

Schlussbericht, 20. November 2015

Energieanalyse mit der Pinch-Methode

ACR Giubiasco

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

Energieanalyse mit der Pinch-Methode ACR Giubiasco

Schlussbericht

Erstellt für:

ACR Giubiasco

Hansjörg Ittig
Strada dell'Argine 5
CH-6512 Giubiasco

Rytec AG
Alte Bahnhofstrasse 5
3110 Münsingen

Projektverantwortung: Urban Frei (Rytec)
Projektleitung: Curdin Christen (Rytec)
Projektbearbeitung: Martin Kiener (Rytec)
Projektbegleitung: Simon Bachmann (Helbling)

Münsingen, 13. November 2015 rev. 20.11.2015

Ziel der Studie

- In der KVA Tessin wurde eine Energieanalyse mit der Pinch-Methode durchgeführt, welche als Ziel hatte, weiteres Abwärmepotential aufzudecken und bestehende Massnahmenideen bezüglich ihrer energetischen und wirtschaftlichen Parametern einzuordnen.
- Dazu wurde das gesamte thermische System der KVA Tessin erfasst und basierend darauf Massnahmen inkl. Investitionskostenschätzungen und den erzeugten Erlösen berechnet.

Resultate thermisches System

- Mit Hilfe der Pinch-Analyse konnte aufgezeigt werden, dass in der KVA Tessin weitere 3.8 MW Wärme nutzbar und technisch erschliessbar wären.

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage/Zielsetzung	4
2. Ist-Analyse	5
3. Massnahmen und Pinch Analyse	18
4. Schlussfolgerung	34
5. Anhang	37

Ausgangslage/Zielsetzung

Ausgangslage

- Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) wurden auf diversen Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) Analysen des Energiesystems durchgeführt.
- Da bei diesen Analysen noch Potential aufgezeigt werden konnte, wurde für die KVA Tessin eine weitere Analyse mitunterstützt.

Die folgenden Ziele werden mit dieser Studie verfolgt:

- Analyse der Wärmekaskaden und darauf basierend Erarbeitung von Einsparmassnahmen.
- Massnahmen zur Reduktion der Abwärmeverluste und des Eigenbedarfs.
- Aufzeigen des aus den Massnahmen resultierenden zukünftigen höheren Strom- oder Fernwärmenutzungsgrades.

Allgemeine Beschreibung

- Die KVA Giubiasco ging im August 2009 in Betrieb.
- Pro Jahr werden in zwei Ofenlinien (OL1, OL2) knapp 160'000 Tonnen Abfall sowie knapp 20'000 Tonnen Klärschlamm verbrannt.
- Der Frischdampf mit 39 bara Druck (HD-Dampf) wird über eine 19.5 MW Kondensationsturbine auf 0.1 bara entspannt und über einen Luftkondensator (LuKo) kondensiert.
- Von der KVA führen drei Fernwärmestränge mit einer geplanten Gesamtleistung von max. 29 MW weg. Diese sind unterteilt in:
 - ⇒ Hochtemperaturnetz Nord (HT Nord: 16 MW, 90°C/60°C)
 - ⇒ Hochtemperaturnetz Süd (HT Süd: 8 MW, 90°C/60°C)
 - ⇒ Niedertemperaturnetz Süd (NT Süd: 5 MW, 65°C/45°C)
- Die Energie für die Fernwärme wird über die 3 bara Entnahme und zu einem kleinen Teil aus dem Turbinenabdampf (über Ejektoren) bereitgestellt.
- Interne Verbraucher werden ebenfalls hauptsächlich über die 3 bara Entnahme gespeist.
- Im Jahr 2014 wurden 118 GWh elektrische Energie produziert und davon 98 GWh ins öffentliche Netz eingespeist. Die Abgabe ins Fernwärmenetz betrug im selben Zeitraum 19 GWh. Die KVA Giubiasco produziert also hauptsächlich Strom und weist dadurch im Schweiz-weiten Vergleich einen hohen Stromnutzungsgrad von 22.7% auf.



Ist- Analyse

Wasser-Dampf-System (1/3)

Dampfproduktion

- OL1: 38.8 t/h, davon 2.1 t/h Sattdampf zur DeNOx
- OL2: 38.8 t/h, davon 2.3 t/h Sattdampf zur DeNOx

HD-Schiene

- Output auf Turbine: 70.8 t/h, Rest über Bypass auf MD- oder ND-Schiene oder LuKo

MD-Schiene

- Output auf Luftvorwärmer (LuVo): 2.8 t/h
- Output auf Betriebsstrahler für Luftkondensator: 0.11 t/h

ND-Dampf

- Output auf LuVo: 0.9 t/h
- Output zu TERIS: \varnothing 4.1 t/h
- Output zu Speisewasserentgasung und -vorwärmung: 5.1 t/h
 - ⇒ Die ND- Schiene ist bei 25 t/h begrenzt. Sobald der Bezug diesen Wert übersteigt, wird HD-Dampf über einen Bypass auf 3 bara reduziert.

Die gesamte Massenbilanz ist im Anhang A ersichtlich.

Ist-Analyse

Wasser-Dampf-System (2/3)

Hauptkondensat

- Das im LuKo anfallende Kondensat wird zuerst im Hauptkondensattank gesammelt und von dort zurück in den Speisewasserbehälter geleitet.
- Zusätzlich fallen im Hauptkondensattank die Mengen des Dampfstrahlers an.
- Vor dem ND-Vorwärmer werden die Kondensate der Fernwärme beigemischt.
- Die Kondensate werden in einem ersten Schritt mit dem für die Betriebsstrahler verwendeten Dampf vorgewärmt und anschliessend durch den Niederdruckvorwärmer auf 86°C erwärmt.

Nebenkondensat

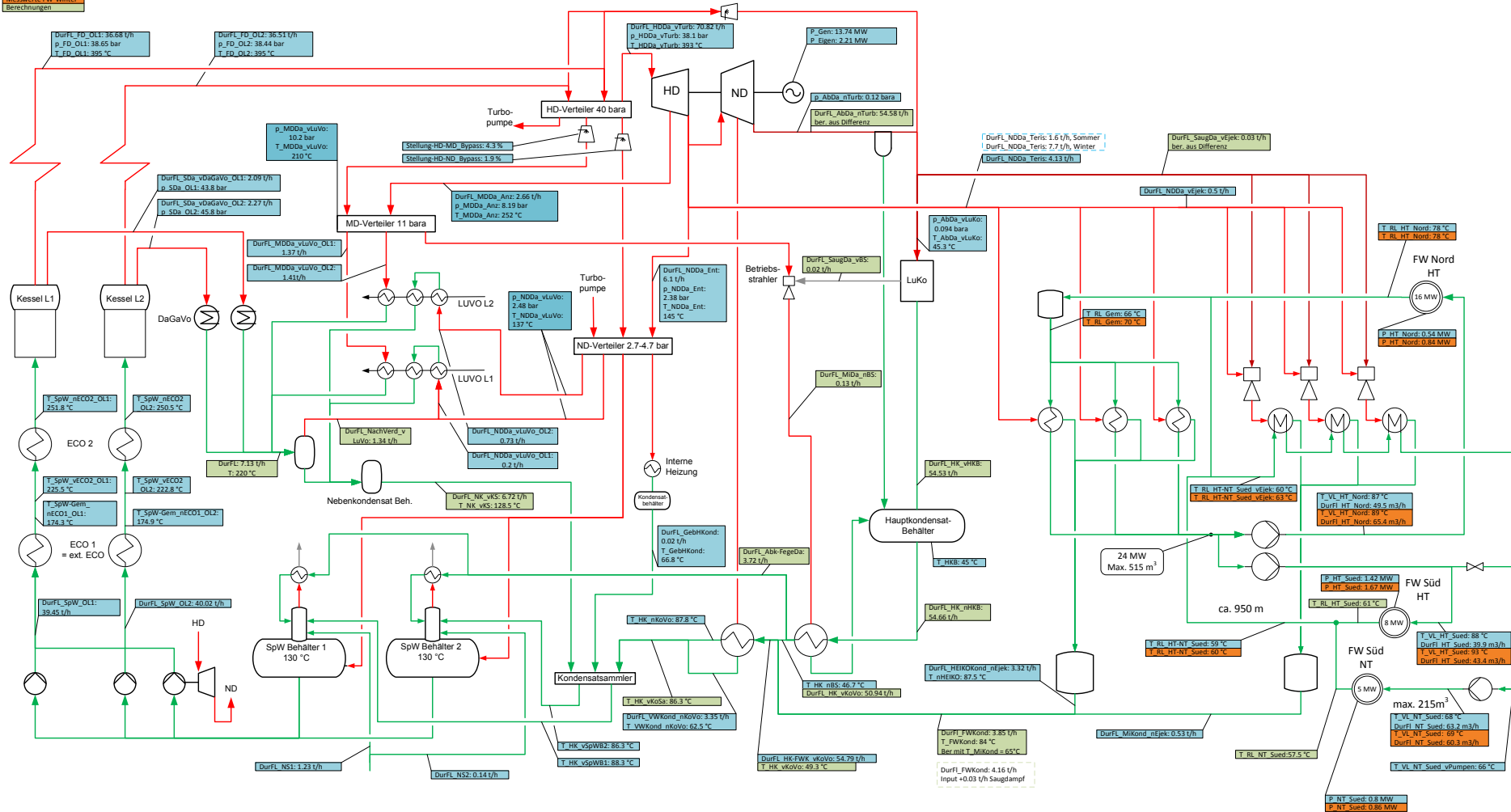
- Die Kondensate der Luftvorwärmung werden über den Nebenkondensatbehälter via einem Kondensatsammler dem Hauptkondensat zugeführt.
- Die Kondensate aus dem HD-Vorwärmer der DeNOx werden in einem separaten Kondensatbehälter entspannt und dann über den Nebenkondensatbehälter zum Kondensatsammler geleitet. Die Nachverdampfung wird dem Dampf für die ND-LuVo zugemischt.
- Die Kondensate der Gebäudeheizung werden direkt in den Kondensatsammler geleitet.

Speisewasser

- Das Speisewasser wird mit 130°C über einen externen und internen ECO in die Kesseltrommel gefördert. Anschliessend wird das Wasser verdampft und auf 400°C überhitzt.

Ist-Analyse Wasser-Dampf-System (3/3)

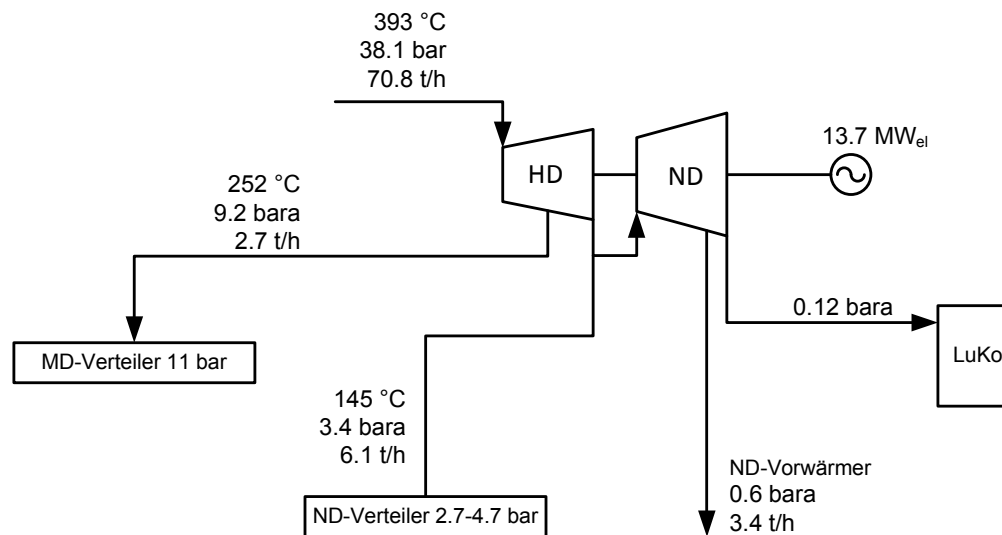
Messwerte Jahres-MW
Messwerte FW-Winter
Berechnungen



Ist- Analyse Stromproduktion

Turbine

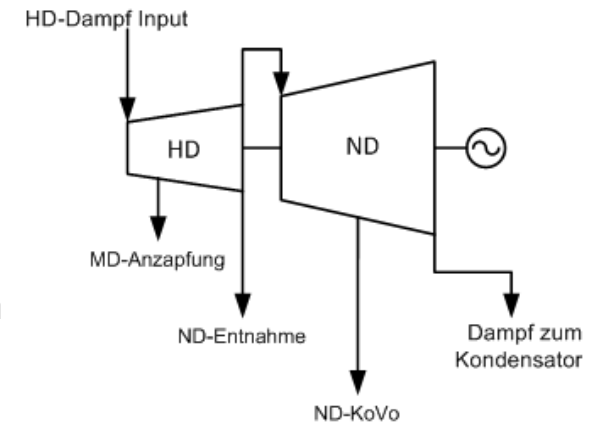
- Die Turbine hat eine Anzapfung bei 11 bara, eine Entnahme bei 3 bara und eine Anzapfung bei ca. 0.8 bara.
- Der minimale Abdampfdruck des LuKo beträgt 0.08 bara. Der Betriebsbereich liegt je nach Aussentemperatur und Windverhältnissen zwischen diesen 0.08 bara und 0.16 bara.
- Die Maximale Entnahmemenge bei 3 bara liegt bei 25 t/h. Benötigt der Prozess mehr Dampf, so wird direkt 39 bara HD-Dampf auf die 3 bara reduziert. Dadurch reduziert sich jedoch die Stromproduktion merklich.



