

STANDARDKESSEL
BAUMGARTE

FACHSEMINAR 2021

by



JFE Engineering Group
**Standardkessel
Baumgarte**

Tagesablauf Seminartag 1

11:00 Uhr	Begrüßung, Fachvorträge
13:15 Uhr	Mittagspause
14:30 Uhr	Fachvorträge
16:40 Uhr	Expertenrunde
17:15 Uhr	Seminar-Ende
17:30 Uhr	Bustransfer nach MH
18:15 Uhr	Begrüßung in MH, Führung
19:30 Uhr	Abendessen
23:00 Uhr	Bustransfer nach DU



Aktuelles aus dem Bereich Kraft-Wärme-Kopplung

Dirk Franzen
VIK Verband der Industriellen Energie- und
Kraftwirtschaft e.V.

Online-Präsentation via Teams



JFE Engineering Group
Standardkessel
Baumgarte

Dirk Franzen
VIK Verband der Industriellen
Energie- und Kraftwirtschaft e.V.

Aktuelles aus dem Bereich
Kraft-Wärme-Kopplung



- # Hocheffiziente KWK ... bergen ein erhebliches Potential für die Einsparung von Primärenergie ... [**Grund 35 der RL 2012/27/EU [Energieeffizienzrichtlinie (EED)]**]
- # Eine KWK-Anlage ist gemäß **§ 2 Nr. 8a KWKG** hocheffizient, sofern diese den Vorgaben der **RL 2012/27/EU** entspricht.
- # Die „Hocheffizienz“ einer KWK-Anlage ist notwendige Voraussetzung für eine Förderung nach dem KWK-Gesetz.
- # Die Berechnung der Primärenergieeinsparungen erfolgt auf Basis **harmonisierter Wirkungsgrad-Referenzwerte (WGR-Werte)**

Wirkungsgrad-Referenz-Werte sind letztmalig in 2015 aktualisiert worden → Verordnung (EU) 2015/2402 der Kommission vom 12 Oktober 2015.

Möglichkeiten zur Überprüfung der Wirkungsgrad-Referenz-Werte und zur Anpassung der Anhänge I und II gemäß Art14(10), Art 22(1) und Art 23(2) EED.

Achtung:

Die Überprüfung der Wirkungsgrad-Referenz-Werte (1) ist ein eigenständiger Arbeitsbereich und losgelöst von der Überprüfung der EED (2) → Start der EU-Konsultation 16.07.2021 → Rückmeldefrist endete am 19.11.2021 → VIK-Stellungnahme wurde erarbeitet!

Link: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12552-EU-Energieeffizienzrichtlinie-EED-Bewertung-und-Überprüfung_de

(1) Überprüfung der Wirkungsgrad-Referenz-Werte

Beschreibung des State-of-the-art in Europa und Ableitung in wie weit neue Technologien oder Brennstoffe (neu) aufgenommen oder anders aufgestellt werden müssen → **Looking at emerging trends!**

Basis/Ausgangspunkt ist: RICARDO-AEA-Final Report vom 07.04.2015

Ricardo is a global engineering, strategic and environmental consultancy. Mit einer Umfrage unter Anlagenbetreibern soll die harmonisierten Wirkungsgrad-Referenzwerte für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme aktualisiert werden, die laut der Energieeffizienz-Richtlinie der EU zur Definition hocheffizienter KWK dienen → **Betrachtungszeitraum 2016 bis 2019**

Überprüfung der Wirkungsgrad-Referenz-Werte

→ Commission Delegated Regulation (EU) 2015/2402 of 12 October 2015.

- Evaluate appropriateness of current primary energy saving levels
- Evaluate the adequacy of the list of cogeneration technologies provided in Annex I, Part II (EED)
- Whether and how the current correction factors should be updated
- Whether the temperature level of the supplied heat is of relevance for the reference values

Anhand von Fragebögen zur getrennten Erzeugung von Wärme und Elektrizität wurden Betriebsdaten derer Anlagen abgefragt, die in den letzten Jahren in Betrieb genommen wurden.

- 1. Stakeholder Workshop (Nr. 1 von 3) vom 15.06.2021
- 2. Stakeholder Workshop (Nr. 2 von 3) vom 27.09.2021
- 3. Stakeholder Workshop (Nr. 3 von 3) im Nov. – Dez. 2021

Kernaussage:

- Wasserstoff CHP entwickelt sich zu einer neuen Technologie → Bestandteil des VIK-Feedbacks

ANNEX I

Harmonised efficiency reference values for separate production of electricity
 (referred to in Article 1)

In the table below the harmonised efficiency reference values for separate production of electricity are based on net calorific value and standard atmospheric ISO conditions (15 °C ambient temperature, 1,013 bar, 60 % relative humidity).

Category	Type of fuel	Year of construction		
		Before 2012	2012-2015	From 2016
Solids	S1 Hard coal including anthracite, bituminous coal, sub-bituminous coal, coke, semi-coke, pet coke	44,2	44,2	44,2
	S2 Lignite, lignite briquettes, shale oil	41,8	41,8	41,8
	S3 Peat, peat briquettes	39,0	39,0	39,0
	S4 Dry biomass including wood and other solid biomass including wood pellets and briquettes, dried woodchips, clean and dry waste wood, nut shells and olive and other stones	33,0	33,0	37,0
	S5 Other solid biomass including all wood not included under S4 and black and brown liquor.	25,0	25,0	30,0
	S6 Municipal and industrial waste (non-renewable) and renewable/bio-degradable waste	25,0	25,0	25,0
Liquids	L7 Heavy fuel oil, gas/diesel oil, other oil products	44,2	44,2	44,2
	L8 Bio-liquids including bio-methanol, bioethanol, bio-butanol, biodiesel and other bio-liquids	44,2	44,2	44,2
	L9 Waste liquids including biodegradable and non-renewable waste (including tallow, fat and spent grain).	25,0	25,0	29,0
Gaseous	G10 Natural gas, LPG, LNG and biomethane	52,5	52,5	53,0
	G11 Refinery gases hydrogen and synthesis gas	44,2	44,2	44,2
	G12 Biogas produced from anaerobic digestion, landfill, and sewage treatment	42,0	42,0	42,0
	G13 Coke oven gas, blast furnace gas, mining gas, and other recovered gases (excluding refinery gas)	35,0	35,0	35,0
Other	O14 Waste heat (including high temperature process exhaust gases, product from exothermic chemical reactions)			30,0
	O15 Nuclear			33,0
	O16 Solar thermal			30,0
	O17 Geothermal			19,5
	O18 Other fuels not mentioned above			30,0

ANNEX II

Harmonised efficiency reference values for separate production of heat
 (referred to in Article 1)

In the table below the harmonised efficiency reference values for separate production of heat are based on net calorific value and standard atmospheric ISO conditions (15 °C ambient temperature, 1,013 bar, 60 % relative humidity).

Category	Type of fuel:	Year of construction					
		Before 2016			From 2016		
		Hot water	Steam (*)	Direct use of exhaust gases (**)	Hot water	Steam (*)	Direct use of exhaust gases (**)
Solids	S1 Hard coal including anthracite, bituminous coal, sub-bituminous coal, coke, semi-coke, pet coke	88	83	80	88	83	80
	S2 Lignite, lignite briquettes, shale oil	86	81	78	86	81	78
	S3 Peat, peat briquettes	86	81	78	86	81	78
	S4 Dry biomass including wood and other solid biomass including wood pellets and briquettes, dried woodchips, clean and dry waste wood, nut shells and olive and other stones	86	81	78	86	81	78
	S5 Other solid biomass including all wood not included under S4 and black and brown liquor.	80	75	72	80	75	72
	S6 Municipal and industrial waste (non-renewable) and renewable/bio-degradable waste	80	75	72	80	75	72
Liquids	L7 Heavy fuel oil, gas/diesel oil, other oil products	89	84	81	85	80	77
	L8 Bio-liquids including bio-methanol, bioethanol, bio-butanol, biodiesel and other bio-liquids	89	84	81	85	80	77
	L9 Waste liquids including biodegradable and non-renewable waste (including tallow, fat and spent grain).	80	75	72	75	70	67
Gaseous	G10 Natural gas, LPG, LNG and biomethane	90	85	82	92	87	84
	G11 Refinery gases hydrogen and synthesis gas	89	84	81	90	85	82
	G12 Biogas produced from anaerobic digestion, landfill, and sewage treatment	70	65	62	80	75	72
	G13 Coke oven gas, blast furnace gas, mining gas, and other recovered gases (excluding refinery gas)	80	75	72	80	75	72

Anhänge 1 und 2 aus der
 Verordnung (EU) 2015/2402

VIK-Feedback im Nachgang des zweiten Workshops

- VIK supports the intention to investigate the already existing list of fuels mentioned in Annex I and Annex II of Commission Delegated Regulation (EU) 2015/2402. It is expected, that hydrogen as CHP fuel type will emerge within the next years. We don't have reservations that hydrogen have its own category as fuel type.
 - o A separate category for hydrogen in Annex I → Separate production of electricity: We recommend not to change the reference efficiency value, currently 44.2% (G11).
 - o A separate category for hydrogen in Annex II → Separate production of heat: We recommend not to change the existing reference values in category G11. At a later date, if there is sufficient practice-experience the reference values may be adjusted with regard to category G10.

- VIK recommends to make no change by reviewing the correction factors for condensate return. The actually mentioned efficiency reference value for hot water - Category G10 (92%) - is only accepted for boiler plants. The currently efficiency reference value for steam - Category G10 (87%) - and direct use of exhaust gases - Category G10 (84%) - must not be changed
- VIK recommends to make no change by reviewing of the grid loss factors.
- Primary energy savings (PES) $\geq 10\%$ does not be changed

(2) Überprüfung der EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED)

Im Rahmen des europäischen Grünen Deals hat sich die Kommission zu stärkeren Klimaschutzmaßnahmen verpflichtet. Sie wird daher prüfen, wie die Treibhausgasemissionen der EU bis 2030 auf verantwortungsvolle Weise um mindestens 50 % bis 55 % verringert werden könnten.

Da eine effiziente Energienutzung für die Verwirklichung dieses Ziels von entscheidender Bedeutung ist, wird bei der Überprüfung untersucht, wie es durch eine Überarbeitung der EED gelingen kann:

- die Treibhausgasemissionen bis 2030 noch stärker zu verringern;
- zu weiteren Initiativen im Rahmen des europäischen Grünen Deals beizutragen.

Quelle:

https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12552-EU-Energieeffizienzrichtlinie-EED-Bewertung-und-Uberprufung_de

Überprüfung der Energy Efficiency Directive (EED) proposed in July 2021.

Berechnung der Primärenergieeinsparung (PES)

$$\text{PES} = \left[1 - \frac{1}{\frac{\text{CHP } H\eta}{\text{Ref } H\eta} + \frac{\text{CHP } E\eta}{\text{Ref } E\eta}} \right] \times 100 \%$$

Richtlinie 2012/27/EU, Anhang II

PES: Primärenergieeinsparung

KWK $W\eta$: Wärme Wirkungsgrad-Referenzwert der KWK-Erzeugung, definiert als **jährliche Nutzwärmeerzeugung im Verhältnis zum Brennstoff**, der für die Erzeugung der Summe von KWK-Nutzwärmeleistung und KWK-Stromerzeugung eingesetzt wurde.

Ref $W\eta$: Wirkungsgrad-Referenzwert für die getrennte Wärmeerzeugung.

KWK $E\eta$: Elektrischer Wirkungsgrad der KWK, definiert als **jährlicher KWK-Strom im Verhältnis zum Brennstoff**, der für die Erzeugung der Summe von KWK-Nutzwärmeleistung und KWK-Stromerzeugung eingesetzt wurde.

Ref $E\eta$: Wirkungsgrad-Referenzwert für die getrennte Stromerzeugung.

Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on energy efficiency (recast) → COM(2021) 558 final → Brussels, 14.07.2021 → Annex III

Cogeneration production from cogeneration units shall provide primary energy savings **of at least 10 %** compared with the references for separate production of heat and electricity;

Production from small-scale and micro-cogeneration units providing primary energy savings may qualify as high-efficiency cogeneration

Neu

Direct emissions of the carbon dioxide from cogeneration production that is fuelled with fossil fuels, are **less than 270 gCO₂ per 1 kWh of energy output** from the combined generation (including heating/cooling, power and mechanical energy).

When a cogeneration unit is built or substantially refurbished, Member States shall ensure that there is no increase in the use of fossil fuels other than natural gas in existing heat sources compared to the annual consumption averaged over the previous three calendar years of full operation before refurbishment, and **that any new heat sources in that system do not use fossil fuels other than natural gas.**

- Nur noch erdgasbasierte KWK-Anlagen erfüllen perspektivisch das Hocheffizienz-Kriterium, alle anderen Brennstoffe, auch Ersatzbrennstoffe in der Industrie mit höheren Emissionen fallen raus.
- Problem mit KWK-Anlagen beispielsweise in der Chemie, die Ersatzbrennstoffe (EBS) verwerten → höhere Emissionen als Erdgas. Die müssten dann entweder ohne KWK verheizt oder gefackelt werden

- VIK-Stellungnahme erarbeitet!

VIK-Stellungnahme

1. Zeit für Umstellung von Kohle/Heizöl auf Erdgas → Übergangsfrist einer Umstellung.
2. Ausnahme für Brennstoffarten L9, G11, G12 und G13 der **Anlage 1 der VO2015/2402** für harmonisierte Wirkungsgrad-Referenzwerte.

Begründung:

Der Emissionsgrenzwert 270 g/kWh kann den Verlust des Einspeisevorrangs von hocheffizienter KWK-Erzeugung gemäß Elektrizitätsbinnenmarkt-VO 2019/943 zur Folge haben.

Ersatzbrennstoffe z.B. aus Chemieprozessen, für die keine andere Verwertungsmöglichkeit besteht, müssten durch den Netzbetreiber, gefackelt werden → Das würde die Fackelzeiten und Frachten erhöhen die genehmigungsrechtlich limitiert sind.

(3) Klimataxonomie-Debatte

Die EU-Kommission hat im April 2021 den aktualisierten überarbeiteten Entwurf der delegierten Verordnung zur EU-Klimataxonomie veröffentlicht.

Die EU-Klimataxonomie ist ein Klassifizierungssystem der ökologisch nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten, die Unternehmen und Investoren bei Investitionsentscheidungen unterstützt. Im delegierten Rechtsakt zur EU-Klimataxonomie sind die technischen Kriterien für die Ermittlung der Tätigkeiten festgelegt, die einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz oder zur Anpassung an den Klimawandel leisten. Die Verordnung definiert auch die technischen Kriterien für sog. "Überganstechnologien"

Der Entwurf zum ergänzenden delegierten Rechtsakt zur EU-Taxonomie-Verordnung, sieht wesentliche Änderungen bezüglich der technischen Grenzwerte für Erdgaskraftwerke sowie Erdgas einsetzende KWK-Anlagen vor, die eine Einstufung dieser Technologien als „nachhaltige“ und Übergangstechnologien ermöglichen.

Stromerzeugung aus Gas/flüssigen Brennstoffen

- a) Die Stromerzeugung darf ab dem 01.01.2031 einen Emissions-Grenzwert von 100g CO₂e/kWh nicht überschreiten (über den gesamten Lebenszyklus gesehen) um unbefristet als nachhaltig eingestuft zu werden.
- b) Technische Bewertungskriterien für Kraftwerke unter Verwendung von Gas und flüssigen Brennstoffen; anerkannt als „Übergangstechnologien“ bis zum 31.12.2030:
- Direkte Emissionen von weniger als 340gCO₂/kWh
 - Jährliche Gesamtemissionen des Gaskraftwerks von weniger als 700 kgCO₂/kW

Hocheffiziente KWK-Anlagen

- a) Die Stromerzeugung darf ab dem 01.01.2031 einen Emissions-Grenzwert von 100g CO₂e/kWh nicht überschreiten (über den gesamten Lebenszyklus gesehen) um unbefristet als nachhaltig eingestuft zu werden.
- b) Technische Bewertungskriterien für KWK-Anlagen; anerkannt als „*Übergangstechnologien*“ bis zum 31.12.2030:
- Die direkten Emissionen der Anlage von weniger als 250-270 gCO₂/kWh (einschließlich Wärme/Kälte, Strom und mechanische Energie)
 - Primärenergieeinsparung von 10% im Vergleich zur reinen Strom- und Wärmeerzeugung in Übereinstimmung mit der EU-Energieeffizienzrichtlinie
 - Die Feuerungsanlage muss für den Einsatz von kohlenstoffarmen flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen geeignet sein.
 - Vermeidung bzw. Reduzierung von Methanemissionen mit Blick auf Methanschlupf

Erste Einschätzungen

Die Beschränkung des jährlichen Emissionsbudgets auf 700 kgCO₂/kW führt zu einer erheblichen Reduzierung der Laufzeiten auf ca. 2.000 Volllaststunden von Gaskraftwerken zur Stromerzeugung.

Inwieweit diese Beschränkung ausreicht, um fluktuierende Erneuerbare Energien auszugleichen ist fraglich. Zum Vergleich: Offshore Wind hat Volllaststunden von 4000 – 4500h. Perspektivisch ist fraglich, ob durch die Begrenzung der Volllaststunden die Versorgungssicherheit gewährleistet werden kann.

VIK begrüßt, dass keine Begrenzung der Volllaststunden mit Blick auf die KWK-Anlagen vorgesehen ist.

Der Grenzwert $\leq 100\text{g CO}_2\text{e/kWh}$ ab dem 01.01.2031 lässt sich nur mit erheblichen Beimischungen von Anteilen klimaneutraler- bzw. treibhausgasarmer Gase realisieren.

Bezogen auf KWK-Anlagen ist von einer Beimischung klimaneutraler Gase mit einem Anteil $\geq 60\%$ auszugehen. Dies setzt nicht nur eine technische Auslegung der Kraftwerke auf „H₂-Readyness“ voraus. Der VIK weist darauf hin, dass ebenfalls die benötigten klimaneutralen- bzw. treibhausgasarmen Gase in der erforderlichen Menge bereitgestellt werden müssen; damit verbunden ist ebenfalls, dass die benötigte Infrastruktur vorhanden sein muss.

Der VIK sieht das Risiko, dass Investitionen in Gaskraftwerke zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit verhindert oder verzögert werden, wenn die Infrastruktur zur Beimischung klimaneutraler- bzw. treibhausgasarmer Gase nicht gewährleistet ist. Zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung liegt keine Garantie für die Erreichung einer Life Cycle Emission von $< 100\text{gCO}_2\text{e/kWh}$ vor.

Der VIK Begrüßt die Harmonisierung der Primärenergieeinsparung für hocheffiziente KWK-Anlagen mit der EED-Richtlinie.

Die Reduzierung von Methanemissionen ist ein weiterer und wichtiger Baustein im Instrumentenkasten der EU-Kommission um die Klimaziele zu erreichen. Der Methanschupf darf sich aus Sicht des VIK nur auf die jeweilige KWK-Anlage bzw. Kraftwerk beziehen. Die Anlagenbetreiber haben keinen Einfluss auf den Methanschupf entlang der Prozesskette.

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Wasserstoff – Chancen für den Anlagenbau

Dietmar Kestner
VAIS Verband für Anlagentechnik und
IndustrieService e.V.



JFE Engineering Group
**Standardkessel
Baumgarte**



VAIS Verband für Anlagentechnik
und IndustrieService e.V.

Dr.-Ing. Dietmar Kestner



Wasserstoff – Chancen für den
Anlagenbau





- Gegründet 1946
- Schwerpunkt in der Energie-, Umwelt- und Prozessindustrie
- Fördert und begleitet technische Innovationen
- Fortentwicklung und Harmonisierung des technischen Regelwerks national und international



- Gegründet 2008
- Wirtschaftspolitische Interessenvertretung in Instandhaltung und Industrieservice
- Qualität, Nachhaltigkeit und „Best Practices“ durch einheitliche Standards und Richtlinien
- Gemeinsames Branchenbild in Öffentlichkeit und Politik



- Gegründet 2020
- Büros in Düsseldorf und Berlin
- Ca. 200 Mitglieder
- Firmen, Verbände, Hochschulen, etc.

