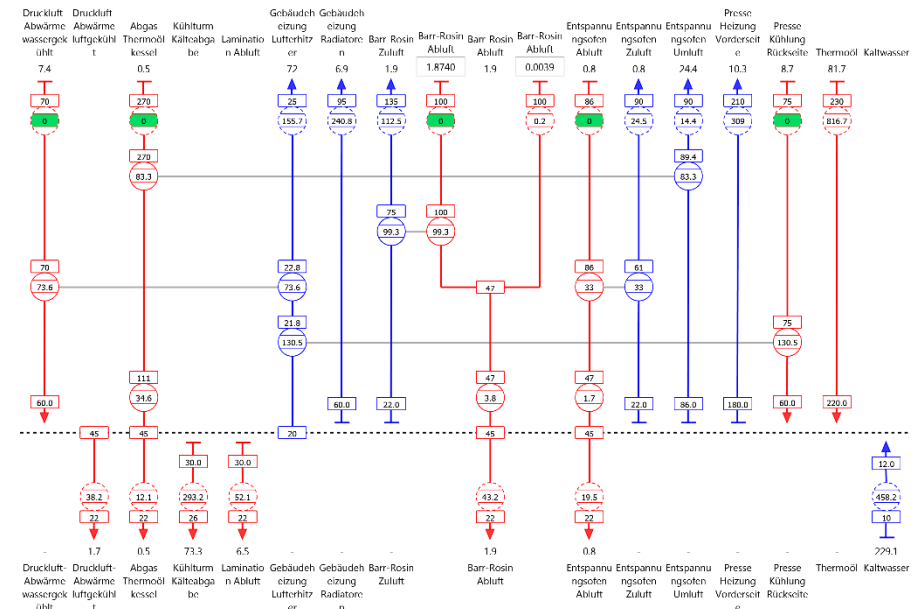
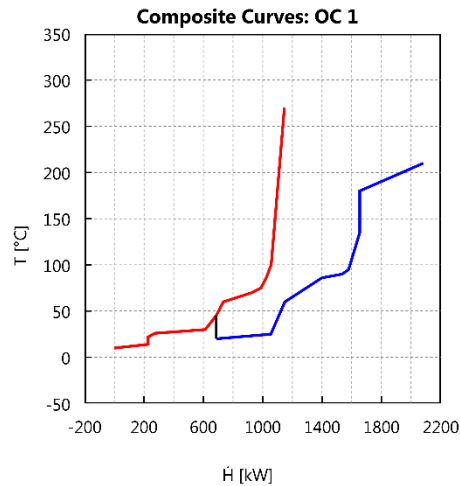