Ist-Analyse

Definition des Wärmepreises

- Zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einer Massnahme zur Einsparung oder Mehrproduktion von Dampf, muss der Wert des Dampfes ermittelt werden.
- Dieser ergibt sich durch die entsprechende Minderproduktion an Elektrizität.
- Zur Berechnung des Wärmepreises wurde von einem konstanten Strompreis ausgegangen.

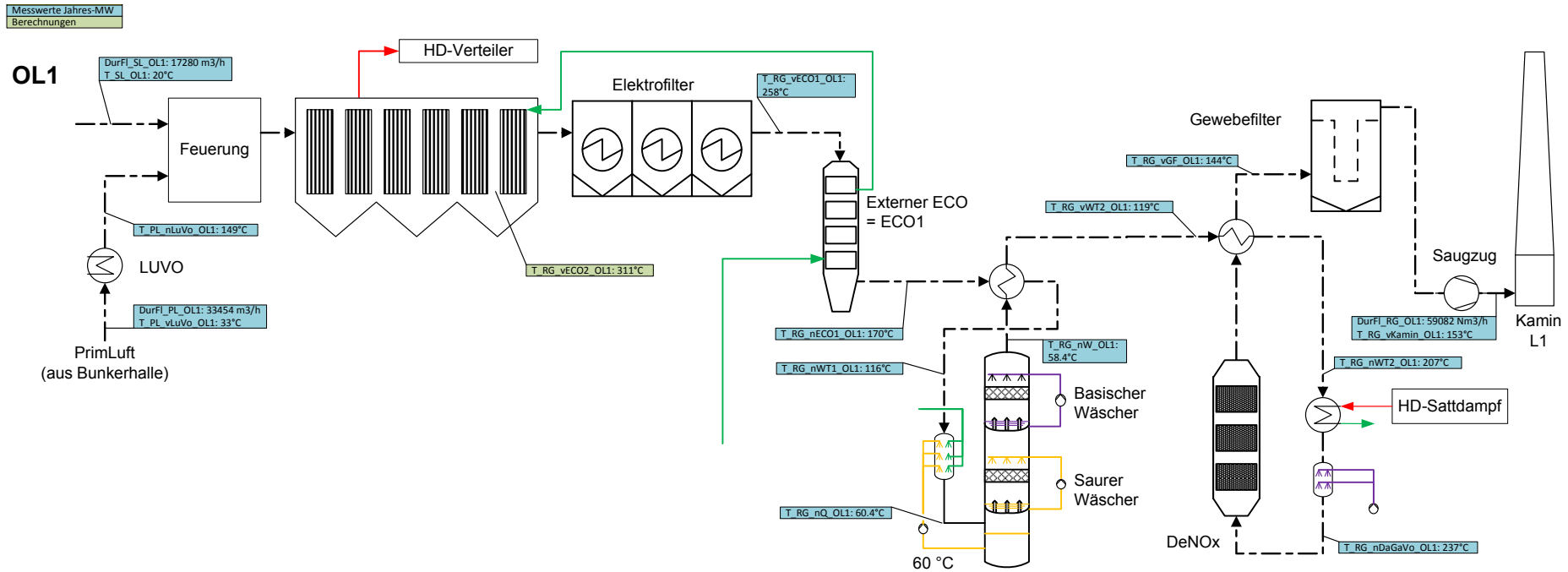


Ist-Analyse

Rauchgaslinie (1/2)

- Die KVA verfügt über zwei identische Rauchgaslinien.
- Die Rauchgase werden nach der Entstaubung mittels einem Elektrofilter von 258°C über einen externen ECO auf 171°C und über den ersten Kreuzstromwärmeübertrager auf 116°C abgekühlt.
- Anschliessend werden die Rauchgase mittels Wassereindüsung auf ca. 60°C gequench und gelangen in den Wäscher.
- Nach dem Wäscher werden die Rauchgase über zwei Kreuzstromwärmeübertrager auf 208°C aufgewärmt. Danach wird die Rauchgastemperatur für den Katalysator in einem Dampf-Gas-Vorwärmer mittels Sattedampf aus der Kesseltrommel auf 238°C erhöht.
- Nach der Eindüsung von Ammoniakwasser durchströmen die Gase den Katalysator.
- Die austretenden Rauchgase werden über den zweiten Kreuzstromwärmeübertrager wiederum abgekühlt und durchströmen als letzte Reinigungsstufe einen Gewebefilter, welcher die davor eingedüste Aktivkohle abscheidet.
- Die gereinigten Gase gelangen mit 153°C durch den Kamin an die Atmosphäre.

Ist-Analyse Rauchgaslinien (2/2)



Ist-Analyse

Primär- und Sekundärluft

Primärluft

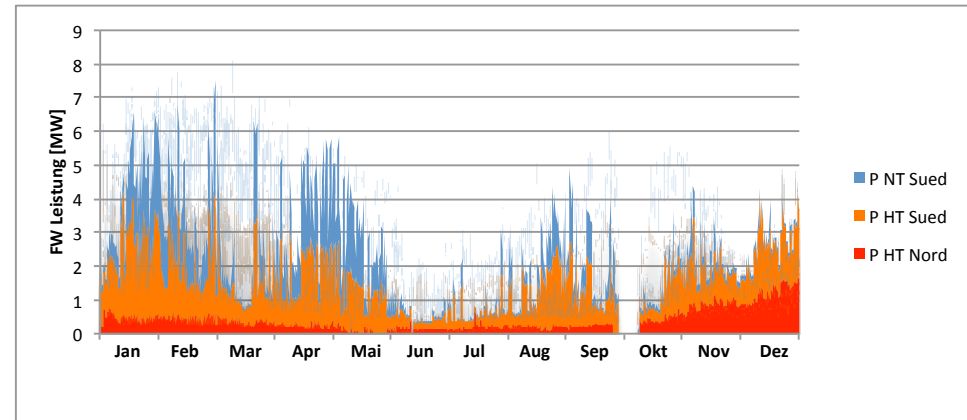
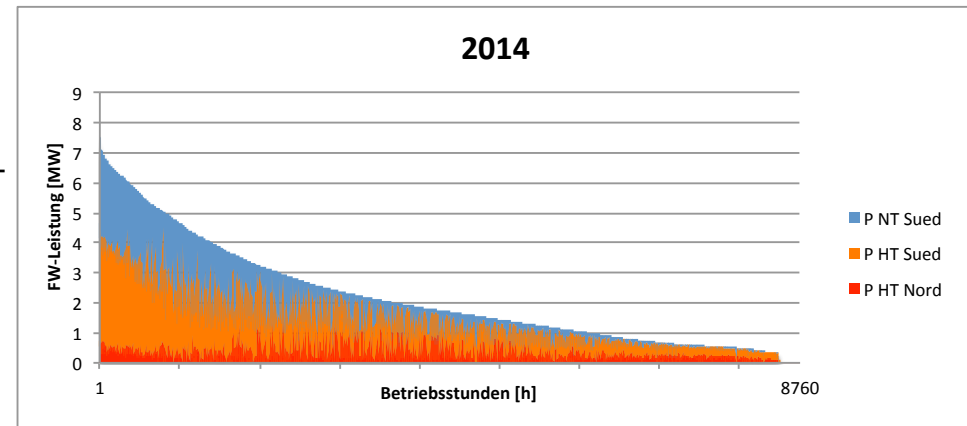
- Die Primärluft wird über zwei Stufen vorgewärmt. Neu wird die Luft unter dem Dach des Kesselhauses (früher im Bunker) angesaugt, wodurch sie weniger staubbeladen ist und der LuVo nicht mehr so oft gereinigt werden muss.
- Die Luft wird in einer ersten Stufe mittels ND-Dampf auf knapp über 60°C und anschliessend in der zweiten Stufe mittels MD-Dampf auf knapp 150°C aufgewärmt.
- Da die Aufstellung des LuVo nicht optimal ist (90° Krümmer direkt vor dem LuVo), wird die ND-Stufe nicht optimal angeströmt. Dadurch kann die Übertragerleistung der ersten Vorwärmstufe nicht voll ausgeschöpft werden. Als Folge davon wird deutlich mehr MD-Dampf benötigt als zu Beginn geplant war. Dies wirkt sich direkt auf die Stromproduktion aus.

Sekundärluft

- Die Sekundärluft wird direkt vom Bunker angesaugt und in die Brennkammer eingedüst. Da diese nicht über eine LuVo geleitet wird, spielt die hohe Staubbeladung keine Rolle.

Ist Analyse Fernwärme

- Wie bereits erwähnt bestehen drei Fernwärmenetze: zwei Hochtemperaturnetze (Nord und Süd) mit einer Vorlauftemperatur von knapp 90°C, sowie ein Niedertemperaturnetz (Süd) mit einer Vorlauftemperatur von 68°C.
- Die Rücklauftemperatur des Nordnetzes liegt im Schnitt bei 78°C. Die Rückläufe der beiden Südnetze werden ca. 950 m vor der KVA gemischt. Dies widerspricht der Pinch-Grundregel keine Ströme unterschiedlicher Temperatur zu mischen. Auf Grund der grossen Distanz macht es aus wirtschaftlicher Sicht jedoch keinen Sinn eine zusätzliche Leitung zu legen. Die Temperatur beträgt im Schnitt 60°C.
- Zur Zeit ist die Fernwärme nicht voll ausgelastet. Der Maximale Bezug liegt bei etwa 8 MW, das Minimum bei etwa 0.5 MW.

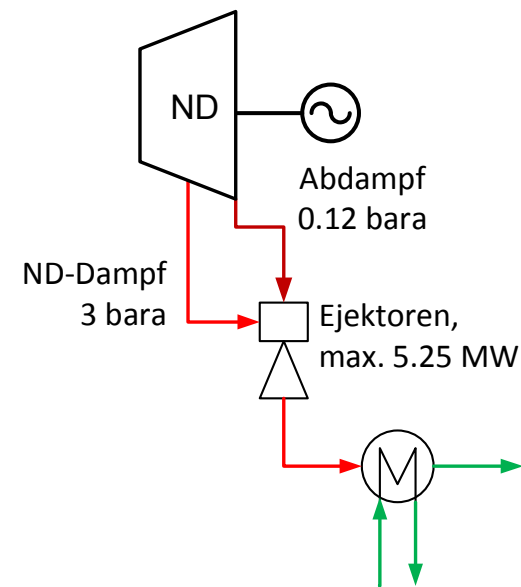


Das Diagramm oben zeigt die Leistungskurve, das Diagramm unten den Jahresverlauf des Fernwärmebedarfs für die drei Netze von Januar bis Dezember.

