



Pytec

Hot Standby bei KVA



VBSA-Klimafonds: Rückblick 2024

Markus Müller, 10.12.2024

Inhalt

1. Ausgangslage und Motivation
2. Betrachtetes Szenario
3. Technische Umsetzung
4. Wirtschaftliche Betrachtung
5. Fazit, weiteres Vorgehen

Inhalt

1. Ausgangslage und Motivation
2. Betrachtetes Szenario
3. Technische Umsetzung
4. Wirtschaftliche Betrachtung
5. Fazit, weiteres Vorgehen

Ausgangslage und Motivation

- Im Sommer sind die **Strompreise** am Wochenende häufig **sehr tief oder sogar negativ**.
- Gleichzeitig wird **kaum Fernwärme** benötigt (v.a. für Brauchwasser).

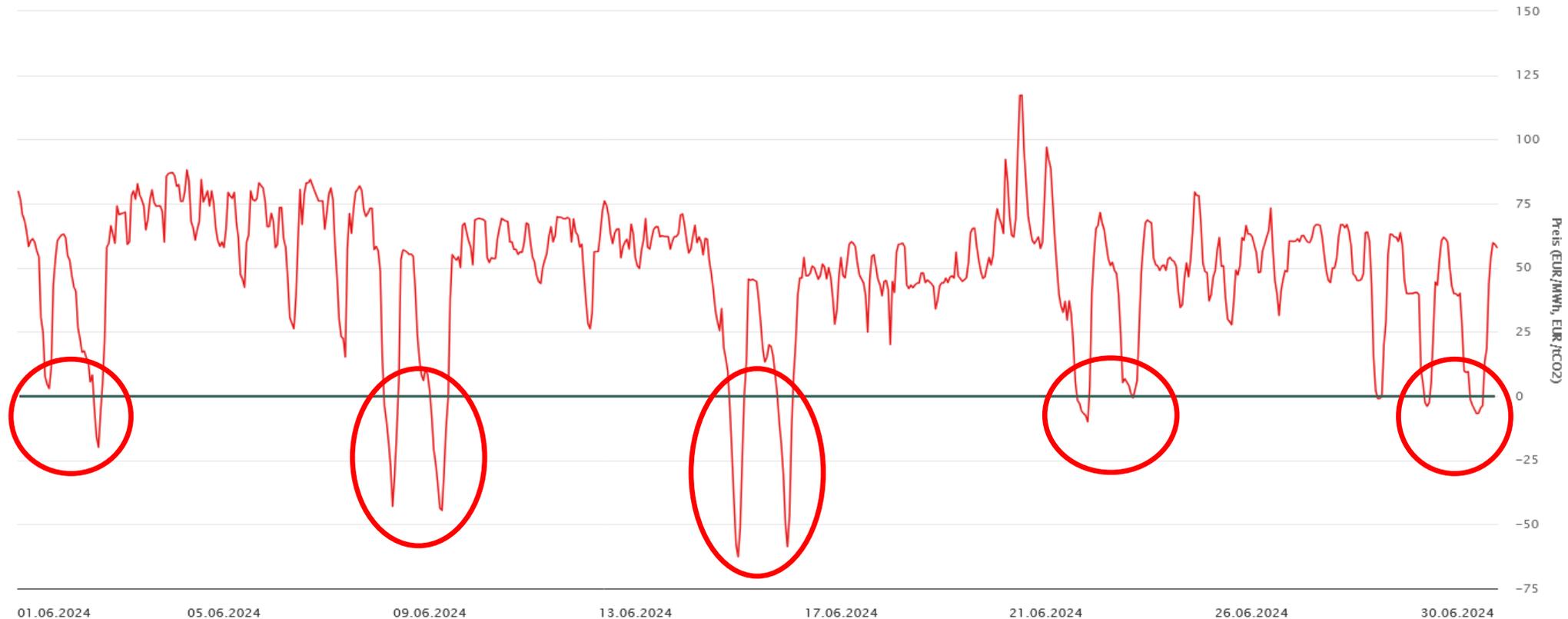
Energieerträge sind an Sommer-Wochenenden häufig sehr gering!

- Im Winter wird viel Fernwärme benötigt.
- Gleichzeitig sind die Strompreise hoch (d.h. Stromproduktion wäre lukrativ).
- Der Kehrriech ist im Winter eher knapp.

