

Schlussbericht, März 2016

Pinch-Analyse

Hersteller chemischer und pharmazeutischer Erzeugnisse

Mit Unterstützung von



Diese Studie wurde mit Unterstützung von EnergieSchweiz erstellt.

Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern

Infoline 0848 444 444. www.energieschweiz.ch/beratung

energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Pinch Analyse der Prozess-, Heiz- und Kühlanlagen bei einem Hersteller von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen

Mit finanzieller Unterstützung durch
das BFE im Rahmen von



Ausgearbeitet durch:
Fabian Bont, Durena AG (www.durena.ch)

Pinch Analyse

Zusammenfassung

Die vorliegende Pinch Analyse wurde vom Bundesamt für Energie finanziell unterstützt.

An dieser Stelle möchten wir diese Unterstützung verdanken.

Untersucht wurden die Produktions-Prozesse sowie HLK Prozesse eines Herstellers von chemischen und pharmazeutischen Produkten. Verwendet wurde die Software PinCH 2.0.

Der Betrieb hat derzeit Energiekosten von rund 0.5 Mio CHF/a, bezieht rund 2.5 GWh/a Strom und 1.5 GWh/a Heizöl.

Die Pinch Analyse ergibt ein direkt nutzbares WRG-Potential von rund 1 GWh/a, was etwa 25% des heutigen Energieverbrauchs entspricht. Über Speicherung würde das Potential entsprechend höher.

Mit vier konkreten Hauptmassnahmen können jährlich rund 130'000 CHF resp. 1 GWh eingespart werden. Dazu braucht es Investitionen im Bereich von rund 410'000 CHF, was eine mittlere Paybackdauer von 3 - 4 Jahren bedeutet.

Die Hauptmassnahmen liegen in den Bereichen:

- GAB Wärmeschränke, Optimierung Trocknungsprozess
- Lüftung HBA, Vorwärmen Zuluft
- Abwärme Kochanlagen, Kondensation Brüdendampf zur Erwärmung des Brauchwarmwassers
- Kesselhaus, Regelung der Dampferzeuger, Economizer zur Speisewasservorwärmung

Zudem konnten mehrere kleinere, zusätzliche Massnahmen vorgeschlagen werden, welche sich im Verlaufe der vorliegenden Pinch Analyse quasi als Nebenprodukt herauskristallisierten.

Pinch Analyse

Inhalt

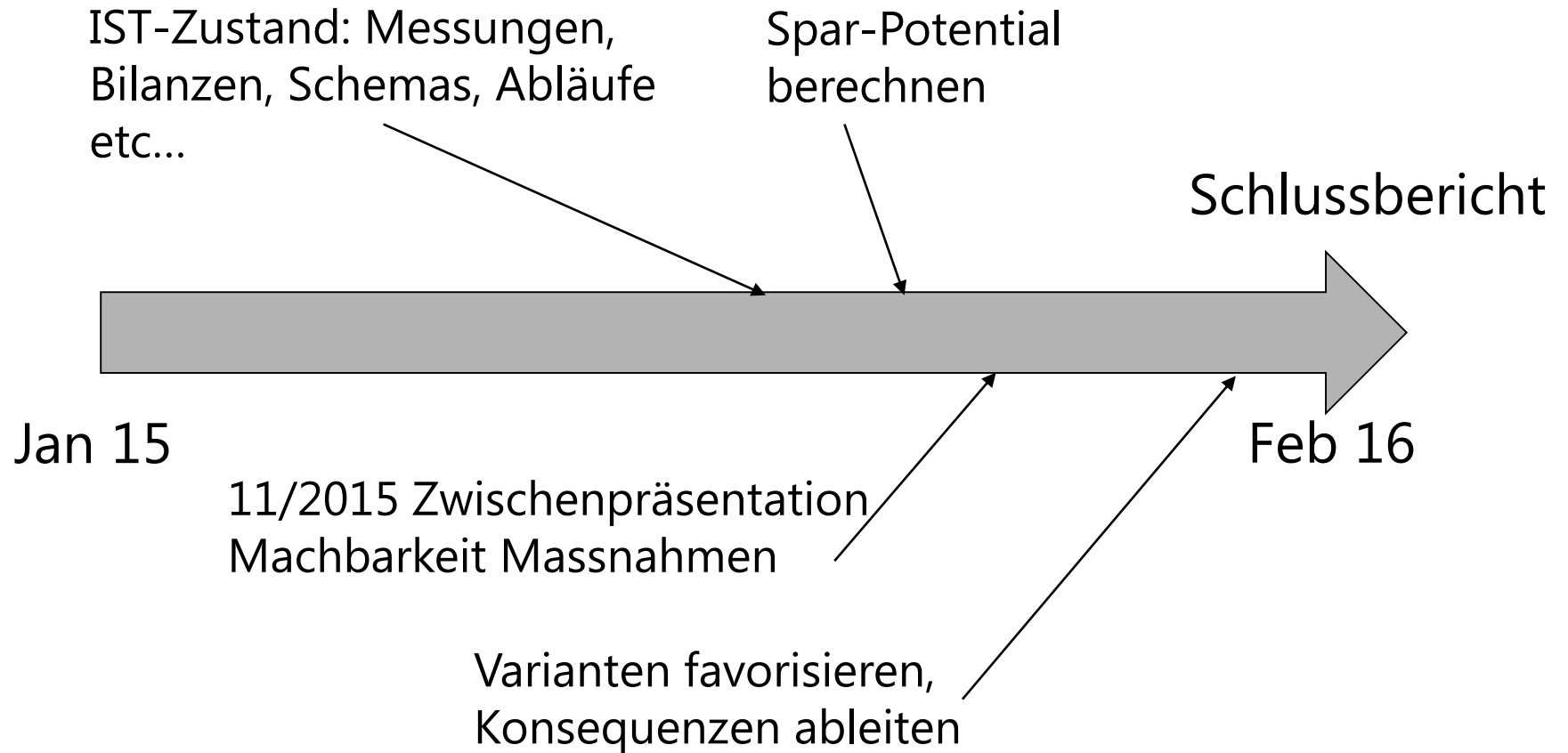
- Vier Hauptmassnahmen: gewählte Varianten + teilw. Alternativen
- Grobschemas zur Umsetzung + mögliche Partner
- Neben-Massnahmen
- Zeitplan Umsetzung / Priorisierung

Anhang:

- Ausgangslage
- Energiebilanzen
- Vorgehen und Ergebnisse Pinch Analyse

Pinch Analyse

- Projekt Termine



Pinch Analyse

Abklärungen seit Zwischenpräsentation an den **4** relevanten Themen

- **GAB Wärmeschränke:**
Gespräche mit Lieferanten zu Verfahren bei anderen Firmen
Entwickeln mögliche Schaltungen
Vergleiche Umluft / ohne Umluft
- **HBA Lüftung:** Abklärungen Registertausch mit Lieferanten
- **Abwärme Kochanlagen:** Wärmetauscher, Wasserenthärtung,
Einbindung Heizung
- **Kesselhaus** Begehung mit Lieferanten, Besprechung möglicher
Massnahmen

Pinch Analyse

GAB Wärmeschränke

A) reiner Umluftbetrieb

B) Umluftbetrieb mit Frischluftanteil

C) Abluft-Trocknung

D) Status Quo neu mit WRG

Lüftung HBA

A) Zusatzregister

B) Register tauschen

C) Anschluss Heiznetz

D) Anschluss GAB Wärmeschränke

Abwärme Kochanlage

A) Einbindung BWW

B) Einbindung Heizung

C) Einbindung Glykositanks

Kesselhaus

1A) nur LOOS mit Eco

1B) LOOS + neuer Kessel

1C) Neuen Kessel alleine betreiben

2D) Status Quo Eco + Dämmen

Investition kCHF*	50-100	130	150	50
Einsparung pro Jahr	400 MWh/a ~56 kCHF/a	210 MWh/a ~30 kCHF/a	280 MWh/a ~33 kCHF/a	150 MWh/a ~12 kCHF/a
Total 4 Projekte:	Investition CHF ~ 410'000.--	Einsparung CHF pro Jahr ~ 130'000.--		

* Genauigkeit variiert je Projekt im Bereich bis zu +/- 30%

Pinch Analyse

■ Empfehlung Paket Hauptmassnahmen

Was?	Investition*	Payback	Energie-einsparung
GAB Wärmeschränke, Trocknungsprozess optimieren, Kanalführungen ändern, Regelung taktend	50 bis 100 kCHF	~ 1 a	400-500 MWh grösstenteils el.
Abwärmenutzung GAB + Druckluft via Wärmepumpe auf HBA Lüftung zusätzliches Register und Rohrleitungen Einbindung Druckluft (falls neuer Kompressor kommt) Alternativ: Registertausch HBA Lüftung	130 kCHF	4.3 a	210 MWh el. (Mehrverbrauch der WP ist abgezogen)
Kondensation Pfannendunst, BWW Speicher und BWW-Netz, Anschluss Glykoseheizungen, Wasser-Enthärtungsanlage	150 kCHF	4.5 a	280 MWh (el. und Öl)
Kesselhaus Isolationen, Eco Loos und Optimierungen Betriebsart	50 kCHF	4.2 a	150 MWh Öl

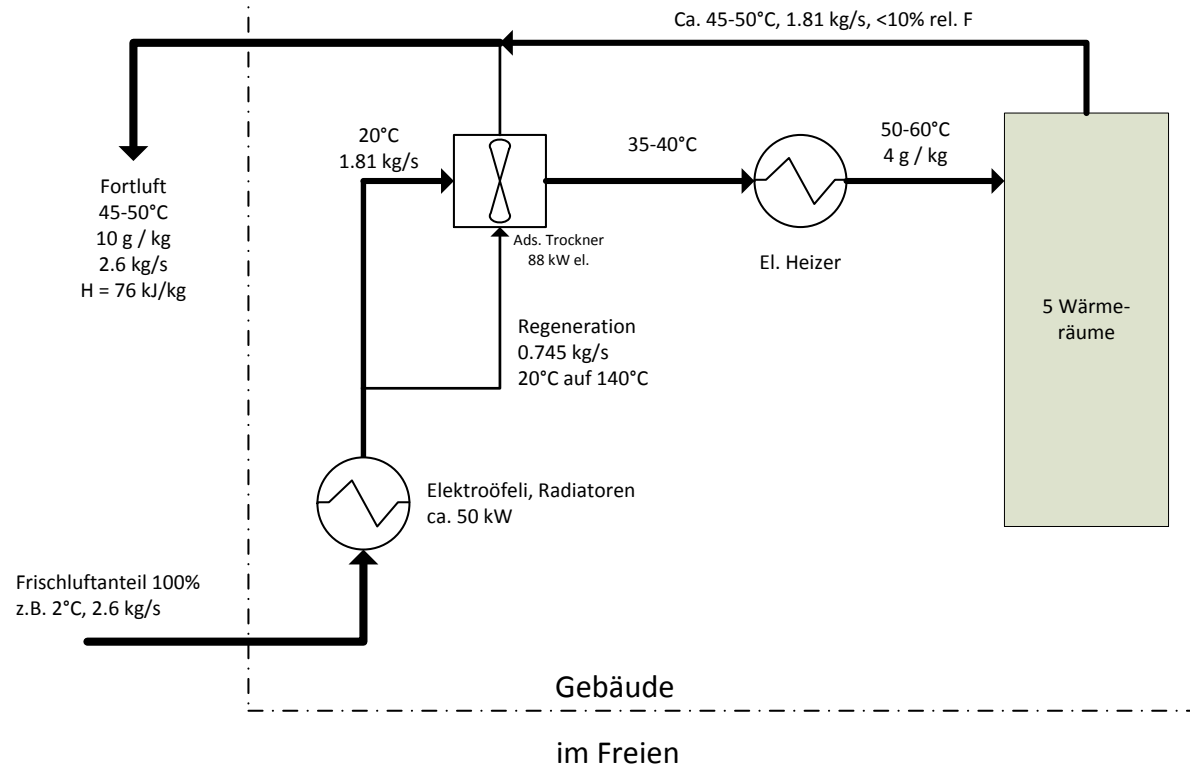
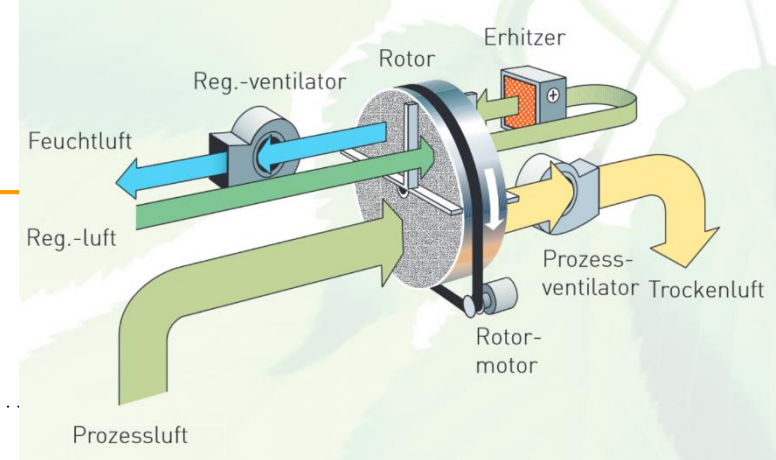
* Genauigkeit variiert je Projekt im Bereich bis zu +/- 30%

GAB Wärmeschränke

Abluft-Trocknung (Heute) mit WRG vs. Umluftanteil
WRG vs. «interne Optimierung»

Pinch Analyse

GAB Wärmeschränke: Schema heute



Pinch Analyse

- Zwischenfazit:
- Ineffizienter kann der Prozess nicht mehr werden, egal welche Massnahmen getroffen werden
« es kann nur besser werden»
- Bakterostatischer Rotor ist vorhanden, Filter evtl. nicht nötig
- Konstanter Entfeuchtungsprozess nicht möglich, da 1. stufiger Trockner taktet
- Es gibt sehr viele Verschaltungsmöglichkeiten/Varianten
-> komplex

Pinch Analyse

Regelkonzept heute:

- immer 100% Frischluftanteil
- Entfeuchter läuft immer auf maximaler Stufe
- Temperaturvorgabe je nach Produkt

Nachteile:

- Zuluft-Feuchte abhängig vom Wetter
- Luft wird auch entfeuchtet, wenn dies gar nicht nötig wäre (z.B. im Winter wenn Luft sowieso schon sehr trocken ist).
- Hohe Energiekosten.