Ist Analyse

Fernwärme

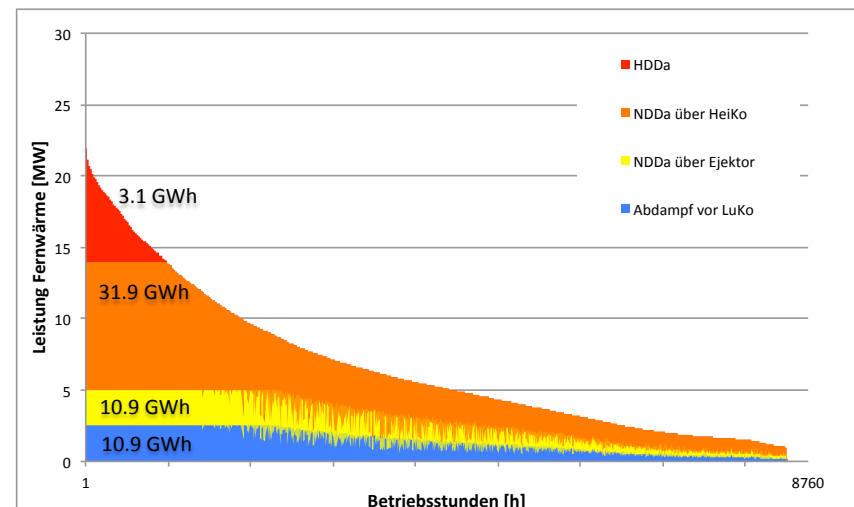
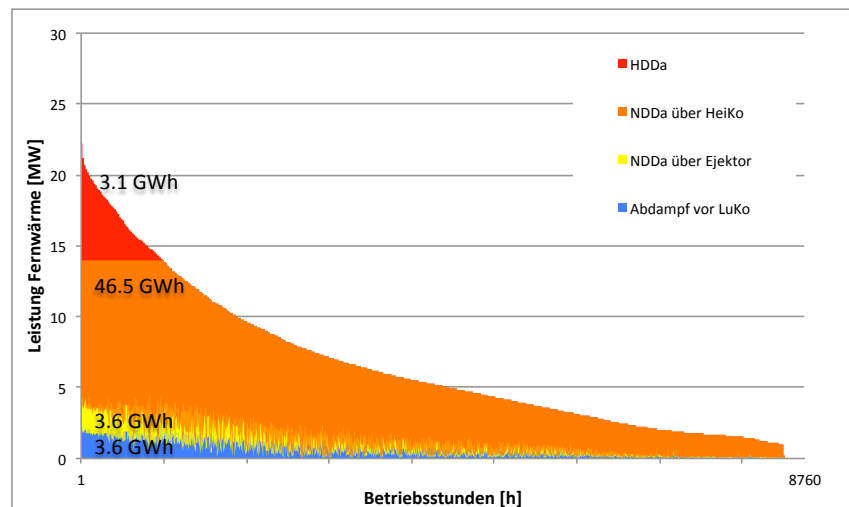
- Die Energie für die HT-Netze wird über Heizkondensatoren mittels 3 bara Dampf bereitgestellt.
- Die Wärme für das NT-Netz wird mittels Dampfejektoren bereitgestellt. Dabei dient der 3 bara Dampf als Treibdampf. Dadurch kann bis zu maximal 50% der benötigten Energie aus dem Turbinen-Abdampf versorgt werden.
- Da die Wärmeabnahme momentan zu klein ist, können die Ejektoren nur zu einem sehr kleinen Anteil ausgelastet werden.



Schema Energieübertragung für das NT-Netz

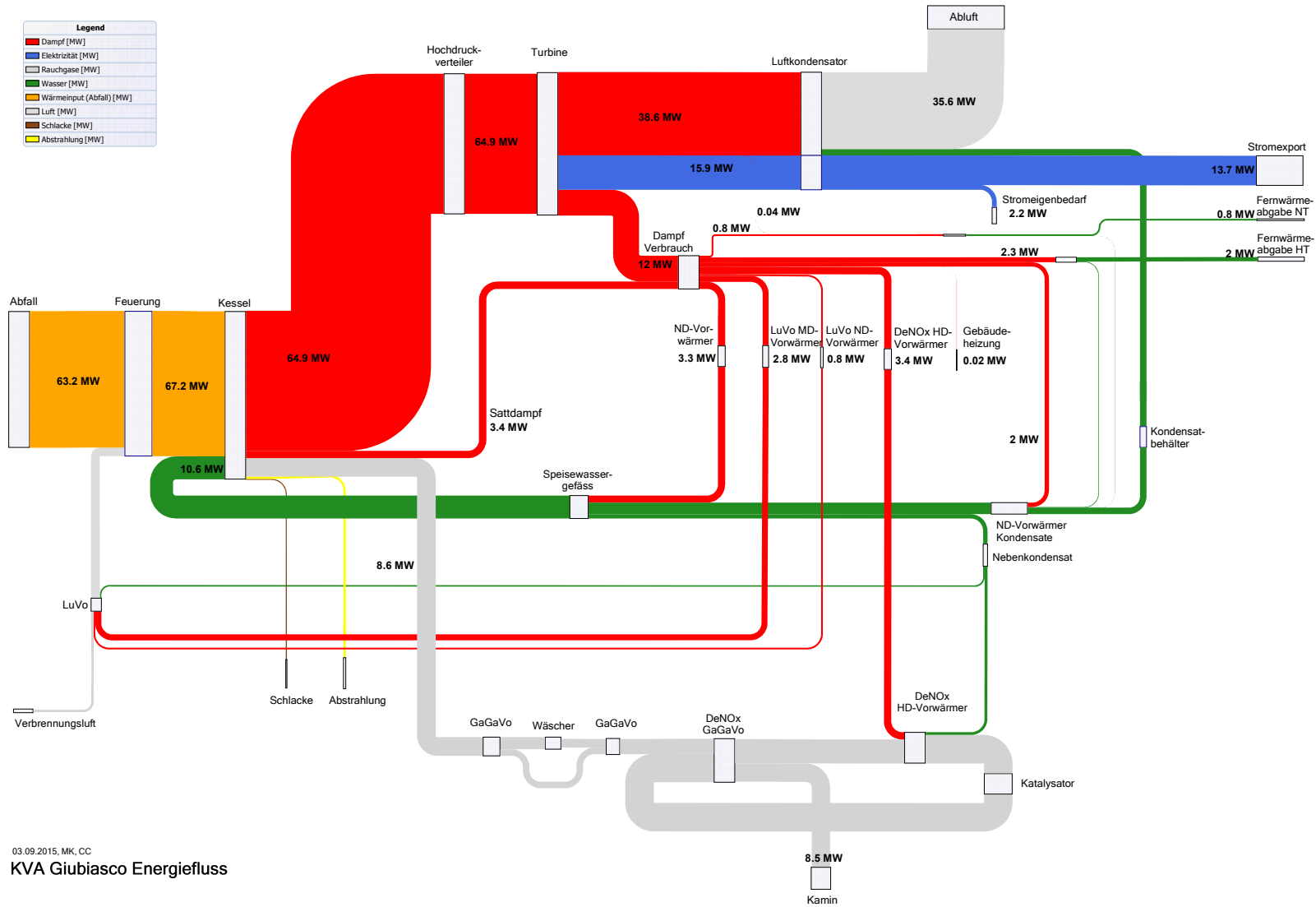
Vorgriff: Zukünftige Fernwärme

- Die Gesamtleistung ist auf 29 MW ausgelegt (HT-Nord: 16 MW, HT-Süd: 8 MW, NT-Süd: 5 MW).
- Wird die heutige Leistung pro Netz auf die Auslegungsleistung hochgerechnet ergibt sich ein zukünftiger Verbrauch von 56'800 MWh/a. Die Leistungssummenkurve sieht wie folgt aus:



- Links: Bei Ejektorbetrieb wie heute (nur NT-RL über Ejektor) können 7.2 GWh/a durch die Ejektoren bereitgestellt werden.
- Rechts: Wird auch der HT-RL des Südnetzes über die Ejektoren geleitet können daraus 21.8 GWh/a bereitgestellt werden, wovon die Hälfte aus dem Turbinenabdampf kommt.
- In beiden Fällen müssen 3.1 GWh/a mittels hochwertigem HD-Dampf bereitgestellt werden.

Ist-Analyse Sankey Energie



03.09.2015, MK, CC
KVA Giubiasco Energiefluss

Pinch-Analyse Inventar der Wärmeflüsse

PinCH Process Steps 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Hover over each step for more information. Select a step to see it in action and try it yourself.

Project Explorer

1-5 Project Explorer

- New PinCH Project
 - Process Stream Table
 - Equipment
 - Shared
 - Individual
 - BaseCase
 - Processes
 - SpW Vorwaermung korrekt

Target Explorer

6-10 Target Explorer

- HU3 - Hot Default
- CU3 - Cold Default
- Energy Target Analysis
 - Results
 - Ist mit WRG Kamin (Economic Data, OC)
 - FW-Zukunft (Economic Data, OC)
 - Target Group 7 (Economic Data, OC)
 - Processes
 - SpW Vorwaermung vereint
 - SpW Erwaermung vereint
 - Ueberhitzung-Verdampf
 - LuVo
 - Fernwaerme
 - Rueckkuehlung_v2
 - RG Reinigung WRG Que
 - Utilities
 - Energy Target Analysis
 - Results

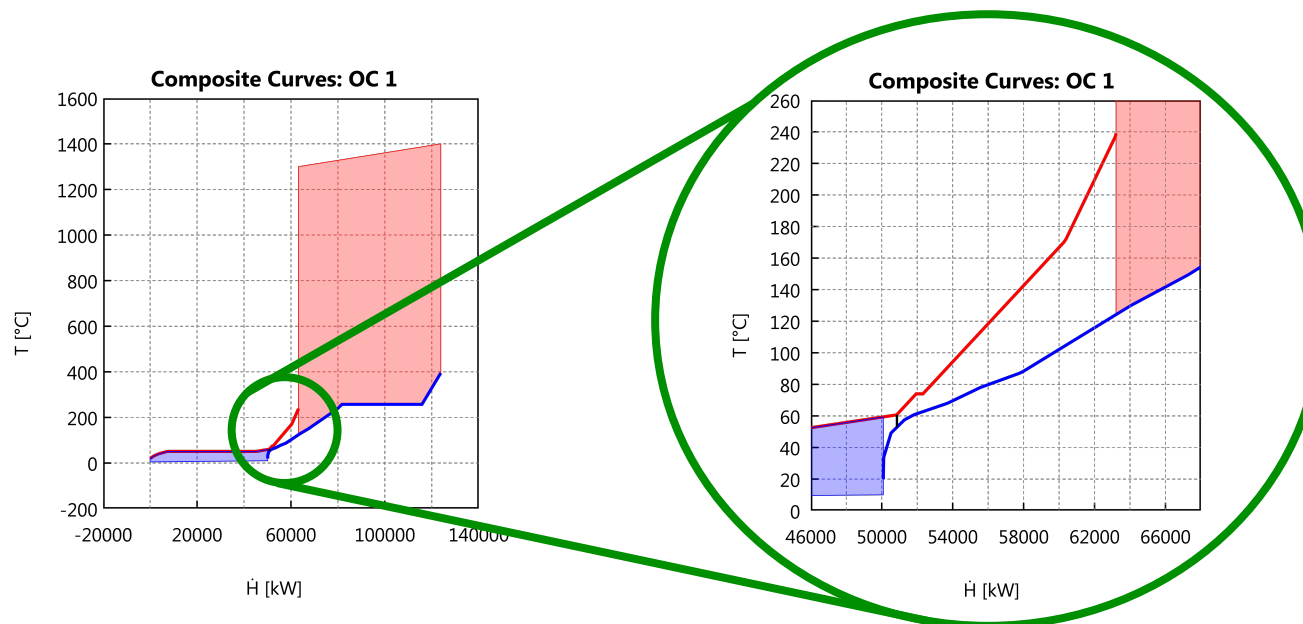
1 Process Stream Table

The Streamtable is the source of all following steps. It holds the entire list of streams for further analysis.