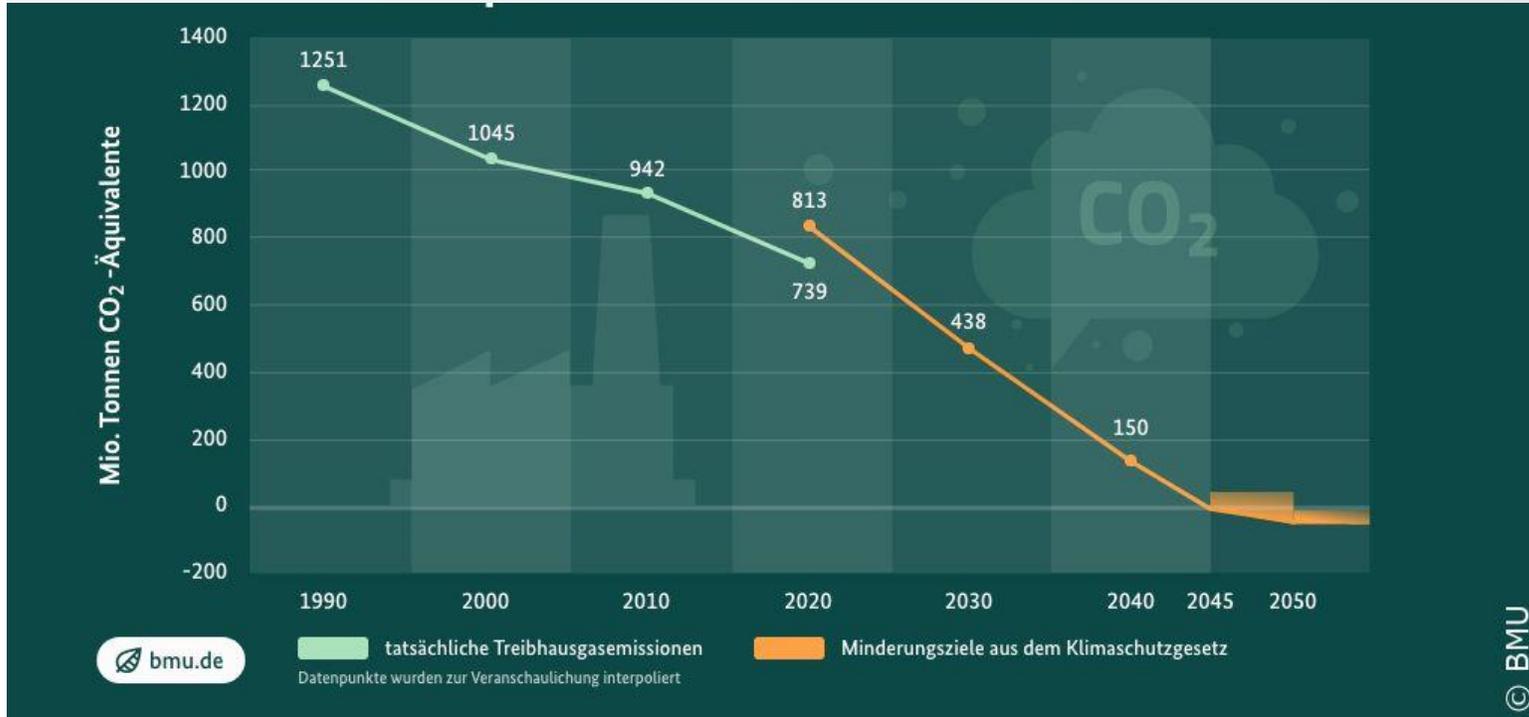


- Gegründet 1991
- Dachverband im Bereich Engineering, Anlagenbau, Instandhaltung und Betrieb
- Mitglied im BDI

- Fach- und Wirtschaftsverband
- Erste Vertretung von Industrieserviceanbietern in Deutschland
- Adressierung aktueller wirtschaftspolitischer und technologischer Themen
- Unterstützung bei der Klärung technischer Probleme
- Weiterbildungsangebot zu Technik, Recht, Organisation, etc.

WASSERSTOFF – DER HYPE WIRD REALITÄT



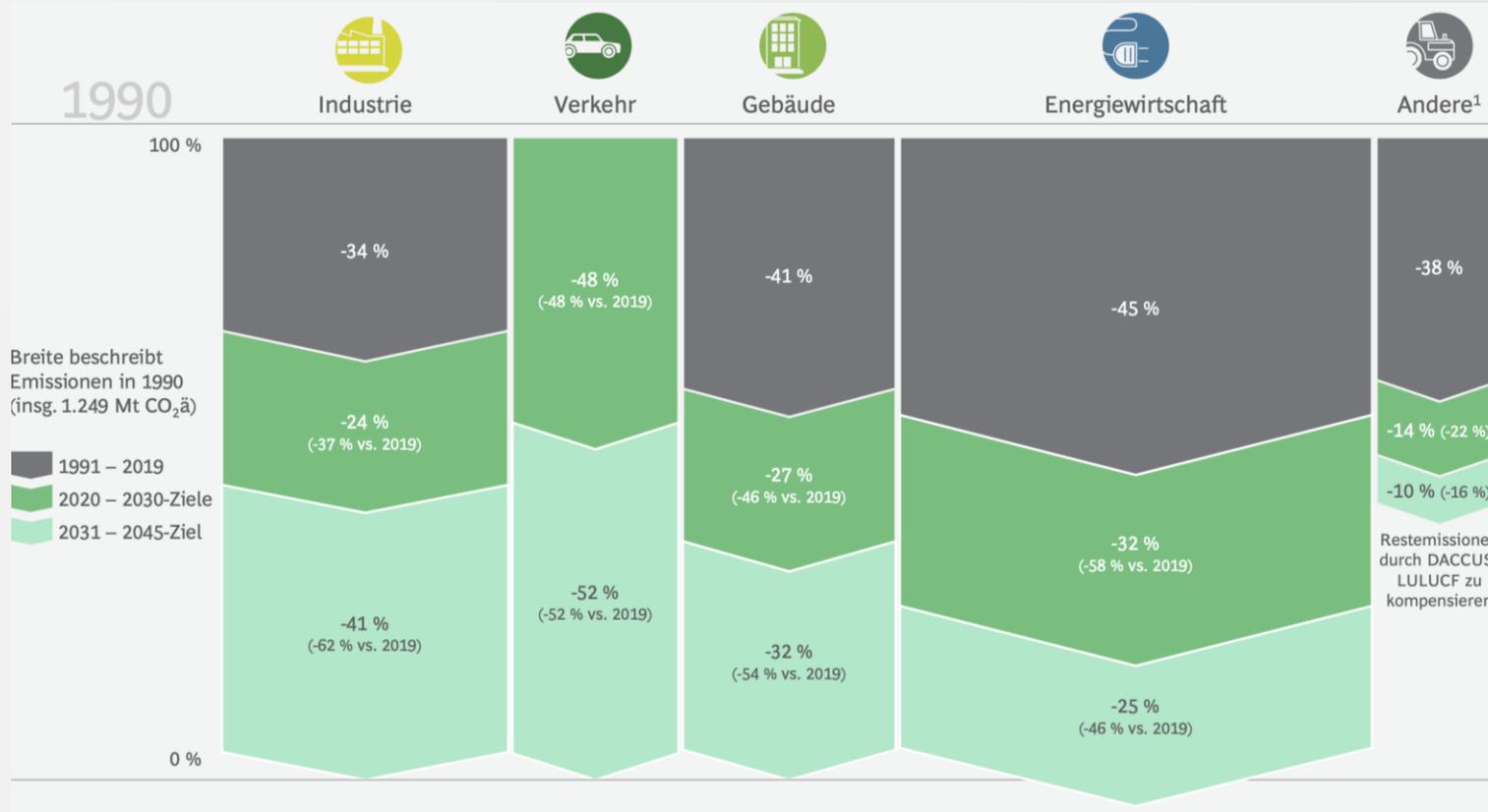


Ehrgeizigere Klimaziele

- bis 2030 mind. 65% Einsparung gegenüber 1990 (bisher 55%)

Treibhausgasneutralität

- bis 2045 nur noch soviel Treibhausgasemissionen, wie durch die Einbindung von Kohlenstoff wieder abgebaut werden können



Quelle: BDI/BCG, Klimapfade 2.0, 2021

Verbindliche Emissionshöchstmengen

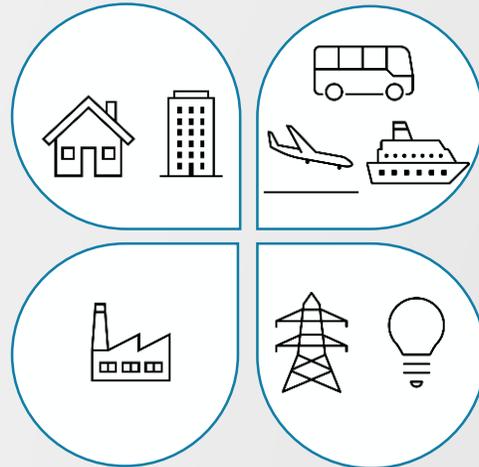
- die jährlichen Emissionsmengen bis 2030 für alle Bereiche weiter reduziert
- neu: jährliche Minderungsziele von 2031 bis 2040

Gebäude

- Wärme, Quartiersversorgung
- dezentrale Energiekonzepte
- BHKW, Brennstoffzelle

Verkehr

- Ergänzung der E-Mobilität
- Schwerlast-, Luft- und Seeverkehr
- Brennstoffzelle und E-Fuels



Industrie

- Stoffliche Verwertung
- Stahl, Chemie, Petrochemie, etc.
- Thermo-Prozesswärme

Stromsektor

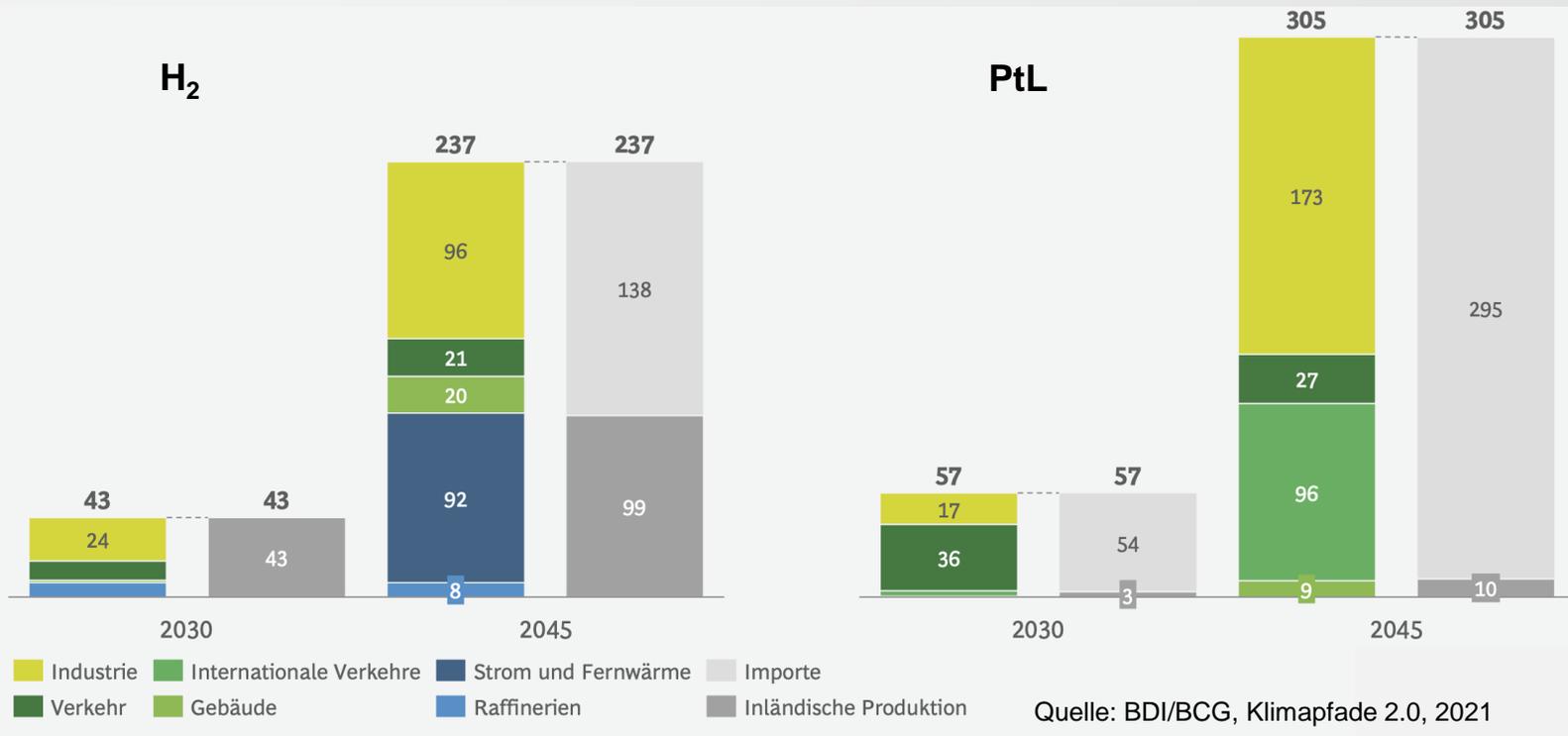
- Residuallast und Regelleistung
- GT/GuD/KWK-Anlagen, dezentrale BHKW
- Gasturbine, Gasmotor, Brennstoffzelle

Einsatz als Energieträger und Rohstoff

- direkter Einsatz von Strom ist nicht möglich (prozessbedingt)
- Strom aus erneuerbarer Energie ist gar nicht oder nicht ausreichend verfügbar (zeitlich und/oder räumlich)

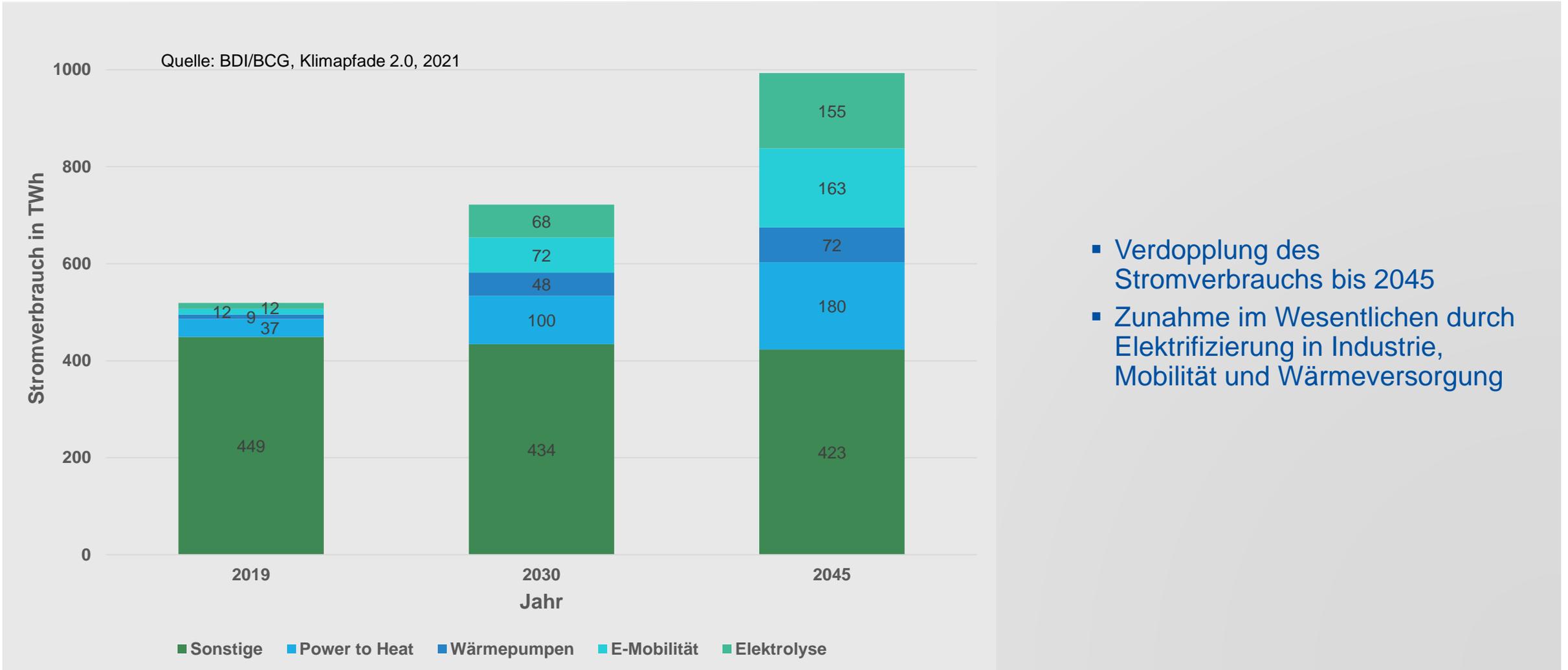
Wesentliche Eigenschaften (u. a.):

- in großen Mengen und über längeren Zeitraum speicherbar
- grundsätzlich über große Entfernungen transportierbar
- potentiell Import von günstiger erneuerbarer Energie
- bei der Verbrennung hohe Temperaturen erreichbar

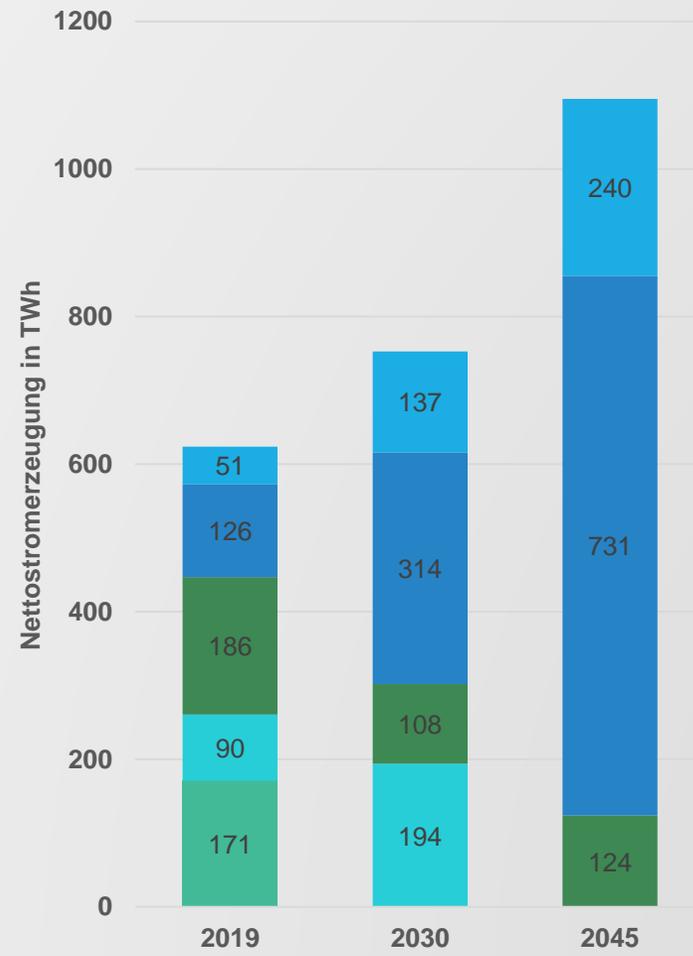
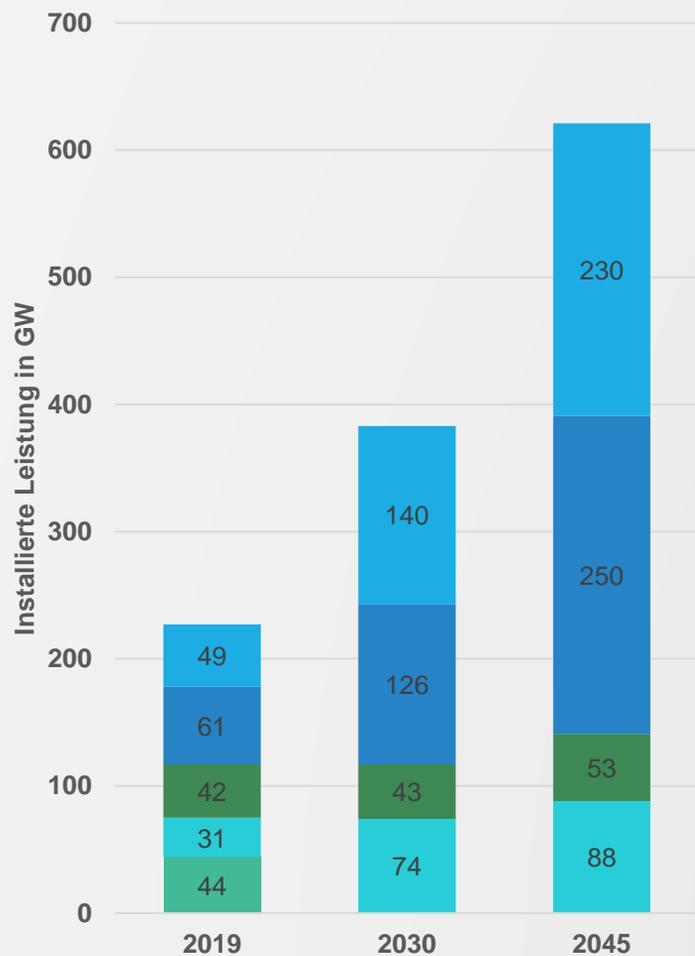


- Σ Importanteil ca. 80%
- Verdrängung der fossilen Energieträgerimporte
- vor 2040 auch Bezug von blauem Wasserstoff
- Rohstoff für Stahl und Grundstoff-Chemie
- HT-Wärme
- Residuallast in der Stromversorgung

ENTWICKLUNG DES STROMVERBRAUCHS



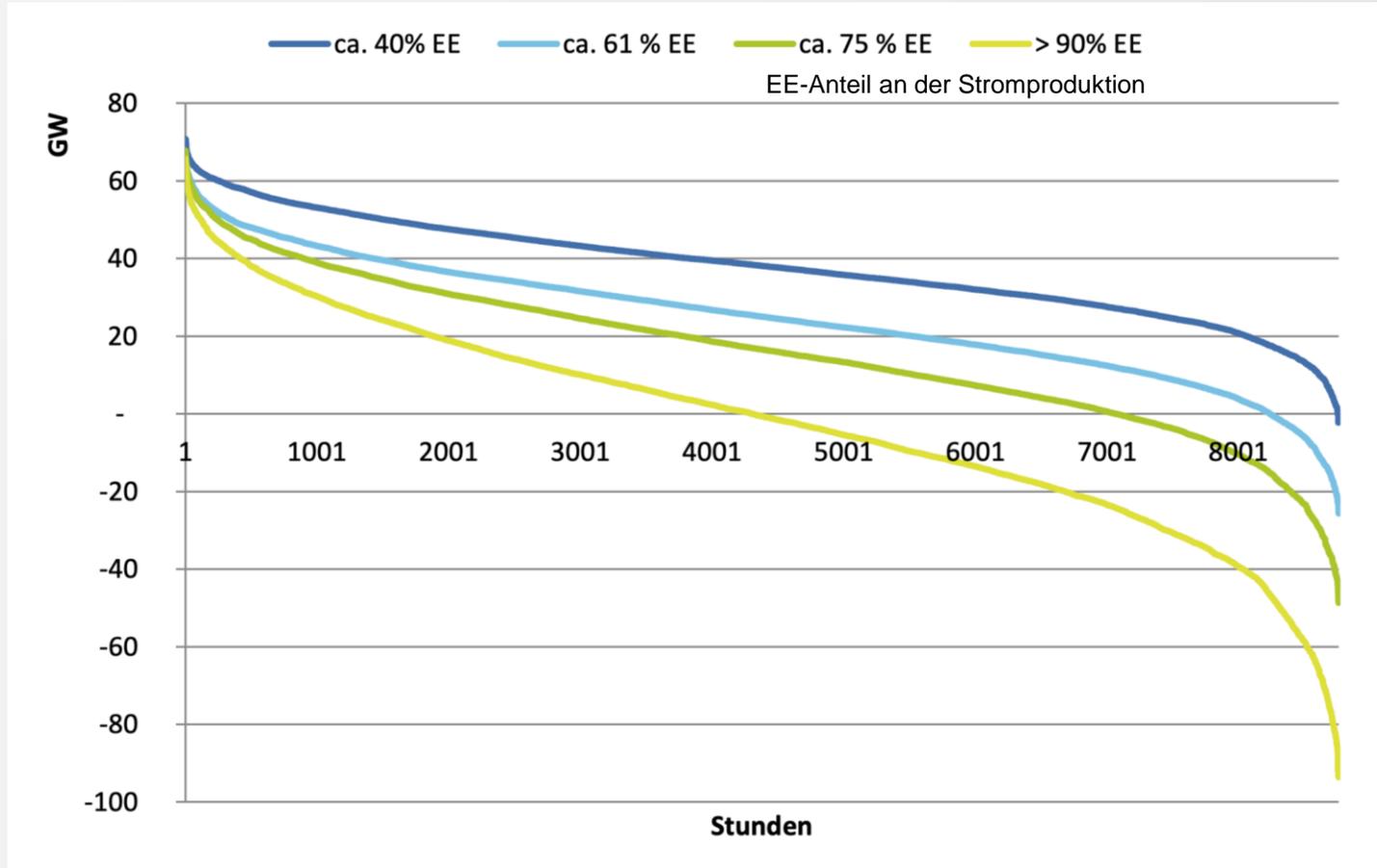
ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG



- Kohleausstieg bis 2030
- 70% EE-Strom bis 2030
- bis zu 43 GW Neubau Gas bis 2030, abhängig vom Kohleausstieg
- nach 2030 schrittweise Ersatz von Erdgas durch „grüne“ Gase
- 100 % EE-Strom bis 2045
- max. Residuallast bei 60-80 GW

Quelle: BDI/BCG, Klimapfade 2.0, 2021

■ Kohle ■ Erdgas ■ Sonstige ■ Wind ■ Photovoltaik



Quelle: Öko-Institut e. V., 11/2016

Bisher:

- Anpassung des Angebots (konventionelle Kraftwerke)
- Ausgleich über europäisches Stromnetz
- Zwischenspeicherung in Pumpspeicherkraftwerken

Zukünftig:

- Steuerung des Angebots
 - Abregelung der Windenergie
 - Residuallast-Kraftwerke (grüne Gaskraftwerke, Pumpspeicherkraftwerke)
 - Flexibilisierte Biomasse-Kraftwerke
 - Stromspeicher
- Steuerung der Nachfrage
 - Speicherung in Batterien (auch Fahrzeuge)
 - Power to Gas (Wasserstoff)
 - Wärmespeicher (in Verbindung mit KWK)
 - flexible Verbraucher zu- und abschalten

Zunehmender Bedarf an positiver Regelenergie, höherer Anteil von KWK-Anlagen

Auslastung (Betriebsstunden) sinkt bei höherer Anforderung an die Flexibilität

Kopplung mit erneuerbarer Wärme, thermischen Speichern und direktelektrischer Wärmeerzeugung

Heute gebaute GuD- und KWK-Anlagen müssen „H2 ready“ sein

Einsatz von Biomasse verstärkt in Fernwärme und Industrie

DIE TECHNISCHEN BESONDERHEITEN VON WASSERSTOFF SIND BEHERRSCHBAR

Kenngröße	Einheit	Wasserstoff (H ₂)	Methan (CH ₄)	Ammoniak (NH ₃)	Methanol (CH ₃ OH)
Dichte, gasförmig	kg/m ³	0,08989	0,7175	0,7714	
Dichte, flüssig	kg/m ³	70,79	422,6	681,9	792
Heizwert, volumetrisch	MJ/m ³	10,78	35,89	14,35	
Heizwert, gravimetrisch	MJ/kg	119,95	50,02	18,6	21,1
Unterer Wobbe-Index	MJ/m ³	40,89	48,18	18,63	
Siedetemperatur (1,013 bar)	°C	-253	-162	-33	+65
Untere/obere Zündgrenze in Luft	Vol.-%	4/77	4,4/16,5	15,4/33,6	6,7/36
Minimale Zündenergie (λ=1)	mWs	0,02	0,29	14	0,2
Verbrennungsgeschwindigkeit in Luft (λ=1)	cm/s	3,46	0,43	0,07	0,51
Zündtemperatur	°C	530	645	630	440
Gerätegruppe Ex-Schutz		IIC	IIA	IIA	IIA

Vergleich zu Erdgas

- dreifaches Volumen, bezogen auf die Energiedichte
- verstärkter Einsatz von Edelstählen (Versprödung)
- Explosionsgruppe II C statt II A
- Veränderungen und Neuzulassung von Dichtungen, Armaturen, etc.
- 8fache Flammgeschwindigkeit, höheres Rückschlagrisiko
- sehr geringe erforderliche Zündenergie, hohe Verbrennungsgeschwindigkeit
- veränderte Anforderung z.B. an Brennerauslegung (Gemischbildung, Startverhalten, Flammenstabilisierung, Flammenüberwachung, Akustik)

Brennstoffversorgung

- Werkstoffe, Dimensionierung, Messeinrichtungen, etc.

Brand- und Explosionsschutz

- Schutzkonzepte, Dimensionierung

EMSR

- u. a. Schutzklasse IIC

Abhitzeessel

- Werkstoffe, Temperaturen, Gasatmosphäre

Sicherheit

- SIL-Level, etc.

Zertifizierung

- Standards und Normen, Anforderungen der Richtlinien und Verordnungen

„In some sense, what you might have suspected from the first day of high-school chemistry is true: The periodic table is a colossal waste of time. Nine out of every 10 atoms in the universe are hydrogen, the first element and the major constituent of stars. The other 10 percent of all atoms are helium....

... The rest of the universe, you and I included, is a rounding error.“

Sam Kean (amerikanischer Schriftsteller)



Transformation Heizkraftwerk Flensburg

Karsten Müller-Janßen
Stadtwerke Flensburg

Online-Präsentation via Teams



JFE Engineering Group
Standardkessel
Baumgarte

Müller-Janßen, Karsten
Stadtwerke Flensburg GmbH



Transformation HKW Flensburg



Agenda

- I. Ausgangssituation
- II. Kohleausstieg und Flexibilisierung
- III. Nächste Schritte Dekarbonisierung
- IV. Zusammenfassung

Rahmendaten Stadtwerke Flensburg

<p>Umsatz</p> <p>Stadtwerke Flensburg 527 Mio. Euro</p>	<p>Anteilseigner</p> <p>Stadt Flensburg 100 %</p>	<p>Mitarbeiter</p> <p>680 davon 40 Auszubildende</p>																		
<p>Kunden*</p> <table> <tbody> <tr> <td>Strom:</td> <td>256.000</td> </tr> <tr> <td>Erdgas:</td> <td>45.100</td> </tr> <tr> <td>Telekommunikation:</td> <td>10.500</td> </tr> <tr> <td>Fernwärme:</td> <td>50.000</td> </tr> <tr> <td>Wasser:</td> <td>44.000</td> </tr> </tbody> </table>	Strom:	256.000	Erdgas:	45.100	Telekommunikation:	10.500	Fernwärme:	50.000	Wasser:	44.000	<p>Heizkraftwerk</p> <p>Leistung elektrisch/thermisch: 180 MW/670 MW</p> <p>Strom- /Wärmeerzeugung: 660 Mio. kWh/1.200 Mio. kWh</p>	<p>Absatz</p> <table> <tbody> <tr> <td>Strom*:</td> <td>1.587 GWh</td> </tr> <tr> <td>Erdgas*:</td> <td>682 GWh</td> </tr> <tr> <td>Fernwärme p.a.:</td> <td>950 GWh</td> </tr> <tr> <td>Trinkwasser p.a.:</td> <td>5 Mio. m³</td> </tr> </tbody> </table>	Strom*:	1.587 GWh	Erdgas*:	682 GWh	Fernwärme p.a.:	950 GWh	Trinkwasser p.a.:	5 Mio. m ³
Strom:	256.000																			
Erdgas:	45.100																			
Telekommunikation:	10.500																			
Fernwärme:	50.000																			
Wasser:	44.000																			
Strom*:	1.587 GWh																			
Erdgas*:	682 GWh																			
Fernwärme p.a.:	950 GWh																			
Trinkwasser p.a.:	5 Mio. m ³																			

*Stand 01.11.2021

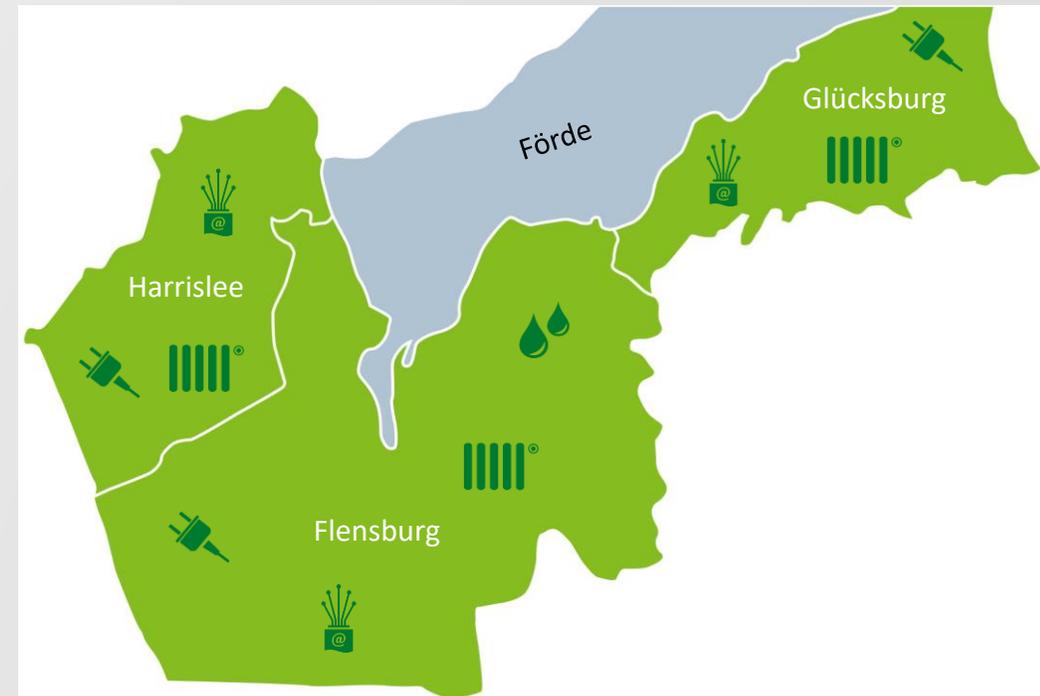
Versorgungsgebiet

Netzlängen

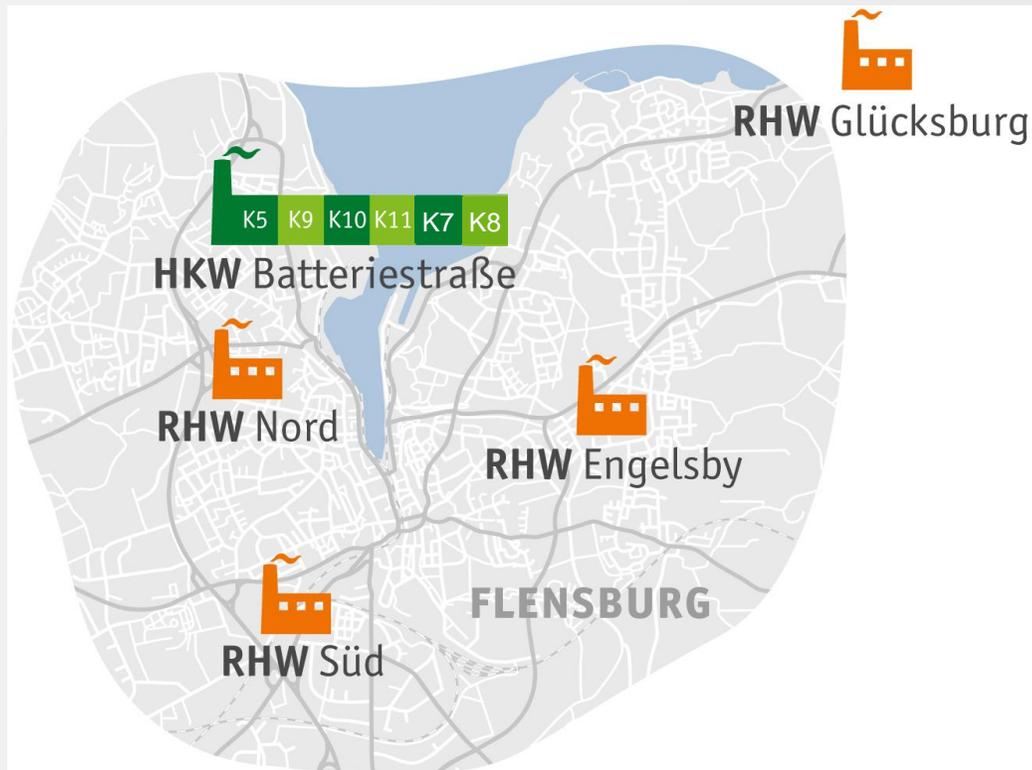
Strom: 1.800 km
Glasfaser: 1.500 km
Fernwärme: 1.469 km
Trinkwasser: 357 km

Fernwärme: rd. 100 % Anschlussquote
in Flensburg

Glasfaser: rd. 50 % Anschlussquote
in den ausgebauten Gebieten



Erzeugungsanlagen vor 2015



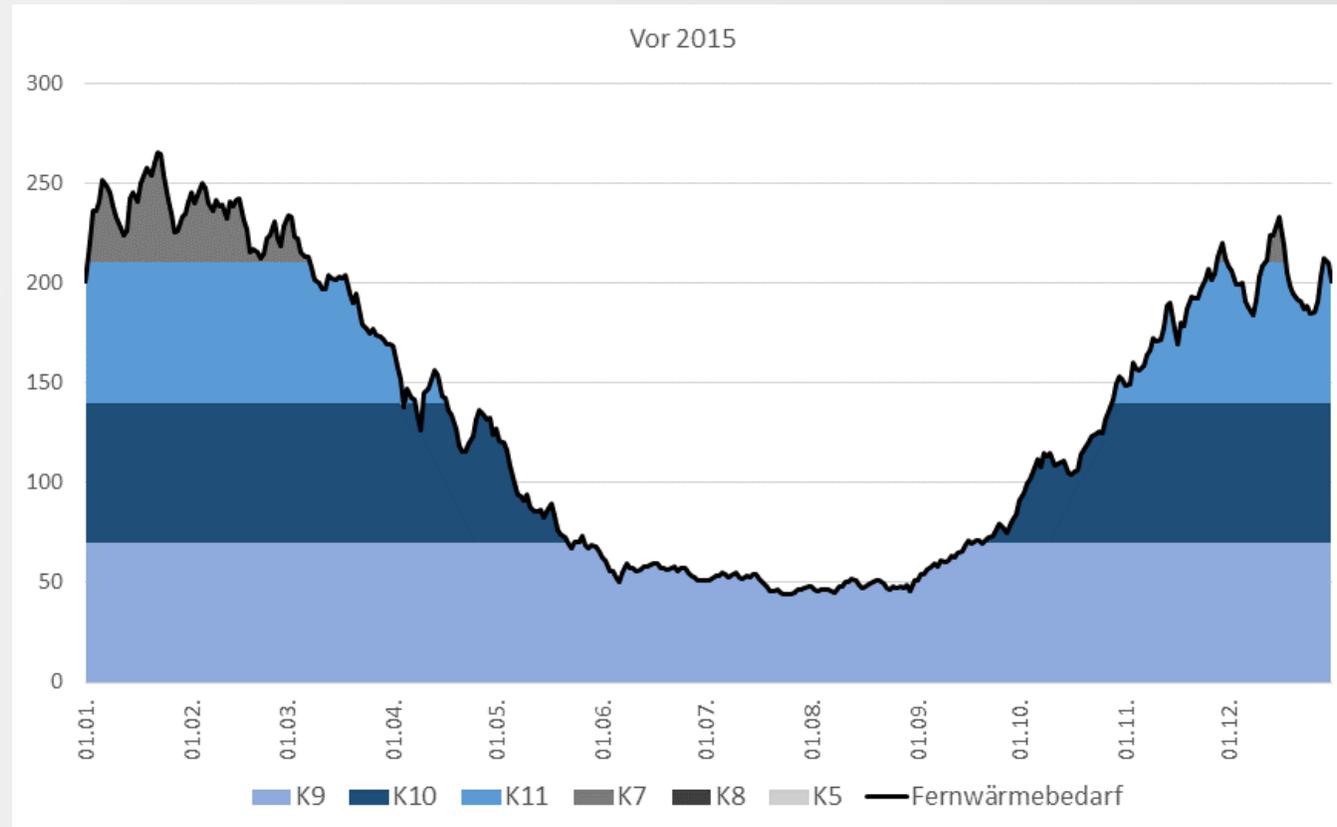
Betriebsanlagen:

- Kessel 5 Schweröl
- Kessel 7 Kohle
- Kessel 8 Kohle
- Kessel 9 Kohle + EBS
- Kessel 10 Kohle + EBS
- Kessel 11 Kohle + EBS

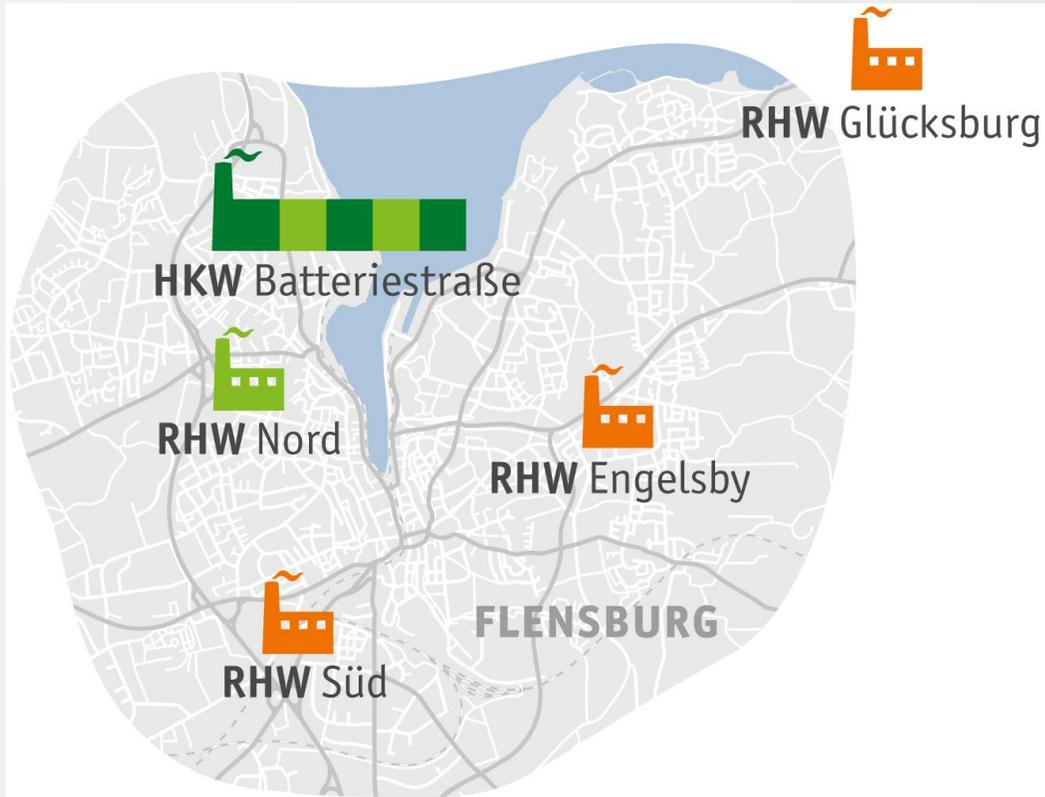
Reserveheizwerke:

- RHW Engelsby HEL
- RHW Nord HEL
- RHW Süd HEL
- RHW Glücksburg HEL

Deckung des Fernwärmebedarfs vor 2015



Erzeugungsanlagen ab 2023



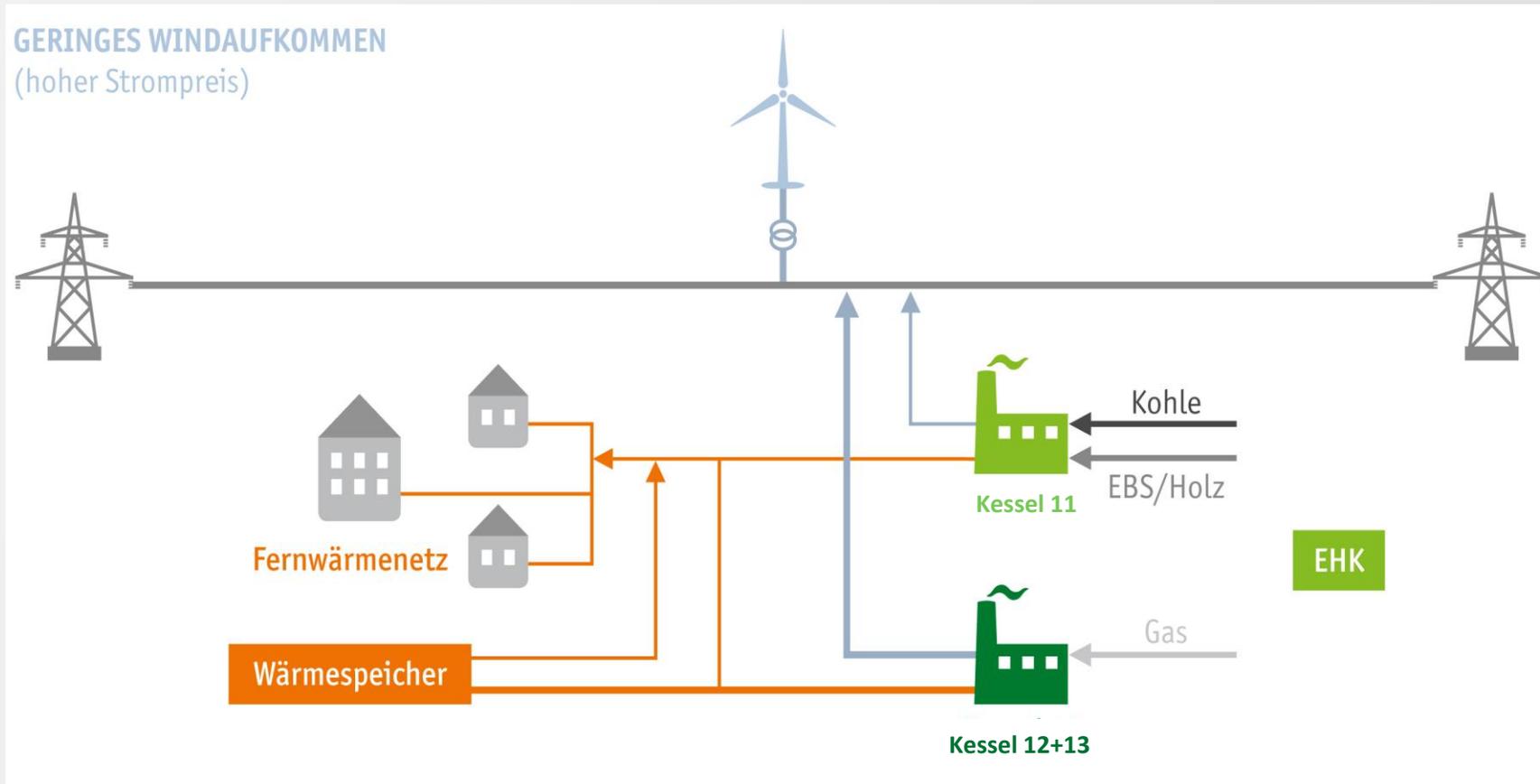
Betriebsanlagen:

- Kessel 5 Erdgas
- Kessel 13 Erdgas
- Kessel 12 Erdgas
- Kessel 11 Kohle + EBS
- EHK Strom
- RHW Nord

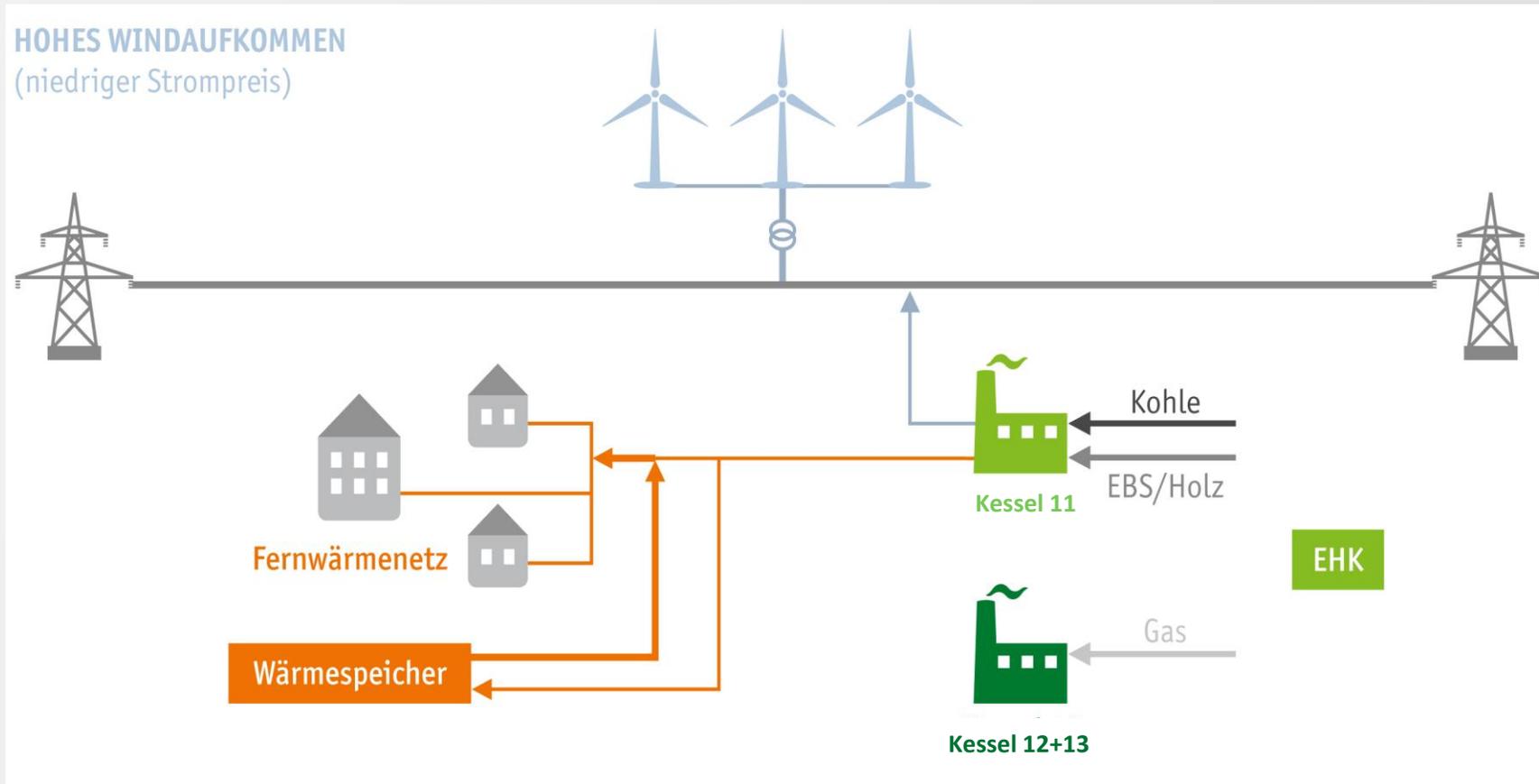
Reserveheizwerke:

- RHW Engelsby
- RHW Süd
- RHW Glücksburg

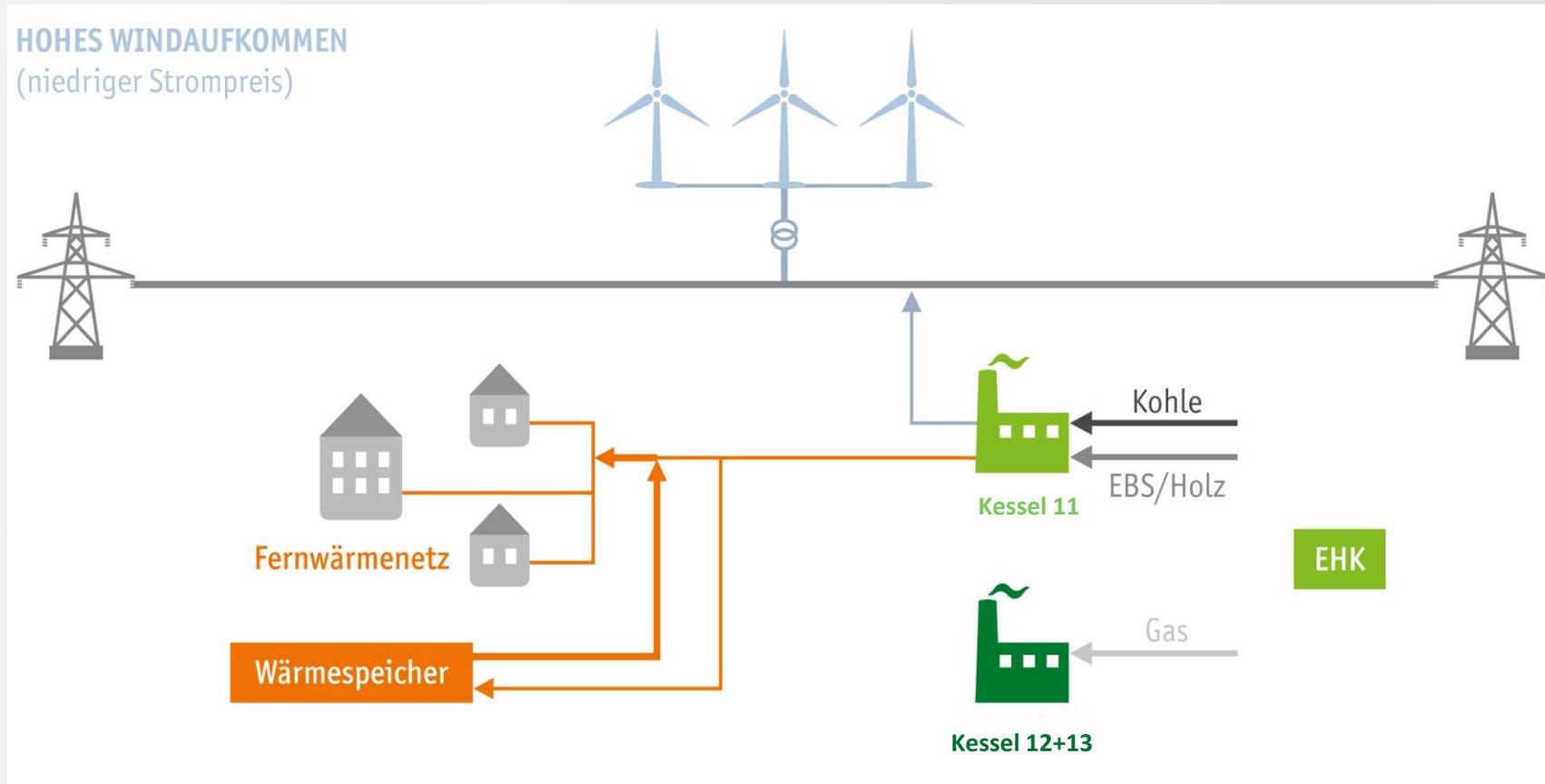
Flexible Erzeugung – Ausgleich schwankendes Angebot Windenergie in KWK



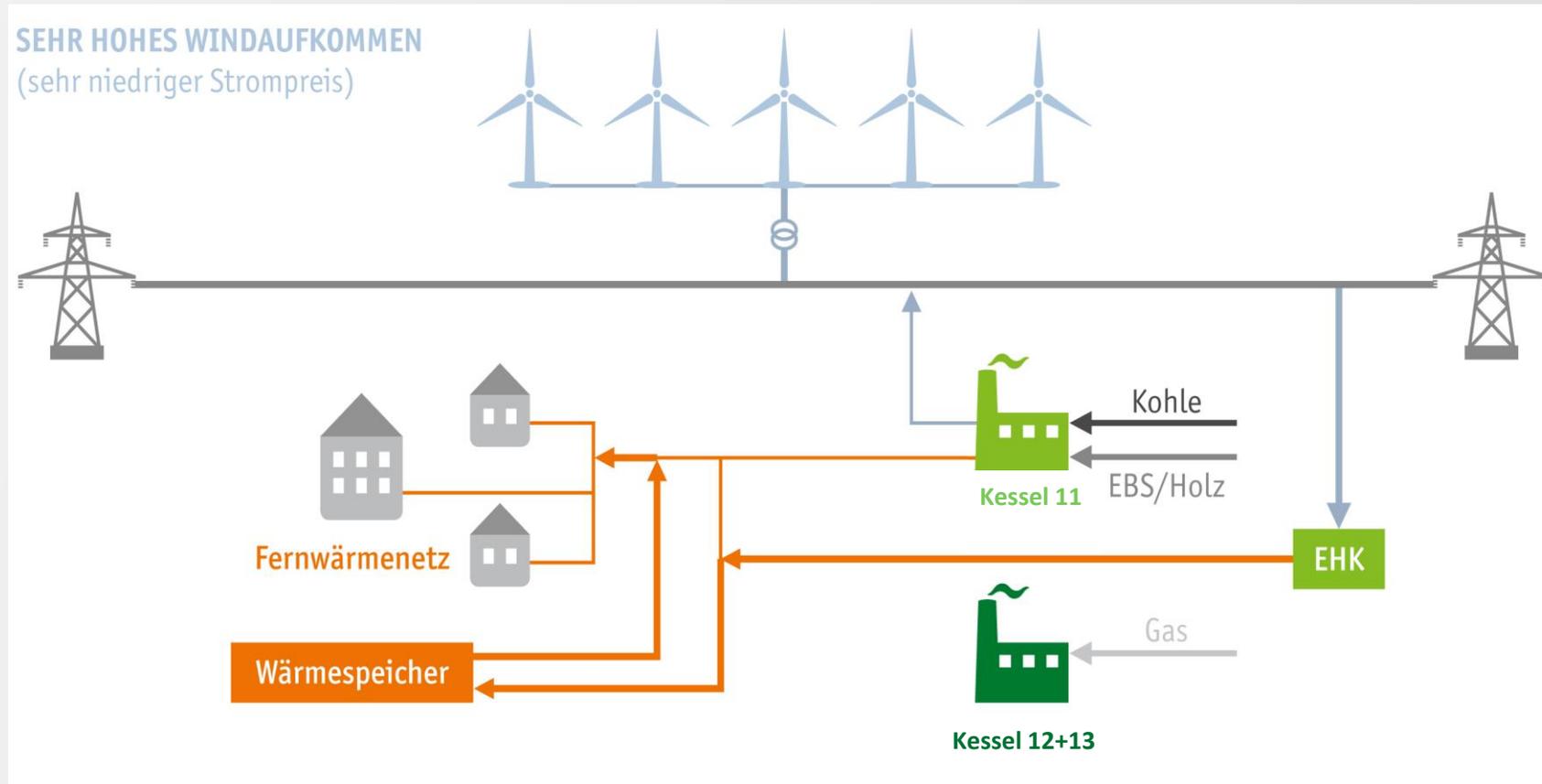
Flexible Erzeugung – Ausgleich schwankendes Angebot Windenergie in KWK



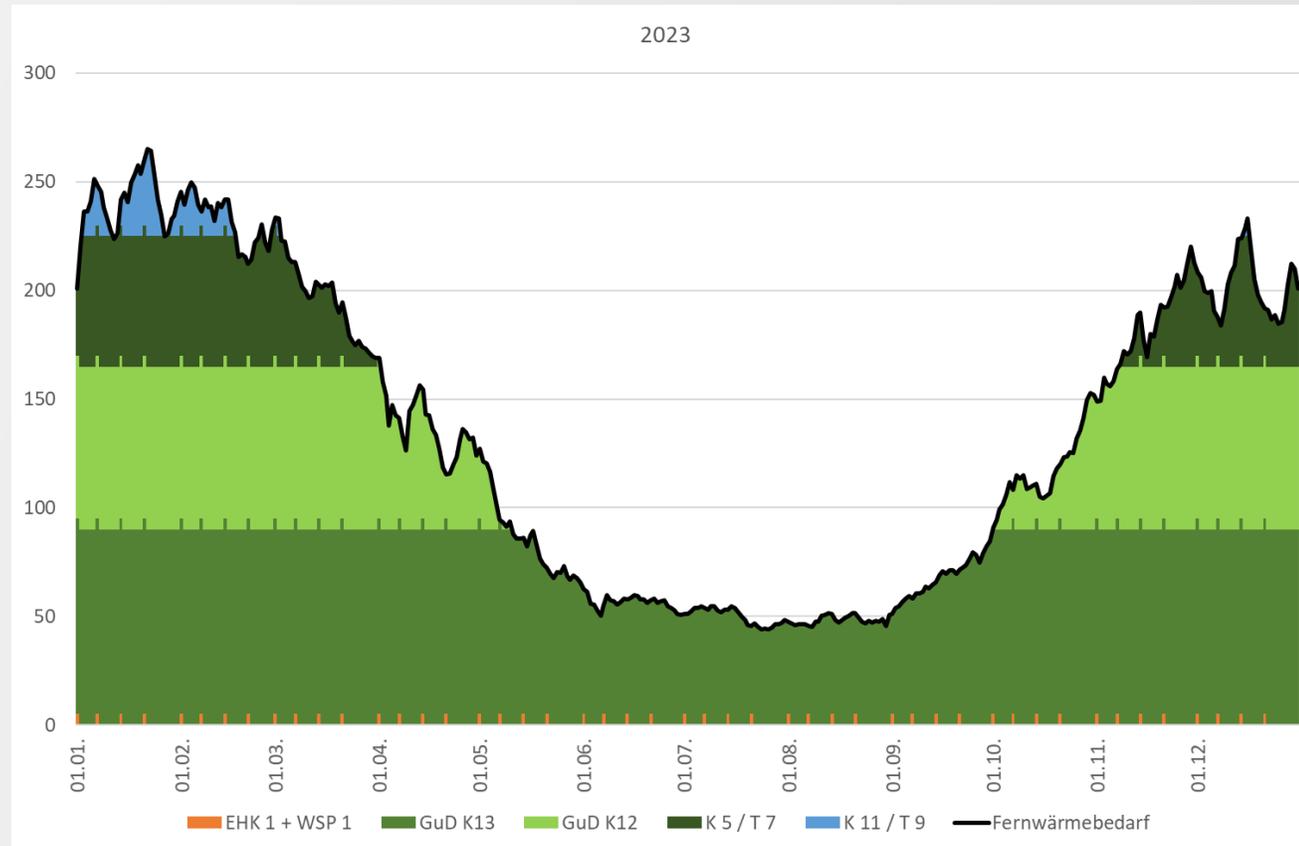
Flexible Erzeugung – Ausgleich schwankendes Angebot Windenergie in KWK



Flexible Erzeugung – Ausgleich schwankendes Angebot Windenergie in KWK



Deckung des Fernwärmebedarfs ab 2023



Förderung

- Stromoptimierte Auslegung der Neuanlagen
- Förderung als „Modernisierungsvorhaben“ ermöglicht Einbeziehung von Bestandsanlagen bei der Berechnung der förderfähigen KWK-Stromerzeugungsleistung
- Stilllegung Kohleanlagen ermöglicht Nutzung Kohleersatzbonus

Förderung

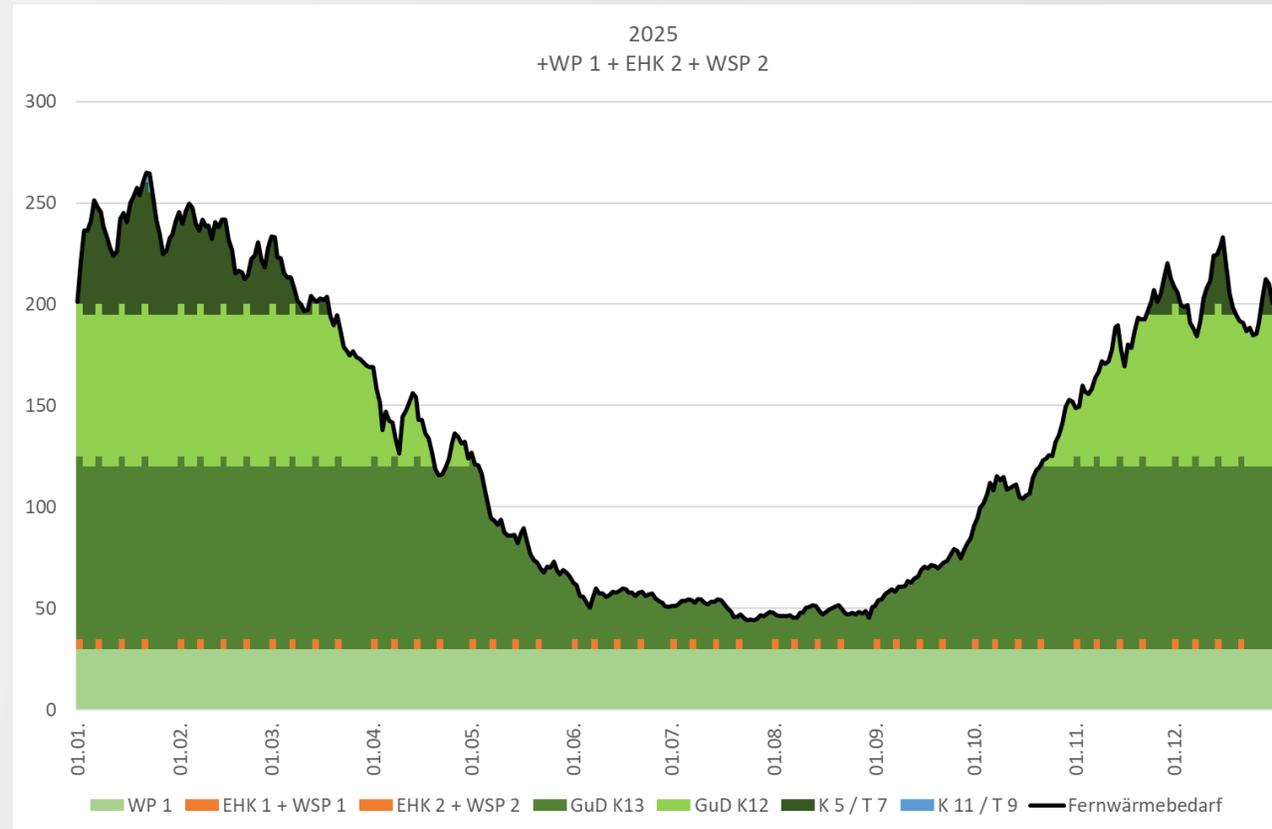
Wärmepumpen	40 % Investitionsförderung 7 ct/kWh <u>therm.</u> Betriebskostenförderung
Biomasseanlagen	40 % Investitionsförderung max. 2.500 Bh/a max. 15% Anteil an Gesamtwärme im Endzustand (2045)

- Deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen
- Starke Einschränkungen bei Biomasseanlagen