- **Idee: Kehrriechverwertung im Sommer am Wochenende abstellen, Abfall lagern und im Winter verbrennen.**
- **Die Anlage soll dabei mit günstigem Strom elektrisch warmgehalten werden («Hot Standby»).**

Negative Strompreise am Wochenende

Beispiel: Preise Day Ahead Auktion (CH) im Juni 2024



(Quelle: www.energy-charts.info)

Inhalt

1. Ausgangslage und Motivation
- 2. Betrachtetes Szenario**
3. Technische Umsetzung
4. Wirtschaftliche Betrachtung
5. Fazit, weiteres Vorgehen

Betrachtetes Szenario

- Auslegung der Anlage:
 - KVA mit **einer Linie**
 - KVA mit **Fernwärme** und **Stromproduktion**.
 - KVA **ohne Prozessdampflieferung**.
- **Die Luftreinhalteverordnung (LRV)** soll *wenn möglich* beim An- und Abfahren eingehalten werden.
 - Das Anfahren nach einem Hot Standby soll zu wesentlich **weniger Emissionen** führen als Anfahren aus dem kalten Zustand.
- Der Hot Standby erfolgt nur während der **warmen Jahreszeit** (z.B. Mai – September).
- Der Hot Standby erfolgt an **Wochenenden für bis zu 48h**.

Inhalt

1. Ausgangslage und Motivation
2. Betrachtetes Szenario
- 3. Technische Umsetzung**
4. Wirtschaftliche Betrachtung
5. Fazit, weiteres Vorgehen

Technische Umsetzung des Hot Standby

Fragestellungen:

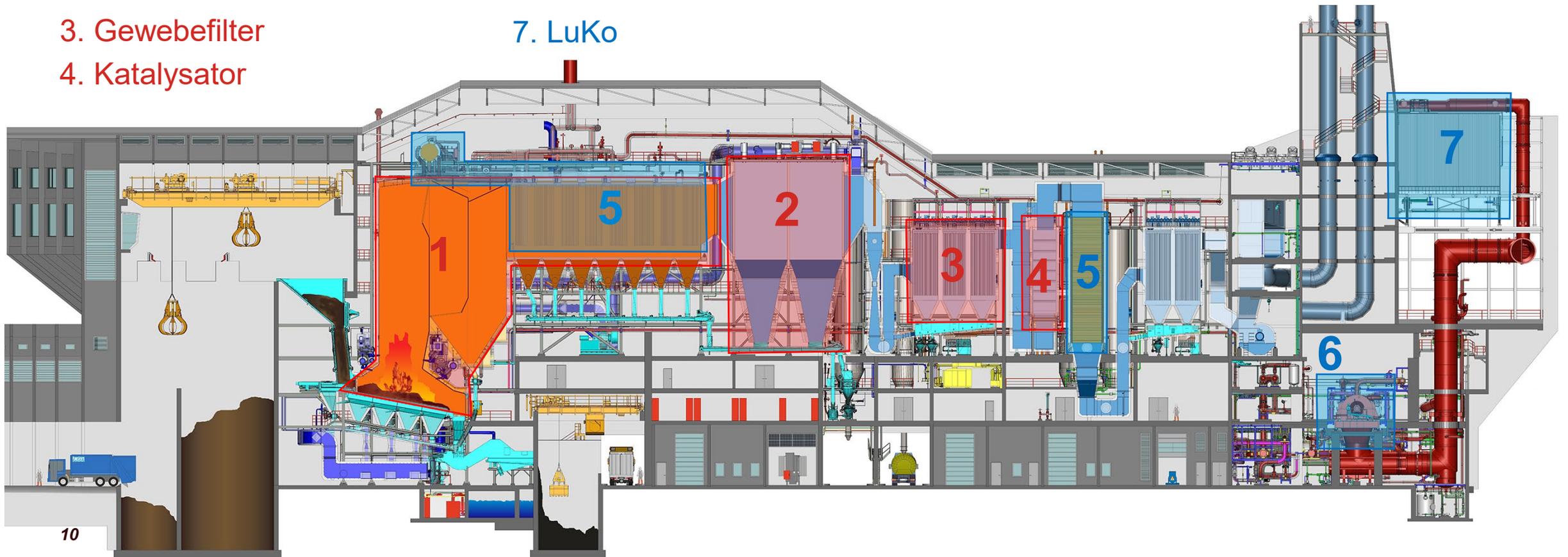
1. Welche Systeme müssen warmgehalten werden, um die Anlage nach dem Wochenende
 - «in vernünftiger Zeit»,
 - ohne wesentliche Überschreitung der LRV-Grenzwerte, und
 - ohne erhöhten Verschleiss wieder hochfahren zu können?
2. Wie kann das technisch mit möglichst geringen Investitionen und Betriebskosten realisiert werden?