+/-	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
	Hauptkondensat nHKB	↗	46.7	130	15.1835	4.2034	-	2000	3	63.82	5316.41	Water
	Kondensat Heikos	↗	87.5	130	0.9222	4.2053	-	1000	3	3.88	164.82	Water
	Kondensat Ejektoren	↗	65	130	0.1472	4.2023	-	1000	3	0.62	40.21	Water
	Kondensat FW-total	↗	84.4	130	1.0694	4.2044	-	1000	3	4.5	205.02	Water
	Kondensat vKoVo	↗	49.18	87.3	15.2194	4.2009	-	1000	3	63.94	2437.18	Water
	Kondensat NDDa-KoVo	↗	62.5	130	0.9306	4.2023	-	1000	3	3.91	263.96	Water
	Abdampf	↘	x1	x0	15.1528	-	2383.54	1000	0.12	-	36117.26	Water
	Nachspeisung	↗	20	130	0.3806	4.2047	-	2000	3	1.6	176.01	Water
	Fegedampf	↘	130	50	0.0278	4.2031	-	1000	3	0.12	9.34	Water
	DeNOx HD Kondensate OL1	↘	250.8	130	0.5794	4.4714	-	1000	43.8	2.59	312.97	Water
	DeNOx HD Kondensate OL2	↘	253.52	130	0.6297	4.4791	-	1000	45.8	2.82	348.38	Water
	NKB Kondensate ND-LuVo	↘	133.66	130	0.2583	4.2434	-	1000	3.48	1.1	4.01	Water
	NKB Kondensate MD-LuVo	↘	171.25	130	0.7722	4.3062	-	2000	9.19	3.33	137.16	Water
	NKB Kondensate Total	↗	128.53	130	1.8679	4.236	-	2000	3	7.91	11.67	Water
	NKB Kondensate GebHeizung	↗	66.8	130	0.0056	4.2026	-	2000	3.38	0.02	1.48	Water
	Kondensatsammler total	↗	87.3	130	18.0235	4.2059	-	2000	3.48	75.81	3236.88	Water
	ECO1(extern) Gemisch OL1	↗	130	174	10.9583	4.302	-	2000	50	47.14	2074.27	Water
	ECO1(extern) Gemisch OL2	↗	130	175	11.1167	4.3036	-	2000	50	47.84	2152.87	Water
	SD VoWaermung OL1	↗	174	225	10.9583	4.4819	-	2000	50	49.11	2504.82	Water
	SD VoWaermung OL2	↗	175	223	11.1167	4.4788	-	2000	50	49.79	2389.89	Water
	ECO2 OL1	↗	225	246	10.9583	4.6996	-	2000	50	51.5	1081.5	Water
	ECO2 OL2	↗	223	247	11.1167	4.6964	-	2000	50	52.21	1252.99	Water

Pinch-Analyse

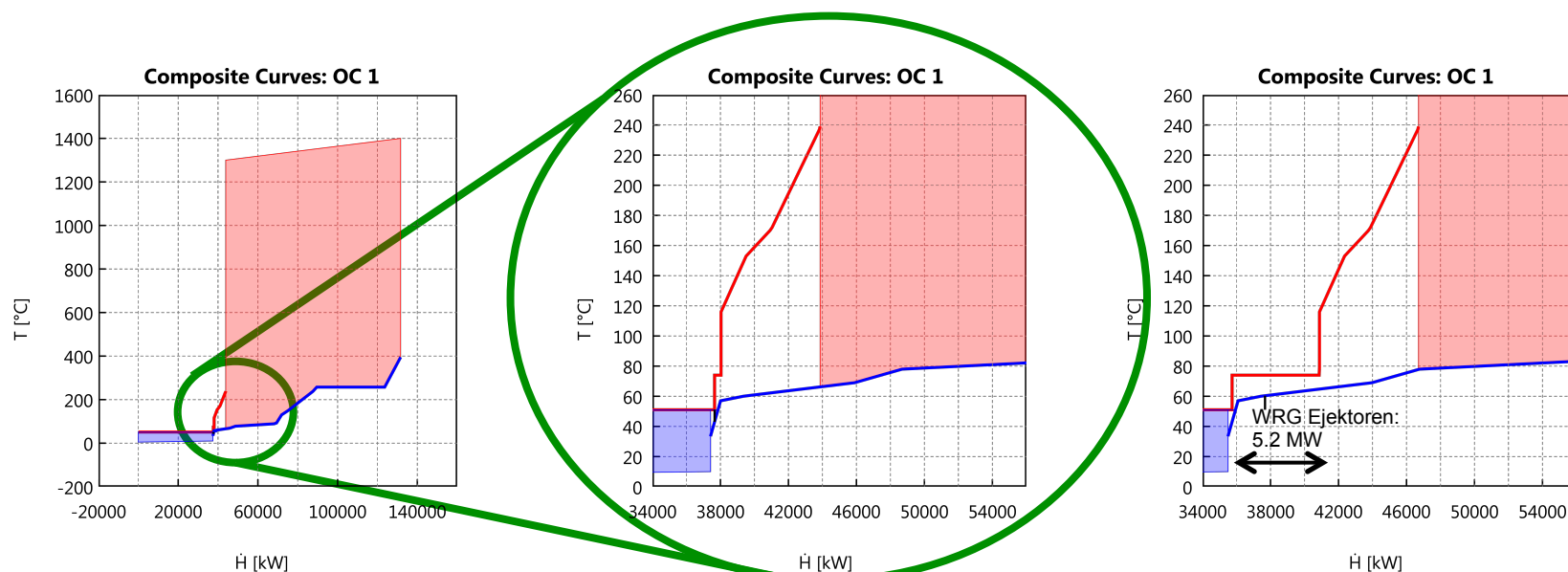
- Die untenstehenden Grafiken zeigen die Composite Curves (CC) der KVA Giubiasco, d.h. die Summe aufzuheizender und alle abzukühlender Ströme im System. Zur besseren Veranschaulichung wurden die Rauchgase erst ab dem Austritt ECO1 mitberücksichtigt.
- Dabei ist der rot markierte Bereich die „Hot Utility“, die Wärmezuführung durch die Rauchgase. Die blau markierten „Cold Utility“ sind zum grössten Teil die Kondensation des Abdampfes am Luftkondensator
- Die minimale Temperaturdifferenz beträgt ca. 8°C bei einer Pinch-Temperatur von 47°C.
- Die CC zeigt, dass die Wärmerückgewinnung im System von heute 6.3 MW theoretisch auf ca. 13.1 MW gesteigert werden kann.



Ist Zustand, maximales theor. Potenzial
WRG möglich: 13.1 MW

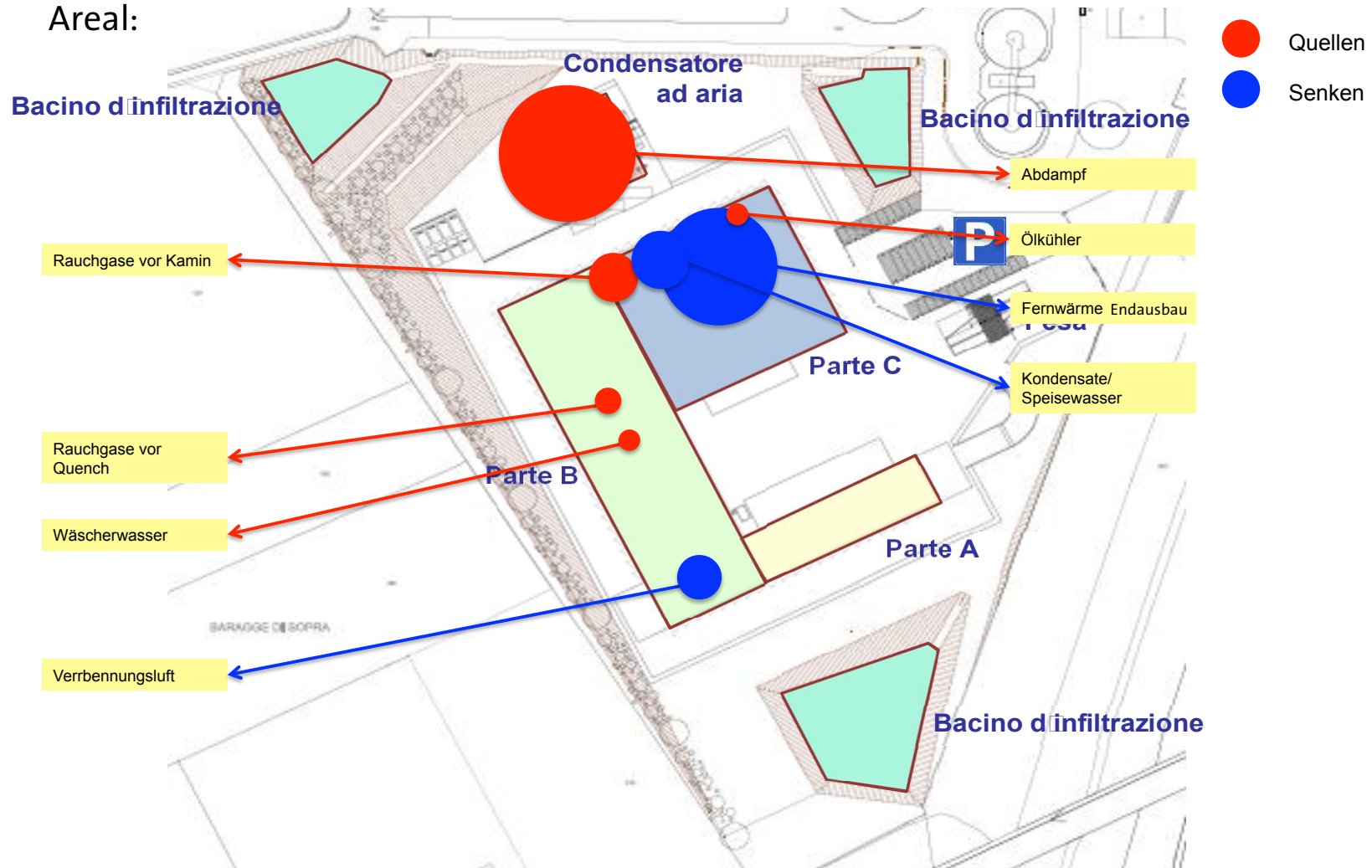
Pinch-Analyse Ejektor

- Nie nachfolgenden Grafiken zeigen die Composite Curve der gesamten Anlage mit maximaler Nutzung der Energie aus dem Abdampf bei zukünftigem Fernwärmebedarf (rechts).
- Gegenüber dem heutigen Zustand (linke Grafik) wird für die Fernwärme mehr Energie benötigt. Ein Teil davon kann jedoch aus dem Abdampf für das Niedertemperaturnetz verwendet werden.
- Mit den Dampfejektoren können 5.2 MW für das NT-Netz bereitgestellt werden. Dies jedoch unter der Bedingung, dass die Rücklauftemperatur immer genügend tief ist (unter 65°C).