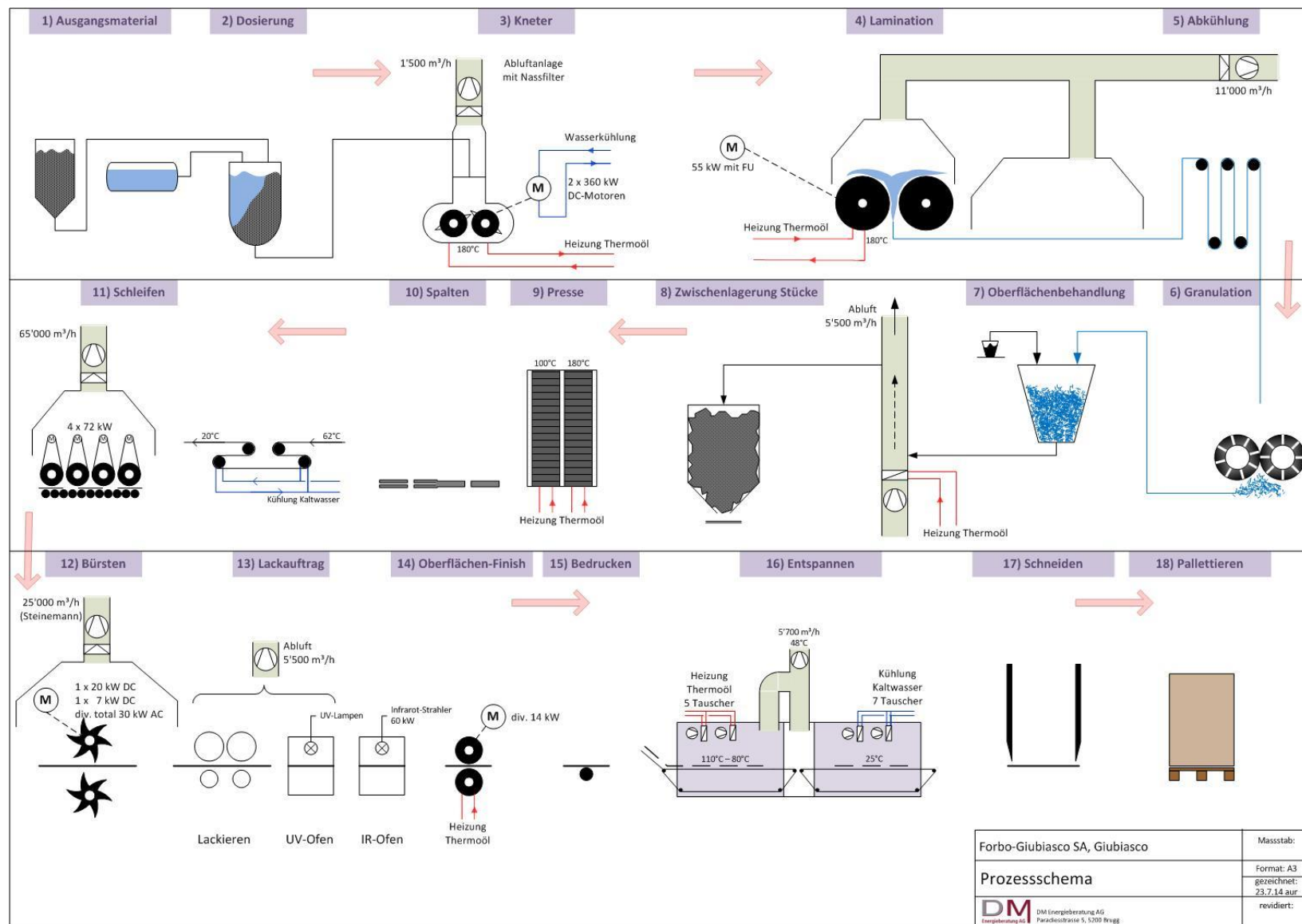
Pinch-Analyse 2014



Forbo-Giubiasco SA
Projektabschluss 4.12.2014

Ausgangslage

- Durch das BFE finanzierte Grobanalyse im Jahr 2012:
 - Geschätztes Einsparpotenzial von 700 MWh durch Abwärmenutzung (bei einem Heizölverbrauch 5'100 MWh).
 - Viele weitere Massnahmenideen zur Vermeidung von Wärmeverlusten.
- Start eines Pinch-Projektes mit drei Teilbereichen:
 - Energieanalyse: Anteile am Heizölverbrauch der verschiedenen Prozessanlagen bestimmen.
 - Betriebsoptimierung für Infrastruktur- und Prozessanlagen
 - Optimale Abwärmenutzung mit PinCH-Tool bestimmen



Umgesetzte Massnahmen

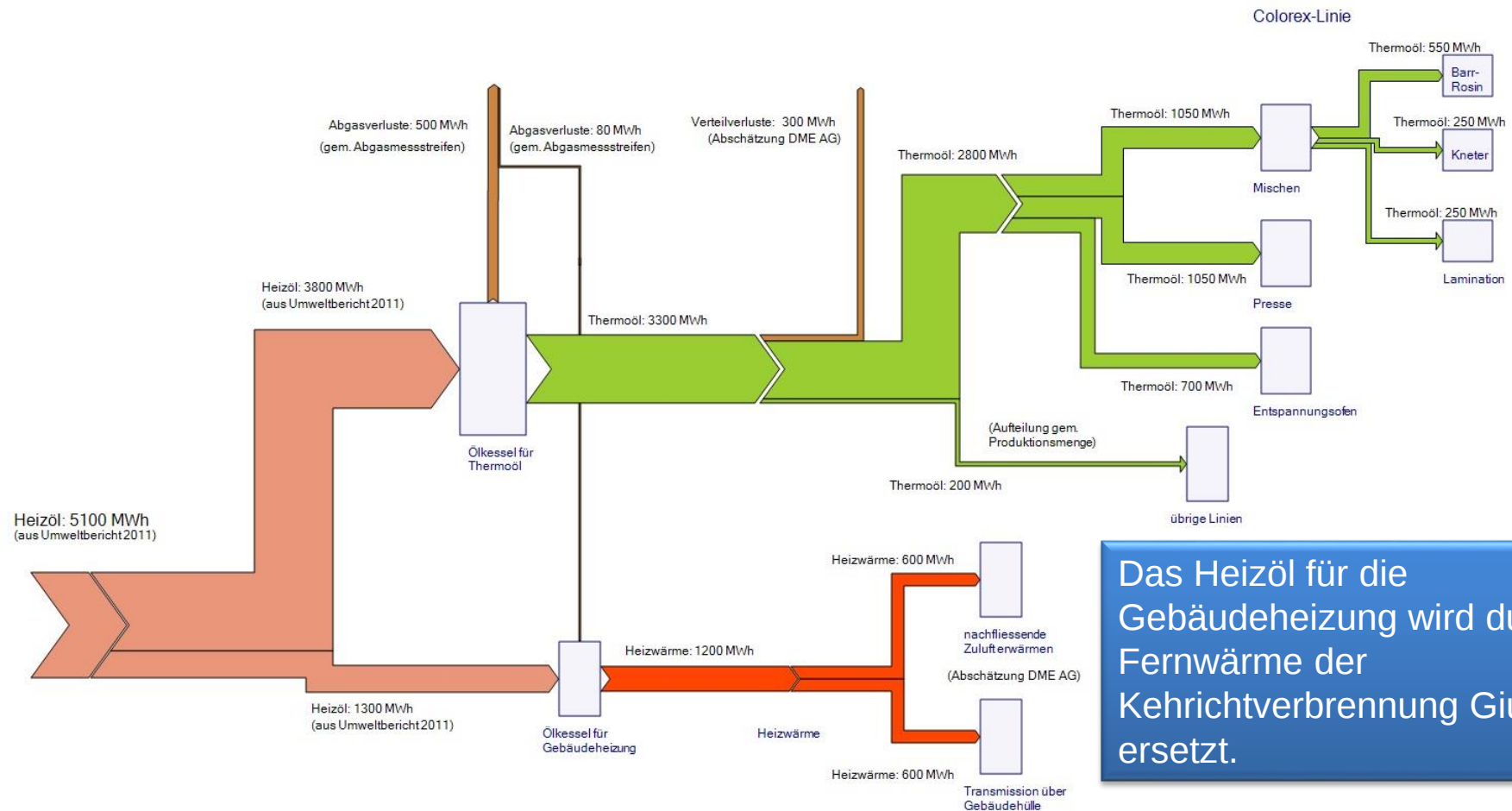
Seit der Grobanalyse wurden bereits umfangreiche Dämm-massnahmen und einige Prozessverbesserungen durchgeführt.