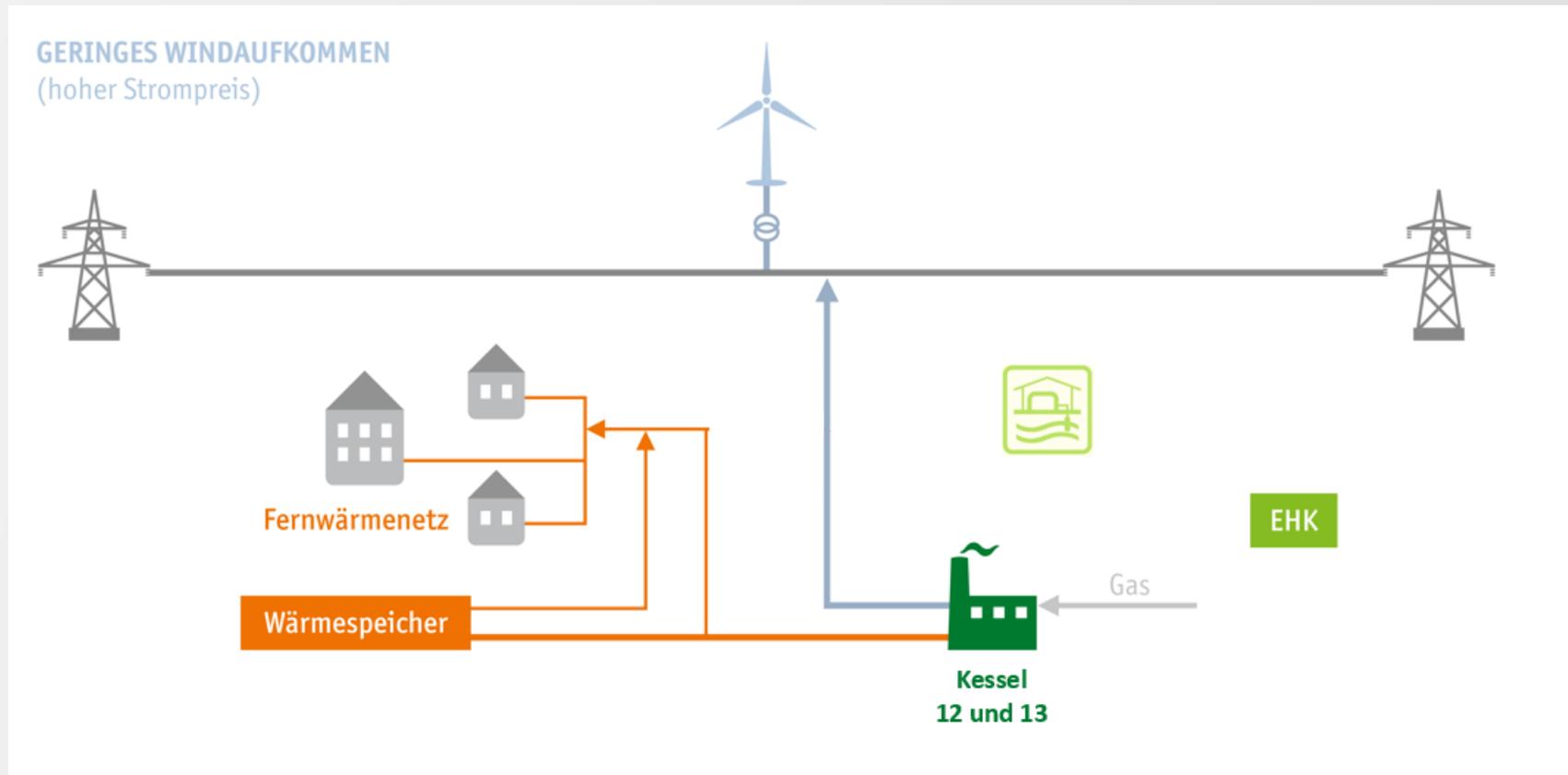
Nutzung regenerativer Energien

- Wärmepumpe
 - Grundlastanlage
 - Nutzung Hafenwasser als Primärenergiequelle
 - Temperaturhub auf 85 - 95°C
- Biomassekessel
 - Anlage für letzten Temperaturhub bei hohen Vorlauftemperaturen (> 96°C)
 - Hauptbrennstoff Altholz
 - Spitzenlastanlage
- Brennstoffmix muss erhalten bleiben, „all electric“ ist keine Alternative

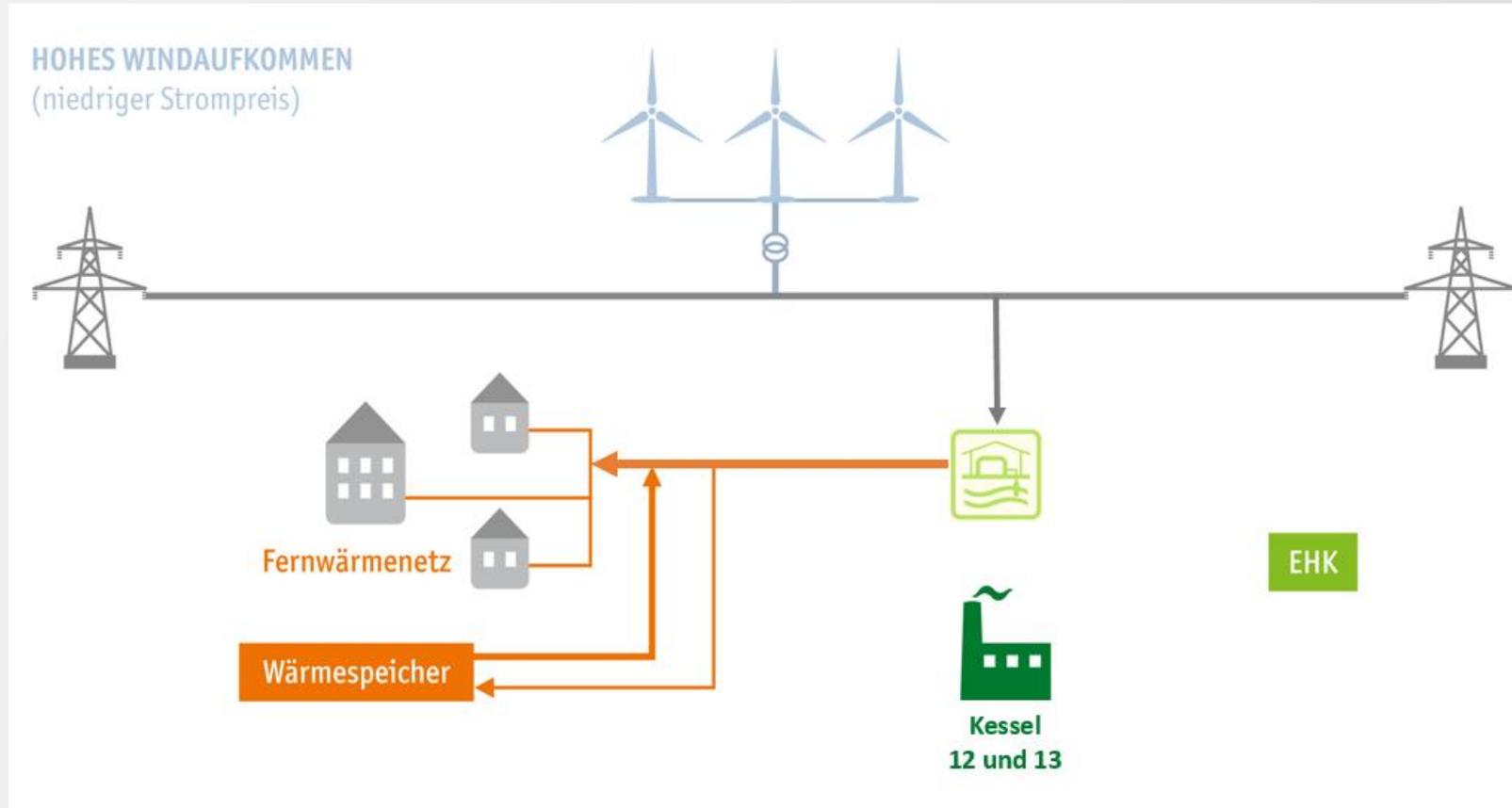
Mögliche Deckung des Fernwärmebedarfs mit einer Wärmepumpe



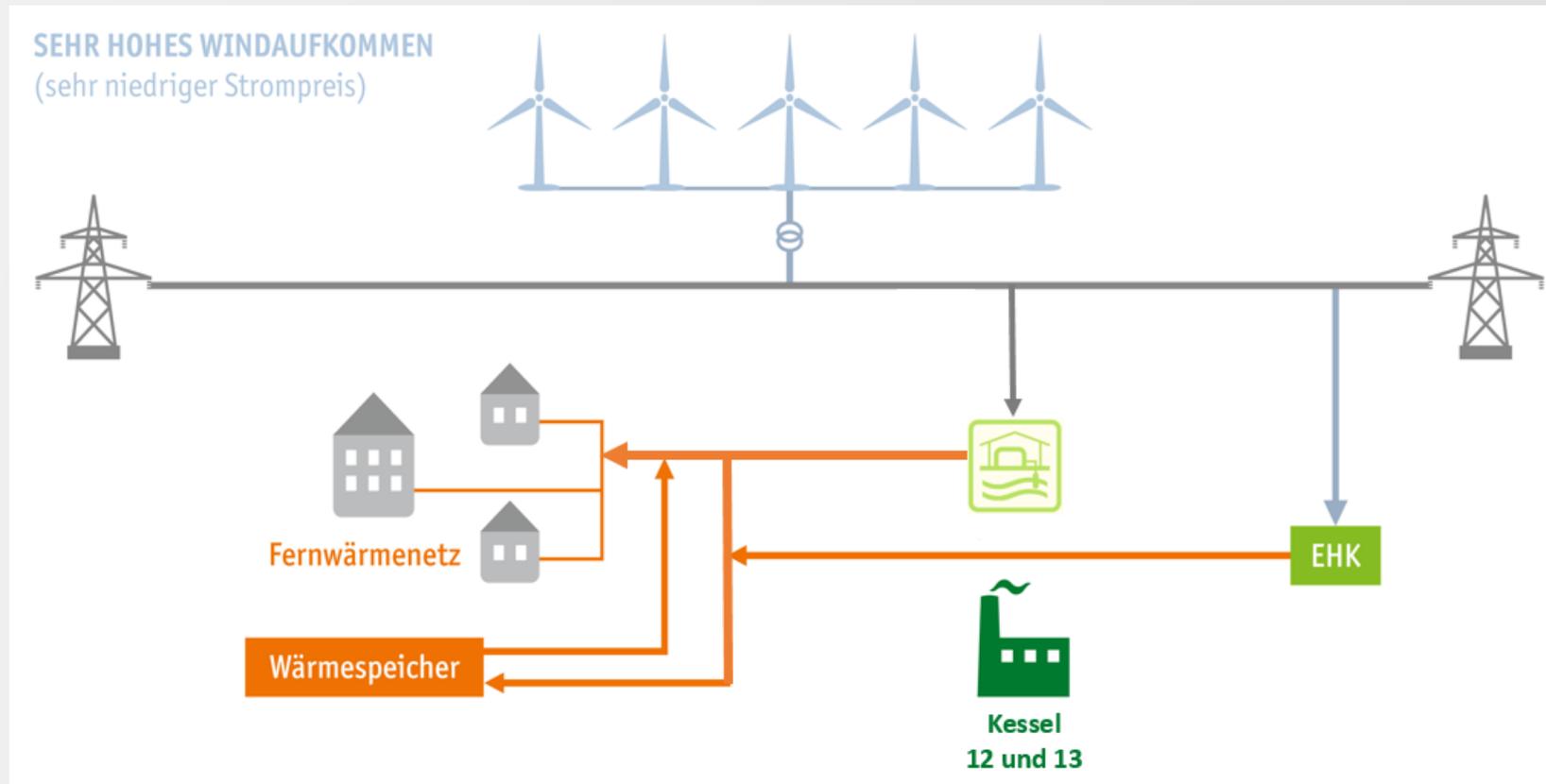
Flexible Erzeugung – Ausgleich schwankendes Angebot Windenergie in KWK



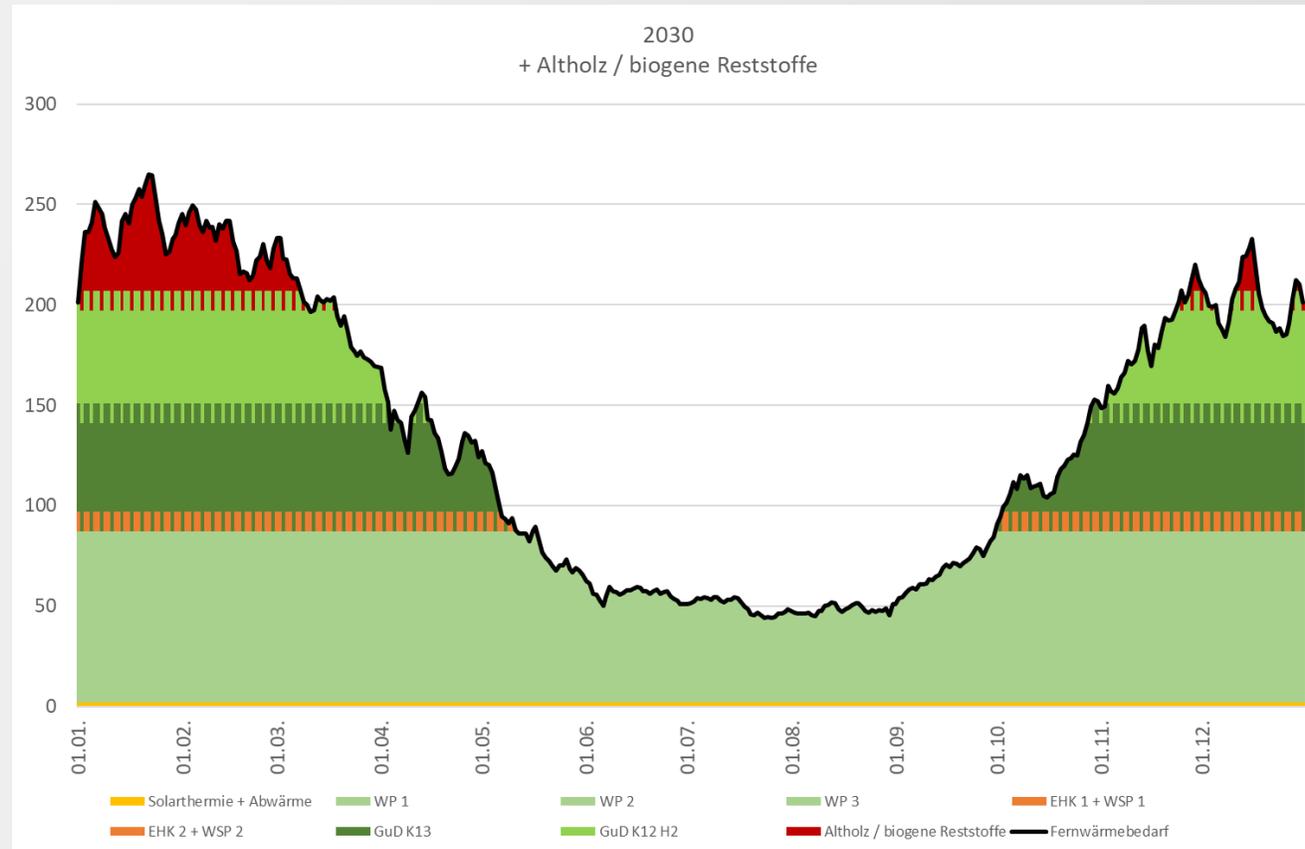
Flexible Erzeugung – Ausgleich schwankendes Angebot Windenergie in KWK



Flexible Erzeugung – Ausgleich schwankendes Angebot Windenergie in KWK



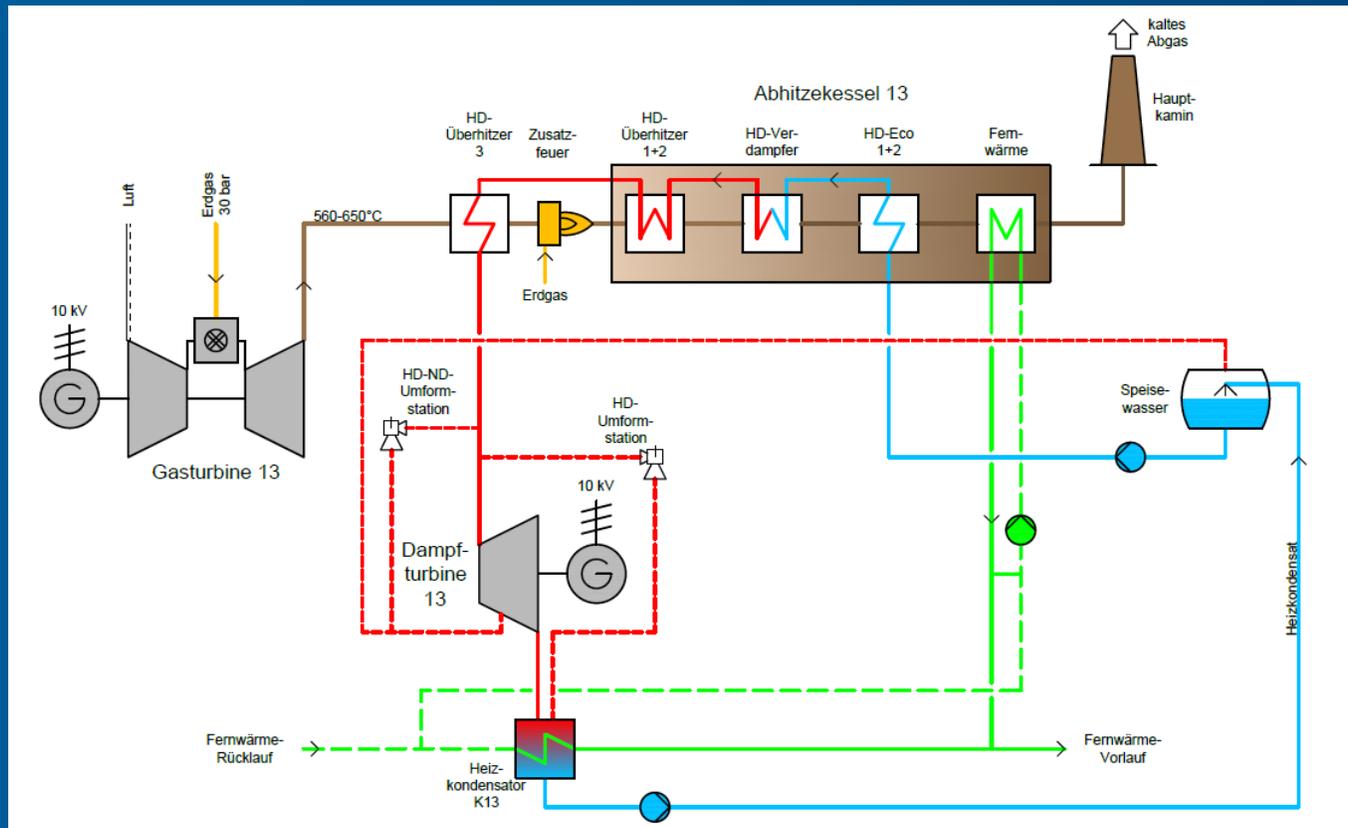
Mögliche Deckung des Fernwärmebedarfs mit Wärmepumpen und Biomassekessel



- Bis 2015: Fernwärmeversorgung zu nahezu 100% auf Basis kohlegefeuerten KWK-Anlagen
- Mit den Projekten „Kessel 12“ und „Kessel 13“ ist Kohleausstieg nahezu vollständig vollzogen
- Flexible GuD Anlagen ermöglichen flexible Fernwärmeerzeugung und Ergänzung der Stromerzeugung aus regenerativen Energien
- Kohleausstieg gefördert durch KWK-G
- Nach Ergänzung der regenerativen Energien folgt Nutzung der regenerativen Energien durch power to heat und Biomasse
- Instrument zur Förderung der Dekarbonisierung: „Bundesförderprogramm effiziente Wärmenetze“

BACK UP

Anlagenschema



Technische Daten

Elektrische Leistung:

- GT: 60 MW
- DT: ca. 39 MW

Thermische Leistung:

- HzVw DT: ca. 80 MW
- FW-Schleife: 13 MW

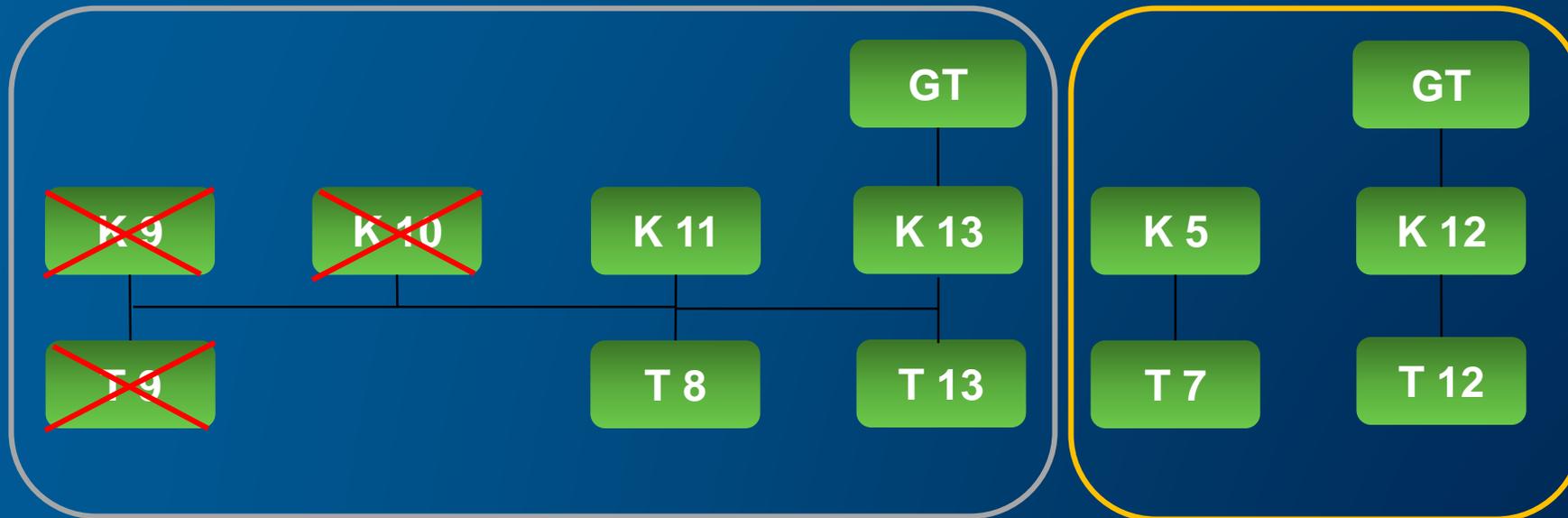
Feuerungswärmeleistung:

- GT: 150 MW
- ZF AHK: 60 MW

Dampfparameter AHK:

- 535 °C
- 92 bar
- 150 t/h

KWK Förderung als Modernisierungsvorhaben



Mittagspause



Industrie 4.0 – Flexibilisierung Kraftwerke, Vernetzung Märkte und Produktion

Jan Kurrelvink

Director for Business Development and Project
Investments

Christoph Mootz

Leiter Projekt- und Geschäftsentwicklung - Deutschland
E.ON Energy Projects GmbH



Online-Präsentation via Teams



JFE Engineering Group
**Standardkessel
Baumgarte**

Jan Kurrelvink

Director for Business Development
and Project Investments

Christoph Mootz

Leiter Projekt- und
Geschäftsentwicklung - Deutschland

E.ON Energy Projects GmbH



**Industrie 4.0 – Flexibilisierung
Kraftwerke, Vernetzung Märkte und
Produktion**







Simulation und Modellierung als Fundament der Digitalisierungsstrategie - Ein Beitrag zur betrieblichen Optimierung einer thermischen Abfallbehandlungsanlage

Martin Zwiellehner

SAR Group, Prozess- und Umwelttechnik



Dr.-Ing. Martin H. Zwiellehner SAR Electronic GmbH, Prozess- und Umwelttechnik



Simulation und Modellierung als Fundament der Digitalisierungsstrategie
- Ein Beitrag zur betrieblichen Optimierung einer thermischen Abfallbehandlungsanlage





Thermische Verwertungsanlage TVS Schwarza / Thüringen

Eigentümer + Betreiber: ZASO
 Zweckverband Abfallwirtschaft Saale-Orla

Bj. 2007, 17. BImSchV

$\frac{2}{3}$ Reststoffe aus der Papierfabrik,
 $\frac{1}{3}$ Hausmüll aus MBA (aufbereitet),
 $H_{u,Mix} = 10,7 \text{ MJ/kg.a}$

Durchsatz 82.000 Mg/a

Rostfeuerung, Vorschubrost,
 $FWL = 32,5 \text{ MW}_{th}$

4 Zug-Vertikalkessel (34 bar,
 420 °C), Mittelstromfeuerung

Rauchgasreinigung: trocken,
 NaBi, Aktivkohle, SNCR

Ausgangssituation(en):

- kürzlich durchgeführte PLS-Migration bzw. PLS-Optimierung □ Automatisierungsgrad ++
- konsequente Optimierung der Anlage □ Verfügbarkeit ++
- kontinuierliche Steigerung der Reisezeit auf (perspektivisch) 18 Monate
- ➔ Wahrscheinlichkeit reduziert sich, dass ein einzelner Mitarbeiter:
 - relevanten Störfall beobachtet und entsprechend eingreifen muss bzw.
 - ein geplantes oder ungeplantes An- und / oder Abfahren der Anlage beherrschen muss
- ➔ Erfahrene Kollegen aus dem Schichtpersonal gehen in Ruhestand:
 - Nachbesetzung schwierig
 - Wissenstransfer verläuft oft nicht ohne Verluste
 - längerfristig erhöhter Schulungs- und Einarbeitungsaufwand notwendig
- ➔ Betreiber sucht nach Möglichkeiten, um:
 - Kontinuierlich hohe Qualität in der Aus- und Weiterbildung sicherzustellen und gleichzeitig
 - Verständnis für die komplexen thermo-chemischen Prozesse in der Feuerung zu erhöhen

Lösungsansatz:

- (Echtzeit-)Simulation der bestehenden Anlage schafft eine virtuelle Trainingsumgebung für die Ausbildung der Anlagenfahrer
- Simulation beruht auf den „originalen“ Bedienbildern und der „echten“ Automatisierungssoftware
- Simulations- und Modell-Algorithmen sind nicht Bestandteil Automatisierungssoftware □ standardisierte Schnittstellen



Randbedingungen:

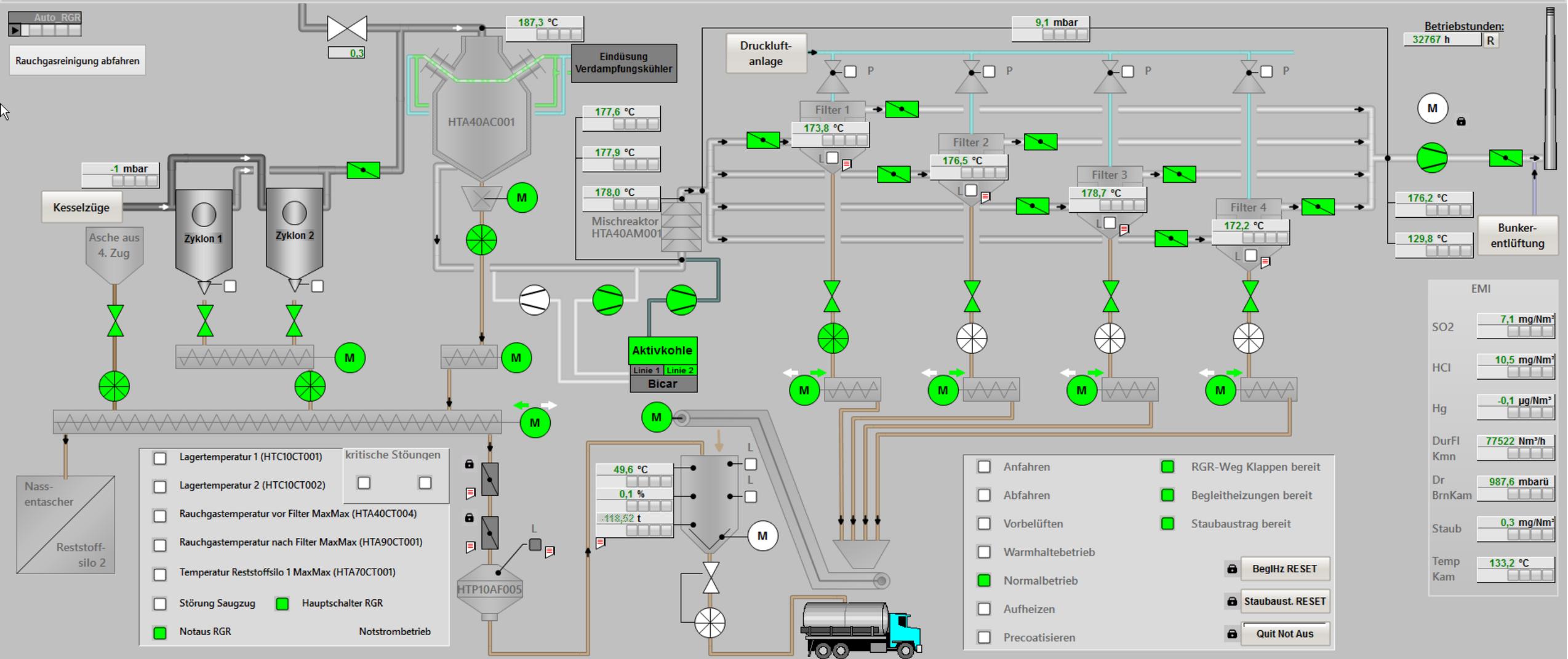


- ✓ Schulungs- und / oder Trainingsmaßnahmen müssen ohne Beeinträchtigung des laufenden Betriebs stattfinden!
- ✓ Zu keiner Zeit darf es zu einer Gefährdung von Mensch, Umwelt und Anlage/Maschine kommen!

Allgemein	F-Teil	FLR	Feuerung	Materialfluss
Luftsystem	Wasser-Dampf	SNCR	Nebenanlagen	
RGR Übersicht	Doppelzyklon	Verdampfungskühler	Filterlinien	Saugzug
Aktivkohle	BICAR	Reststoffsilo	Schaltanlage	Haustechnik

TMS
SAR
Rechner S02
schicht

Übersicht Rauchgasreinigungsanlage



Auto_RGR
Rauchgasreinigung abfahren

Betriebstunden:
32767 h R

M

176,2 °C

129,8 °C

Bunker-entlüftung

- kritische Störungen**
- Lagertemperatur 1 (HTC10CT001)
 - Lagertemperatur 2 (HTC10CT002)
 - Rauchgastemperatur vor Filter MaxMax (HTA40CT004)
 - Rauchgastemperatur nach Filter MaxMax (HTA90CT001)
 - Temperatur Reststoffsilo 1 MaxMax (HTA70CT001)
 - Störung Saugzug
 - Notaus RGR
- Hauptschalter RGR
- Notstrombetrieb

- Anfahren
 - Abfahren
 - Vorbelüften
 - Warmhaltebetrieb
 - Normalbetrieb
 - Aufheizen
 - Precoatieren
- RGR-Weg Klappen bereit
 - Begleitheizungen bereit
 - Staubaustrag bereit
- BegHz RESET
- Staubaut. RESET
- Quit Not Aus

EMI

SO2	7,1 mg/Nm ³
HCl	10,5 mg/Nm ³
Hg	-0,1 µg/Nm ³
DurFl	77522 Nm ³ /h
Dr BrnKam	987,6 mbarü
Staub	0,3 mg/Nm ³
Temp Kam	133,2 °C

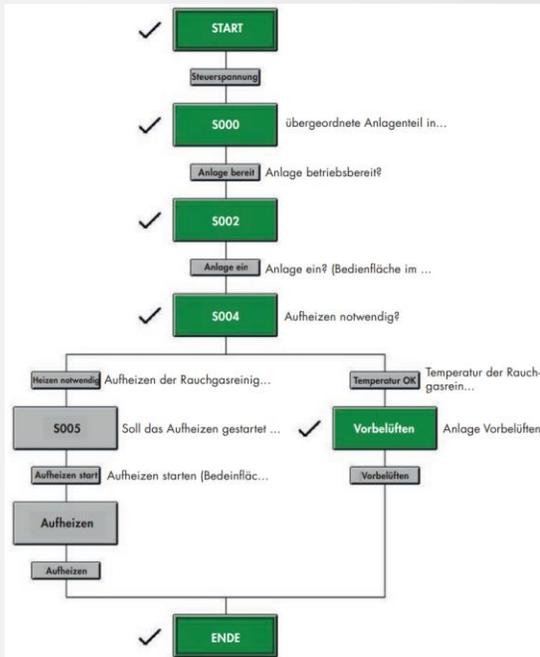
Theorie zur Simulation und zur Modellbildung:

- Modell soll Realität beschreiben, um diagnostizieren u. prognostizieren zu können
- Das Modell ist abstraktes Abbild eines Systems, welches stellvertretend für das System untersucht werden kann
- Interessant, wenn das System nur schwierig oder gar nicht untersucht werden kann
- Zur Simulation eines Prozesses wird ein (mathematisches) Prozessmodell benötigt □ prozess- und verfahrenstechnische Abhängigkeiten korrekt berücksichtigen
- SIMIT-FlowNet Library berücksichtigt dies für Aggregate (Gebläse, Pumpen usw.) und Armaturen (Stellventile, Regelventile, Klappen usw.)
- Charakteristiken (Kennlinien, Anlaufverhalten usw.) können individuell angepasst werden
- „Sonderfälle“ wie Rührkessel, Phasenübergänge (Dampftrommel) sind implementiert
- Physikalische Parameter (z.B. Dichte, Temperatur, Wärmekapazität) von zu- bzw. abfließenden Medien müssen bekannt sein

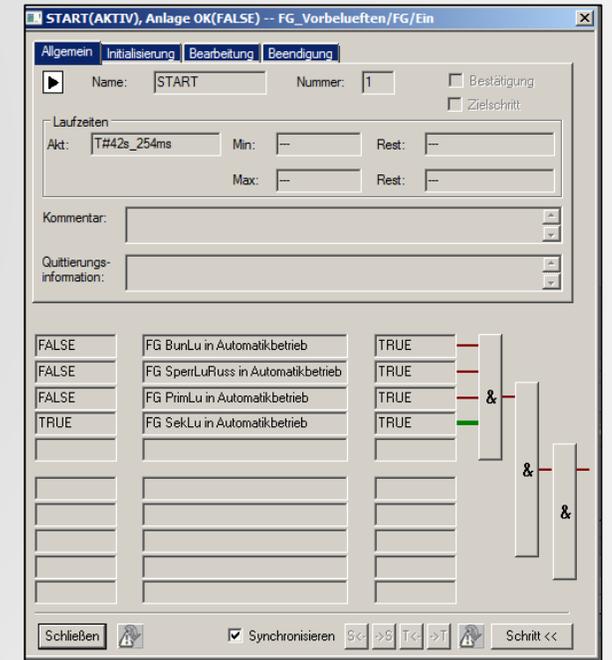


Anwendung in der Praxis:

- Kritisch & wichtig: An- und Abfahrvorgänge der Gesamtanlage
- Diese sollen zuerst simuliert werden, hier bestehen beim Fahrpersonal die größten Unsicherheiten
- Hierzu müssen sog. „Schrittketten“ (SFCs nach IEC 61131-3) abgearbeitet werden:

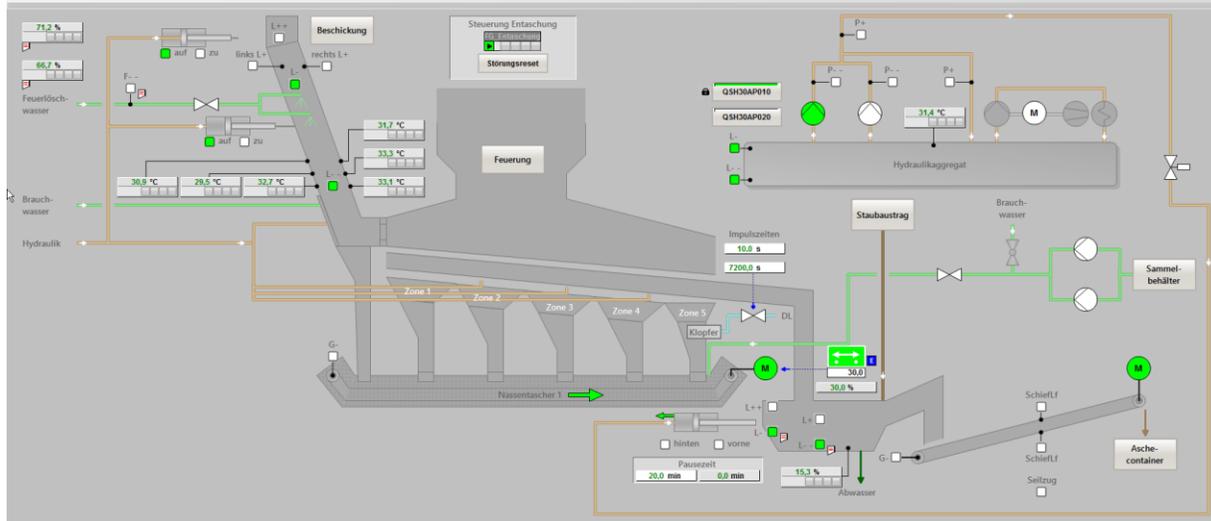


1. RGR allgemein
2. NaBi-Eindüsung
3. Steuerung Verdampfungskühler
4. Rußbläser
5. Sperrlüfter
6. Funktionsgruppen SekLu, ReziG, PrimLu
7. Funktionsgruppe Vorbelüften
8. Funktionsgruppe Brenner
9. SNCR-Anlage
10. Steuerung Rosthydraulik und Beschickung



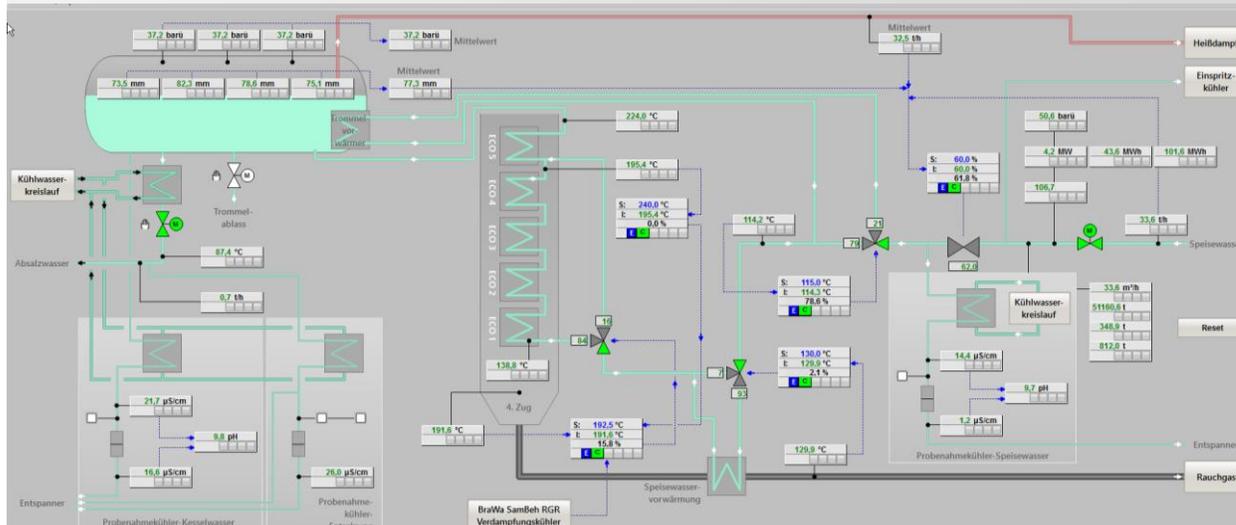
Anwendung in der Praxis (2):

- Hinterlegung sog. „Szenarien“, die bei Bedarf abgerufen werden können
- insbes. kritische Situationen aus dem laufenden Anlagenbetrieb heraus
- Erfordern zügiges und korrektes Eingreifen des Anlagenfahrers zur Vermeidung gefährlicher Zustände
- Beispiel-Szenarien für die TVS Schwarza:
 - Störung Brennstoffzufuhr □ Handeingriffe zur Vermeidung eines Rückbrandes



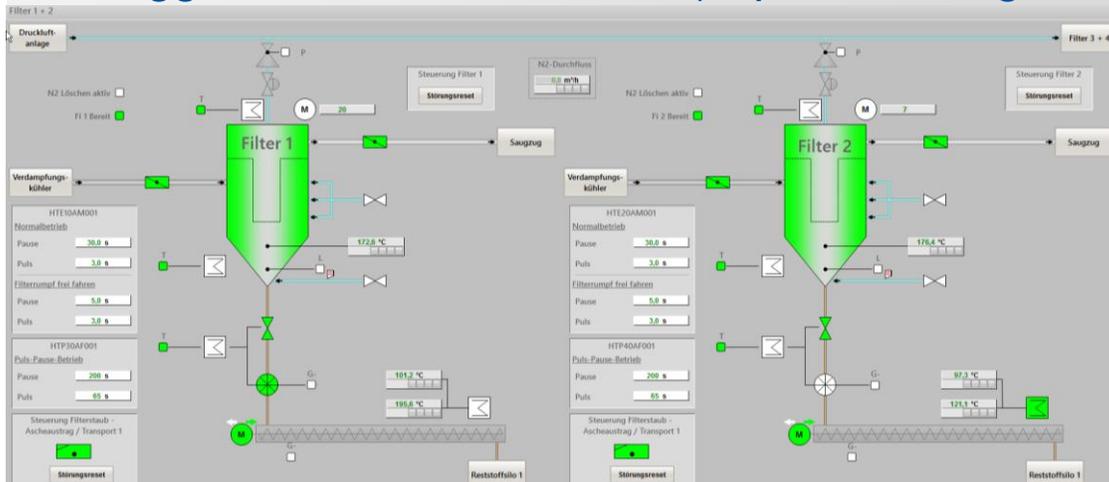
Anwendung in der Praxis (2):

- Hinterlegung sog. „Szenarien“, die bei Bedarf abgerufen werden können
- insbes. kritische Situationen aus dem laufenden Anlagenbetrieb heraus
- Erfordern zügiges und korrektes Eingreifen des Anlagenfahrers zur Vermeidung gefährlicher Zustände
- Beispiel-Szenarien für die TVS Schwarzza:
 - Störung Speisewasserregelung □ manuelle Niveauregelung der Kesseltrommel mit dem SpWa-RegV



Anwendung in der Praxis (2):

- Hinterlegung sog. „Szenarien“, die bei Bedarf abgerufen werden können
- insbes. kritische Situationen aus dem laufenden Anlagenbetrieb heraus
- Erfordern zügiges und korrektes Eingreifen des Anlagenfahrers zur Vermeidung gefährlicher Zustände
- Beispiel-Szenarien für die TVS Schwarzza:
 - Störung Temperaturmessung Gewebefilter □ manuelles Abschalten der betroffenen Filterkammer und ggf. weitere Maßnahmen (bspw. Leistungsreduktion o.ä.)