Massnahmen Potentialkarte

- Die nachfolgende Grafik zeigt die Standorte der Wärmequellen und -Senken auf dem Areal:



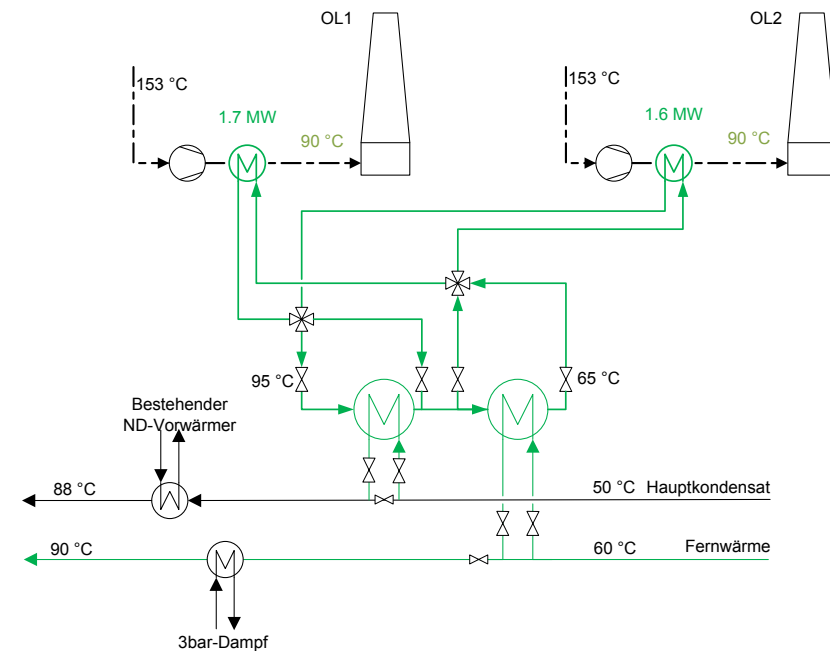
M1: Wärmerückgewinnung Kamin

- Die Reingase gehen heute mit 153°C in die Atmosphäre.
- Die Massnahme sieht vor, die Rest-Wärme in einem Wärmetauscher zurückzugewinnen.
- Mit einem Reingas/Wasser-Wärmeübertrager nach dem Saugzug könnten die Rauchgase auf ca. 90°C abgekühlt und dadurch über beide Linien 3.3 MW Wärme genutzt werden.
- Auf Grund der Statik kann der Wärmetauscher nicht auf dem Dach der Energiezentrale aufgestellt werden, sondern müsste im Gebäude aufgebaut werden.
- Daraus ergeben sich 2 Möglichkeiten, diese Wärme zu nutzen:
 - ⇒ Wiederaufwärmung des Hauptkondensat vor dem Speisewasserbehälter
 - ⇒ Aufwärmung des Rücklaufes der Fernwärme

M1: RG-WT für Fernwärme und KoVo

Erklärung Massnahmenansatz:

- Je Linie wird ein Wärmeübertrager aufgestellt, welcher Wasser in einem Zwischenkreislauf auf 95°C erwärmt.
- Je nach Fernwärmenachfrage wird das Wasser zur Erwärmung des Fernwärmerücklaufs oder des Hauptkondensats genutzt
- Dadurch reduziert sich der 3 bara -Dampfbedarf für die Fernwärme um 5.2 t/h.
- Damit können zusätzlich 500 kW elektrischer Strom produziert werden.

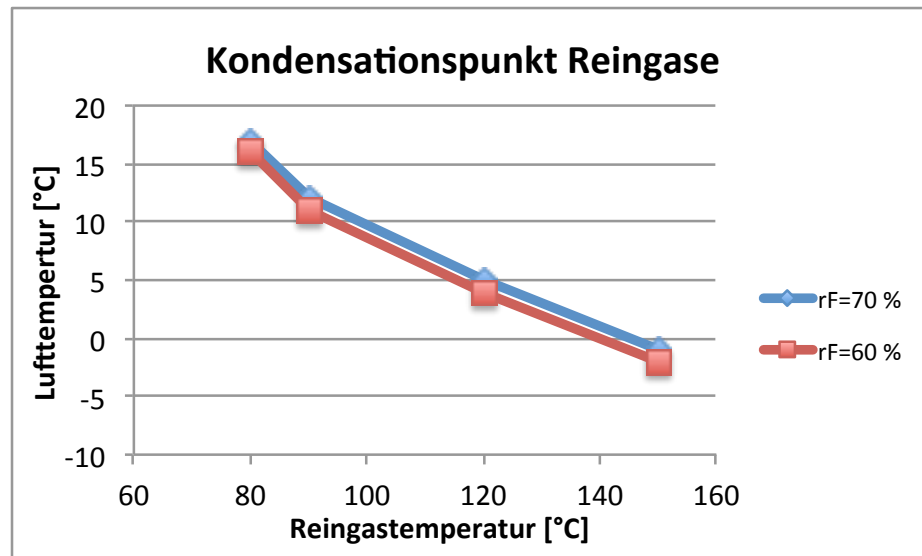


Die Wirtschaftlichkeit wurde gerechnet mit der Annahme, dass 80% der Wärme für die Fernwärme genutzt wird.

M1: Wärmerückgewinnung Kamin

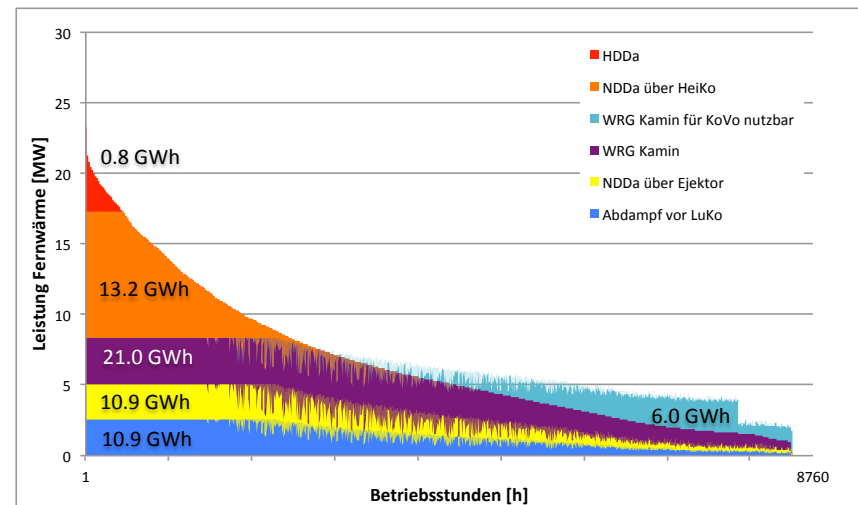
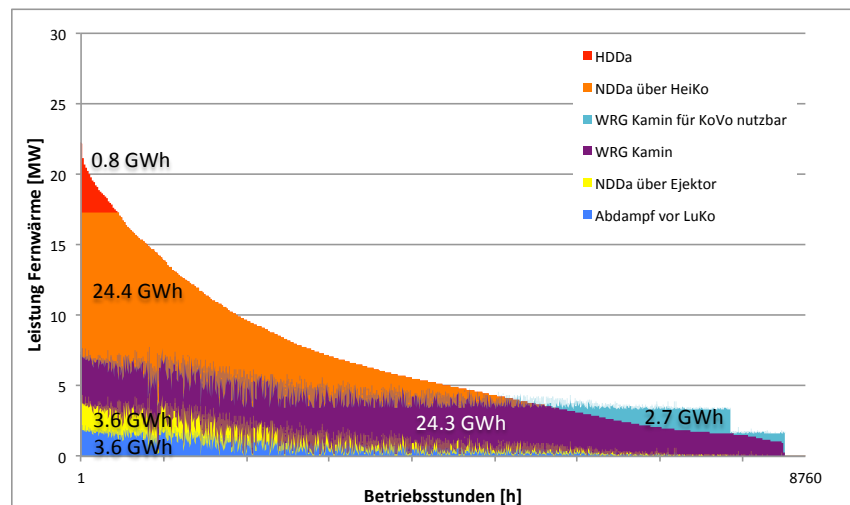
Konsequenzen aus der WRG:

- Wie die untenstehende Grafik zeigt, kann je nach Aussen- und Reingastemperatur das darin enthaltene Wasser auskondensieren.
- Zur Verhinderung gibt es zwei mögliche Alternativen:
 - ⇒ WRG nur bis 120 °C. Dadurch reduziert sich die rückgewinnbare Leistung um die Hälfte. Dafür ist die Einbaugrösse des Wärmeübertrager kleiner und es kann auf eine zusätzliche Beschichtung im Kamin verzichtet werden.
 - ⇒ WRG bis 90 °C inkl. einer Entschwadung. Nebst dem deutlich grösseren Platzbedarf erhöhte dies die Investitionskosten deutlich, wodurch die Wirtschaftlichkeit noch schlechter ausfällt.



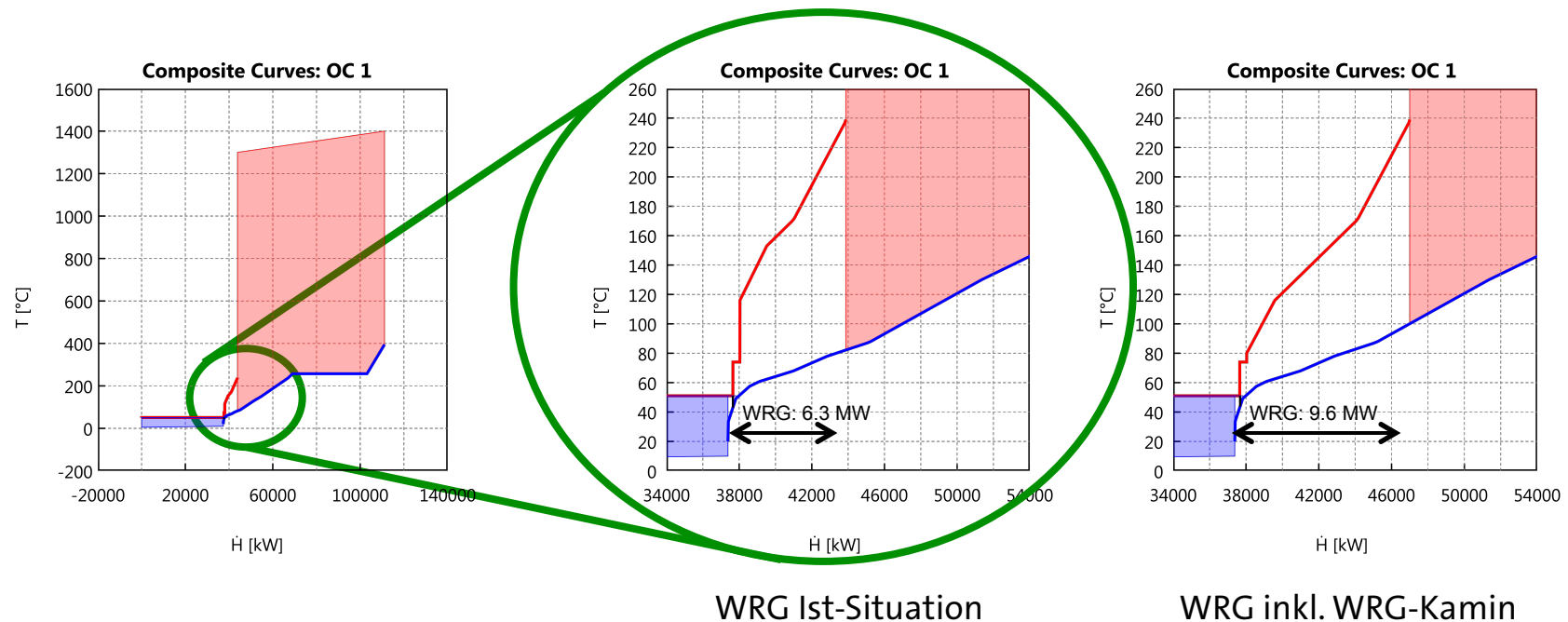
M1: Zukünftige Fernwärme

- Wird vor dem Kamin die Wärme aus dem Rauchgas zurückgewonnen (27 GWh/a), reduziert sich die benötigte HD-Dampfmenge von 3.1 GWh/a auf 0.8 GWh/a
- Die zurückgewonnene Energie kann dabei zwischen 78% (rechts: 21 GWh/a, optimierter Ejektorbetrieb) bis 90% (links: 24.3 GWh/a, Ejektorbetrieb wie heute) für die Fernwärme verwendet werden.
- Der restliche Anteil der zurückgewonnenen Energie kann für die Kondensatvorwärmung verwendet werden. (links: 2.7 GWh/a, Ejektorbetrieb wie heute, rechts: 6 GWh/a, optimierter Ejektorbetrieb)