Übersicht KVA – warmzuhaltende Systeme

Systeme mit hohen Betriebstemperaturen / thermischer Trägheit:

1. Feuerung / Kessel
2. Elektrofilter
3. Gewebefilter
4. Katalysator

5. Wasser-Dampf-Kreislauf, inkl. Economizer
6. Turbine
7. LuKo



Übersicht KVA – warmzuhaltende Systeme

Systeme mit hohen Betriebstemperaturen / thermischer Trägheit:

1. Feuerung / Kessel

2. Elektrofilter

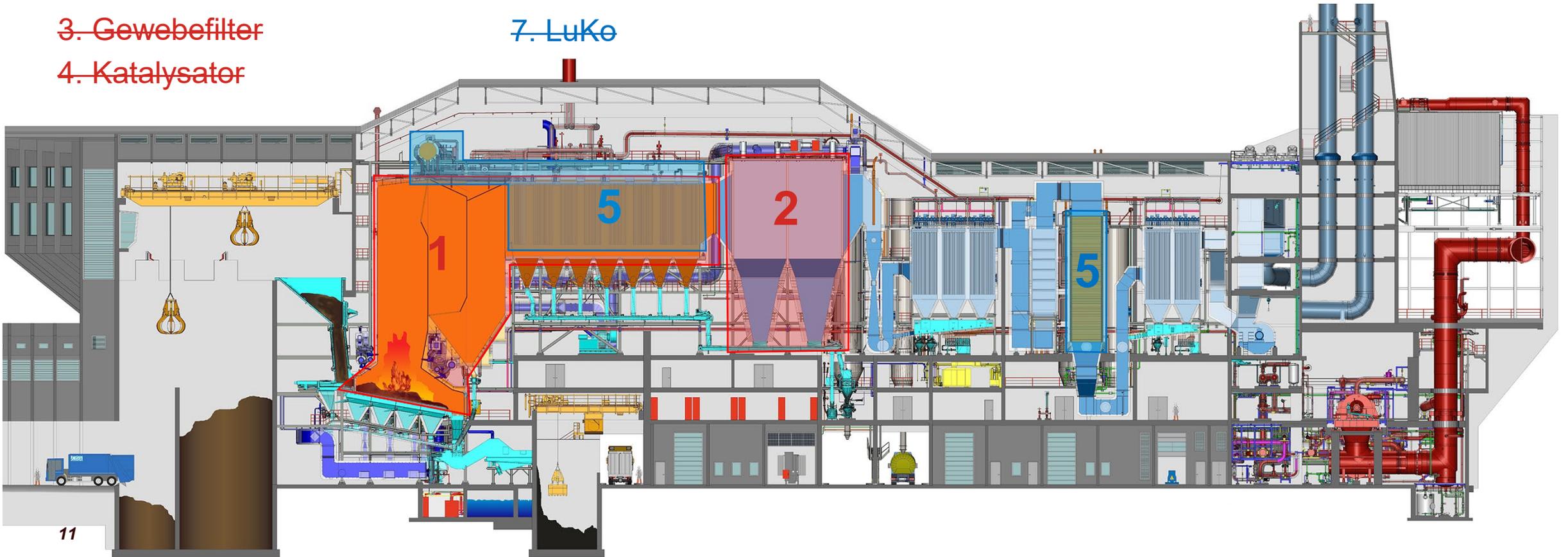
~~3. Gewebefilter~~

4. Katalysator

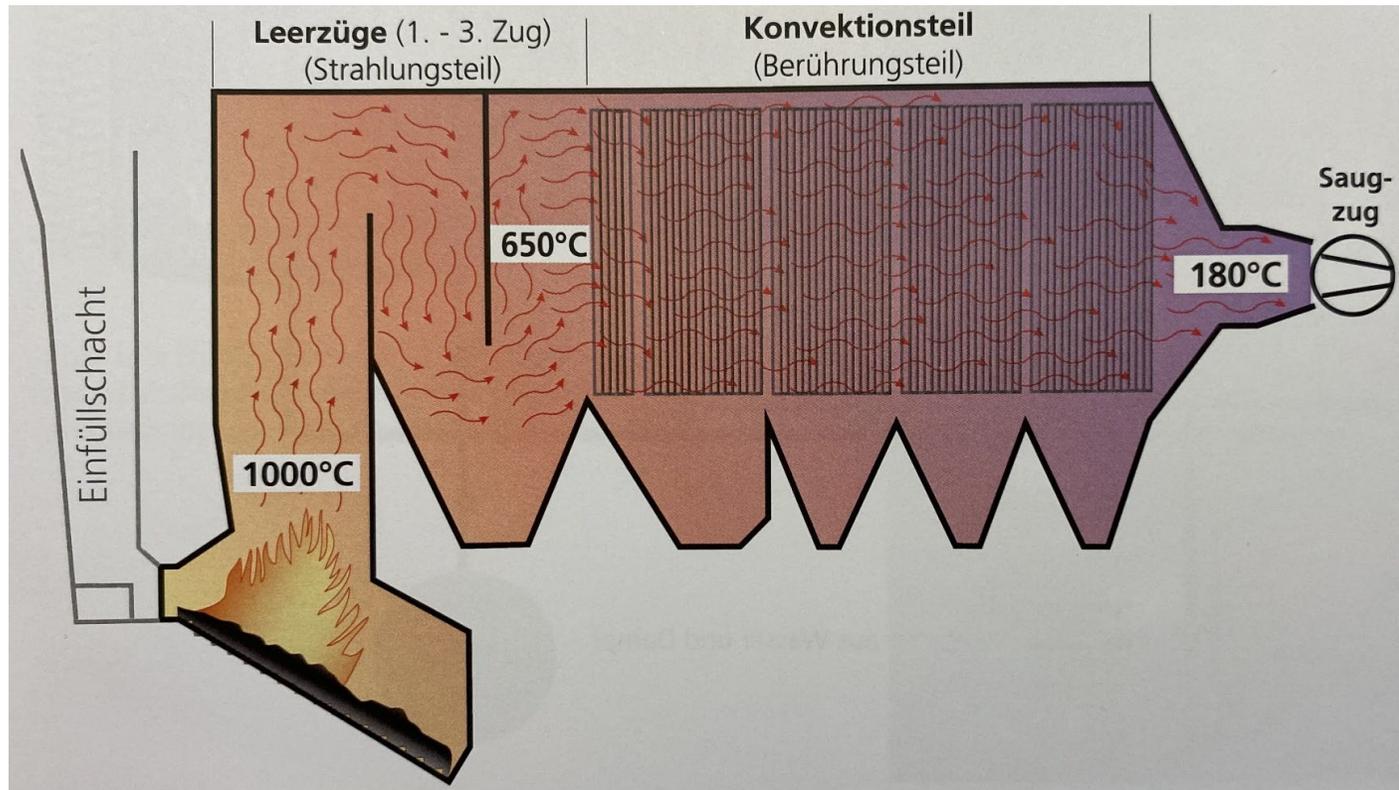
5. Wasser-Dampf-Kreislauf, inkl. Economizer

