IB SCHOLZ

Ingenieurbüro für Technische Gebäudeausrüstung

Dipl. Ing. (FH), Mitglied im VBI

Betriebliches Energiekonzept für die drei Standorte der BHS Tabletop AG in Bayern

BHS TABLETOP AG

gefördert durch Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Weiden

Schönwald

Selb

21.03.2023

1. Aufgabenstellung

2. Vorgehensweise

2.1. Grundlagenermittlung

2.2. Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

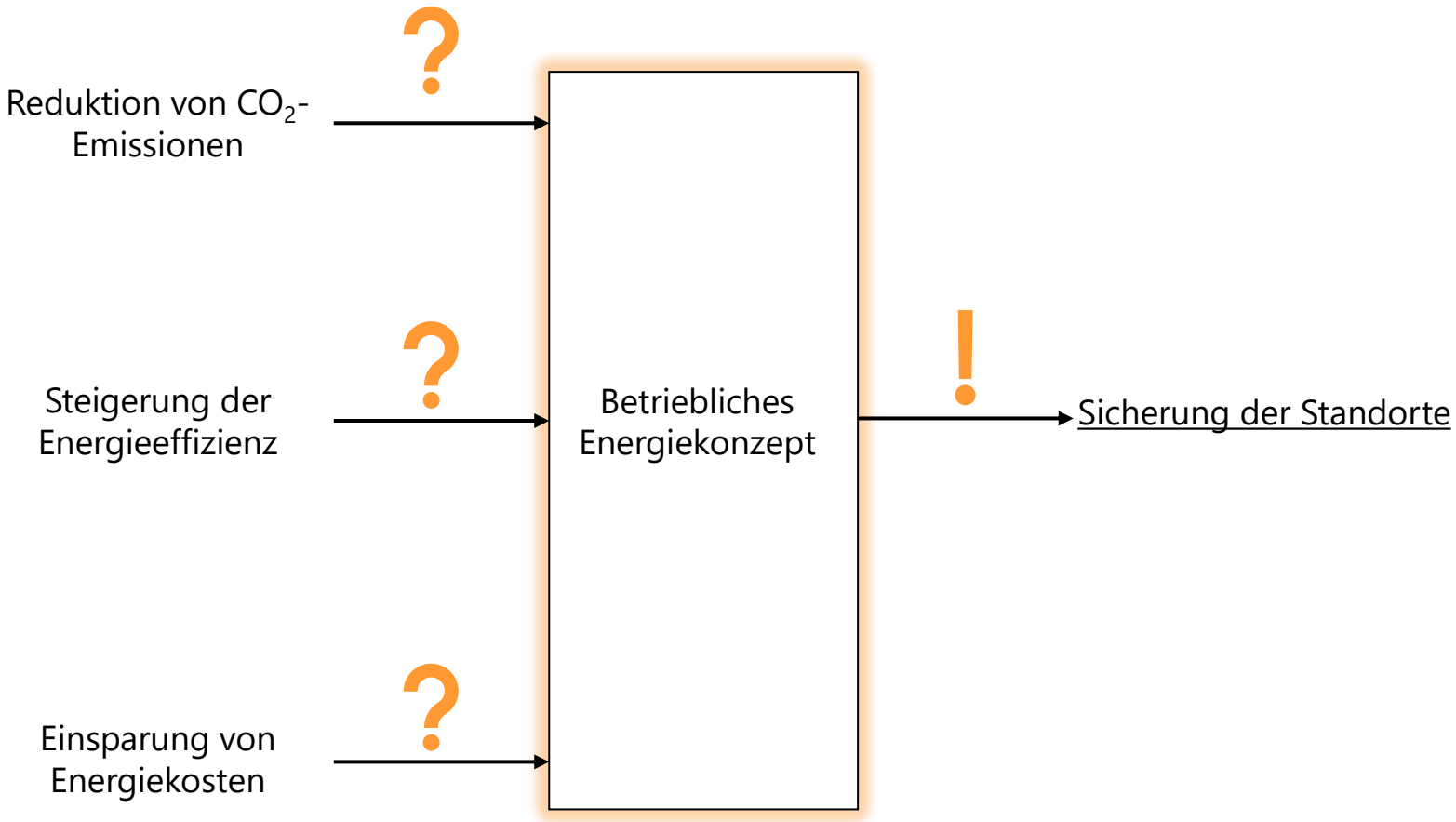
2.3. Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

3. Technische Realisierbarkeit Nutzung der Ofenabwärme

4. Reduktion der Emissionen

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Investitionskostenprognose

6. Zusammenfassung aller Standorte


Reduktion von CO_2-Emissionen
Steigerung der Energieeffizienz
Einsparung von Energiekosten
Betriebliches Energiekonzept
Sicherung der Standorte

1. Aufgabenstellung

2. Vorgehensweise

2.1. Grundlagenermittlung

2.2. Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

2.3. Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

3. Technische Realisierbarkeit Nutzung der Ofenabwärme

4. Reduktion der Emissionen

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Investitionskostenprognose

6. Zusammenfassung aller Standorte

2.1 Grundlagenermittlung

Fragestellungen:

- Welche Anlagen werden für die Standortversorgung genutzt? (Wärmeversorgung, Kälteversorgung, Eigenstromproduktion)
- Welche Verbraucherstrukturen sind vorhanden?
- Klärung der Funktion bzw. dem Ablauf von Prozessen
- Welche funktionalen Abhängigkeiten bestehen?
- Welche Anlagen zur Wärmerückgewinnung sind bereits vorhanden?
- Welche Zählerstrukturen sind vorhanden?
- Welcher Bezugszeitraum ist sinnvoll?

→ Strukturierung anhand der Anlagengruppen der Technischen Gebäudeausrüstung

2.1 Grundlagenermittlung

<u>Wärmeversorgung</u>
Wärmeerzeugung (zentral/dezentral)
Wärmeverteilung z.B. Pumpen, Hydraulik
Raumheizflächen z.B. Heizkörper,

<u>Raumlufttechnik</u>
RLT-Geräte
(Vollklima/Teilklima/Lüftungsanlagen)
Kälteanlagen

Grundlagen-ermittlung

<u>Elektrotechnik</u>
Anlagen zur Eigenstromproduktion

<u>Nutzerspez. Anlagen/Prozessanlagen</u>
Druckluft
Ofenanlagen
Iso-Pressen
Trockner
Brunnenwasser

2.1 Grundlagenermittlung

Ziel:

- Standortabhängige Ermittlung der relevanten Energieströme (Verbrauchsdaten) u. a. aus KBR

- Standortabhängige Ermittlung der relevanten Potentiale aus Verbrauch und Nutzung

  - ✓ Ermittlung des thermischen Energiebedarfs (Gasverbrauch)
  - ✓ Ermittlung des elektrischen Energiebedarfs

  - ✓ Ermittlung des Druckluftbedarfs
  - ✓ Ermittlung der Energieströme aus Ofenabluft
  - ✓ Ermittlung der Betriebsdaten der Heizkreispumpen

2.1 Grundlagenermittlung

Beispiel 1: Ofenabluft

Bestandsaufnahme mit Erstellung eines Anlagenschemas (Funktionsprinzip) der Glattschnellbrand-, Dekor- und Glühöfen zur Ermittlung relevanter Ofenabluftquellen zur Vorbereitung von Leistungsmessungen.