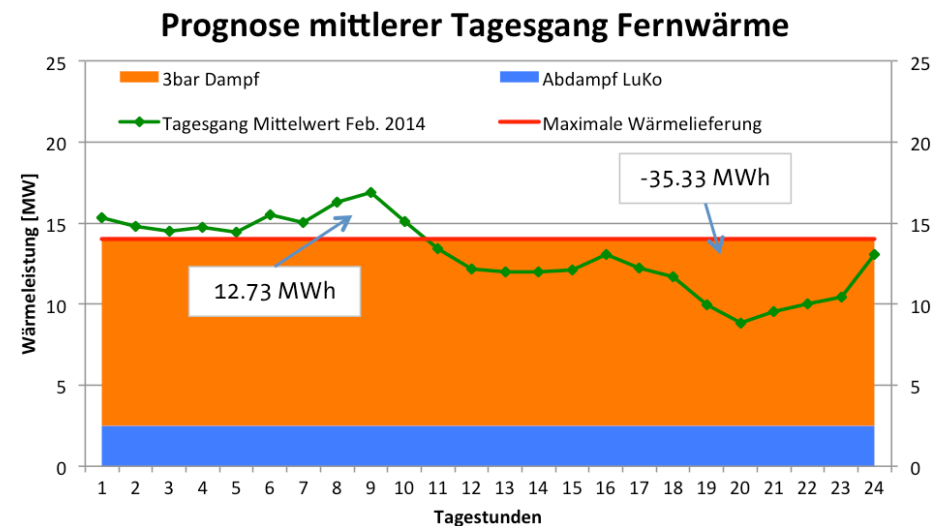
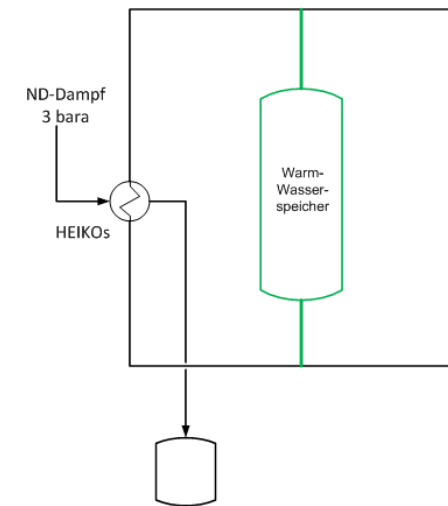
M1: Pinch-Analyse WRG Kamin

- Die untenstehenden Grafiken zeigen nochmals die Composite Curves der KVA Giubiasco, d.h. die Summe aufzuheizender und alle abzukühlender Ströme im System. Die Rauchgase wurden erst ab dem Austritt ECO1 mitberücksichtigt.
- Bei der Grafik rechts wurden als heisse Ströme noch zusätzlich die Wärme im Rauchgas vor dem Kamin berücksichtigt, welche heute noch nicht genutzt wird. Dadurch steigt die mögliche Wärmerückgewinnung gegenüber den heute bereits zurückgewonnenen 6.3 MW um 3.3 MW auf fast 9.6 MW an.



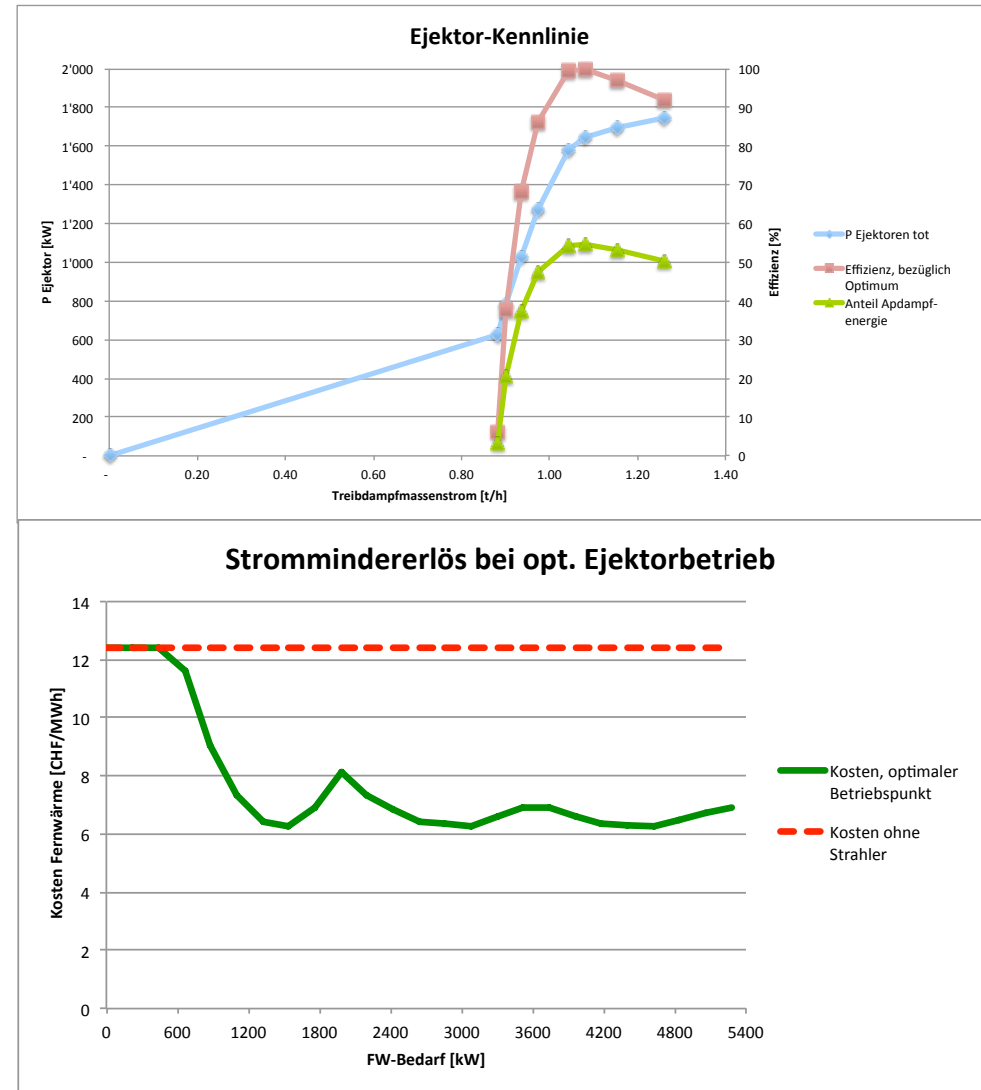
M2: Einsatz Wärmespeicher anstelle WRG vor Kamin

- Ziel dieser Massnahme wäre das Abfangen der Leistungsspitzen beim zukünftigen Fernwärmeabsatz.
- Lieferung von 3'100 MWh/a Wärme über den Speicher wodurch kein Bezug mehr von hochwertigem HDDa für die FW benötigt wird.
- 2 Speicher, Speichervolumen ca. 300 m³
- Weitere Vorteile:
 - ⇒ Mögliche Tertiärregelung ohne Dampfvernichtung über LuKo
 - ⇒ Stromproduktion nach vereinbartem Fahrplan, dadurch erwarteter Mehrerlös beim nicht KEV-Vergüteten Stromverkauf.



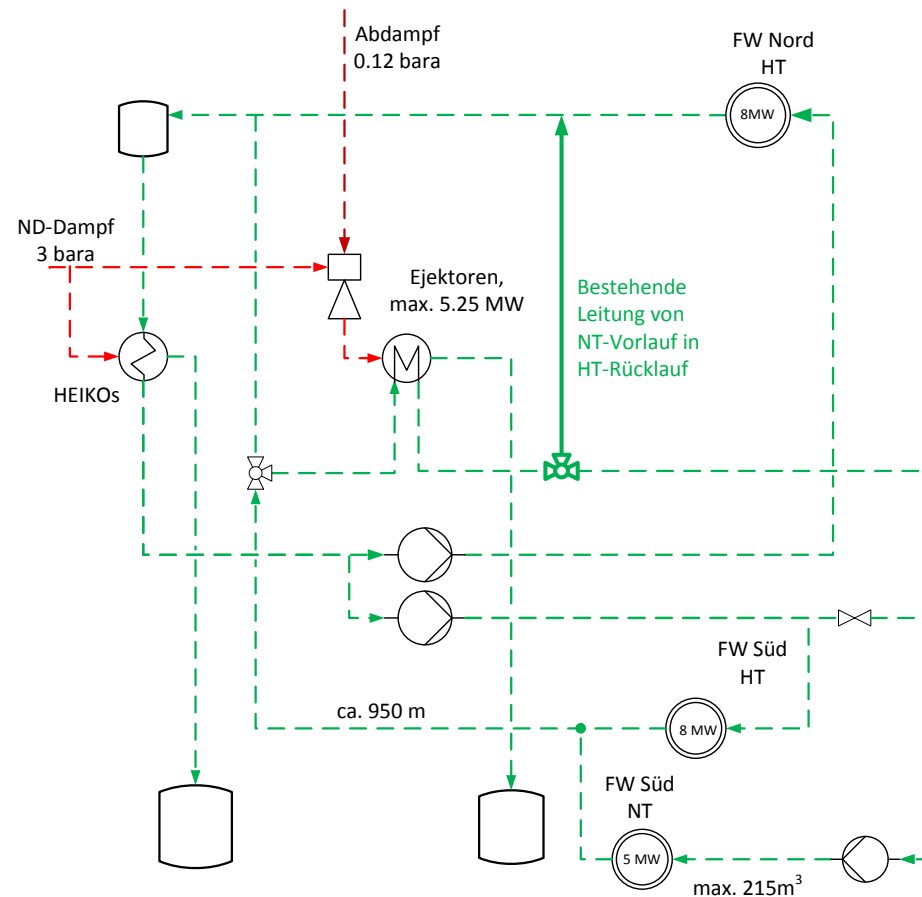
M3: Ejektorbetrieb

- Bis zu einem Treibdampfmassenstrom von knapp 0.9 t/h (entspricht ca. 0.6 MW Wärmeabgabe) wird kein Abdampf vom LuKo angesogen.
- Beim heutigen Fernwärmebedarf liegt die Leistung des NT-Netzes während 40% des Jahres über dieser Mindestleistung von 0.6 MW.
- Trotzdem wird während dieser Zeit nicht immer Abdampf angesogen.
- Das NT-Netz wird zeitweise nur mit wertvollere 3 bara Dampf beheizt.
- D.h. Die Steuerung der Ejektoren könnte noch optimiert werden.



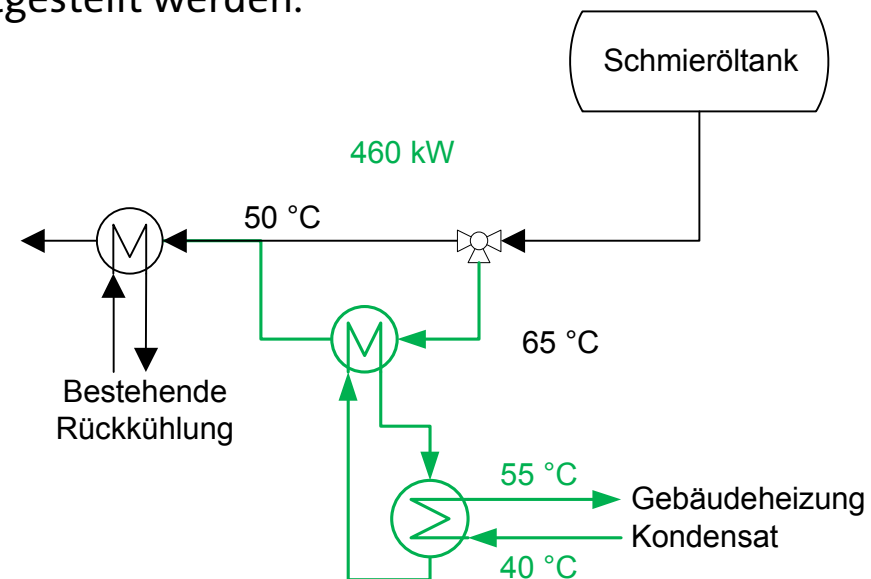
M3: Ejektorbetrieb

- Um die Auslastung der Ejektoren zu erhöhen, wäre es möglich den gesamten RL-Volumenstrom der beiden Süd-Netze über die Ejektoren zu leiten. Eine Leitung besteht bereits.
- Im Ist-Betrieb wäre die zeitlich mögliche Auslastung 50% höher als jetzt, d.h. die Ejektoren könnten während 60% des Jahres in Betrieb sein.
- Die zu erwartenden Investitionskosten sind vernachlässigbar, da die Leitung schon besteht



