Brantner Österreich GmbH & TU Wien

Zeitplan

Mittwoch 20.09.2023: für Anlagenbetreiber

- Eintreffen bei JUFA-Hotel: 9:30 10:00 Uhr Begrüßung (Kaffee, Getränke, Gebäck)
- 10:00 12:30: Betreiber-Session, Diskussion 1
 - Vorträge
- 12:30 13:30 Mittagspause (Catering)
- 13:30 17:00: Betreiber-Session, Diskussion 2
 - Vorträge
- 17:00 18:00: Pause
- 18:00 Uhr: Abendveranstaltung:

Abendessen der Betreiber

Donnerstag 21.09.2023: Konferenz

- 08:30 11:30: Besuch der Anlage Wien Energie
 - 8:30 Abfahrt vom Hotel mit Bus
 - 9:00 Besichtigung der Wirbelschichtanlagen Wien Energie
 - 11:00-11:30 Rückfahrt zum Hotel

11:30 – 12:00: Konferenz-Session, Forschung/Industrie & Technik

- 1. "Aktuelle Entwicklungen in Österreich und Europa aus Sicht eines Planungsbüros für Wirbelschichtverbrennungsanlagen"Helga Stoiber
- 12:00 13:00: Mittagspause
- 13:00 17:00: Konferenz-Session, Forschung/Industrie & Technik
 - 2. "Klärschlammhandhabung mit Kolbenpumpen Ein Erfahrungsbericht aus Mono- und Mitverbrennungsanlagen" Roman Eggert
 - 3. "Operation experience of fluidized bed combustion worldwide" Sebastian Kaiser
 - Neue Entwicklungen bei der Verwertung von Bett- und Rostaschen aus der Müllverbrennung in Österreich" Gerhard Stockinger & Jakob Lederer

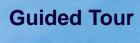
- Kaffeepause
 - 5. "Die Feuerfestwelt der RHI Magnesita" Sascha Koch
 - 6. "Inbetriebnahme zweier BFB Klärschlammverbrennungsanlagen AK2Energy" Helmut Katzenberger
- 17:00 18:00: Pause
- 18:00 Uhr: Abendveranstaltung: Melker Stiftskeller

18:00 Abfahrt vom Hotel zum Melker Stiftskeller

22:00 Rückfahrt zum JUFA-Hotel

Freitag 22.09.2023: Konferenz

- 08:30 12:30: Konferenz-Session, Forschung/Industrie & Technik
 - 1. "Valmet BFB Boiler Neues Design für Agro-Brennstoffe" Andreas Simbeck
 - 2. "Experimentelle Untersuchungen zum Umsatzverhalten kohlenstofffaserverstärkter Verbundkunststoffe (CFK) in einer Wirbelschichtfeuerung"Daniel Bernhardt
 - 3. "CO2-Abscheidung in der Kalk/Zementindustrie mit einer indirekt beheizten Wirbelschichtkalzinierung unter 100 % Wasserdampfatmosphäre vorstellen" Kyra Böge
- Kaffeepause
 - 4. "CO2 capture costs of chemical looping combustion A comparison of natural and synthetic oxygen carrier" Benjamin Fleiß
 - 5. "Shock Pulse Generatoren für die effiziente Online-Kesselreinigung" Jacques Hartmann
 - 6. Abschließende Diskussion, Zusammenfassung
- Ende des Wirbelschichttreffens



WtE Plant Simmeringer Haide

Wer, wenn nicht wir. WIEN ENERGIE

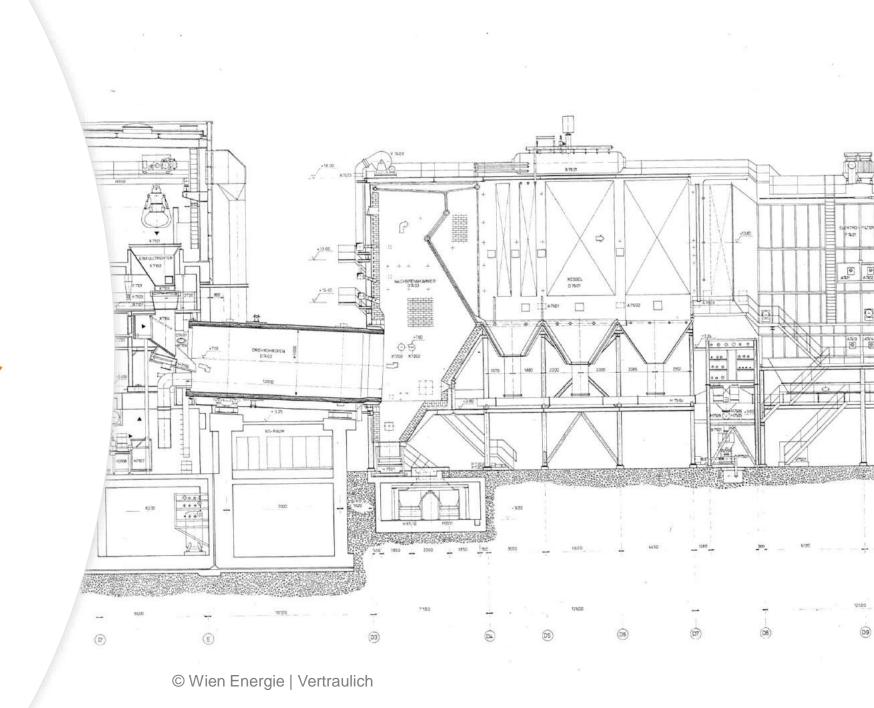


Content

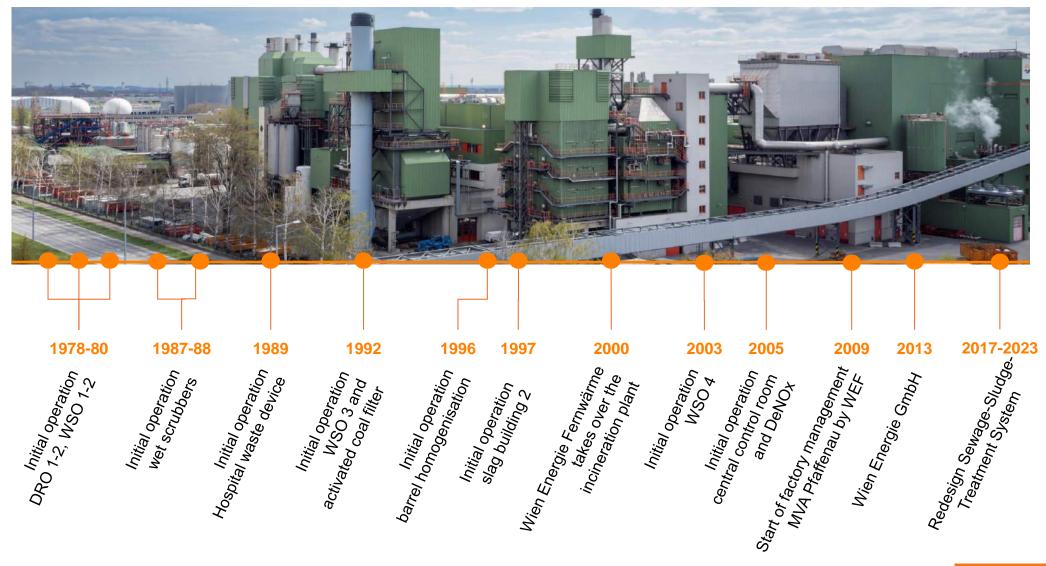
- Historical overview & milestones
- The plant technical aspects
- Emissions & Residues
- New Technologies
- Safety instructions for the guided tour



Historical overview & Milestones



Timeline Simmeringer Haide





The plant - technical aspects



→ Types of Waste



Dewatered municipal sewage sludge (32% dry substance)

Capacity: app. 200.000 t p.a.

Incineration lines: FBC 1-4 (FBC 2 out of order)



Processed municipal waste

Capacity: app. 100.000 t p.a.

Incineration line: FBC 4



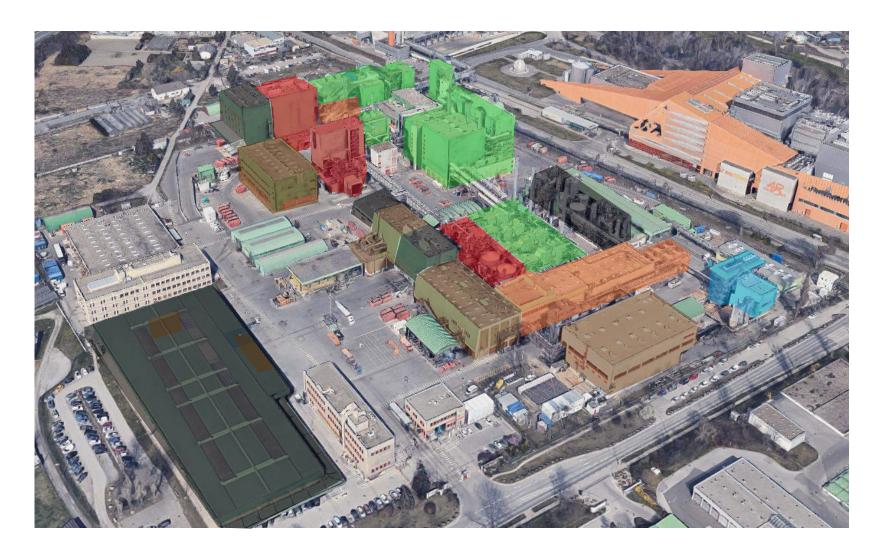
Industrial waste

Capacity: app.110.000 t p.a.

Incineration lines: DRO 1-2, FBC 1-3



→ Details



Legend

- Waste storage
- Pretreatment
- Thermal treatment
- Energy production
- Flue gas and waste water treatment
- Waste2Value



→ Pretreatment of Waste : Sewage sludge

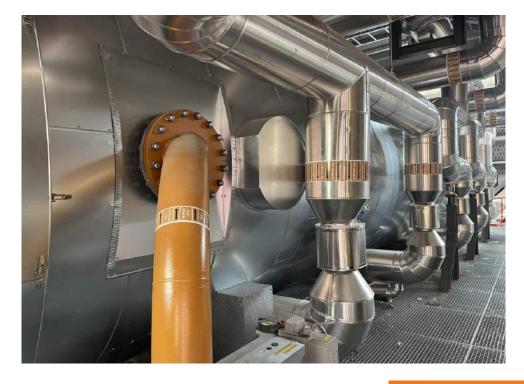
Sewage sludge dewatering

- Input: Sewage sludge (~4% TS)
- Output: Dewatered Sludge (29-32% TS)
- Procedure: mechanical dewatering
- Capacity: ~120 m³/h



Sewage sludge dryer

- Input: Dewatered Sludge (29-32% TS)
- Output: Dried sludge (80-95% TS)
- Procedure: thermal drying
- Capacity: 5 t/h dewatered sludge for each line (2 total)





→ Thermal Treatment



FBC 1-2

Bubbling fluidized bed combustion

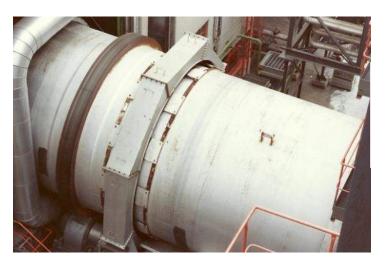
Waste types: Drained Sewage Sludge, Industrial Waste

FBC 3

Bubbling fluidized bed combustion

Waste types:
Drained Sewage
Sludge,
Industrial Waste





Rotary Kiln 1-2

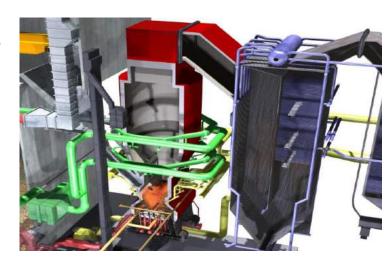
Rotary Kiln

Waste types: Industrial Waste

FBC 4

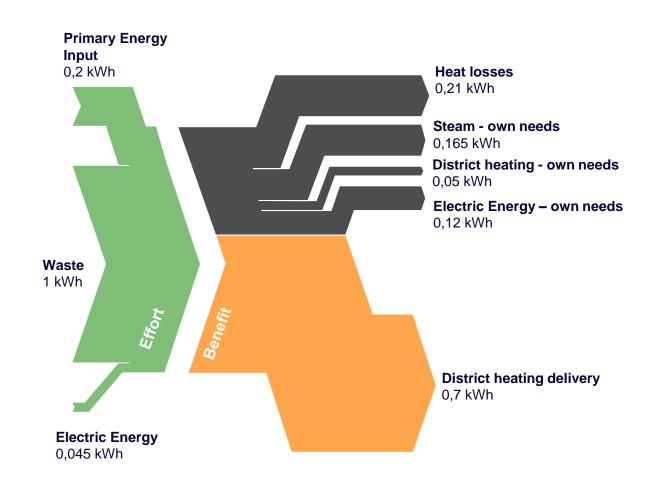
Bubbling fluidized bed combustion

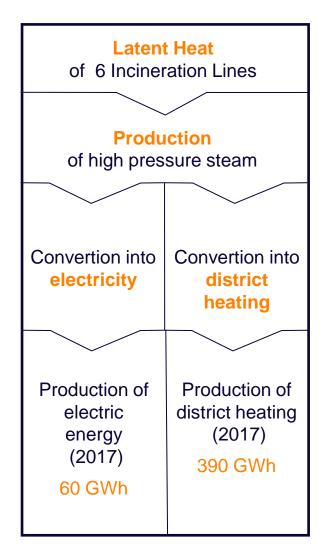
Waste types: Pretreated MSW, Drained Sewage Sludge





→ Energy Efficiency Simmeringer Haide





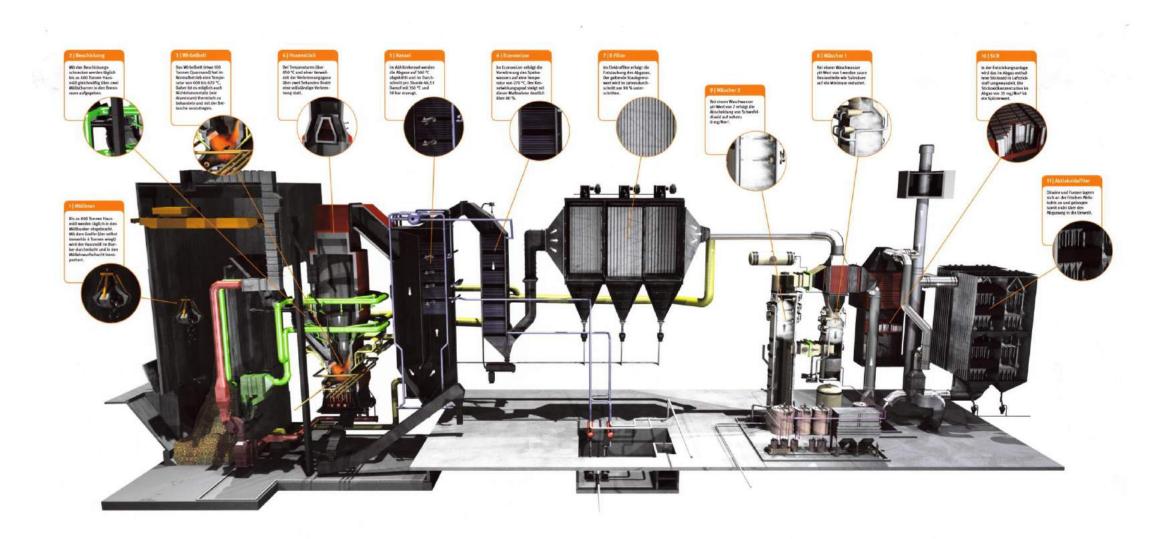


Emissions & Residues



Flue gas cleaning

→ Fluidized bed combustor 4



09.11.2023



15

Flue gas cleaning

→ Data of Emissions 2022 (DRO1/2,WSO1/2/3)

Pollutant	Concentration (half hour mean) [mg/Nm³]	Legal Limit Values [mg/Nm³]	EU-Limits [mg/Nm³] (2000/76/EG; 97 %)
CO	9,4	100	150/100 ¹⁾
VOC	0,3	10	10
HCI	0,1	10	10
NOx	29,8	100	200
SO ₂	1,2	50	50
Dust	0,1	10	10
Toxische Metalle	0,0112	0,5	1
Hg	< 0,0004	0,05	0,1
PCDD/F [ng/Nm³]	0,0018	0,1	0,1

¹⁾ TMW 50 mg/Nm³; HMW 150 mg/Nm³ bei 95 % aller Messungen, 100 mg/Nm³ bei 100 % aller Messungen in 24 Stunden.



Flue gas cleaning

→ Data of Emissions 2022 (WSO4)

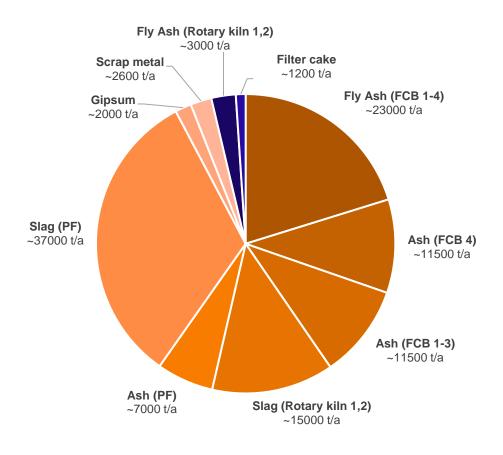
Pollutant	Concentration (half hour mean) [mg/Nm³]	Legal Limit Values [mg/Nm³]	EU-Limits [mg/Nm³] (2000/76/EG; 97 %)
СО	5,5	100	150/100 ¹⁾
VOC	0,1	10	10
HCI	0,0	10	10
NOx	32,3	100	200
SO ₂	0,8	50	50
Dust	0,0	10	10
Toxische Metalle	0,0138	0,5	1
Hg	< 0,0004	0,05	0,1
PCDD/F [ng/Nm³]	0,008	0,1	0,1

¹⁾ TMW 50 mg/Nm³; HMW 150 mg/Nm³ bei 95 % aller Messungen, 100 mg/Nm³ bei 100 % aller Messungen in 24 Stunden.



Solide residues (Simmeringer Haide + Pfaffenau)

- Fly Ash (FBC 1-4)
- Ash (FBC 4)
- Ash (FBC 1-3)
- Slag (Rotary kiln 1,2)
- Ash from houshold waste (PF)
- Slag from houshold waste(PF)
- Gipsum
- Scrap metal
- Fly Ash (Rotary kiln 1,2)
- Filter cake from waste water treatment



09.11.2023

Landfill in Austria

- $198.000 \, t/a = 92 \% \, in \, Vienna$
- 215.000 t/a = 97 % in Austria

Recycling in Austria

Scrap metal

Landfill abroad

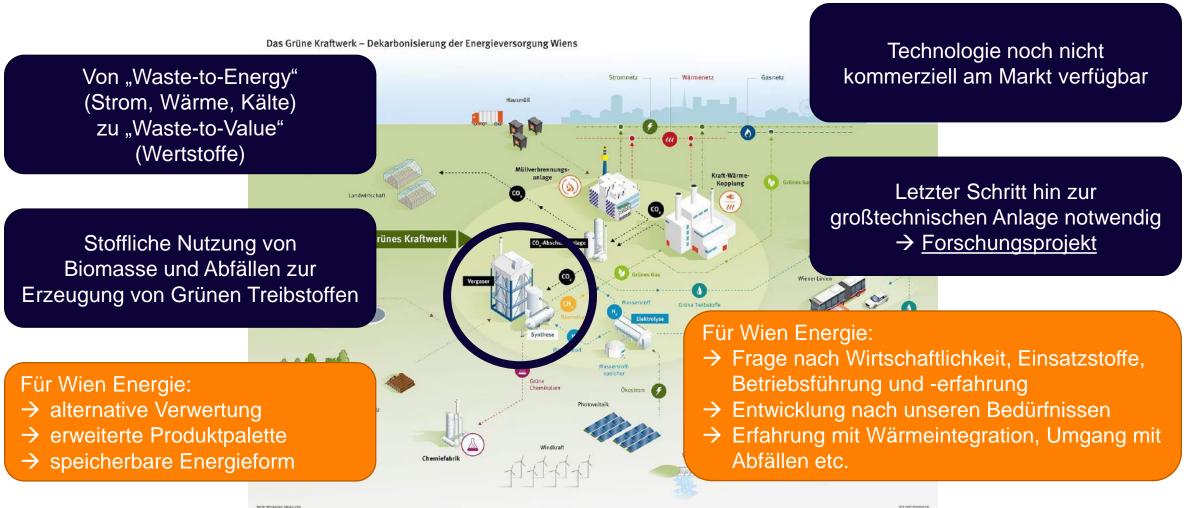
- Fly Ash (Rotary kiln)
- Filter cake from waste water treatment





Motivation

→ Baustein des Grünen Kraftwerks





→ Waste2Value



Technische Daten der Forschungsanlage

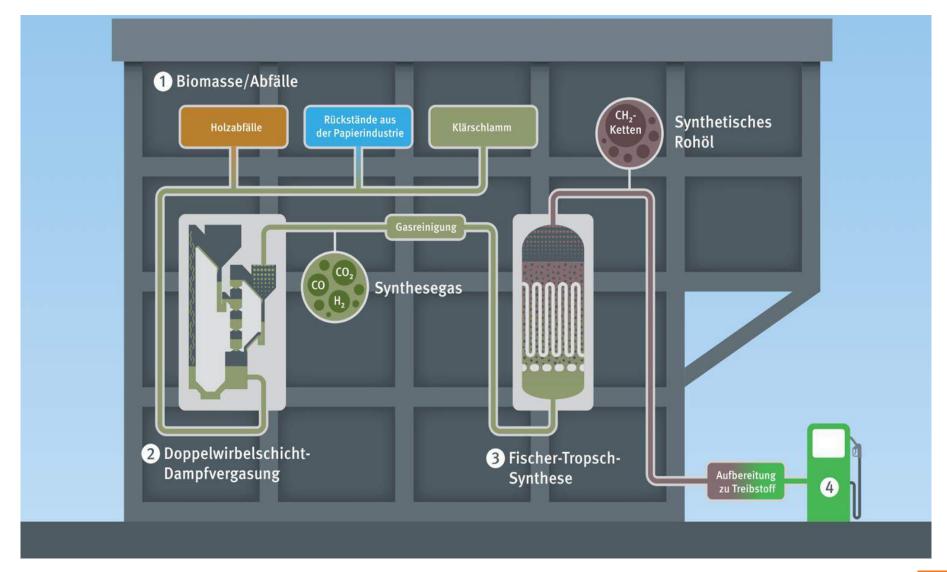
Brennstoffwärmeleistung 1000 kW Gaserzeugung 300 kW Inputleistung Fischer-Tropsch-Synthese (Teilstrom Synthesegas) Outputleistung ~ 160 I synthetisches Rohöl pro Tag **Fischer-Tropsch-Synthese** (entspricht ~ 50 I Diesel pro Tag) Gesamtwirkungsgrad ~ 55% Waldrestmassen, Holzabfälle, Rückstände aus der Papierindustrie, **Einsetzbare Reststoffe** Klärschlamm und weitere biogene Abfallfraktionen

Erzielbare Endprodukte



Diesel, Kerosin, Chemie-Rohstoffe

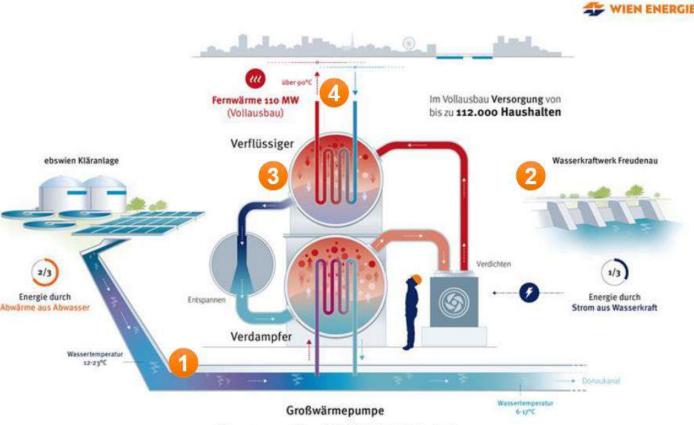
→ Waste2Value





→ GWP EBS

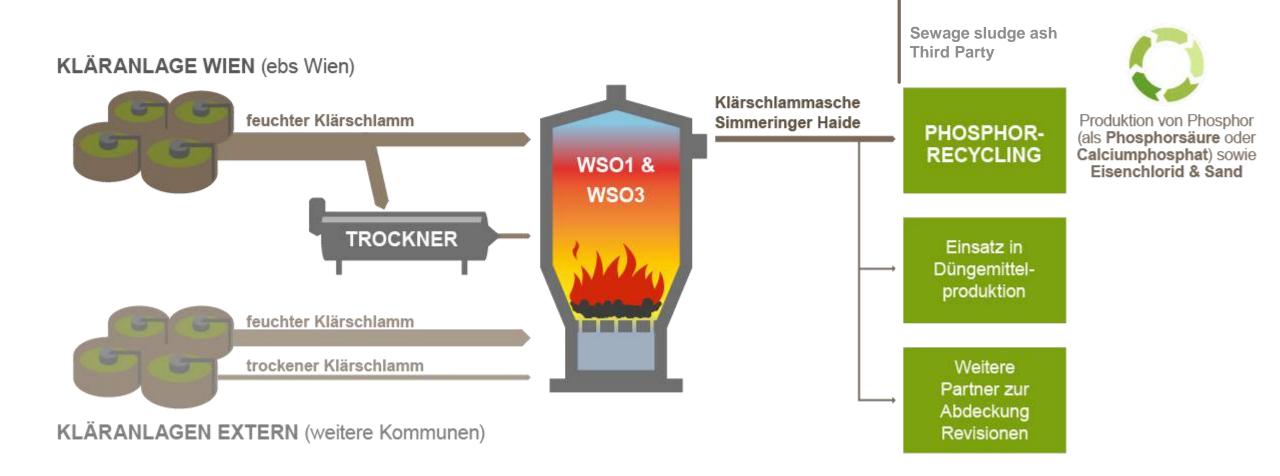
- 100% regionale und erneuerbare Fernwärme (2/3 Abwärme aus dem gereinigten Abwasser
- + 1/3 Strom aus dem Wasserkraftwerk Freudenau).
- Thermische Leistung im Endausbau 110 MW_{th} errichtet in 2 Phasen
- Versorgung von bis zu 112.000 Haushalten mit umweltfreundlicher Wärme
 - Steigerung des erneuerbaren Anteils in der Fernwärme um bis zu 13,8%
 - Wesentliches Projekt in der Dekarbonisierungsstrategie für die Fernwärme in Wien



Jahreserzeugung bis zu 880 GWh/Jahr (Vollausbau) Jährliche CO,-Einsparung bis zu 300.000 Tonnen (Vollausbau)



→ Phosphorus recycling



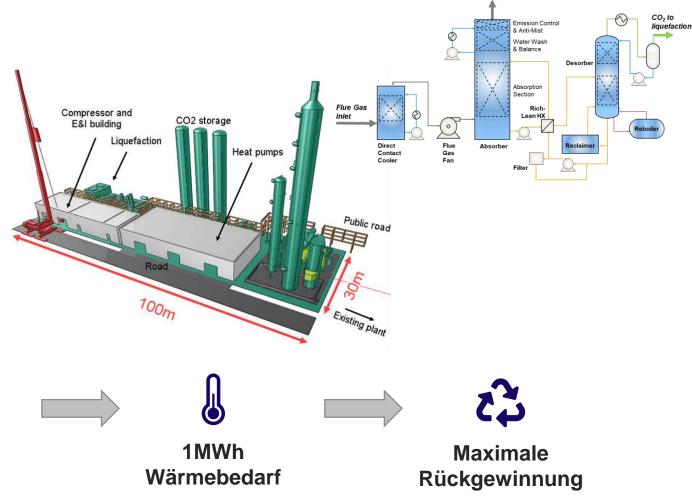


→ Carbon Capture & Storage/Utilisation Evaluierung für die Abfallverbrennung

Herausforderungen

- Integration in die bestehende Anlage und in das Fernwärmesystem
 - Konfiguration f
 ür heterogene Mehrliniensysteme
 - Bedarf einer Rauchgaskondensation
 - Wärmebedarf in Form von ND-Dampf
 - Abwärme und Wärmerückgewinnung mit Wärmepumpen.
- Rechtzeitige Errichtung der erforderlichen Infrastruktur (Pipelines etc.)
- Unklares regulatorischen Umfeld
- Unklare Marktsituation f
 ür Kreislaufwirtschaft





Flue Gas



Further questions?

DI Florian Madl

Plant manager +43 (1) 4004 89411 florian.madl@wienenergie.at

Ing. Alexander Schneider

Production manager +43 (1) 4004 89490 alexander.schneider@wienenergie.at

DI Dr. Friedrich Kirnbauer

Process Technology +43 (664) 6232110 <u>friedrich.kirnbauer@wienenergie.at</u>

Ing. Thomas Leitner

Sales and distribution +43 (664) 6235380 thomas.leitner@wienenergie.at





Guided Tour



Guided Tour Simmeringer Haide

→ Safety Instructions

- Taking part in the tour is at your own risk.
- The area may only be entered under the supervision of guide(s). Thus, please do not leave the group during the entire stay at the facility.
- All visitors must wear sturdy, closed shoes (safety shoes if possible) and helmets in the factory
 area. Helmets and overshoes (if safety shoes are not available) will be provided by Wien Energie.
- Visitors with limited mobility (e.g., walking impediments), with pacemakers or pregnant women are not permitted to take part in the guided tour. Blind or deaf visitors require a personal escort.
- The carrying of umbrellas, sticks and luggage (also e.g., rucksacks and bags) etc. is prohibited –
 you can leave those items at the meeting room.



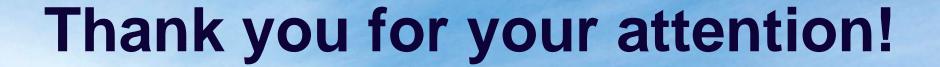
Guided Tour Simmeringer Haide

→ Personal protective equipment

Each person hand out

- 1 Helmet (red)
- 1 pair safety Overshoes







WIENER LINIEN | WIEN ENERGIE | WIENER NETZE | WIENER LOKALBAHNEN | WIPARK | WIEN IT BESTATTUNG WIEN | FRIEDHÖFE WIEN | UPSTREAM MOBILITY | FACILITY COMFORT | GWSG



21.09.2023

IEA Österreichische Wirbelschicht-Tagung

WienWien Energie

Aktuelle
Entwicklungen
in Österreich und
Europa aus Sicht eines
Planungsbüros für
WirbelschichtVerbrennungsanlagen



Helga Stoiber



- Kurze Vorstellung der UVP Environmental Management and Engineering GmbH
- Österreich
 - AVV-Neufassung "2022"
 - AWG 2021 Regelungen zu Abfalltransporten
 - Entwicklungen am Abfallmarkt
- Europa
 - Emissionshandel EU-ETS Novelle
 - IED Novelle
 - Deponierungsverbot 10%-Ziel



UVP GmbH (1)

- Führendes Planungsbüro für thermische Behandlungsanlagen für Abfälle, Nebenprodukte und Biomasse in Österreich
- Seit den 1990er-Jahren aktiv
- Dzt. 17 MitarbeiterInnen
- Standorte in Wien, Linz, Graz u. Kärnten







Heimo ZIMMERMANN
Albert ZSCHETZSCHE
Helga STOIBER



UVP GmbH (2)

- Deponieplanung, Deponieaufsicht
- Verdachtsflächenerkundung, Sanierungskonzepte
- Abfallwirtschaftliche Studien & Behandlungskonzepte
- > Trainings, Schulungen, Workshops, Capacity Building
- "Weißbuch" / "White Book" / "Biela Kniha" zur Thermischen Abfallbehandlung



Österreich (1999, 2009, 2015)

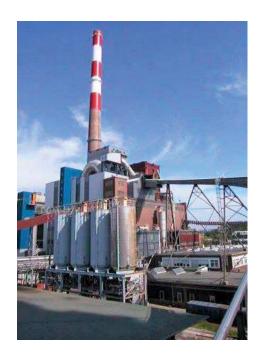
Slowakei (2020)





UVP Therm. Referenzanlagen, Auswahl (1)

Concept, Feasibility Study, Basic Engineering, EIA Permitting:



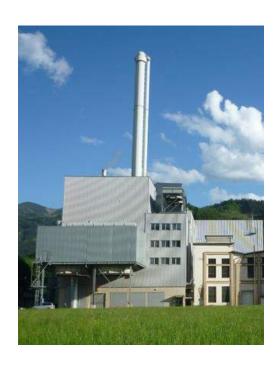
RVL Lenzing 1K8 (1998)

110 MW 300,000 t/a



EVN Dürnrohr 1+2 (2003)

2 x 60 MW 360,000 t/a



ENAGES Niklasdorf (2003)

40 MW 145,000 t/a



UVP Therm. Referenzanlagen, Auswahl (2)

Concept, Feasibility Study, Basic Engineering and EIA Permitting:



RHKW Linz (2012)

76 MW 275,000 t/a



Norske Skog K9 (2022)

49 MW 250,000 t/a

General Planners in Construction Phase:



SKN Nettingsdorf Black Liquor Boiler (2020)

185 t/h HP steam

ÖSTERREICH



Österreich – AVV-Neufassung (1)

Chronologie der AVV-Neufassung

- ➤ 24.01.2022: Fachentwurf des BMK liegt vor → Vorbegutachtung
- ➤ 19.09.2022: Entwurf des BMK liegt vor → Begutachtung Ziel: Inkrafttreten mit Anfang 2023
- ➤ 20.10.2022: Ende der Begutachtungsfrist
- Seither: Verhandlungen auf der politischen Ebene
- Nachtrag: Entgegen anderslautenden Kommentaren existiert KEIN jüngerer Begutachtungsentwurf der AVV-Neufassung. Die Letztfassung datiert, wie dargestellt, vom 19.09.2022.



Österreich – AVV-Neufassung (2)

Ausgewählte wesentliche Inhalte der AVV-Neufassung

- Nicht nur eine Novelle, sondern eine Neufassung mit umfassenderen Änderungen
- Anpassung an das BREF WI (BVT-Merkblatt Abfallverbrennung), insbesondere Anpassung der Grenzwerte für Verbrennungsanlagen an BAT-AELs (BVT-assoziierten Emissionswerte
- (Auch Anpassungen für Mitverbrennungsanlagen, z.B. in Anhang 2, diese sind hier jedoch nicht im Detail dargestellt)
- ➤ NEU: Kontinuierliche Messung von Ammoniak (NH₃) für Verbrennungsanlagen gemäß Anhang 1 (Anm.: auch für Zementanlagen), die eine SCR oder SNCR haben. (Nicht für andere Mitverbrennungsanlagen, i.e. Feuerungsanlagen und sonstige Mitverbrennungsanlagen.)





Österreich – AVV-Neufassung (3)

Grenzwerte für Verbrennungsanlagen (Anhang 1), geplante Änderungen gemäß AVV-Begutachtungsentwurf

	rte
Halbstundenmittelwerte	Tagesmittelwerte
10	5
10	10
	_
10	8
	Neuanlagen: 6
0,7	0,5
50	40
	Neuanlagen: 30
200	200
200	150
	Neuanlagen: 120
100	70 ¹)
100	_ 50
0,05	0,02
5	_5
	10 10 0,7 50 200 200 100 0,05



Österreich – AVV-Neufassung (4)

Grenzwerte für Verbrennungsanlagen (Anhang 1), geplante Änderungen gemäß AVV-Begutachtungsentwurf

Zeitbezug	Mittelwerte über einen Zeitraum von 0,5 bis 8 Stunden	
Cadmium und Thallium und ihre		0,02
Verbindungen (Σ Cd und Tl)		
Summe Antimon, Arsen, Blei, Chrom,		0,3
Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel,		
Vanadium, Zinn und Verbindungen (Σ		
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)		
Zeitbezug	Mittelwerte über einen	Wert über einen
	Zeitraum	Probenahmezeitraum
	von 6 bis 8 Stunden	von 2 bis 4 Wochen
Dioxine und Furane ²)	0,06	0,08
	Neuanlagen: 0,04	Neuanlagen: 0,06
Dioxine, Furane und dioxin-ähnliche	0,08	0,1
PCB ²)	Neuanlagen: 0,06	Neuanlagen: 0,08

²) Es ist entweder der Grenzwert für Dioxine und Furane oder der Grenzwert für Dioxine, Furane und dioxin-ähnliche PCB einzuhalten (siehe dazu auch § 10 Abs. 3 Z 1).



Österreich – AVV-Neufassung (5)

Neue diskontinuierliche Messerfordernisse gemäß § 10 (3) für Verbrennungsanlagen (ohne Grenzwerte):

- Z.2: Polybromierte Dibenzo-p-dioxine und -furane (PBDD/F); mindestens zweimal jährlich (repräsentativ über das Jahr verteilt); diese Verpflichtung gilt nur für die Verbrennung von Abfällen, die bromierte Flammschutzmittel enthalten oder für Anlagen, die über eine kontinuierliche Bromideindüsung zur Abscheidung von Hg verfügen;
- Z.3: Benzo(a)pyren; mindestens einmal jährlich;
- ➤ Z.4: N₂O; die Überwachung ist nur für Wirbelschichtöfen <u>oder</u> bei Verwendung einer SNCR, die mit Harnstoff betrieben wird, erforderlich; mindestens einmal jährlich.



Österreich – AVV-Neufassung (2)

Vorgaben zur Klärschlammbewirtschaftung (Klärschlammbehandlung und -verwertung)

- Vorgaben zur P-Rückgewinnung:
 - mind. 80 % aus der Verbrennungsasche bzw.
 - mind. 60 % aus dem Kläranlagenzulauf
- ➢ Grenze bei einer Anlagengröße von ≥ 20.000 EW₆₀; für kleinere Anlagen sind keine Regelungen in der neuen VO vorgesehen.
- ➤ Eine Monoverbrennung des Klärschlamms ist nicht erforderlich, sondern kann auch im Rahmen einer Mitverbrennung erfolgen.
- ▶ Beginnend mit 01.01.2030 → wird sich voraussichtlich auf den 01.01.2033 verschieben.



AWG-Novelle 2021: Neue Regelung zum Abfalltransport (1)

AWG § 15 (9)

Transporte von Abfällen mit einem Gesamtgewicht von mehr als zehn Tonnen mit einer Transportstrecke auf der Straße von über

- 1.) 300 km in Österreich haben ab 1. Jänner 2023,
- 2.) 200 km in Österreich haben ab 1. Jänner 2024,
- 3.) 100 km in Österreich haben ab 1. Jänner 2026,

per Bahn oder durch andere Verkehrsmittel mit gleichwertigem oder geringerem Schadstoff- oder Treibhausgaspotential (z.B. Antrieb mittels Brennstoffzelle oder Elektromotor) zu erfolgen.