Pinch Analyse

- Programme anpassen auf Zuluft-Temperatur **UND** Feuchte: z.B.
«Programm 1: 50°C und 15 g/kg»
«Programm 2: 45°C und 10 g/kg» ect...
- Bsp. Stärke: für 5-Massen-%-Ggw-Feuchte reicht eine rel. Luft-Feuchte von ca. **28.5% rel. F.**

Tabelle (5.3./1). Gleichgewichtsfeuchtigkeit verschiedener Materialien

Stoff	Relative Luftfeuchte in %								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Mehl	2,20	3,90	5,05	6,90	8,50	10,08	12,60	15,80	19,00
Weißbrot	1,00	2,00	3,10	4,60	6,50	8,50	11,40	13,90	18,90
Teigwaren	5,00	7,10	8,75	10,80	12,20	13,75	16,60	18,85	22,40
Kekse	2,10	2,80	3,30	3,50	5,00	6,50	8,30	10,90	14,90
Stärke	2,20	3,80	5,20	6,40	7,40	8,30	9,20	10,60	12,70
Gelatine	—	1,60	2,80	3,80	4,90	6,10	7,60	9,30	11,40
Äpfel	—	—	5,00	—	11,00	18,00	25,00	40,00	60,00
Hartweizen	—	—	9,30	—	—	13,00	—	—	24,00
Roggen	6,00	8,40	9,50	12,00	12,50	14,00	16,00	19,50	26,00
Hafer	4,60	7,00	8,60	10,00	11,60	13,60	15,00	18,00	22,50
Gerste	6,00	8,50	9,60	10,60	12,00	14,00	16,00	20,00	29,00

- Stoffwerte von Luft:

°C	30	40	50	60
g/kg bei 28.5 % rel. Feuchte	7.5	13.2	22.4	36.9

Pinch Analyse

Empfehlung Umsetzungsprojekt:

1) Variante MIT Umluft + Beimischung Frischluft

2) Falls Umluft nicht erwünscht: wie gehabt und WRG auf HBA Lüftung

- Fokus: Bedingungen definieren und Prozess auch nach F regeln
- Neu: interne Kanäle umbauen für Umluftanteile
- Optional: Regenerationsabluft-Kanäle zusammenlegen
+ Abwärme nutzen

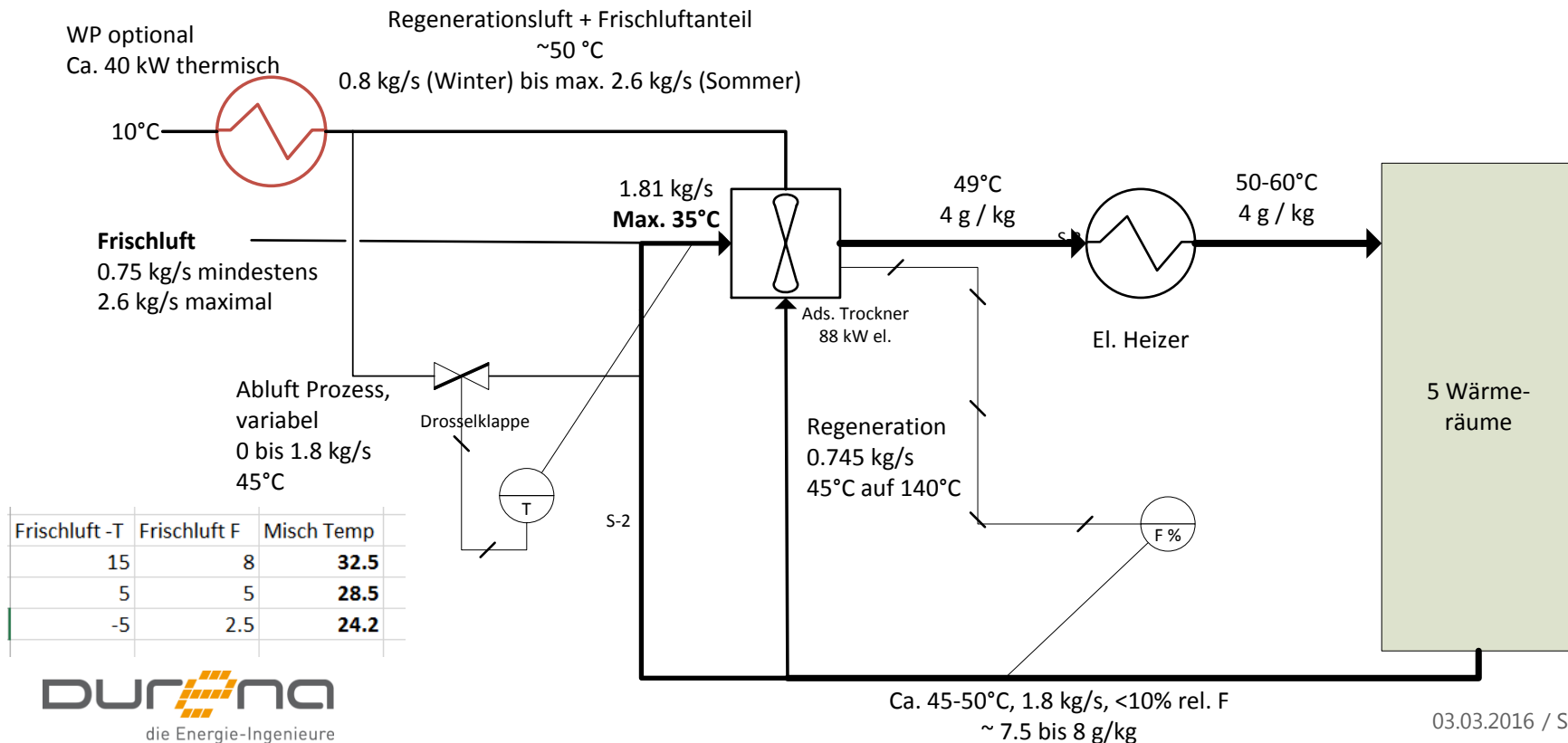
Pinch Analyse

- Umsetzung: vorab einen Raum als Testraum verwenden
- Massnahme 1: Regelung der Feuchte! (Feuchtesensoren wieder in Betrieb nehmen)
- **Trockner Umstellen von Manuell auf Automatisch** Wenn Aussenfeuchte unter bestimmter Feuchte (4 g/kg) muss Trockner nur «Lüften» evtl. sogar Taktender Betrieb -> **Zeit für Feuchtediffusion**

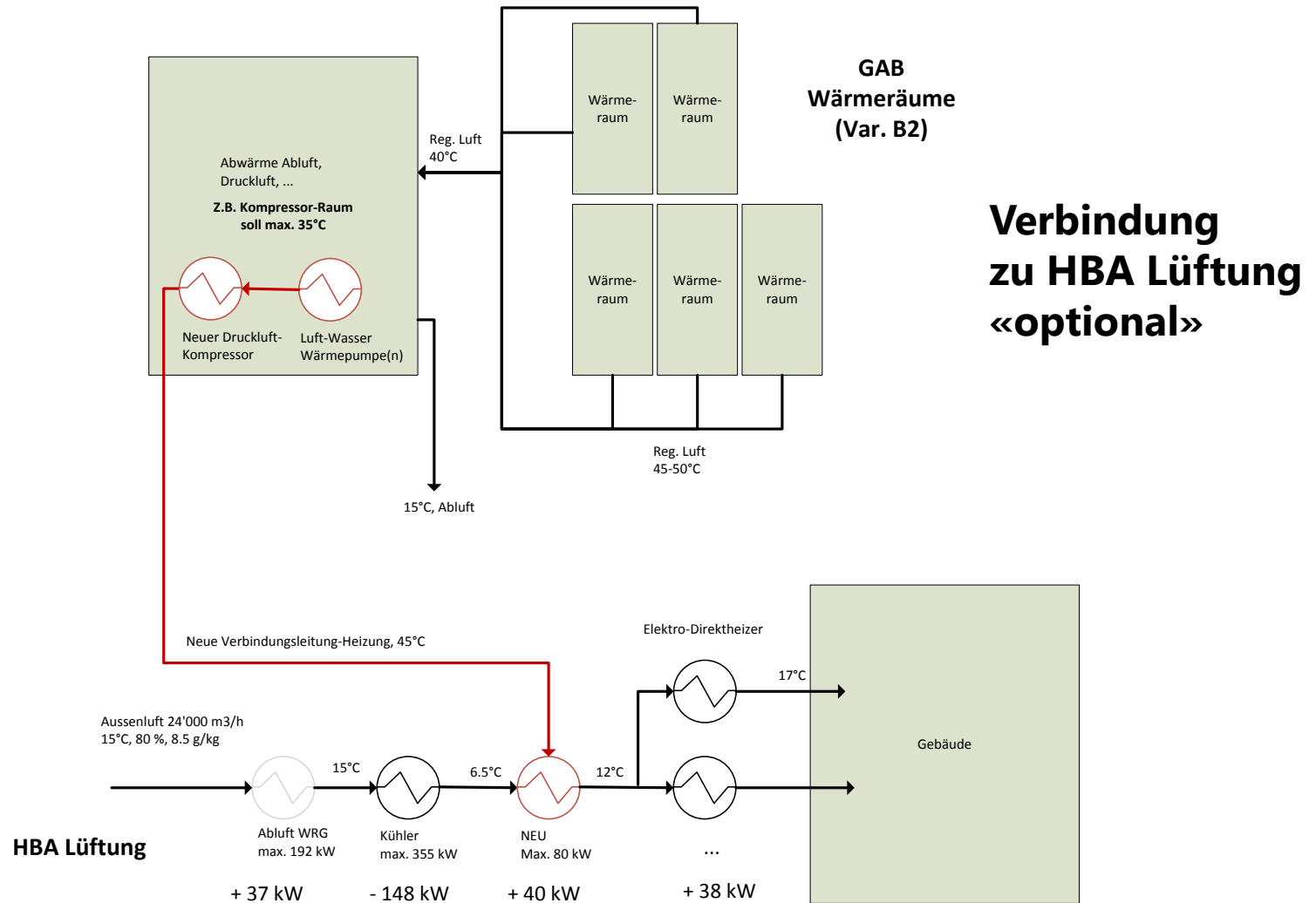
Pinch Analyse

Empfehlung: **B2) Umluft mit Frischluftanteil** (Prozessluft für Regeneration)

- Feuchtesensor schaltet Trockner ein, sonst auf Modus «Lüften mit Umluft»
- Während Trocknungsphasen (Adsorber läuft) stets ca. 35% Umluftanteil
- ab ca. 25°C Aussentemp. erhöhter Umluftanteil während Trocknungsphase (mechanische oder manuelles öffnen der Drosselklappe) bei 35°C Aussentemperatur : 100 % Frischluftanteil
- Schleppwärme im Rotor stark erhöht, da Regenerationsluft schon mit 45°C kommt: Temperaturen im Raum gut erreichbar



Pinch Analyse



Pinch Analyse

Übersicht Massnahme GAB + Lüftung HBA als 1 Projekt
AWN = Abwärme-Nutzung

	GAB: ohne Umluft		GAB: mit Umluft	
	ohne AWN	mit AWN	ohne AWN	mit AWN
Investition* kCHF	160 100 GAB 70 HBA	210 100 GAB 30 HBA 80 KVS	150 80 GAB 70 HBA	210 80 GAB 30 HBA 100 WP
Energie- einsparung MWh	~350 GAB 250 HBA 95	~500 GAB 250 HBA 250	~500 GAB 400 HBA 95	~610 GAB 400 HBA 210
Energiekosten Einsparung kCHF	43	65	60	80
Payback in Jahren	3.7	2.9	2.5	2.6
Massnahme	- Luftvorwärmung GAB - Registertausch HBA	- Luftvorwärmung GAB - Zusatzregister HBA - KVS oder WP	- «innere Optimierung GAB» - Registertausch HBA	- «innere Optimierung GAB» - Zusatzregister HBA - WP + Druckluft evtl.

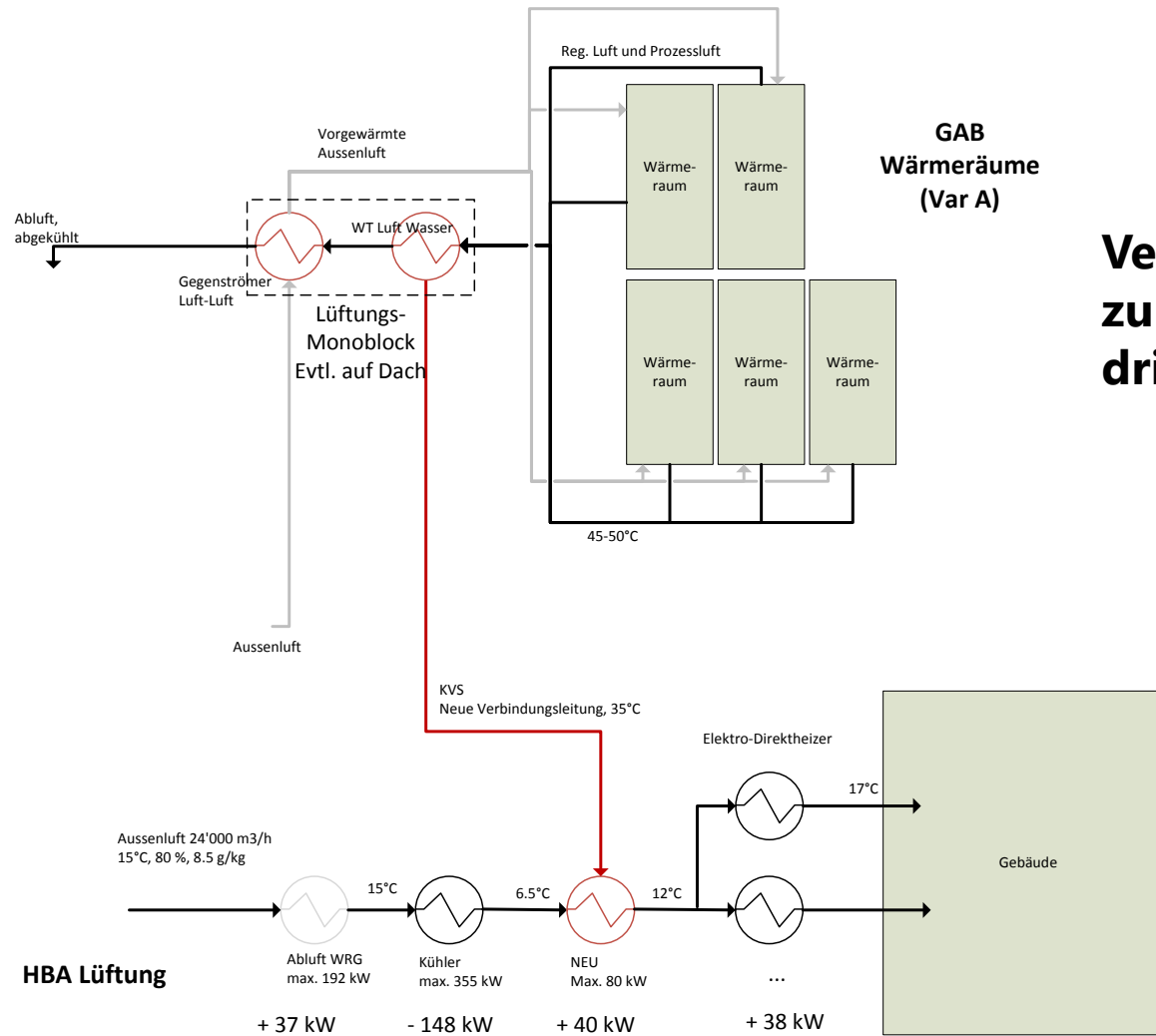
* Genauigkeit variiert je Projekt im Bereich bis zu +/- 30%