- Kesselfronten und Rückseiten gedämmt
- 3 grosse und ca. 50 kleinere Armaturen gedämmt
- Thermoöl-Verteiler unter der Presse gedämmt
- Temperatur Entspannungsofen reduziert
- Temperatur Presse reduziert
- Vorlauftemperatur des Kältenetzes leicht erhöht
- kleinen Druckluftkompressor für Nacht und Wochenende beschafft.

Phase 1: Energieanalyse

- Modellierung aller Anlagen, die mit Thermöl beheizt werden (Energie- und Massenströme, Wärmeverluste).
- Bottom-up Abschätzung der Leistungen, Laufzeiten und Energiemengen.
- Messung der wichtigsten Elektroverbraucher über eine Woche
- Resultat: gegenüber der Grobanalyse ergaben sich wesentliche Verschiebungen bei den Verbrauchsanteilen.
- Heizölverbrauch kann lückenlos den verschiedenen Verbrauchern zugeordnet werden.
- Strombezug kann zu 75% zugeordnet werden.

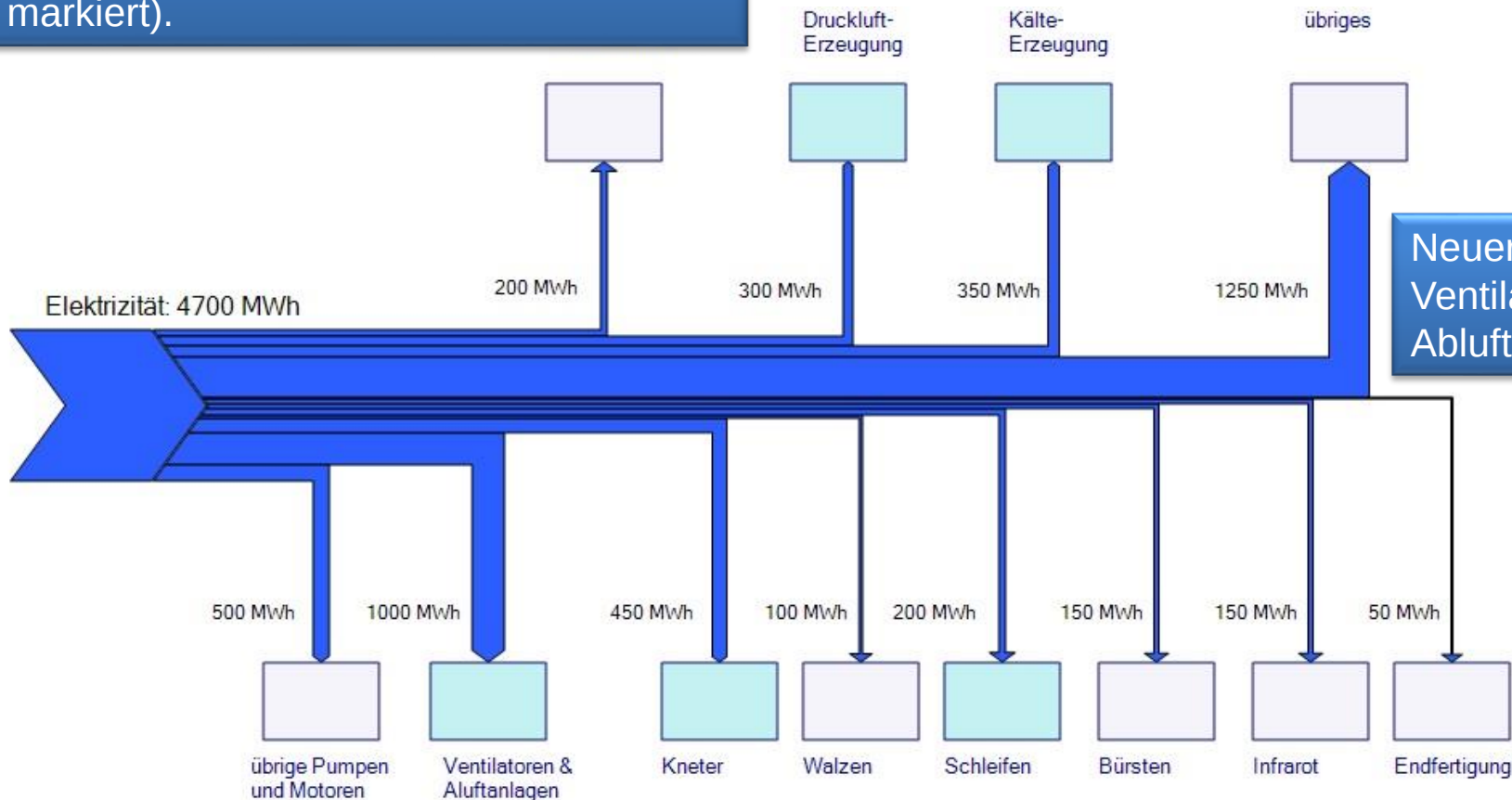
Sankey-Diagramm Wärme



Das Heizöl für die Gebäudeheizung wird durch Fernwärme der Kehrlichtverbrennung Giubiasco ersetzt.

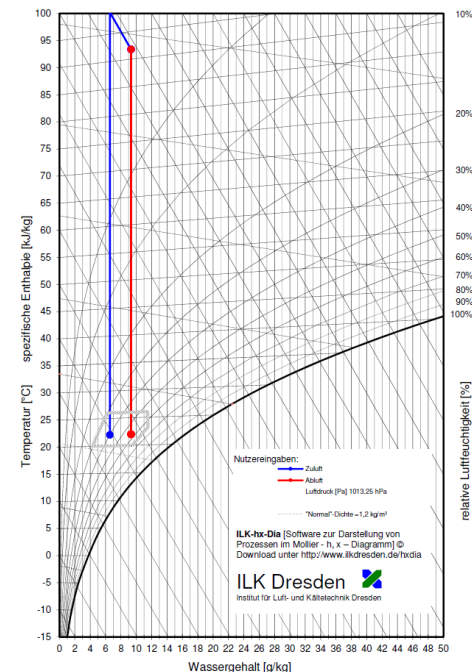
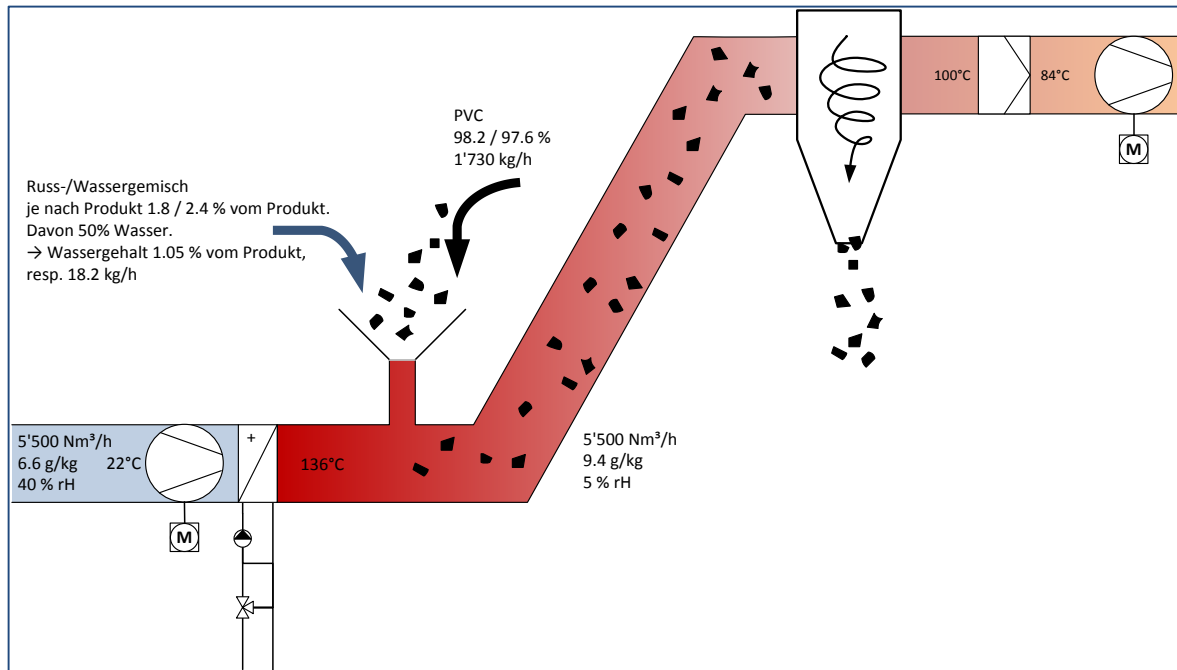
Sankey-Diagramm Elektrizität

Messung der wesentlichen Verbraucher führt zu deutlichen Korrekturen gegenüber der Grobanalyse (blau markiert).