AWG-Novelle 2021: Neue Regelung zum Abfalltransport (2)

Dies gilt nicht, wenn nachgewiesen wird, dass von der Bahn keine entsprechenden Kapazitäten bereitgestellt werden können, oder wenn beim Bahntransport die auf der Straße zurückzulegende Transportstrecke für die An- und Abfahrt zu und von einer der am nächstgelegenen Verladestellen im Vergleich zum ausschließlichen Transport auf der Straße 25% oder mehr betragen würde.

Die entsprechenden Nachweise sind beim Transport mitzuführen und der Behörde auf Verlangen vorzulegen.

BMK in Abstimmung mit WKO errichtete bis 01.12.2022 eine **digitale Plattform** für die Abfrage von Angeboten (Schienengüterverkehr) bzw. Nachweis nicht entsprechender Kapazitäten binnen 2 Werktagen.

BMK hat die Regelung bis zum 31.12.2024 zu evaluieren.



AWG-Novelle 2021: Neue Regelung zum Abfalltransport (3)

Digitale Abfrageplattform für Bahntransporte

https://aufschiene.gv.at/

Weiterführende Informationen zum Thema:

https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/digitale-abfrageplattform.html

- Liste der teilnehmenden Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)
- EVU-Abfallartenliste
- Berechnungsbeispiele
- Betriebsstellen mit Lademöglichkeit

u.a.



Marktbeobachtungen Österreich (1)

Klärschlammbehandlung und P-Recycling:

- Der Sektor beginnt sich eher zögerlich zu organisieren.
- Ansonsten: Abwarten, wann und in welcher Form die AVV-Neufassung kommt...

Heizwertreiche Abfälle:

 Markt ist im Umbruch, mit bedingt durch die aktuelle Marksituation bei fossilen Energieträgern.

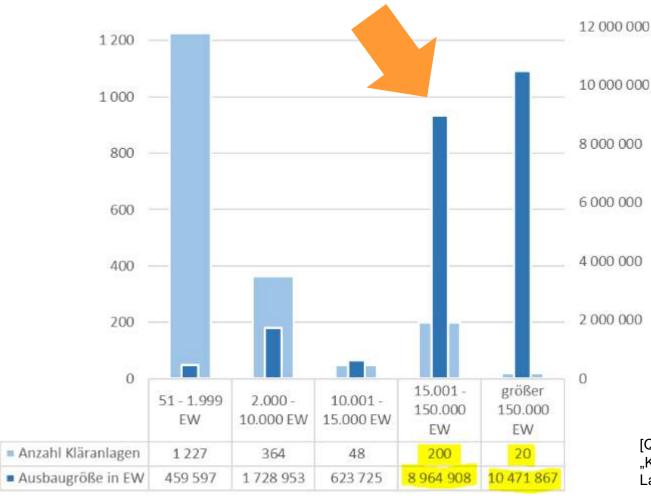
Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz werden verstärkt nachgefragt, z.B.

- Rauchgaskondensation,
- Integration von Wärmepumpen.



Marktbeobachtungen Österreich (2)

Klärschlammbehandlung - ≥ 20.000 EW₆₀ vs. ≥ 50.000 EW₆₀



[Quelle: "Kommunales Abwasser –

EUROPA



Entwicklungen auf EU-Ebene – Überblick (1)

Revision des Europ. Emissionshandels (EU-ETS)

Die Emissionshandelsrichtlinie (Richtlinie 2003/87/EG) wurde im Rahmen des Fit-For-55 Pakets überarbeitet und am 19.04.2023 vom Rat angenommen. Neuerungen u.a.:

"ETS-1" – Industrie, Energie

- Die Gesamtmenge an Zertifikaten wird bis 2030 um 62 Prozent im Vergleich zu 2005 reduziert.
- CO₂-Grenzausgleich (Carbon Border Adjustment Mechanism CBAM) zur Verhinderung von Carbon Leakage.
- Revision f. Luftverkehr, Aufnahme des Seeverkehrs

NEU: "ETS-2" - Gebäude, Straßenverkehr und weitere Sektoren

Abfallverbrennung ab 2028 im EU-ETS...?

Die Europäische Kommission soll zunächst eine entsprechende Folgenabschätzung vornehmen.



Entwicklungen auf EU-Ebene – Überblick (2)

Revision der Industrieemissionsrichtlinie (Industrial Emissions Directive, IED)

Der Europäische Rat erzielte am 16.03.2023 Einigung über die Neugestaltung der IED.

Ziele, u.a.:

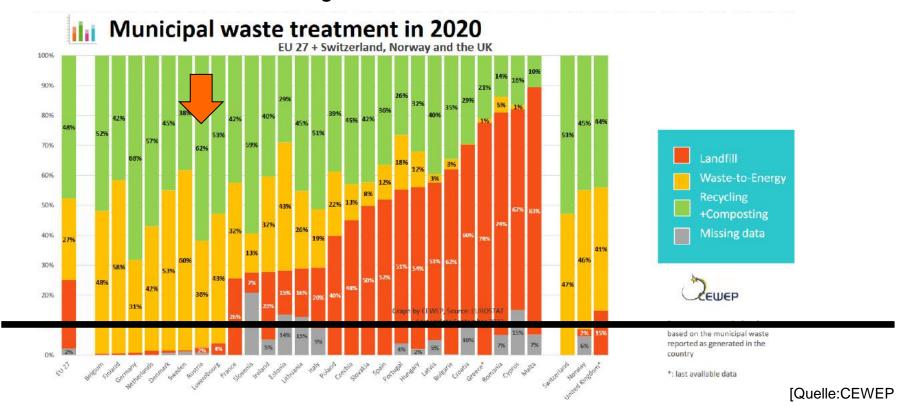
- Ausweitung des Geltungsbereichs mehr Anlagen im Scope, insbesondere mehr Intensivtierhaltungsbetriebe;
- weitere Verringerung der Umweltbelastungen;
- die Förderung der Entwicklung neuer Technologien;
- Verbesserung der Ressourceneffizienz,
- die Gewährleistung besser kontrollierter und stärker integrierter Genehmigungsanforderungen sowie die Einführung eines verbindlichen Umweltmanagementsystems



Entwicklungen auf EU-Ebene – Überblick (4)

EU DeponieRL 1999/31/EC, geändert durch RL 2018/850/EU

Die Mitgliedstaaten treffen alle erforderlichen Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die Menge der auf Deponien abgelagerten Siedlungsabfälle bis 2035 auf höchstens 10 (Gewichts-)Prozent des gesamten Siedlungsabfallaufkommens verringert wird.





Marktbeobachtungen Europa



Griechenland
Slowakei
Slowenien
Kroatien
Serbien
Polen
Bulgarien



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

UVP Environmental Management and Engineering GmbH Lassallestrasse 42/12a, 1020 Vienna, Austria

Helga Stoiber

Senior Partner

Thermal Waste Treatment and Project Management

phone +43 (0)1 214 95 20 18 mobile +43 (0)660 18 78 947 email helga.stoiber@uvp.at





http://www.uvp.at







Inhalt:

- 1. Kolbenpumpen
- 2. Systemlayouts
- 3. Betriebserfahrung Kraftwerk Lippendorf (Mitverbrennung)
- 4. Betriebserfahrung Klärwerk Steinhäule (Monoverbrennung)

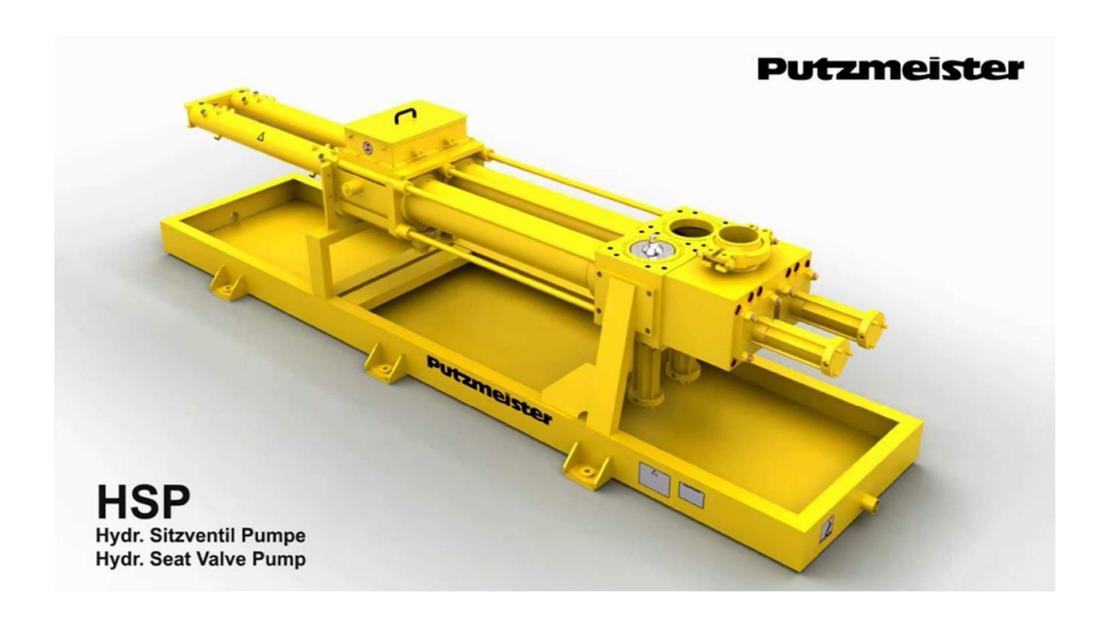


Putzmeister



Animation HSP – Sitzventil Kolbenpumpe





Was ist Klärschlamm für Kolbenpumpen?



- Mechanisch entwässerter Klärschlamm (kommunal oder industriel)
- TS Gehalt von 15 40 % (kalt: 10 60°C)
- TS Gehalt bis ca. 43 % (heiß: 60 100 °C)
- !!! Auf jeden Fall vor der Leimphase !!!



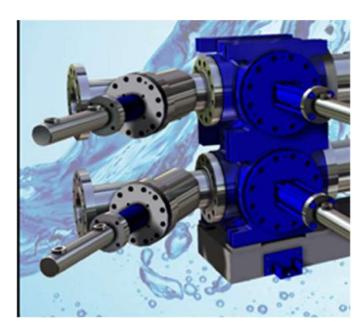
Vergleich S-Rohr vs. Sitzventil für Klärschlamm



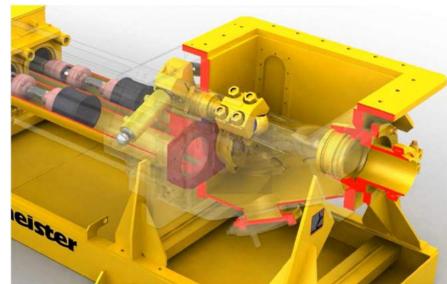
	S-Rohr Pumpe	Sitzventil Pumpe
Geeignet für Klärschlämme	16	16
Geeignet für Störstoffe	bis 160 mm	begrenzt
Verschleißteile Produktberührt	1 x Brillenplatte, 1 x Druckring	4 x Ventilsitz, 4 x Ventilteller, 4 x Ventilstange
Langfaserige Stoffe	16	16
Dämpfungsverhalten	16	16
Zulauf zu Förderzylindern	720 x 720 mm	DN 180 – 220 mm je Zyl.
	eiste	meine

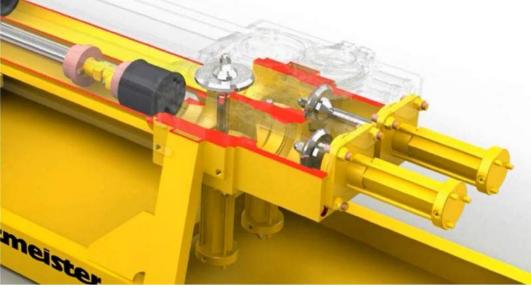
Vergleich S-Rohr vs. Sitzventil für Klärschlamm











Funktionsmerkmale hydr. angetriebene Kolbenpumpe



Hydraulikantrieb:

- Förderleistung von 15 % 100 % stufenlos einstellbar durch Proportionalventil (z.B. 3 20 m³/h, 6 40 m³/h, 9 60 m³/h)
- Förderdruck: bis zu 100 bar (Falls notwendig..!!)
- Keine Notwendigkeit eines FU's
- Mehrere Verbraucher werden
 von einem Motor angetrieben
 (Schnecken, Gleitrahmen, etc.)





Wann wird ein Kolbenpumpensystem eingesetzt:

- Wenn störstoffbehaftete schlammförmige Medien gehandhabt werden (z.B.
 Fremdschlammannahme)
- Wenn die Transportwege lange bzw. verwinkelt sind (z.B. Bauen im Bestand)
- Wenn auf mehrere Dosierstellen verteilt werden soll
- Wenn eine größere Varianz des Trockenstoffgehaltes erwartet wird (flüssig stichfest)
- Wenn Lufteintrag in einen Trockner reduziert werden soll. Reduziert Brüdenkondensat

Wann wird ein Kolbenpumpensystem i.d.R. nicht eingesetzt:

- Bei geringem Trockenstoffgehalt (< 15%) (wirtschaftliche Grenze)
- Bei hohem Trockenstoffgehalt (> 43%) (physikalische Grenze)
- Wenn die Transportwege kurz bzw. gerade sind
- Wenn der Trockenstoffgehalt nicht variiert.



Inhalt:

1. Kolbenpumpen

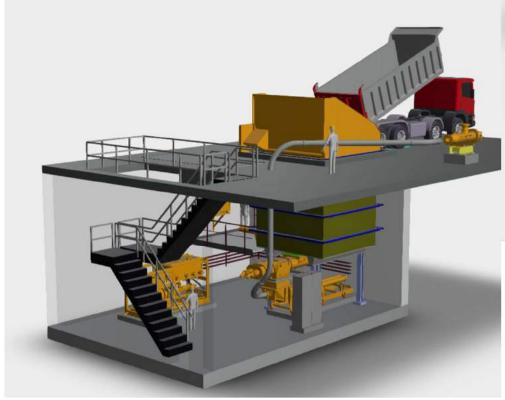
2. Systemlayouts

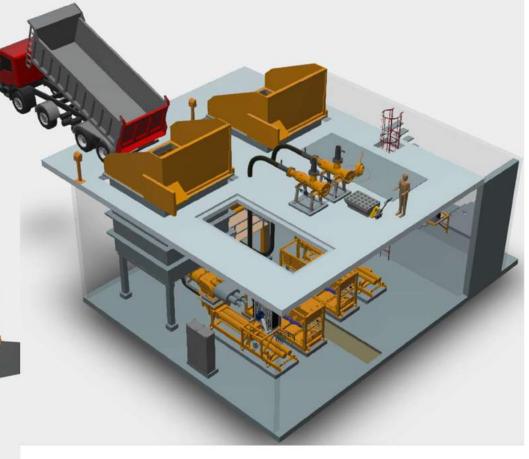
- Betriebserfahrung Kraftwerk Lippendorf (Mitverbrennung)
- 4. Betriebserfahrung Klärwerk Steinhäule (Monoverbrennung)



Annahmebunker Varianten

Stahlausführung 50 – 200 m³

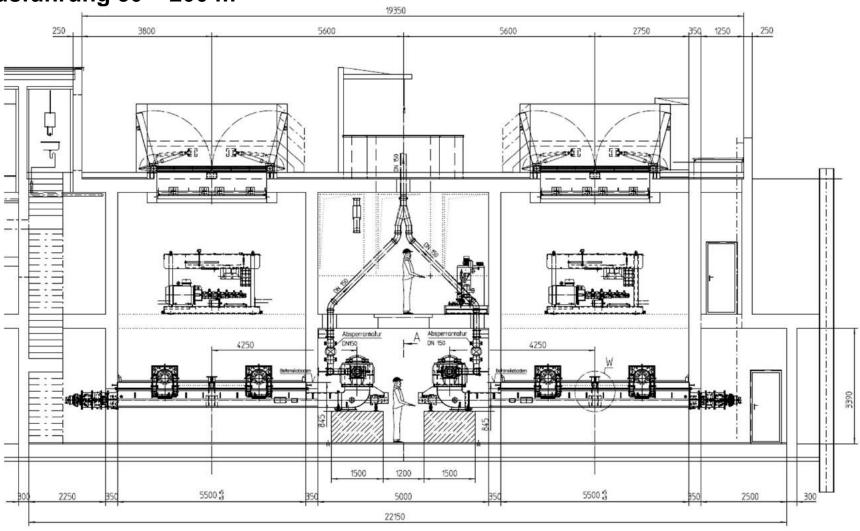






Annahmebunker Varianten

Betonausführung 50 – 200 m³





Speichersilo Varianten

Stahlausführung: 100 – 1.500 m³



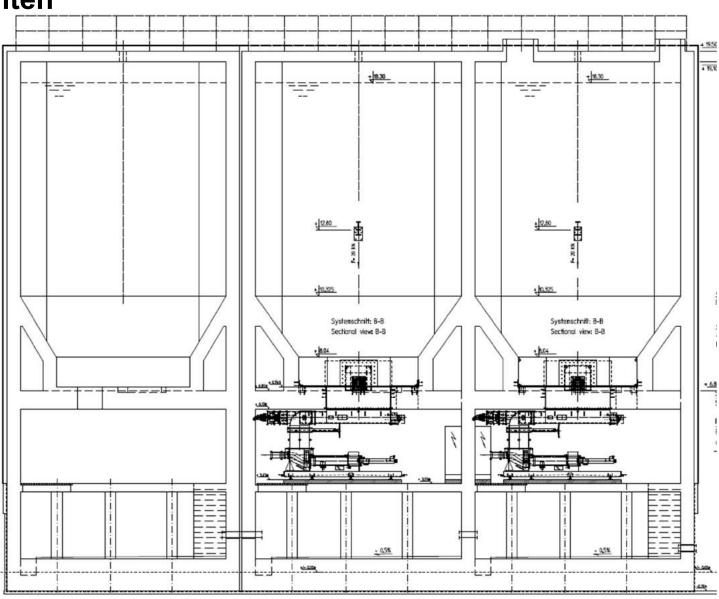




Speichersilo Varianten

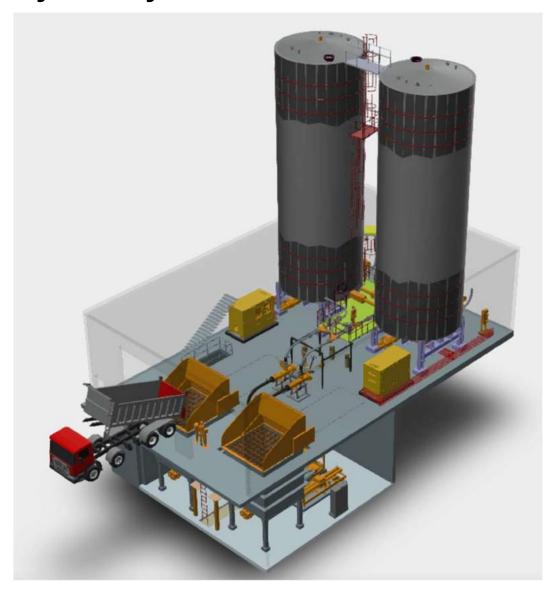
Betonausführung: 100 – 1.500 m³







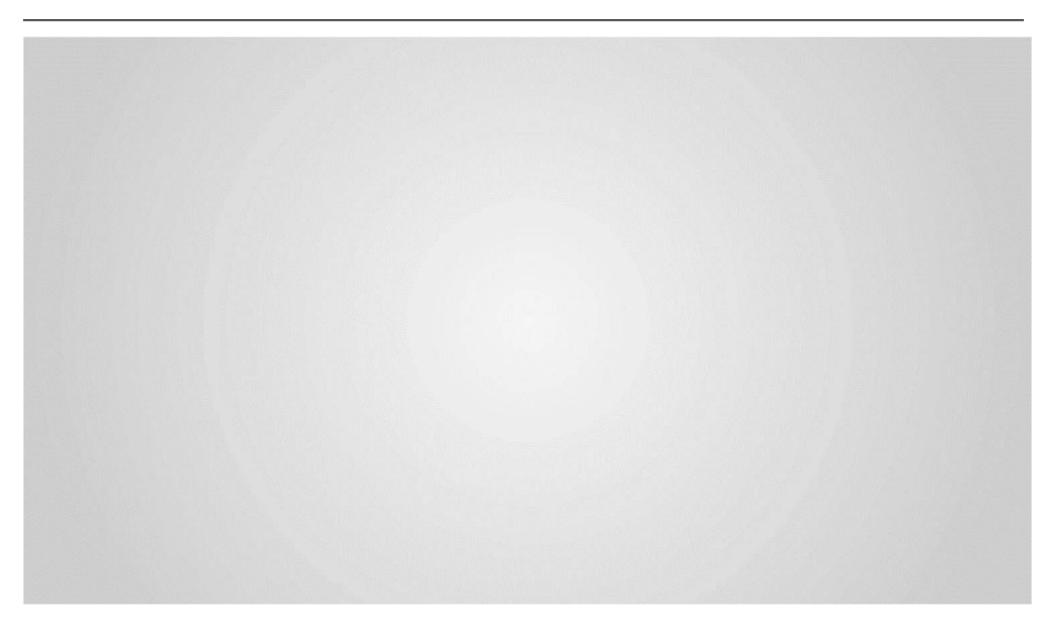
Systemlayout





Anlagenkonzept



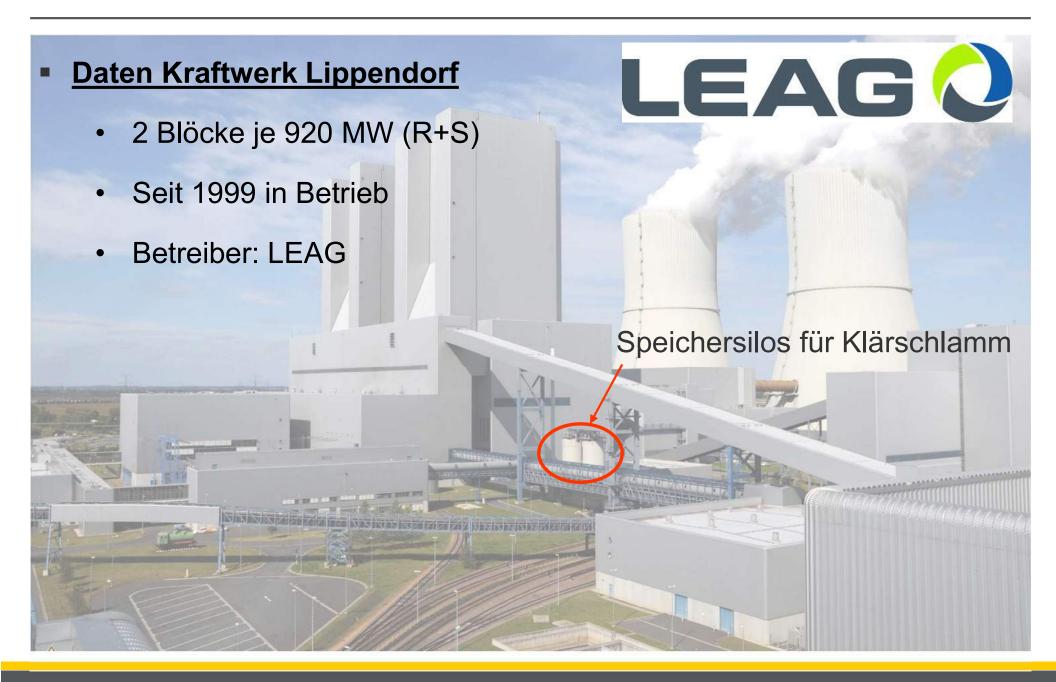




Inhalt:

- 1. Kolbenpumpen
- 2. Systemlayouts
- 3. Betriebserfahrung Kraftwerk Lippendorf (Mitverbrennung)
- 4. Betriebserfahrung Klärwerk Steinhäule (Monoverbrennung)







Betriebsdaten Klärschlamm-Mitverbrennung Kraftwerk Lippendorf

- In Betrieb:
- Betrieben durch:
- Betriebsstunden:
- Klärschlammenge:
- Trockenstoffgehalt:
- max. Fördermenge:
- max. Rohrleitungslänge:

seit 2004

WISAG



ca.7.000 h/a

300.000 t/a (OS) (ca. 75.000 t/a (TS))

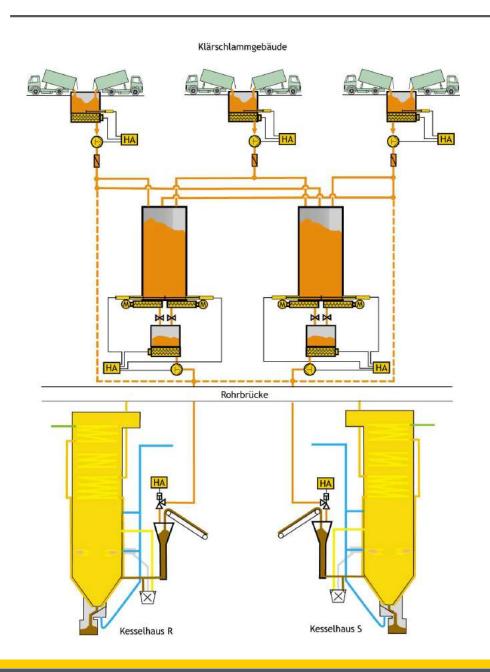
20 - 35 %

44 t/h (~ 44 m³/h) je Linie

385 m (Speichersilo – Kesselhaus)



7 Dosierpumpen



•	3 Annahmebunker	200 m ³
•	3 Gleitrahmen	PDL 7543
•	3 Siloaustragschnecken	SHS 3952 SH
•	3 Dickstoffpumpen	KOS 2170 HP
•	3 Hydraulikaggregate	HA 355
•	3 Fremdkörperabscheider	FKA 200

1 Gleitmitteldosierstation

•	2 Speichersilos	850 m³
•	2 Gleitrahmen	PDF 8000
•	4 Siloaustragschnecken	SHS 4041 SH
•	2 Vorpressschnecken	THS 842
•	2 Dickstoffpumpen	KOS 2170 HP
•	2 Hydraulikaggregate	HA 355
•	1 Gleitmitteldosierstation	10 Dosierpumpen

•	16 Taktventile	HMC-S 180
•	2 Hydraulikaggregate	HA 30



Betriebsdaten:

- 127.000 h Betriebsstunden
- -> ca. 5.700.000 t Klärschlamm verarbeitet
- Redundant aufgebautes System
- 100% Verfügbarkeit.



Ersatzinvestitionen bis jetzt nur die Schalt- und Steuerschränke





Betriebsdaten:

- 3 Schichtbetrieb 24/7
- 2 Personen je Schicht
- 1 Person Inspektionsrundgang und LKW Annahme



Jährliche Wartung und Instandhaltung durch Putzmeister Service Niederlassung
 Gera



Betriebserfahrung mit Fremdkörperabscheidung



Gitterabscheider (KW Lippendorf)



Walzenabscheider (KW Boxberg)



Betriebserfahrung mit Fremdkörperabscheidung

Beide Abscheider funktionieren sehr gut.

	Walzenabscheider	Gitterabscheider	
Spaltmaß 20 mm (min. 10 mm)		50 mm (min. 30 mm)	
Antriebsleistung	18,5 kW	0 kW	
Abtrennung über	Doppelwellensystem	ppelwellensystem Gitter	
		X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	
Einbauraum	Ca. 3,0 m notwendig	Ca. 1,0 m notwendig	
	Muss von oben beschickt werden	Wird von vorne mit Rohrleitung DN 200 mm beschickt	
	Muss unterhalb einer Schnecke aufgestellt werden	Kann im Raum unabhängig platziert werden	



Betriebserfahrung mit Fremdkörperabscheidung

	Walzenabscheider	Gitterabscheider
Betrieb	Kein Anlagenstop notwendig zur Reinigung	Anlagenstop notwendig zur Reinigung
Bewegte Teile	2 x Walzen	Keine bewegten Teile
Wartungskosten	Ca. 22.000,- €/Jahr (Walzen, Lagerung, Dichtung)	Ca. 500 €/Jahr (Ersatzgitter)



Betriebserfahrung mit Fremdkörperabscheidung

- Holzstücke
- Steine
- Metallstücke

• Etc.

Fremdkörper die mitgepumpt wurden!











- Annahmegebäude mit 6 Anlieferstellen für LKW
- Großzügige Dimensionierung der Annahmegebäude











- Rohrleitungen von 3 St. Annahmebuker zu
 2 St. Speichersilo.
- Hermetisch dicht, keine
 Geruchsbelästigung, keine Leckagen



Inhalt:

- 1. Kolbenpumpen
- 2. Systemlayouts
- 3. Betriebserfahrung Kraftwerk Lippendorf (Mitverbrennung)
- 4. Betriebserfahrung Klärwerk Steinhäule

(Monoverbrennung)

Monoverbrennung Klärschlammverwertung Steinhäule Rutzmeister







Betriebsdaten Klärschlammverwertung Steinhäule

In Betrieb: die erste Kolbenpumpe seit 1993

Annahmebunker 97 m³ und Speichersilo 300 m³ seit 2007

Annahmebunker 59 m³ und Speichersilo 1.300 m³ seit 2013

Betrieben durch: ZVS

Heissschlammpumpen ca. 8.200 h/a Betriebsstunden:

Annahme und Speichersilo ca. 5.700 h/a



Betriebsdaten Klärschlammverwertung Steinhäule

Klärschlammmenge: 92.000 t/a (OS) (ca. 23.000 t/a (TS))

20 - 35 %Trockenstoffgehalt:

50 t/h Annahme -> Speicher max. Fördermenge:

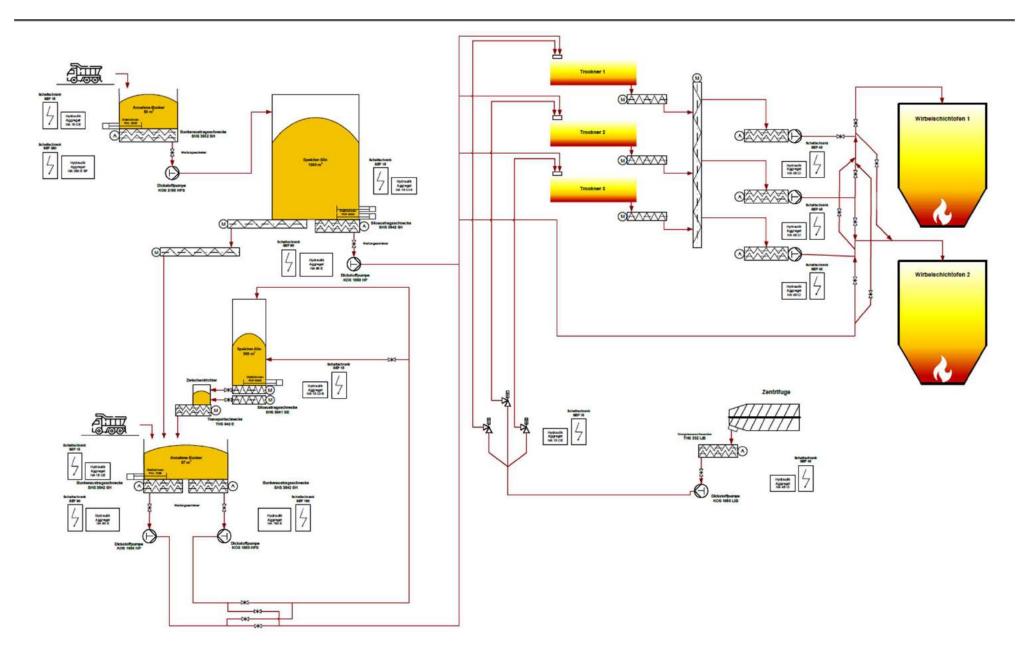
12 t/h Speicher -> Trockner

7 t/h Trockner -> Ofen (Heißschlamm)

- max. Rohrleitungslänge: 60 m (Speichersilo Trockner)
- Temperatur heißer Schlamm ca. 80 90°C
- TS-Gehalt heißer Schlamm ca. 42 % TS

Monoverbrennung Klärschlammverwertung Steinhäule Putzmeister







Historie:

- Bis 1993 Förderung des heißen Klärschlamms in die Verbrennung mittels TKF
 - Sehr reparaturanfällig
 - Schlamm blieb kleben
 - Verfügbarkeitsprobleme
 - Keine Redundanz
 - Stopfschnecke notwendig wegen Luftabschluss zum Ofen hin.



Historie:

- Ab 1993 Förderung des heißen Klärschlamms in die Verbrennung mittels Pumpen
 - Verfügbarkeit stieg von 75 % auf über 95%
 - Schlamm bleibt nicht kleben
 - 3 Pumplinien unter 3 Trocknern,
 - 2 St. In Betrieb
 - 1 St. Redundanz
 - Entfall der Stopfschnecke

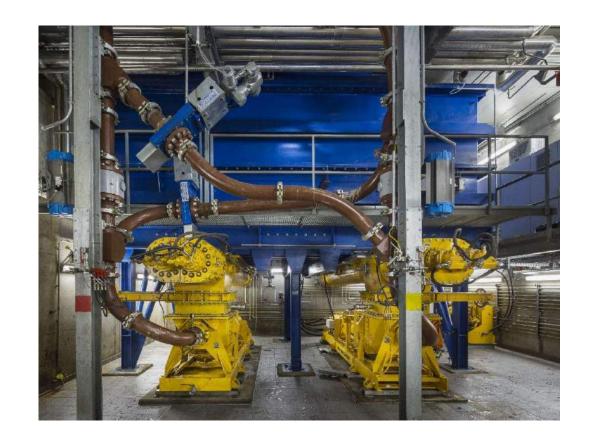


da Rohrleitung dicht an den Ofen angeschlossen wird.



Betrieberfahrungen Störfälle:

- Störfälle durch Störstoffe
- Kein FKA im System installiert
- Fremdkörper: Zurrgurte, Steine,Metallstücke, etc.
- 5 x pro Jahr Störfälle



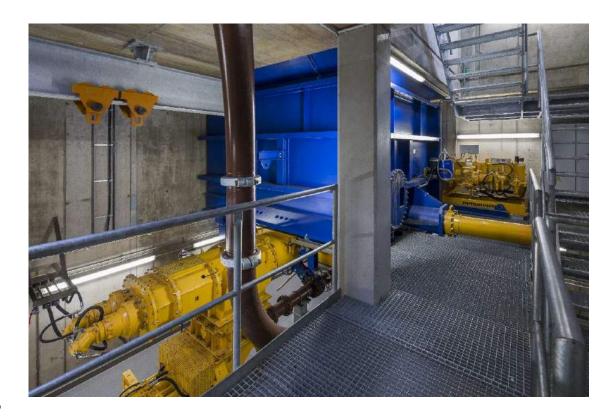
- Im Kaltschlammbereich Beseitigungsdauer ca. 1 h (gut spülbar)
- Im Heißschlammbereich Beseitigungsdauer ca. 4 h (nicht gut spülbar)



Betriebsdaten:

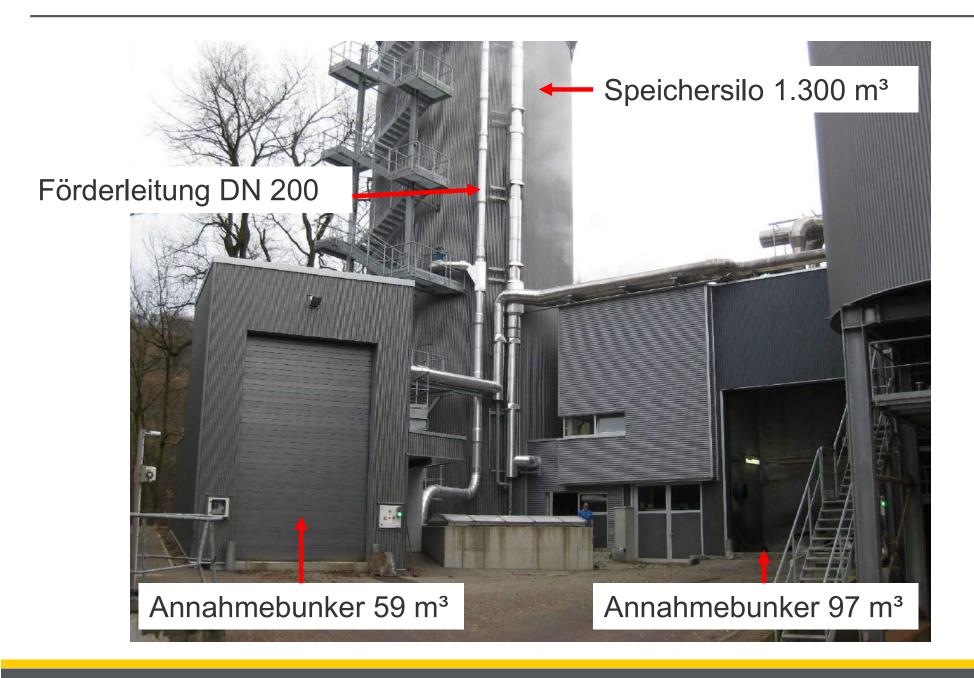
- 5 Schichtbetrieb 24/7
- 2 Personen je Schicht
- 1 Person Inspektionsrundgang Fett auffüllen,

Wasserkasten Sichtprüfung, etc.



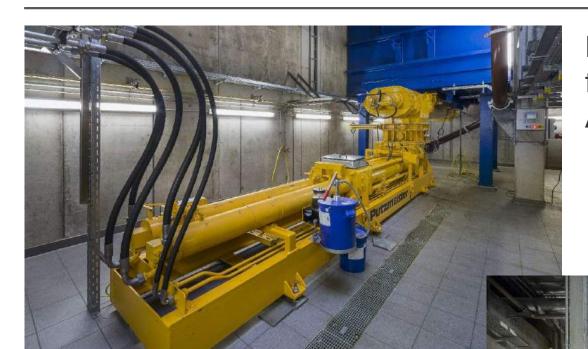
Jährliche Wartung und Instandhaltung durch Putzmeister Service Niederlassung Stuttgart





Monoverbrennung Klärschlammverwertung Steinhäule Putzmeister





Dickstoffpumpen KOS 2180 für 50 m³/h nach Annahmebunker 59 m³

Dickstoffpumpe KOS 1080 für 30 m³/h nach Annahmebunker 97 m³

Klärschlammhandhabung mit Kolbenpumpen



Zusammenfassung

- Etablierte Technik seit Jahrzehnten
- Zuverlässige, betriebssichere Technik
- Biete hohe Flexibiltät für Ausführung (Planung) und Betrieb



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?