Pinch Analyse

Alternative: Varianten Ohne Umluft (wie heute)

- Prozesse wie gehabt (Regelung)
- Neu: Luftkanäle zusammenführen
- Neu: Vorwärmen der Aussenluft
- **Fokus:** zusätzliche Abwärmenutzung der Abluft

Pinch Analyse

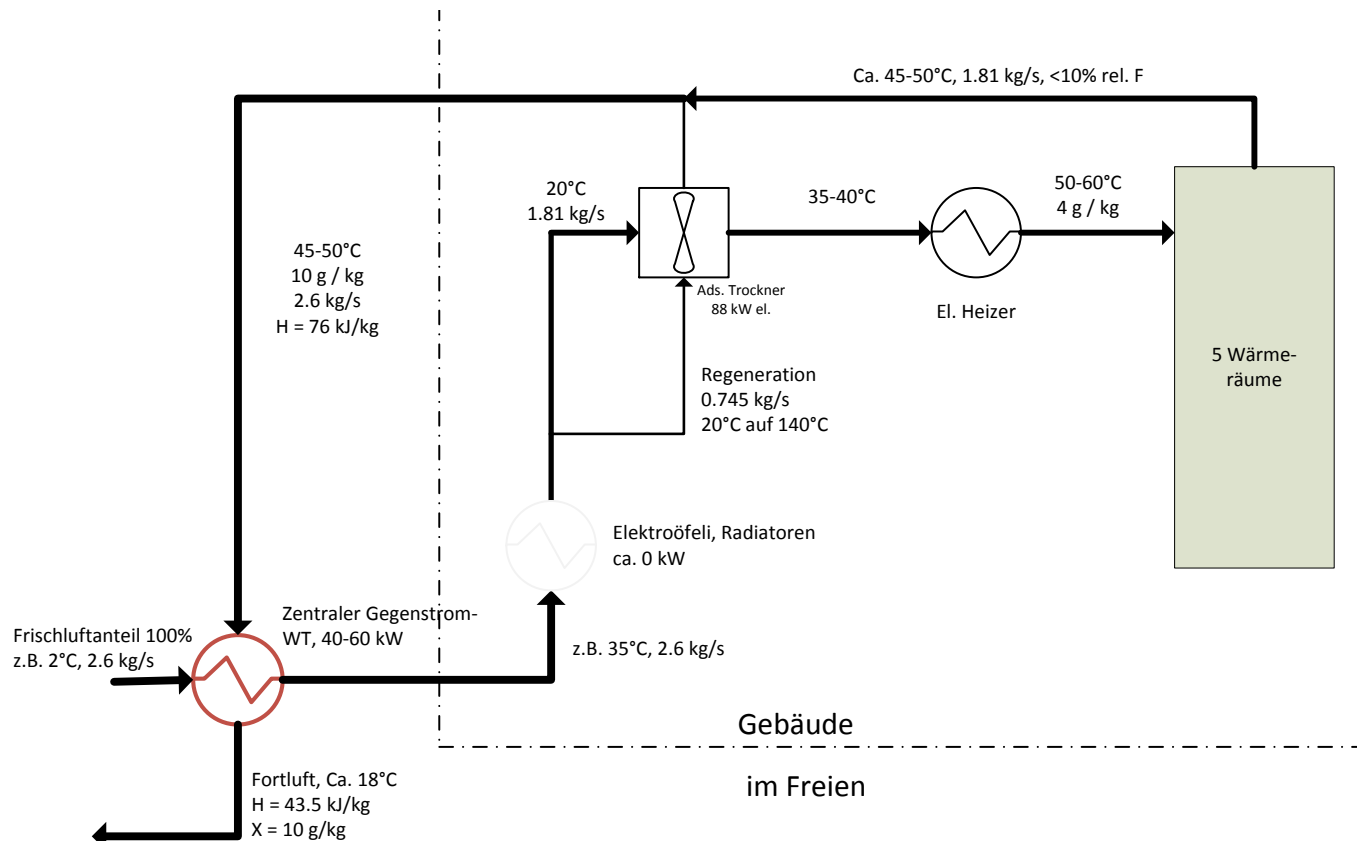


**Verbindung
zu HBA Lüftung
dringend empfohlen!**

Pinch Analyse

A) «triviale» Variante ohne Umluft

- Nachteil: hoher Luftvolumenstrom, im Sommer nicht mehr als 35°C Vorwärmung möglich -> Abwärme nur teilweise genutzt

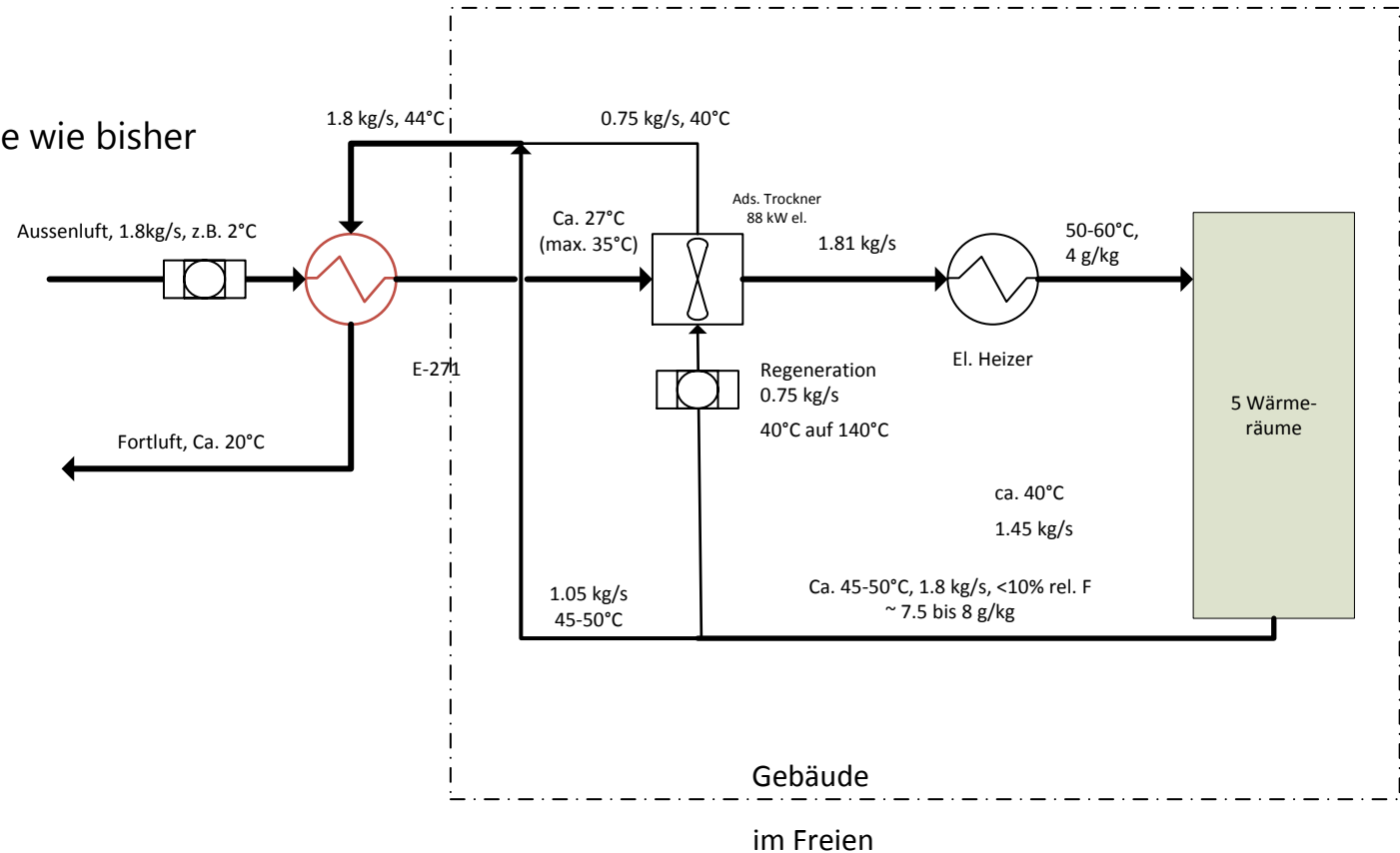


Pinch Analyse

C) Variante ohne Umluft: Prozessluft für Regeneration

Vorteile

- Regelung und Programme wie bisher
- immer Frischluftzufuhr in Wärmeräume
- Kein Wiederverwerten der Prozessluft
- Gleiche Filter wie bisher
- Weniger Energiekosten



Da nur wenig Wasser in den Wärmeräumen verdampft wird, ist die Prozessluft mit rund 8 g/kg nur schwach beladen, also immer noch trocken. (Vergleichbar mit 20°C Luft bei 55% Feuchte)

Pinch Analyse

	A) Ohne Umluft «naheliegende Lsg»	B2) mit Umluft, ohne WT
Aufwand	höher	Geringer (kein WT), nur Reg-Kanäle zusammenlegen
Komplexität	Geringer	Höher
Regelung	Wie bisher + Begrenzung der Luftvorwärmung auf 35°C	Frischlufanteil und Feuchte der Prozessluft
Frischlufanteil	100 %	Meist 35%, ab 25°C Aussen-T bis 100%
Abluft total [kg/s] Reg + Prozess	2.6	0.8 ... 2.6 (selten)
Verbleibende Abwärme	viel	geringer
Energie Einsparung im Prozess	gering	Höher
Abwärmennutzung zusätzlich nötig ?	Ja!! KVS oder WP auf HBA Lüftung	Optional WP, für HBA Lüftung oder sonstige Heizung

Pinch Analyse

Fazit

- **Variante mit Umluft: hohe Einsparung bei geringem Aufwand, einfach «testbar»**
- Bei Umluftvarianten ist die zusätzliche Abwärmenutzung eher optional
- Ohne Umluft ist zusätzliche Abwärmenutzung sehr wichtig, aber auch aufwändig
- Entfeuchtung Messen und Regeln! Trockner nicht manuell!
- Programm-Definition mit Feuchtwerten ergänzen

Pinch Analyse

Empfehlung Vorgehen für Variante **Umluft**:

- **1.** Prozessbedingungen genauer erkennen
ist wirklich ZWINGEND die Temperaturvorgabe relevant, und nicht die Trocknungsleistung?
- **2.** Trocknungskonzept in einem Raum testen, Erfahrungen gewinnen
- **3.** Restliche Wärmeräume umrüsten
- **4.** Abluft-Kanäle Regeneration zusammenführen
- **5.** Optional Wärmepumpe installieren: Wärmeschränke und HBA
Lüftung energetisch verbinden

Pinch Analyse

- **Mögliche Umsetzungspartner* (nicht veröffentlicht)**

Trocknungstechnik:

Steuerung: (Sensoren und Regelungstechnik):

-

Wärmerückgewinnung WP:

Wärmerückgewinnung KVS:

Lüftungskanäle:

- **Wichtig zu beachten:**

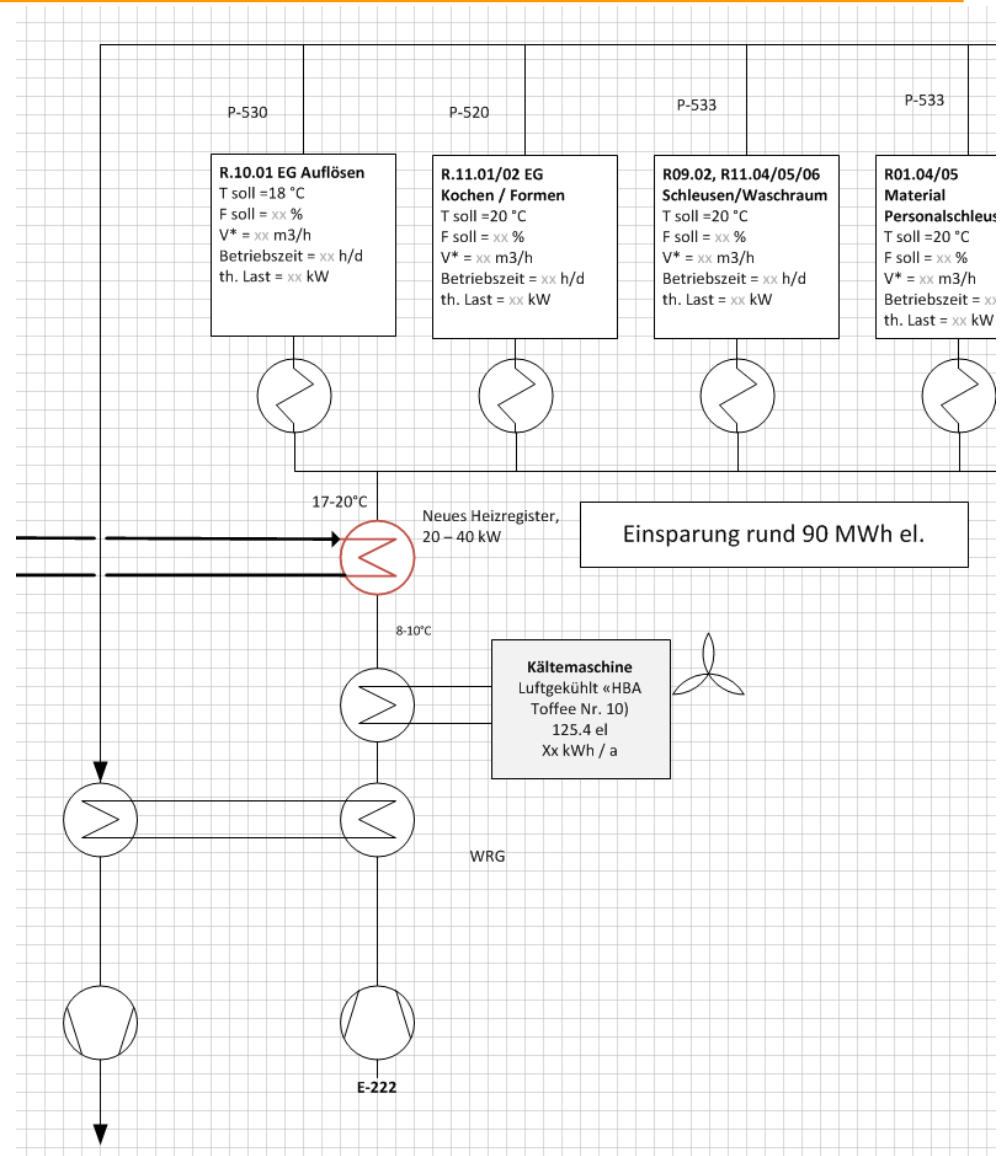
- Zertifizierung der Prozesse beibehalten
- Baubegleitung (keine falschen Luftanschlüsse mehr)