Feuerung:

- Rückblick auf Folie Nr. 3:

→ *Betreiber sucht nach Möglichkeiten, um:*

- *Kontinuierlich hohe Qualität in der Aus- und Weiterbildung sicherzustellen und gleichzeitig*
- *das Verständnis für die komplexen thermo-chemischen Prozesse in der Feuerung zu erhöhen.*

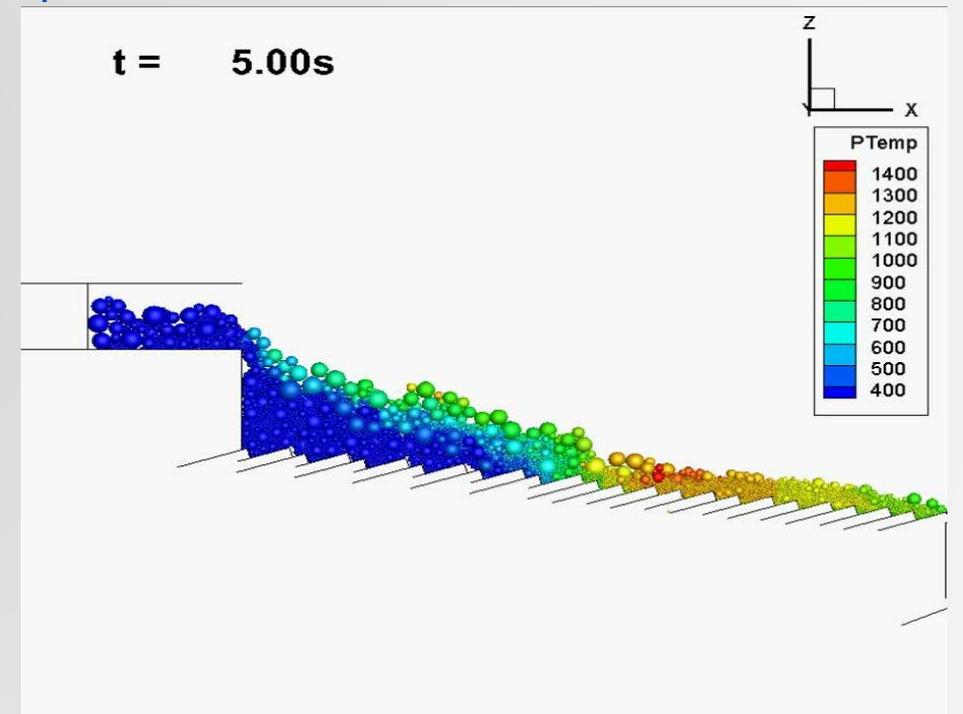
- Dies bedingt eine Simulation bzw. Modellierung der Feuerung!

Bis jetzt beschriebenen verfahrenstechnischen Vorgänge und Zustände:

- kausaler Zusammenhang von Ursache und Wirkung reproduzierbar gegeben und daher
- mathematisch gut beschreibbar
- nicht gegeben bei der Rostfeuerung mit heterogenen Festbrennstoffen (= Abfall):
 - numerische Simulation einer Rostfeuerung (Feststoff- + Gasphase) ist äußerst aufwendig
 - standardisierte Simulationsumgebungen stoßen hier an ihre Grenzen
- separates / autarkes Feuerungsmodell wird notwendig

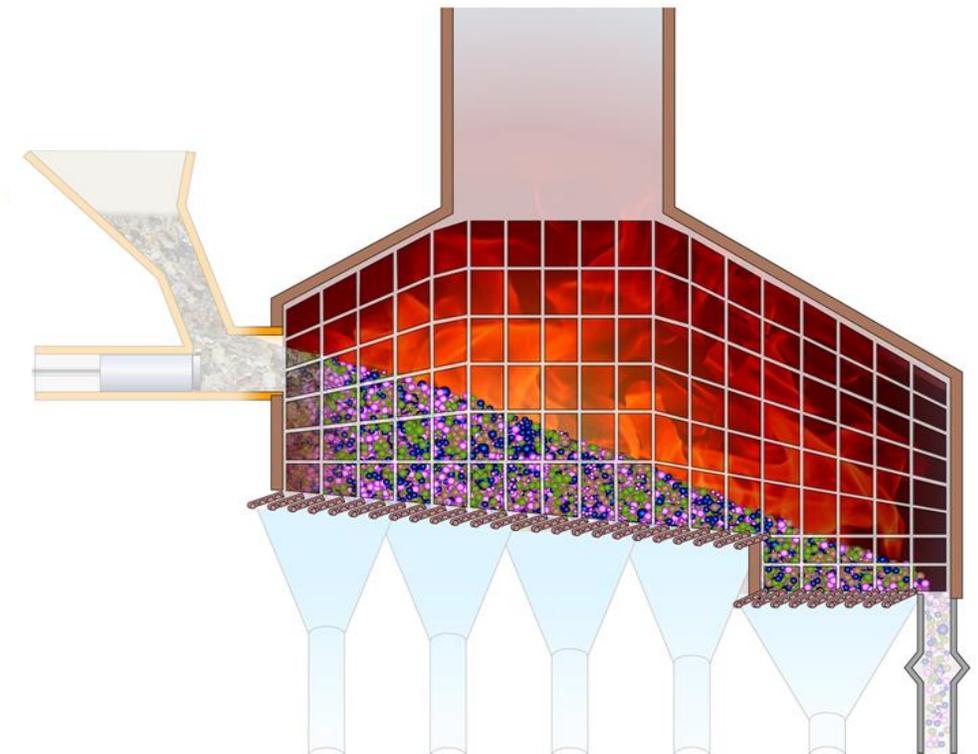
Exkurs: Grundsätzliches zur Modellierung von Rostfeuerungen

- Simulation von Prozessen ist Stand der Technik in vielen Bereichen der Industrie
- Im Bereich der Abfallverbrennung ist dieser Aufwand bis dato nicht getrieben worden.
- Input in MVA- bzw. EBS-Anlagen ist weniger gut definiert wie bspw. in chemischer Industrie
- Seit 1970er Jahren gibt es Modelle zur Beschreibung des Abbrands von Abfall auf Rostfeuerungen
- 3 Modell-Ansätze entsprechen mittlerweile annähernd der Realität:
 - SUWIC FLIC/FLUENT-Code, Universität Sheffield
 - CFD/DEM-Code, LEAT Ruhr-Univ. Bochum
 - CombAte, Warnecke et. al., GKS Schweinfurt



Feuerungsmodell CombAte

- Basierend auf Rührkesselkaskaden, mit Zellen diskretisierter Feuerraum, vglsw. einfach konfigurierbar
- Modularer Aufbau (Transport, Reaktion, Phasenübergang usw.)
- Weitestgehend validiert (□ zahlreiche Veröffentlichung)
- Kopplung zwischen CombAte-PC und PLS SIMATIC PCS 7 über Industriestandard OPC DA
- Praxisgerechte Auslegung der Parameter
- Lauffähig auf Office-PCs, JAVA-Code, echtzeitfähig
- Ziel: Modell liefert Inputs für die Anlagensimulation
- Ortsaufgelöste Größen wie
 - Enthalpieströme,
 - Rauchgas- und Feuerraumtemperaturen
 - Rauchgasvolumenstrom
 - Schichthöhen des Brennbetts
 - Emissionswerte (CO, NO_x, O₂, H₂O usw.)



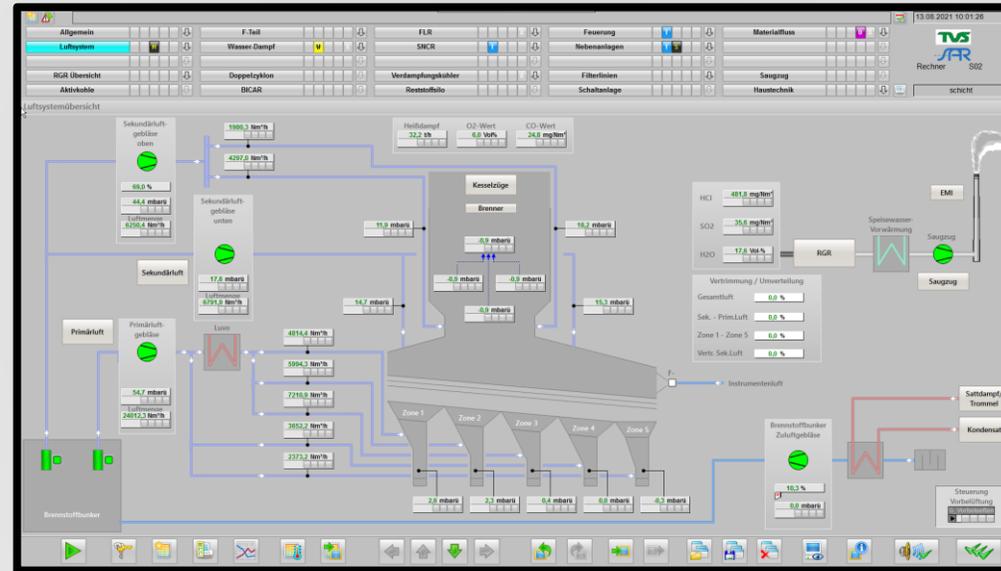
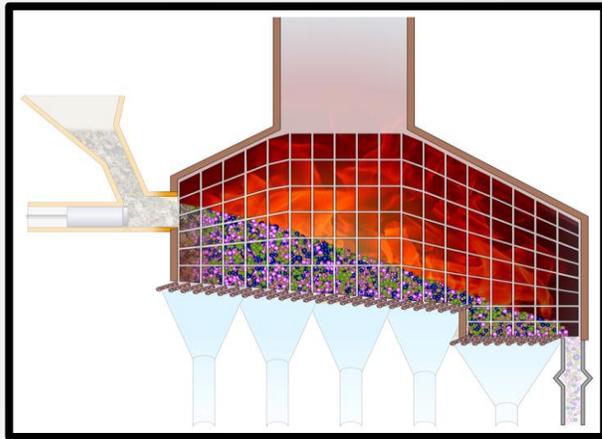
Feuerungsmodell CombAte gekoppelt an die Anlagensimulation (□ „Digital Twin“)

Eingangsparameter in das Modell

Bedienhandlungen, Sollwertvorgaben

Bedien- u. Beobachtungsebene

Feuerungsmodell



Anlagensimulation

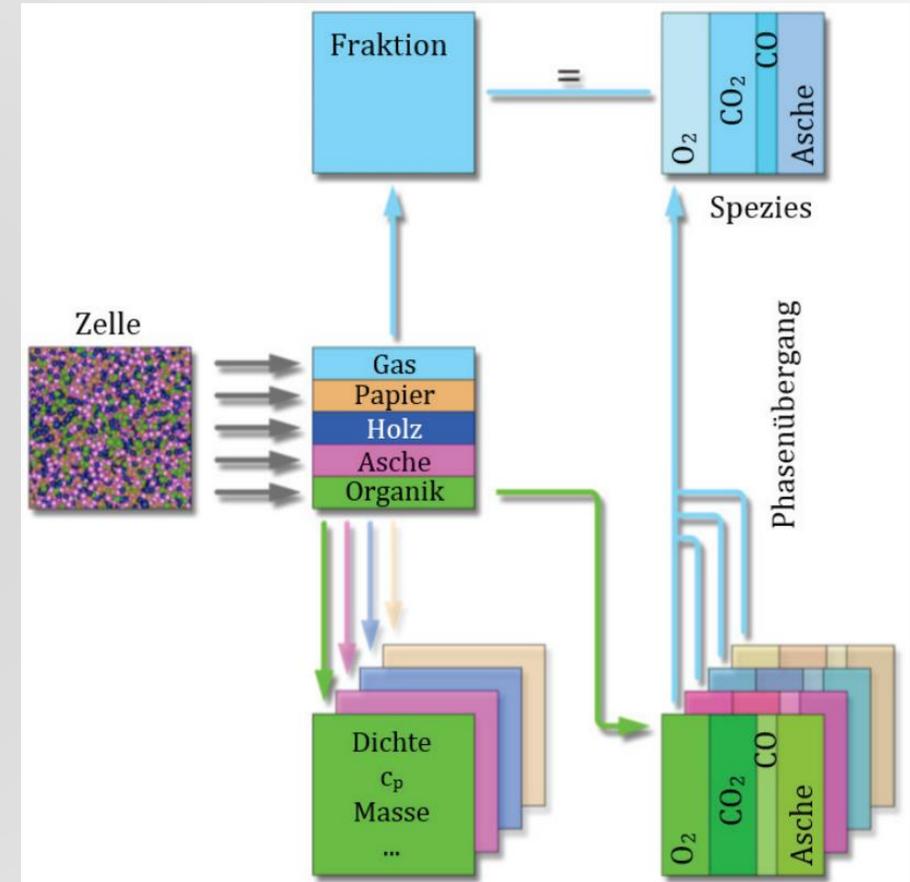


Ergebnisse aus dem Modell

Rückmeldungen binär und analog

Definition des Brennstoff-Inputs

- Brennstoffqualität ist wichtig, aber nicht online bestimmbar
- Ansatz: 2 Abfallfraktionen (nieder- u. hochkalorisch)
- Jede Fraktion besteht aus mehreren Spezies (H_2O , Asche, Koks, C_xH_y , CO , CO_2 , N_2 , O_2 , H_2)
- Wärmekapazitäten, Durchmesser Einzelpartikel, Schüttdichten je Fraktion parametrierbar
- Über Mischungsverhältnis der Fraktionen kann ein gewünschter H_u eingestellt werden
- Auch die H_u -Variation als „Trainings-Szenario“ vorstellbar
- Vorab-IBS der Feuerleistungsregelung (FLD)



Zusammenfassung

- Simulation von Anlagen ist Standard in der diskreten Fertigung, setzt sich auch in verfahrenstechnischen bzw. prozesstechnischen Anlagen durch

Zusammenfassung

- Simulation von Anlagen ist Standard in der diskreten Fertigung, setzt sich auch in der Verfahrenstechnik durch
- Simulation kann über den ganzen Lebenszyklus der Anlage hinweg Verwendung finden:
 - Factory Acceptance Tests (FAT) und virtuelle Inbetriebnahmen noch vor dem Bau der Anlage
 - Dadurch kann IBS-Zeitraum effektiver genutzt werden
 - Auch bei späteren Optimierungen und Umbauten kann die Simulation Verwendung finden
 - Softwareänderungen können vor dem Einspielen bereits getestet werden □ Risiko für Anlagenausfall sinkt
- Schulung und Training für die Anlagenbediener – realitätsnah, aber in sicherer Umgebung.
- Grundsätzliche Machbarkeit eines „Digitalen Zwillings“ für eine therm. Abfallbehandlungsanlage konnte demonstriert werden (F&E-Status)
- Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig (Vertriebsunterstützung, Regleroptimierung usw.)



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Bei Fragen & Anregungen
jederzeit gerne melden unter
martin.zwiellehner@sar.biz

Kaffeepause



Ausführung eines Biomasse-Reststoff- Dampferzeugers für unterschiedliche Brennstoffe

Sebastian Zimmer
Standardkessel Baumgarte GmbH

Agenda

- Rahmenbedingungen und Anforderungen
- Übersicht eingesetzter Brennstoffe
- Auswahl Feuerungssystem (Abwägung Vor- und Nachteile verschiedener Systeme)
- Kessel- Anordnung, -Ausführung und -Ausrüstung
- Betriebserfahrung und Erkenntnisse
- Fazit

Kunde:	EGGER Panneaux et Décors
Standort:	Rambervillers, Frankreich
SBG LuL:	Feuerung und Kessel
Einbindung:	Ersatz für alten Kessel, Anbindung an bestehenden Schlauchfilter, Saugzug.
Kessel:	Sattdampf (Thermalölerwärmung 8 MW_{th}), Frischdampf (Stromerzeugung $9,6 \text{ MW}_{\text{el}}$)
Brennstoff:	Holzabfälle aus der Produktion, Altholz A1 – A4, Frischholz, Recycling Staub, Schleifstaub
Subvention:	25 % Frischholzanteil, definierte Emissionsgrenzwerte, KWK Nutzungsgrad
Übergabe:	Juni 2018

Feuerungswärmeleistung (Volllast):	55 MWth
Frischdampfleistung max.:	55 t/h
Sattdampfleistung Thermalölerhitzer:	19 t/h (zusätzlich)
Dampfleistung min.:	23 t/h (42 %)
Frischdampftemperatur:	500°C
Frischdampfdruck:	80 bar

Wesentlichen Emissionsgrenzwerte (TMW, in mg/Nm³ tr. bezogen auf 6 % O₂):

- NO_x < 300 mg/Nm³
- CO < 45 mg/Nm³
- TOC < 10 mg/Nm³

- Verweilzeit ab der letzten Luftzugabe 2 s > 850 °C (Einsatz von Altholz).
- Maximal 3 % TOC in der Rostasche.

		Stückholz Produktionsabfälle (28 %), Altholz A1– A4 (12 %), Frischholz (60 %)	Recycling Feinanteil	Sieb und Schleifstaub
Q_{design}	MW_{th}	32	25	24
Q_{nominal}	MW_{th}	22	18	13
Heizwert _{Referenz}	MJ/kg	9,4 (Range 7,9 – 14,2)	14	17,1
Wasser	%	16 - 52	19	5
Stickstoff	% wf	< 2	< 2	< 1
Chlor	% wf	< 0,12	< 0,2	< 0,1
Korngrößen		100% < 300 x 50 x 50 mm	100% < 3 mm	< 10% 0.5 – 1.5 mm
		80% < 150 x 50 x 25 mm	> 90% < 1 mm	> 90% < 0.5 mm
		< 45% < 20 mm		> 35% < 0.2 mm
		< 10% < 1 mm	Inhomogen, fluktuierend	homogen, konstant



Die Wahl des Feuerungssystems hängt von den Brennstoffeigenschaften, der notwendigen Brennstoffflexibilität, den Emissionsanforderungen, der geforderten Verfügbarkeit sowie speziellen Kundenwünschen und Neigungen ab.

Mögliche Feuerungssysteme in der vorliegenden Leistungsklasse:

- Wanderrost mit Wurfbeschicker
- Stationäre Wirbelschicht
- Vorschubrost

→ Sorgfältige Abwägung der Vor- und Nachteile.

Wanderrost mit Wurfbeschicker:

- Hoher Frischholzanteil mit niedrigem Hu, großer Stückigkeit und schwankender Br. Qualität problematisch bzgl. Ausbrand/ CO.
- Einhaltung 850°C/2s ist eine Feuerfestauskleidung notwendig → Verschlackung im Feuerraum bei Altholz-Einsatz.
- Kompakte Bauweise, niedrige Investitionskosten.

Stationäre Wirbelschicht:

- Einschränkungen bei der Kornverteilung Stückholz → Höherer Aufwand bei der Brennstoffaufbereitung.
- Ausbrand und Emissionen unkritisch.
- Bei Verzicht auf Staubbrenner und Einblasfeuerung Einschränkungen bei den Anteilen der einzelnen Brennstoffe.
- Höhere Investitions- und Betriebskosten.