Putzmeister Concrete Pumps GmbH Max-Eyth-Str. 10 72631 Aichtal / Deutschland www.putzmeister.com Dipl. Ing. (BA) Roman Eggert Vertrieb D-A-CH Industrietechnik roman.eggert@putzmeister.com www.putzmeister.com



ANDRITZ GROUP

BETRIEBSERFAHRUNGEN WIRBELSCHICHT MIT UNTERSCHIEDLICHEN BRENNSTOFFEN

S. KAISER

21.09.2023



ENGINEERED SUCCESS

ANDRITZ POWER BOILERS - PRODUCTS



Product Lines

EcoFluidBubbling Fluidized Bed (BFB) boiler

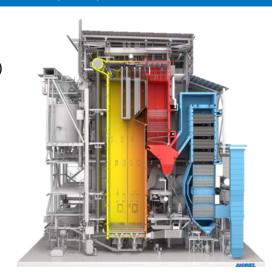
DATA RANGE:

Fuel input: 3 ... 20 MJ/kg (LHV)

Steam flow: $15 \dots 450 \text{ t/h}$ Fuel heat input: $10 \dots 350 \text{ MW}_{\text{f}}$ Electrical output: $5 \dots 100 \text{ MW}_{\text{e}}$

FUELS:

- Biomass (wood chips, forest residues, bark, saw dust, pellets, agro-biomass)
- Wood waste
- Peat
- Sludges
- Pre-treated municipal & industrial waste
- Rejects
- · Refuse-Derived Fuels (RDF) / Solid Recovered Fuels (SRF)
- Animal litter



PowerFluid Circulating Fluidized Bed (CFB) boiler

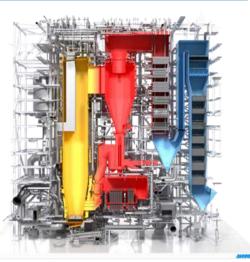
DATA RANGE:

Fuel input: 5 ... 42 MJ/kg (LHV)

Steam flow: 100 ... 750 t/h
Fuel heat input: 80 ... 550 MWf
Electrical output: 20 ... 250 MW_e

FUELS:

- Biomass (wood chips, pellets, agro-biomass, palm kernel shells)
- Wood waste
- Industrial waste (rejects)
- Sludge (co-firing)
- Municipal waste, Refuse-Derived Fuels (RDF), Solid Recovered Fuels (SRF)
- Coal



ANDRITZ POWER BOILERS AND CHP PLANTS



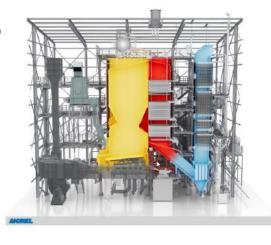
BioSolVibrating grate boiler

DATA RANGE:

Fuel heating value: 7 ... 20 MJ/kg (LHV)

FUELS:

- Biomass (wood chips, bark, saw dust, pellets, straw, energy cane, bagasse, agro-biomass, forest residues)
- Waste wood



FlexSol Water & Air cooled grate (GFB) boiler

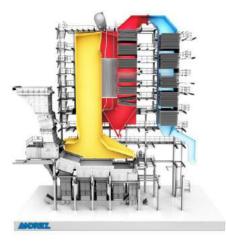
DATA RANGE:

Fuel heating value: 7 ... 30 MJ/kg (LHV)

Steam flow: 20 ... 160 t/h Fuel heat input: 10 ... 170 MW_t Heat output: 9 ... 150 MW_t Electrical output: 2 ... 45 MW_e

FUELS:

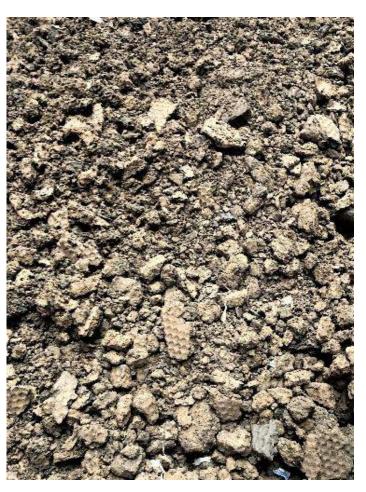
- Waste wood
- · Household / Municipal waste
- Refuse Derived Fuels (RDF), Solid Recovered Fuels (SRF)
- · Chemical and hazardous waste
- Industrial waste



REJECT AND FIBRE SLUDGE - CFB CHINA







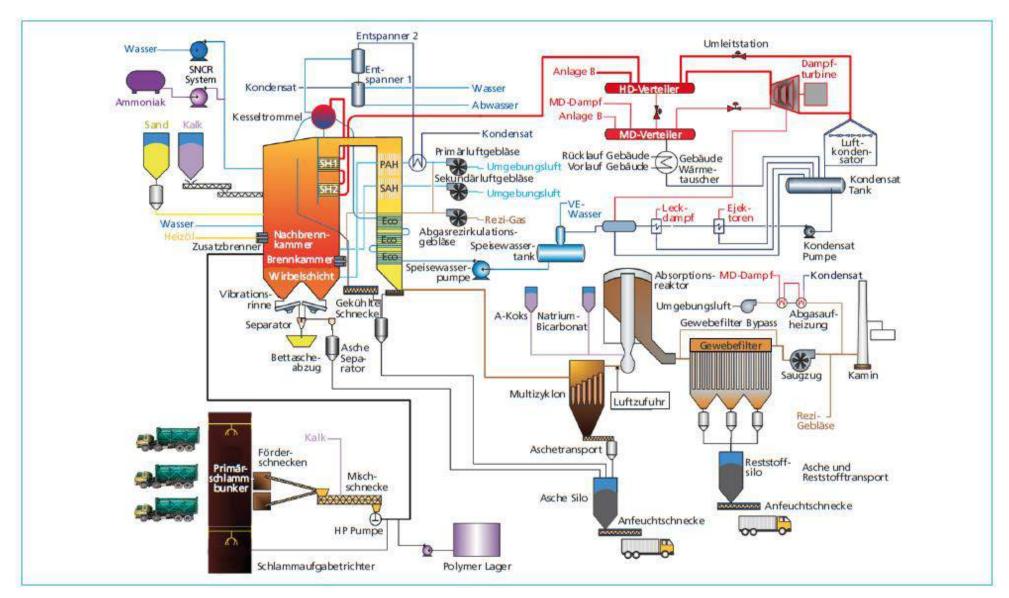
		RDF	Sludge	Fuel Mix Design
		Range	Range	Range
С	%-w (ar)	26 - 40	9 - 13	18 – 24
Ash	%-w (ar)	4 – 6	14 – 19	8 – 21
N	%-w (ar)	-	-	0,1-0,5
CI	%-w (db)	-	-	max 0,85
H2O	%	40 – 60	55 - 65	45 – 65
LHV	MJ/kg	9 – 17	1 – 3	5 – 10

 Calcareous sludges -> catalytic effects and increasing the NO_x emissions even more

Igelbüscher A. and Bilitewski B., 2008: Overconcentrations of NOx during the incineration of fibre sludges in the fluidized bed, In: Müll und Abfall, 2008; 6, pp. 284-285, DOI: 10.37307/j.1863-9763.2008.06.03

BETRIEBSERFAHRUNG T-PARK HONGKONG





HIGHLIGHT

PROJECT STATUS

ANDRITZ POWER BOILERS IN JAPAN



ANDRITZ Power Boiler success in Japan since 2014-10/2023

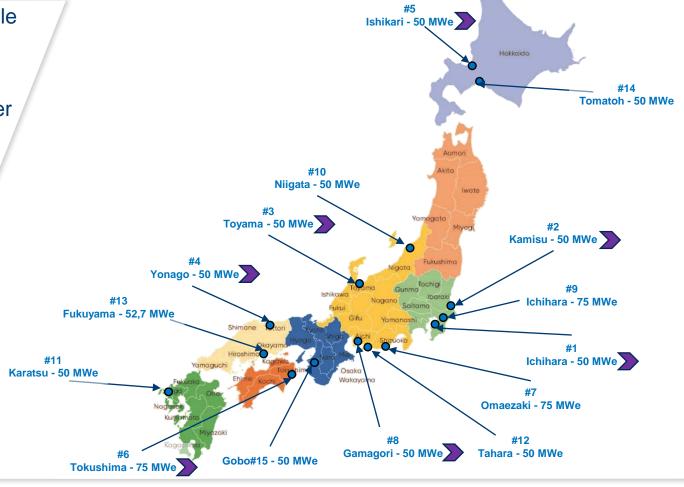
- Impressive contribution to Japanese renewable energy market based on biomass
- From 2025: 902 MWe
- Approx. 2 Million households with green power

In operation:

- CFB-50 MWe: Ichihara, Kamisu,
 Yonago, Toyama, Ishikari, Gamagori
- CFB-75 MWe: Tokushima

Under construction:

CFB (6 X 50 MWe & 2 X 75 MWe)



ANDRITZ POWER BOILERS IN JAPAN



Different legal NO_X limits for 50MWe plants

NO_x LIMITS

Ishikari: 250 ppm

Toyama: 150 ppm

Kamisu: 100 ppm

Yonago: 250 ppm

lchihara: 33 ppm

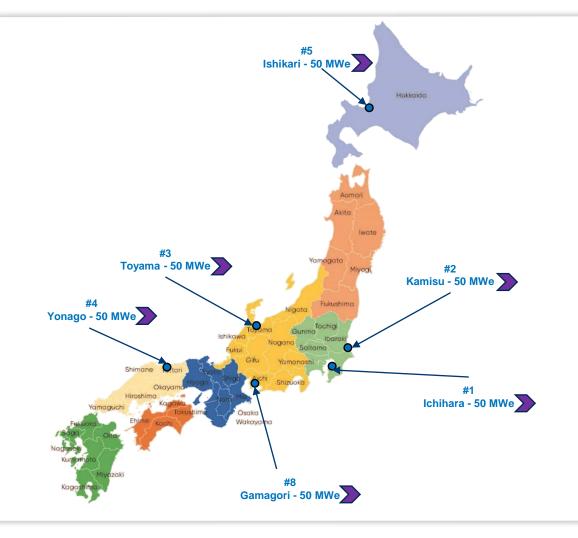
Gamagori: 250 ppm

(dry, 0°C, 1013 mbar, 6% O2)

MEASURES

Kamisu: SNCR – urea

Ichihara: SCR & SNCR – ammonia



ZUSAMMENFASSUNG



- Case 1: Mischungsqualität der Brennstoffe hat hohen Einfluss auf die Betriebsqualität und die zu erreichenden Emissionen. Alternative ist die separate Dosierung verschiedener Brennstoffe.
- Case 2: Klärschlammverbrennung mit integrierter Bauweise und gekühlter Membranwand hat speziell bei grossen Verbrennungsanlagen (> 60.000 t/a) Vorteile und erreicht ausgezeichnete Emissionswerte. Bei kleineren Einheiten ist aufgrund des V/O Verhältnisses die adiabate Verbrennung vorteilhafter.

Danke für die Aufmerksamkeit – Fragen?

Sebastian.kaiser@andritz.com



Die Feuerfestwelt der RHI Magnesita

13. Österreichische IEA Wirbelschichttreffen

Wien, 20-21/09/2023



Übersicht



- Informationen zu RHIM
- 2 Technologie und Design
- 3 Allgemeine Informationen

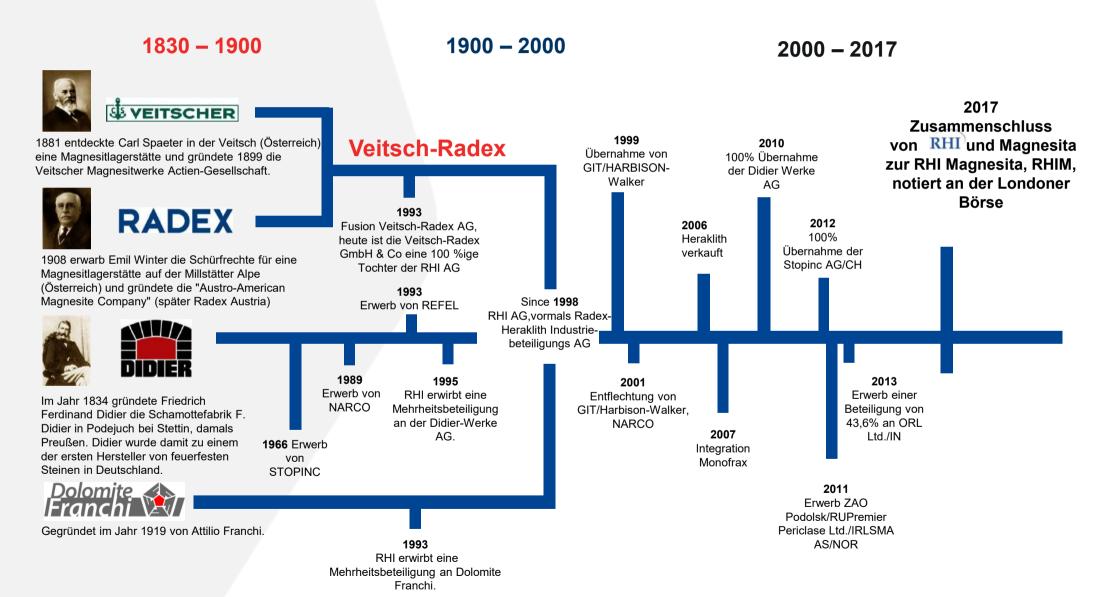


1. Information zu RHIM



Zusammenfassung der RHIM-Geschichte aus der Sicht von RHI







Der Weltmarktführer bei feuerfesten Materialien

Für Sie da, wo immer Sie uns brauchen

13,500Mitarbeiter

€ 3.3bn 2022 Umsatz

€ 77m

Investitionen in F&E und technisches Marketing einschließlich CO2-armer Produkte

+1,674 aktive Patente





33
Hauptproduktionsst andorte
(einschließlich
Rohstoffstandorte)

RHI MAGNESITA



+100 Versand in alle Länder der Welt



F&E-Labore und –
Zentren mit über 270
Mitarbeitern, davon
98 mit Master- und
Doktortitel,
die in 2
Forschungszentren
arbeiten.

Unsere Ziele 2025 für die Nachhaltigkeit





CO₂ Emissionen
Reduktion um 15% pro Tonne¹



Vielfalt

Erhöhung des Frauenanteils im Vorstand und in den Führungsetagen auf 33%



EnergieReduktion um 5% pro Tonne



Sicherheit

Starke Sicherheitskultur mit dem Ziel, keine Unfälle zu verursachen



Recycling

Erhöhung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen auf 10%



NOx und SOx Emissionen

Reduktion um 30%² (in China schon erreicht)

Nachhaltigkeit

ein echter Wert, mehr als eine Priorität!



Was wir wollen....



Wir unterstützen die Ziele der Gesellschaften zur Dekarbonisierung der Industrie



wir engagieren uns bei der Suche nach Technologien, die CO₂-Emissionen reduzieren



wir wollen bis 2025 mindestens 15 % der CO₂-Emissionen reduzieren

Was wir tun....



wir erheben unsere Stimme in der Öffentlichkeit, indem wir uns aktiv mit den Behörden auseinandersetzen



wir investieren bis 2025 50 Millionen Euro in CCUS-Technologien

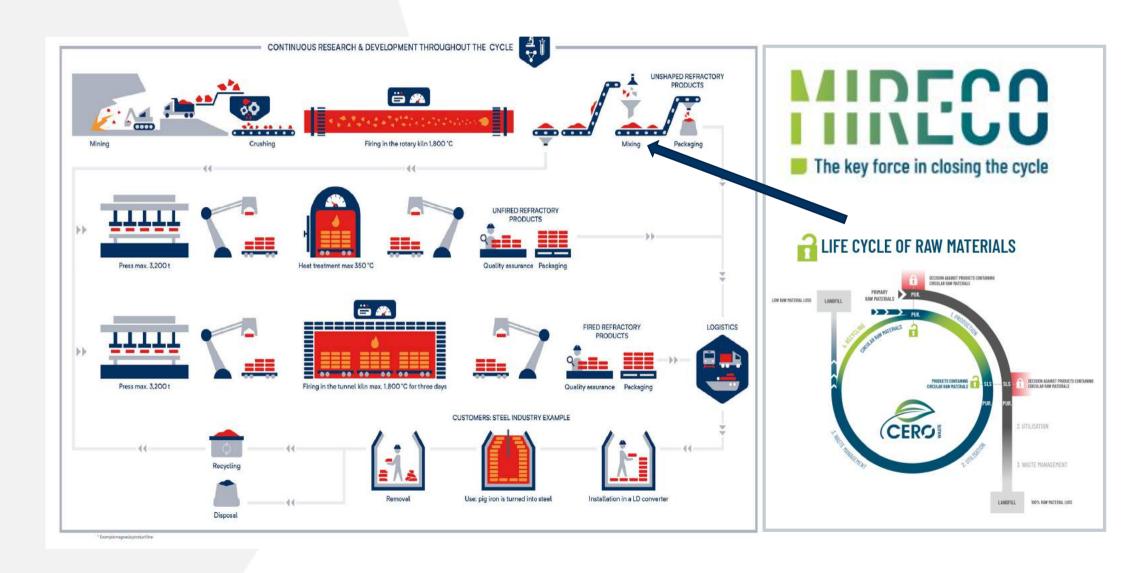


wir verdoppeln den Einsatz von Sekundärrohstoffen; wir ändern unseren Energiemix; wir führen kohlenstoffarme Ziegel ein

Die feuerfeste Welt von RHI Magnesita

Wertschöpfung vom Rohstoff bis zum feuerfesten Produkt







Umfassende Palette hochwertiger Produkte



Unser Produktportfolio

Monolithische Massen

LEGRIT*

Isolierung

COMPRIT* Zement gebunden "RCC"

SUPER* COMPRIT Medium Zement "MCC"

DIDURIT*

gering & sehr geringer Zement

"LLC/ULC"

COMPAC

ohne Zement – neue Generation

SOL*

"NCC"

CARSIT*

Siliziumcarbid

Steine / Spezial-Formate

LEGRAL*

Isolierstein

MAXIAL*

Standard Schamotte bis

hochtonerdehaltige Schamotte

RESISTAL*

dichter hochgebrannter

Aluminiumoxid Stein

DURITAL*

hoch dichter hochgebrannter

Aluminiumoxid Stein

ZETTRAL*

hoher Zirkon

CARSIAL*

hoher Siliziumcarbid

DIDOTHERM* Plattensysteme

unterschiedlichster Qualitäten



Pvrostop*

Feuerfeste keramische Fasern (RCF) und lösliche Fasern, die als Matten, Platten, Module, Papier, Filz usw. geliefert

werden.

^{*} Produktnamen sind geschützt



2. Technologie und Design

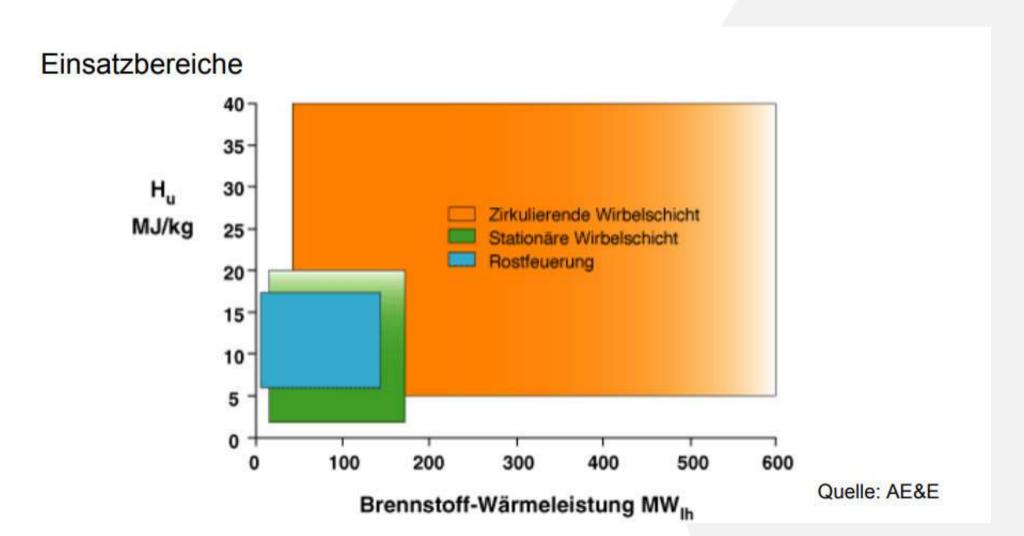
Stationäre & zirkulierende Wirbelschicht-Anlage



Unterschiedliche Aggregate



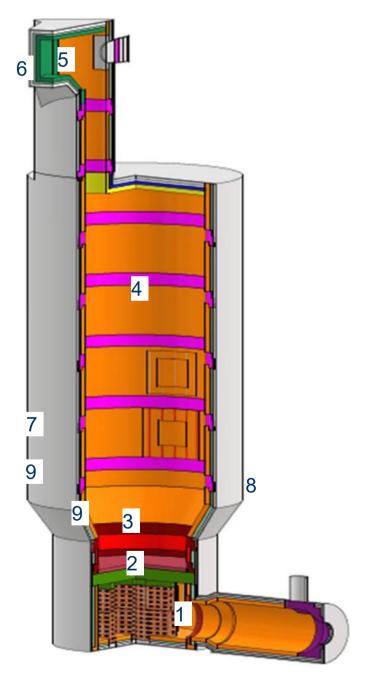
Stand der Technik



Technologie

Aufbau einer stationären Wirbelschicht-Anlage





Brennkammer

- 1. Windbox
- 2. Düsenboden
- 3. Wirbelbett
- 4. Free board

Austritt-Sysstem

- 5. Übergangskanal
- 6. Abhitzkessel

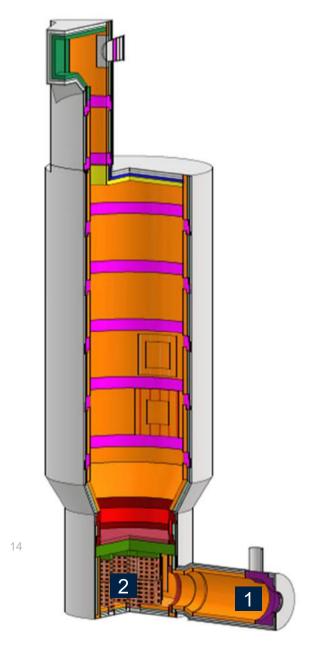
Ein + Austragöffnungen

- 7. Materialeintrag
- 8. Ascheaustrag
- 9. Lufteindüsungen

Lösungen für Stationäre Wirbelschichtreaktoren



Stationäre Wirbelschichtreaktoren - Windbox



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 900-1200°C
- leicht über Lamda 1,0
- Differierende Brennstoffe

Anforderungsprofil Feuerfest

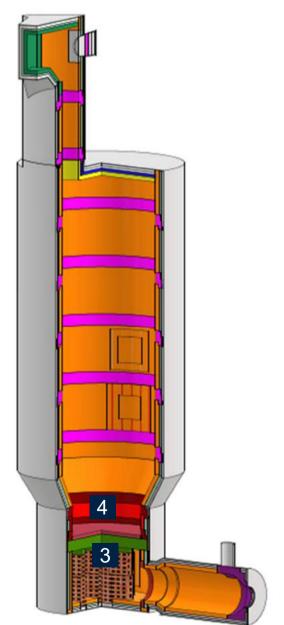
- gute Temperaturwechselbeständigkeit
- gute Thermostabilität
- Alkali-Beständigkeit

- Steine
 - (2) Maxial 306
 - (2) Maxial 334
- Formbauteile
 - (2)Ankoform F49S-6
- monolithische Zustellung
 - (1) Super Comprit F45COR-6
 - (1) **Compac Sol M64-6**
- Bindungsart, je nach Auslegung (Steine/Formbauteile/monolithisch); Brennstoff: Phosphat/Keramisch/ Hydraulisch (RCC) oder SOL-Bindung.
- Mehrschichtiger Aufbau, zur Erreichung der Touch-Temperatur <60°C





Stationäre Wirbelschichtreaktoren – 2teiliger-Düsenboden



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 700-1000°C
- leicht über und unter Lamda 1,0
- Differierende Brennstoffe
- Differierende Füllhöhe +
 Sandqualität (Kornverteilung + Qualitäten)

Anforderungsprofil Feuerfest

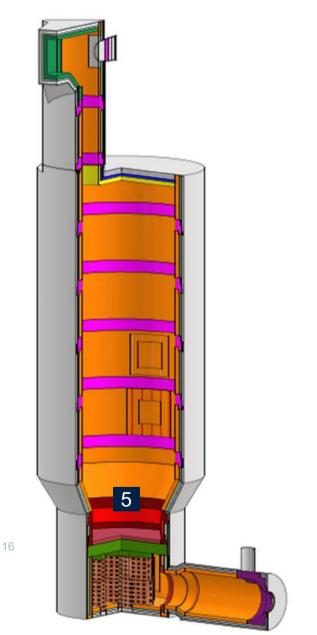
- gute Temperaturwechselbeständigkeit
- gute Thermostabilität
- Alkali-Beständigkeit
- Abriebfestigkeit < 10 cm³

- monolithische Zustellung (Kontakt-Wirbelbett)
 - (4) Super Comprit F41-6 (evtl. mit 2% Stahlnadeln)
 - (4) Compac Sol M64-6
- monolithische Zustellung (Kontakt-Windbox)
 - (3) **Didoflo M63ABR-6**
 - (3) **Compac Sol B84-6**
- Bindungsart, je nach Trocknungsmöglichkeiten (internen oder externen Brenner)

Lösungen für Stationäre Wirbelschichtreaktoren



Stationäre Wirbelschichtreaktoren - Wirbelbett



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 700-1000°C
- leicht unter Lamda 1,0 (reduzierend)
- Differierende Brennstoffe
- Differierende Füllhöhe +
 Sandqualität (Kornverteilung + Qualitäten)

Anforderungsprofil Feuerfest

- gute Abriebfestigkeit <10cm³
- gute Thermostabilität
- CO-Beständigkeit

Auslegung/Design (Standard)

- Formbauteile "Plattensystem"

 Didotherm Flex-CFB (unterschiedlichste Qualitäten)
- Steine

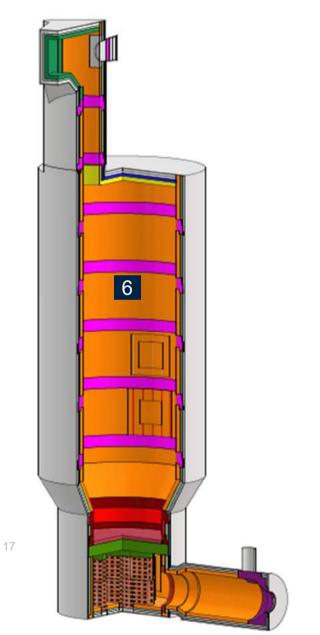
Resistal SK60CH

- monolithische Zustellung
 - Didoflo M63ABR-6 Compac Sol M64-6
- Bindungsart, je nach Auslegung (Platten-Stytem/Steine/monolithisch); Brennstoff: Phosphat/Keramisch/ Hydraulisch (LCC) oder SOL-Bindung.
- Mehrschichtiger Aufbau, zur Erreichung der Touch-Temperatur <60°C

Lösungen für Stationäre Wirbelschichtreaktoren



Stationäre Wirbelschichtreaktoren – Free Board



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 700-1200°C
- leicht unter Lamda 1,0 (reduzierend)
- Differierende Brennstoffe
- Differierende Füllhöhe +
 Sandqualität (Kornverteilung + Qualitäten)

Anforderungsprofil Feuerfest

- gute Abriebfestigkeit <15cm³
- gute Thermostabilität
- CO-Beständigkeit
- Alkali-Beständigkeit

Auslegung/Design (Standard)

- Steine

Maxial 306

- monolithische Zustellung

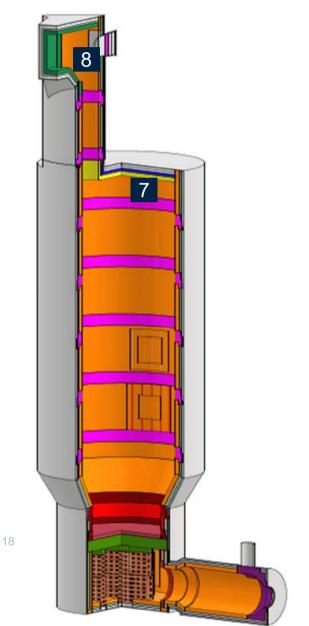
Didoflo F56COR-6 Compac Sol F53-6

- Bindungsart, je nach Auslegung (Steine/monolithisch); Brennstoff: Phosphat/Keramisch/ Hydraulisch (LCC) oder SOL-Bindung.
- Mehrschichtiger Aufbau, zur Erreichung der Touch-Temperatur <60°C





Stationäre Wirbelschichtreaktoren – Decke & Übergangskanal



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 700-1100°C
- leicht unter Lamda 1,0 (reduzierend)
- Differierende Brennstoffe

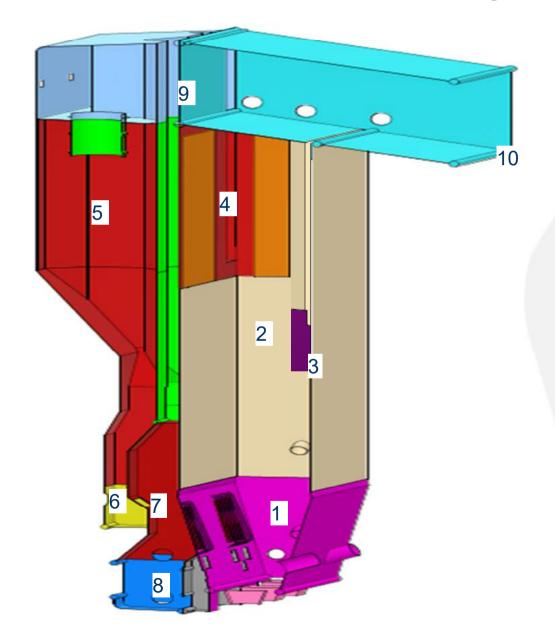
Anforderungsprofil Feuerfest

- Abriebfestigkeit <15cm³
- gute Thermostabilität
- CO-Beständigkeit
- Alkali-Beständigkeit

- monolithische Zustellung
 Didurit F53DG-6
 Comprit F50G-6
 Compac Sol F53G-6
- Bindungsart, je nach Anforderung
 Hydraulisch (RCC/LCC) oder SOL-Bindung.
- Mehrschichtiger Aufbau, zur Erreichung der Touch-Temperatur <60°C

Technologie

Aufbau einer zirkulierenden Wirbelschicht-Anlage





Brennkammer

- 1. Wirbelbett
- 2. Free Board
- 3. Wing Walls

Zyklonen-System

- 4. Einlaufkanal
- 5. Rückführzyklon

Bett-/Asche-Rückführung

- 6. Siphon
- 7. Fließbettkühler
- 8. Kanäle

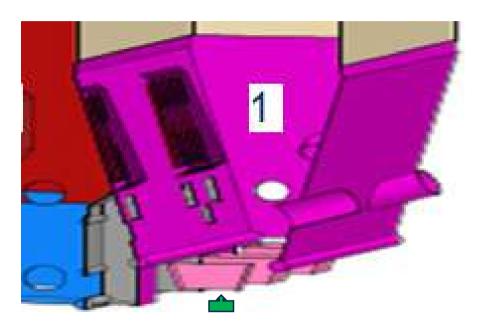
Austritt-Systeme

- 9. Übergangskanal
- 10. Abhitze Kessel



Lösung für zirkulierende Wirbelschicht-Anlage

Brennkammer - Wirbelbett



Lufteindüsung



nach 2 Jahren

Prozessparameter

- Betriebstemperatur 800-1000°C
- Differierende Füllhöhe +
 Sandqualität (Kornverteilung + Qualitäten)
- leicht unter Lamda 1,0 (reduzierend)
- Differierende Brennstoffe

Anforderungsprofil Feuerfest

- gute Abrasionsbeständigkeit <10cm³
- hohe Thermostabilität
- CO-Beständigkeit

Auslegung/Design (Standard)

- Steine

Resistal SK60CH

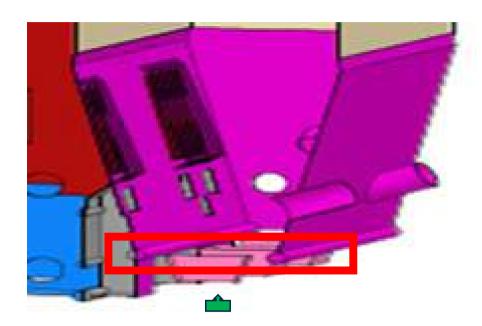
- Formbauteile "Plattensystem"

 Didotherm Flex-CFB (unterschiedlichste Qualitäten)
- monolithische Zustellung
 Didoflo 63ABR-6
 Compac Sol M64-6
- Wärmeleitfähigkeit (WLF) 2-15W/mK
- je nach WLF; Materialbasis: hochtonerde- oder SiC-haltig
- Bindungsart, je nach Auslegung (Steine/Platten/monolithisch); Brennstoff und Sandzusammensetzung: Phosphat/Keramisch/ Hydraulisch (LCC) oder SOL-Bindung.



Lösung für zirkulierende Wirbelschicht-Anlage

Brennkammer - Düsenboden



Lufteindüsung



nach 2 Jahren

Prozessparameter

- Betriebstemperatur 800-1000°C
- Differierende
 Sandqualität (Kornverteilung + Qualitäten)
- leicht unter Lamda 1,0 (reduzierend), Kontakt-Wirbelbett
- leicht über Lamda 1,0 (oxidierend), Kontakt-Windbox
- Differierende Brennstoffe

Anforderungsprofil Feuerfest

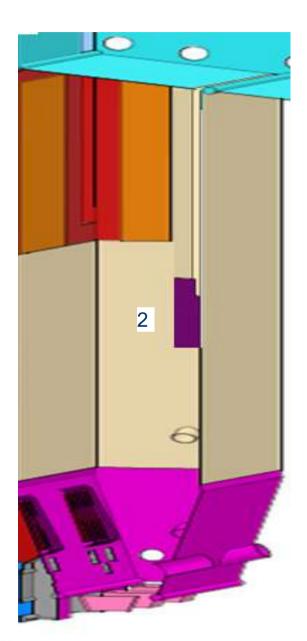
- gute Abrasionsbeständigkeit <10cm³
- hohe Thermostabilität
- CO-Beständigkeit

- monolithische Zustellung / Kontakt-Wirbelbett
 Super Comprit F41-6 mit evtl. 2% Stahlnadeln
 Compac Sol M64-6
- monolithische Zustellung / Kontakt-Windbox
 Didoflo M63ABR-6
 Compac Sol B87-6
- Bindungsart, je nach Trocknungsmöglichkeiten (internen oder externen Brenner)





Brennkammer - Free Board



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 800-1000°C
- Gasgeschwindigkeit zwischen 3-6 m/s
- Hohe Staubbelastung durch Asche/Bettmaterial

Anforderungsprofil Feuerfest

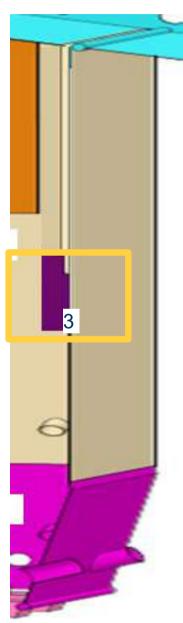
- gute Abrasionsbeständigkeit
- hohe Thermostabilität
- Gute Leitfähigkeit
- Gewisse Alkalibeständigkeit
- CO-Beständigkeit

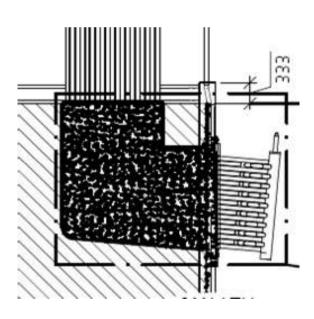
- Steine
 - Maxial 306
- monolithische Zustellung
 - Didoflo F56COR-6 Compac Sol F53-6
- Bindungsart, je nach Auslegung (Steine/monolithisch); Brennstoff: Phosphat/Keramisch/ Hydraulisch (LCC) oder SOL-Bindung.
- Mehrschichtiger Aufbau, zur Erreichung der Touch-Temperatur <60°C





Brennkammer – Wing Wall





Prozessparameter

- Betriebstemperatur 800-1000°C
- Gasgeschwindigkeit zwischen 3-6 m/s
- Hohe Staubbelastung durch Asche/Bettmaterial

Anforderungsprofil Feuerfest

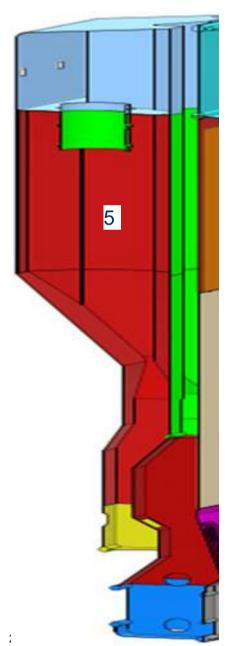
- gute Abrasionsbeständigkeit
- hohe Thermostabilität
- Gute Leitfähigkeit
- Gewisse Alkalibeständigkeit
- CO-Beständigkeit

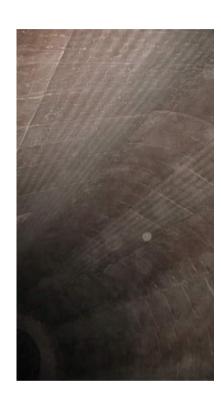
- gut selbstfließendes Material
 Didoflo M63ABR-6
 Didoflo SB B89-6
- oder gut stampfbares Material
 Diplastit 259-0-3
- => auf Grund von dünnwandigem Aufbau
- Wärmeleitfähigkeit (WLF) 2-10W/mK
- je nach WLF; Materialbasis: hochtonerde- oder SiC-haltig
- Bindungsart, je nach Verarbeitungsmethode und Gaszusammensetzung: Phosphat- / Hydraulische- (LCC) oder SOL-Bindung





Zyklonbereich – Einlaufkanal und Rückführzyklon





Prozessparameter

- Betriebstemperatur 700-900°C
- Gasgeschwindigkeit zwischen 3-6 m/s
- Hohe Staubbelastung durch Asche/Bettmaterial

Anforderungsprofil Feuerfest

- gute Abrasionsbeständigkeit <15cm³
- Gute Thermostabilität
- Gewisse Alkalibeständigkeit
- CO-Beständigkeit

Auslegung/Design (Standard)

- Stein

Resistal SK60CH (nur Einlaufkanal)
Maxial 334 (konischer Bereich)

- Platten-Systeme

Didotherm Flex-CFB (unterschiedlichste Qualitäten)

- monolithische Zustellung (Wände)