- **Umsetzungszeitraum:** raschmöglichst

Pinch Analyse

HBA Lüftung

- ganzjährig Wärmebedarf
- Zusätzliches WRG
Heizregister einbauen
vs. Register tauschen



Pinch Analyse

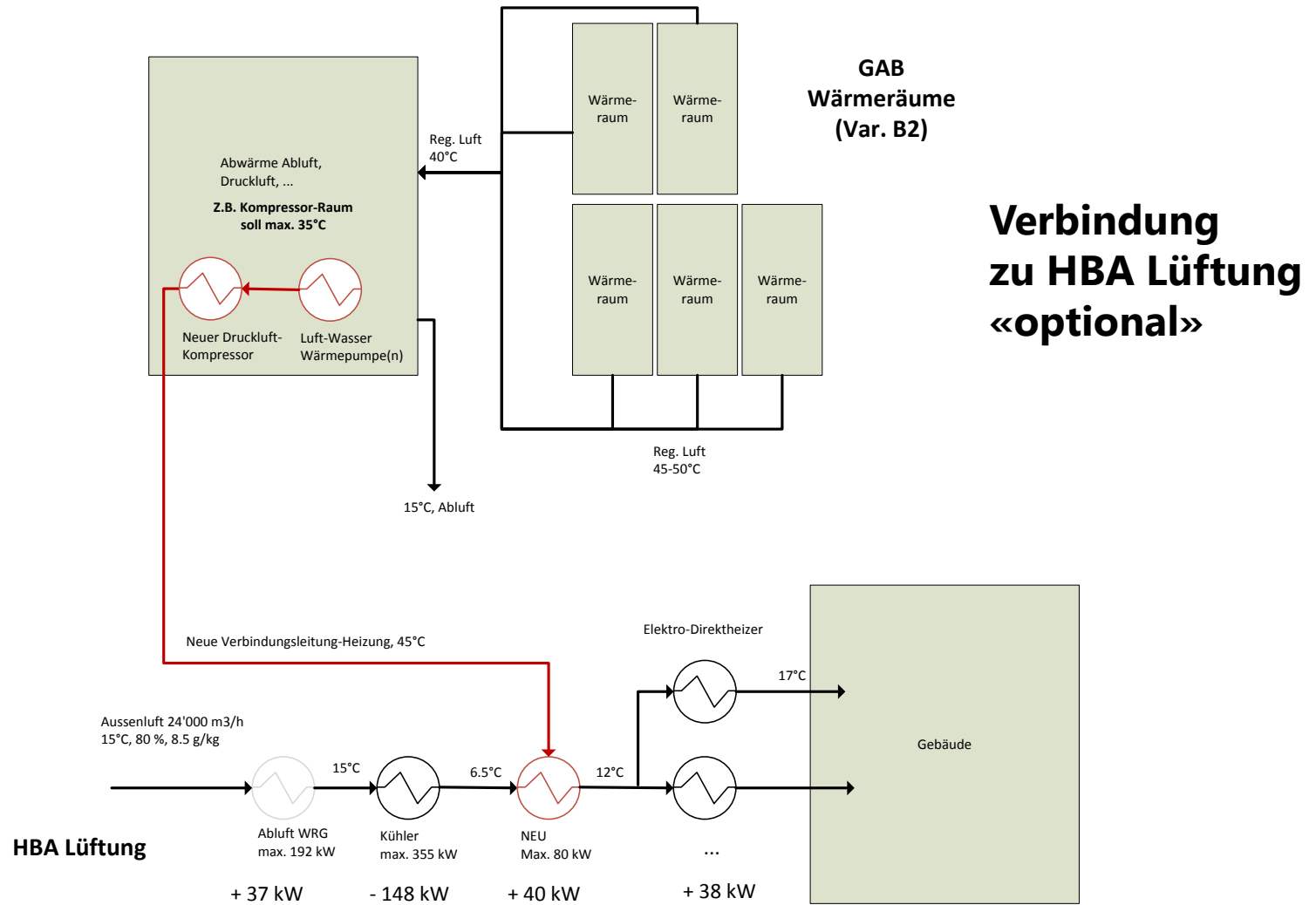
Vertauschen der Register teuer:

- Von Lieferant auf 70'000 CHF geschätzt -> Payback ca. 5 a
- Nur Empfohlen, wenn keine Verbindung zu GAB Wärmeräumen gemacht wird

Empfehlung: Zusatzregister, Abwärme von GAB Wärmeschränken verwenden

- GAB Wärmeschränke zuerst optimieren mit Umluft
- Zusatzregister einbauen lassen in HBA Lüftung (30 kCHF)
Niedertemperatur ca. 40°C
- Abwärme der GAB Wärmeschränke über eine Standard Luft-Wärmepumpe (ca. 40 kW th, ca. 10 kW el.) nutzen
- Verbindungs-Rohrleitung zwischen WP und HBA Lüftung
- Allenfalls auch die Abwärme der Druckluftkompressoren miteinbeziehen

Pinch Analyse



Pinch Analyse

Abwärmennutzung der Wärmeschränke für HBA Lüftung

- Rund 80 m Rohrleitungstrasse für Heizungsleitung
- Aufstellungsort Wärmepumpe? Innen / Aussen
- WP im Kompressor-Raum aufstellen?
- 45°C Abluft in Kompressor-Raum blasen ?
- WP kühlt den Raum dann
- Anderer «Pufferraum» möglich für GAB Abwärme?



Pinch Analyse

Mögliche Umsetzungspartner:

in Kombination mit Abwärmenutzung GAB Wärmeschränke und Heizungsbauer

Wichtig zu beachten:

- Zusätzliches Register darf nur geringen Druckverlust verursachen
- Soll-Feuchtwert für die Räume etwas höher einstellen (Kältemaschine schaltet später zu)
- Höhere Soll-Raumtemperatur ergibt **tiefer**e relative Feuchten
- Regelung prüfen lassen (Freigabezeiten WRG und Kältemaschine)
- Fall Registertausch: Baubewilligung vom Kt. Aargau, Behörden frühzeitig einbinden
- **Umsetzungszeitraum:** nach Wärmeraum Optimierung

Pinch Analyse



Pfannendunst-
leitungen

Abwärme Kochanlage & Entspannungsdampf



Kochanlage



Entspannungsdampf vom
überhitzten Kondensat

Pinch Analyse

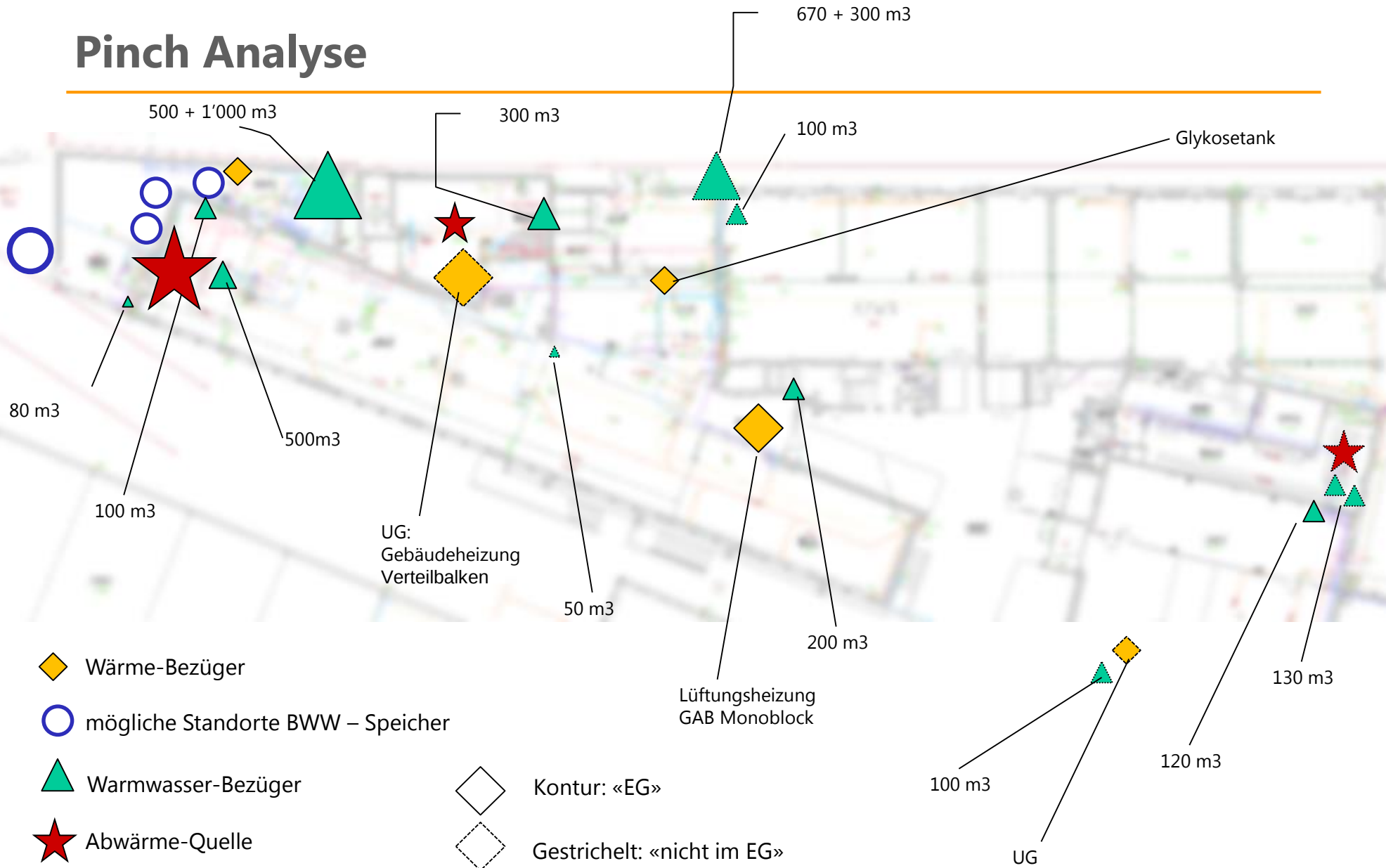
Nutzen BWW-Speicher allgemein:

- Energie- und Kostensenkung
- Reduktion Heizzeiten in den Reaktoren möglich
- Wassernetz nachträglich erweiterbar

Voraussetzung:

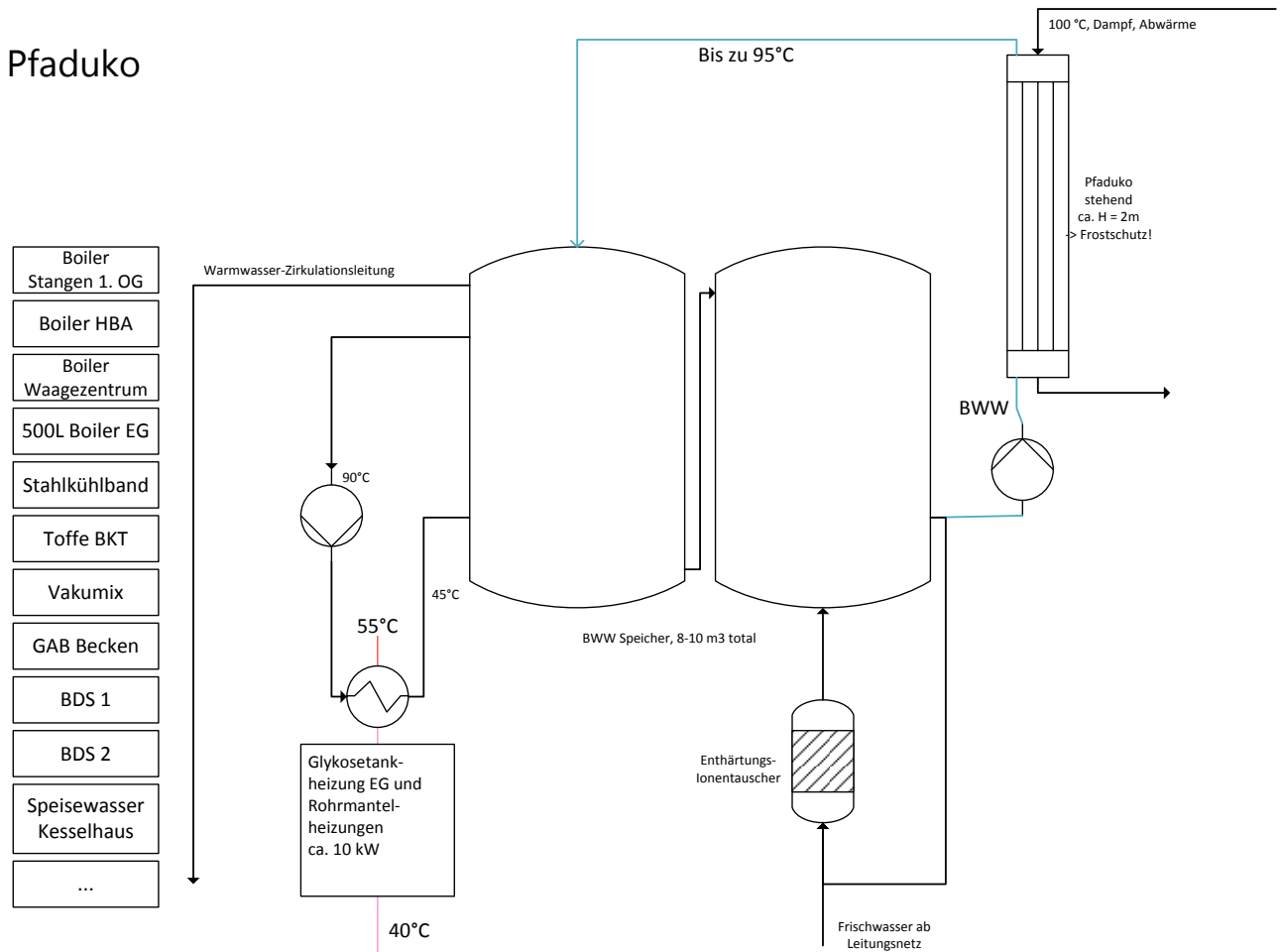
- Produktwasser weiterhin zu gutem Teil nicht AP-Wasser
- Auch sonst ähnlicher oder steigender BWB-Bedarf und Bezugsprofil