~~6. Turbine~~

~~7. LuKo~~



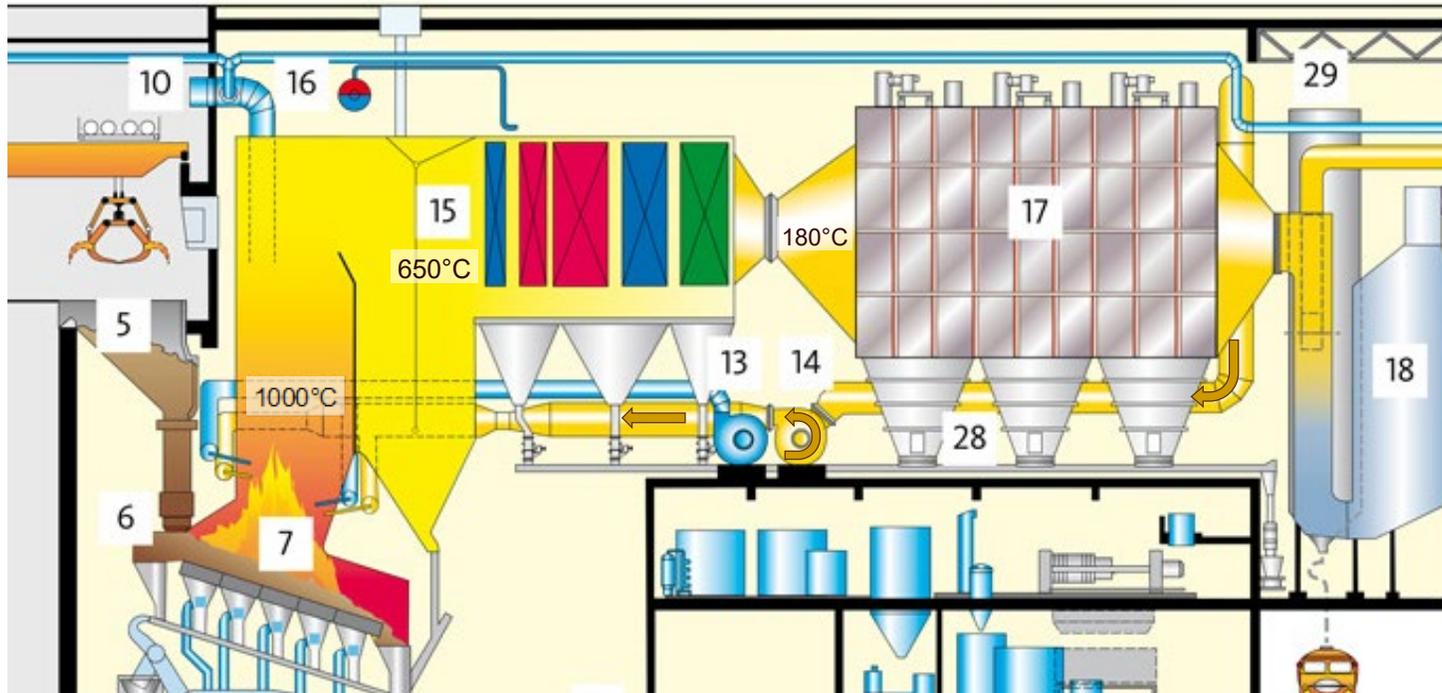
Feuerung / Kessel



(Quelle: VBSA, KVA-Grundkurs)

- Die Temperaturen sind möglichst auf dem Betriebsniveau zu halten:
 - 1000°C im Bereich der Feuerung
 - 650°C im 3. Leerzug
 - 180°C nach dem Konvektionsteil
- Kritisch ist dies vor allem bei **ausgemauerten Kesseln** (Thermische Spannungen führen zu Rissen/Ausbrüchen der Ausmauerung)
- Bei **Voll-Cladding** ist dies weniger kritisch (Bsp. Renergia: Anfahren aus kaltem Zustand in 2-3 Stunden möglich)

Feuerung / Kessel: Warmhaltung technisch



Warmhaltung Leerzüge,

$\Delta T = 830^{\circ}\text{C}^{1)}$:

$$\text{Wärmeverlust} = k \times m^2 \times \Delta T = 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 1200\text{m}^2 \times 830\text{K} = \mathbf{250 \text{ kW}}$$

Warmhaltung Konvektionsteil,

$\Delta T = 380^{\circ}\text{C}^{1)}$:

$$\text{Wärmeverlust} = k \times m^2 \times \Delta T = 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 1000\text{m}^2 \times 380\text{K} = \mathbf{95 \text{ kW}}$$

Warmhaltung Elektrofilter,

$\Delta T = 160^{\circ}\text{C}^{1)}$:

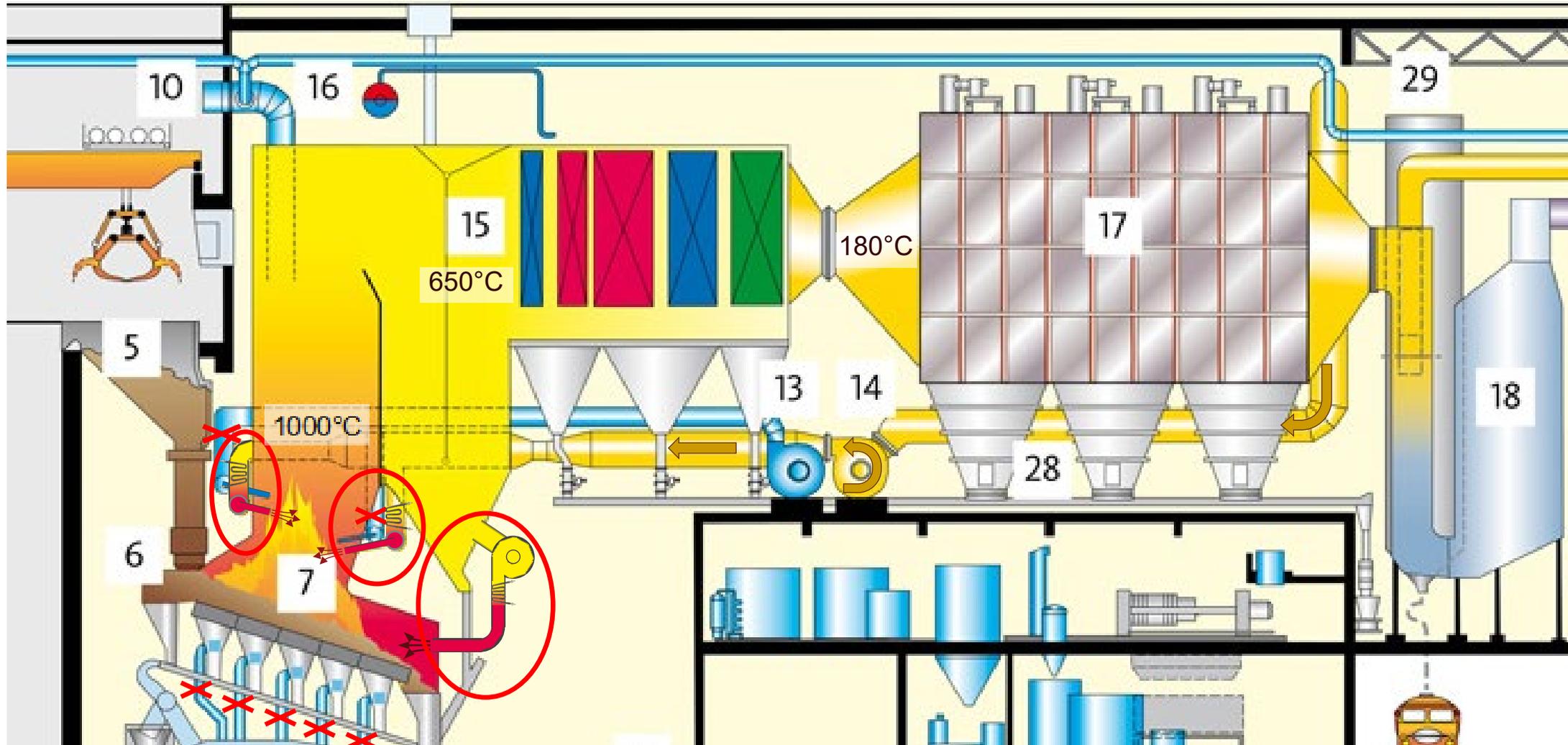
$$\text{Wärmeverlust} = k \times m^2 \times \Delta T = 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 1000\text{m}^2 \times 160\text{K} = \mathbf{40 \text{ kW}}$$