Didoflo F56COR-6 Compac Sol F53-6

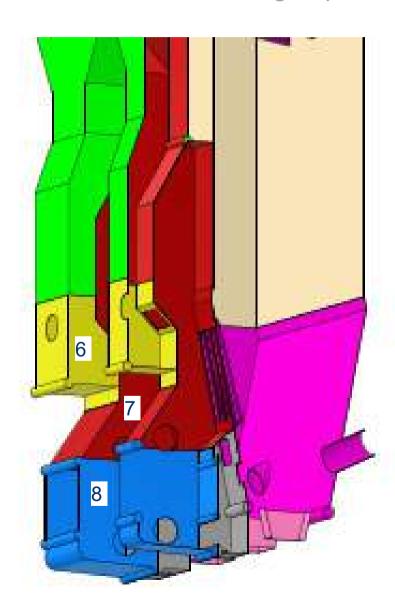
- Materialbasis: hochtonerde haltige hydraulische RCC/LCC/NCC selbstfließende Masse (dünnwandig 25-50mm-Wand)
- Decke, gleiche Materialbasis und Bindung jedoch als Spritzmasse (schnellere Installation)
 Didurit B84DG-6

Comprit F50G-6



Lösung für zirkulierende Wirbelschicht-Anlage

Bett-/Asche-Rückführung: Siphon/Fließbettkühler/Kanäle



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 700-900°C
- Starke Turbulenzen durch Strömungsumlenkung
- Hohe Staubbelastung durch Asche/Bettmaterial

Anforderungsprofil Feuerfest

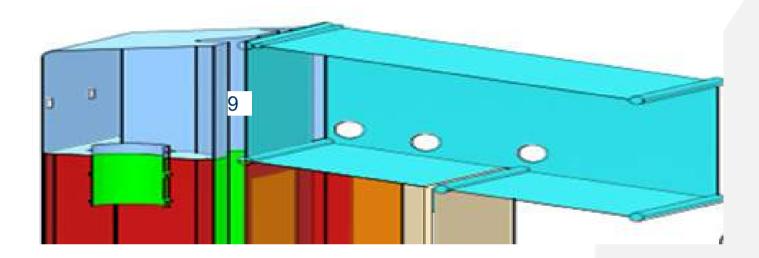
- gute Abrasionsbeständigkeit <15cm³
- Gute Thermostabilität
- Gewisse Alkalibeständigkeit
- CO-Beständigkeit

- monolithische Zustellung
 Compac Sol F53-6
 Super Comprit F41-6
- Materialbasis: hochtonerde haltige hydraulische RCC / LCC / NCC Masse
- Je nach Belastung, Zusatz von Stahlnadeln im Aufprallbereich
- Mehrschichtiger Aufbau, zur Erreichung der Touch-Temperatur <60°C



Lösung für zirkulierende Wirbelschicht-Anlage

Austritt-Übergangskanal



Prozessparameter

- Betriebstemperatur 800-900°C
- leicht Turbulenzen durch Strömungsumlenkung
- geringe Staubbelastung durch Asche/Bettmaterial

Anforderungsprofil Feuerfest

- Gute Thermostabilität
- Gewisse Alkalibeständigkeit

- monolithische Zustellung
 Super Comprit F41-6
 Comprit F50G-6
- Materialbasis: hochtonerde haltige hydraulische Spitz- oder Gießmasse
- Mehrschichtiger Aufbau, zur Erreichung der Touch-Temperatur <60°C

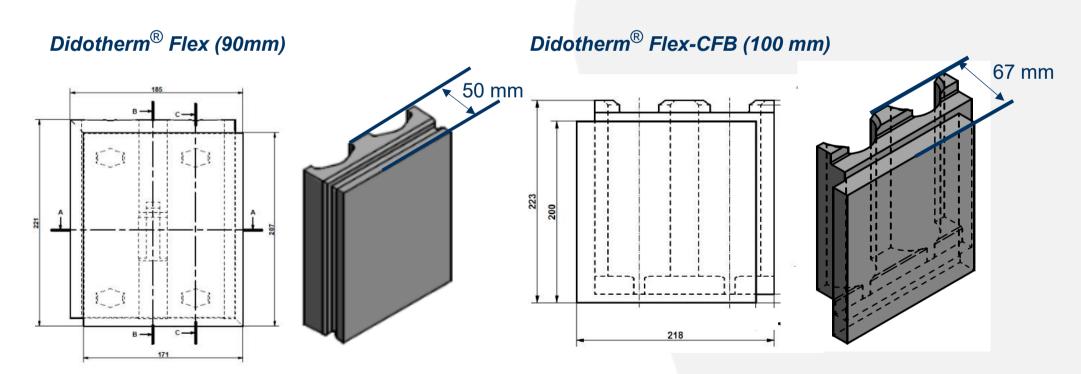


Didotherm® Flex und Didotherm® Flex-CFB

Zeichnung – Wärmeleitfähigkeit von 2-20 W/mK

Unterschiede zwischen Didotherm[®] Flex zu Didotherm[®] Flex-CFB

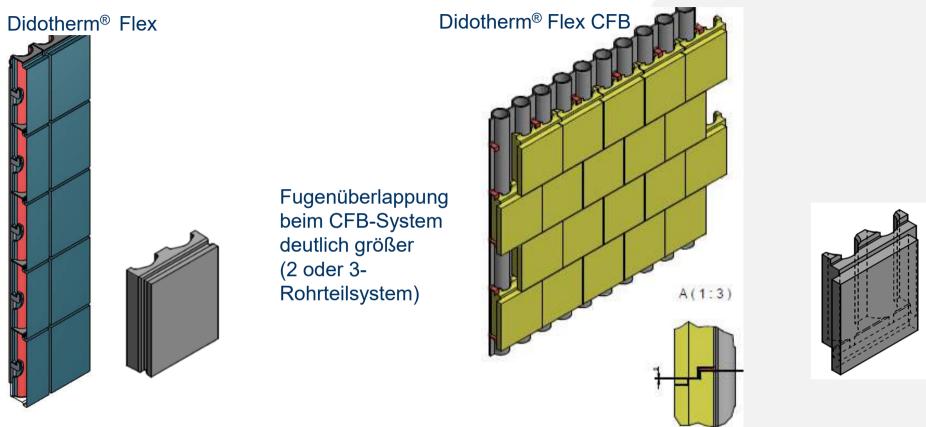
Bezeichnung	Didotherm [®] Flex	Didotherm® Flex CFB	Grund			
Dicke	50 mm	67 mm	Höhere Abriebbeständigkeit			
Aufhängung	1 Hacken	2 Hacken	Unterschiedliche Belastung			



Didotherm® Flex zu Didotherm® Flex-CFB



Zeichnung



Eigenschaften:

- durch neue Plattenkontur, größere Fertigungstoleranzen in der Rohrwand (üblich -/+1 mm hier können -/+2 mm) möglich
- beide Systeme mit einer Labyrinth-Fuge designt, zudem mit einem Mörtel verschlossen => Angriff durch eindringende Medien über die Fuge, auf die Rohrwand gemindert.
- Schichtstärke der Hinter-Füllmassen (Methode: Kleben oder Gießen), können je nach Wärmebilanz und Methode variieren.

²⁸Gießvariante wird von RHIM bevorzugt => höherer Sicherheitsfaktor.



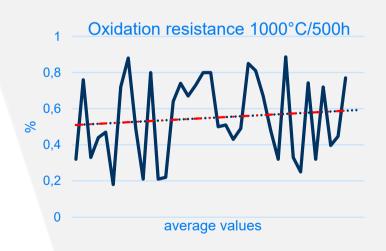
Standard SiC-Platte

Haupteigenschaften

Name	CARSIAL 98N4				
SiC (%)	78,0				
Fe ₂ O ₃ (%)	1,0				
Si ₃ N ₄ +Si ₂ ON ₂ (%)	18,3				
TC 1200°C	16,5				
OP (%)	12,0				
CCS (MPa)	200,0				
TS (Cycles)	> 100				
OR 1000°C/500h (%)	< 1,0				
BD (g/cm³)	2,68				

Vorteil:

- Geringe Porosität durch Doppelbrand
- Oxidationsbeständigkeit nach ASTM 863 C< 1,0 Vol.%
- Abriebfestigkeit < 4 m³





"Die wichtigsten Sorten für die thermische Abfallbehandlung"

Feuerfeste Massen

Al ₂ O ₃ %	41.0	CaO %	_ໃ 1000°C	CCS 1000°C	Thermal conductivity				TL		
					400°C	800°C	1000°C	1200°C	°C	AR³ cm³	Einsatz
		Kg/dm³	N/mm²	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK	(1000°C)			
RC-Massen											
Super Comprit F41-6	41,0	3,4	2,20	95,0	0,90	1,00	1,10	1,30	0,45	8,50	Siphon/Fließbettkühler /Kanäle/ Austritt / Düsenboden- Wirbelbett / Übergang
Comprit F50G-6	53,0	7,7	2,20	70,0	0,87	0,85		0,93	0,53	14,00	Austritt / Decke- Zyklon
					LC and NC refr	actory castables					
Didoflo F56COR-6											Einlaufkanal und Rückführzyklon/Free Board
Didoflo M63ABR-6	63,0	2,5	2,55 815	150,0	1,60	1,54		1,50	0,55	6,00	Wing Wall /Düsenboden- Windbox / Wirbelbett
Didoflo SB B89-6	89,0	0,8	2,86	1500	2,20	2,30		2,40	0,6	5,5	Wing Wall
Didurit F53DG-6	53,0	2,3	2,23	70,0	0,95	0,97		1,05	0,55	10,50	Decke-Zyklon / Decke-Free Board
Didurit B84DG-6	84,0		2,70	85,0	1,80	1,75		2,00	0,6	6,50	Decke-Zyklon
Compac Sol F53G-6	50,0		2,05	45,0	1,30	1,40		1,60	0,5		Decke-Zyklon / Decke-Free Board
Compac Sol F53-6	52,5		2,34	110,0	1,50	1,60		1,80	0,55	9,00	Siphon/Fließbettkühler /Kanäle / Free Board
Compac Sol M64-6	64,0		2,42	110,0	1,80	1,75	1,83	1,95	0,60	6,00	Windbox/ Düsenboden- Wirbelbett / Wirbelbett
Compac Sol B87-6	85,0	0,8	2,75	1400	2,20	2,30	2,40	2,40	0,6	5,0	Düsenboden-Windbox

"Die wichtigsten Sorten für die thermische Abfallbehandlung"



Feuerfeste Massen

Grade		0.0	400000	CCS 1000°C N/mm²	Thermal conductivity						
	Al2O3 %	CaO %			400°C	800°C	1000°C	1200°C	°C	AR³ cm³	Einsatz
					W/mK	W/mK	W/mK	W/mK			
Ramm-Masse											
Diplastit 259 0-3	85,0		2,90	180,0	2,30	2,40	2,40			2,70	Wing Wall
Steine											
Maxial 334	39,0	0,4	2,25	65,0	1,40	1,55	1,50	1,50	0,37		Wind box / Zyklon- konischer Bereich
Maxial 306	48,0	0,2	2,28	55,0	1,35	1,40	1,45	1,50	0,7		Free Board
Resistal SK60CH	60,0		2,57	110,0	1,91	1,92	1,97		0,65	7,0	Wirbelbett

AP offene Porosität / Apparent Porosity AR Abriebfestigkeit / Abrasion resistance

BD Rohdichte / Bulk density

RUL Druckerweichen / Refractoriness under load

TL reversible Längenänderung linear change

TSR Temperaturwechselbeständigkeit Thermal shock resistance

¹⁾ Markierte Produkte sind besonders schnell aufheizbare Produkte / Highlightend products suitable for fast heat-up particularly

²⁾ Für Sorten die SiC enthalten bezieht sich die Anwendungsgrenztemperatur auf reduzierende Atmosphäre / For SiC-containing grades the Temperature Limit relates to reducing atmospheres CCS Kaltdruckfestigkeit / Cold crushing strength

³⁾ ASTM C704

⁴⁾ inkl. Si3N4-Bindephase / inc. Si3N4 bonding phase



3. Allgemeine Informationen





Unser modulares Lösungssystem – ein Höchstmaß an Flexibilität und Zuverlässigkeit



Engineering

- Professional CAD-Zeichnungen
- Stückliste
- alle relevanten technischen Unterlagen
- AS-Built Zeichnungen



Wartung

- After-Sales Service
- Inspektionsservice inkl. Technischer Berichterstattung
- Wartungsarbeiten



Material

- Produktion
- Verpackung
- Transport
- Lager



Baustellen Verwaltung

- Installation
- Betreuung
- Standort- organisation
- Trocknung



Produktionen

Indien + China





Bhiwadi Vizag Cuttack Dalmia
Bharat
Refractories
Limited

Produktionskapazitäten:

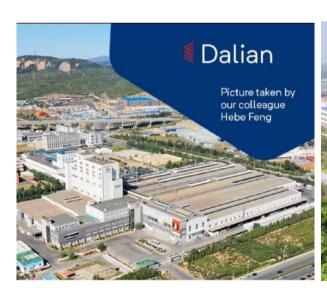
65.000 t/J Steine + Fertigbauteile

Produktionskapazitäten:

280.000 t/J Steine + monolithische Materialien + Fertigbauteile

Produktionskapazitäten:

300.000 t/J Steine + monolithische Materialien + Fertigbauteile





Produktionskapazitäten:

270.000 t/J Steine + monolithische Materialien + Fertigbauteile

Produktionen

RHI MAGNESITA

Europa





Produktionskapazität:

40.000 t/J Steine + Fertigbauteile

Produktionskapazität:

100.000 t/J monolithische Materialien + Fertigbauteile

Produktionen

RHI MAGNESITA

Europa



Produktionskapazität:

40.000 t/J monolithische Materialien+ Fertigbauteile



Produktionskapazität:

60.000 t/J Steine + monolithische Materialien



Unser Service - Wartungsservice

- Weltweites Netzwerk von Experten für technische Unterstützung
- (Vor-)Wartungsinspektionen (durch Anwendungsspezialisten)
- Inspektionsberichte mit Empfehlungen / Lösungen
- Beratungsleistungen für detaillierte Analysen mit Unterstützung des RHIM Technology Center
- Durchführung aller Wartungsarbeiten
- Feuerfest-Training für Außendienstmitarbeiter







Referenzen























AXIS



















Get in touch

Heike Schlosser SIPM - Marketing & Technology PI Klingholzstrasse 7 65189 Wiesbaden

Phone: +49 611 2366 360

E-mail: heike.Schlosser@rhimagnesita.com

Important notice:

These materials do not constitute or form part, or all, of any offer of invitation to sell or issue, or any solicitation of any offer to purchase or subscribe for, any securities in any jurisdiction in which such solicitation, offer or sale would be unlawful, nor shall part, or all, of these materials form the basis of, or be relied on in connection with, any contract or investment decision in relation to any securities.

These materials contain forward-looking statements based on the currently held beliefs and assumptions of the management of RHI Magnesita N.V. or its affiliated companies, which are expressed in good faith and, in their opinion, reasonable. Theses statements may be identified by words such as "expectation" or "target" and similar expressions, or by their context. Forward-looking statements involve known and unknown risks, uncertainties and other factors, which may cause the actual results, financial condition, performance, or achievements of RHI Magnesita N.V. or its affiliated companies to differ materially from the results, financial condition, performance or achievements express or implied by such forward-looking statements. Given these risks, uncertainties and other factors, recipients of this document are cautioned not to place undue reliance on these forward-looking statements. RHI Magnesita N.V. or its affiliated companies disclaims any obligation to update these forward-looking statements to reflect future events or developments.









Inhalt

Christian Doppler Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft

Eigenschaften von Bett- und Rostaschen aus der Müllverbrennung

Aufbereitung von Bett- und Rostaschen im Technikum und Verwertung der mineralischen Fraktion als Gesteinskörnung im Beton

Aufbereitung von Bett- und Rostaschen im industriellen Maßstab



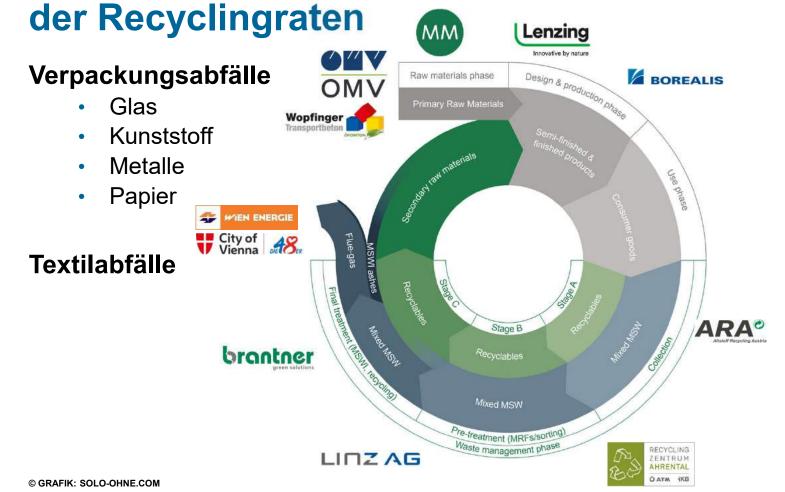


Christian Doppler Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft



Beitrag zur Kreislaufwirtschaft durch Erhöhung







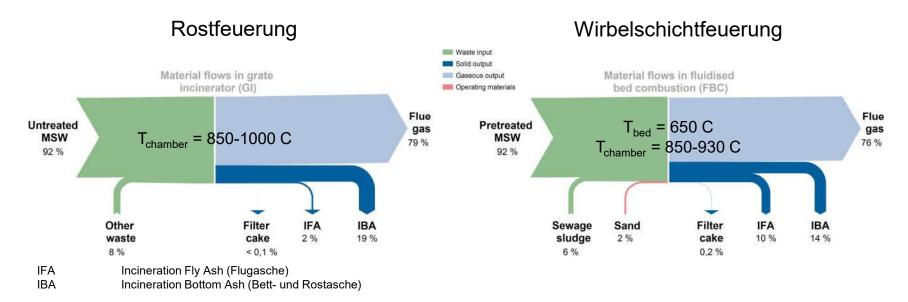


Eigenschaften von Bett- und Rostaschen aus der Müllverbrennung



Materialbilanz und Temperaturen in der Müllverbrennung





BLASENBAUER, D., HUBER, F., MÜHL, J., FELLNER, J., & LEDERER, J. (2023). COMPARING THE QUANTITY AND QUALITY OF GLASS, METALS, AND MINERALS PRESENT IN WASTE INCINERATION BOTTOM ASHES FROM A FLUIDIZED BED AND A GRATE INCINERATOR. WASTE MANAGEMENT, 161, 142-155.

LECKNER, B., & LIND, F. (2020). COMBUSTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN FLUIDIZED BED OR ON GRATE-A COMPARISON. WASTE MANAGEMENT, 109, 94-108.

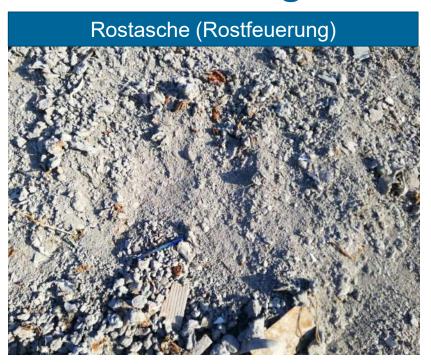
KELLNER, M., SCHINDLER, I., & JANY, A. (2022). STATUS REPORT WASTE INCINERATION. REPORTING YEAR 2022. REPORT NO. 0831. ENVIRONMENT AGENCY AUSTRIA, VIENNA.





Bett- und Rostaschen vor der Aufbereitung



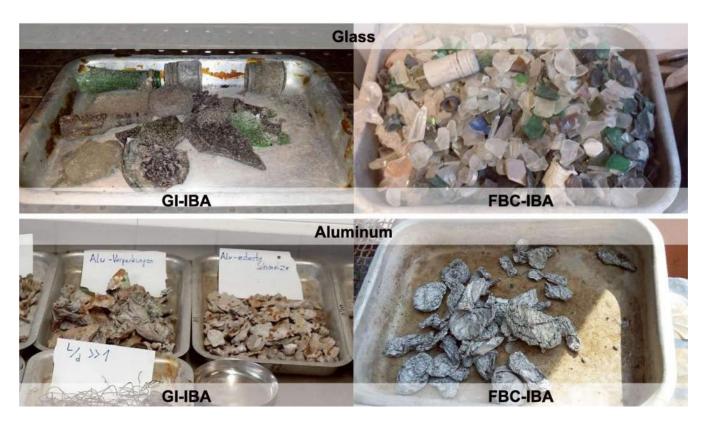


© BILDQUELLE: JULIA MÜHL



Qualität von Glas und Aluminium aus Bett- und Rostaschen





FBC-IBA GI-IBA Bettasche Rostasche

BLASENBAUER, D., HUBER, F., MÜHL, J., FELLNER, J., & LEDERER, J. (2023). COMPARING THE QUANTITY AND QUALITY OF GLASS, METALS, AND MINERALS PRESENT IN WASTE INCINERATION BOTTOM ASHES FROM A FLUIDIZED BED AND A GRATE INCINERATOR. WASTE MANAGEMENT, 161, 142-155.



Qualität von Eisen und Mineralischen Fraktionen aus Bett- und Rostaschen





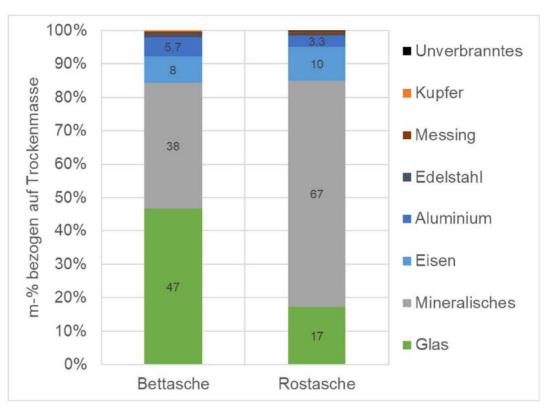
FBC-IBA GI-IBA Bettasche Rostasche

BLASENBAUER, D., HUBER, F., MÜHL, J., FELLNER, J., & LEDERER, J. (2023). COMPARING THE QUANTITY AND QUALITY OF GLASS, METALS, AND MINERALS PRESENT IN WASTE INCINERATION BOTTOM ASHES FROM A FLUIDIZED BED AND A GRATE INCINERATOR. WASTE MANAGEMENT, 161, 142-155.



Zusammensetzung von Bett- und Rostaschen vor der Aufbereitung





Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung

- Voraufbereitung vor der Verbrennung
- Heterogenität der verbrannten Abfälle
- Verbrennungstemperatur und -bedingungen im Bett / am Rost
- Anteil an Flugaschen
- Metallentfernung in MVA
- Austrag (nass/trocken)
- Erkennbarkeit der Partikel (Krusten, Verklumpung)

BLASENBAUER, D., HUBER, F., MÜHL, J., FELLNER, J., & LEDERER, J. (2023). COMPARING THE QUANTITY AND QUALITY OF GLASS, METALS, AND MINERALS PRESENT IN WASTE INCINERATION BOTTOM ASHES FROM A FLUIDIZED BED AND A GRATE INCINERATOR. WASTE MANAGEMENT, 161, 142-155.









Versuch erweiterte Metallentfernung, Glas- & Mineralikrecycling aus Bett- und Rostaschen



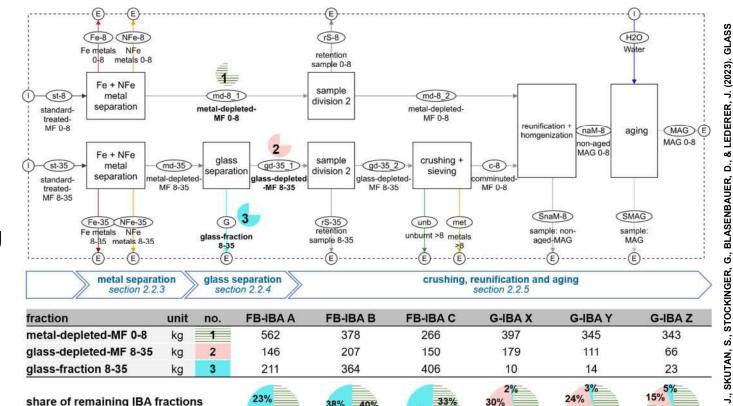
Aufbereitung im industriellen Maßstab

Nassverfahren

Aufbereitung im **Technikum**

- 1. Metallentfernung
- 2. Glasentfernung
- 3. Zerkleinerung

FR-IRA Bettasche G-IBA Rostasche



38% 40%

22%

68%

18%

73%

16% 61%

after enhanced IBA treatment

80%



Paramter zur Verwendung der Mineralik im Beton



			Gesteinskörng. Beton		Ergebn	Ergebnisse Voruntersuchung BAWP (GK 0/8), nach Alt					
Parameter	Einheit	Verwendung Tragschicht	Ant. Beton < 20%	Ant. Beton < 10%	RA 1	RA 2	RA 3	BA 1	BA 2	BA 3	
Restmetallgehalte > 4 mm										-	
Fe-Anteil	% TM	1	0,5	0,5	0,02	0	0,03	0	0,002	0	
NE-Anteil	% TM	0,8	0,4	0,4	0,17	0,14	0,21	0,04	0,03	0,11	
Gesamtgehalte											
Pb	mg/kg TM	900	400	600	248	576	426	229	208	125	
Cd	mg/kg TM	10	3	4	2,34	2,19	2,44	1,98	1,52	0,63	
Cr	mg/kg TM	800	200	300	610	177	186	50,7	43,6	62,2	
Ni	mg/kg TM	300	100	200	162	82,4	123	25,4	12,8	38,1	
TOC	% TM	1	1	1	0,81	0,99	1,41	0,48	0,54	0,47	
PCDD / -F	ng/kg TM	100	100	100	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Schadstoffgehalte Eluat									2.5		
pH-Wert		12	12	12	10,7	9,5	9,1	9	10	10,2	
Sb	mg/kg TM	0,3	0,3	0,3	0,03	0,03	0,03	< 0,02	0,05	0,04	
As	mg/kg TM	0,5	0,5	0,5	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	
Pb	mg/kg TM	0,5	0,5	0,5	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Cr ges	mg/kg TM	0,5	0,5	0,5	2	0,09	< 0,001	< 0,001	0,1	< 0,001	
Cu	mg/kg TM	4	2	2	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
Мо	mg/kg TM	1	0,5	1	0,52	0,28	0,69	0,13	0,10	0,18	1
Ni	mg/kg TM	0,4	0,4	0,4	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004] ;
Chlorid (als Cl)	mg/kg TM	3000	1500	2000	2000	1900	1900	1000	850	670	
Sulfat (als SO4)	mg/kg TM	5000	3000	5000	3100	2100	1600	3000	1500	4000	9
el. Leitf.		zu bestimmen			145	111	101	96	64,5	106	

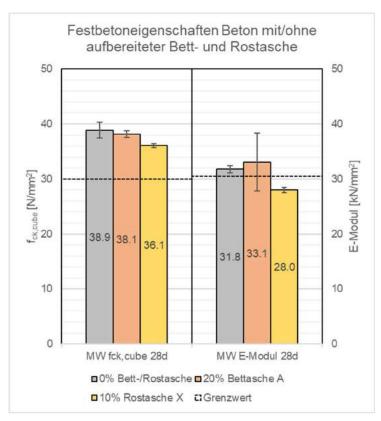
Einhaltung GW f. Anteil < 20% Einhaltung GW f. Anteil < 10% Überschreitung beider GW

Analysen basierend auf Königswasseraufschluss und ICP-OS nach DVO im Labor der MA 48



Herstellung von Beton C25/30 aus im Technikum aufbereiteter Mineralik aus Bett- und Rostaschen





Betonrezepturen nach BAWP 2023

- 00% Bett-/Rostasche (0-Mischung)
- 20% Bettasche
- 10% Rostasche

Frischbetoneigenschaften

- Höheres Ausbreitmaß bei Bettaschen
- Kleinere Frischbetonrohdichte bei Bett-&Rostaschen
- Höherer Luftporengehalt bei Rostaschen

Festbetoneigenschaften

- Alle Betone erreichen die Druckfestigkeit
- E-Modul bei Rostaschen zu niedrig

FEHER, F., MÜHL, J., HOFER, S., PAUL, S., LEDERER, J. (2023). EIGENSCHAFTEN VON BETON MIT NATÜRLICHER UND INDUSTRIELL HERGESTELLTER GESTEINSKÖRNUNGEN AUS MÜLLVERBRENNUNGSASCHEN. DGAW-KONGRESS, HAMBURG, 09.-10.03.2023.





Aufbereitung von Bett- und Rostaschen im Industriemaßstab





Erste Erfahrungen und aktuelle Arbeiten

Gute Qualitäten an Glas und/oder Mineralik

- Glas und Mineralik bei den Bettaschen, nur Mineralik bei den Rostaschen
- Glas aus Bettaschen mit geringem Störstoffanteil
- Mineralik erfüllt bei den meisten Durchgängen die Kriterien für den Einsatz als industriell hergestellte Gesteinskörnung für den Straßenbau (ungebunden) und im Beton (gebunden) nach Bundes-Abfallwirtschaftsplan

Herstellung von Beton C25/30 nach ÖNORM B4710 mit Bettaschen

- Vorgaben für Gesteinskörnung mit bis zu 25% Substitution der natürlichen Gesteinskörnung durch industriell hergestellte Gesteinskörnung aus Bettaschen werden bei meisten Aschen erfüllt – vor allem Chlorid ist hier wichtig
- Beton aus aufbereiteten Bettaschen erfüllt alle Kriterien für die Frisch- und Festbetoneigenschaften nach ÖNORM und entspricht bei Abbruch den Kriterien für Recyclingbaustoff U-A nach Recyclingbaustoff-Verordnung

BMK (2023), BUNDES-ABFALLWIRTSCHAFTSPLAN 2023, BMK, WIEN,



Vielen Dank!

Ass. Prof. Mag. Dipl.-Ing. Dr.techn. Jakob Lederer

Christian Doppler Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, TU Wien

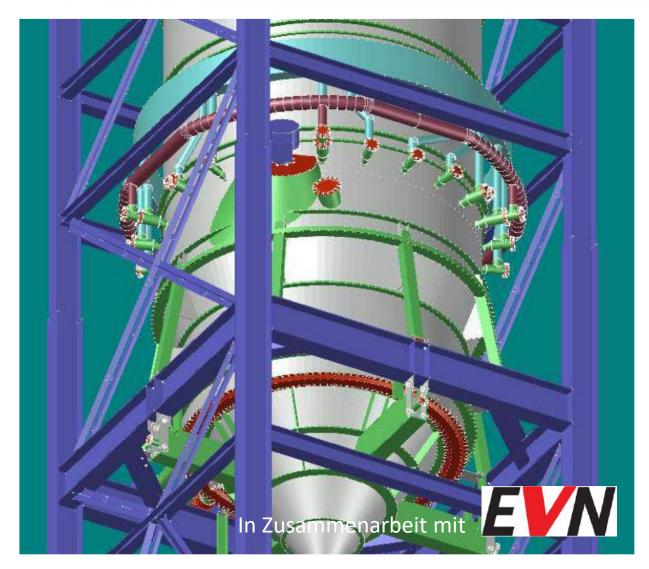
Getreidemarkt 9, 1060 Wien

Telefon: +43 1 58801 166155

Email: jakob.lederer@tuwien.ac.at Internet: https://www.vt.tuwien.ac.at/









(Mono)Verbrennung von Klärschlamm in Stationären Wirbelschichten

- das AK2E Konzept
- erste Betriebserfahrungen

13. österr. IEA-Wirbelschichttreffen; Wien

Herausforderung Klärschlamm

always a solution

Ziel:

Autarke Verbrennung bei möglichst niedrigen Heizwerten

Besondere Brennstoff - Eigenschaften:

- Hohe Feuchtegehalte auch beim vorgetrockneten KS (Leimphase verhindert hohe Vortrocknung), Verbrennung an der unteren Grenze der autarken Verbrennung
- Unterschiedliche Heizwerte der Trockensubstanz (Herkunft / Schlammbehandlung)
- Aschegehalte (Faulschlamm um 40%TS, aerob stabilisiert um 30 35%TS)
- Stickstoff (N zwischen 4 7%TS, NH4-N bis 2%TS)
- **Schwefel** (0,8 2,4%TS)
- Phosphor (2 4%TS, im mittel um 7% in Asche)
- Alkalien (0,3 1,3%TS K)
- Chlor (bis 0,5%, typischerweise aufgrund hoher S/Cl Verhältnisse kein Problem)
- Heterogenität (insbesondere bei unterschiedlichen Brennstoffquellen)

2



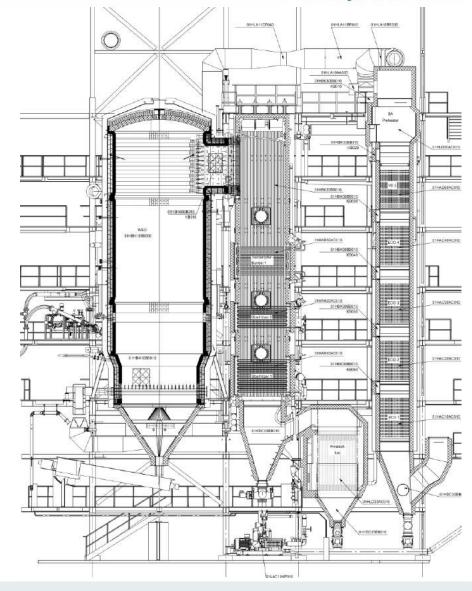
always a solution

Verbrennung in einem adiabaten WS-Ofen

- unterstöchiometrische Bettfahrweise
- separate Sekluft/Rezgasebene
- Brennkammer-Temperaturregelung über variable Luftvorwärmung und Rezgaszuführung
- o offener Düsenboden

konservativ ausgelegter Mehrzugkessel

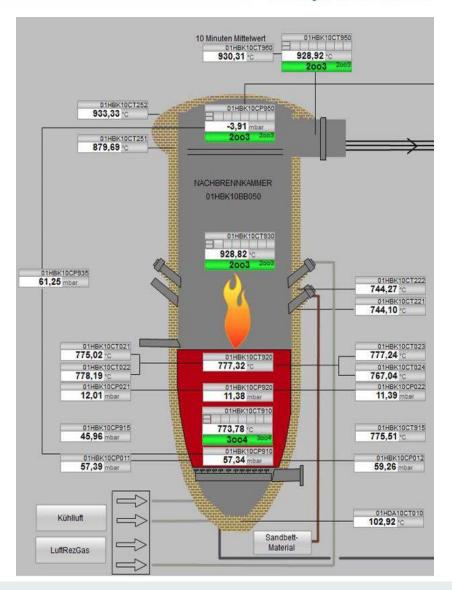
- niedrige RG Geschwindigkeiten
- Strahlungszug und VD Kühlfalle vor erster ÜH-Heizfläche (Gleichstrom)
- o keine Tragrohre, keine Rohrbögen im RG Strom
- abgesetzter, "heißer" Luftvorwärmer zur maximalen Verbrennungsluftvorwärmung (PL) und bypassgeregelter SL-Vorwärmer (NBK - Temperaturregelung)
- Strömungsrichtung RG in Fallrichtung Asche
- großzügig dimensionierter Eko mit Metalltemperaturen am kalten Ende gesichert über Säuretaupunkt





Besondere Designmerkmale WSO

- Vollausgemauerter, adiabater Reaktor
 - o minimale Wärmeverluste
 - Vermeidung kalter Oberflächen (optimaler Ausbrand)
- Warmgehender Blechmantel mit Außenisolierung
 - Vermeidung von Korrosionen am Blechmantel
- Unterstöchiometrische Bettfahrweise
 - o mit Lambda 0,7 0,8
 - gleichmäßige Fluidisierung durch Wirbelgas (PL und Rezi)
 - o geregelte Betttemperaturen zwischen 760 und 780°C
 - damit Vermeidung von Bett Versinterungen
- Sekundärluft Rezgasebene (3m über DB)
 - o feinverteilte Zuführung von Sekundärluft / Rezgas
 - vollständiger Ausbrand bei optimiertem Lambda (<1,3)
 - NBK Temperaturregelung (geregelte
 Sekluftvorwärmung, geregelte NBK Rezgaszuführung)
- Verweilzeit der Rauchgase > 3s bei > 850°C





(AKENERGY WSO – offener Düsenboden und Bettascheabzug

- Zuführung des Fluidisierungsgases über Luftverteilrohre mit aufgesetzten Fluidisierungsdüsen
 - versperrte Fläche 50%
 - Abzug von Grobteilen ("what comes in must go out")
- Abkühlung der abgezogenen Bettasche
 - durch Fluidisierungsgas
 - Luftaufgabe über ein Kühlkreuz im Aschetrichter
- Verhinderung RG Austritt über Ascheabzug
 - Luft über Kühlkreuz dient in erster Linie als Sperrluft
- Kontrollierter Abzug der Bettasche über Kühlschnecke
 - ausgeführt als wartungsfreundliche Trogschnecke
 - mit Siebstufe am Austritt zur Trennung von Grob- und Feinfraktion (Rückführung Feinfraktion in Sandsilo, Ausschleusung Grobteile über Grobteilcontainer)



WSO – die NKS bzw. TG-KS -Aufgabe

always a solution

- Dosierung und Eintrag NKS bzw. TG-KS über Schlamm-Pumpen und Schlamm-Eindüselanzen:
 - Regelbare, quasikontinuierliche
 Schlammförderung
 - typischerweise redundant ausgeführt
 - keine mechanisch bewegten Teile, "geschlossenes System"
 - Eindüselanze mit Zerstäuberdampfaufgabe zur Schlamm-Dispergierung und Verteilung über die Fläche des Wirbelbettes
 - Hohe Toleranz gegenüber Schwankungen in Schlamm-Konsistenz
 - selbstabdichtend (gegen Rückbrand)
 - flexible Aufstellung



NKS.....Nassklärschlamm TG-KS...teilgetrockneter Klärschlamm



Wirbelbrennkammer – der TKS/EBS Eintrag

always a solution

- pneumatische F\u00f6rderung von TKS und EBS, Auswahl der Leitungsdimensionen unter Ber\u00fccksichtigung
 - der maximalen Größe der Brennstoffpartikel (EBS), um Brennstoffstopfer zu vermeiden
 - von Luftgeschwindigkeiten, die Rückbrand gesichert verhindern
 - eines Lufteintrages, der nicht höher als unbedingt erforderlich ist
- Eindüsung über spezielle TKS Lanzen in die Splash Zone
 - Sicherstellung einer ausreichenden Brennstoffeinbindung (Wärme-, Partikelaustausch) ins Wirbelbett
 - Spülung des Eintrittsstutzens