Pinch Analyse



Pinch Analyse

- Empfehlung: Variante **BWW mit Glykosetank-Heizung**
- mit Enthärtungsanlage
- BWW 95°C direkt durch Pfaduko



Pinch Analyse

Enthärtungs-Anlage:

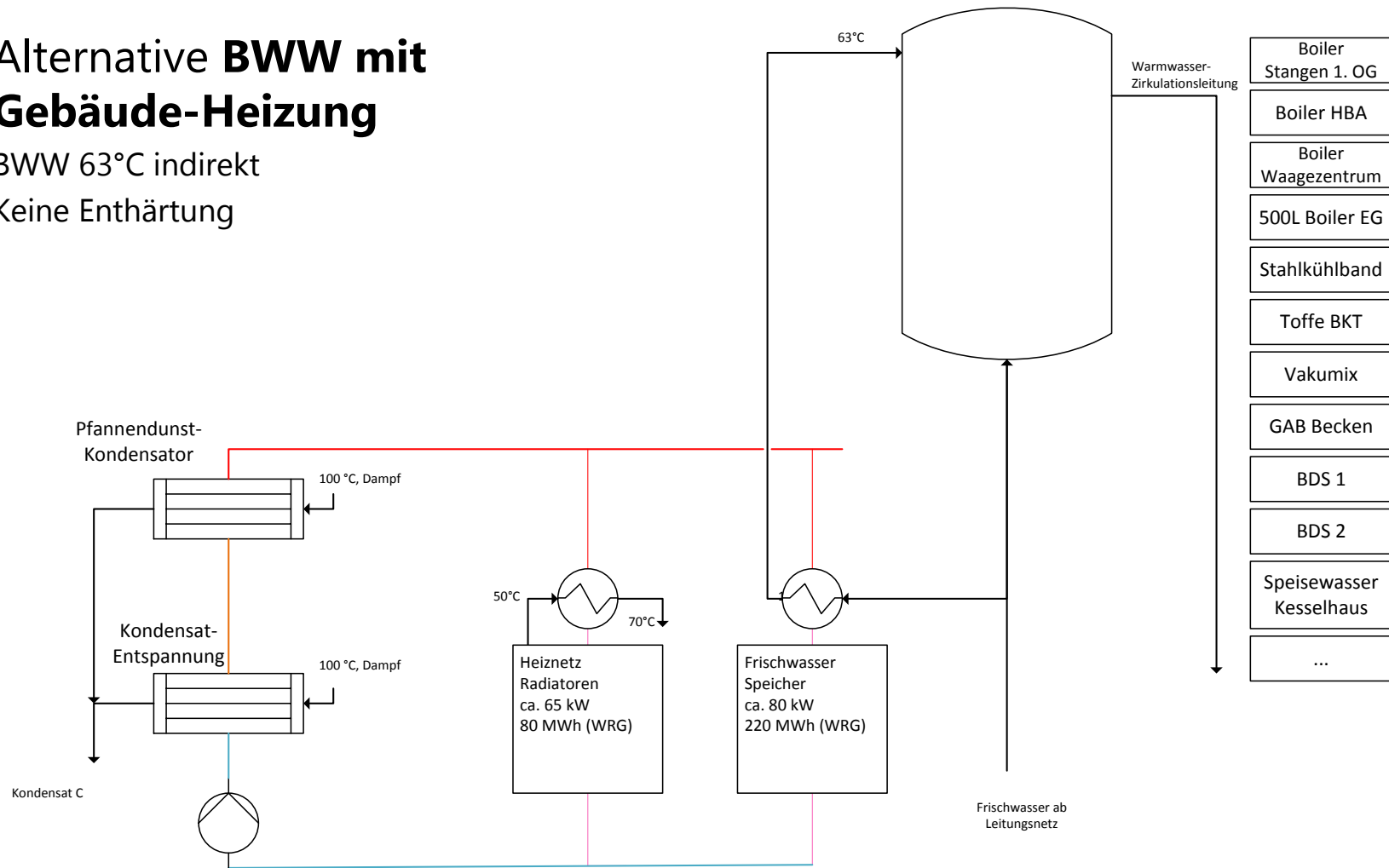
- Investition 8-10 kCHF gemäss Anlagenbauer
- Betriebskosten pro Jahr (Salz, Wasser, Strom, 1'500.– CHF)

Nutzen:

- Weniger Verkalkung
- Speicherladetemperatur ca. 95°C möglich statt nur 63°C
 - > keine Einbindung der Heizung in Abwärmekreis
 - > Zeiteinsparung in Reaktoren durch kürzere Aufheizzeit

Pinch Analyse

- Alternative **BWW mit Gebäude-Heizung**
- BWW 63°C indirekt
- Keine Enthärtung



Pinch Analyse

■ Entscheid

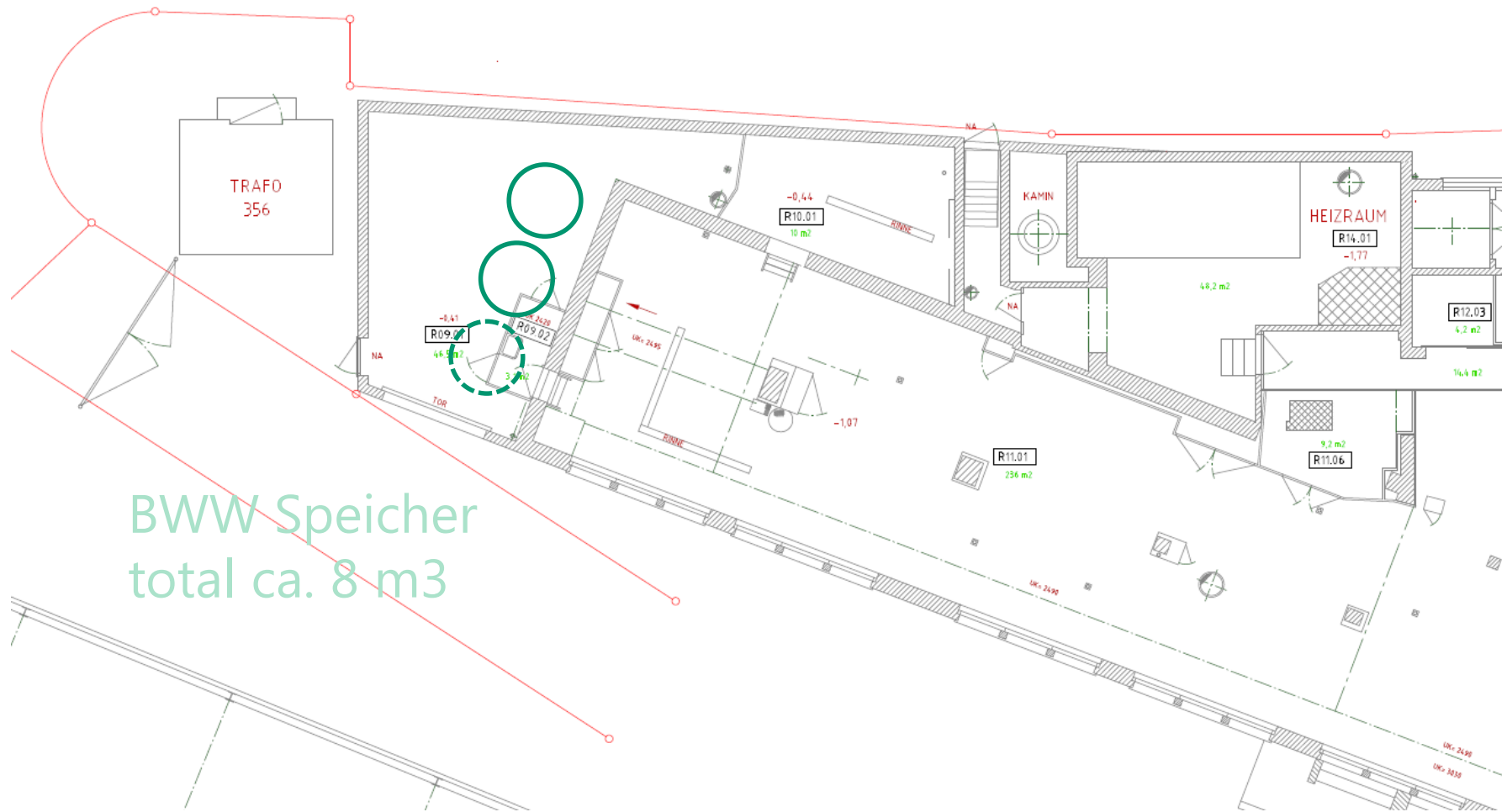
	BWW + Glykosetanks	BWW + Heizung
WW-Temperatur	Bis 95°C	Bis ca. 63°C
Enthärtungsanlage nötig	ja	nein
Neues WRG Netz	Nein (nur sehr klein)	Ja
Einbindung Entspannungsdruck Dampfnetz	nein	Ja
Einbindung Glykosetankheizung	ja	Eher nein
Vorteile	- Kürzere Distanzen - Optimierung Kesselhaus keinen Einfluss auf Payback - Günstiger, Wirtschaftlicher - weniger Kalkbelastung	- Bessere Ausnützung der Abwärme - Geringer Einfluss der «Wassermenge für Produkte» auf Wirtschaftlichkeit
Nachteile	- Enthärtungsanlage nötig (Salzbedarf) - weniger wirtschaftlich bei steigendem Anteil AP-Wasser	- Komplizierter - Höhere Investitionskosten, tieferer Payback

Pinch Analyse

	BWW + Glykosetanks	BWW + Heizung
Einsparung Energie BWW	220 MWh	210 MWh
Einsparung Heizung	0 MWh	120 MWh Öl
Einsparung Glykosetanks	60 MWh el.	0 MWh el.
Einsparung Kosten	~33'000 CHF / a	~35'000 CHF / a
Invest. Summe*	~150	~175
Payback	4.5 a	5.0 a

* Schätzung +/- 30 %

Pinch Analyse



Pinch Analyse

Wichtig zu beachten:

- Frostschutz Wärmetauscher auf Dach (z.B. Elektrobegleitheizung)
- Sorgfältige Planung BWB-Bezüge Verteilleitung -> bestehende Leitungen nutzen, Maximalbedarf bestimmen (L/s)
- Aufstellungsort der grossen Speicher
- bestehende Enthärtungsanlage nutzen?
- Mischarmaturen anbringen (Verbrühungsgefahr)

Umsetzungszeitraum: grösstenteils während Betrieb möglich

Pinch Analyse

- **Mögliche Umsetzungspartner (nicht veröffentlicht):**

Kondensatoren, Wärmetauscher:

Speicher:

Sanitär:

Heizungsplanung und Ausführung:

Pinch Analyse

Kesselhaus



- offenes Dampfsystem
- überhitztes Kondensat
- Kaminanlage Sulzer undicht

Pinch Analyse

Empfehlung

Vorliegendes Angebot von Lieferant umsetzen:

- Loos mit Eco Ausrüsten und **als Hauptkessel** betreiben (**Regelung**)
- Sulzer als Dampfspeicher (Brenner aus, Abschlämmung reduziert)
- Dämmungen der 100°C Oberflächen (Behälter, Rohrleitungen)
- Dämmen des Sulzer-Kessel an den leicht zugänglichen Flächen
- Wärme-Rückgewinnung Kondensat-Rücklauf

Pinch Analyse

- **Mögliche Umsetzungspartner (nicht veröffentlicht):**

Zu Beachten:

- Klumpenrisiko Loos-Heizschlange, bei Defekt 10 d Stillstand
- Zu tiefer Bedarf teilweise: Loos schaltet aus
- Reaktionszeit bei Spitzenbedarf: auch Schnelldampferzeuger braucht seine Zeit -> «Absterben des Zuckers»

- **Umsetzungszeitraum:**

2016

Pinch Analyse

Weitere kleinere Massnahmen I

Beschrieb	Invest.*	Einsparung*		Prio
*grobe Schätzung für entstehende Zusatzkosten	[CHF]	[CHF/a]	[MWh/a]	[-]
01 Druckluft Kompressor Entscheid Revision bestehende ODER Neuanschaffung -> bei Neuanschaffung grösserer modulierenden Kompressor mit WRG Möglichkeit -> WRG später nutzen für BWW Erwärmung (Boiler bereits im selben Raum) und evtl. für HBA Lüftung in Kombination mit Wärmepumpe	~5'000	0	0	1
02 GAB Wärmeschränke - Trocknungskonzept mit Temperaturen hinterfragen - Varianten Umluftbetrieb prüfen/testen	~5'000	0	0	1
03 Kesselhaus - Dampf-Bedarfsprofil erstellen über Messungen, Test's (Loos betreiben und Sulzer auf Standby als Dampf-Speicher nutzen), Schreiber über Öluhr - Falls Sulzer weiterbetrieben wird: Luftüberschuss optimieren lasse, Kamin abdichten	~2'000	~3'000	35	1
04 Lüftung HBA optimieren (Regelung) - Hauptlüftung HBA/Toffee WRG-Regelung prüfen und korrigieren lassen (Freigabezeiten WRG und Kältemaschine) WRG-Pumpe aus, wenn Kältemaschine läuft ausser wenn T_{Abluft} deutlich kleiner als $T_{\text{ausenluft}}$ Kältemaschine nicht freigeben, wenn Aussenfeuchte unter Grenzwert (z.B. 6 g/kg) - Sollwerte hinterfragen: Hohe Stufe: Zuluft 6 g/kg, 17°C Tiefe Stufe: Zuluft 7.6 g/kg, 17°C - Feuchte anheben und Zulufttemperatur im Sommer absenken z.B. 6.5 g/kg, 15°C (7 g/kg würde 23°C und 40% entsprechen) - Betriebszeit der tieferen Lüftungs-Stufe um 1 h/d ausdehnen	~2'000	~3'000	~20	2