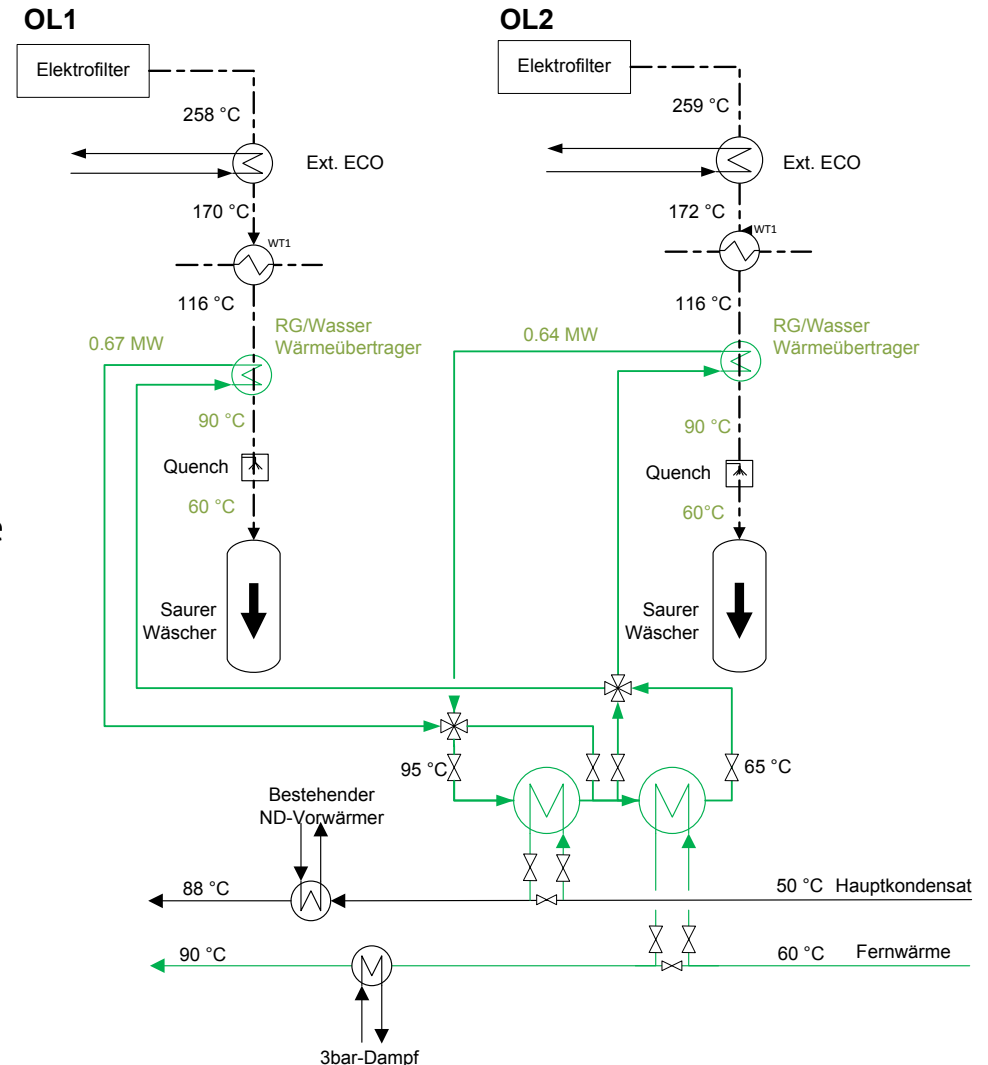
M4: Ölkühler

- Die Abwärme aus dem Ölkühler wird heute über ein Rückkühlsystem auf dem Dach abgeführt. Die Wärme wird nicht genutzt und für die Ventilatoren der Rückkühlung wird Strom benötigt.
- Die Massnahme sieht vor, das Öl durch Kondensate der Gebäudeheizung zu kühlen, dadurch die Wärme zu nutzen und den Stromverbrauch im Rückkühler zu reduzieren.
- Dazu muss ein Zwischenkreislauf sowie die Rohrleitung zur Gebäudeheizung mit entsprechender Regelung installiert werden.
- Dadurch könnten knapp 0.5 MW für die Gebäudeheizung bereitgestellt werden. Der Rest müsste wie bisher über ND-Dampf bereitgestellt werden.
- Die Massnahme ist erst ab einem Wärmeabsatz von 7'500 Volllaststunden wirtschaftlich.
- Da für die Gebäudeheizung nur von 2'500 Volllaststunden ausgegangen werden kann, wird die Massnahme nicht zur Umsetzung empfohlen.



M5: Möglichkeiten WRG vor Quench

- Die Rauchgase könnten bei beiden Linien noch von 116°C bis auf ca. 90°C abgekühlt werden, ehe sie in den Quench gelangen.
- Für diese Massnahme müsste ein mit Fluorkunststoff beschichteter Wärmeübertrager nach dem externen Eco eingebaut werden.
- Bei der Linie 1 könnten 0.67 MW_{th} und bei der Linien 2 ca. 0.64 MW_{th} zurückgewonnen werden.
- Es besteht jedoch das Risiko, dass der zweite GaGaVo (WT2) korrodiert, da die RG-Temperatur nahe am Säuretaupunkt liegt
- Wie in M1 könnte die Wärme entweder für die Fernwärme oder als Kondensatvorwärmung genutzt werden.
- Die Massnahme wird aufgrund der technischen Schwierigkeiten und der Wirtschaftlichkeit nicht zur Umsetzung empfohlen.



Weitere Ansätze Energieeinsparung

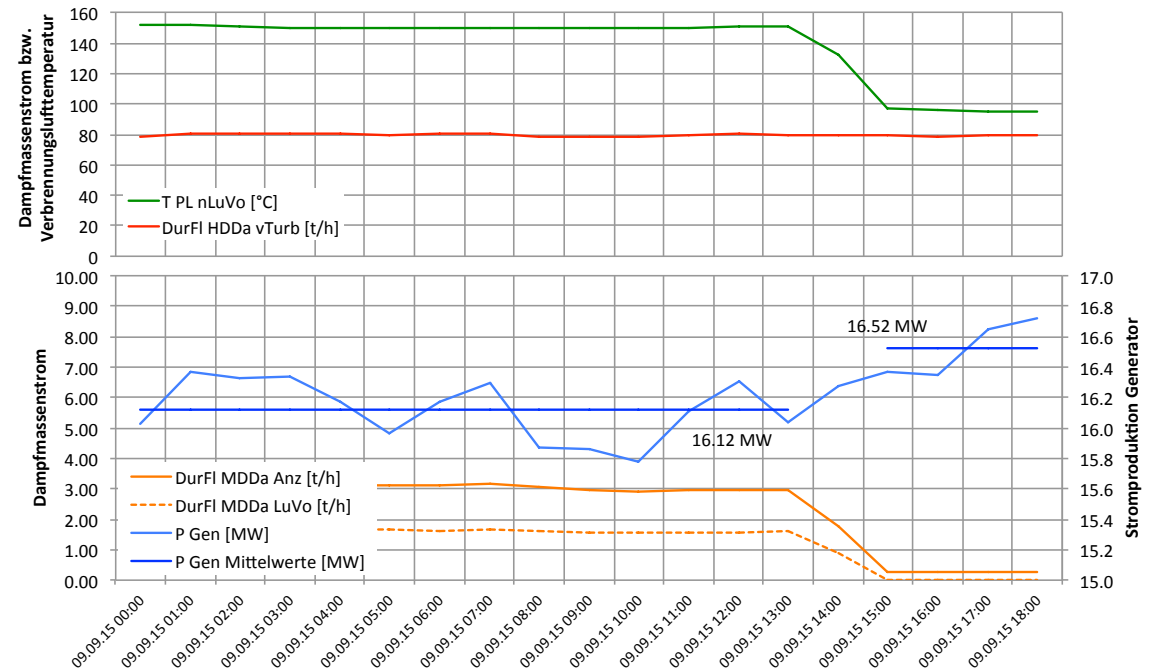
Betrieb LuVo:

- Aufgrund der ungünstigen Aufstellung läuft der LuVo nicht optimal.
- Die Haupterwärmung der Luft erfolgt über den MD- Dampf anstelle des ND- Dampfes.
- Mögliche Lösungen:
 - ⇒ Alternative Aufstellungsvariante (evtl. um 45° gedreht) oder bessere Leitbleche vor LuVo
 - ⇒ Betrieb mit tieferen Verbrennungsluft-temperaturen

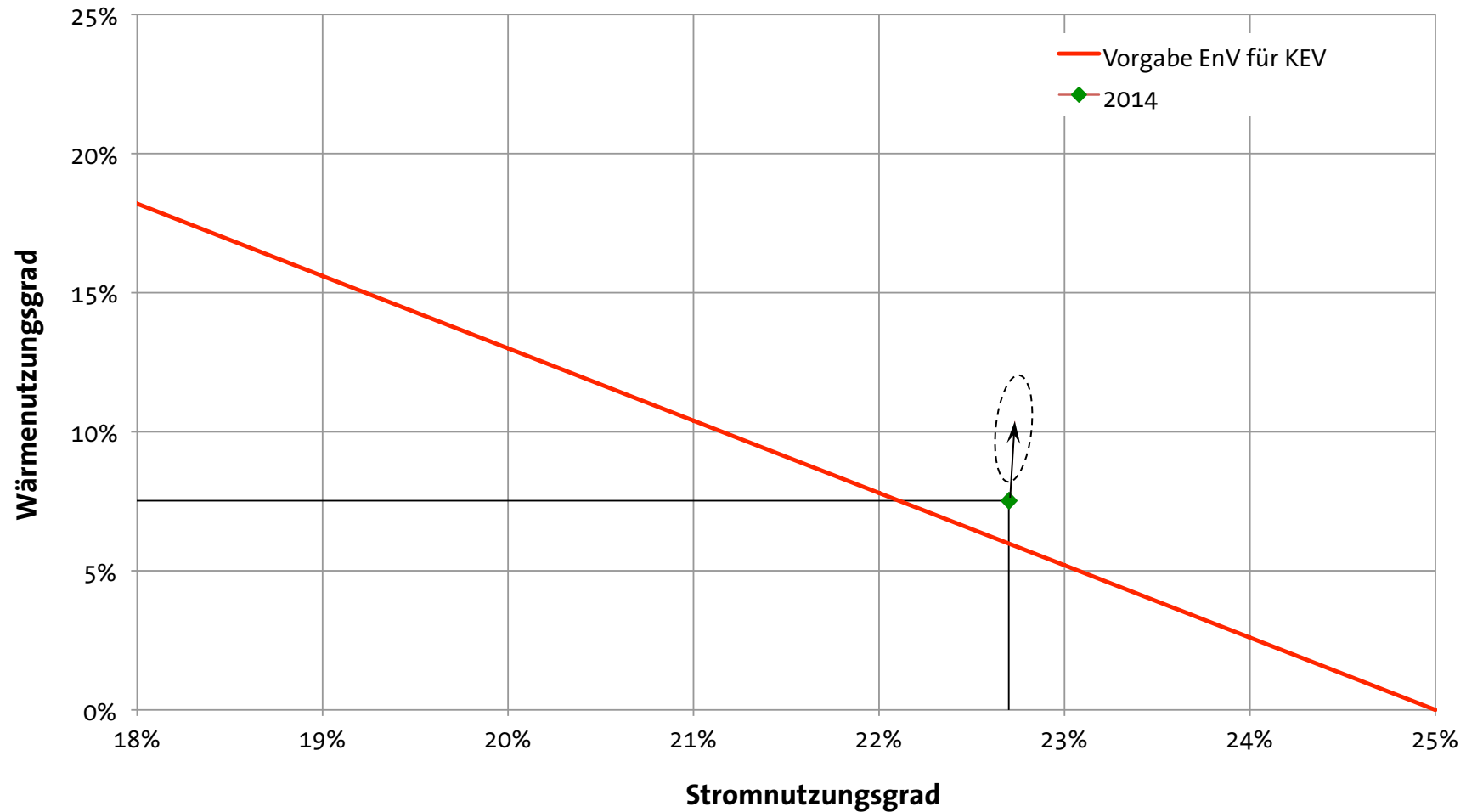
Rechts: Test ohne MD-LuVo

- PL-Temperatur sinkt auf 95°C
- Produzierte HDDa-Menge bleibt konstant

Auswertung Betrieb ohne MDDa-LuVo



Auswirkungen auf den Nutzungsgrad



- Steigerung der Energienettoeffizienz ENE um 0.05 Punkte, von heute 0.55 auf 0.6

Schlussfolgerung

- Mit Hilfe der Pinch-Analyse konnte aufgezeigt werden, dass in der KVA Tessin noch ein sinnvoll erschliessbares Potential von 3.3 MW Wärme (WRG vor Kamin) vorhanden ist.
- Weitere 0.5 MW aus der Rückkühlung des Turbinenöls wären technisch machbar aber zum heutigen Zeitpunkt nicht wirtschaftlich.
- Sollten neue Wärmesenken mit einem Temperaturniveau von 50°C vorhanden sein, so könnten weitere 1.2 MW Wärme (WRG vor dem Wäscher) genutzt werden.