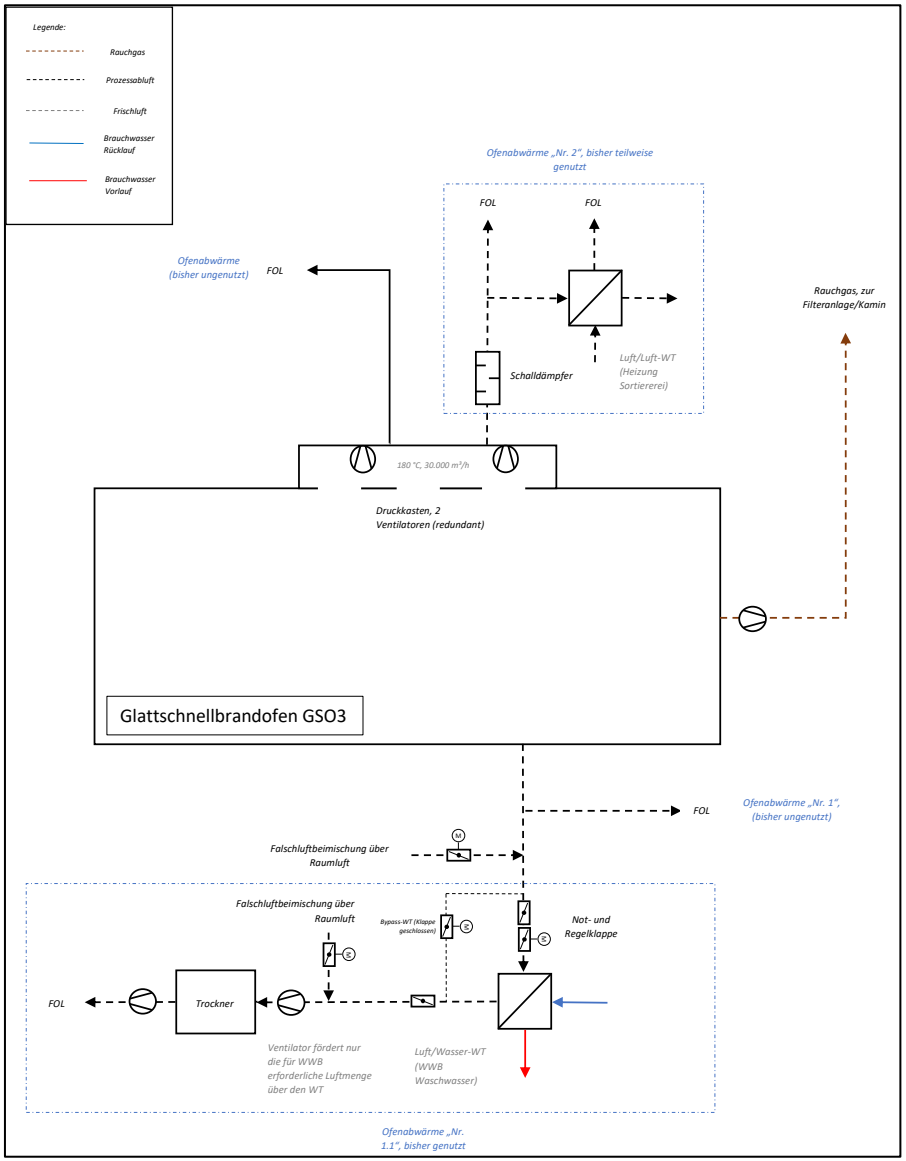


Abb.: Anlagenschema GSO3, Weiden

2.1 Grundlagenermittlung

Beispiel 1: Ofenabluft

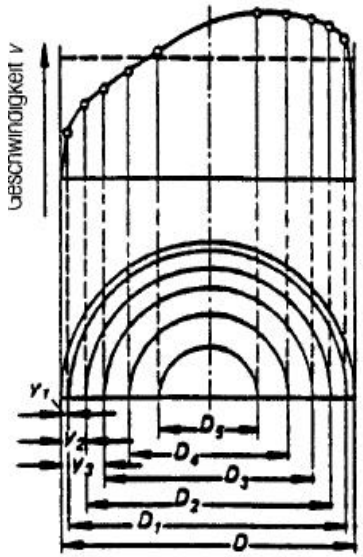


Abb.: Messprinzip Schwerlinienverfahren bei runden Querschnitten

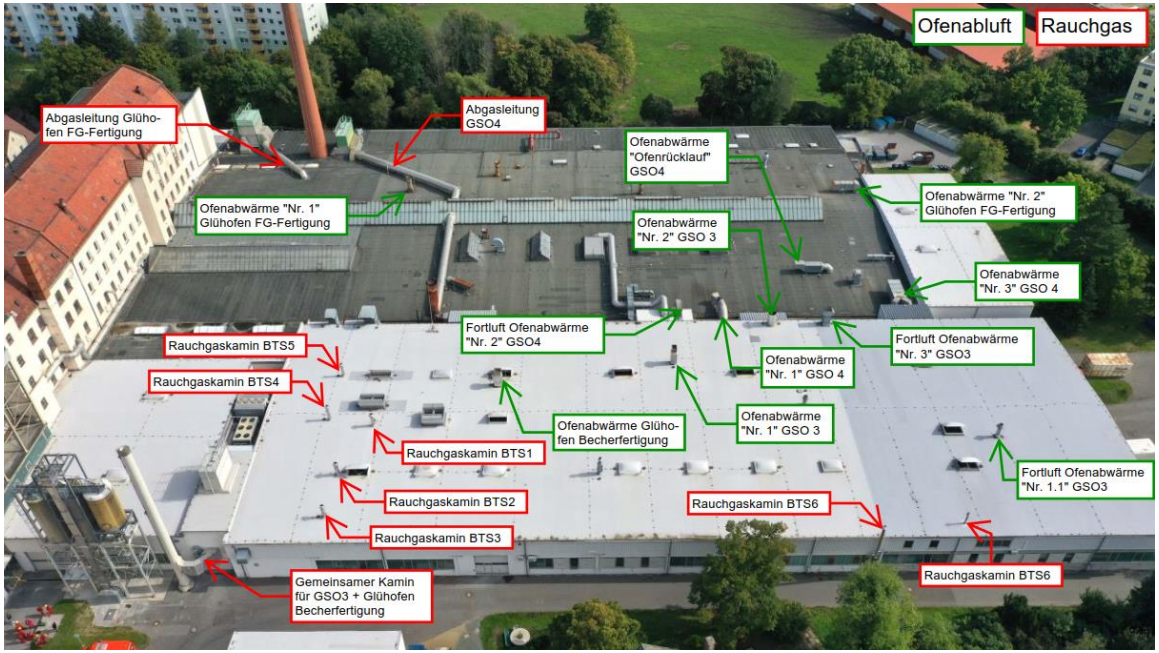


Abb.: Dachaufsicht Ofenabluftquellen, Weiden

2.1 Grundlagenermittlung

Beispiel 2: Raumlufttechnik

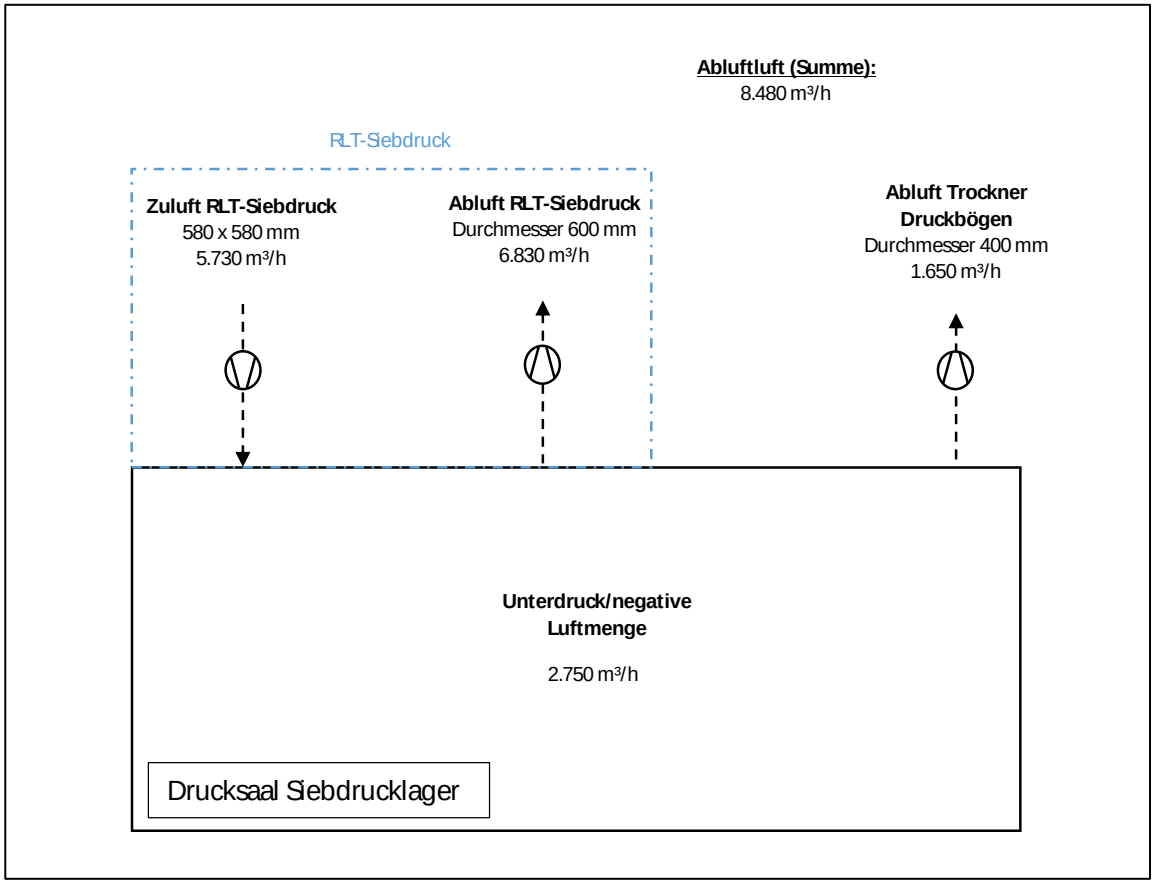


Abb.: Schema RLT-Anlage Siebdruck, Schönwald

2.1 Grundlagenermittlung

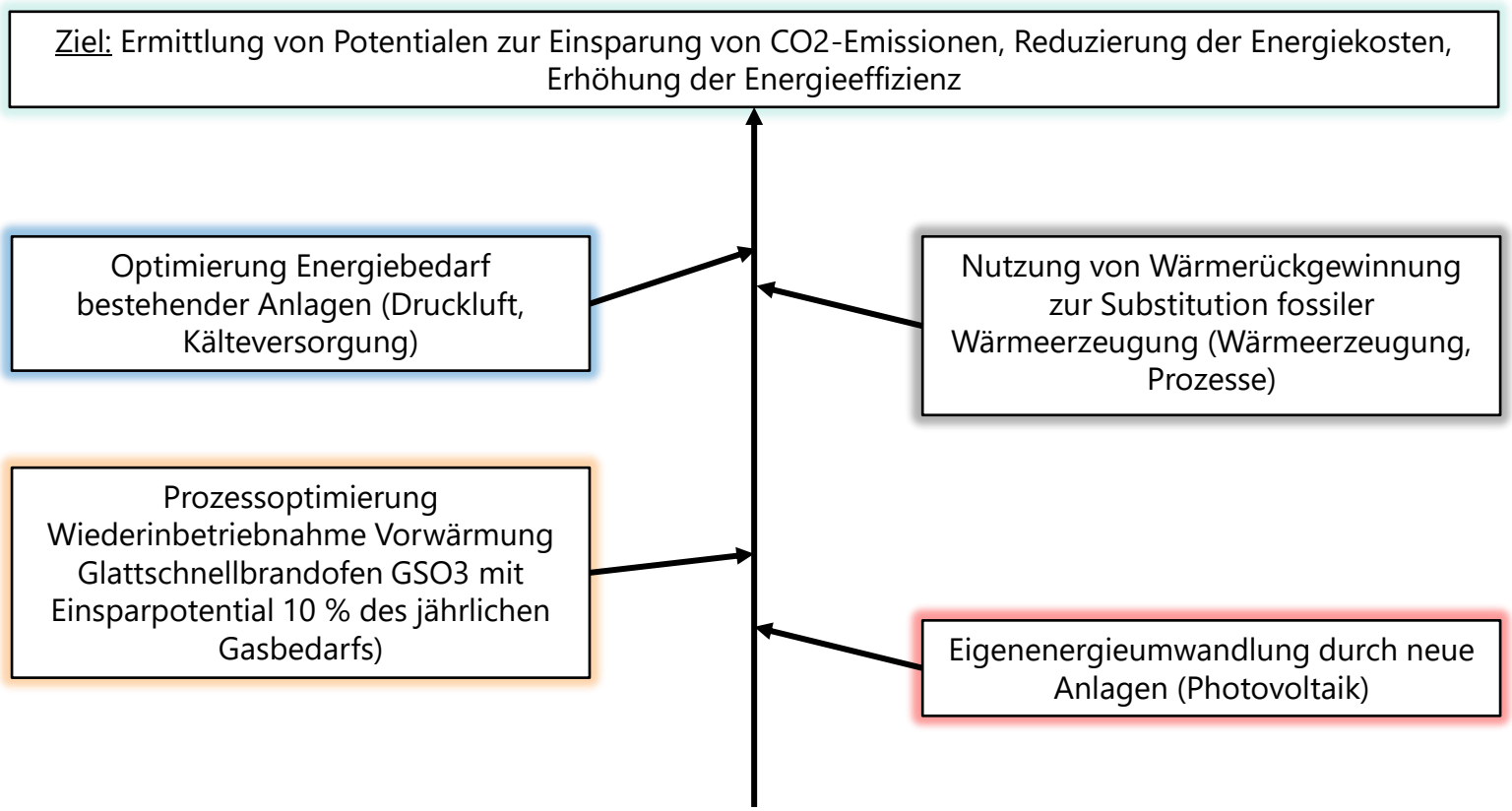
Beispiel 3: Pumpendaten Heizkreise

Pumpen Heizungsverteilung Heizungszentrale

Pumpe Nr.	Heizkreis	Regelung	Pumpentyp	Anmerkungen
P1	BHKW	BM	Wilo 3513157	
P2	Heizkessel 1	BM	Grundfos UPE 100-60 F	
P3	Heizkessel 2	BM	Grundfos MAGNA3 100-60 6	
P4	Pumpe Frischwasserstation	DS	Grundfos Alpha2 24-50 180	