Neuer Schwerpunkt:
Ventilatoren und
Abluftanlagen

Bsp. Modellierung der Anlage „Barr-Rosin“



Energieflüsse	Anfangs- temp. [°C]	Endtemp. [°C]	Differenz [°C]	Medium	Menge [kg/h]	spez. Wärme [kJ/kg.K]	Betriebs- zeit [h]	mittlere Leistung [kW]	jährliche Energienmenge [MWh]
Luftstrom aufheizen	22	130	108	Luft	6'566	1.008	2350	199	467
Wasser verdunsten	100			Wasser	18	2'257	2200	11	25
Material aufwärmen	22	65	43	ColoRex	1'730	0.73	2200	15	33
Abstrahlung der Oberfläche	40	(Blatt Abstrahlung)					2350	10	23
Total								235	548

Phase 2: Massnahmen Betriebsoptimierung

- Begehung der Gebäude führt zu 25 Einzelmassnahmen:
 - Leitungsdämmung
 - Regulierung verbessern, Raumfühler installieren
 - Gebäudeöffnungen verschliessen
 - Dachfenster sanieren
 - Stellenweise Beleuchtungsersatz und anbringen von Präsenzmeldern
- Weitere Massnahmen im Bereich Infrastruktur:
 - Hauptpumpe in der Wärmeverteilung mit FU ausstatten
 - Pumpen im Thermoölnetz mit FU ausstatten
 - Pumpen der Kälteverteilung mit FU ausstatten
 - Betrieb der Kältemaschinen optimieren (Verdampfungstemperatur reduzieren).

Phase 2: Massnahmen Betriebsoptimierung

- Prozessanlagen: Modellierung der Anlagen führt zu Massnahmen, die unabhängig sind von Abwärmenutzung:
 - Lufthaushalt Entspannungsofen verbessern (weniger warme Abluft)
 - Lufthaushalt der Lamination verbessern (weniger warme Abluft)
 - Eingangsseite der Presse dämmen
 - Kaminwirkung der Presse unterbinden
 - Reduktion Bereitschafts-Zeiten und Verlustleistung in diesen Zeiten

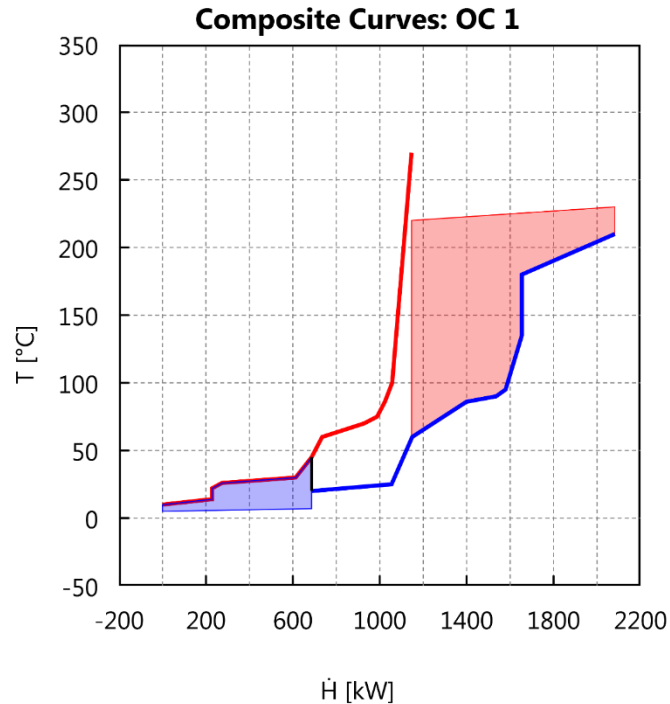
Phase 3: Abwärmennutzung

- Festlegen der zu berücksichtigenden Ströme
- Erstellen der Stromtabelle
- Erfassen in PinCH-Tool
- Wärmetauscher-Netzwerk für die heutige Abwärmennutzung
- Wärmetauscher-Netzwerk für die optimale Abwärmennutzung
- Überprüfen der Wirtschaftlichkeit.