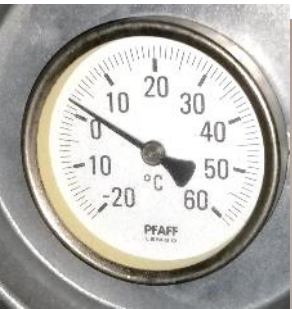
Pinch Analyse

Weitere kleinere Massnahmen II

Beschrieb	Invest.*	Einsparung*		Prio
*grobe Schätzung	[CHF]	[CHF/a]	[MWh/a]	[-]
05 Raumentfeuchtung „Stangen“ Sofortmassnahmen - Feuchtesensor installieren und mit Lüftung und Kältemaschine koppeln - Entfeuchter an Wasserablauf anschliessen	~2'000	~7'000	50	2
08 Vakuumringpumpe BKK - Wasserverbrauch reduzierbar bei gleicher Wirkung? - Abschaltung bei Nichtgebrauch? - Kann Wasser wiederverwendet werden (Verschmutzung?) - Sind noch weitere Bezüger an diesem Strang angeschlossen, sodass der hohe Verbrauch nicht allein der Vakuumherzeugung zugeordnet werden darf?	~0	~1'000	0	2
06 Kälteaggregat Aromakeller ersetzen Hat noch Wasserkühlung, neues Gerät oder Kühler an eine andere Kältemaschine anschliessen	~3'000	~1'000	0	3
07 Kompressoren Kühltunnel HBA - Entscheid ob Ersatz: läuft noch mit R22 - Abwärmenutzung vorsehen / Kombination mit Entfeuchtung „Stangen“ wäre ideal, da direkt oberhalb	~15'000	~2'000	15	3
08 Gebäudeheizung, Ersatz Ölheizung - Im Idealfall erst, nachdem übrige Massnahmen greifen und den Heizbedarf gesenkt haben – Überdimensionierung vermeiden - Kondensierenden Kessel verwenden, Heizkurve möglichst tief ansetzen -> Alternativ Abwasser-WP (bei heutigen Ölpreisen nicht wirtschaftlich)	~15'000			3
08 AP Anlage optimieren Verwurfswasser reduzieren Die AP-Anlage verwirft rund 320 m³ pro Jahr aufbereitetes Wasser in bester Qualität, welches für andere Zwecke verwendet werden könnte.	k.A.			3

Pinch Analyse

- Bsp Nr. 07: Kühltunnel HBA / R22 -> Entfeuchtungsbedarf Stangen
- Kombinieren!



Pinch Analyse

Mögliche Umsetzungsplanung?

2014	2015	2016	2017	2018
KMU-Check	Pinch Analyse	GAB Wärmeräume Test + Wahl Konzept	Abwärme Kochanlage Umsetzung Massnahme BWW-Netz ab Speicher	
	Dämmung Fassade «Stangen»	Abwärme Kochanlage Planung Massnahme	HBA Lüftung Umsetzung Massnahme inkl. AWN GAB	
	LED	GAB Wärmeräume Umsetzung Konzept + neuer Trockenraum	Neues Kälteaggregat Aromakeller	Ersatz Kälteanlage Kühltunnel R22
		Kesselhaus Umsetzung Massnahmen	Umsetzung Ersatz Heizkessel	Einbinden Abwärme des Kühltunnel z.B. in Entf. «Stangen»
		Entfeuchtung Stangen: Sofortmassnahmen	Revision/Ersatz Druckluft mit WRG	
		Lüftung HBA: Regelung optimieren		

Pinch Analyse

Fachliche Begleitung

- Detailkonzepte ausarbeiten (Luft- und Wassermengen, Leistungen, Temperaturen festlegen, Dimensionierung, Optimierung)
tlw. in Zusammenarbeit mit Unternehmer/Installateur
- Einholen vergleichbarer Unternehmerofferten; Vergabeempfehlung
- Umsetzungsplanung wo nötig
- Bauleitung / Baubegleitung
- Qualitätskontrolle / Q-Sicherung

Honorare

- 2 Tg/a in EnAW-Mandat, ohne Zusatzkosten
- Übrige Aufwändungen nach Aufwand mit Kostendach
(Schätzung: max 10% der Bausumme)

Herzlichen Dank !

- für Ihre Aufmerksamkeit
- die intensive Zusammenarbeit während diesem Jahr

Pinch Analyse

- Anhang

Pinch Analyse

Ausgangslage

- Ziel Vorgaben aus KMU-Check erfüllen
- 10 % Energieeinsparung
- Payback <4 a
- Datengrundlage Jahr 2014 -> ca. 1800 t Produkte

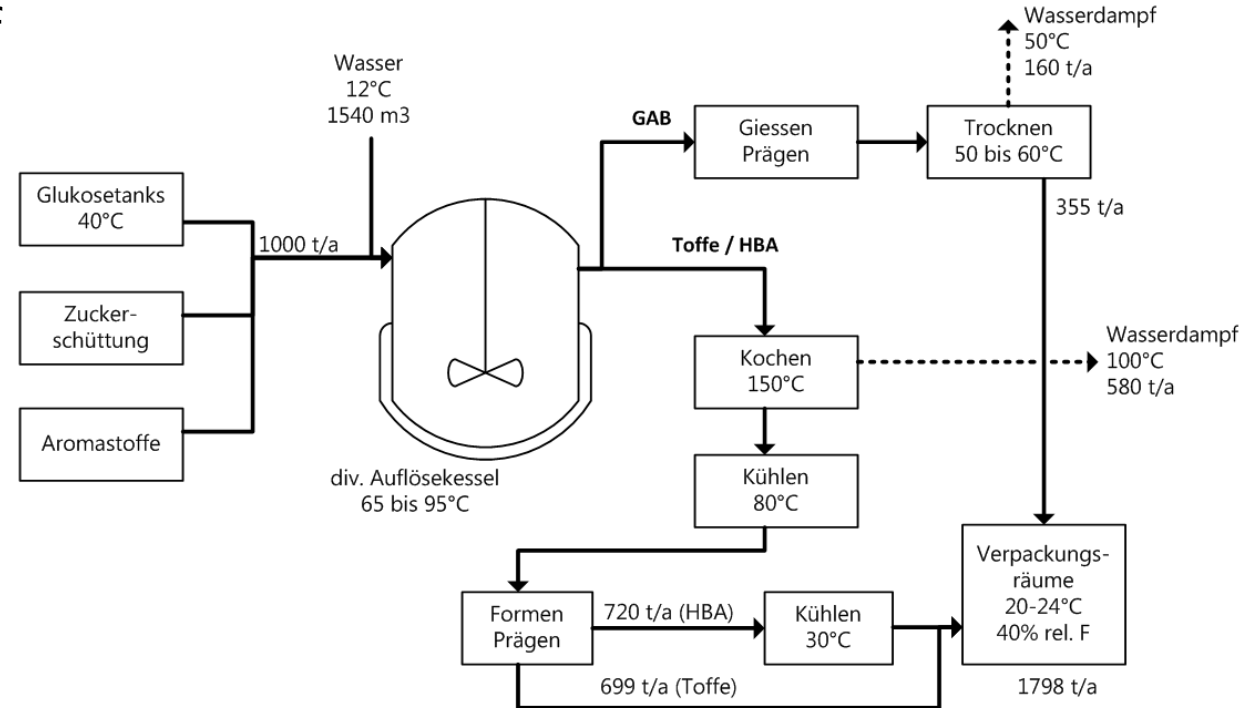
Energieträger	Verwendeter Preis	Verbrauch 2014	Kosten ca.
Strom	CHF 140 / MWh	2'560 MWh	360'000 CHF
Heizöl	CHF 80 / MWh	1'550 MWh	120'000 CHF
Wasser	CHF 1.15 / m ³ (inkl. Abwasser)	16'500 m ³	20'000 CHF
SUMME		4'060 MWh	~500'000 CHF

Pinch Analyse

Umgesetzte Massnahmen	▪ WRG der grössten Lüftung seit 2007 ▪ Klappe Druckluft Abwärme Winter/Sommer ▪ Optimierung CIP Reinigung, teilweise Wiederverwendung von Wasser
Projekte in Planung/Umsetzung	Derzeit in Planung oder Umsetzung befinden sich folgende Projekte: ▪ Erweiterung Wärmeräume ▪ Erweiterung AP-Anlage ▪ Fassadendämmung + neue Klimageräte für Abteilung Stangen (Ersatz altes Klimagerät mit R22) ▪ Enthärtungsanlage Wasser für Besprühung Kältemaschine ▪ Revision Druckluft-Kompressoren

Pinch Analyse

■ Produktionsablauf

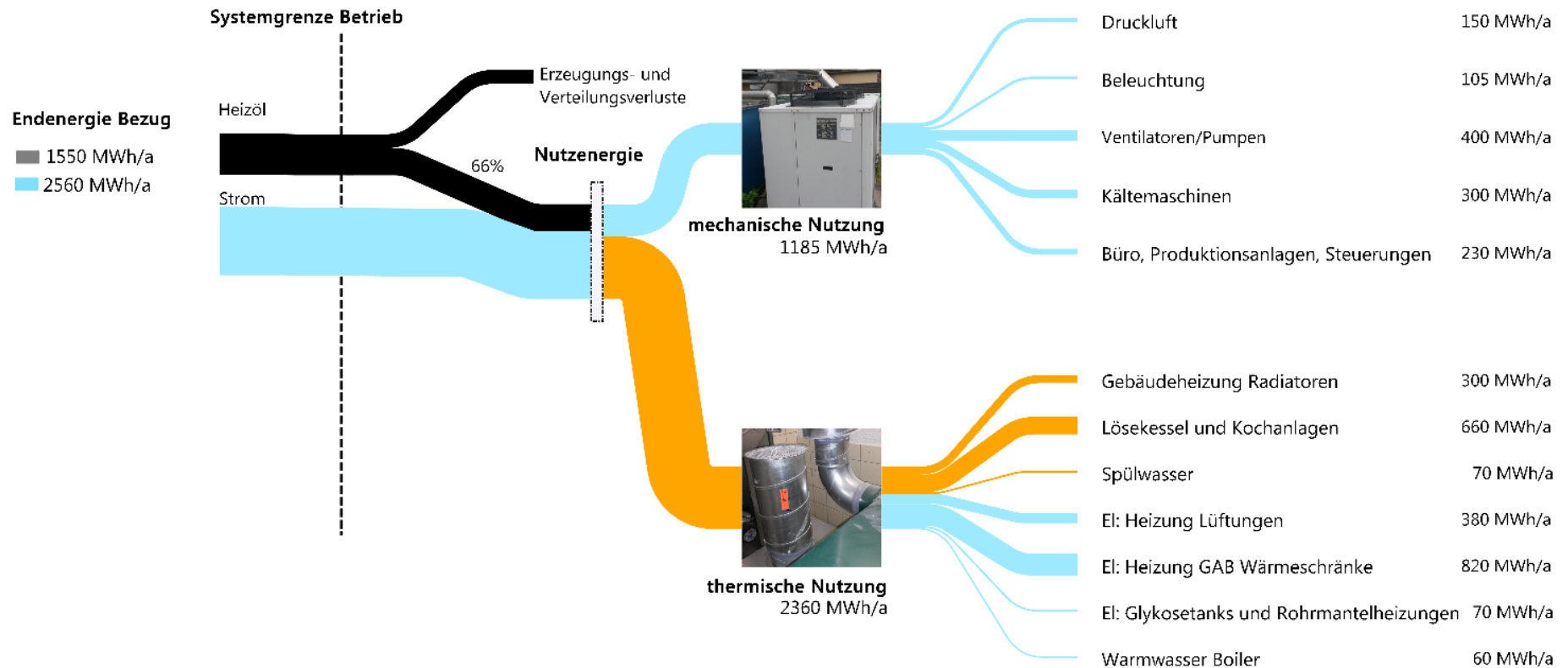


Stark vereinfachtes Ablaufschema der Produktion

- Der Produktionsablauf erfolgt Batchweise.
- **GAB:** Glukose, Zucker, Aromastoffe und Wasser werden gemischt, erhitzt und danach in Wärmeschränken weiterverarbeitet.
- **HBA/Toffe:** Glukose, Zucker, Aromastoffe und Wasser werden gemischt, erhitzt und danach über Kochanlagen eingedampft. Die Honigähnliche Masse wird geformt, gekühlt und in speziell klimatisierten Reinräumen verpackt.