P5	110 OG Waschmaschine	DS	Grundfos MAGNA 50-60 F	
P6	Warmwasserbereitung	DS	Wilo Stratos 30/1-8	
P7	110 EG Deckenstrahlplatten WE/WA	BM	Grundfos UPE 50-60	
P8	120 Heizkörper ABL-Lager	BM	Grundfos UPE 50-60F	
P9	130 EG Deckenstrahlplatten VML-Lager	BM	Grundfos MAGNA 32-100 180	
P10	130 Deckenstrahlplatten Pal.-Lager	BM	Grundfos MAGNA 50-60 F	
P11	110 Obergeschoss Deckenstrahlplatten + Heizkörper Spritzerei	BM	Grundfos UPE 50-60F	
P12	150/160 Statische Heizung Bürogebäude	BM	Grundfos MAGNA3	
P13	Erhitzer RLT-Anlage Dekoration 1	BM	Grundfos UPE 50-60	
P14	Erhitzer RLT-Anlage Dekoration 2	BM	Grundfos UPE 50-60	
P15	Erhitzer RLT-Anlage Spritzerei	BM	Grundfos UPE 50-60	
P16	Erhitzer RLT-Anlage Sozialräume	BM	Grundfos UPE 32-80 180	
P17	TWW-Zirkulationspumpe Frischwasserstation	-	-	Pumpe nicht zugänglich