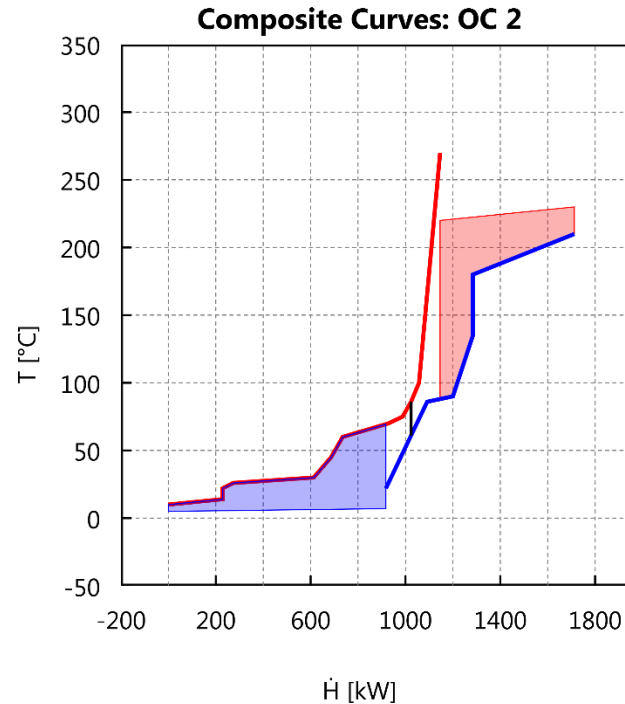
Pinch-Analyse: Stromtabelle

Anlage	Prozess	Stoff	spez. Wärme- kapazität [kJ/(kg.K)]	Menge	Temperatur		Massenfluss		Leistung [kW]	Betriebs- zeit [h]	Bemerkungen
					Anfang [°C]	Ende [°C]	[kg/h]	[kg/s]			
Produktionsprozesse											
Entspannungsöfen	Umluft aufwärmen	Luft	1.01	90'000 Bm3/h	86	90	87'315	24.25	98	2'750	
Entspannungsöfen	Zuluft aufwärmen	Luft	1.01	2'500 Bm3/h	22	90	3'024	0.840	58	2'750	Luftaushalt schon korrigiert
Entspannungsöfen	Abluft abkühlen	Luft	1.01	2'500 Bm3/h	86	22	3'024	0.840	54	2'750	Luftaushalt schon korrigiert
Presse	Heizung vordere Seite	Thermoöl	2.50	19.8 m3/h	180	210	14'832	4.120	309	3'325	Frontseite schon gedämmt
Presse	Kühlung hintere Seite	Wasser	4.19	7.4 m3/h	75	60	7'446	2.068	130	2'200	
Barr-Rosin	Zuluft aufwärmen	Luft	1.01	5'500 Bm3/h	22	135	6'600	1.833	209	1'700	Feuchte 10 g/kg
Barr-Rosin	Abluft abkühlen	Luft	1.01	5'500 m3/h	100	22	6'600	1.833	144	1'700	Kanal und Filtergehäuser gedämmt
Kneter	Heizung	Thermoöl	2.50	5.6 m3/h	180	210	4'176	1.160	87	2'900	Betriebszeit: Mittelwert aus Aufheizen und Betrieb
Lamination	Heizung	Thermoöl	2.50	2.0 m3/h	180	210	1'536	0.427	32	2'900	
Lamination	Abluft kühlen	Luft	1.01	20'000 Bm3/h	30	22	23'246	6.457	52	2'200	Luftaushalt schon korrigiert
div. Anlagen	Kühlung	Glykol	3.82	52.6 m3/h	14	10	53'714	14.921	228	6'000	Leistungsaufnahme total mit Pumpen 160 kWel, EER 2.5, Laufzeit 6'000 h, Auslastung 57%
Infrastrukturprozesse											
Druckluft-Abwärme	Wasserkühlung	Wasser	4.19	6.3 m3/h	70	60	6'315	1.75	74	2'600	nur DSDSFC201 105 kW Nennleistung, 57 kW mittlere Leistungsaufnahme an 4'800 h; davon 70% über Restwärme DSDSFC201 + übrige Kompressoren; 313 MWh abz. 191 MWh über Wasserkühlung 1'200 MWh Fernwärme ab Anschluss Teris; Leistung berechnet aus 2'000 Vollbetriebsstunden EER nur Kältemaschine 3.5, Abwärmeleistung aus Kälteleistung berechnet Modellierung mit Abgastemperatur vor dem Wärmetauscher; nach dem Tauscher 206°C
Druckluft-Abwärme	Luftkühlung	Luft	1.01	6'100 m3/a	45	22	7'280	2.02	47	2'600	
Gebäudeheizung		Wasser	4.19	14.7 m3/h	60	95	14'729	4.09	600	2'000	
Kälteerzeugung	Abwärme zu Kühlturm	Wasser/Glykol	3.82	68 m3/h	30	26	69'065	19.185	293	6'000	
Thermoölkessel	Abgaswärme	Luft	1.01	2'900 m3/h	270	22	1'872	0.52	130	3'300	
Total											

Pinch-Analyse: Composite Curves



OC1 mit Gebäudeheizung
AWN-Potenzial 460 kW
1'000 h/a



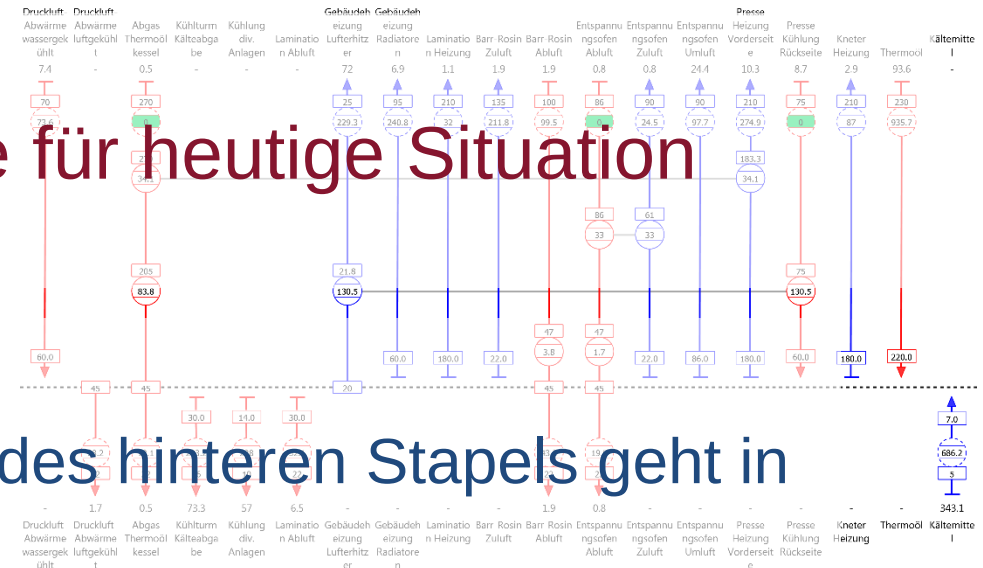
OC2 ohne Gebäudeheizung
AWN-Potenzial 230 kW
1'000 h/a