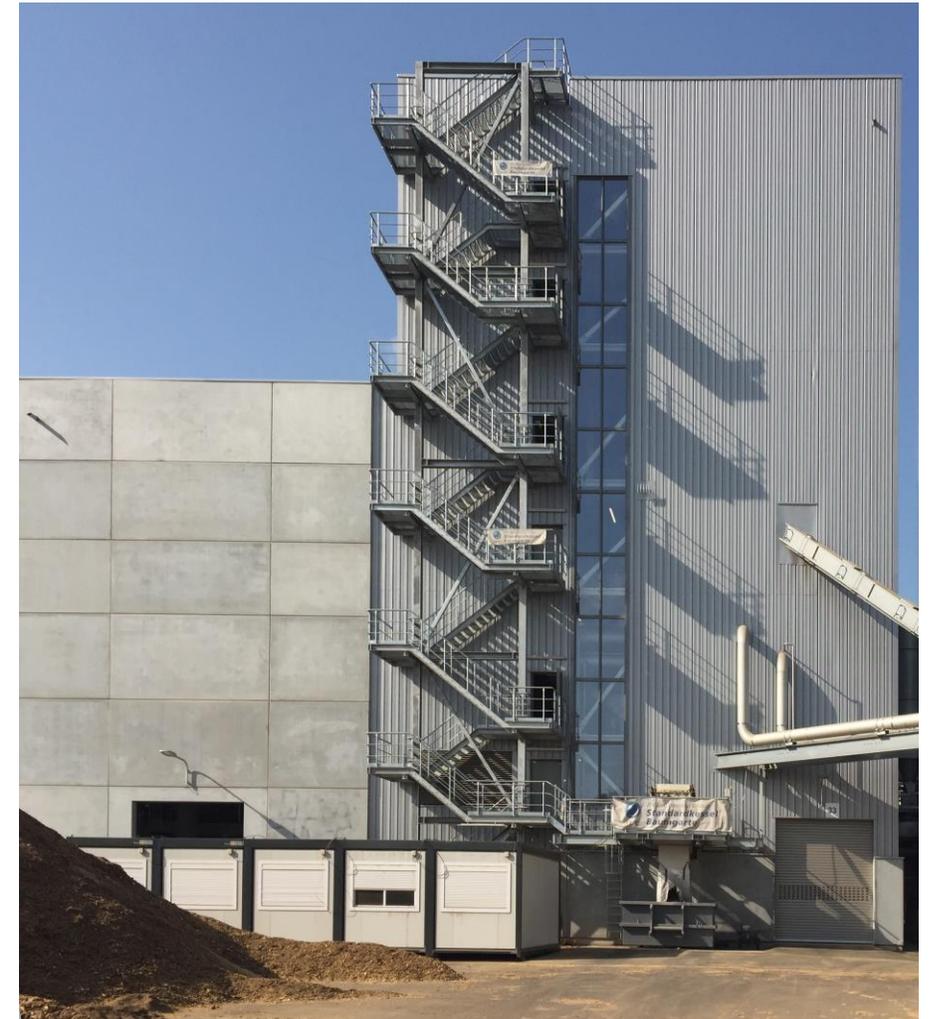
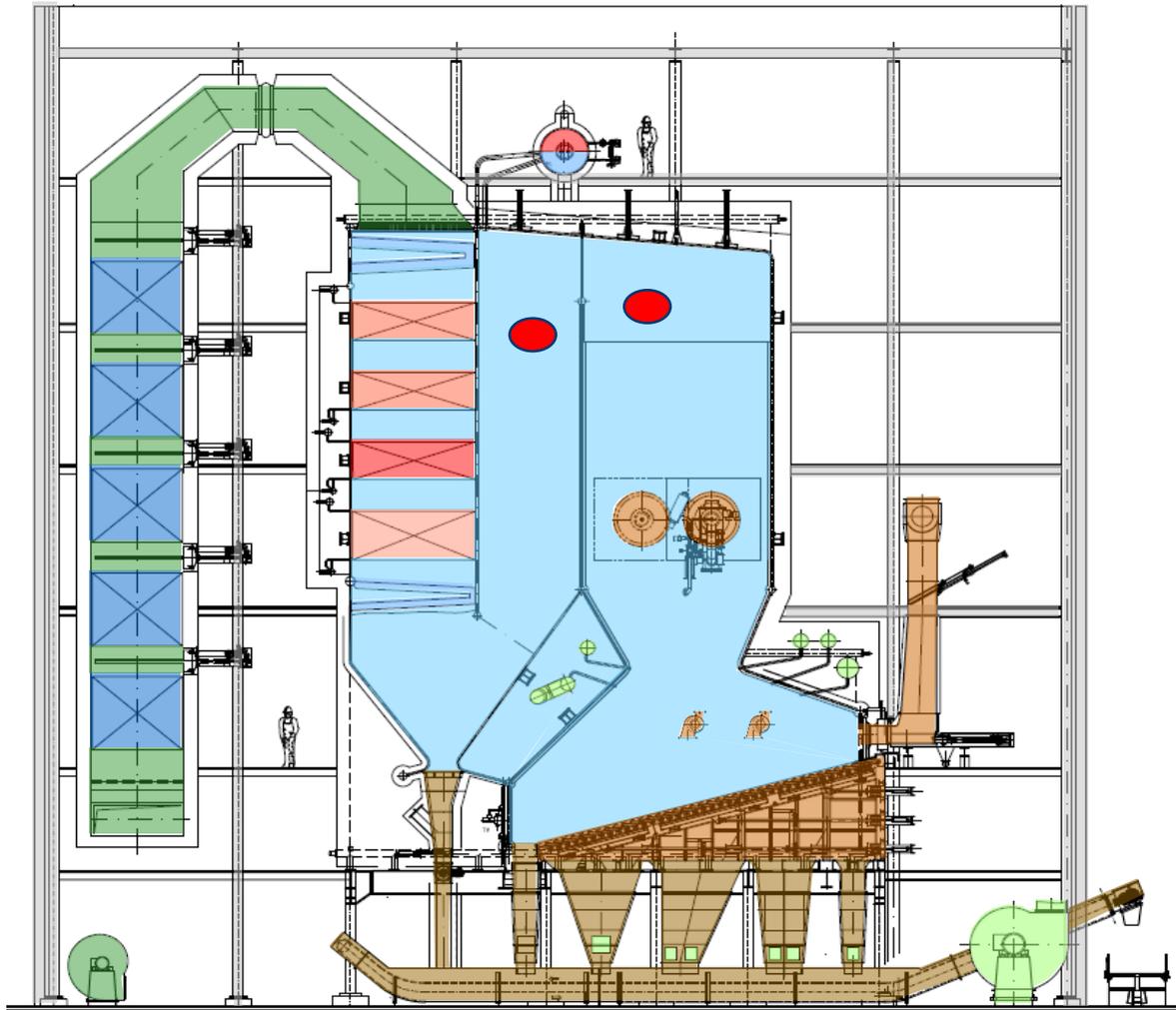
Gewähltes Feuerungssystem, Kombination aus :

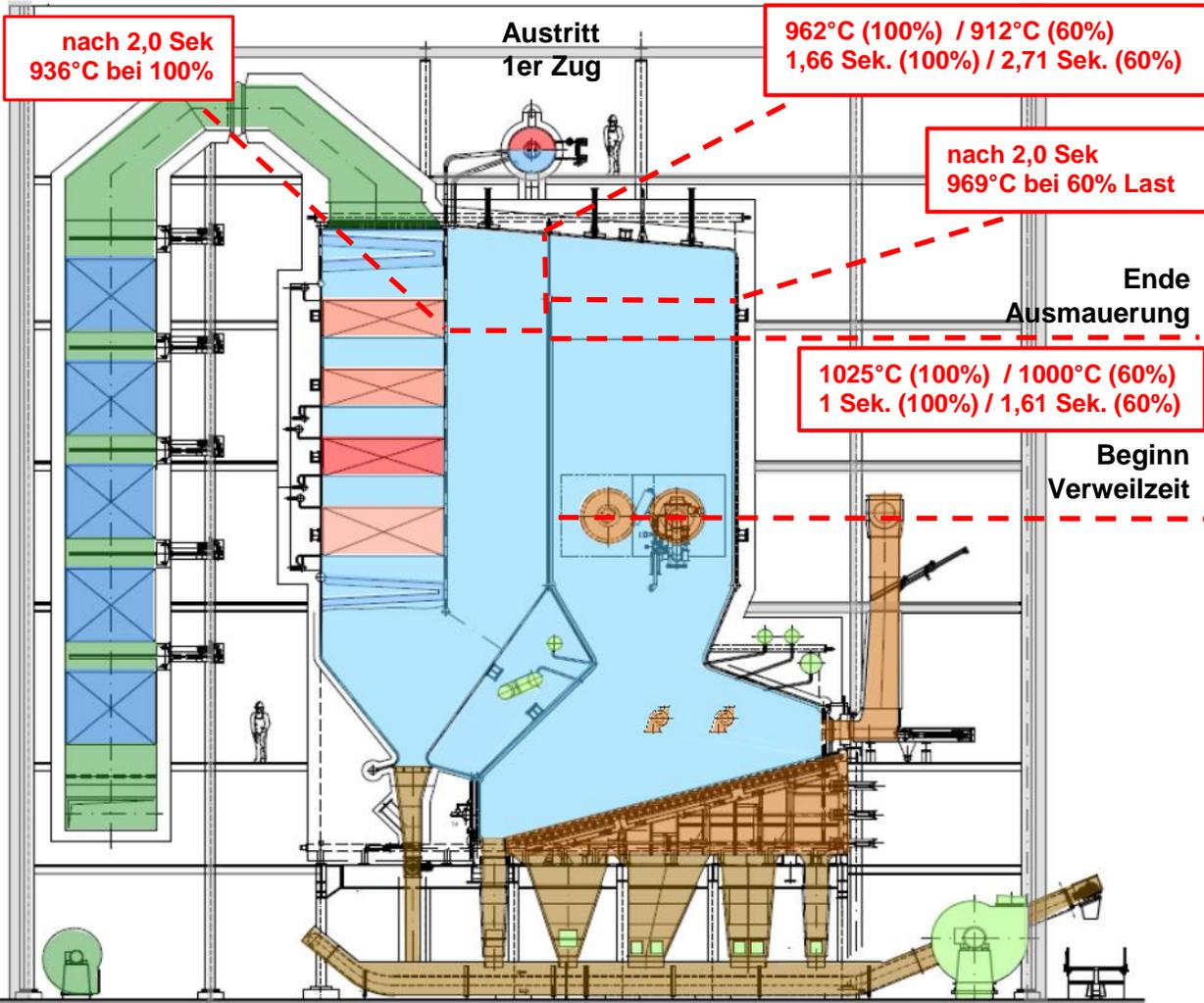
- Vorschubrost, luftgekühlt, zweibahnig (Stückholz)
- Einblasfeuerung, 5 Düsen, Anordnung Seitenwände oberhalb Rost (Recycling Feinanteil)
- Staubfeuerung, 2 Kombi Gas-/Staubbrenner (Sieb- und Schleifstaub)

Die Hauptbeweggründe dafür waren:

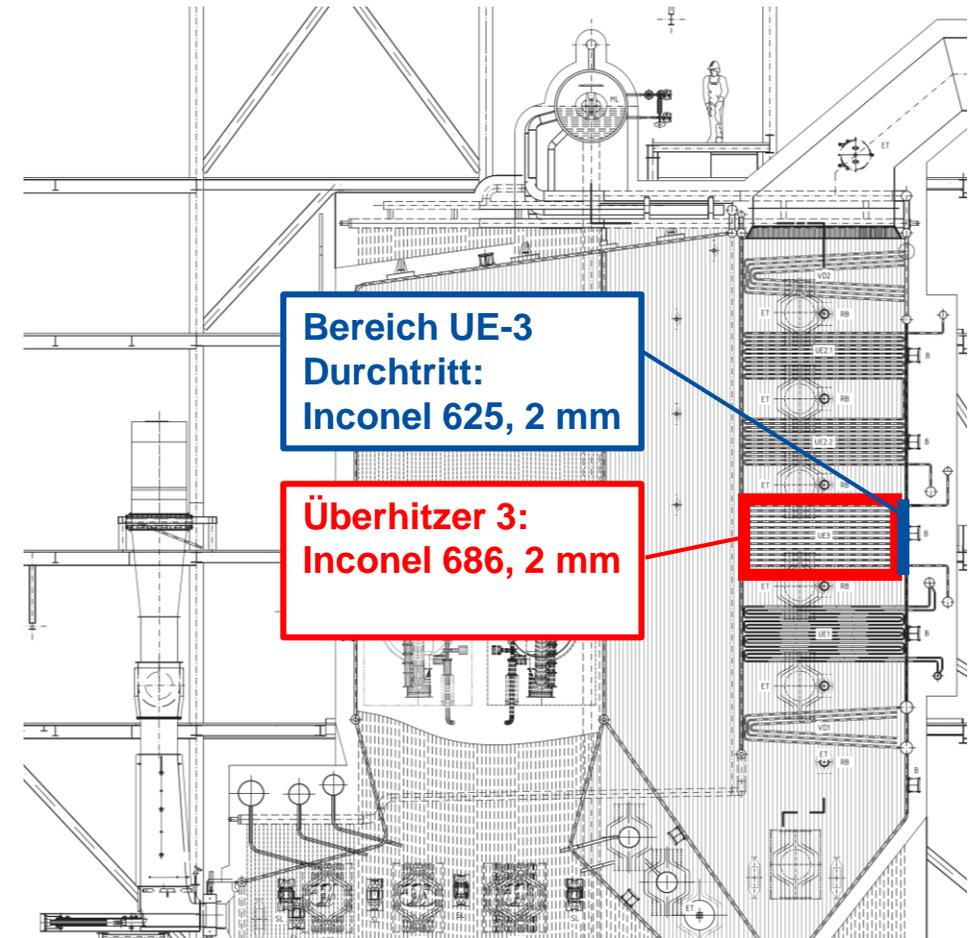
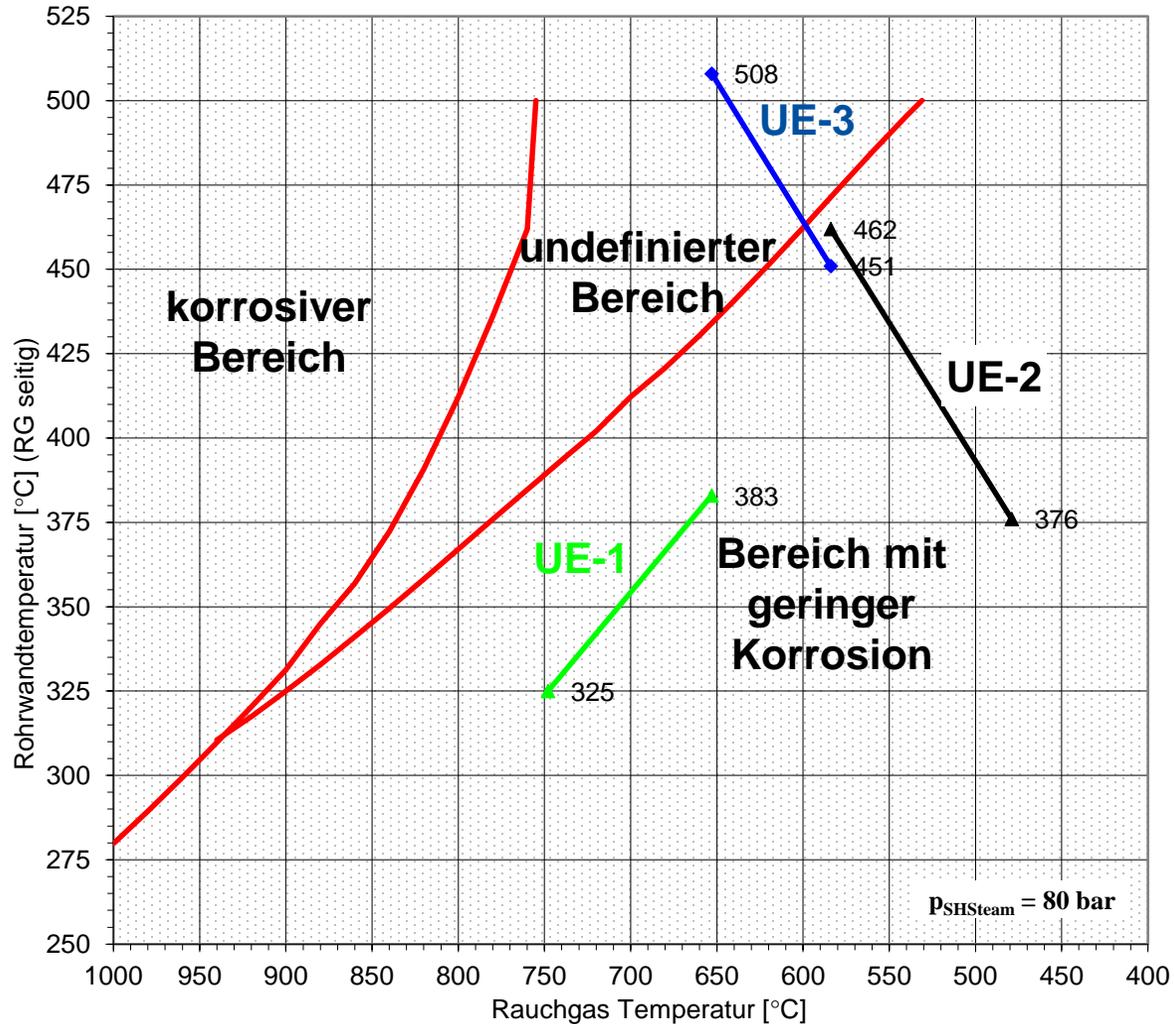
- Starke Präferenz des Kunden zu einer Rostfeuerung.
- Hohe Flexibilität bei den Brennstoffen.
- Einhaltung aller Emissionsanforderungen.
- Vergleichsweise niedrige Investitions- und Betriebskosten.

Maximale Feuerungswärmeleistung (MCR)	55 MW (100%)
Nominale Leistung (Rost + Einblasf. + Staub)	53 MW (22 +13 + 18 MW)
Gesamt installierte Leistung (Rost + Einblasf. + Staub)	81 MW (32 + 25 + 24 MW)
Mindestleistung Rost	14,1 MW (44 % bez. auf Rost)
Leistungsbereich Brennstoffdüse (pro Düse)	1,6 – 5,0 MW
Leistungsbereich Staub-Brenner (pro Brenner)	2,4 - 12 MW



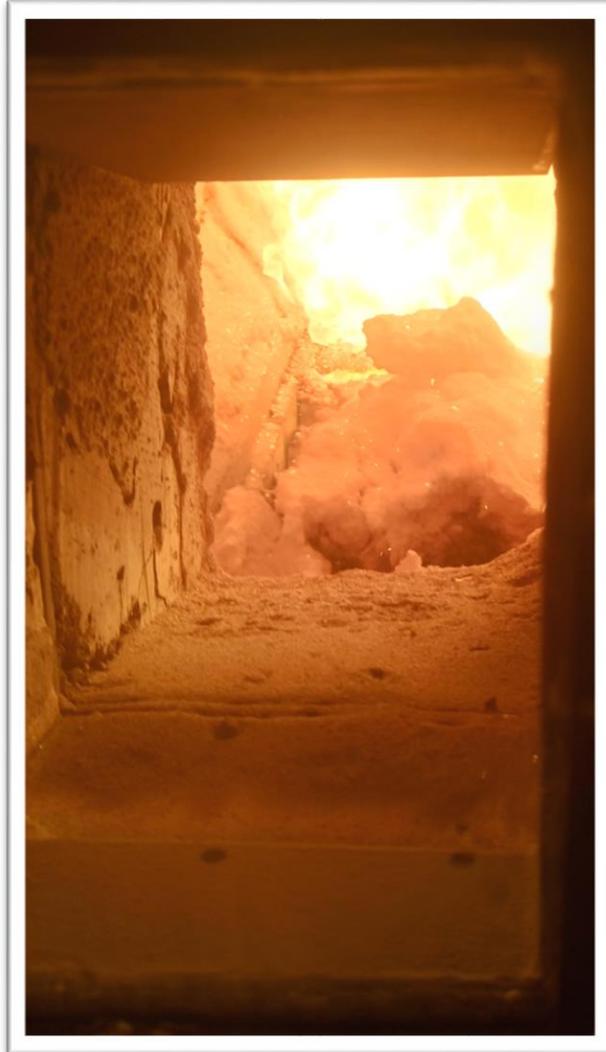


Optimierung erster Kesselzug und Ausmauerung hinsichtlich Verweilzeit.



Hohe Abhängigkeit zwischen der Rostfeuerung und der Einblasefeuerung

- Betrieb beider Feuerungen bei jeweils nominaler Feuerungswärmeleistung problemlos.
- Betrieb beider Feuerungen jeweils im oberen Leistungsbereich und zu hohen Heizwerten führen trotz hoher Rezigaszuführung zu sehr hohen lokalen Temperaturen und als Folge, vor allem an den Seitenwänden im Bereich der Einblasdüsen, zu teils massiven Anbackungen (Schlacke + geschmolzener Sand).
- fallen bei Erreichen einer bestimmten Größe und Gewicht auf den Rost und können dort zu Problemen mit dem Vorschub des Brennstoffs, sowie am Schlackeabwurf führen.





Feinanteil Stückholzfraktion > 15 – 20 % kritisch.

- Unsymmetrischer Ausbrand und damit verbunden ungleichmäßige Primärluft/Rezigasverteilung unter dem Rost.
- Trotz hohem Feinanteil war der Rost-Ausbrand allerdings nie zu lang, sodass der Anteil TOC in der Rostasche stets sehr niedrig und weit unter dem Gewährleistungswert lag.
- Durch ein optimiertes Brennstoffmanagement konnte der Kunde schließlich einen kontinuierlich hohen aber nicht zu hohen Feinanteil im Stückholz erreichen und damit die Probleme mit der Gasverteilung unter dem Rost vermeiden.



- Kombi Gas-/ Staubrenner durchweg gute Erfahrungen.
- Konstante Brennstoffeigenschaften Sieb- und Schleifstaubs und großzügig dimensionierter Feuerraum → keine Einschränkungen innerhalb des Auslegungsbereichs.
- Betrieb an der oberen Leistungsgrenze mit hohen Heizwerten → lokal hohen Temperaturen → Anbackungen an den Wänden im Bereich der Brenner.

- Durchweg niedrige CO Werte. Im Betrieb mit der Einblasfeuerung wurden besonders niedrige CO-Werte erzielt.
- Dies lässt sich wahrscheinlich auf die relativ hohen Temperaturen und auf die hohe Turbulenz im Bereich der Sekundärlufteindüsung zurückführen.
- Rohgas-NO_x Werte für Rostfeuerung normal → kaum thermisches NO_x.
- Der NO_x-Emissionsgrenzwert konnte mit der SNCR stets problemlos bei niedrigem NH₃ Schlupf eingehalten werden.
- Langer Ausbrandweg bei hohen Temperaturen → für eine Rostfeuerung sehr guter Ausbrand der Holzkohlepartikel im Rauchgasstrom.

- Die Anlage wurde schließlich termingerecht im Juni 2018, am Ende des erfolgreichen dreiwöchigen Probebetriebs, dem Kunden übergeben. Bei den nachfolgenden Abnahmeversuchen wurden alle Gewährleistungen erfolgreich nachgewiesen.
- Die gewährleistete Verfügbarkeit der Anlage konnte ebenfalls über das erste Jahr des Gewährleistungszeitraums erfolgreich nachgewiesen werden.
- Hinsichtlich dem Materialkonzept mit dem Inconel Cladding des Überhitzers 3, bei für Altholz relativ hohen Temperaturen, liegt noch keine Langzeiterfahrung vor. Bei den regelmäßigen visuellen Inspektionen konnten bislang keinerlei Korrosionserscheinungen auf den Rohroberflächen festgestellt werden.

- Positive Betriebsergebnisse bestätigen die Wahl des Feuerungssystems und Kesselkonzepts.
- Mit der Kombination aus drei verschiedenen Feuerungssystemen können die aus der Holzproduktion fluktuierend anfallenden Reststoffe, mit einer hohen Flexibilität und Verfügbarkeit, unter Einhaltung der Emissionsgrenzwerte verwertet werden.
- Bei hohen Recycling Feinanteilen mit hohen Heizwerten, in Verbindung mit der Mineralik im Brennstoff, kommt die Anlage in ihre Grenzen.
- Ausgezeichnete und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit Kunden Egger (5 Vorlieferungen).
- Großer gemeinsamer Erfahrungsschatz bei Auslegung und Betrieb von Dampferzeugern für die Holzindustrie mit sehr unterschiedlichen und anspruchsvollen Brennstoffen hat sicherlich auch zum Erfolg des Projekts beigetragen.

Experten-Runde

Allgemeine Fragen zum Thema des Fachseminars 2021

Bustransfer zur Abendveranstaltung

Abfahrt Shuttlebus 17:30 Uhr vor dem Hotel

Rückfahrt zum Hotel 23:00 Uhr