Tab.: Bestehende Pumpen Heizkreisverteilung, Selb

2.2 Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung



2.2 Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

Beispiel 1: Elektrischer Energiebedarf

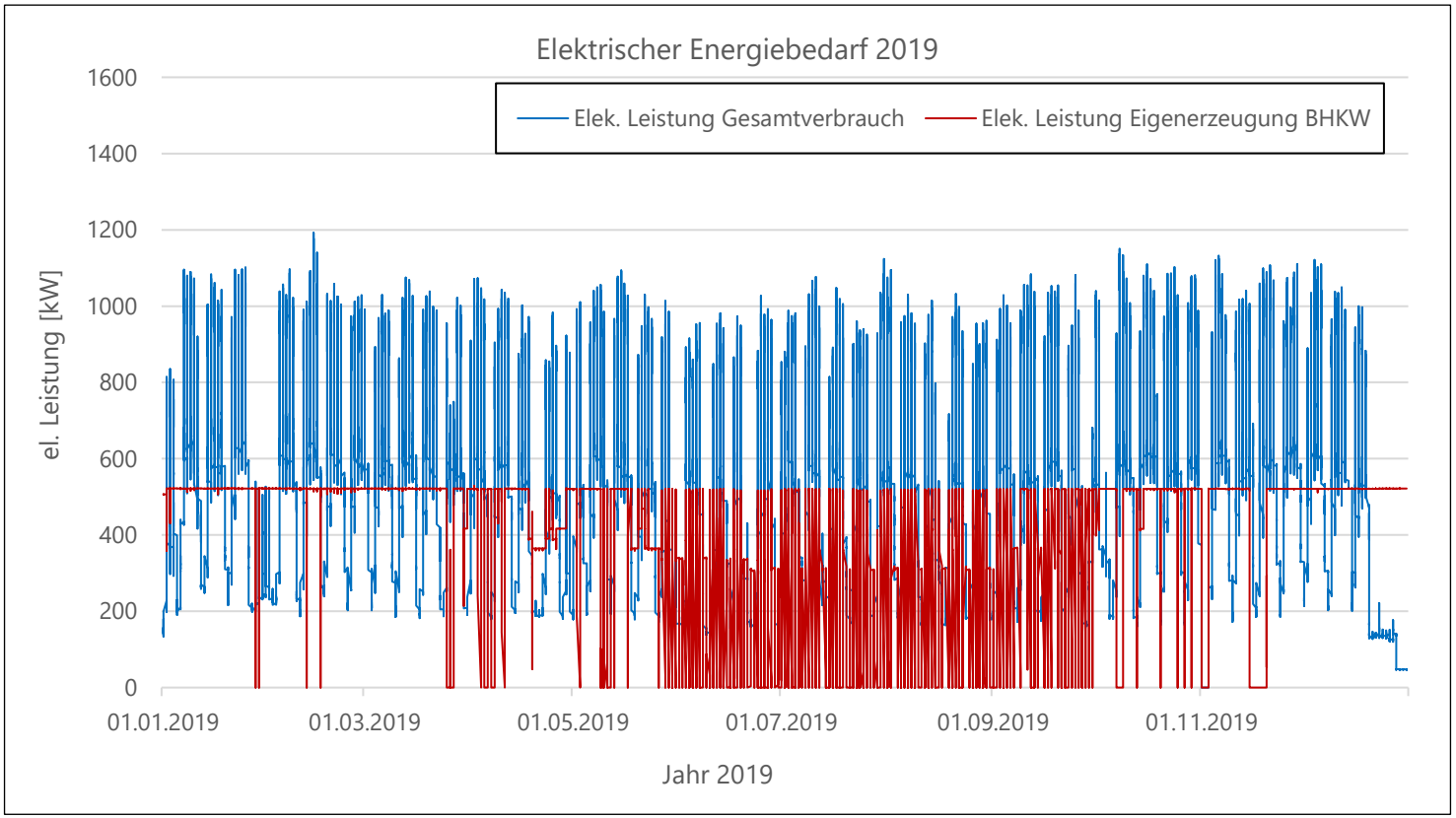


Abb.: Elek. Energiebedarf 2019, Schönwald

2.2 Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

Beispiel 2: Thermischer Energiebedarf

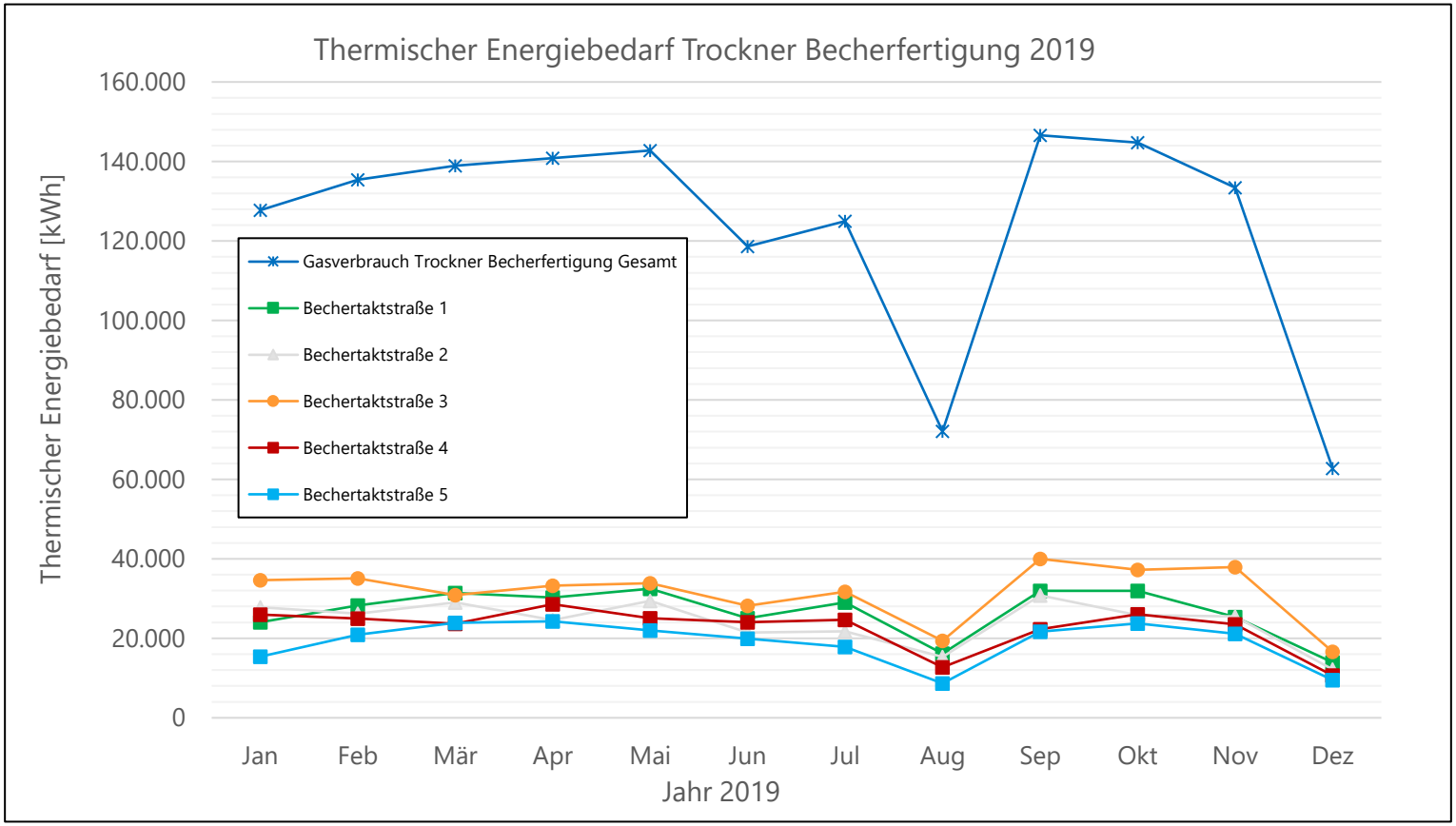


Abb.: Thermischer Energiebedarf Trockner Becherfertigung 2019, Weiden

2.2 Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

Beispiel 2: Thermischer Energiebedarf

lfd. Nr.	Ofenanlage	Abluftstrom	Temperatur	Volumenstrom	Tellertrockner	Weißtrockner	Lederharttrockner	Gipsformentrockner
1	GSO3	Ofenabwärme 1	343,6 °C	682 m³/h	-	-	-	+
2	GSO3	Ofenabwärme 2	136,7 °C	14.177 m³/h	+	+	+	+
3	Glühofen Becherfertigung	-	138,3 °C	16.137 m³/h	+	+	+	+
4	GSO4	Ofenabwärme 1	206,3 °C	15.863 m³/h	+	+	+	+
5	GSO4	Fortluft Luft-/Luft-WT	112,0 °C	5.875 m³/h	+	+	+	+
6	GSO4	Ofenrücklauf	50,5 °C	20.887 m³/h	-	-	-	-
7	GSO4	Ofenabwärme 3	96,5 °C	-712 m³/h	-	-	-	+
8	Glühofen FG-Fertigung	Ofenabwärme 1	60,2 °C	6.726 m³/h	-	-	-	+
9	Glühofen FG-Fertigung	Ofenabwärme 2	37,0 °C	11.664 m³/h	-	-	-	-

Versorgung möglich | Versorgung nicht möglich | Versorgung nicht erforderlich

Abb.: Potentialanalyse Ofenabluftnutzung für Trocknungsprozesse, Weiden

2.3 Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

Integrale Konzeptentwicklung zur Nutzung der vorhandenen Potentiale, aufgeteilt in die unterschiedlichen Anlagengruppen der TGA