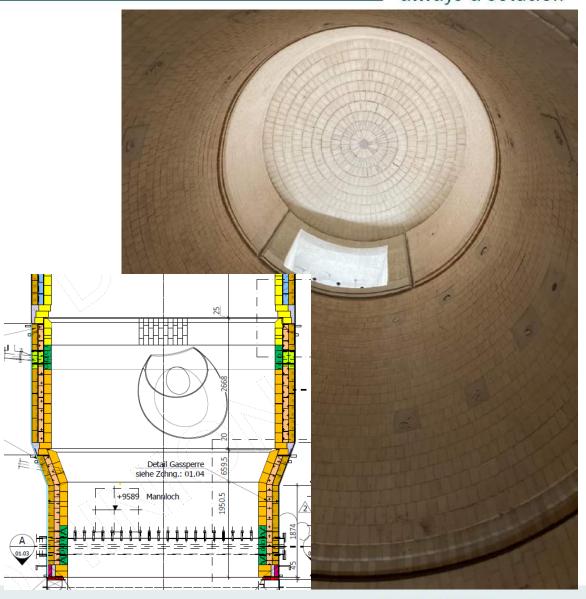
EBS......Ersatzbrennstoff





WSO – die Ausmauerung

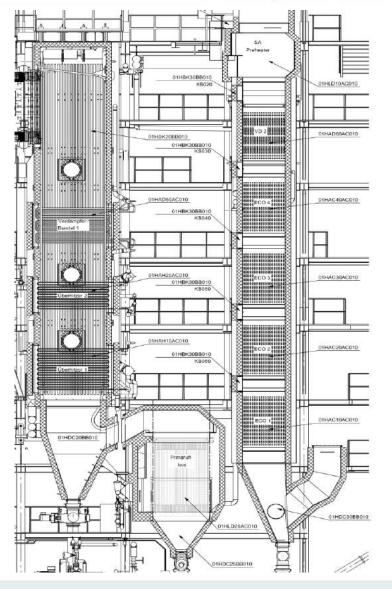
- Selbsttragendes, "ankerloses" Design
 - (Vermeidung Korrosions- und Versagensrisiko)
 - Auflagerung der Feuerfeststeine auf Konsolen zur Minimierung der Wärmeabfuhr in den Blechmantel
- Selbsttragende Gewölbedecke
 - zur Erhöhung der betrieblichen Sicherheit und der Sicherheit bei Begehungen
 - o ankerlos, wartungsfrei
- Mehrschichtiger Aufbau
 - mit Verschleißfutter aus Andalusit (bis Höhe Sekundärluft) bzw. Schamotte (oberhalb Sekundärluft) und Isolierschicht(en)
- Warmgehender Blechmantel (mit Außenisolierung)
 - Vermeidung von Säuretaupunktkorrosion





Designmerkmale Dampferzeuger 1/2

- Ausdampfsichere Konzeption des Dampferzeugers
 - Trommel mit entsprechend niedriger Dampfraumbelastung
- Hängende Ausführung von 2. und 3. Kesselzug
- Konservative Auslegung des Naturumlaufes
 - horizontale Verdampferheizflächen mehrflutig mit entsprechend niedrigen Dampfziffern
- Konservative Heizflächenschaltung
 - Strahlraum vor erster Konvektionsheizfläche
 - Verdampferkühlfalle vor erster Überhitzerheizfläche
 - Endüberhitzer im Gleichstrom
- Konservative Rauchgasgeschwindigkeiten
 - o entsprechend großzügige Rohrteilungen
- Rauchgasströmung bei beiden Zügen in Aschefallrichtung ("von oben nach unten")



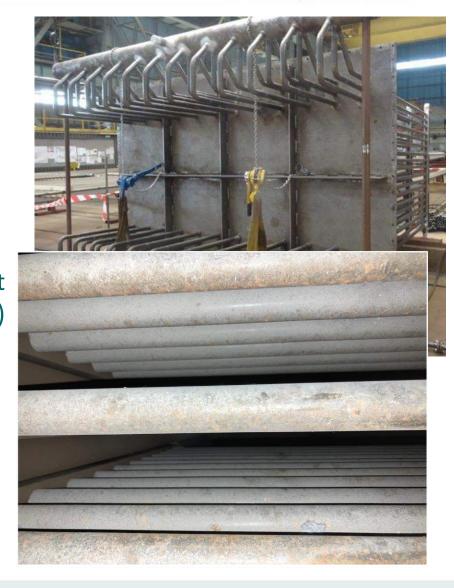


Designmerkmale Dampferzeuger 2/2

always a solution

• "Advanced design" der Bündelheizflächen

- o tragrohrlos, keine Rohrbögen im RG Strom
- als Gesamtmodul austauschbar mit entsprechender Konzeption der Bühnen zwischen 2. und 3. Zug (Ausbauraum)
- Rauchgasluftvorwärmer in Rauchgas-im-Rohr Design
 - verhindert Verschmutzung der Heizfläche
- Primärluft Luvo
 - Umlenkabscheidung vor Luvo verhindert Ablagerungen am Eintritt
 - ermöglicht PL-Temperaturen > 400°C (Verbrennungstemperatur)
- Sekundärluft Luvo
 - am Eintritt in den 3.Zug
 - mit Luvo-Bypass zur NBK- Temperaturregelung
- Verdampfer- und Ekoheizflächen am Kessel-Austritt
 - in Glattrohrausführung, dimensioniert unter Berücksichtigung entsprechender Abminderungen (große Feinaschemengen)
 - O Regelung der Eko-Eintrittstemperatur über Trommelvorwärmer



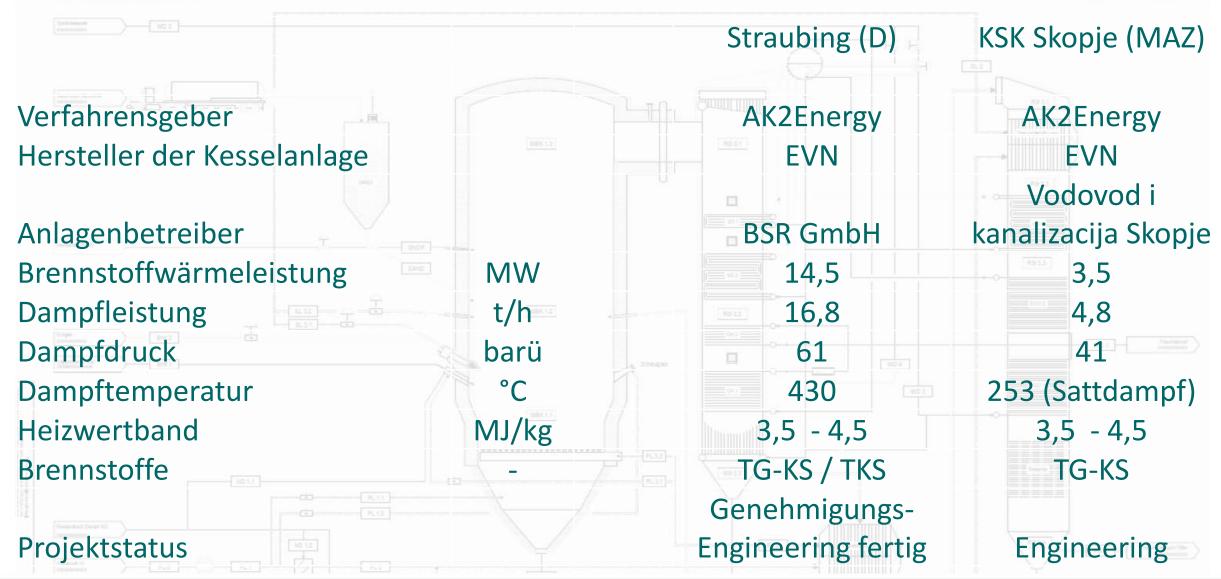


Auslegungsdaten ausgeführter Anlagen

		Hannover Lahe (D)	KSVD Dürnrohr (Ö)
between the state of the state			102.1
Verfahrensgeber		AK2Energy	AK2Energy
Hersteller der Kesselanlage		EVN	EVN
Anlagenbetreiber		Enercity	EVN
	MW	11	4
Dampfleistung	t/h	12,6	5,7
Dampfdruck	barü	61	19
Dampftemperatur	°C	430	212 (Sattdampf)
Heizwertband	MJ/kg	3,5 - 4,5	4 - 7
Brennstoffe		NKS, TG-KS	NKS, TKS, EBS
		Anlage im	
State of the State		kommerziellen	Anlage im
Projektstatus		Betrieb	Probebetrieb



Auslegungsdaten Anlagen in Planung









Montage - Highlights 2.Zug

Anderl/Kaufmann/Katzenberger







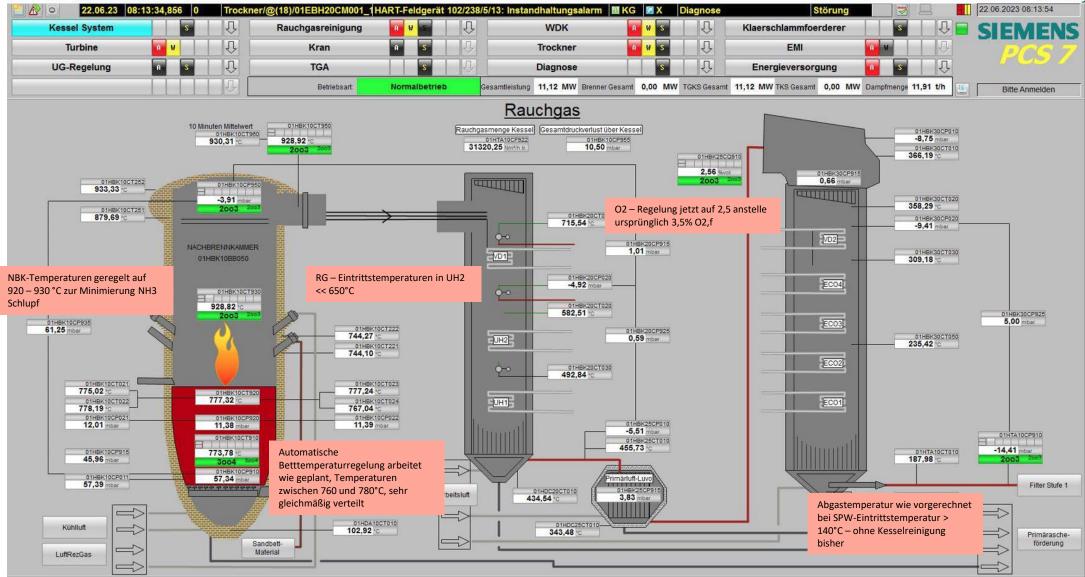




15



Typische Betriebsdaten - Volllast





Beispielhafte - Emissionen





Erfahrungen – Inbetriebnahme (1)

always a solution

WSO

- o effektive Regelung der Betttemperaturen auf unter 800°C damit versinterungsfreier Betrieb
- die konservative Auslegung der Feuerung, insbesondere die Möglichkeit, Verbrennungsluft hoch vorzuwärmen, ermöglicht auch einen gesicherten Betrieb außerhalb des Feuerungsleistungsdiagrammes (< 3,5MJ/kg)
- o die getrennte Aufgabe von TG-KS und TKS hat sich bewährt, Heizwertstützung durch TKS sehr effektiv (bei Problemen im Trocknerbetrieb)
- Minimierung der NH3 Emissionen erfordert NBK-Temperaturen > 920°C

Dampferzeuger

- die Auslegung der Dampferzeuger wurde bestätigt: Verschmutzung im Rahmen der Erwartungen, gesicherte Einhaltung der zulässigen Kessel – Austrittstemperaturen bei konservativ hohen SPW – Eintrittstemperaturen
- o bisher keine essentiellen Ascheanbackungen im 2.Zug, Asche erwartungsgemäß feinkörnig
- bisher keine Heizflächenreinigung notwendig (bei KSVD mittelfristig erforderlich, da bevorzugt EBS als Stützbrennstoff eingesetzt wird → anderes Ascheverhalten als nur bei TKS/TG-KS)
- o trotzdem problemlose Einhaltung der Dampftemperaturen (Lahe)
- o problemlose Einhaltung der Rauchgasaustrittstemperaturen bei SPW-Eintrittstemperaturen > 130°C

Erfahrungen – Inbetriebnahme (2)

always a solution

Problembereiche (AK2E – Umfang)

KSVD - Dürnrohr

- EBS: Störstoffe, die zu Stopfern in der pneumatischen Förderleitung führen;
 Gegenmaßnahmen:
 - besseres Brennstoffmonitoring, Grobteilvorabscheidung zur Einhaltung der vorgegebenen Stückigkeit

oder:

vermehrter Einsatz von TKS anstelle EBS

Hannover Lahe

- Anbackungen in den Brennermuffeln;
 Gegenmaßnahmen:
 - Erhöhung Brenner Lambda bei kleineren Brennerlasten: bereits umgesetzt und deutliche Verbesserung erzielt
 - Stützfeuer bevorzugt mit TKS
 - Muffel Reinigungseinrichtung in Planung (Start Umsetzung bei erster Revision)







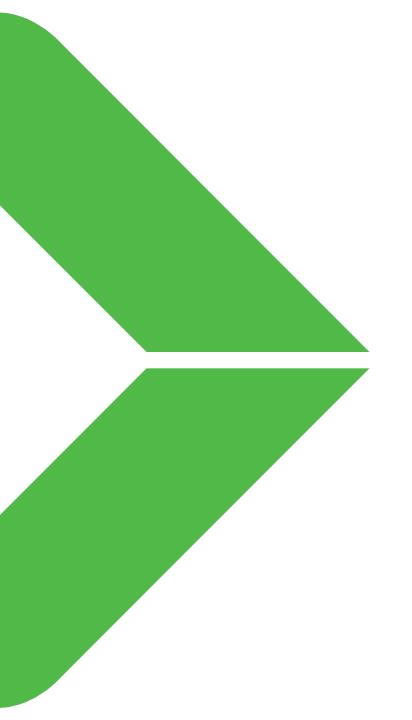
In Zusammenarbeit mit



Anderl – Katzenberger – Kaufmann

AK2Energy GmbH Walfischgasse 8/34 | 1010 WIEN Österreich / Austria FN 497880 b





Eine Lösung für die Verbrennung von Reststoffen der Landwirtschaft und Agrarindustrie

13. Österreichisches IEA Wirbelschichttreffen

Andreas Simbeck, Manager ERE CEN WE
Pavel Granchenko, Service Manager ERE CEN WE
Werner Hoffelner-Duer, Service Manager ERE CEN WE



Ein Lösung für die Verfeuerung von Reststoffen der Landwirtschaft und Agrarindustrie

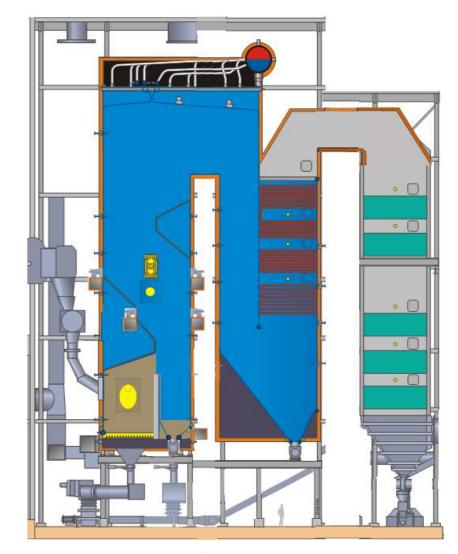
- Brennstoffe aus Reststoffen der Landwirtschaft und Agrarindustrie sind weit verbreitet, bringen aber bekanntermaßen Herausforderungen im Betrieb mit sich.
 - Agrarbrennstoffe haben einen hohen Alkaligehalt und eine niedrige Ascheschmelztemperatur
 - Erhöhtes Risiko der Bettagglomeration, der Verschlackung und der Nichtverfügbarkeit des Kessels
- Die Vorbrennkammer von Valmet ist eine technische Lösung, die diese Probleme lösen kann
 - Bis zu 100% Agrarbrennstoffe können verbrannt werden
 - Die gleichzeitige Verfeuerung anderer Biokraftstoffe ist ebenso möglich
- Das Brennstoffportfolio eines BFB-Kessels kann jetzt ein breiteres Spektrum nachhaltiger Brennstoffe abdecken
 - Sonnenblumenkernschalen
 - Weizenstroh
 - Reisstroh
 - EFB (Empty-fruit bunch / Leere Fruchtschalen Palmölproduktion)
 - Reststoffe aus der 2G Ethanol-Produktion





Technische Besonderheiten

- Der Brennraum ist in zwei Verbrennungszonen geteilt:
 - Die Vorbrennkammer mit einem Wirbelschichtbett bietet die Vorteile eines SWS-Kessels, wie zum Beispiel eine hohe Verbrennungseffizienz
 - Fester Brennstoff wird bei niedrigen Betttemperaturen vergast, um Bettagglomeration zu verhindern.
 - 2. In der Hauptbrennkammer findet die abschließende Verbrennung statt.
 - Durch das Schmelzen der Asche kann es im Inneren der Brennraum zu Verschlackungen und Verschmutzungen kommen
 - Die Brennkammerwände werden mit Wasserkanonen gereinigt, um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten
 - Durch die Konstruktion der Brennkammer werden die Schlackenstücke zu einem speziellen Bereich zur Ascheentfernung geleitet
- Patenierte Technologie (EP 2 997 407 B2)
 - Diese Lösung für Wirbelschichtkessel kann die Agglomerations- und Verschlackungsprobleme im Zusammenhang mit der Brennstoffasche lösen. Der Patentschutz gilt bis 2034.
- Mögliche Kesselleistungen: 20-80 MW_{th}
- Dampfparameter: 480 °C / 80 bar



Example of the boiler side view



Prinzip der Vorbrennkammer

- Der Brennstoff wird der Vorbrennkammer zugeführt, die über ein Wirbelbett verfügt.
- Die Regelung der Betttemperatur erfolgt mit Primärluft und Rezigas, sowie über die Brennstoffzufuhr
- Betriebstemparatur typisch bei 670-730 °C
- Aufgrund der niedrigen Temperatur kommt es zu keiner Agglomeration oder Verschlackung

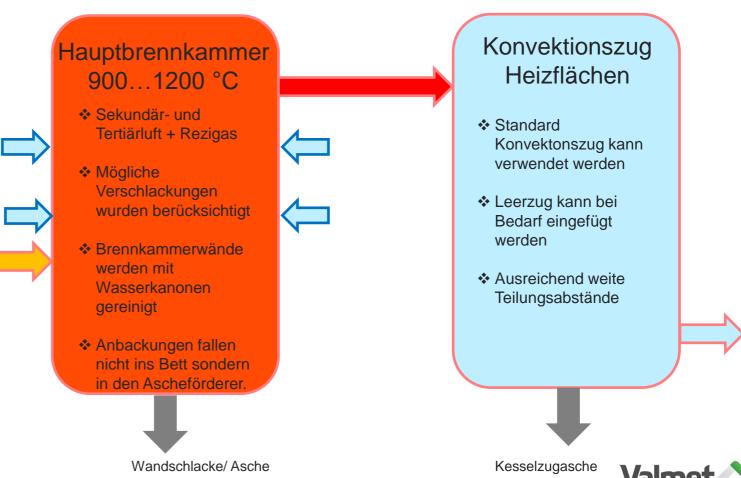
Vorbrennkammer 600...750 °C

Wirbelschichtbett

Bodenasche

Bodenasche

Im Labor- und Pilotmaßstab erfolgreich mit Holzbrennstoff, Sonnenblumenkernschalen und Weizenstroh usw. getestet.



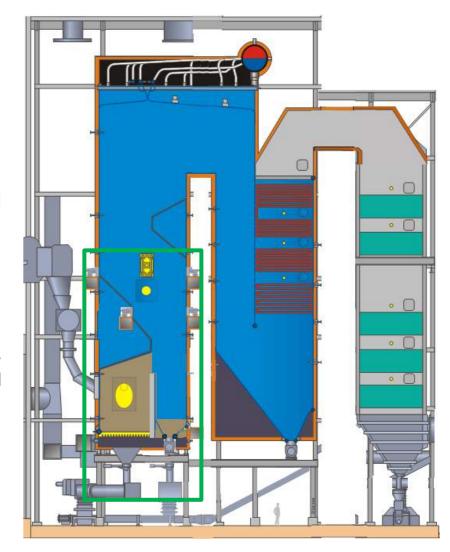
Valmet BFB - Kessel für Agrarreststoffe - Konzept

Umrüstung eines bestehenden Kessels

- Valmet BFB Agro Konzept kann in einen bestehenden Kessel implementiert werden
 - Valmet hat mehr als 60 SWS-Umrüstungen ausgeführt, gleiches ist möglich für das Valmet BFB® Agro Konzept.
 - Die Kesseltypen, welche zur Umrüstung geeignet sind sind Rostkessel, Laugenkessel in Zellstofffabriken oder Kessel mit Kohlestaubfeuerung (<100 MW_{th})
- Bei einer SWS-Umrüstung wird der untere Teil der Brennkammer durch ein Wirbelschichtbett mit Vorbrennkammer ersetzt
 - Weitere erforderliche Modifikationen bei Brennstoffzufuhrsystem, die Fluidisierungsund Überfeuerluftsysteme, das Rezigassystem, Startbrenner, Bodenaschesystem und Brennkammerreinigungssystem
- Die ursprüngliche Kesselleistung wird vor Neuauslegung evaluiert
 - Die Kesselleistung muss möglicherweise aufgrund der Umrüstung gegenüber der ursprünglichen Auslegung reduziert werden.
 - Die Dampfparameter m

 üssen f

 ür hochalkalische Brennstoffe geeignet sein.



Example of the boiler side view



Durch Pilotversuche nachgewiesene Vorteile

- Im Jahr 2022 wurden Pilotversuche mit Holzpellets, Sonnenblumenkernschalen und Weizenstroh erfolgreich durchgeführt.
- Forschungs- und Entwicklungszentrum von Valmet Energy in Tampere, Finnland
 - Kompletter Warmwasserkessel mit vollständigem Valmet-Automatisierungssystem für vielseitige Forschungs- und Entwicklungszwecke
 - BFB- und CFB-Pilot
 - 2 MWth als SWS (Valmets patentierte Vorkammertechnologie)
 - 4 MWth als ZWS
 - Brennkammerhöhe 13 m
 - Kraftstoff-, Additiv- und mechanische Designtests
 - Typische Zielvorgaben
 - Brennbarkeit
 - Asche- und Bettverhalten
 - Verschmutzung, Korrosion
 - Emissionen





Vorteile eines SWS-Kessels verglichen mit einem Kessel mit Rostfeuerung

	Vorteile	Anmerkungen
•	Effizientere Verbrennung	Geringer Luftüberschuß, wenig unverbrannter Kohlenstoff
•	Höhere Verfügbarkeit	Wenig ungeplante Stops, nachgewiesen anhand historischer Daten
•	Größere Brennstoffflexibilität	Der Feuchteinhalt des Brennstoffs kann in der SWS bis zu 65% betragen
•	Geringere Wartungskosten	Weniger bewegliche Teile in einer SWS vs. Vorschubrost
•	Geringere Emissionen	Geringes primäres NOx, gute SO ₂ Selbstreduktion in der Verbrennung
•	Geringer Additivverbrauch	Aufgrund besserer Durchmischung und Selbstreduktion bei der SWS- Verbrennung
•	Schnelleres Lastverhalten	Bis zu 10%/min Änderung
•	Schnelle Verbrennung	Im Fall einer Kesselstörung stoppt die Verbrennung fast sofort

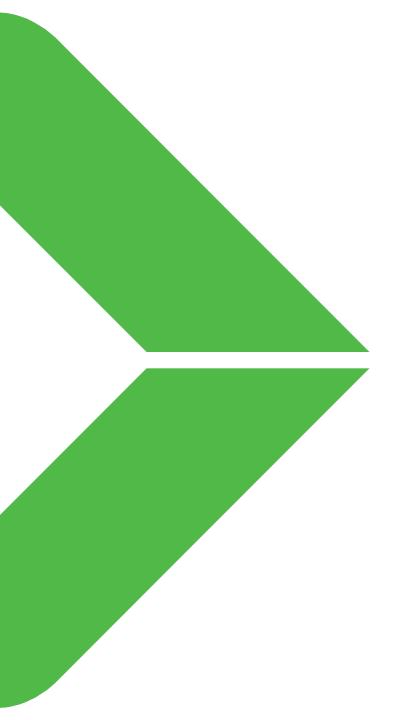


Benötigte Zusatzinformation vom Kunden

Brennstoffinformation	 Dichte Zusammensetzung(Fluff, Gras, Pellets etc?) Einige Fotos des Brennstoffs
Brennstoffbestandteile	 Heizwert Feuchte Alkalien (Kalium und Natrium), Schwefel, Kieselsäure, Chloride, Stickstoff Aschemenge
Typische Anforderungen bei Kesselprojekten	 Dampfparameter Emissionen Layoutanforderungen etc







Ansprechpartner in Österreich:

Valmet GesmbH

Energy, Recovery and Environmental Systems Services Lassallestr. 7a, Unit 4/4. OG/Top 5 1020 Wien

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Simbeck IWE Head of ERE – CEN Western Europe Mobile: +43 664 531 00 41

eMail: andreas.simbeck@valmet.com

Pavel Granchenko, MSc

Service Manager ERE - CEN Western Europe

Mobile: +43 664 963 74 13

eMail: pavel.granchenko@valmet.com

Dipl. Ing. Werner Hoffelner-Duer, BSc

Service Manager ERE - CEN Western Europe

Mobile: +43 664 289 08 86

eMail: werner.hoffelner-duer@valmet.com







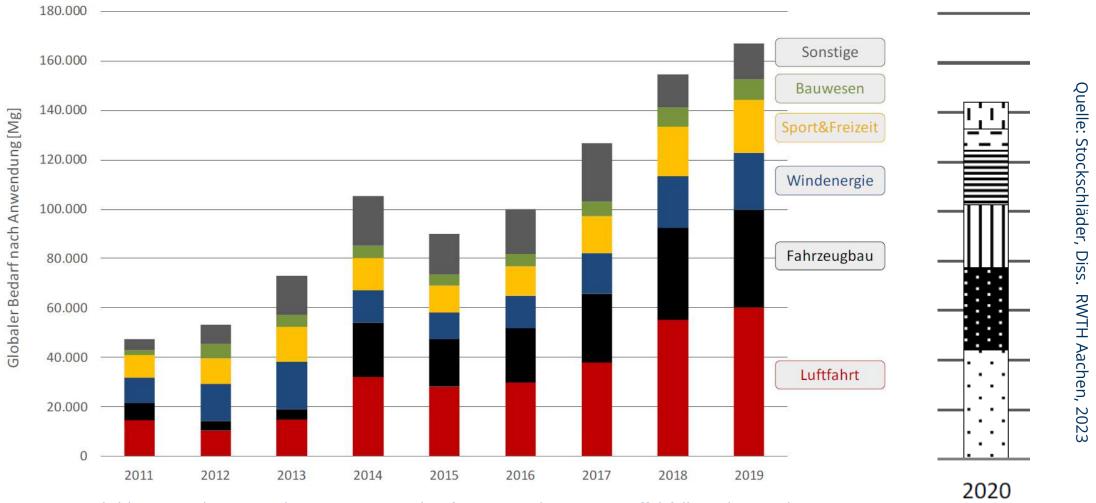
<u>Daniel Bernhardt</u>, Martin Dunker, Lena Sophie Hensch, Michael Beckmann TU Dresden Professur für Energieverfahrenstechnik

Untersuchungen zum Umsatzverhalten von carbonfaserverstärkten Kunststoff (CFK)-Reststoffen in Wirbelschichtfeuerungen

13. IEA Wirbelschichttreffen Wien

Ausgangssituation

Globaler Bedarf an carbonfaserverstärkten Composites nach Anwendung

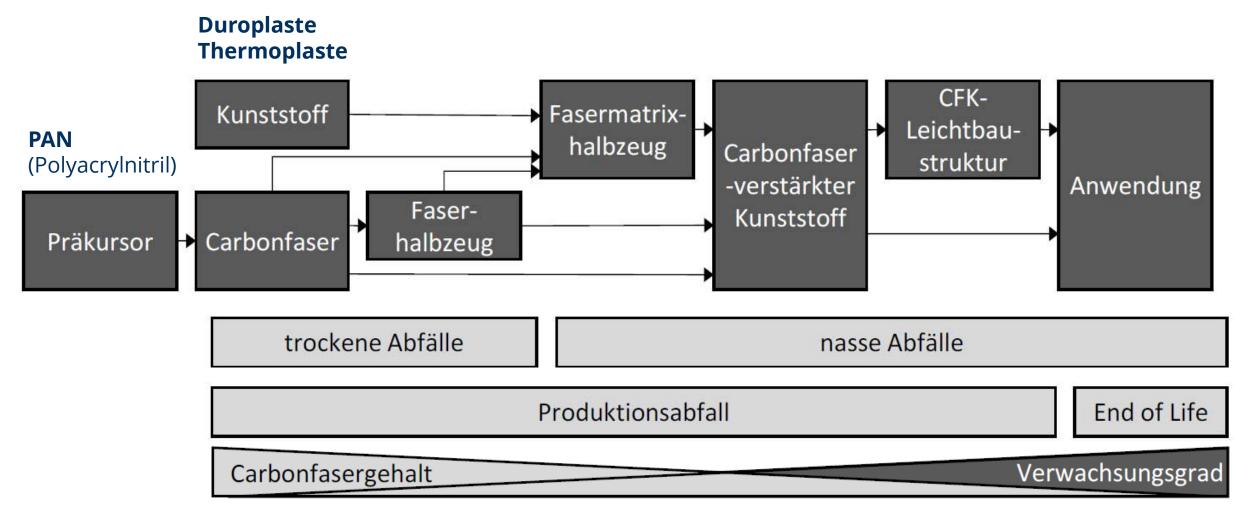


Quelle: UBA, 2021, Möglichkeiten und Grenzen der Entsorgung carbonfaserverstärkter Kunststoffabfälle in thermischen Prozessen





CFK-Produktion und Abfälle



Quelle: Stockschläder, Diss. RWTH Aachen, 2023



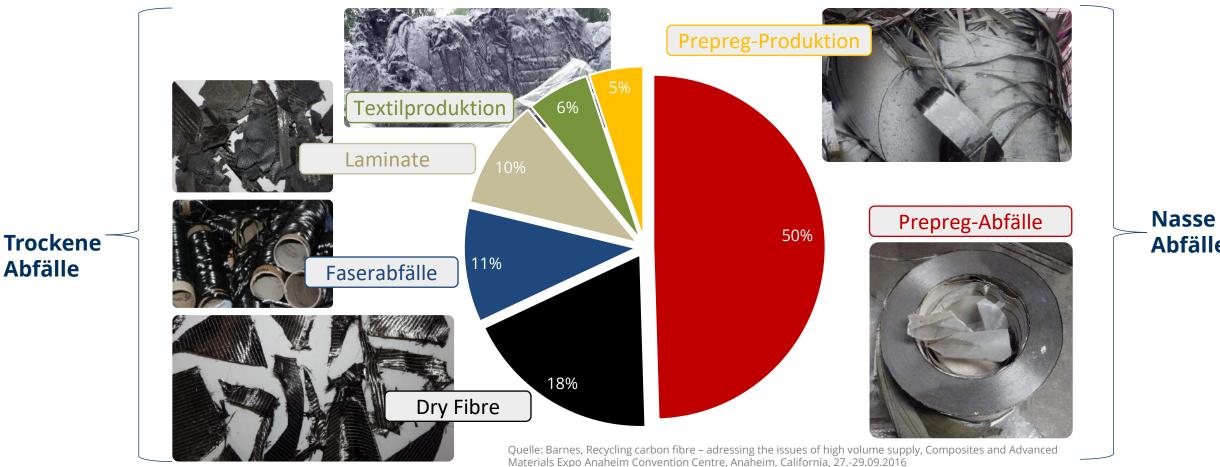


Verteilung der Produktionsabfallmengen

Bezugsjahr 2016 - Global 24.000 t

Produktionsabfälle, End-of-Life-Abfälle kaum zu ermessen!

Prepreg: Gelege mit nichtgehärteter Matrix









Übersicht bestehender Entsorgungsverfahren für CFK-Abfälle



mit Faserabtrennung

- thermische Verfahren:
 - Pyrolyse
 - WS-Feuerung
- chemische Verfahren:
 - Solvolyse
 - Salzbäder
 - katalytische Umwandlung
- mechanische Verfahren:
 - elektrodynamische Fragmentierung

ohne Faserabtrennung

- thermische Verfahren:
 - Umschmelzen von CFK
- chemische Verfahren:
 - Nutzung als Kohlenstoffquelle
- mechanische Verfahren:
 - Zerkleinerung/ Feinmahlen

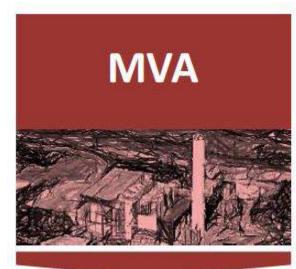
 Feuerungsprozesse zur Erzeugung thermischer Energie

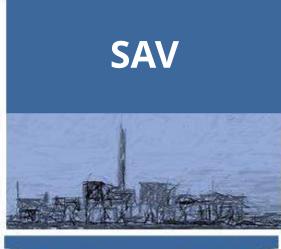
> Kein System zur separaten Erfassung von CF und CFK in Deutschland vorhanden! → Abfallschlüsselnummer



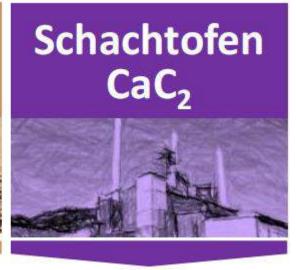


Entsorgung carbonfaserverstärkter Kunststoffabfälle in thermischen Prozessen – Erfahrungen UFOPLAN-Projekt









MHKW Coburg

- Rostfeuerung
- Mitverbrennung: Dry Fibre, CF-Fluff

SAV Biebesheim

- Drehrohrofen mit Nachbrennkammer
- Mitverbrennung: Dry Fibre, Fräßstaub

HeidelbergCement Paderborn

- Drehrohrofen
- Prepreg-Material

AlzChem Trostberg GmbH

- Elektroniederschachtofen
- CFK-Pellets

Unvollständiger Abbau (Verweilzeit, Temperatur)

Guter Umsatz

Quelle: UBA, 2021, Möglichkeiten und Grenzen der Entsorgung carbonfaserverstärkter Kunststoffabfälle in thermischen Prozessen





Entsorgung carbonfaserverstärkter Kunststoffabfälle in thermischen Prozessen – Erfahrungen UFOPLAN-Projekt

Fragestellung:

Lässt sich unter den Prozessbedingungen einer zirkulierenden Wirbelschichtfeuerung ein besserer Umsatz erzielen?