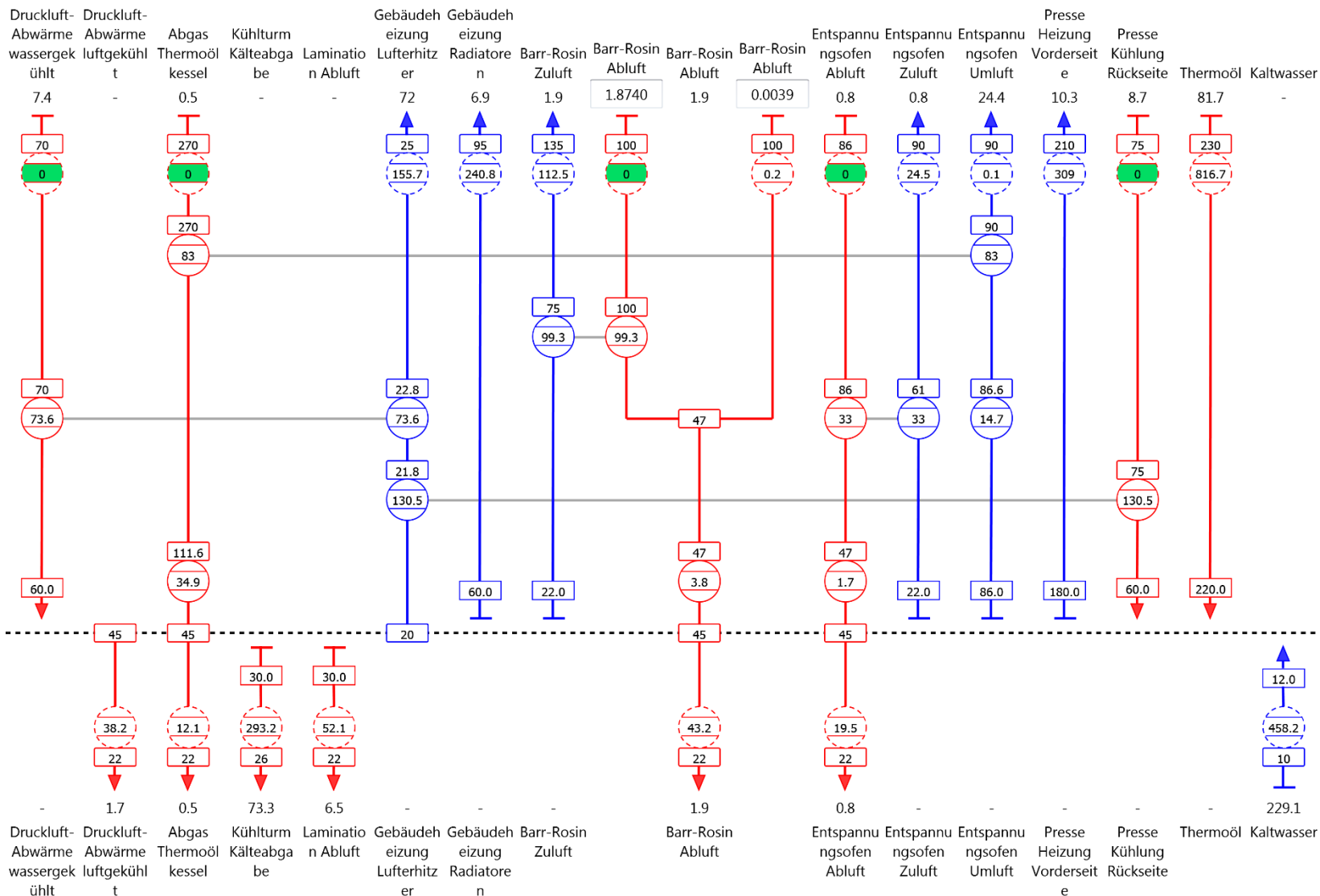


Wärmetauscher-Netzwerke für heutige Situation

Heutige Abwärmennutzung:

- Presse: Wärme aus Kühlung des hinteren Stapels geht in die Gebäudeheizung
Leistung 130.5 kW
- Abluft Entspannungsofen wärmt Zuluft auf
Leistung 33 kW
- Abgaswärmetauscher bei den Thermoölkesseln wärmen Thermoöl-Rücklauf vor
Leistung 34.1 kW