Gewerk/Standort	Weiden	Schönwald	Selb
Übergeordnet	Ü1: Änderung Standortkonzept zur zentralen Wärmeversorgung*		
Wärmeversorgung	H1: Erzeugungskonzepte Wärmeversorgung Gesamtstandort Wärmerückgewinnung Ofenanlagen Pumpenwarmwasser (in Verbindung mit Ü1)	H1: Wärmerückgewinnung Öfen - Wärmerückgewinnung Ofenanlagen Pumpenwarmwasser	H1: Wärmerückgewinnung Öfen - Wärmerückgewinnung Ofenanlagen Pumpenwarmwasser
	H2: Erzeugungskonzepte Wärmeversorgung Gesamtstandort Wärmerückgewinnung Ofenanlagen Pumpenwarmwasser ergänzt um Einsatz BHKW als Kraft-Wärme-Kopplung (in Verbindung mit Ü1)	H2: Gegenüberstellung Heizkreispumpen	H2: Gegenüberstellung Heizkreispumpen
	H3: Beheizung Sortiererei durch Ofenabluft		
	H4: Gegenüberstellung Heizkreispumpen		
	H5: Wärmeversorgung Lagergebäude Dekor mit Biomassefeuerung (Pellets) (in Verbindung mit allen Maßnahmen die Ü1 erfordern)		
	H6: Wärmeversorgung Lagergebäude Dekor mit Luft-Wasser-Wärmepumpe und Spitzenlastgaskessel (in Verbindung mit allen Maßnahmen die Ü1 erfordern)		
Raumlufttechnik	-	L1: Anlagenaustausch RLT - RLT-Siebdruck	L1: Wärmerückgewinnung - Wärmerückgewinnung RLT-Spritzerei
Kälteversorgung	K1: Iso-Pressen (Kühlwasserversorgung) - Hydraulischer Abgleich aller Iso-Pressen mit druckunabh. Regulierarmaturen - Leistungmessung Wärmeabgabe Ölkreislauf - Dimensionierung druckverlustoptimiertes Leitungsnetz - Entfall Glykol-Gemisch als Trägermedium - Einsatz einer ganzjährigen freien Kühlung zur Kühlwasserversorgung	-	-
	K2: Kälteerzeugung mittels Absorptionskältemaschine aus WRG Ofenabluft (H1 Ofenabluftnutzung Pumpenwarmwasser als Vorleistung erforderlich)	-	-
	K3: Kälteerzeugung mittels Absorptionskältemaschine aus Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung mittels BHKW (H1 Einsatz BHKW als Vorleistung erforderlich)	-	-
	K4: Brunnenwassernutzung als Rückkühlmöglichkeit (Hinweis weitere Untersuchungen)	-	-

2.3 Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

Integrale Konzeptentwicklung zur Nutzung der vorhandenen Potentiale, aufgeteilt in die unterschiedlichen Anlagengruppen der TGA

Gewerk/Standort	Weiden	Schönwald	Selb
Elektroinstallation	E1: Bewertung Photovoltaik Parkplatzüberdachung	E1: Bewertung Photovoltaik Parkplatzüberdachung	E1: Bewertung Photovoltaik Parkplatzüberdachung
	E2: Bewertung Photovoltaik auf Liegenschaftsdächern		
	E3: Einsatz einer ORC-Anlage zur Verstromung WRG Ofenabluft im Sommer (H1 Ofenabluftnutzung Pumpenwarmwasser als Vorleistung erforderlich)		
Druckluft	D1: Neue, bedarfsgerecht dimensionierte DL-Kompressoren mit WRG	-	D1: Nachrüstung WRG an bestehenden DL-Kompressoren (in Verbindung mit H1)
	D2: Nachrüstung WRG an bestehenden DL-Kompressoren (in Verbindung mit H1 und H2)		D2: Aufteilung Netzstruktur mit Motor. Abstellmöglichkeit
Prozess	P1: Ofenabluftnutzung Trockner BTS 1-5	-	-
	P2: Ofenabluftnutzung Trockner BTS6		

Tab.: Maßnahmenmatrix Konzeptvarianten aller Standorte

→ Technisch realisierbare Konzepte, keine „Luftschlösser“

1. Aufgabenstellung

2. Vorgehensweise

2.1. Grundlagenermittlung

2.2. Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

2.3. Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

3. Technische Realisierbarkeit Nutzung der Ofenabwärme

4. Reduktion der Emissionen

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Investitionskostenprognose

6. Zusammenfassung aller Standorte

- Grundsätzliche Machbarkeit wurde durch Hr. Baumann in Aussicht gestellt
- Ofenbetrieb darf durch Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung nicht negativ beeinflusst werden
- Abstimmungstermine u.a. mit Fa. Lippert (Trockneranlagen) zur technischen Realisierbarkeit
- Messung Luftqualität Ofenabluft für direkte Nutzung

lfd. Nr.	Ofenanlage	Abluftstrom	O2-Konzentration	CO2- Konzentration	CO
1	GSO3	Ofenabwärme Nr. 1/1.1	21,0 Vol.-%	0,0 Vol.-%	0 ppm
2	GSO3	Ofenabwärme Nr. 2	20,5 Vol.-%	0,0 Vol.-%	0 ppm
3	Glühofen Becherfertigung	Ofenabwärme Glühofen	20,5 Vol.-%	0,0 Vol.-%	1 ppm
4	GSO4	Ofenabwärme 1	20,3 Vol.-%	0,0 Vol.-%	5 ppm
5	GSO4	Fortluft Ofenabwärme Nr. 2	20,2 Vol.-%	0,0 Vol.-%	0 ppm
6	GSO4	Ofenrücklauf	21,0 Vol.-%	0,0 Vol.-%	2 ppm
7	GSO4	Ofenabwärme Nr. 3	21,0 Vol.-%	0,0 Vol.-%	2 ppm
8	Glühofen Flachgeschirrfertigung	Ofenabwärme 1	21,0 Vol.-%	0,0 Vol.-%	2 ppm
9	Glühofen Flachgeschirrfertigung	Ofenabwärme 2	21,0 Vol.-%	0,0 Vol.-%	3 ppm

lfd. Nr.	Ofenanlage	Abluftstrom	O2-Konzentration	CO2- Konzentration	CO
10	Weißtrockner BTS3	Rauchgaszug	20,0 Vol.-%	0,6 Vol.-%	176 ppm
11	Lederharttrockner BTS3	Rauchgaszug	19,9 Vol.-%	0,6 Vol.-%	177 ppm

Tab.: Messungen Luftqualität Ofenabluft

1. Aufgabenstellung

2. Vorgehensweise

2.1. Grundlagenermittlung

2.2. Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

2.3. Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

3. Technische Realisierbarkeit Nutzung der Ofenabwärme

4. Reduktion der Emissionen

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Investitionskostenprognose

6. Zusammenfassung aller Standorte

- Eingesparte Energie/Substituierte Energie durch Wärmerückgewinnung wird dem IST-Zustand (Fossile Energieerzeugung) gegenübergestellt

- Bewertung anhand CO2-Faktoren des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Energieträger	Einheit	CO_2-Faktor
Strom (Effizienzmaßnahme)	tCO_2/MWh	0,732
Strom (Energieträgerwechsel zu Strom)	tCO_2/MWh	0,366
Nah-/Fernwärme	tCO_2/MWh	0,280
Heizöl leicht/Diesel	tCO_2/MWh	0,266
Heizöl schwer	tCO_2/MWh	0,288
Flüssiggas	tCO_2/MWh	0,239
Erdgas	tCO_2/MWh	0,201
Steinkohle	tCO_2/MWh	0,335
Braunkohle	tCO_2/MWh	0,383
Rohbenzin	tCO_2/MWh	0,264
Biomasse Holz	tCO_2/MWh	0,027
Pellets	tCO_2/MWh	0,036
Biodiesel	tCO_2/MWh	0,070
Bioethanol[2]	tCO_2/MWh	0,043
Biogas	tCO_2/MWh	0,152
Klärschlamm	tCO_2/MWh	0,010