Wärmeverlust total ca. **400 kW**

(ohne Wasser-Dampf-Kreislauf) *Pytec*

¹⁾ Umgebungstemperatur = 20°C

Feuerung / Kessel: Warmhaltung technisch



Feuerung / Kessel: Warmhaltung technisch



Nutzung der bestehenden Rauchgas-Rezirkulationsleitungen.

Feuerung / Kessel: Warmhaltung technisch

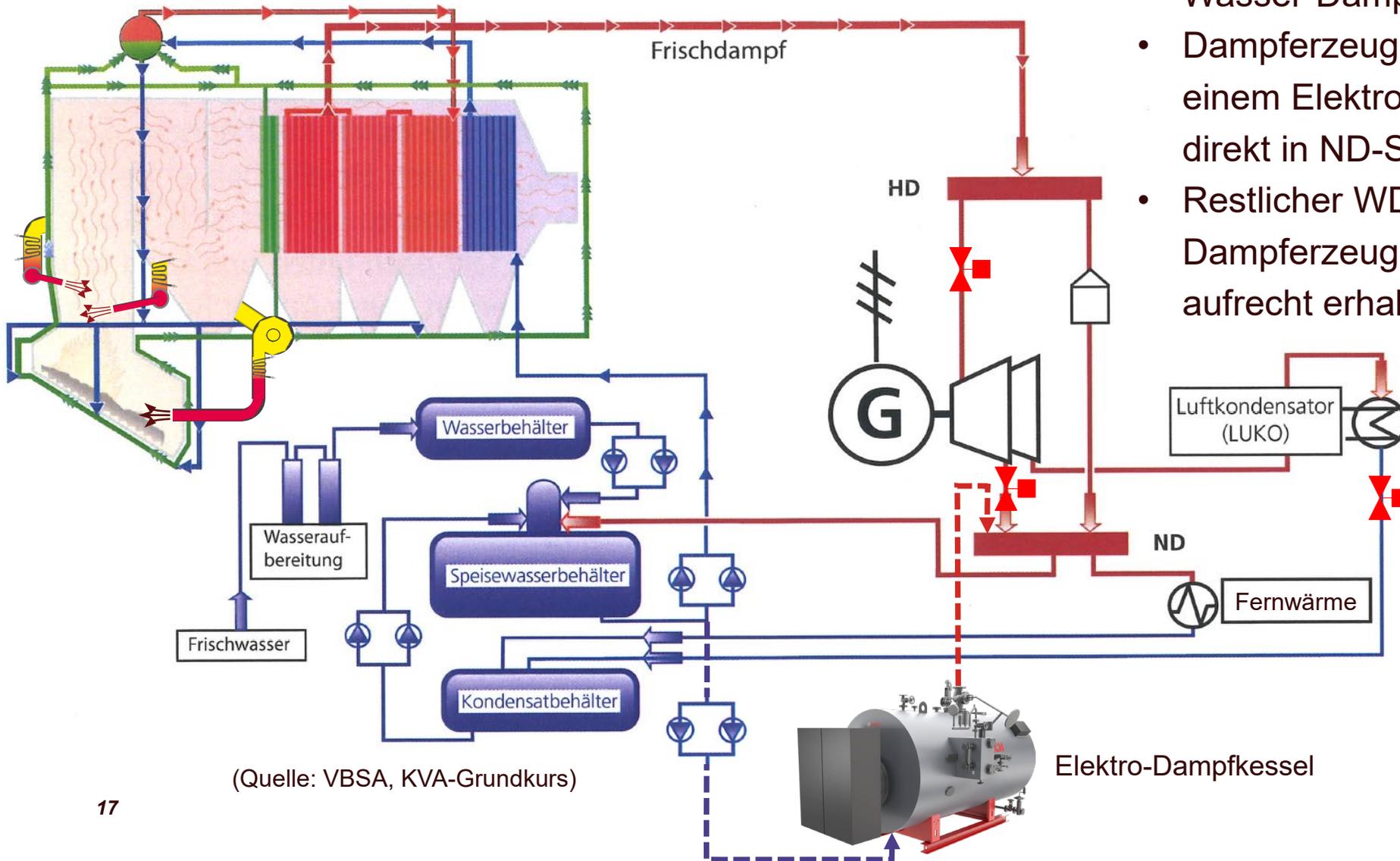
Hochtemperatur-Lufterhitzer Leister LE 10000 DF HT