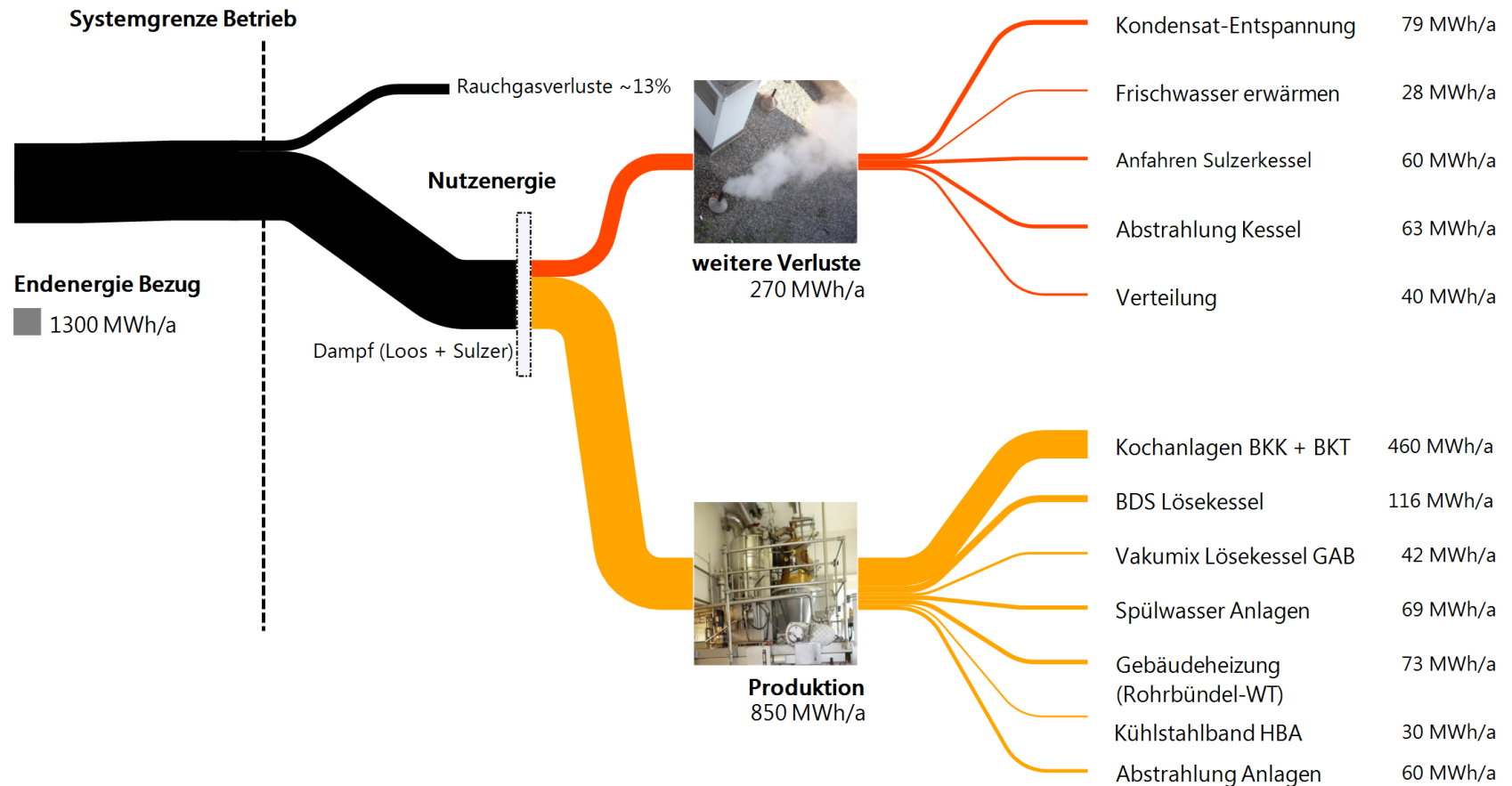
Pinch Analyse

■ Energieübersicht Strom und Heizöl



Pinch Analyse

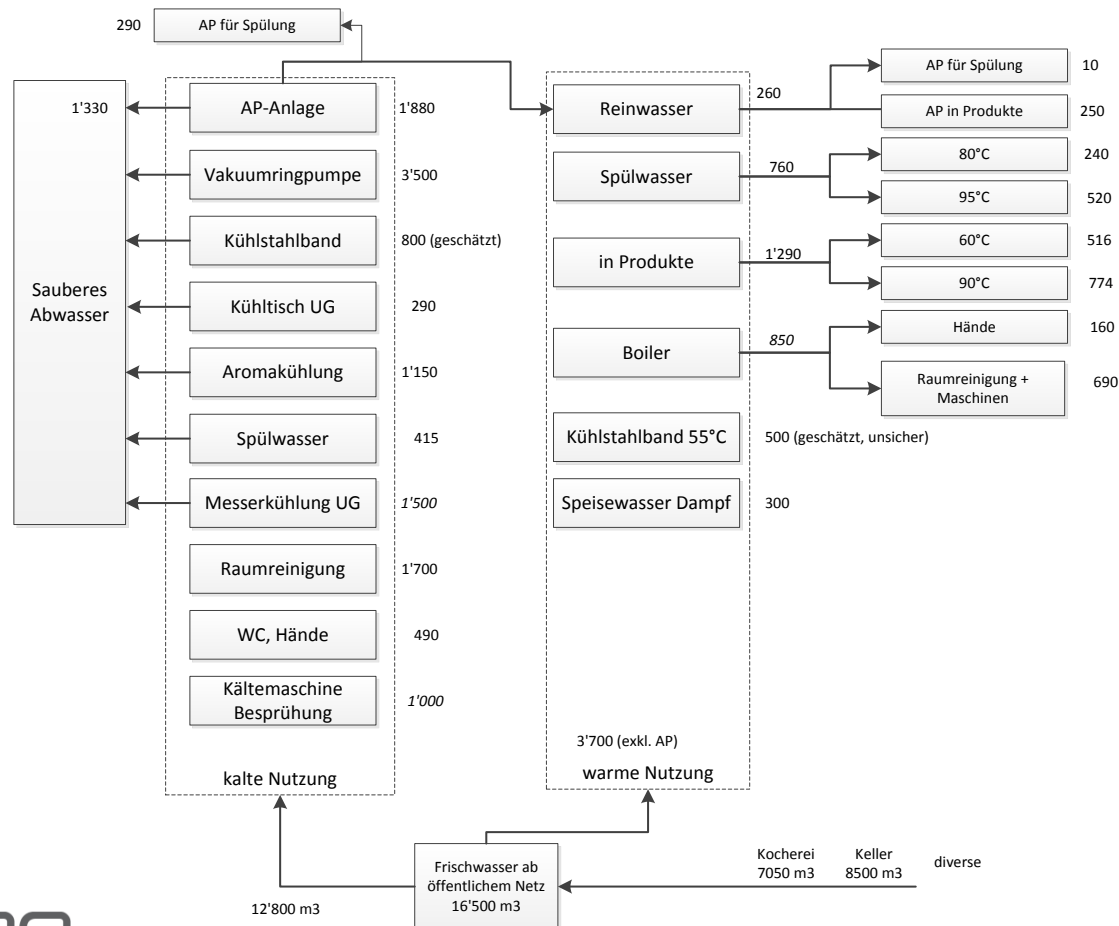
- Energieübersicht: Dampfnetz, ohne Heizölbrenner für Gebäudeheizung



Pinch Analyse

Wasser

- Tagesbedarf Mo – Do rund 60 m³/d, am Fr rund 100 m³ /d
- Geschätzte 30 – 40 m³/d werden nur sehr schwach verschmutzt und könnten wiederverwendet werden



Pinch Analyse

■ Prozessanlagen

Anlage	Typ	Medium	Betriebszeit h/a	Baujahr
BDS 1 und 2	Auflösekessel mit Mantelheizung	Dampf 9 bar	Je 3000	ca 1995
Vakumix	Auflösekessel mit Mantelheizung	Dampf 9 bar	2'000	ca 1995
BKT	Mantelkocher Toffee	Dampf 9 bar	2'000	1995
BKK	Spiralkocher HBA	Dampf 9 bar	1'500	1989
Kühlstahlband	Förderband	Kühlwasser / Dampf	3'500	1989
Kühlung HBA	Kühltunnel	Luft / R22	1'500	1989
GAB Wärmeschränke	5 Adsorptions- trockner	Strom	8'760	2001
Glukosetanks	2 Speicher tot 20 m ³	Wasser/Strom	8'760	1991

Pinch Analyse

■ Dampferzeugung

Anlage	Typ	Medium	Betriebszeit h/a	Baujahr
Sulzerkessel 500-1600 kW	Umlaufkessel mit Abschlammung, 5190 L	Trockendampf	4'400	1927
Loos, 300-1000 kW	Schnelldampferzeuger, chem. Wasseraufbereitung	Nassdampf	4'400	1994

■ Druckluft

Anlage	Typ	Medium	Betriebszeit	Baujahr
St 300, 30 kW	Scroll	Lebensmittelöl, luftgekühlt	5'600 h/a	ca. 2000
St 185, 18.5 kW	Scroll	Lebensmittelöl, luftgekühlt	5'600 h/a	ca. 2000
SRK 220, 22 kW	Scroll	Lebensmittelöl, luftgekühlt	5'600 h/a	ca. 2000

Pinch Analyse

■ Gebäudeheizung

Gebäudeteil	Typ	Medium / Quelle	Energiebedarf
Villa (Büro)	Radiatoren	Wasser / Strom	25 MWh
Werkstatt + 2. OG Büro	Radiatoren	Wasser / Heizöl	225 MWh
1.OG + altes Büro	Radiatoren	Wasser / Dampf	75 MWh
EG	Lüftung HBA	Elektro-Direkt	260 MWh
GAB 1. OG	Lüftung GAB	Glykol / Strom	55 MWh

Pinch Analyse

■ Lüftungen

Anlage	Typ	Medium	Betriebszeit h/a	Baujahr
HBA/Toffee 25'000 m³/h 16'600 m³/h	H K E ohne UL	Kältemaschine 350 kW, R407c WRG 192 kW, 25% Glykol div. Elektro-Lufterhitzer 118 kW	8'760	2007
GAB 8'400 m³/h 5'080 m³/h	H E 60% UL 40 % FL	Kältemaschine 80 kW, R407c Heizregister 53 kW, 25% Glykol ohne WRG	8'760	2004
Stangen Max. 5000 m³/h	K E 100% UL	Kühlregister 50 kW, zum Entfeuchten	8'760 (ungeregelt)	2008

H Heizen, K Kühlen, E Entfeuchten, UL Umluft, FL Frischluft

Pinch Analyse

■ Produktions- und Absatzmengen 2014

	~ Ansatz- [t/a]	~ Endprodukt- [t/a]	Verdampftes Wasser [t/a]	Zucker resp. Glykose [t/a]	Wasser im Ansatz [t/a]	Produkt- Massenstrom [kg/h]	Voll-Last-h/a
GAB	525	355	163	192	326	800	450
HBA mit Zucker	413	303	112	189	226	600	500
HBA ohne Zucker	619	417	202	258	361	600	700
Toffe EG	995	699	256	349	606	400	1750
Toffe UG	35	25	10	12	23	192	125
Summe	2587	1798	744*	1001	1541		

*Wasser in der GAB wird nicht abgekocht sondern über Wärmeräume verdampft

Pinch Analyse

■ Verwendete Stromtabelle

Es wurden auf dem ganzen Areal potentiell nutzbare Ströme aufgenommen, untersucht und modelliert. Eine Übersicht befindet sich im Anhang 1. Aufgrund der prozessbedingten hohen Anforderungen an das Raumklima wurden insbesondere auch die Lüftungen und Heizungen mitbetrachtet. Folgende Ströme stellten sich im späteren Verlauf der PinchAnalyse als sinnvoll nutzbar heraus und wurden in die Modellierung mitaufgenommen.

Name	Hot/Cold	Tin [°C]	Tout [°C]	Fluid	Leistung [kW]	Betriebszeit [h/a]	Energie [MWh]	Kommentar
Rauchgas Kesselhaus (Softstream)	Hot	240	130	Rauchgas	36.3	2'200	80	
Druckluft-Kompressoren, ölgekühlt	Hot	90	60	Öl	21.4	5'600	120	
Abwasser Allgemein				Abwasser	27.0	8'700	235	
Kondensator Kältemaschine HBA-Lüftung	Hot	57	33	R407C	91.0	2'886	263	
Pfannendunst HBA/Toffee	Hot	100	12	Water	122.0	3'300	403	
Brügendampf Entspannung Kondensat	Hot	100	12	Water	17.9	4'410	79	
Warmwasserbedarf 60°C	Cold	12	60	Water	56.1	2'940	165	
Warmwasserbedarf 95°C	Cold	60	95	Water	23.8	2'940	70	
Notheizung Produktion ab Dampferzeuger	Cold	50	75	Water	104.2	720	75	Schätzung
Heizung GAB (Durchlauferhitzer hydr.)	Cold	40	60	Water	11.5	4'200	48	
Raum Heizung Produktion: Radiatoren	Cold	50	75	Water	62.5	3'600	225	
Glykosetankheizungen ohne UG	Cold	45	55	Water	9.0	8'700	78	Erhöhter Bedarf, da Temp.erhöhung möglich
Lüftung: Entfeuchtung/Heizung HBA: 1. Stufe	Cold	14.1	17	HumidAir	21.1	5'040	106	
Lüftung: Heizung HBA: Zusatzstufen	Cold	12.25	18	HumidAir	42.0	3'696	155	
GAB Var_Umluft: Aussenluft in								Annahme: Trocknungsprozess vorgängig optimiert
Wärmeräume (für Reg) Winter	Cold	4	25	HumidAir	15.9	3'696	59	
GAB Var_Umluft: Abluft								
Wärmeräume (20%FL + Reg)	Hot	40	10	HumidAir	63.9	8'700	556	
GAB Var_Umluft: Prozessluft								
Wärmeräume Nachheizung	Cold	50	56	HumidAir	11.2	8'700	97	
GAB Var_Umluft: Aussenluft in								
Wärmeräume (für Reg) Sommer	Cold	17	25	HumidAir	6.0	5'040	30	