Tab.: Zugrunde gelegte CO2-Faktoren (BAFA)

1. Aufgabenstellung

2. Vorgehensweise

2.1. Grundlagenermittlung

2.2. Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

2.3. Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

3. Technische Realisierbarkeit Nutzung der Ofenabwärme

4. Reduktion der Emissionen

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Investitionskostenprognose

6. Zusammenfassung aller Standorte

- Ermittlung der Investitionskosten nach DIN276 als Kostenschätzung für jede Variante
- Ermittlung einer statischen Amortisationszeit jeder Variante durch die jährlichen Ersparnisse
- Berechnung ist flexibel und legt z.B. aktuelle Energiepreise für Gas- und Strombezug zu Grunde

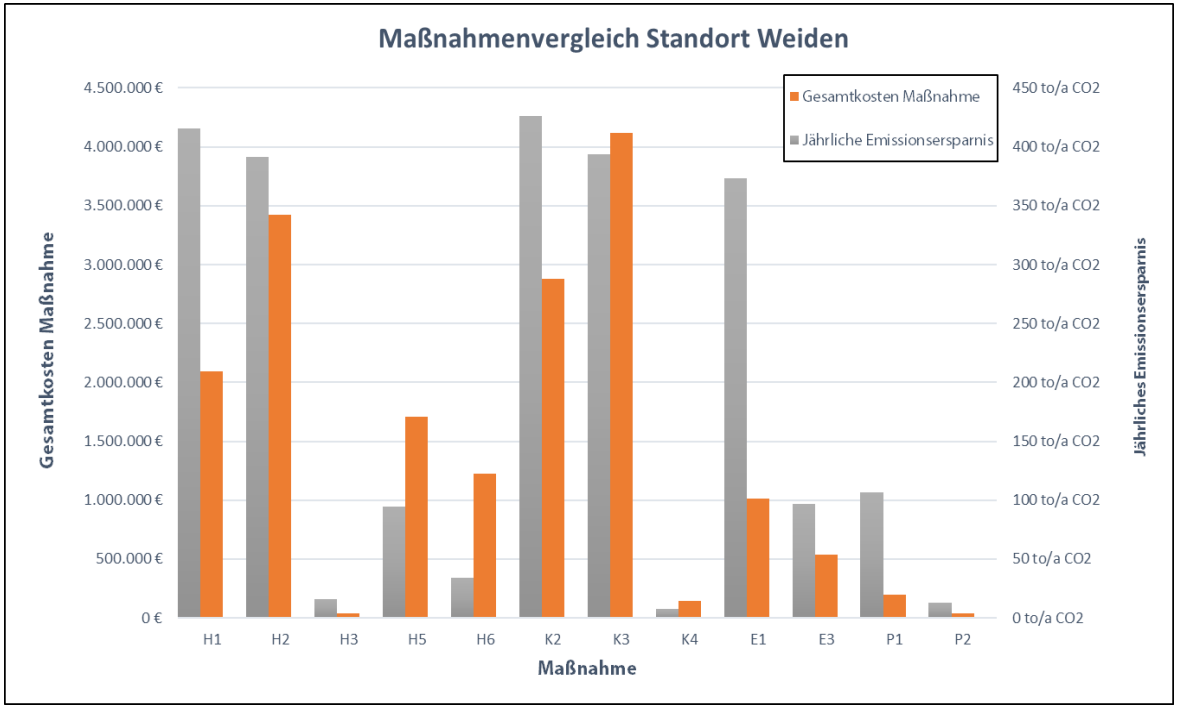


Abb.: Maßnahmenvergleich Konzeptvarianten Standort Weiden

Standort Weiden

	H1	H2	H3	H5	H6
Maßnahmen TGA	1.595.000 €	2.391.900 €	31.900 €	1.094.600 €	904.000 €
Maßnahmen Hochbau	-	250.000 €	-	140.000 €	-
Projektabwicklung	350.900 €	581.218 €	7.975 €	271.612 €	198.880 €
Unvorhergesehenes	150.000 €	200.000 €	0 €	200.000 €	120.000 €
Summe:	**2.095.900 €**	**3.423.118 €**	**39.875 €**	**1.706.212 €**	**1.222.880 €**
stat. Amortisationszeit	11,1 a	13,3 a	5,4 a	-	-
CO2-Einsparungen	416 to/a CO2	391 to/a CO2	16 to/a CO2	95 to/a CO2	34 to/a CO2

	K2	K3	K4	E1	E3	P1	P2
Maßnahmen TGA	2.135.900 €	2.904.000 €	111.800 €	830.000 €	373.000 €	150.500 €	24.300 €
Maßnahmen Hochbau	100.000 €	350.000 €	-	-	45.000 €	-	-
Projektabwicklung	491.898 €	715.880 €	24.596 €	182.600 €	91.960 €	33.110 €	6.075 €
Unvorhergesehenes	150.000 €	150.000 €	10.000 €	-	30.000 €	15.000 €	5.000 €
Summe:	**2.877.798 €**	**4.119.880 €**	**146.396 €**	**1.012.600 €**	**539.960 €**	**198.610 €**	**35.375 €**
stat. Amortisationszeit	15,0 a	15,7 a	-	10,5 a	24,9 a	4,1 a	6,1 a
CO2-Einsparungen	426 to/a CO2	394 to/a CO2	8 to/a CO2	373 to/a CO2	97 to/a CO2	107 to/a CO2	13 to/a CO2

Tab.: Zusammenfassung Wirtschaftlichkeit Maßnahmen Standort Weiden

Standort Schönwald

	H1	L1	E1
Maßnahmen TGA	102.404 €	82.000 €	745.000 €
Maßnahmen Hochbau	-	-	-
Projektabwicklung	22.529 €	18.040 €	163.900 €
Unvorhergesehenes	-	-	-
Summe:	**124.933 €**	**100.040 €**	**908.900 €**
Stat. Amortisation	3,1 a	6,4 a	11,0 a
CO2-Einsparungen	90 to/a CO2	34 to/a CO2	348 to/a CO2

Tab.: Zusammenfassung Wirtschaftlichkeit Maßnahmen Schönwald

Standort Selb

	H1 - D1	L1	E1
Maßnahmen TGA	284.000 €	67.960 €	1.004.000 €
Maßnahmen Hochbau	-	-	-
Projektabwicklung	62.480 €	18.490 €	220.880 €
Unvorhergesehenes	30.000 €	6.000 €	-
Summe:	**376.480 €**	**92.450 €**	**1.224.880 €**
stat. Amortisationszeit	5,8 a	3,8 a	11,0 a
CO2-Einsparungen	144 to/a CO2	54 to/a CO2	469 to/a CO2