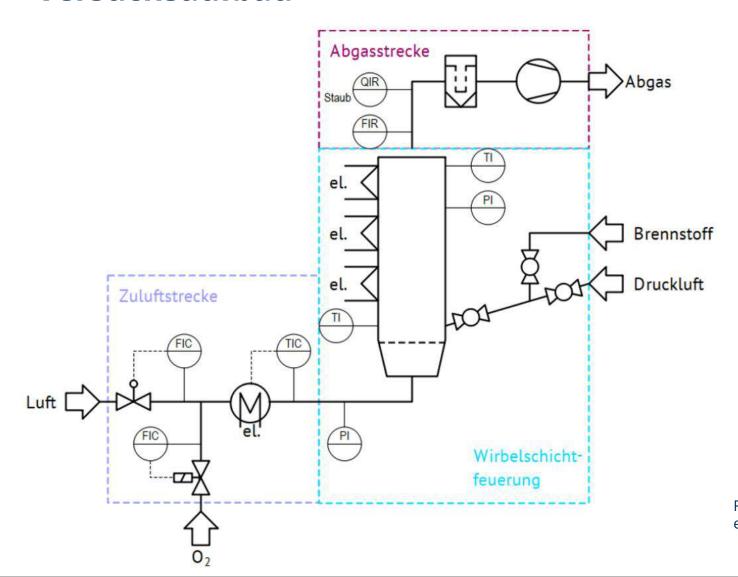
- → Voruntersuchungen in einer Semi-Batch Wirbelschicht
- → Variation Temperatur, Sauerstoffangebot

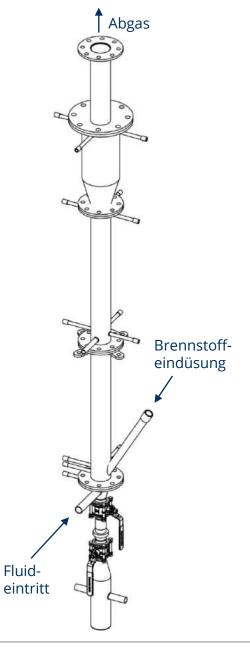






Versuchsaufbau











Eingesetzte Materialien







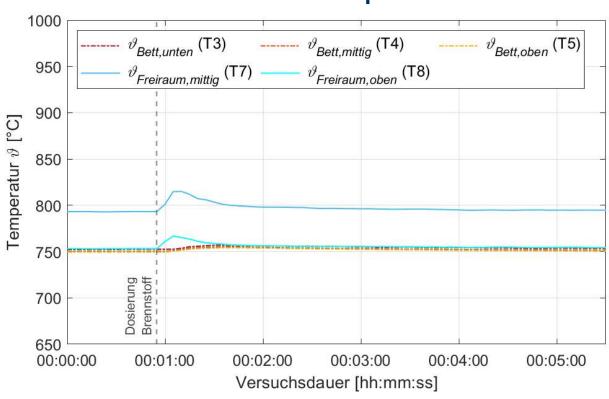
	CFK-Abfallgemisch	Fasermehl	AlzChem CFK- Reinfraktion
Wassergehalt [Ma%]	1,10	0,80	0,00
Aschegehalt (815 °C) [Ma%]	6,77	3,52	2,80
Flüchtige Bestandteile [Ma%]	45,00	1,80	40,21
Heizwert [kJ/kg]	31.540	31.140	n.b. ⁶
Kohlenstoff [Ma%]	77,50	89,20	82,40
Wasserstoff [Ma%]	5,94	0,04	2,98
Stickstoff [Ma%]	2,52	4,23	3,86
Schwefel [Ma%]	0,03	0,02	0,08
Fasergehalt/C _{fix} [Ma% (wf)] (berechnet)	48,23	94,68	56,99



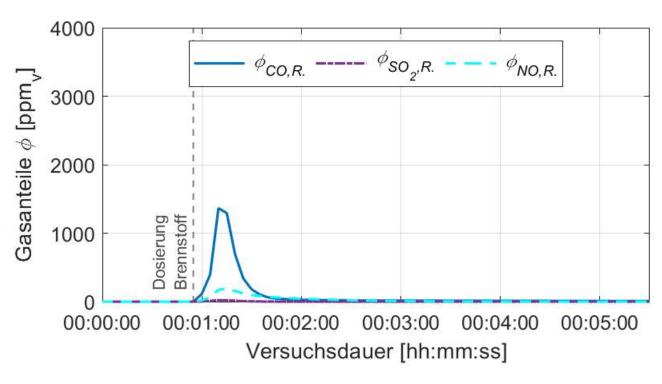


Verbrennungsverhalten Exemplarisch für Fasermehl – $\vartheta_{\rm WB}$ =750 °C, $\Psi_{\rm O2,RG}$ =20,9 %

Wirbelschichttemperaturen



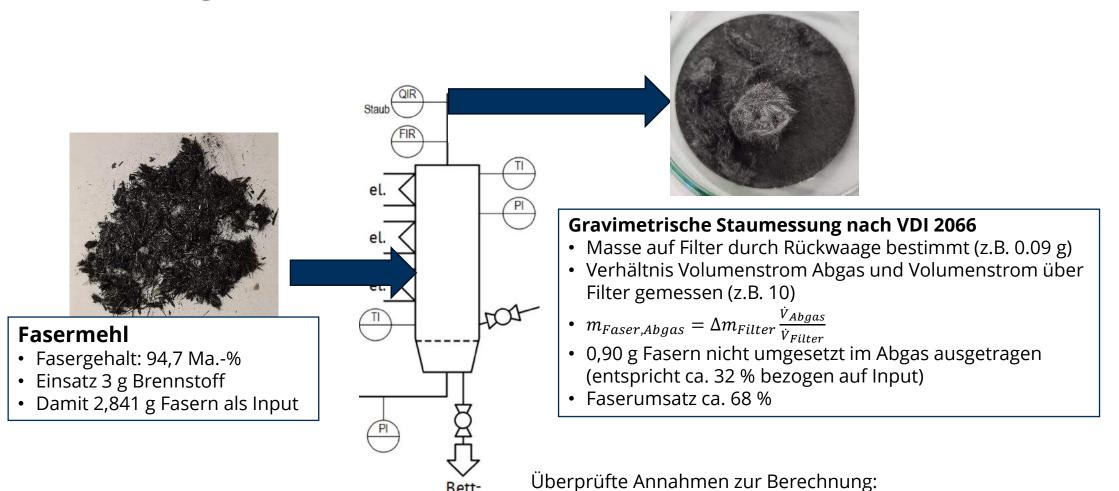
Abgaszusammensetzung







Bestimmung des Faserumsatzes







vernachlässigbar

material

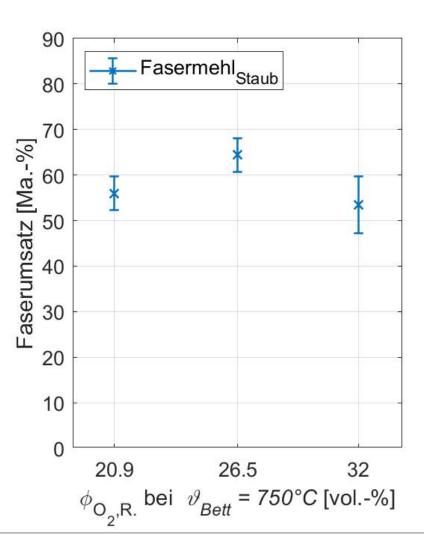
Nicht umgesetztes CFK wird vollständig ausgetragen und verbleibt nicht im Bett

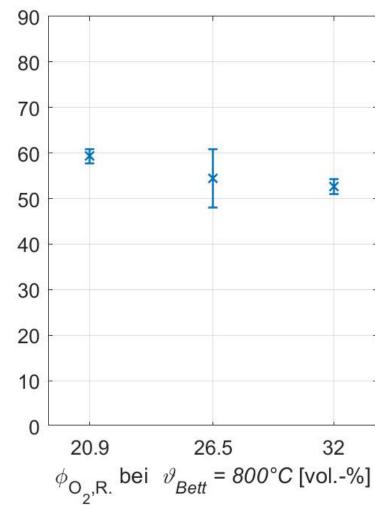
Menge an ausgetragenen Bettmaterials im Vergleich zu CFK-Masse auf Filter

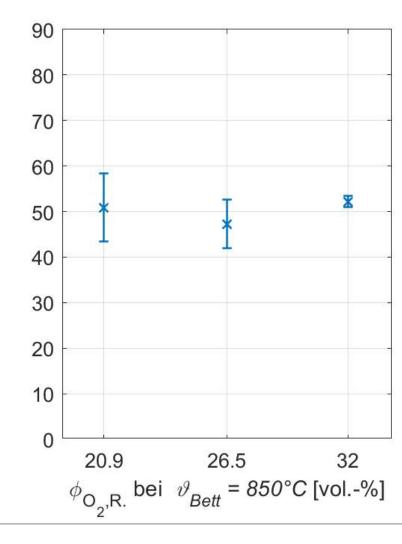
Faserumsatz des Fasermehls

Einfluss Wirbelbetttemperatur









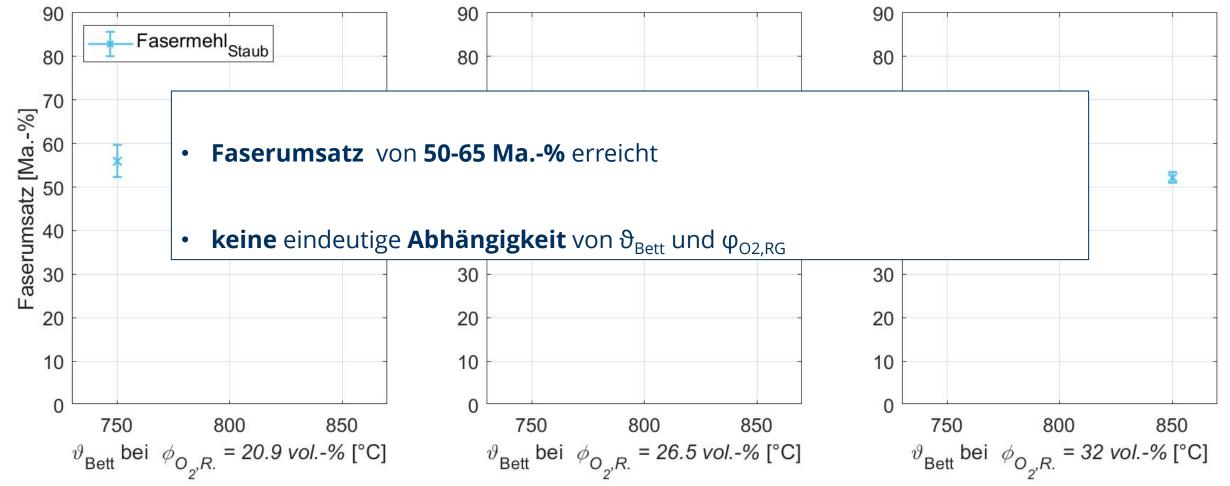




Faserumsatz des Fasermehls

Einfluss O₂-Gehalt Reaktionsgas



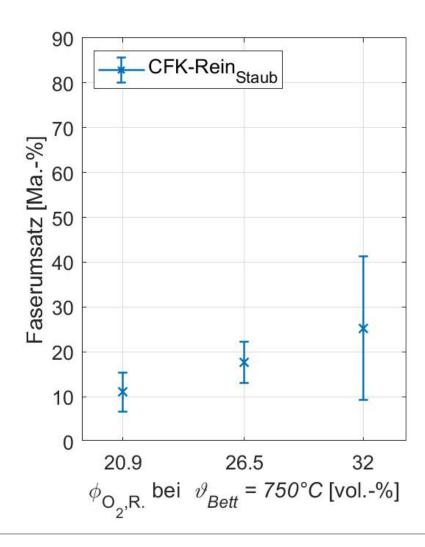


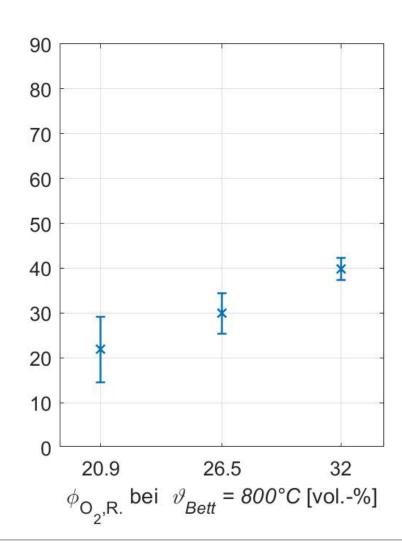


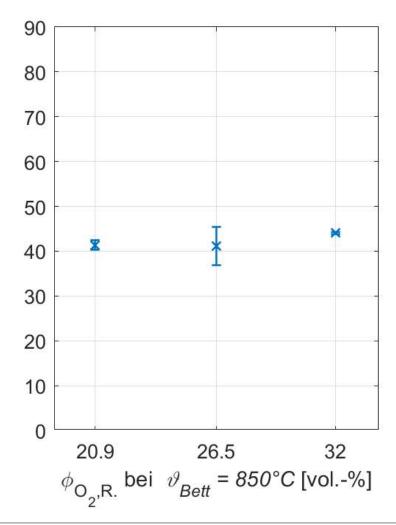


Faserumsatz der CFK-Reinfraktion







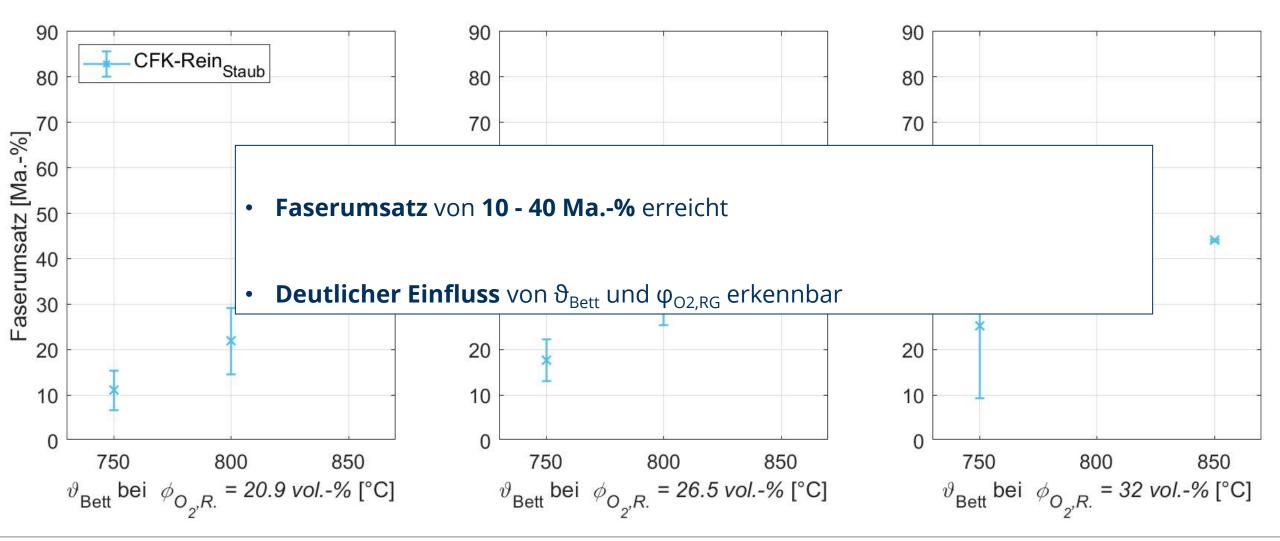






Faserumsatz der CFK-Reinfraktion



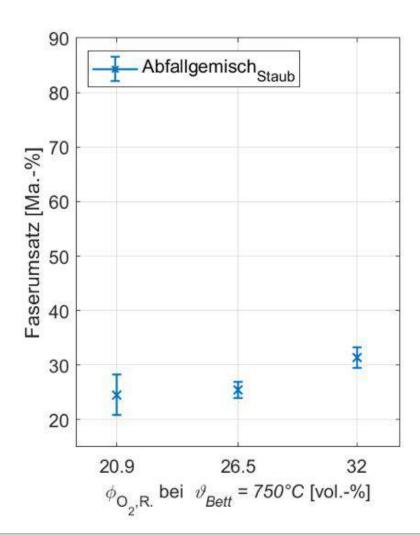


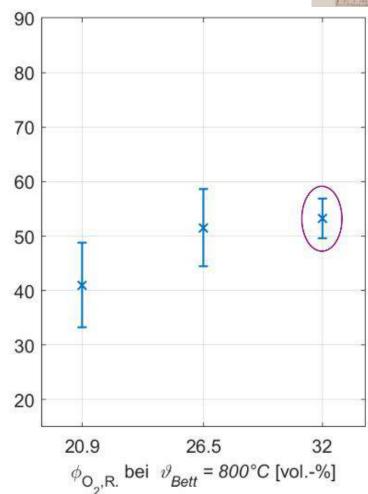


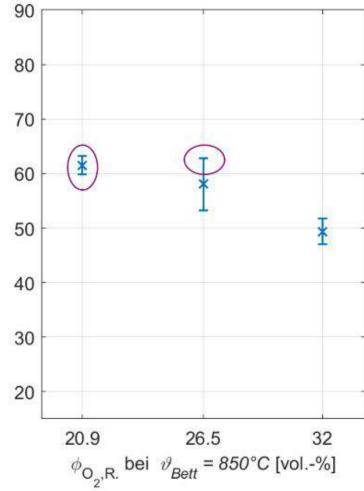


Faserumsatz des Abfallgemisches







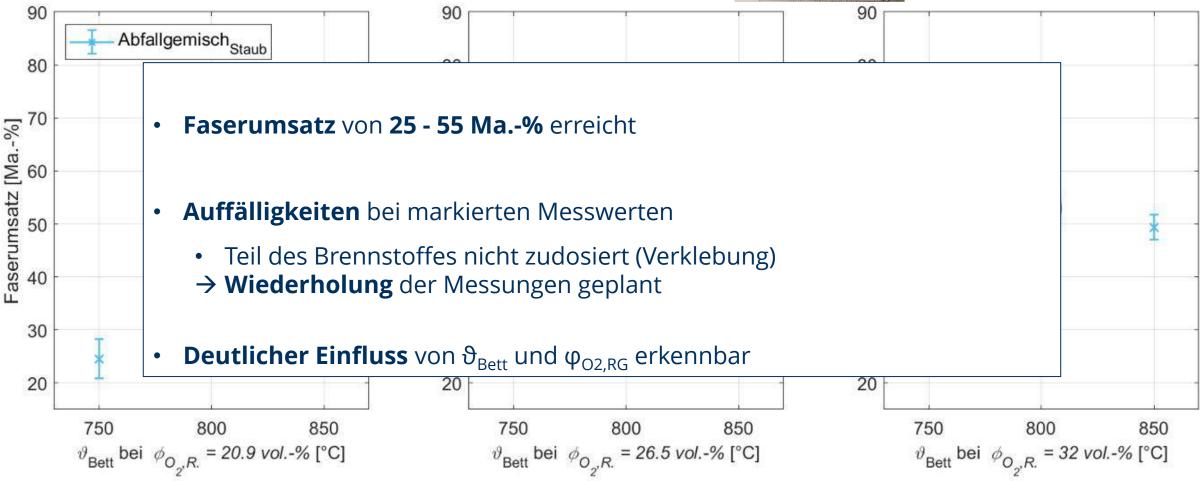






Faserumsatz des Abfallgemisches

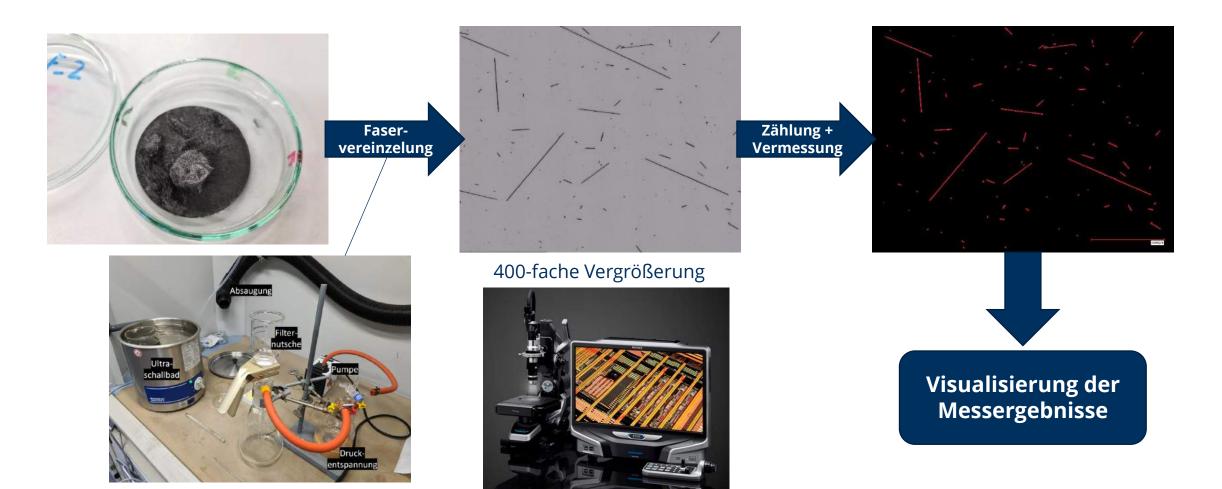








Faserlängenverteilung







Lichtmikroskopaufnahmen







- materialspezifischer Angriff an Fasern:
 - punktuell oder gleichmäßig

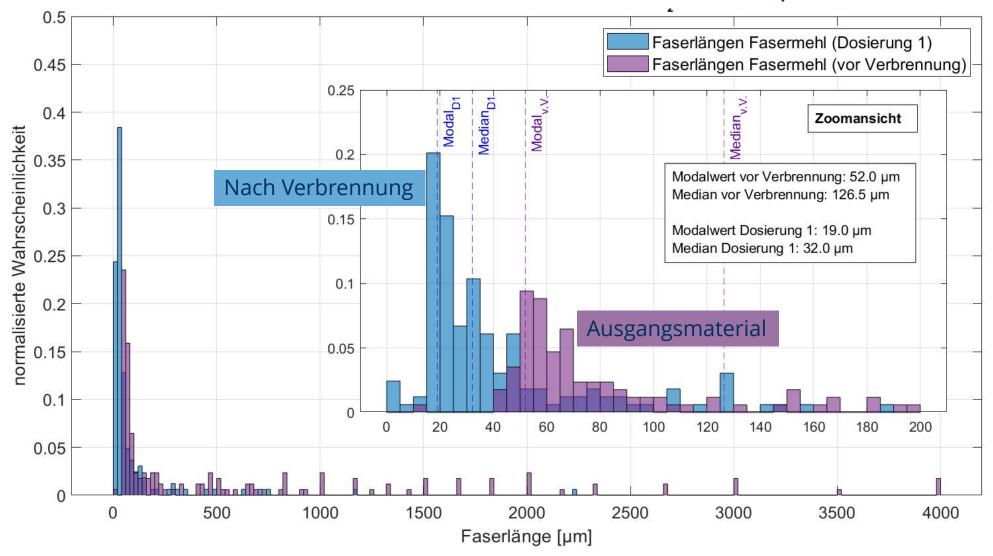


 WHO-Fasern: lange, dünne Faserfragmente (lungengängig)





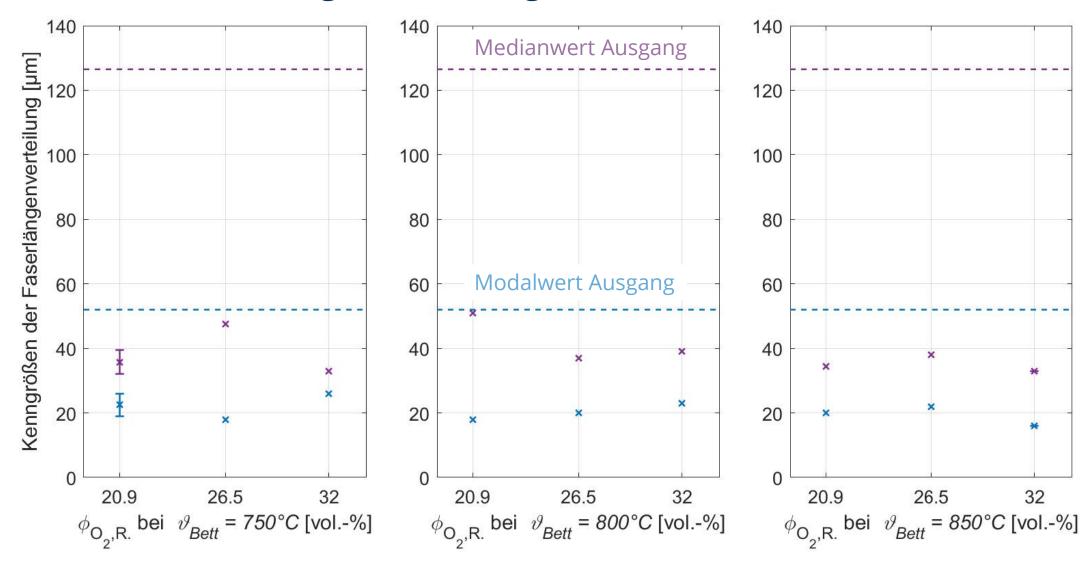
Faserlängenverteilung – Fasermehl (θ_{WB} =750 °C, $\Psi_{O2,RG}$ =20,9 %)







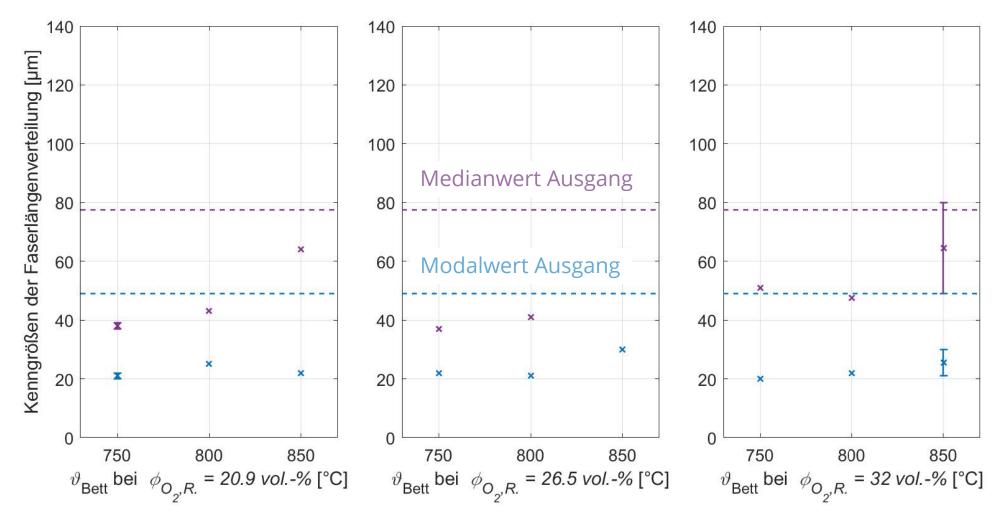
Kennwerte Faserlängenverteilung - Fasermehl







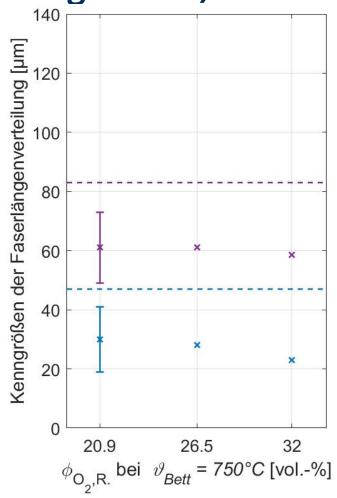
Faserlängenverteilung (CFK-Reinfraktion)

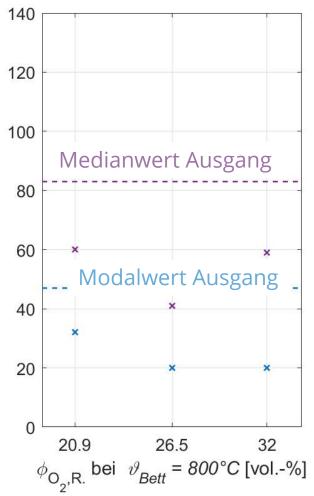


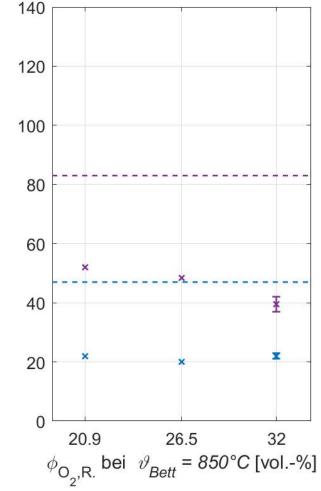




Faserlängenverteilung (Abfallgemisch)











Zusammenfassung und Ausblick

- positive Beeinflussung der Reaktionskinetik aller drei CFK-Brennstoffe durch $\vartheta_{Bett}\uparrow$ und $\phi_{O2,R.}\uparrow$
 - bei zwei Materialien zusätzlich Faserumsatzsteigerung
 - Faserumsätze bis zu 50-60 Ma.-% erreicht
- Verbrennung führt zu Faserzerkleinerung und Homogenisierung der Faserlängenverteilung
 - Hauptmechanismus: Lochfraß und anschließender Faserbruch
- Limitierung des Faserumsatzes durch Erreichen einer Austragsfaserlänge ca. 20 µm
 - → Folgeuntersuchungen: **Einfluss der Verweilzeit** mit zirkulierender Wirbelschicht
 - → Überprüfung der Eignung





55. Kraftwerkstechnisches Kolloquium

10. und 11. Oktober 2023 in Dresden

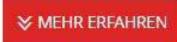




KRAFTWERKSTECHNISCHES KOLLOQUIUM

55. Kraftwerkstechnisches Kolloquium am 10. und 11. Oktober 2023

Die Technische Universität Dresden veranstaltet das Kraftwerkstechnische Kolloquium bereits seit 54 Jahren. Der Kongress hat sich zu einer wissenschaftlich-technischen Plattform der Energie- und Kraftwerksbranche entwickelt und begrüßt jährlich rund 1000, vorrangig aus der Industrie stammende Teilnehmerinnen und Teilnehmern, mit über 100 Fachvorträgen und der Firmenmesse (2022: 94 Aussteller).



PODIUMSDISKUSSION

Moderation: Jürgen Pfeiffer, GREEN+CLEAN European Energy Talks

Sichere und saubere Energie

Michael Kretschmer, Ministerpräsident des Freistaates Sachsen
Ricarda Lang, Bundesvorsitzende von BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Berlin
Jorgo Chatzimarkakis, CEO of Hydrogen Europe, Brüssel, Belgien
Dipl.-Ing. Sylvio Sauer, Direktor Kraftwerke, Saale Energie GmbH, Schkopau
Prof. Dr.-Ing. Manfred Fischedick, Präsident und Wissenschaftlicher Geschäftsführer,
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Prof. Dr. Veronika Grimm, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg,
Mitglied des Sachverständigenrats zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung

www.kraftwerkskolloquium.de





Vielen Dank für Ihr Interesse!



Fakultät Maschinenwesen Institut für Verfahrens- und Umwelttechnik Professur für Energieverfahrenstechnik

Dr.-Ing.

Daniel Bernhardt

Telefon: 0351-463-33143 Telefax: 0351-463-37753

E-Mail: **daniel.bernhardt@tu-dresden.de**Web: www.energieverfahrenstechnik.de





Die hier vorgestellten experimentellen Untersuchungen sind Bestandteil des AiF-IGF geförderten Forschungsvorhabens "Methodische Untersuchung von Verfahrensoptionen zur thermischen Entsorgung carbonfaserverstärkter Kunststoffe (MUTE-CFK)" BG 21176





Vielen Dank für Ihr Interesse!









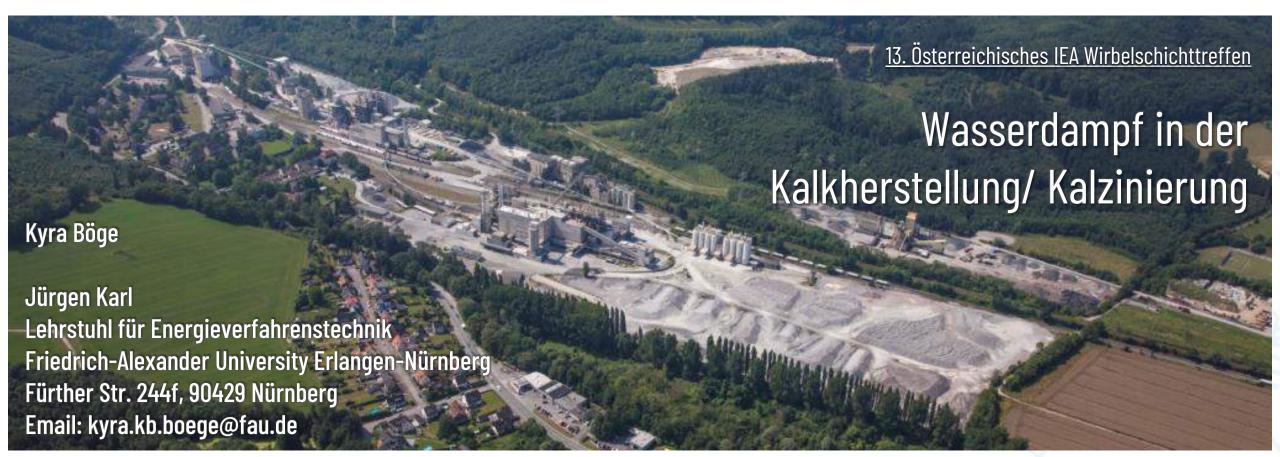


Abbildung 1. Kalkwerk Hönnetal in Deutschland. Dieses Werk dient als Referenzanlage für die Integration des IHCaL-Konzepts zur Kohlenstoffabscheidung in der Kalkproduktion im ANICA-Projekt. Quelle: Lhoist Deutschland.





Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Agenda

Indirekte Kalzinierung Kalk- und Zementindustrie als CO₂-Emittenten: Lösungen und Herausforderungen Wasserdampf in der Kalzinierung Gleichgewichtslimitierung in der Wirbelschichtkalzinierung Reaktivität des unter Wasserdampf kalzinierten Kalksteins



Kalk- und Zementindustrie als CO₂-Emittenten^[1]

Indirekte Kalzinierung

Wasserdampf

Gleichgewichtslimitierung

Kalk als Produkt

Fazi

	Ratio/tonne of lime	
Pollutant	Min	Max
Particulates	kg/Tonne Kalk	kg/Tonne Kalk
Dust	0.003-0.006	> 1.3
Gases		
NOx	< 0.15	> 12.5
90	0	> 10.0
CO_2	987	1957
CO	< 0.3	> 12.5

Lösungsansatz:

Indirekt-beheizte Kalzinierung in der Wirbelschicht

Herausforderungen & Lösungen



[1] Source: Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide; Table 2.24: Examples of typical emissions occurring from lime kilns in Europe







CO2

Max kg/Tonne Kalk

1957

Indirekt beheizte Kalzinierung in der Wirbelschicht

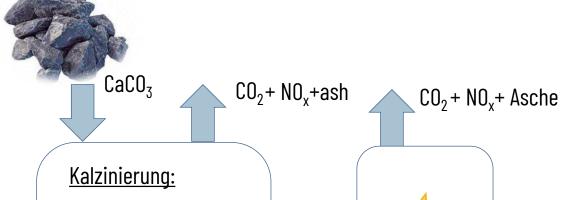
Indirekte Kalzinierung

Wasserdampf

Gleichgewichtslimitierung

Kalk als Produkt

Fazit

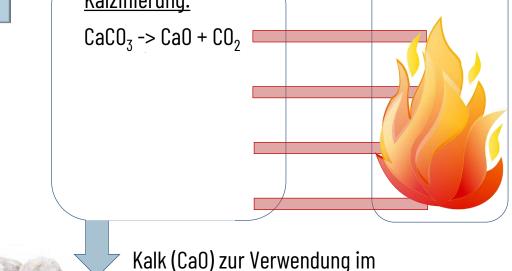




Min kg/Tonne Kalk

987

- Durch die indirekte Wärmezufuhr über Wärmerohre können Reaktion und Verbrennung getrennt voneinander ablaufen.
- Ein hoher Wärmeübergang zwischen Kalkstein und Wärmerohr kann durch ein Wirbelschicht erreicht werden.
- $ightharpoonup 60-75~\%^{[1]}$ des entstehende CO_2 kann in Reinform abgetrennt werden.





Carbonat-Looping- Prozess/

Tortillaproduktion ...



Herausforderungen und Lösungen

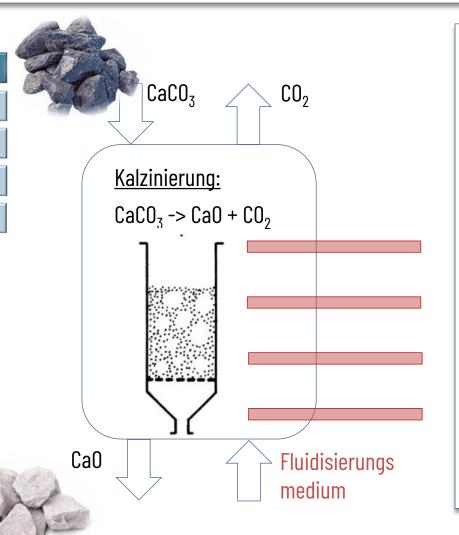
Indirekte Kalzinierung

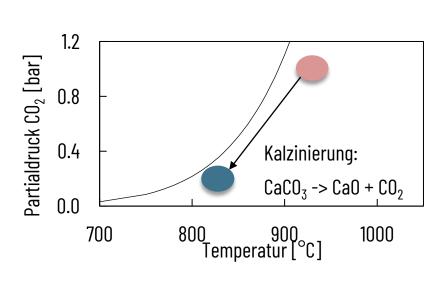
Wasserdampf

Gleichgewichtslimitierung

Kalk als Produkt

Fazit





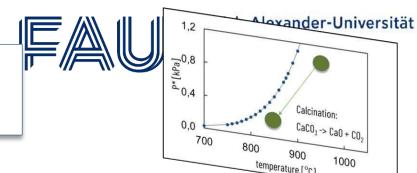
- $ightharpoonup CO_2$ ist als Fluidisierungsmedium geeignet, so dass CO_2 in reiner Form abgeschieden werden kann.
- CO₂ führt zu Agglomeration und Kalzinierung bei hohen Temperaturen (harte Kalzinierungsbedingungen).
- ightharpoonup Verwendung von 100 % Dampf als Alternative zur ${
 m CO_2}$ -Fluidisierung.



Zwischenfazit

Wasserdampf Kalk- und Zementindustrie als CO₂-Emittenten: Lösungen und Herausforderungen Indirekte Wirbelschichtkalzinierung mit Wasserdampf zur Abscheidung von reinem CO₂ Wasserdampf in der Kalzinierung Gleichgewichtslimitierung in der Wirbelschichtkalzinierung Reaktivität des unter Wasserdampf kalzinierten Kalksteins

Wasserdampf in der Kalzinierungsreaktion



ndirekte Kalzinierung

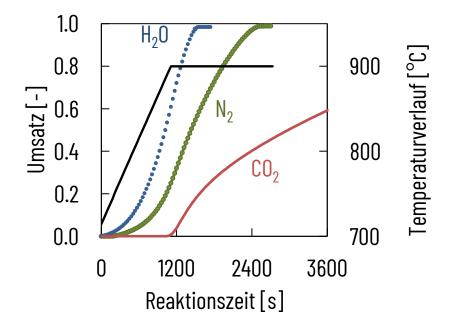
Wasserdampf

Gleichgewichtslimitierung

Kalk als Produk

Fazit

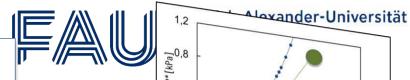
Messung der Gewichtsänderung von 40 mg Probe mit den Temperaturen in verschiedenen Atmosphären in der thermogravimetrischen Analyse (TGA).





Die Reaktion mit Wasserdampf beginnt bei niedrigeren Temperaturen als mit N₂ und CO₂

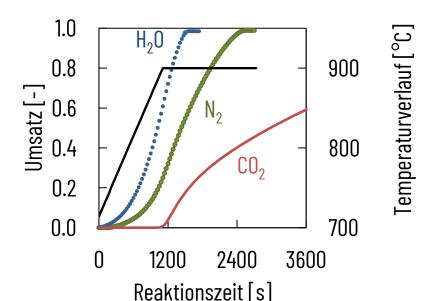
Wasserdampf in der Kalzinierungsreaktion

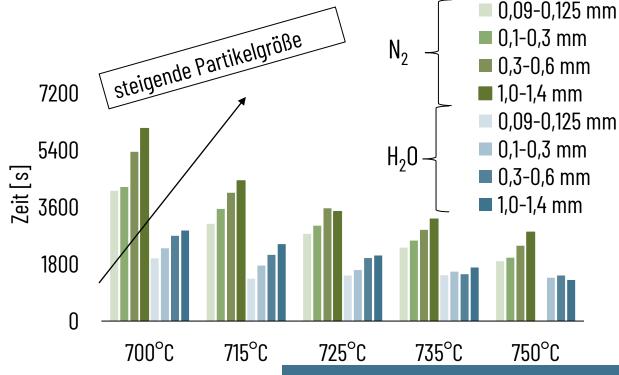


700

Messung der Gewichtsänderung von 40 mg Probe mit den Temperaturen in verschiedenen Atmosphären in der thermogravimetrischen Analyse (TGA).