Pinch Analyse

■ Komplette Stromtabelle

Name	Hot/Cold	Tin [°C]	Tout [°C]	m [kg/s]	Cp [kJ/(kg*K)]	Phase Change [kJ/kg]	α [W/(m²*K)]	Pressure [bar(a)]	CP [kW/K]	ΔH [kW]	Fluid	Humidity Ratio In [kg/kg]
Rauchgas Kesselhaus (Softstream)	↗	240	130	0.3257	1.0133	-	50	-	0.33	36.3	Simple	-
Rauchgas Ölbrenner, kondensierend auf 40°C (Taupunkt 47°C)	↗	130	40	0.0822	1.0133	-	50	-	0.08	7.5	Simple	-
Abluft Wärmeräume und Regenerationsluft gemischt (50°C, 15%)	↗	50	10	2.6	1.1623	-	-	1	3.02	120.88	HumidAir	0.01
Druckluft-Kompressoren, ölgekühlt	↗	90	60	0.1699	4.1997	-	2000	-	0.71	21.4	Simple	-
Raumklima:Entfeuchtung Stangen	↗	20	9	1.8002	1.01	-	50	-	1.82	20	Simple	-
Hartbonbons durch Kühltunnel R22 inkl. Überhitzung (unklar ob Produktstrom, Luft oder Kältemittel nehmen)	↗	47	30	0.12	10.9298	-	-	16	1.31	22.3	R407C	-
Abwasser Allgemein (berücksichtigt teilweise auch die Kühltische und das Kühlstahlband)	↗	24	12	0.5354	4.2022	-	50	-	2.25	27	Simple	-
Kondensator Kältemaschine HBA-Lüftung	↗	57	33	0.475	7.9972	-	-	16	3.8	91.17	R407C	-
Abluft GAB Makat Abzugsauße	↗	30	18	0.7402	1.0133	-	50	-	0.75	9	Simple	-
Pfannendunst HBA/Toffee	↗	100	12	0.0465	29.8346	-	-	1	1.39	122.08	Water	-
Pfannendunst Toffe UG	↗	100	12	0.013	29.8346	-	-	1	0.39	34.13	Water	-
Entschlammung Sulzerkessel + Spülung Loos	↗	100	12	0.1936	4.2084	-	2000	-	0.81	71.68	Simple	-
Brühdampf Entspannung Kondensat	↗	100	12	0.0068	29.8346	-	-	1	0.2	17.85	Water	-
GAB Kältemaschine Rückkühlung	↗	45	30	0.31	12.241	-	-	16	3.79	56.92	R407C	-
AP Wasser in BDS Auflösekessel	↗	20	90	0.3597	4.2095	-	2000	-	1.51	106	Simple	-
Warmwasserbedarf 60°C (Waschen, Spülen, Speisewasser und Produkte)	↗	12	63	0.274	4.2138	-	2000	1	1.15	58.88	Water	-
Warmwasserbedarf 95°C (Waschen, Spülen, Speisewasser und Produkte)	↗	63	95	0.1772	4.1969	-	2000	-	0.74	23.8	Simple	-
Notheizung Produktion ab Dampferzeuger	↗	50	75	0.9901	4.2099	-	2000	-	4.17	104.2	Simple	-
Lüftung: Entfeuchtung ""Stangen""	↗	10	20	1.9738	1.0133	-	50	-	2	20	Simple	-
Heizung GAB (Durchlauferhitzer hydr.)	↗	40	60	0.1363	4.2182	-	2000	-	0.57	11.5	Simple	-
Prozessluft Wärmeräume Nachheizung	↗	40	56	1.85	1.0133	-	50	1	1.87	29.99	HumidAir	0.005
Aussenluft in Wärmeräume (für Reg und Prozess)	↗	10	25	2.6	1.0133	-	50	1	2.63	39.52	HumidAir	0.005
Heizung Villa: Radiatoren	↗	50	60	0.1471	4.2159	-	2000	-	0.62	6.2	Simple	-
Raum Heizung Produktion: Radiatoren	↗	50	75	0.5938	4.2099	-	2000	-	2.5	62.5	Simple	-
Glykose tankheizungen ohne UG	↗	35	40	0.3791	4.2204	-	2000	-	1.6	8	Simple	-
Glykose in BDS Auflösekessel/Vakumix für HBA, GAB und Toffe EG	↗	38	95	0.089	1.26	-	150	-	0.11	6.39	Simple	-
Glykose tankheizungen UG	↗	35	40	0.064	4.2204	-	2000	-	0.27	1.35	Simple	-
Stahlkühlband-Heizung HBA	↗	50	55	0.2276	4.2176	-	2000	-	0.96	4.8	Simple	-
Lüftung: Entfeuchtung/Heizung HBA: 1. Stufe	↗	14.1	17	7.2	1.0133	-	50	-	7.3	21.16	Simple	-
Lüftung: Heizung HBA: Zusatzstufen	↗	12.25	18	7.2	1.0133	-	50	-	7.3	41.95	Simple	-

Pinch Analyse

- WRG Potential
via Software PinCH 2.0

Modelltiefe	Spar-Potential direkte WRG [MWh/a]	Spar-Potential mit Speicher [MWh/a]
Nur wichtigste Prozesse	920	1'100
Erweitertes Potential	1'100	1'300

- ! Zahlen nur WRG, ohne Zusatzmassnahmen, Prozessoptimierungen ect.
- 920 MWh -> ca. 25 % -> ca. 115'000.– CHF
- Die Abwärme kann meistens vollumfänglich in die Prozesse eingebunden werden: Klarer Fokus auf direkte Wärmeübertragung ohne Speicherung
- Pufferspeicher im Stundenbereich federt Spitzen ab und erhöht die Wahrscheinlichkeit, obige Ziele zu erreichen
- Tages/Nacht-Speicher macht nur für Gebäudeheizung in der Übergangszeit und allenfalls für die Luftentfeuchtung in den Sommernächten Sinn
- Pufferanlage für Warmwasserbereitung macht Sinn, damit immer eine Wärmesenke bereitsteht

Pinch Analyse

■ WRG Potential via Software PinCH 2.0

Zwischenfazit

- Es besteht ein Einsparpotential von rund 25 % des Gesamtenergieverbrauchs
- Vom vorhanden WRG-Potential könnten im Winter rund 97% und in der Übergangszeit rund 88% ohne Speicher ausgeschöpft werden.
- zusätzliches Potential für Nacht- und Wochenend-Speicher im Sommer/Übergangszeit rund 200 MWh, es müssen aber weitere Abwärmequellen und Verbraucher angeschlossen werden

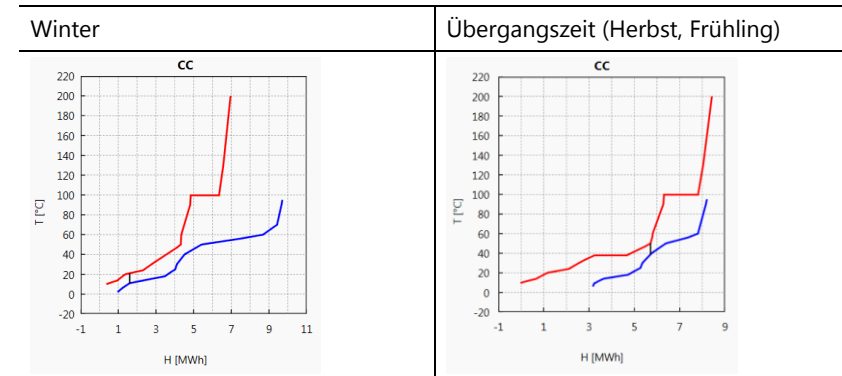


Abbildung oben: TAM über 24h an einem Produktionstag. Die überlappenden Bereiche der blauen und roten Kurve zeigen das tägliche WRG-Potential im Falle einer perfekten Speicherung.

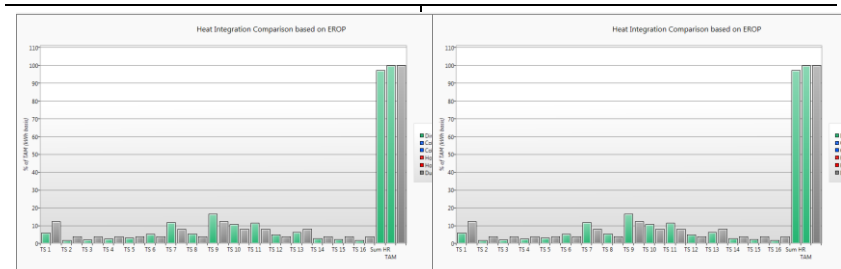


Abbildung links: 97 % des Abwärmepotentials direkt nutzbar (ohne Speicherung)

Abbildung rechts: 88 % des Abwärmepotentials direkt nutzbar (ohne Speicherung): 4.5 MWh/d

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Keine Abwärme Überschüsse vorhanden | <ul style="list-style-type: none"> ■ Der Heizbedarf über das Wochenende könnte mit einem Speicher abgedeckt werden. |
|---|--|

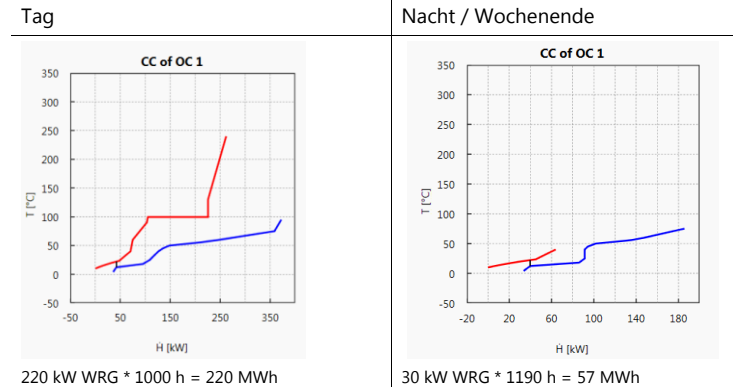
Pinch Analyse

■ Composite Curves

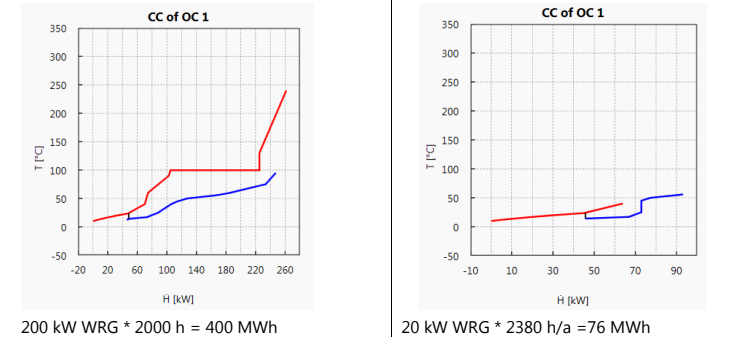
Folgende Composite Curves zeigen den Fall

- dass nur die wichtigsten Wärmequellen und Senken betrachtet werden
- dass die GAB Trocknungsräume vorangehend auf Umlufttrocknung optimiert wurden!

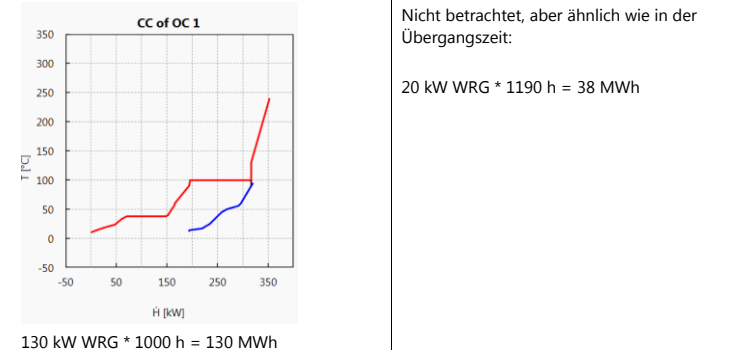
Winter



Frühling/Herbst



Sommer



Pinch Analyse

■ Wichtigste Strombezüge 2014

	Leistung [kW]	Betrieb [h/a]	Verbrauch [MWh/a]
Lüftungssystem HBA / Toffee			
Heizregister HBA TOFFE: Auflösen 201E1	6.5	1'450	9.4
Heizregister HBA TOFFE: Kochen 251E1 STUFE 1	22.7	7'280	165.3
Heizregister HBA TOFFE: Kochen 251E1 STUFE 2	22.7	600	13.6
Heizregister HBA TOFFE: Kochen 251E1 STUFE 3	22.7	200	4.5
Heizregister HBA TOFFE: Schleusen 301E1	5.8	310	1.8
Heizregister Schleusen UG R01.04/05	2.0	350	0.7
Heizregister Primärverpackung UG R01.02/03 STUFE 1	12.0	7'080	85.0
Heizregister Primärverpackung UG R01.02/03 STUFE 2	12.0	600	7.2
Heizregister Primärverpackung UG R01.02/03 STUFE 3	12.0	200	2.4
Kältemaschine Lüftung EG/UG 2007 (HBA Toffee)	125.4	1'100	137.9
Zuluftventilator, 1. Stufe	6.2	3'937	70.8
Zuluftventilator, 2. Stufe	18.0	4'823	17.8
Abluftventilator, 1. Stufe	3.7	3'937	47.2
Abluftventilator, 2. Stufe	12.0	4'823	57.9
Pumpe WRG Kreislauf	1.5	7'149	10.7
Ventilatoren Kältemaschine Rückkühlung	13.2	1'320	17.4
			-
			-
Lüftungssystem GAB			148.5
Hauptventi 1. Stufe (tiefer)	2.0	5'200	10.4
Hauptventi 2. Stufe	6.0	3'560	21.4
Zuluft Transport Vent 1400 m3/h	0.9	8'760	7.9
Fortluft venti	0.5	8'760	4.4
GAB Kälteanlage 2004	35.0	1'000	35.0
Heizregister GAB (Umluft Monoblock, Durchlauferhitzer)	42.0	1'600	67.2
GAB 2 weitere Heizregister	11.5	200	2.3
Pumpe Heizung	0.3	8'000	2.0
Ventilatoren Kältemaschine Rückkühlung	3.3	1'200	4.0
			-
Lüftungssystem Stangen			110.0
Umluftventilator ca. 5000 m3/h	2.0	8'760	17.5
Heizregister Stangen (Elektroöfeli)	20.0	2'000	40.0
Stangen Pactec Kältemaschine	21.0	2'500	52.5

	Leistung [kW]	Betrieb [h/a]	Verbrauch [MWh/a]
Lüftungssystem Stangen			110.0
Umluftventilator ca. 5000 m3/h	2.0	8'760	17.5
Heizregister Stangen (Elektroöfeli)	20.0	2'000	40.0
Stangen Pactec Kältemaschine	21.0	2'500	52.5
			-
Trocknungsräume GAB: im Mittel seit 2001/02			886.9
			-
Trocknungsräume Lüfter (Wärmeschränke)			64.6
Wärmeschränke (Adsorptionstrockner)			461.1
Zusatzheizungen Wärmeschränke			261.2
Heizöfeli vor den Trocknern	20.0	5'000	100.0
			-
Druckluft	70.5	2'150	151.6
Beleuchtung	30.0	3'500	105.0
Reinwasseranlage	13.5	2'000	27.0
			-
Durchlauferhitzer Boiler 45°C			82.8
Boiler 13: Glykose Leitungsmantel	3.7	8'760	32.4
Boiler 14 Glykose BDS	4.4	8'760	38.5
Boiler 17: Toffee Kochen	1.4	8'760	11.8
			-
Boiler für Warmwasser 70°C			57.9
HBA Eingang	6.5	1'950	12.7
HBA Reinwasser	3.0	1'500	4.5
Stangen CAM	6.7	500	3.4
Stangen Pactec	4.0	120	0.5
ZDA	6.0	1'300	7.8
Waagezentrum	4.0	1'600	6.4
BTM Wandboiler	3.0	2'000	6.0
BTM Standboiler	3.6	750	2.7
übrige Boiler	14.0	1'000	14.0
			-
HBA Produktionsanlage			78.2
BKK Kochanlage	34.8	1'450	50.5
Kühltunnel	60.0	250	15.0
Prägeanlage	31.8	400	12.7