Max. Lufttemperatur Outlet: 900°C
Max. Lufttemperatur Inlet: 650°C
Anschluss: 3 x 400 V
Leistung: 22 kW
=> ca. 20 Stk. notwendig

Kosten pro Stück: CHF 3'000



Wasser-Dampf-Kreislauf



- Abtrennung von Turbine und LUKO vom Wasser-Dampf-Kreislauf (WDK)
- Dampferzeugung für Fernwärme mit einem Elektro-Dampfkessel, Einspeisung direkt in ND-Schiene
- Restlicher WDK wird durch Dampferzeugung mit Heissluft vollständig aufrecht erhalten

(Quelle: VBSA, KVA-Grundkurs)

Elektro-Dampfkessel

Dampferzeugung mit einem Elektro-Dampfkessel

NEU

100 % electric

Dampfkessel

Elektrodampfkessel ELSB

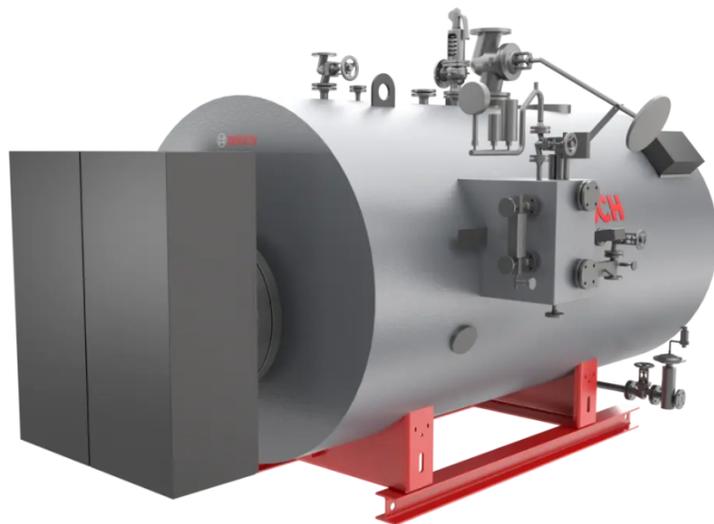
Der ELSB (Electric Steam Boiler) ist ein hocheffizienter, elektrisch beheizter Dampferzeuger für 350 bis 7.500 kg/h Dampf bei bis zu 24 bar. Bei einem Betrieb mit Grünstrom ermöglicht der Kessel eine CO₂-neutrale Dampfversorgung für Ihr Unternehmen.

Technische Daten

Wärmeträger	Hochdruck-Sattdampf
Leistung	von 350 bis 7 500 kg/h
Energieträger	Strom (400/690 V)
Max. Druckstufe	bis zu 24 bar
Max. Temperatur	bis 224 °C
Max. Effizienz	bis zu 99,6 %

Max. Druck: 24 bar
Max. Temperatur: 224°C
Anschluss: 3x400V
Leistung: 5000 kW
(reicht für Brauchwasser-Wärme im Sommer)

Kosten: ca. CHF 500'000



Zündvorgang



ELECTRON ST

- starkes Heissluftgebläse bis 3400 W
- baustellentaugliches Handschweissgerät
- professionelles Formen, Schweißen und Schrumpfen
- einfach montierbarer Heizrohrstandfuss
- robuster Gerätekoffer inklusive

Max. Temperatur: 650°C
Anschluss: 230 V
Leistung: 3.4 kW

Kosten: ca. CHF 600
(2 Stk. benötigt)