➤ Verschiedenen Partikelgrößen





- Wasserdampf hat bei allen Partikelgrößen eine beschleunigende Wirkung auf die Reaktion
- Kleine Partikelfraktionen haben kürzere Umsatzzeiten als große Partikelfraktionen

<u>Take Home Messages:</u>

- Kleine Partikel kalzinieren schneller
- Wasserdampf beschleunigt die Reaktion

Folie 8

Was

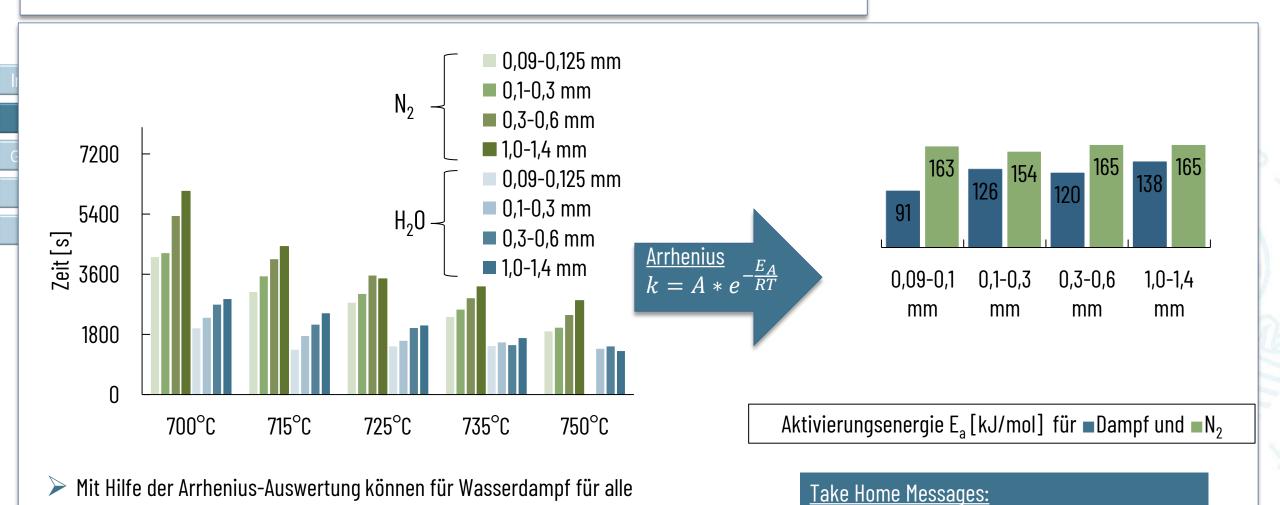
1000



Wasserdampf als Katalysator der Kalzinierungsreaktion



Wasserdampf katalysiert die Kalzinierung

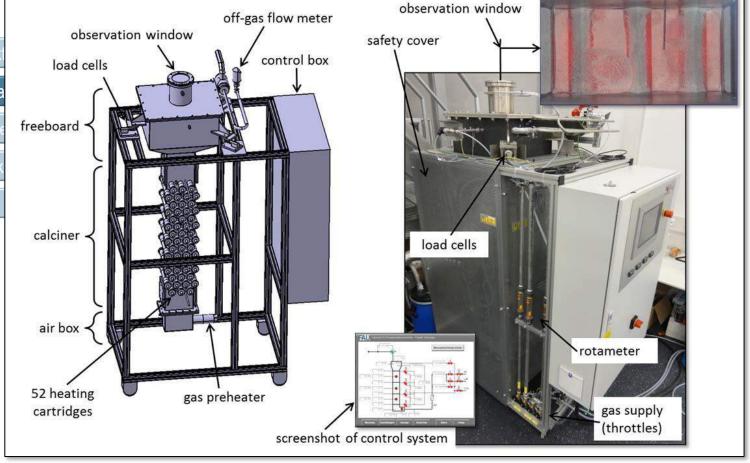


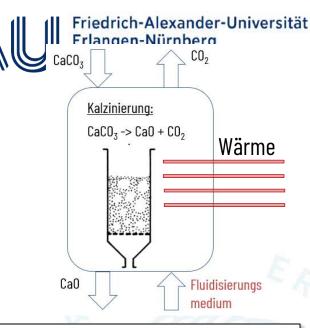
Partikelgrößen niedrigere Aktivierungsenergien als mit Stickstoff

bestimmt werden

Indirekt beheizter Batch Kalziner

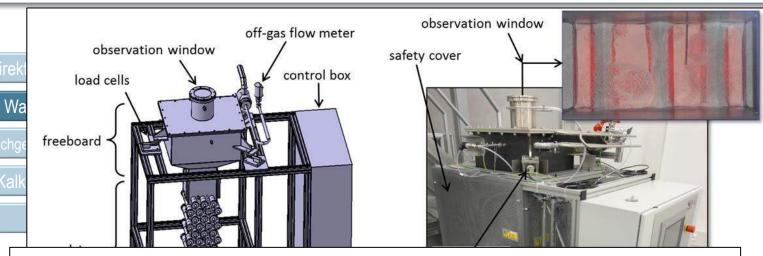


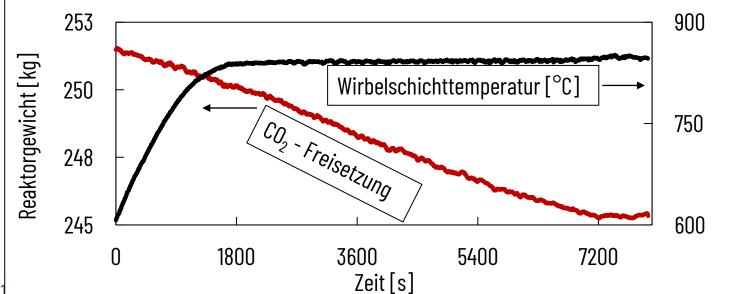


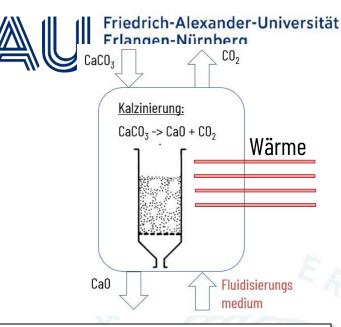


- > Gasvorwärmung mit einer Leistungsaufnahme von 4 kW
- 52 elektrisch beheizte Rohre mit einer Gesamtleistung von 18,2 kW (die die Wärmerohre der Scale-up-Anlage simulieren)
- Befüllung mit ca. 15 25 kg Sorptionsmittel, abhängig von einigen Materialfragen
- Fluidisierung mit verschiedenen Medien einstellbar zwischen 1-15 Nm³/h

Indirekt beheizter Batch Kalziner







- Gasvorwärmung mit einer Leistungsaufnahme von 4 kW
- > 52 elektrisch beheizte Rohre mit einer Gesamtleistung von 18,2 kW (die die Wärmerohre der Scale-up-Anlage simulieren)
- ➤ Befüllung mit ca. 15 25 kg Sorptionsmittel, abhängig von einigen Materialfragen
- Fluidisierung mit verschiedenen Medien einstellbar zwischen 1-15 Nm³/h

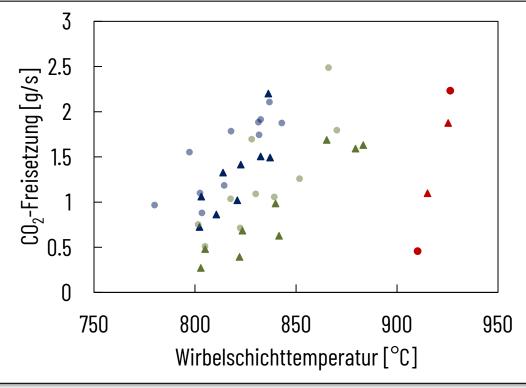
Wasserdampf in der Wirbelschichtkalzinierung

Friedrich-Alexander-Universität

Wasserdampf

Methode:

- Starmassen CaCO₃: 15 kg
- Fluidisierung: $100 \% N_2/H_2O/CO_2$
- Zieltemperatur: 790 -950 °C
- Partikelfraktion: 0,1-0,3 mm



- $100-300 \, \mu m \, H_2 O$
- $300-700 \, \mu m \, H_2 O$
- $100-700 \, \mu m \, N_2$
- $300-700 \, \mu m \, N_2$
- 100- 300 μm CO₂
- $300-700 \, \mu m \, CO_2$

Take Home Messages:

- Der Wasserdampfeffekt ist auch in der Wirbelschicht vorhanden
- Kleine Partikel haben kleinere CO₂-Freisetzungsraten!
 - Wieso?

- Unterschiede in der CO₂-Freisetzungsrate der Partikelgrößen
- Dampf hat gegenüber Stickstoff die gleiche CO₂-Freisetzungsrate bei niedrigeren Temperaturen
- Unter CO₂-Atmosphäre muss bei deutlich höheren Temperaturen kalziniert werden, um gleiche Freisetzungsraten wie unter N₂/H₂0-Atmosphäre zu erzielen



Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Zwischenfazit

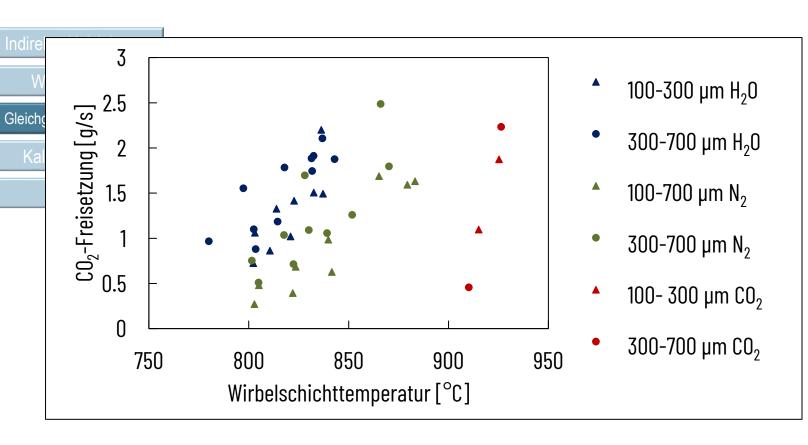
Kalk- und Zementindustrie als CO₂-Emittenten: Lösungen und Herausforderungen Gleichgewichtslimitierung Wasserdampf in der Kalzinierung Wasserdampf führt aufgrund des katalytischen Effekts und der Möglichkeit näher am Gleichgewicht zu kalzinieren zu einer beschleunigten Reaktion Gleichgewichtslimitierung in der Wirbelschichtkalzinierung Reaktivität des unter Wasserdampf kalzinierten Kalksteins

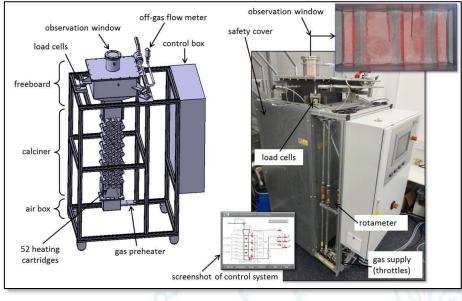


Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Wasserdampf in der Wirbelschichtkalzinierung







Take Home Messages:

- Der Wasserdampfeffekt ist auch in der Wirbelschicht vorhanden
- Kleine Partikel haben kleinere CO₂-Freisetzungsraten!
 - ➤ Wieso?



----dor-Universität CO₂ Massenstrom?

CO₂-Freisetzung durch Kalzinierung

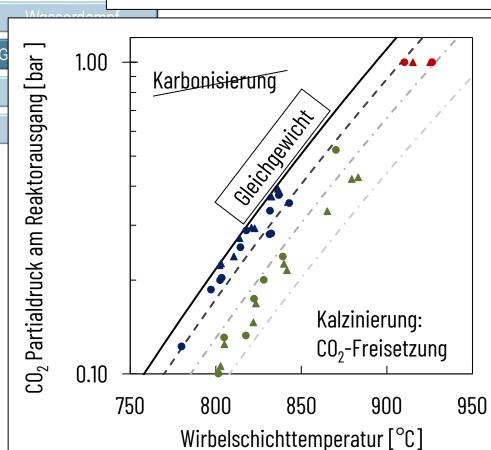
Fluidisierungsmedium: 100 % H₂O/ N₂

Gleichgewichtslimitierung im Batch Kalziner

 CO_2 am Reaktorausgang $[\frac{mol}{s}]$ $Partialdruck CO_2 =$

CO2 am Reaktorausgang

+ Fluidisierungmedium $\lceil \frac{mol}{s} \rceil$



- -0,8* Gleichgewicht
- 0,6* Gleichgewicht
- 0,4* Gleichgewicht
- H₂0
- \bullet N_2
- CO₂

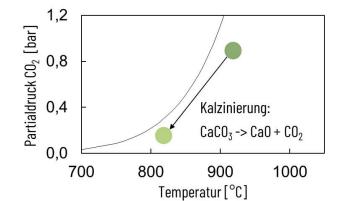
- Die Auftragung des Partialdrucks am Reaktorausgang, zeigt dass sich der Partialdruck CO₂ unter Wasserdampf Fluidisierung
 - an der Gleichgewichtslinie
 - und bei Stickstoff 0,4* Gleichgewichtslinie befindet

Take Home Messages:

- Die Fluidisierungsmenge und die Temperatur bestimmen die Kalzinierungsrate aufgrund der Gleichgewichtsreaktion < 900 °C
- Mit Wasserdampf kann 40 % näher als mit N_2 am Gleichgewicht kalziniert werden
- Kleine Partikel kalzinieren aufgrund des geringeren Fluidisierungsmenge langsamer

Gleichgewichtslimitierung im Batch Kalziner

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



ndirekte Kalzinierung

Wasserdampf

Gleichgewichtslimitierung

Kalk als Produkt

Fazit



Fluidisierungsmedium:

100 % H₂0/ N₂

$$Partialdruck \ CO_2 = \frac{Menge \ CO_2 \ am \ Reaktorausgang \left[\frac{mol}{S}\right]}{Menge \ CO_2 \ am \ Reaktorausgang \left[\frac{mol}{S}\right] + Menge \ Fluidisierung medium \left[\frac{mol}{S}\right]}$$

Der Partialdruck, bis zu dem die Kalzinierung erfolgen kann, wird durch die Temperatur bestimmt. Die CO₂-Freisetzung bei einer bestimmten Fluidiserung wird durch den Partialdruck und die Temperatur bestimmt.

<u>Anders formuliert:</u> Das Produktionsziel gibt die erforderliche Reaktionsgeschwindigkeit durch die CO_2 -Freisetzungsrate [mol/s] an.

Eei gegebener Temperatur kann die benötigte Menge an Fluidisierungsmedium berechnet und die gewünschte Fluidisierung über die Reaktorfläche eingestellt werden.



Massenabhängige Reaktionsrate in der Wirbelschicht

Kalzinierungsrate aufgrund der G

Gleichge

Kleine Partikel kalzinieren aufgru

Mit Wasserdampf kann 40 % näh

Methode:

Kleinskalige Rohrofenwirbelschicht

Fluidisierung: N_2 u/u₀= 4

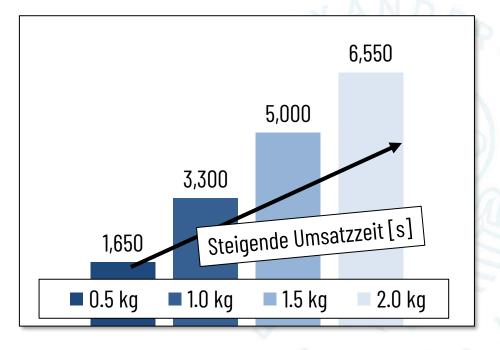
Zieltemperatur: 850 °C

Partikelfraktion: 0,1-0,3 mm

Startmassen CaCO₃: 0,5/ 1/ 1,5/ 2 kg



Doppelter Starmasse an CaCO₃ benötigt bei gleichen Bedingungen doppelt so lange bis zum Vollumsatz!



Menge CO₂ am Reaktorausgang

 $Partialdruck CO_2 =$ Menge CO₂ am Reaktorausgang + Menge Fluidisierungsmedium

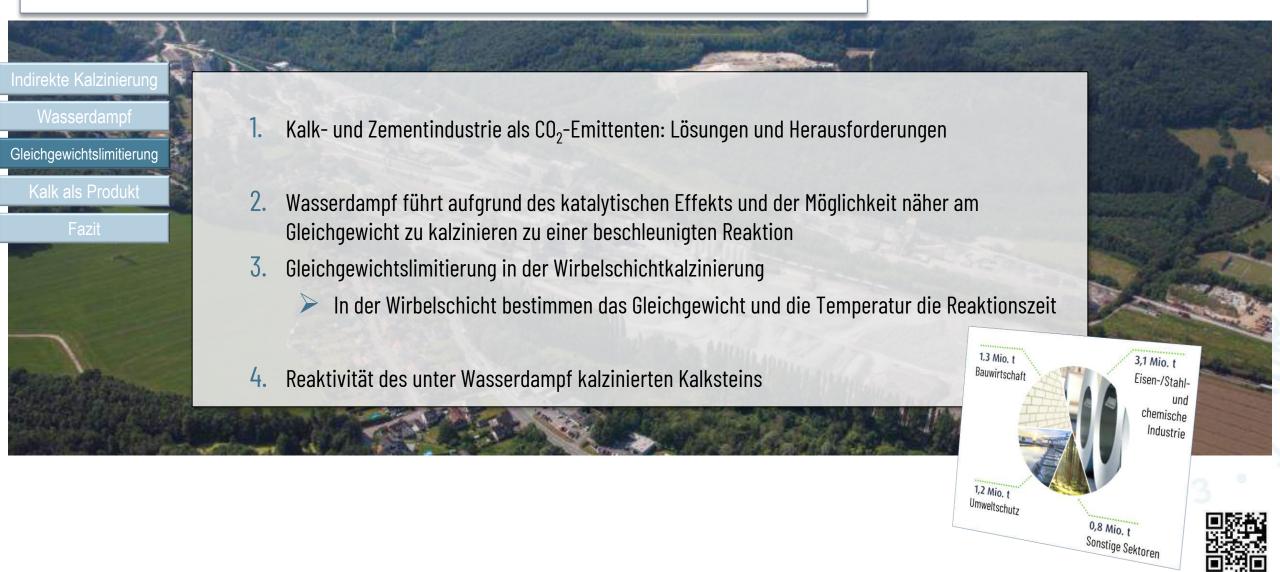
Take Home Messages:

Unterhalb von 900 °C gibt es eine Massenabhängige Reaktionszeit



Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Zwischenfazit



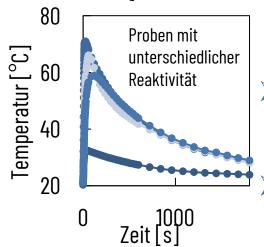
Kalk als Produkt

- 1,75 kg Kalk pro Einwohner/Woche
- Unterschiedliche Anforderungen an die Kalkqualität
- Kalkqualität abhängig von den Prozess Bedingungen, wie die Atmosphäre, Druck und Temperatur

Kalk als Produkt

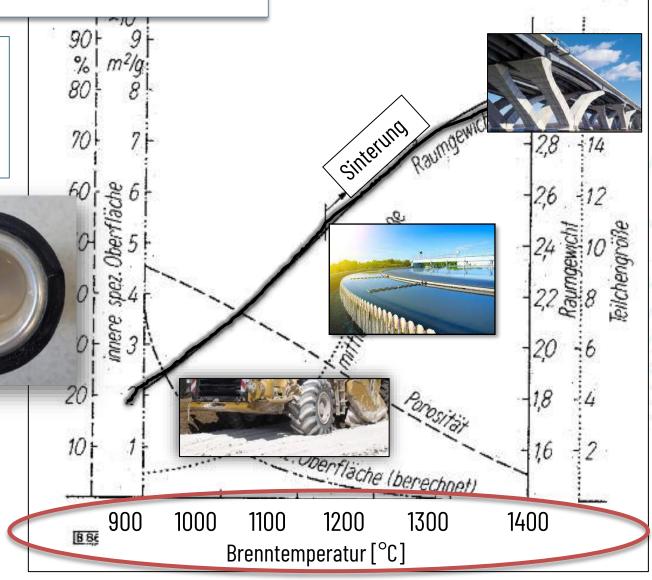
Fazit





 $CaO + H_2O -> Ca(OH)_2$

- Unterschiedliche Reaktivität im T-60-Test mit Wasser je nach Sinterung.
- ➤ Hohe Versinterung: geringer Temperaturanstieg

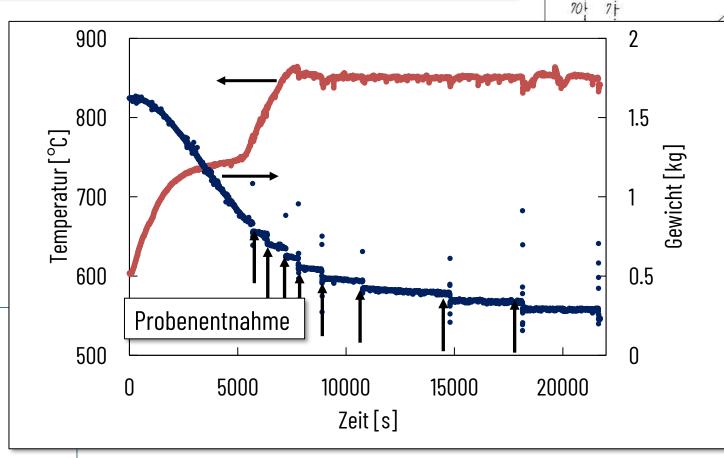






Methode:

- Variation u/u_n
- Atmosphäre 100 % $H_2O/CO_2/N_2$
- Temperatur 800/850/900/950 °C
- Probenentnahme zu unterschiedlichen
 Zeitpunkten + Verweilzeit um Semi-Batch
 Betrieb zu simulieren



1743

Friedrich-Alexander-Universität

o 1300

Erlangen-Nürnberg

1400



Reaktivität des gebrannten Kalksteins

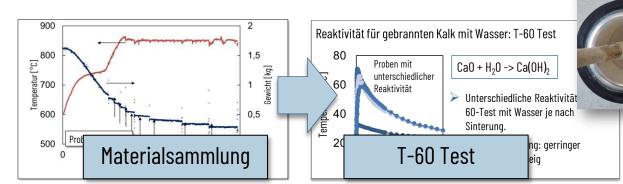
ndirekte Kalzinierung

Wasserdampf

Gleichgewichtslimitierung

Kalk als Produkt

Fazit

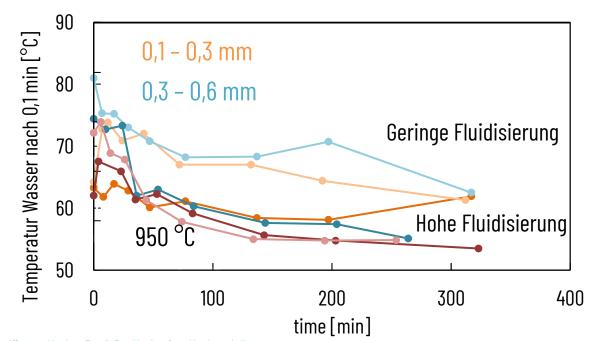


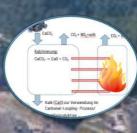
Einfluss von Temperatur und Fluidisierungs während
der Kalzinierung auf die Reaktivität des

Kalkproduktes

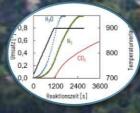
In der Wirbelschicht findet ein Abriebverhalten statt.

Reaktivität bei 850 °C und zwei verschiedenen Partieklgrößen

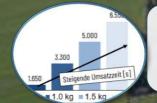




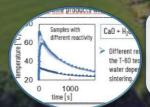
 \checkmark Indirekte Wirbelschichtkalzinierung mit Wasserdampf zur Abscheidung von reinem CO_2



✓ Wasserdampf beschleunigt die Reaktion aufgrund des katalytischen Effekts und Nähe am Gleichgewicht zu kalzinieren



✓ In der Wirbelschicht bestimmen Gleichgewicht und Temperatur die Reaktionszeit



Einfluss von Temperatur und Fluidiserung auf die Reaktivität







13. Wirbelschichtstreffen

CO₂ capture costs of chemical looping combustion – A comparison of natural and synthetic oxygen carrier

Fleiß B. 1, Priscak J. 2, Fuchs J. 1, Müller S. 1, Hofbauer H. 1

¹TU Wien, Institute of Chemical, Environmental and Bioscience Engineering ²BEST Bioenergy and Sustainable Technologies

TU

Content

- Initial situation
- Theory- Chemical Looping Combustion
- 80 kW_{th} Pilot plant
- Oxygen carrier selection
- Pilot plant experiments
- Scale-up 100 MW_{th}
- **■** Techno-economic assessment



Initial situation

Global warming:

- CO₂ as main green house gas
- CO₂ capture needed to reach 2 °C goal
- Costs per year not reaching: 0.3-0.9 trillion €

Carbon capture facts:

- 11-40 GtCO₂/a **negative emission** needed
- State of the art technology: Amine scrubbing
- 100-200 €/tCO₂ mitigation costs
- **CO₂ certificate price**: 90 €/tCO₂ (21.08.2023)

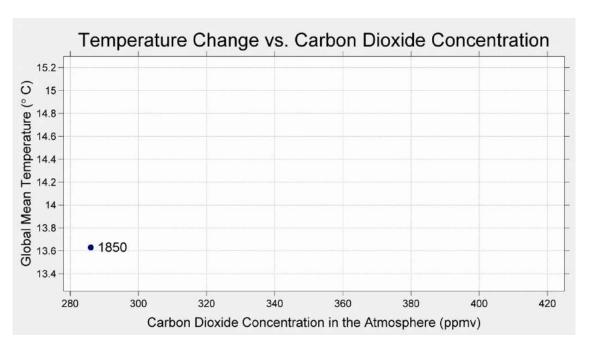


Illustration of Berkeley Earth, 2019 [1]

Goals of technology development:

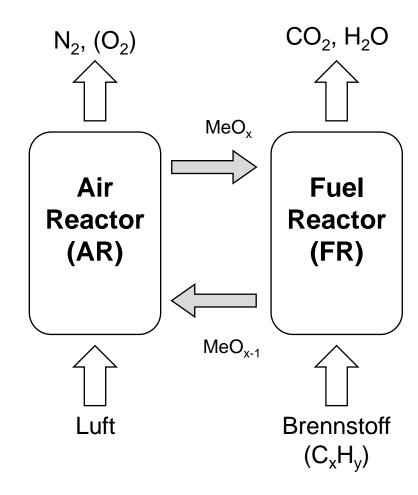
- Decreasing capture costs
- Chemical looping combustion with biomass high potential



Theory – Chemical looping Combustion (CLC)

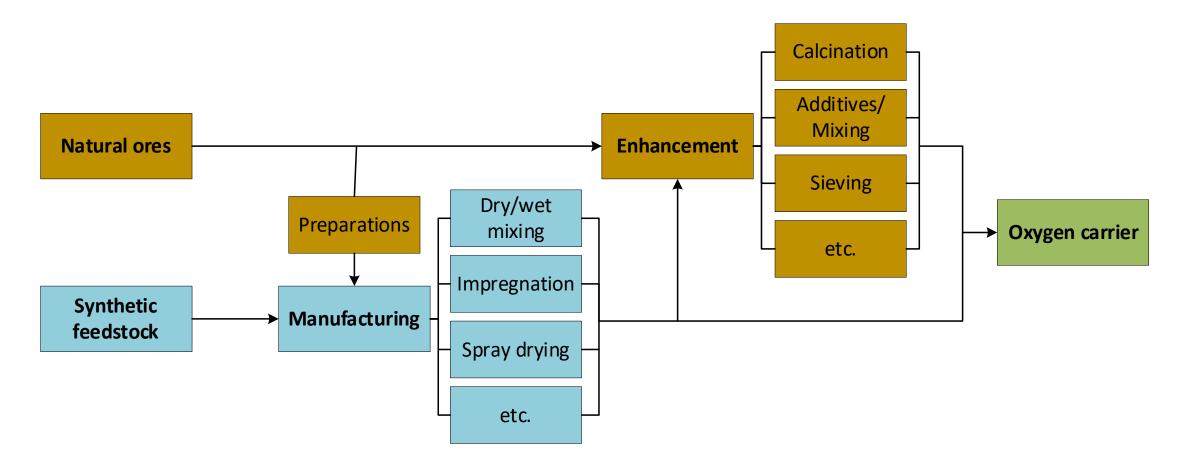
- Energy production through combustion
- CO₂-Separation during the combustion step
- No mixing of fuel and air
- Oxygen carrier (MeOx, OC) transports O₂
- Negative CO₂-emissions with biomass and storage

- Temperature 900-1000 °C
- Combination with steam cycle
- Improved steam parameters
- Low NOx





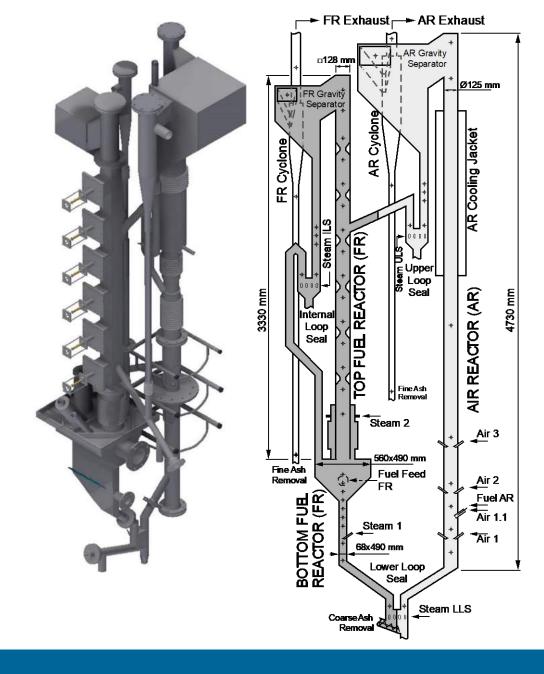
Theory – Oxygen Carrier (OC)





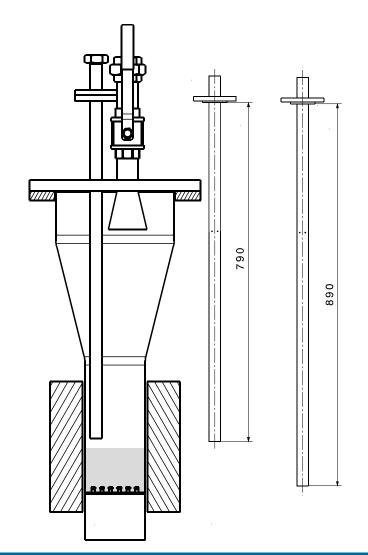
80 kW_{th} pilot plant at TU Wien

- Dual fluidized bed (DFB) pilot plant
- Around 5 meters height
- Gas lock by loop seals
- Air reactor: Riser
- Upper Fuel reactor FR: Counter current
- Lower Fuel reactor AR: Bubbling bed 2 cyclones, 2 gravity separator
- Internal recirculation via internal loop seal (FR)
- Adaptive constriction in upper FR, counter current column





Selection of Oxygen carrier- Laboratory analysis



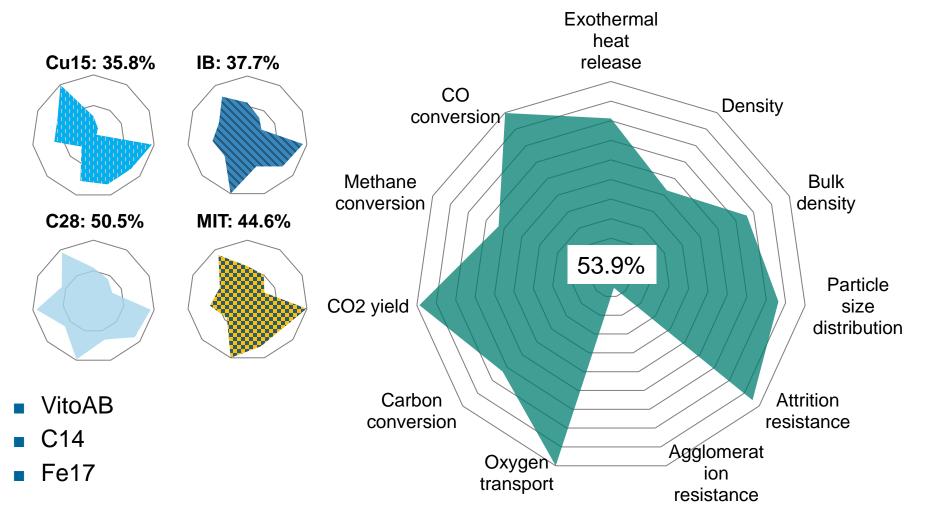






Oxygen carrier – Finding the ideal synthetic OC

Manganese Iron Copper (MIC)



€ per kg	MIC
Raw Materials	8
Processing	11.2
Total	19.2

Scal-up costs: Information by bed material manufacturer.

8



80 kW_{th} pilot plant experiments







Pilot plant experiments – FR gas

Fuels:

- Wood
- Bark
- Sewage sludge

Carbon Capture rate:

98.5%

Combustion efficiency

99%

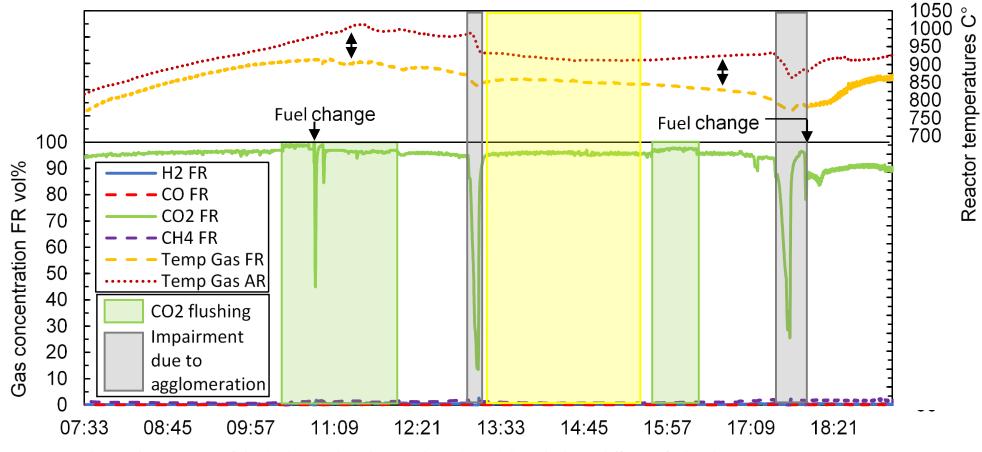


Figure 1: General operation of the 80 kW_{th} pilot plant with MIC as OC with three different fuels, showing gas concentration of the FR and gas temperatures of both reactors.



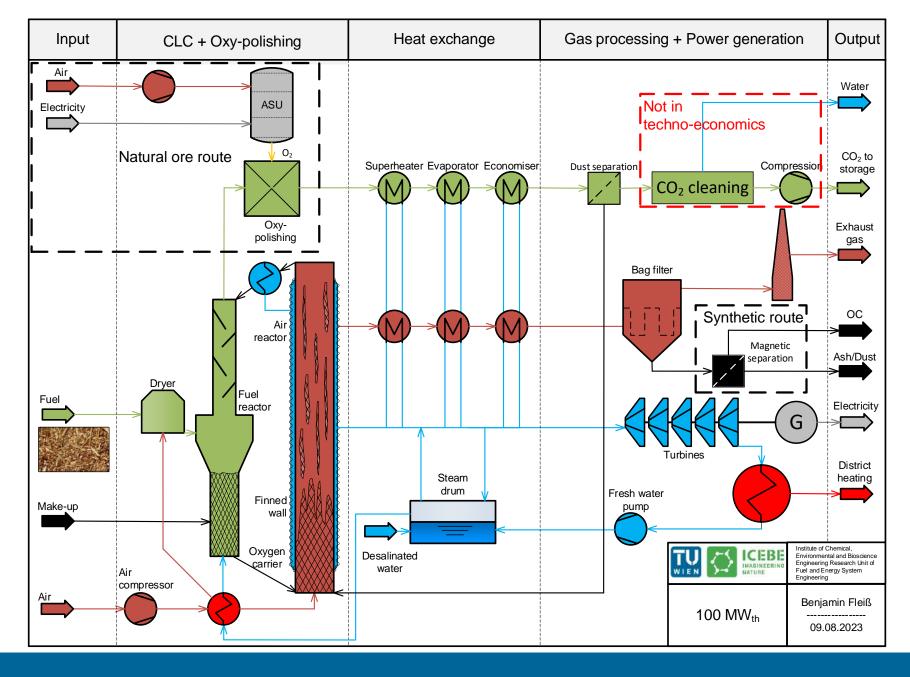
Natural ore case:

- Oxy-polishing
- Air separation unit (ASU)
- Addition blower

Synthetic OC:

- Magnetic separation
- Recycle of material

■ 38 t/h biomass fuel input





Output 100 MW_{th} plants

Difference in operation:

- More steam for operation MIC
- Higher electricity demand ASU
- Higher Attrition rate Ilmenite

CO₂ purity:

■ MIC: 98.2%

	Plant Input			Plant output			
Term	Unit	MIC	Ilmenite	Term	Unit	MIC	Ilmenite
Biomass	t/h	38	38	CO₂ capture	t/h	38	38
Electricity consumption	MW	3	4	Electricity	MW	25	26
Drying air	Nm³/h*10^3	326	326	District heating	MW	50	58
Combustion air	Nm³/h*10^3	149	141				
ASU air	Nm³/h*10^3	-	180	Exhaust gas AR	Nm³/h*10^3	131	125
Fresh bed material	t/h	0.1	0.5	Ash AR filter	t/h	2.6	3.1
Water input	t/h	24	11	Waste water	t/h	38	26

Ilmenite: 91.4% → 99.2% after oxy-polishing

TUWIEN

Methodology techno economic assessment

- Main response → Levelized net production costs (LCOP) of CO₂
- Step 1: Determine the costs of equipment → Literature research
- Step 2: Cost scaling method $\rightarrow Cost_{Design} = Cost_{Base} \cdot (\frac{Scale_{Design}}{Scale_{Base}})^d$ d ... Scaling exponent [-]
- Step 3: Cost escalation based on CEPCI \rightarrow $Cost_{2021} = Cost_{Base\ year} \cdot \frac{CEPCI_{2022}}{CEPCI_{Base\ year}}$
- Step 4: Factorial method \rightarrow Fixed capital investment = 4.13 $\cdot \sum$ Equipment costs
- Step 5: Cumulative discount factor $\rightarrow CDF = \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n 1}$ n ... Depreciation period [a] i ... Discount rate [%, -]
- Step 6: Net production costs \rightarrow $LCOP = \frac{I_0 + (E R_{sec. prod.}) \cdot CDF}{M_{t,main prod.} \cdot CDF}$



100 MW_{th} Scale up plant – OxyCar-FBC

Plant costs:

- Estimated capital expenditure (Capex)
- **> 77.8 Mio €** (2020)
- Reference biomass plant
- **> 47.1 Mio €** (2020)
- Costs included:
- Basic and detail engineering
- Planning, construction, machinery
- Equipment costs (heat exchangers, drum, vessels, reactors, cyclones, turbines, ...)
- Infrastructure costs not included

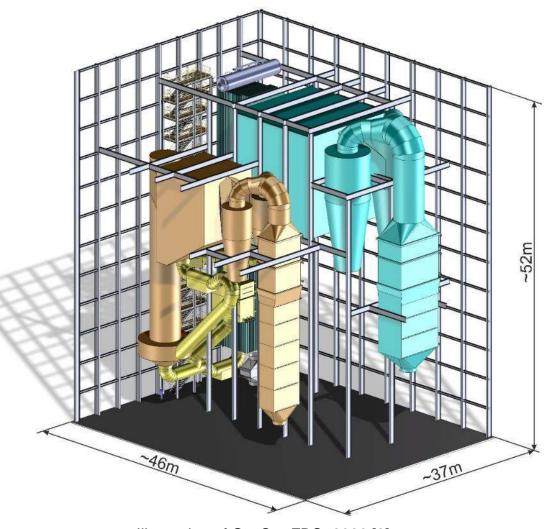


Illustration of OxyCar-FBC, 2020 [2]



Techno economical comparison – Total costs

Difference in total costs:

- Total costs without revenues
- MIC: 130 €/tCO₂
- High costs of bed material makeup
- Ilmenite: 90 €/tCO₂
- Higher cost of Investment (ASU)

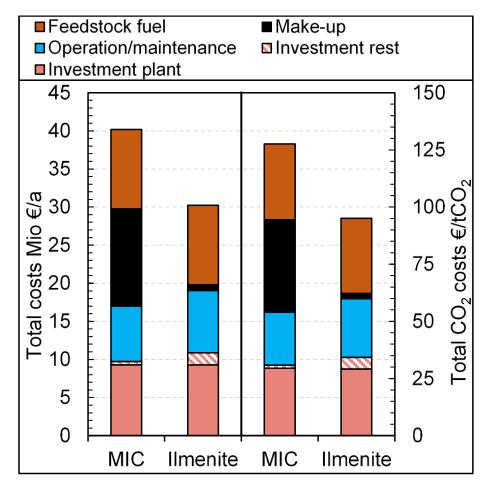


Figure 1: Total cost of the CLC plant, comparison of synthetic OC and natural ores (MIC, Ilmenite) without any revenues.