Tab.: Zusammenfassung Wirtschaftlichkeit Maßnahmen Standort Selb

1. Aufgabenstellung

2. Vorgehensweise

2.1. Grundlagenermittlung

2.2. Analyse des Ist-Zustands mit Potentialerhebung

2.3. Konzeptentwicklungen mit unterschiedlichen Varianten

3. Technische Realisierbarkeit Nutzung der Ofenabwärme

4. Reduktion der Emissionen

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Investitionskostenprognose

6. Zusammenfassung aller Standorte

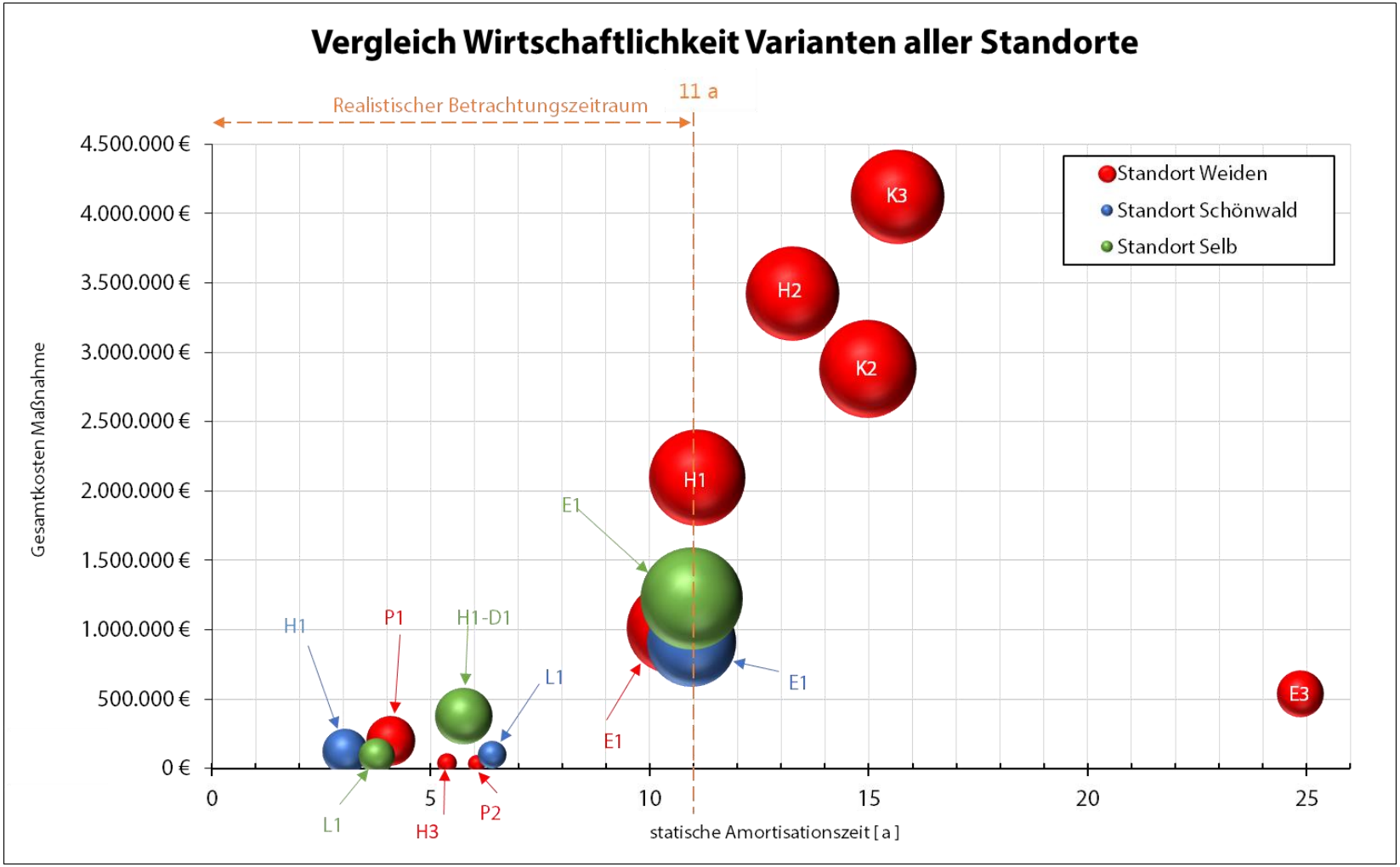


Abb.: Vergleich Wirtschaftlichkeit Maßnahmen aller Standorte, Größe der Bubbles = jährl. Einsparpotential CO2

- Realistischer Betrachtungszeitraum: 11 Jahre (in Anbetracht Lebensdauer Gebäude)
- ROI wird durch steigende Energiepreise verkürzt. Dies erfolgt auch durch eine Bepreisung von Emissionen (kurzfristig absehbar), aufgrund höherer „Verbrauchskosten“
- Größtmögliches Potential/Handlungsbedarf bietet der Standort Weiden, insbesondere Wärmeversorgung (H), Elektro (E) und Prozesse (P)
- Auch an den Standorten Schönwald und Selb können Optimierungen im Bereich der Wärmeversorgung (H), Raumlufttechnik (L), Elektro (E) und Druckluft (D)

→ Maßnahmen mit ROI unter 11 Jahre werden weitestgehend zur Umsetzung empfohlen

Fördermittel

Fördermittel aus Investitionsförderprogrammen grundsätzlich verfügbar:

- Förderwettbewerb der Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft
- Energie- und ressourcenbezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen der BAFA
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) der BAFA

→ Förderbetrag aus Fördermittel je Variante nicht je Variante darstellbar, da z.B. im Förderwettbewerb eine beantragte Förderung ausbleiben kann (=Wettbewerb gegen andere Antragssteller).

- Realistisch ist eine Förderung je Variante von bis zu 30 % der Investitionskosten (Angebotssumme).
- Fördermittelgeber entscheidet über Zuteilung der Fördermittel (Abhängig von CO2-Einsparungen und Höhe der Investitionskosten)

Standort Weiden: Offene/Weitere Schritte

- E2: Konzepterstellung PV-Belegung Standort Weiden (Bayernwerk Sonnenenergie GmbH)
- D1: Optimierung im Bereich der zentralen Drucklufterzeugung (Atlas Copco)
- K1: Messungen im Bereich Kälteversorgung Iso-Pressen
- Detaillierte Ausarbeitung/Gegenüberstellung Wiederinbetriebnahme Vorwärmung Glattschnellbrandofen GSO3

→ Empfehlung, weitere Potentiale zu ermitteln, um Konzepte ausarbeiten zu können (erste Schritte bereits eingeleitet)

- Festlegung Maßnahmenvarianten zur weiteren Verfolgung (planerisch/Umsetzung)

Standorte Schönwald/Selb: Offene/Weitere Schritte

- Festlegung Maßnahmenvarianten zur weiteren Verfolgung (planerisch/Umsetzung)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

BHS TABLETOP AG

Weiden

Schönwald

Selb