DETAILS Starkes und robustes Handschweissgerät

Der ELECTRON ST ist mit einer Leistung bis 3400 W ein besonders starkes Heissluftgerät von Leister. Das Heissluftgebläse kann mit einer stufenlosen Temperatureinstellung auf bis zu 650 °C / 1202 °F erhitzt werden - auch bei sehr hohen Luftmengen. Damit ermöglicht das Heissluft-Handgerät professionelles Arbeiten beim Schweißen und Formen von Bitumenfolien und thermoplastischen Kunststoffen mit grosser Materialstärke sowie viele weitere Anwendungen. Integrierter Kohlenstopp und Heizelementschutz sorgen für Arbeitssicherheit und machen dieses baustellentaugliche Heissluft-Handgerät zum idealen Werkzeug in Industrie und Bau.

Inhalt

1. Ausgangslage und Motivation
2. Betrachtetes Szenario
3. Technische Umsetzung
- 4. Wirtschaftliche Betrachtung**
5. Fazit, weiteres Vorgehen

Hot Standby als «Batterie»

	Pro Wochenende [MWh]	Pro Jahr [MWh]
Input (Stromverbrauch Hot Standby)	167	2'500
Output (Mehr-Stromproduktion im Winter)	720	10'800
Output / Input	4.3	4.3

Übersicht Investitionen

Investition	Ungefähre Kosten, ab Werk [CHF]
Elektro-Dampfkessel	500'000
Luftherhitzer (20 Stück)	60'000
Zündgebläse	1'200
Wärmespeicher 200m ³ , 20 MWh	je nach Anlage
Planung	je nach Anlage
Mechanische, elektrische und leittechnische Einbindung	je nach Anlage
Inbetriebnahme	je nach Anlage

Wirtschaftlichkeit

Annahmen:

Anlagengrösse:	120'000 t pro Jahr (15 t/h)
Preisunterschied Strom Winter-Sommer:	CHF 150 / MWh
Stromproduktion pro t Abfall, ohne zusätzliche Wärmeproduktion:	1 MWh _{el} / t Abfall
Zusatzkosten Ballieren:	CHF 70 / t Abfall
Anzahl Wochenenden Hot Standby pro Jahr	15 Wochenenden à 48 h = 720 h
Wärmebedarf Fernwärmenetz:	<100 GWh/a (KVA eher stromgeführt)
Leistungsspitzen elektr., Fernwärme + Betrieb	3 MW Fernwärme, 1.5 MW Betrieb, total 4.5 MW
Energiebedarf elektrisch, Fernwärme + Betrieb	2500 MWh/a

Mehrertrag Strom

In den Winter verschobene Abfallmenge: 15 t/h während 720h = **10'800 t/a**

In den Winter verschobene Stromproduktion (1 MWh_{el} pro t Abfall): **10'800 MWh/a**

Mehreinnahmen Energie (Strom)	Realistisch
Unterschied Energiepreis (Strom) Winter – Sommer (während Hot Standby)	150 CHF/MWh
Mehrertrag Energie für 10'800 MWh, gerundet	1'600'000 CHF/a

Zusätzliche Betriebskosten

Zusätzliche Betriebskosten	Realistic Case [CHF]	Worst Case [CHF]
Netznutzung für 2'500 MWh	50'000	200'000
Spitzenlast (5 Monate, 4.5 MW)	100'000	350'000
Abfall ballieren (10'800 t/a)	750'000	750'000
Total	900'000	1'300'000

Mehreinnahmen netto

	Realistic Case [CHF/a]	Worst Case [CHF/a]
Mehreinnahmen Energie (Strom)	1'600'000	1'600'000
Zusätzliche Netz- und Betriebskosten	-900'000	-1'300'000
Mehreinnahmen netto	700'000	300'000



Bei einer KVA mit einem grossen Fernwärmenetz können wesentliche Zusatzerlöse auf der Wärmeseite erzielt werden:

- Zusätzliche Wärmeerträge im Winter
- Einsparung fossiler Energieträger wie Öl oder Gas

Inhalt

1. Ausgangslage und Motivation
2. Betrachtetes Szenario
3. Technische Umsetzung
4. Wirtschaftliche Betrachtung
5. Fazit, weiteres Vorgehen

Fazit

- Die Einführung eines Hot Standby bei einer KVA ist technisch machbar und je nach Anlage wirtschaftlich interessant.
- Voraussetzung dafür ist eine freie Verbrennungskapazität im Winter.

Empfehlungen für das weitere Vorgehen



- Detaillierte Studie anhand eines konkreten Beispiels bei einer interessierten KVA
- Abschätzung der Wirtschaftlichkeit unter Einbezug der Wärmeabgabe
- Klärung von möglichen Fördermitteln
- Folgestudie für geplante Neuanlagen

Who wants to try?