Revenues and CO₂ capture costs

Difference in revenues:

MIC: Higher steam to carbon ratios

Ilmenite: Electricity of ASU

Carbon capture costs, LCOP:

With revenues offsetting the costs

Electricity:

- High price 2022
- Average of industrial price: 11.734 c/kWh

District heating:

4800 h/a

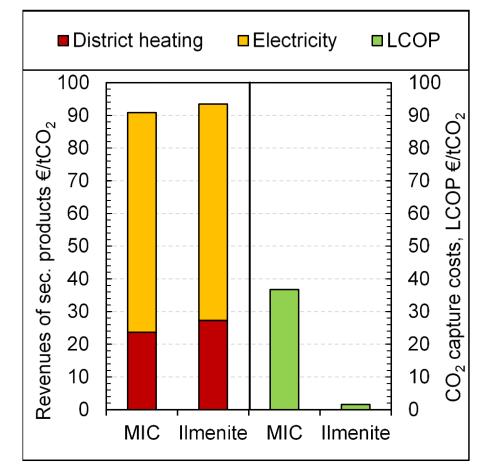


Figure 1: Leveled revenues of the CLC plant and counterbalanced CO2 capture costs (LCOP).



Sensitivity basic plant variables

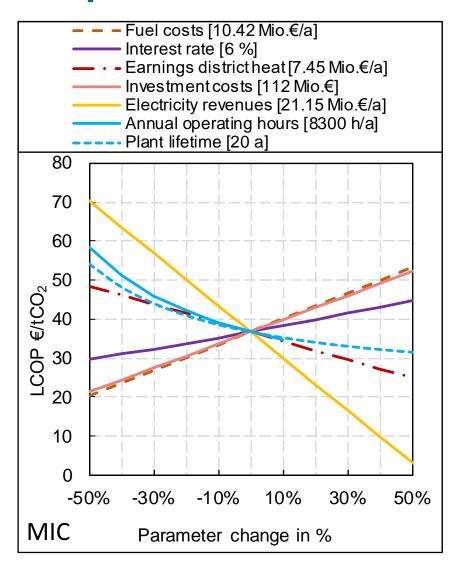
- Similar behavior OC
- High impact electricity

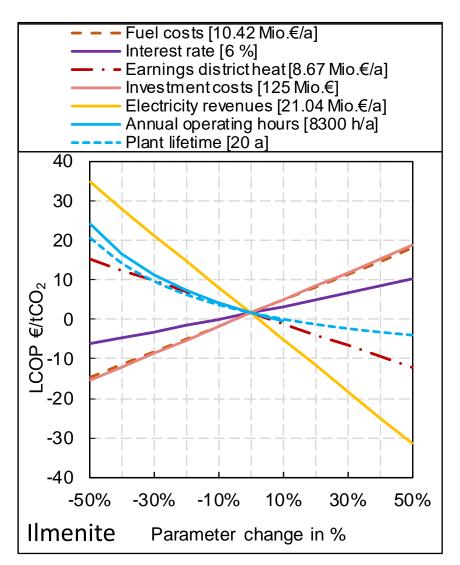
Similar impact:

- Fuel costs
- Investments costs

Threshold values:

- Plant lifetime
- Operating hours







Sensitivity specific variables

High impact on MIC:

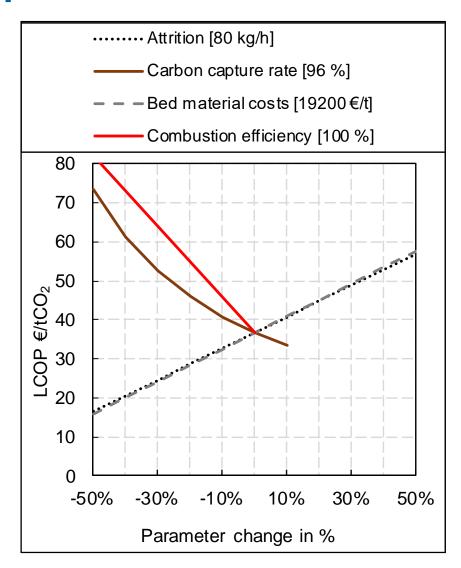
- Bed material price
- Attrition

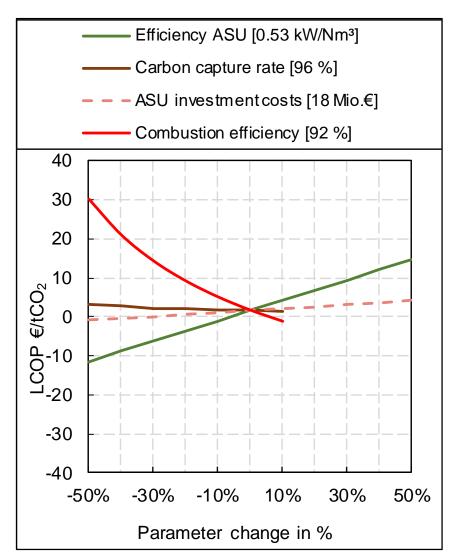
High impact on MIC:

Efficiency ASU

Different impact of:

- Combustion efficiency
- Carbon capture rate







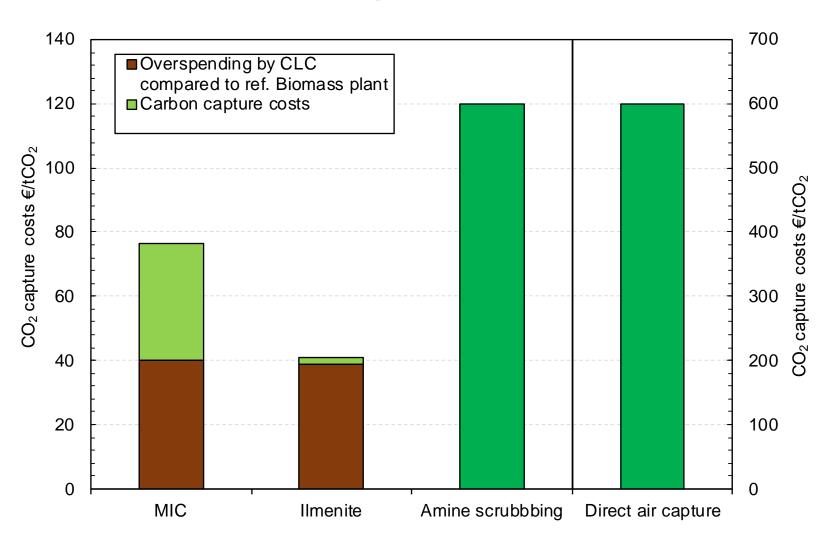
Comparison to other capture technologies

Reference biomass plant:

 Addition Revenues compared to a CLC plant with the same scale

Carbon capture costs with ref. plant:

- Carbon capture costs +
- addition revenues of biomass plant



Key findings

- Successful production of synthetic oxygen carrier (OC)
- Successful characterization and pilot plant operation of OC
- Techno economic study showed higher costs for synthetic CLC
- → High impact of electricity price, material costs and attrition
- Both routes low capture costs compared to other technologies



- [1] Penthor, S., J. Fuchs, F. Benedikt, J. Schmid, A. Mauerhofer, K. Mayer, and H. Hofbauer, First results from an 80 kW dual fluidized bed pilot unit for solid fuels at TU Wien, in 5th International Conference on Chemical Looping. 2018: Park City, Utah, USA.
- [2] Fleiß, B., S. Penthor, S. Müller, H. Hofbauer, and J. Fuchs, (2022), Holistic assessment of oxygen carriers for chemical looping combustion based on laboratory experiments and validation in 80 kW pilot plant. Fuel Processing Technology. 231 DOI: 10.1016/j.fuproc.2022.107249.
- [3] Fleiß, B., J. Fuchs, S. Penthor, S. Arlt, R. Pachler, S. Müller, and H. Hofbauer, (2021), Innovative laboratory unit for pre-testing of oxygen carriers for chemical-looping combustion. Biomass Conversion and Biorefinery, DOI: 10.1007/s13399-021-01530-w.
- [4] Fleiß, B., J. Priscak, J. Fuchs, S. Müller, and H. Hofbauer, Synthetic oxygen carrier C28 compared to natural ores for chemical looping combustion with solid fuels in 80 kWthpilot plant experiments. 2023: Fuel.
- [5] Fleiß, B., J. Priscak, J. Fuchs, S. Müller, and H. Hofbauer., "Experimental demonstration of 80 kWthchemical looping combustion of biogenic feedstock coupled with direct CO2 utilization by exhaust gas methanation," Biomass Conversion and Biorefinery, 2023, doi: 10.1007/s13399-023-04311-9.
- [6] Fleiß, B., J. Priscak, J. Fuchs, S. Müller, and H. Hofbauer., "CO₂ capture costs of chemical looping combustion A comparison of natural and synthetic oxygen carrier", to be published
- [7] https://berkeleyearth.org/dv/temperature-change-vs-carbon-dioxide-concentration/
- [8] Oxygen Carriers in Fluidized Bed Combustion of Biomass for Higher Efficiency, Reduced Emissions and (or) Negative CO2, Publizierbarer Endbericht



Shock Pulse Generatoren (SPG)

Effiziente, automatisierte Online-Kesselreinigung



Shock Pulse Generatoren (SPG) – Effiziente, automatisierte Online-Kesselreinigung





- Explosion Power und Partnerfirmen
- Vorteile von Shock Pulse Generatoren
- Reinigungsmechanismen
- Systemaufbau
- Präventiver Unterhalt
- Zertifizierung
- Anwendungsbeispiele

Explosion Power Unternehmensprofil



Niederlenz & Lenzburg, Schweiz









- 2009: Gründung Explosion Power
- 2016: Übernahme der Firma durch Martin GmbH
- Kernkompetenz: Entwicklung und Herstellung von Kesselreinigungsgeräten
- Anzahl Mitarbeitende:50

Partnerunternehmen (Auswahl)











Die Partnerunternehmen bieten Vertrieb, Installation und Service.

Die Technologie steht allen Anlagebauern und Anlagenbetreibern zur Verfügung.

Vorteile von Shock Pulse Generatoren





Ge Kn

Beratung zur Leistungsoptimierung der Gesamtanlage dank umfangreichem Know How von Explosion Power

- Effektivste und dennoch schonende Kesselreinigung (keine Abrasion der Kesselrohre)
- Tiefere Rauchgastemperaturen
- Höherer Kesselwirkungsgrad
- Höhere Anlagenverfügbarkeit durch längere Reisezeiten
- Geringerer Reinigungsaufwand während Kessel-Stillständen
- Schnelle und einfache Installation

Erfahrungen von über 1'000 Geräten





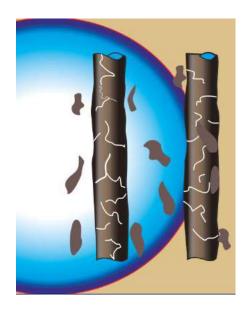
- Effektivste und dennoch schonende Kesselreinigung (keine Abrasion der Kesselrohre)
- Tiefere Rauchgastemperaturen
- Höherer Kesselwirkungsgrad
- Höhere Anlagenverfügbarkeit durch längere Reisezeiten
- Geringerer Reinigungsaufwand während Kessel-Stillständen
- Schnelle und einfache Installation



Beratung zur Leistungsoptimierung der Gesamtanlage dank umfangreichem Know How von Explosion Power

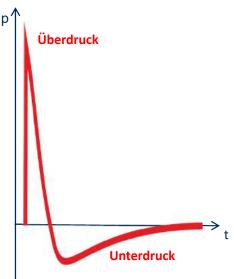
Hauptreinigungsmechanismen der Shock Pulse





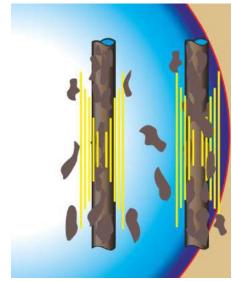
1. Körperschallschwingung

- Induktion einer Körperschallschwingung innerhalb der Anbackung
- Spannungswechselwirkung durch Druck- und Zugspannungen
- Einleitung von Rissbildungen und ersten Ablösungen



2. Sogwirkung der Stosswelle

- Messungen entsprechen der Theorie der Friedlander Wellenform -> Einer Druckspitze folgt eine Unterdruckzone
- Dieser Sogeffekt f\u00f6rdert den Abtrag von Anbackungen

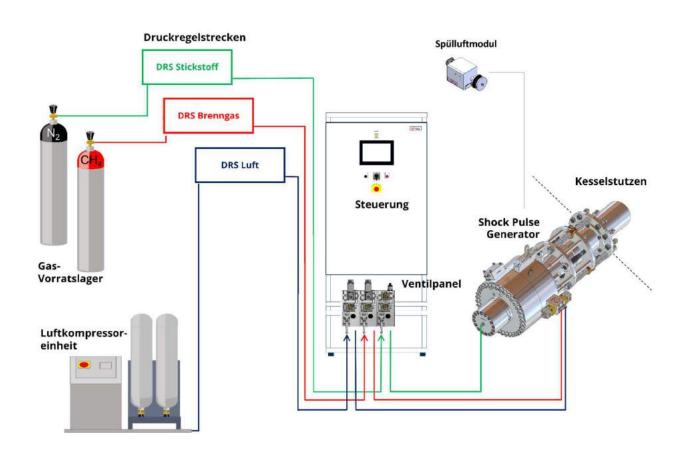


3. Schwingungsanregung

- Die Stosswelle versetzt die Rohrbündel in eine kurzzeitige Schwingung
- Diese Schwingungsanregung unterstützt den Abtrag- und Reinigungseffekt

Systemaufbau SPGr





Video Shock Pulse Generatoren: https://www.youtube.com/watch?v=h7QcdJTxcVg

Systemaufbau SPGr













Präventive Wartung SPGr / Prüfstände / PED 2014/68/EU / ATEX









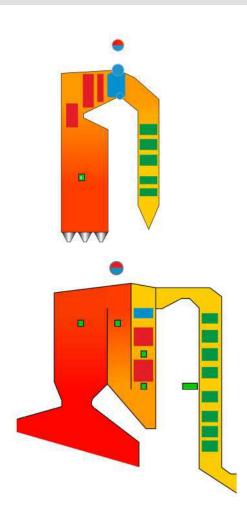




- 4 Prüfstände und 4 Endabnahmestände
- CE-Zertifizierung und EU-Konformitätsbescheinigung nach Druckgeräterichtlinie
- Keine ATEX Anforderungen außer für die Gasbündel und Gasdruckregelstrecke (CH4)
- Wartungsarbeiten können während des Kesselbetriebs durchgeführt werden
- Wartung alle 7000 Shock Pulse (SP) respektive alle 18 Monate (4 h Arbeitszeit)
- Gutschrift für den Fall, dass 7'000 SP für SPGr nicht erreicht werden

Biomassekessel





90 t/h Biomassekessel Enemansa / ES

- Brennstoff: Oruillo (fester Rückstand aus der Olivenpressung)
- Temp. an der SPG-Installationsposition: ~1100 °C
- Reinigungseffizienz ist sehr gut → Betreiber ENCE entschied sich für die Installation eines weiteren SPG in einer ähnlichen Anlage.
- Verbesserungen bei der Reinigung: 10 Wand-Dampfrussbläser sind abgeschaltet. 2 Wand-Russbläser sind selten, alle paar Tage in Betrieb.

28 t/h Biomassekessel Silbitz / DE

- Eintrittstemperatur in den 3. Zug konstant niedriger
- Aufgrund der niedrigeren Eintrittstemperatur ist die Reinigung des 3.
 Zuges mit 2 SPG und 3 Russbläsern effektiver, so dass keine manuellen Sprengreinigungen mehr notwendig sind
- Ein SPG kann den Eco mehrheitlich sauberhalten. Ab und zu wird in den oberen Bündeln zusätzlich russgeblasen.
- Das Russblasen im 3. und 4. Zug wurde deutlich reduziert.

Biomassekessel Silbitz: Feuerraumwände vor und nach der Installation des SPG







- Nach 10 Wochen Kesselbetrieb (Jahr 2010)
- Schwere, grossformatige Schlackebrocken fielen mehrfach nach einiger Zeit herunter.
- Diese Brocken blockierten den Entschlacker und beschädigten den Verbrennungsrost.
- Ungeplante Kesselstillstände

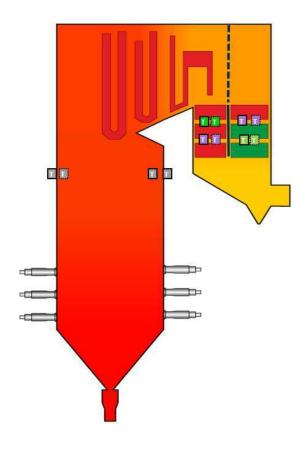


Nach der Installation des Shock Pulse Generators:

- nach 12 Wochen Kesselbetrieb (Jahr 2015)
- Die Shock Pulse halten Membranwand und feuerfestes Material stets sauber.
- Verstopfungen des Entschlackers und Schäden am Verbrennungsrost werden verhindert.
- Verlängerung der Reisezeit

660 MWe Kohlekraftwerk, Rayong TH



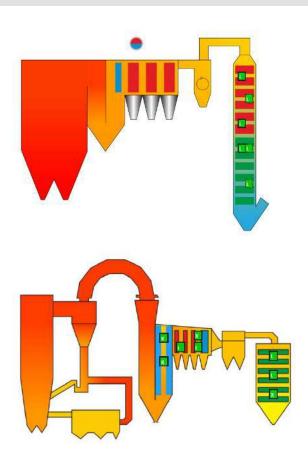






Ersatzbrennstoffkessel





90 t/h Ersatzbrennstoff-Kessel (SWS) Linz / AT

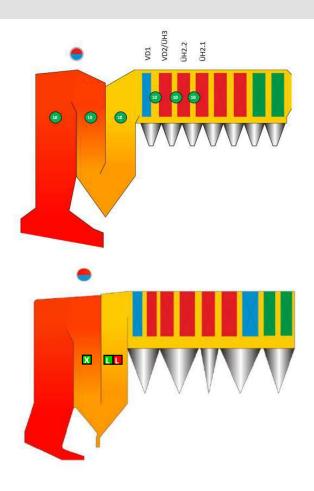
- Der Kessel erreichte die Abnahme durch den Endkunden aufgrund der Installation der SPGs.
- Konstante Eco-Austrittstemperatur von 170-175°C erreicht. Reduktion der Rauchgastemperatur um 20°C
- Russbläser gestoppt
- Vorher: 10 Reinigungen in 6 Monaten; mit je 40-50 Tonnen Asche.
- Nachher: Keine manuelle Explosionsreinigung mehr.

155 t/h EBS Kessel Schwedt / DE

- Wasserlanzenbläser ersetzt
- Russbläser gestoppt
- Kugelregen ersetzt

Müllverbrennungsanlagen





58 t/h --> 70 t/h Müllverbrennungsanlage Luzern / CH

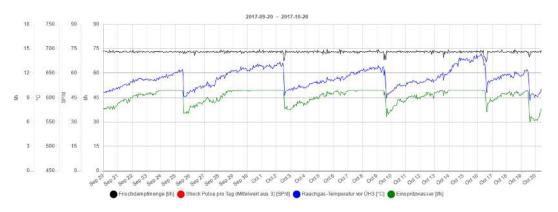
- HZI-Kesseldesign mit 3 SPG in den Strahlungszügen ermöglicht konstante RG-Temperatur am Eintritt in den Horizontalzug, auch bei 70 t/h Dampfleistung. SPG bereits ab IBN des Kessels.
- SPG im Horizontalzug verhindern den Anstieg des Druckverlusts und ermöglichen eine lange Reisezeit. Gemeinsamer Betrieb mit dem existierenden Klopfsystem.
- Kapazitätssteigerung auf 70 t/h im Jahr 2020 (120% des ursprünglichen Designs)

73 t/h --> 80 t/h Müllverbrennungsanlage Bern / CH

- Ersatz Showercleaning durch drei SPG (Zwischenwand im dritten Zug)
- Reduktion RG-Temperatur vor Endüberhitzer mittels SPG:
 - Maximalwert: -75°C
 - Mittelwert: -40°C
- Lasterhöhung auf 80 t/h, respektive 110% des ursprünglichen Designs:
 SPG als wichtiges Element, ermöglichen weiterhin niedrige RG-Temperaturen im Horizontalzug und sehr gleichmässigen Betrieb

WtE Bern: Ersatz des Showercleaning mittels drei SPG





Showercleaning

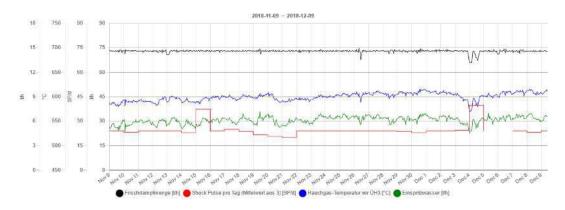
• RG-Maximal: 690°C

RG-Mittelwert: 640°C

RG-Minimal: 600°C

Einspritzkühler max: 10 t/h

Einspritzkühler MW: 9 t/h



Shock Pulse Generatoren

RG-Maximal: 615°C

RG-Mittelwert: 600°C

• RG-Minimal: 580°C

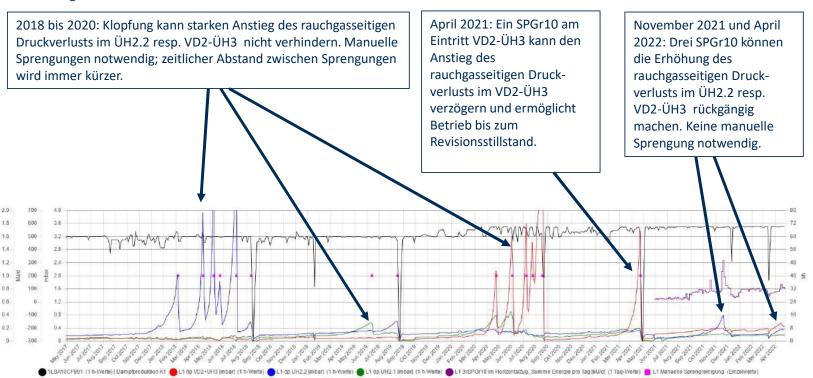
Einspritzkühler max: 7 t/h

Einspritzkühler MW: 6 t/h

WtE Luzern: Deutliche niedrigerer RG-Druckverlust, mittels drei SPGr10 & Klopfung



Abbildung für Linie 1 über 5 Jahre



Schwarz: Dampfmenge

Rot: Rauchgas-Druckverlust VD2-ÜH3
Blau: Rauchgas-Druckverlust ÜH2.2
Grün: Rauchgas-Druckverlust ÜH2.1

Lila: Summierte Energiemenge/Tag der drei SPGr10 im Horizontalzug

WtE Luzern: 3x SPGr10 & Klopfung senken delta p in kritischem ÜH-Bündel



November 2021:

Betrieb von 3x SPGr10 im Horizontalzug;

Mittels Erhöhung der Anzahl Shockpulse/Tag kann die Erhöhung des rauchgasseitigen Druckverlusts im ÜH2.2, zusammen mit der Klopfung, erstmalig rückgängig gemacht werden.

Keine manuelle Sprengreinigung notwendig.



Detaillierte Abbildung für Linie 1 für sechs Monate (Detail aus vorheriger Abbildung)

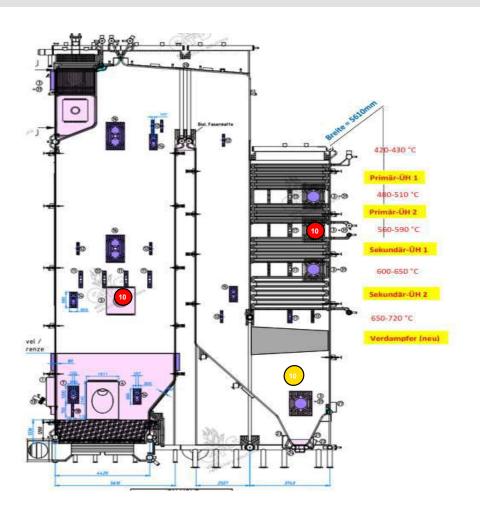
Schwarz: Dampfmenge

Rot: Rauchgas-Druckverlust VD2-ÜH3
Blau: Rauchgas-Druckverlust ÜH2.2
Grün: Rauchgas-Druckverlust ÜH2.1

Lila: Summierte Energiemenge/Tag der drei SPGr10 im Horizontalzug

Norske Skog, Bruck an der Mur AT





- SPGr10 war in Leerzug eingebaut
- Wird neu in Übergang 2-3 Zug eingebaut
- Überlegungen weitere SPG im Überhitzer und ev. im 1. Zug einzubauen

Erfahrungen von über 1'000 Geräten



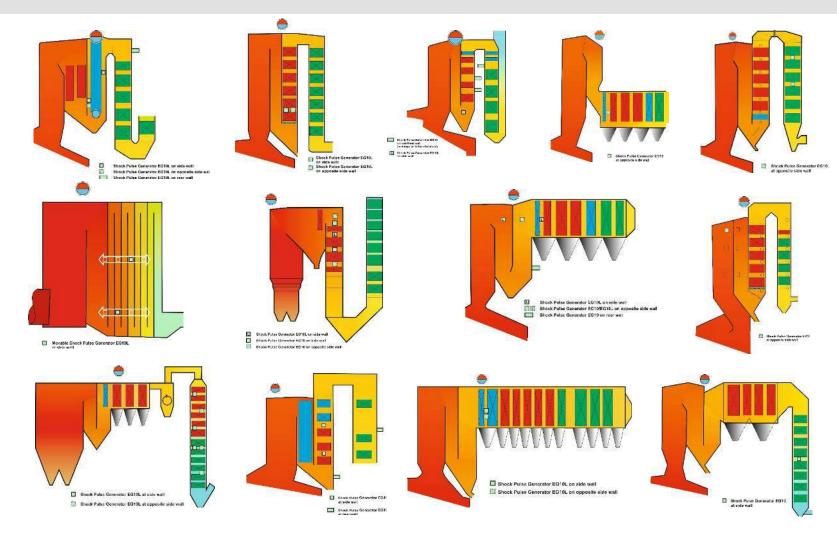


Beratung zur Leistungsoptimierung der Gesamtanlage dank umfangreichem Know How von Explosion Power

- Effektivste und dennoch schonende Kesselreinigung (keine Abrasion der Kesselrohre)
- Tiefere Rauchgastemperaturen
- Höherer Kesselwirkungsgrad
- Höhere Anlagenverfügbarkeit durch längere Reisezeiten
- Geringerer Reinigungsaufwand während Kessel-Stillständen
- Schnelle und einfache Installation

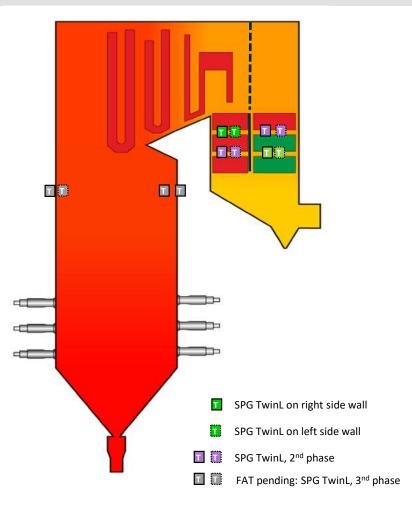
>1000 SPG's in unterschiedlichen Anlagentypen Brennstoff, Kesselbauart etc.





Reference Plant TH - Coal Fired Power Plant Gheco One, Rayong





Boiler Data

- 660 MWe, supercritical boiler
- 2079 t/h steam flow, 243 bar, 568°C
- Fuel: Sub-bituminous coal
- 3rd pass width 24.4 m
- 4 x Shock Pulse Generator TwinL at 3rd pass commissioned 04/2018
- Shock Pulse Interval: 1h / TwinL
- SPGs operate in addition to existing sootblowers by cleaning the third pass with primary reheater, primary superheater and economizer
- 2nd phase, additional 4xTwinL were commissioned 11/2019 for further cleaning optimization and reduction of steam sootblowing.

Improvement of the Cleaning Process

- Very good cleaning effect by significant reduction of fouling in 3rd pass
- Reduced flue gas temperature at exit of Economizer to 380 °C; equivalent after the 2nd phase
- Before: Intermediate manual cleaning on monthly basis
- Plant supplier: Doosan Heavy Industries
- Plant operator: Gheco-One Company Limited
- Homepage: <u>www.gpscgroup.com</u>

GPSC Group, Gheco-One, Rayong, Thailand



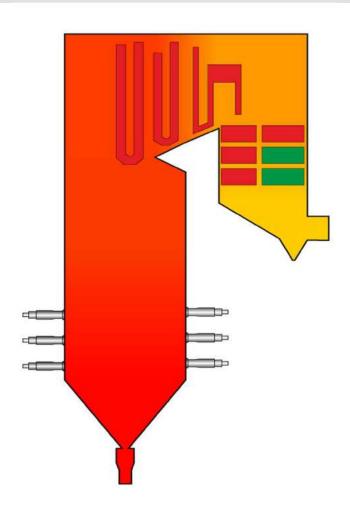






Phase 0 - The Initial Situation





The Supercritical Pulverized Coal fired Boiler of 660 MWe capacity produces 2'079 t/h steam of 243 bar and 568°C incinerating sub-bituminous coal.

In addition to the soot blowers one shift of manual cleaning per month was required for the back pass.

Phase 1 - The Objective



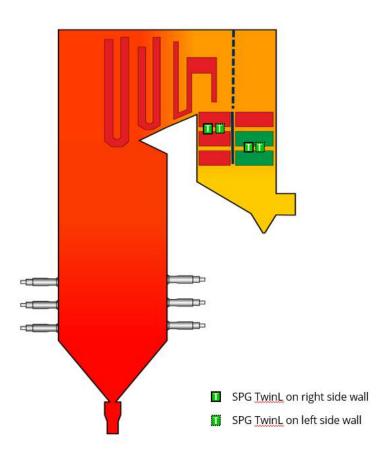
The Supercritical Pulverized Coal fired Boiler of 660 MWe capacity produces 2'079 t/h steam of 243 bar and 568°C incinerating sub-bituminous coal.

To protect the SCR catalyst elements, it is necessary to maintain the boiler flue gas exhaust temperature below 400°C, whereas the temperature tend to increase within 7 days after a manual cleaning from 380°C up to 410°C. This is due to ash accumulation on the Primary Re-Heater and Economizer. The boiler is equipped with a total of 92 soot blowers, whereas 24 long retractable soot blowers are located in the furnace and 24 of similar type are installed in the back-pass. Pending on coal qualities slagging and fouling indexes the soot blowers may operate 24 hours a day 7 days a week.

Protect the sensitive elements in the SCR to ensure its lifetime

Phase 1 - The Solution

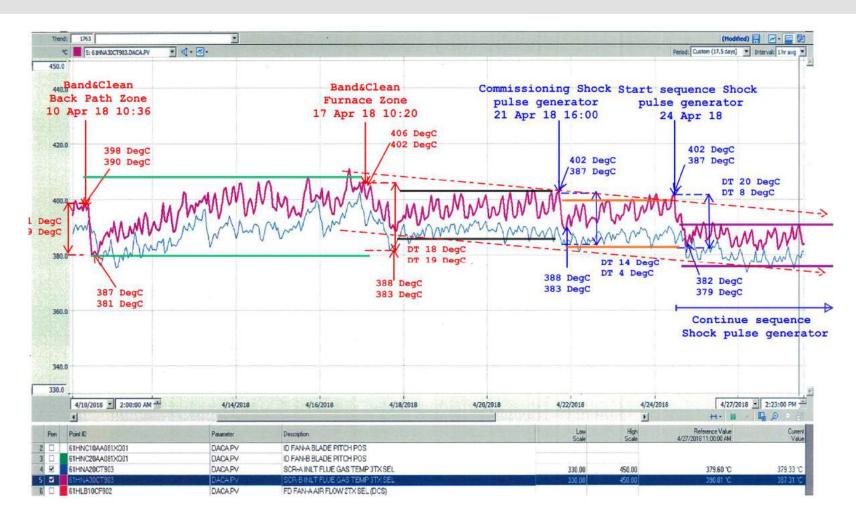




Gheco-One installed 4 Shock Pulse Generators TwinL – as two per side – to assist the soot blowing system keeping the economizer clean in order to pick up exhaust heat improving/stabilizing boiler efficiency but most important – protecting the sensitive SCR element from excessive heat/accelerated decay. The back-pass mainly accumulates small ash particles that are sufficiently removed by the 4 TwinL's.

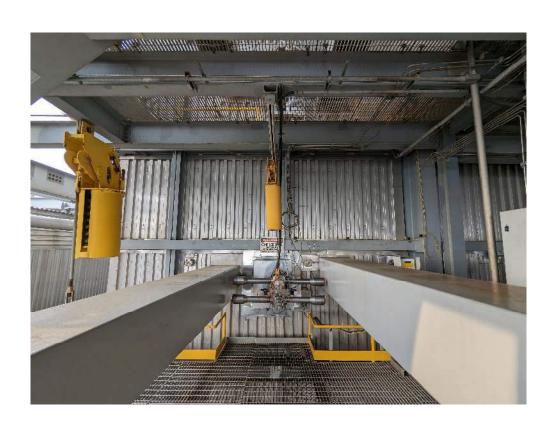
Phase 1 - The Results





Phase 2 - The Objective



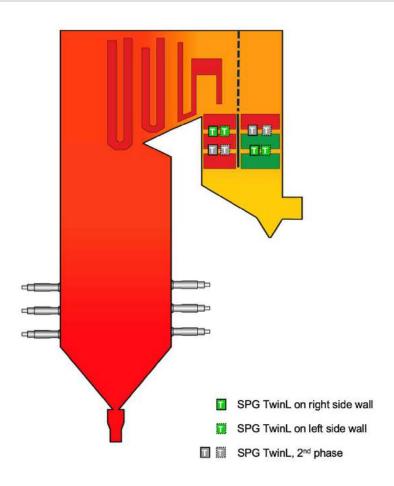


The goal was to stop 16 up to 24 long retractable soot blowers. The target is to save feed water / steam and reduce the number of the originally installed soot blowers by application of the Shock Pulse Generators having even an improved cleaning efficiency compared to the soot bowers.

- Minimize tube erosion
- Minimize steam consumption

Phase 2 - The Solution





To continue mitigation slagging, clinker and to improve fouling solutions, phase 2 of the project included additional Shock Pulse Generators in the back-pass to further assist the soot blowing systems.

Phase 2 - The Results





- Reduced standstill periods
- Increased boiler efficiency
- Improved cleaning efficiency compared to other technologies
- No Thermal abrasion or damaging of boiler pipes
- Reduced maintenance cost / less cleaning needs during maintenance stops
- Improved CO2 plant performance
 Additional improvements which can be achieved
- Reduced sootblower frequency (Steam saving)

Reference: 61-VNETO-AA00-L-19-031

Date: 28 March 2019

To: WHOM IT MAY CONCERN

Subject: Automated boiler cleaning with Shock Pulse Generators, GHECO-One Power Plant.

GHECO-One Co., Ltd. operates a 660MW Coal Fired Power Plant in Map Ta Phut Industrial Estate, Rayong, Thailand.

In April 2018, Vannetto Pte. Ltd. Installed and commissioned 4 Shock Pulse Generators TwinL of Explosion Power Lim., Switzerland to clean our Primary Re-heater, and Economizer in the back-pass area of the boiler.

Hereby we would like to certify that the Shock Pulse Generators are continuously operating, achieving excellent cleaning results and a better heat transfer in the desired area so that the desired design flue gas temperature is maintained constant within design limits at the back pass boiler outlet inlet to the SCR temperature sensitive elements.

The installation, commissioning and training has been successfully completed in the areas of Management, Technical Expertise, Safety for personnel and asset by GHECO-One, Vannetto and Explosion Power.

GHECO-One has experienced Expert and efficient service and is looking forward to a long term relationship with Vannetto Pte. Ltd. and Explosion Power Lim., and we would like to recommend this technology to any of our colleges for potential boiler cleaning and heat transfer improvements and reduction of other less efficient / effective alternative cleaning systems.

With kind regards

SVP and Plant Manager GHECO-O

Phase 3 - The Objective



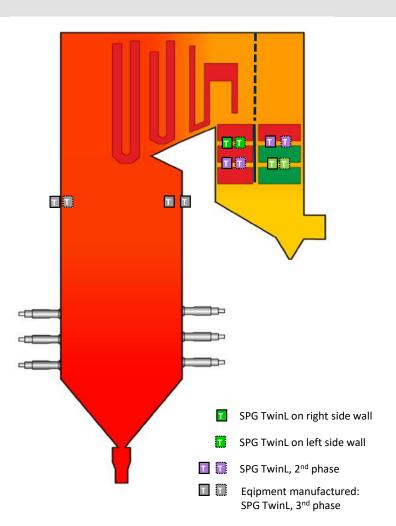
To continue mitigation slagging, clinker and to improve fouling solutions, phase 3 of the project includes 4 additional Shock Pulse Generators in the Furnace area.

The main objectives are to avoid tube leaks caused by heavy slagging falling onto the sloped water wall tubes and avoid the need of last minute safety cleanings.

Additionally we expect to further increase the boilers efficiency. We base these expectations of the results after performing manual cleaning.

Phase 3 - The Solution





Boiler Data

- 660 MWe, supercritical boiler
- 2079 t/h steam flow, 243 bar, 568°C
- Fuel: Sub-bituminous coal
- 3rd pass width 24.4 m
- 4 x Shock Pulse Generator TwinL at 3rd pass commissioned 04/2018
- Shock Pulse Interval: 1h / TwinL
- SPGs operate in addition to existing sootblowers by cleaning the third pass with primary reheater, primary superheater and economizer
- 2nd phase, additional 4xTwinL were commissioned 11/2019 for further cleaning optimization and reduction of steam sootblowing.

Improvement of the Cleaning Process

- Very good cleaning effect by significant reduction of fouling in 3rd pass
- Reduced flue gas temperature at exit of Economizer to 380 °C; equivalent after the 2nd phase
- Before: Intermediate manual cleaning on monthly basis
- Plant supplier: Doosan Heavy Industries
- Plant operator: Gheco-One Company Limited
- Homepage: www.gpscgroup.com

GPSC Group, Gheco-One, Rayong, Thailand