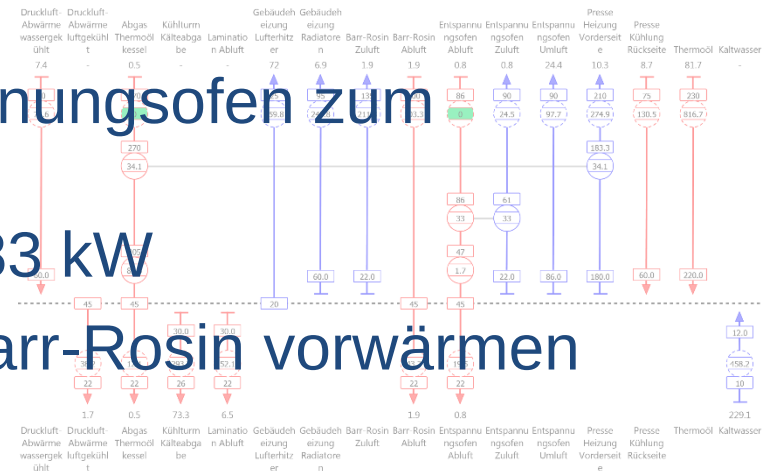




Wärmetauscher-Netzwerke für maximale AWN

Weiteres Potenzial:

- Kalten Rücklauf vom Entspannungssofen zum Abgaswärmetauscher führen.
Nutzbare Leistung steigt auf 83 kW
- Zuluft Barr-Rosin mit Abluft Barr-Rosin vorwärmen
Leistung 99.3 kW
- Abwärme der Druckluftkompressoren an die Gebäudeheizung abgeben
Leistung 73.6 kW



Pinch-Analyse: Wirtschaftlichkeit

- Rücklauf Entspannungsofen zu Abgaswärmetauscher:
Leistungssteigerung um 49 kW an 3'300 h → 162 MWh,
Kosteneinsparung CHF 16'300.-
geschätzte Kosten CHF 50'000.-
Kosten/Nutzenverhältnis 3 Jahre → wirtschaftlich.
- WRG bei Barr-Rosin:
Leistung 99.3 kW an 1'800 h → 179 MWh,
Kosteneinsparung CHF 18'000.-
Kosten gem. PinCH-Tool CHF 130'000.-
Kosten/Nutzenverhältnis 7 Jahre → nicht wirtschaftlich.

Pinch-Analyse: Wirtschaftlichkeit

- Abwärme der Druckluftkompressoren für Gebäudeheizung
Leistung 73.6 kW an 1'300 h → 96 MWh,
Kosteneinsparung CHF 6'400.-
geschätzte Kosten CHF 40'000.-
Kosten-/Nutzenverhältnis 6 Jahre
Als Infrastrukturmassnahme wirtschaftlich.

Resultate

Nr.	Massnahmen	Investition [CHF]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. CO2 [to]	Nutzen [Fr.]	Pay Back [a]
Gebäude (inkl. Gebäudeheizung und Beleuchtung)								
I	Sofortmassnahmen - Leitungen dämmen	37'000.-	0	135	0	0	9'072.-	4.1
II	Investitionsmassnahmen - Raumfühler installieren - hohe Rohrheizung durch Lufterhitzer ersetzen - Druckluftabwärme besser nutzen - Umwälzpumpen mit FU ausstatten - Präsenz- und Tageslichtsteuerung für Beleuchtung	168'000.-	104	299	0	0	37'665.-	4.5
III	Erneuerungsmassnahmen - Gebäudeöffnungen verschliessen - Dachfenster ersetzen	340'000.-	0	203	0	0	13'601.-	25.0
Summe		545'000.-	104	638	0	0	60'338.-	9.0

Resultate

Nr.	Massnahmen	Investition [CHF]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. CO2 [to]	Nutzen [Fr.]	Pay Back [a]
Kälte- und Druckluftherzeugung/-verteilung								
IV	Sofortmassnahmen - Kondensationstemperatur absenken (Wärmetauscher reinigen) - Kältebedarf nachts eliminieren	32'500.-	201	0	0	0	34'221.-	0.9
V	Investitionsmassnahmen - Umwälzpumpen mit FU ausstatten	81'000.-	81	0	0	0	13'719.-	5.9
VI	Erneuerung - keine Massnahmen	0.-	0	0	0	0	0.-	0.0
Summe		113'500.-	282	0	0	0	47'940.-	2.4

Resultate

Nr.	Massnahmen	Investition [CHF]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. [MWh/a]	Einsp. CO2 [to]	Nutzen [Fr.]	Pay Back [a]
Produktionsanlagen								
VII	Sofortmassnahmen - Lufthaushalt Entspannungsofen korrigieren - Lufthaushalt Lamination korrigieren - Presse mit Warmwasser aufheizen anstatt mit Thermoöl	56'000.-	117	-48	398	105	56'766.-	1.0
VIII	Investitionsmassnahmen - Entspannungsofen mit Abgaswärmetauscher der Thermoölkessel heizen. - Befüllungsseite der Presse dämmen, Kaminwirkung unterbinden - Umwälzpumpen mit FU ausstatten	196'600.-	48	0	572	152	65'723.-	3.0
IX	Übersicht - Ofen besser dämmen - Ofen mit Teris-Wärme und Wärme Abgas-WT heizen - Ersatz Barr-Rosin	355'000.-	0	-376	634	168	38'535.-	9.2
Summe		607'600.-	165	-424	1'604	425	161'024.-	3.8