Nicht weiter verfolgte Massnahmen

- Auf der KVA Giubiasco stehen noch weitere Verbraucher im Betrieb, welche ein gewisses Abwärmepotential zulassen:

- Weiter zu verfolgen:
 - ⇒ Vergrösserung des LuKo um auch im Sommer einen tiefen Abdampfdruck fahren zu können.
 - ⇒ WRG aus Wäscherwasser mit WP: Zur Zeit noch keine gewinnbringende Senke.
 - ⇒ Fernwärmelieferung ab ND- Anzapfung für KoVo

- Nicht weiter zu verfolgen
 - ⇒ Absenkung des Abdampfdruckes nach der Turbine (p_{\min} : 0.08 bara, Potenzial bereits ausgereizt)
 - ⇒ Zusätzliche WRG aus Wäscherwasser: Zu tiefes Temperaturniveau. Keine gewinnbringende Senke vorhanden.
 - ⇒ Kondensatvorwärmung über Ejektoren: Nutzen aufgrund des geringen Preisunterschiedes zwischen Wärme vom Ejektor und Wärme aus dem Kondensatvorwärmer zu gering.

Ihre Ansprechpartner

helbling



Rainer Schödel
rainer.schoedel@helbling.ch
Fon +41 44 438 18 27

Rytec

Curdin Christen
curdin.christen@rytec.ch
Fon +41 31 724 33 33

Anhang A: Massenbilanz

	Input [t/h]	Output [t/h]	
Kessel 1 + 2			
SPW Kessel 1	39.45		Ohne Einspritzkühlung
SPW Kessel 2	40.02		Ohne Einspritzkühlung
zu HD-Verteiler 1		36.68	
zu HD-Verteiler 2		36.52	
DeNOx 1		2.09	
DeNOx 2		2.27	
Abschlammung		0.91	aus Heizwert-Effizienz-Berechnung
Einspritzkühlung OL1+2	5.78		eigene Berechnung
Differenz	6.79		
Differenz	8%		
HD-Verteiler			
Kessel 1	36.68		
Kessel 2	36.52		
MD-Verteiler		-	Quasi fast nicht in Betrieb
ND-Verteiler		-	Quasi fast nicht in Betrieb
LUKO Bypass		-	Annahme 0
		-	
Turbopumpe		-	kaum in Betrieb
Turbine 1		70.82	
Differenz	2.38		
Differenz	3%		
MD-Verteiler			
HD-Verteiler	-		kaum geöffnet
TG1 MD-Anzapfung	2.66		Jahresmittelwert
ND-Verteiler 1		-	nicht vorhanden
LuVo OL1+2		2.78	Jahresmittelwert
Sperrdampf		-	keine Angaben
Betriebsstrahler		0.11	Berechnet: Anteil Treibdampf
Hilfsdampfkessel		-	keine Angaben
Differenz	-0.23		Anteil HD-MD Bypass?
Differenz	9%		
ND-Verteiler			
HD-Verteiler	-		kaum geöffnet
Nachverd. DaGaVo u MD-LuVo	1.34		
TG1 ND-Entnahme	6.10		ohne Anteil zu Teris, Jahresmittelw
LuVo OL1+2		0.93	
FW-Heikos		-	geht nicht über ND-Verteiler
ND-Dampf SPW-Beh. 1+2		5.49	berechneter Bedarf
Gebäudeheizung		0.02	
Differenz	1.00		
Differenz	13%		

	Input [t/h]	Output [t/h]	
Turbine 1			
HD-Verteiler	70.82		
MD-Anzapfung		2.66	
ND-Entnahme		10.23	inkl. Anteil zu TERIS
ND-Anzapfung		3.35	KoVo
LUKO 1 und Teris		54.58	berechnete Differenz
Differenz	-		
Differenz	0%		
Kondensatsammler			
Kond NDVorwärmug	3.35		2.04
HK	54.79		
Nebenkond. Tank	6.72		ohne Nachverdampfung
GebH	0.02		
Abschlammung	0.91		aus Heizwert-Effizienz-Berechnung
SPW-Behälter 1+2			
Differenz	65.79		Geht in SPW1+2
Differenz	100%		
SPW-Behälter 1 + 2			
Kondensatsammler	65.79		
Abkühlung Fedgedampf	3.72		
Wasser Nachspeisung 1+2	1.37		
ND-Dampf SPW-Beh. 1+2	5.49		
Kessel 1		39.45	
Kessel 2		40.02	
Fedgedampf		0.10	Annahme
Einspritzkühlung MD ND-Dampf		-	kaum geöffnet
Einspritzkühlung OL1+2 Überhitzer		5.78	Eigene Berechnung
Differenz	-8.97		
Differenz	4%		
Fernwärme			
ND-Dampf	4.13		
Saugdampf	0.03		
Kond Heikos		3.32	
MiKond Ejektoren		0.53	
Differenz	0.31		
Differenz	7%		

Eingabe aus Messdaten
Berechnung
Resultat

Anhang B: Stromtabelle

Name	Segment	Hot/Cold	Tin °C	Tout °C	kg/s Flow	kJ/kgK Cp	W/m2K Phase Alpha	bar abs Pressure	Fluid	kg/kg Humidity Ratio	Soft	h Tstart	h Tstop
Hauptkondensat nHKB		Cold	46.7	130	15.1834722	4.203		2000	3 Water		no	0	8200
Kondensat Heikos		Cold	87.5	130	0.92222	4.205		1000	3.00 Water		no	0	8200
Kondensat Ejektoren		Cold	65.0	130	0.14722	4.202		1000	3.00 Water		no	0	8200
Kondensat FW-total		Cold	84.4	130	1.06944	4.204		1000	3.00 Water		no	0	8200
Kondensat vKoVo		Cold	49.2	87.3	15.21944	4.201		1000	3.00 Water		no	0	8200
Kondensat NDDa-KoVo		Cold	62.5	130	0.93056	4.202		1000	3.00 Water		no	0	8200
Abdampf		Hot	x1	x0	15.15278			1000	0.12 Water		no	0	8200
Nachspeisung		Cold	20.0	130	0.38055556	4.205		2000	3 Water		no	0	8200
Fegedampf		Hot	130.0	50	0.02777778	4.203		1000	3 Water		no	0	8200
DeNOx HD Kondensate OL1		Hot	250.8	130	0.57944444	4.471		1000	43.8 Water		no	0	8200
DeNOx HD Kondensate OL2		Hot	253.5	130	0.62972222	4.479		1000	45.8 Water		no	0	8200
NKB Kondensate ND-LuVo		Hot	133.7	130	0.25833333	4.243		1000	3.48 Water		no	0	8200
NKB Kondensate MD-LuVo		Hot	171.2	130	0.77222222	4.306		2000	9.19 Water		no	0	8200
NKB Kondensate Total		Cold	128.5	130	1.86793056	4.236		2000	3 Water		no	0	8200
NKB Kondensate GebHeizung		Cold	66.8	130	0.00555556	4.203		2000	3.38 Water		no	0	8200
Kondensatsammler total		Cold	87.3	130	18.0234861	4.206		2000	3.48 Water		no	0	8200
ECO1(extern) Gemisch OL1		Cold	130.0	174	10.95833333	4.302		2000	50 Water		no	0	8200
ECO1(extern) Gemisch OL2		Cold	130.0	175	11.1166667	4.304		2000	50 Water		no	0	8200
SD VoWaermung OL1		Cold	174.0	225	10.95833333	4.482		2000	50 Water		no	0	8200
SD VoWaermung OL2		Cold	175.0	223	11.1166667	4.479		2000	50 Water		no	0	8200
ECO2 OL1		Cold	225.0	246	10.95833333	4.7		2000	50 Water		no	0	8200
ECO2 OL2		Cold	223.0	247	11.1166667	4.696		2000	50 Water		no	0	8200
Verdampfung+Ueberhitzung OL1		Cold	246.0	395	10.1875	14.27			45 Water		no	0	8200
Verdampfung+Ueberhitzung OL2		Cold	247.0	395	10.1444444	14.33			45 Water		no	0	8200
Primluft OL1		Cold	33.4	149	11.8951553	1.015		50	1.013 HumidAir	0.006	no	0	8200
Primluft OL2		Cold	34.0	150	12.8732719	1.015		50	1.013 HumidAir	0.006	no	0	8200
RG Kessel - E-Filter OL1		Hot	1400.0	258	17.0083949	1.19		100	1.013 HumidAir	0.100	no	0	8200
RG Kessel - E-Filter OL2		Hot	1400.0	259	15.6052778	1.19		100	1.013 HumidAir	0.100	no	0	8200
RG Kessel - ECO2 OL1		Hot	1400.0	311	18.7092344	1.19		100	1.013 HumidAir	0.100	no	0	8200
RG Kessel - ECO2 OL2		Hot	1400.0	324	17.1658056	1.19		100	1.013 HumidAir	0.100	no	0	8200
RG ECO2 OL1		Hot	311.0	258	18.7092344	1.004		100	1.013 HumidAir	0.000	no	0	8200
RG ECO2 OL2		Hot	324.0	259	17.1658056	1.004		100	1.013 HumidAir	0.000	no	0	8200
RG ECO1 OL1		Hot	258.0	170	17.0083949	1.252		100	1.013 HumidAir	0.134	no	0	8200
RG ECO1 OL2		Hot	259.0	172	15.6052778	1.19		100	1.013 HumidAir	0.100	no	0	8200
RG ECO1 - Waescher OL1		Hot	170.0	61	17.0083949	1.252		100	1 HumidAir	0.134	no	0	8200
RG ECO1 - Waescher OL2		Hot	172.0	61	15.6052778	1.19		100	1.013 HumidAir	0.100	no	0	8200
WRG im Waescher OL1		Hot	60.5	50	17.0083949	12.62			1.013 HumidAir	0.135	yes	0	8200
WRG im Waescher OL2		Hot	60.5	50	15.6052778	12.62			1.013 HumidAir	0.135	yes	0	8200
RG Waescher - DeNOx OL1		Cold	60.5	237	17.0083949	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158	no	0	8200
RG Waescher - DeNOx OL2		Cold	60.5	239	15.9843778	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158	no	0	8200
RG DeNOx - Kamin OL1		Hot	237.0	153	17.0083949	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158	yes	0	8200
RG DeNOx - Kamin OL2		Hot	239.0	153	15.9843778	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158	yes	0	8200
RG Waescher - DeNOx OL1, mit WRG Waescher		Cold	50.0	237	17.0083949	1.165		100	1.013 HumidAir	0.087	no	0	8200
RG Waescher - DeNOx OL2, mit WRG Waescher		Cold	50.0	239	15.9843778	1.165		100	1.013 HumidAir	0.087	no	0	8200
RG DeNOx - Kamin OL1, mit WRG im Kamin		Hot	237.0	80	17.0083949	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158	yes	0	8200
RG DeNOx - Kamin OL2, mit WRG im Kamin		Hot	239.0	80	15.9843778	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158	yes	0	8200
FW HT Nord		Cold	78.0	87	13.953902	4.191		2000	22 Water		no	0	8200
FW HT Nord, Winter		Cold	78.0	89	17.8361035	4.191		2000	22 Water		no	0	8200
FW HT Sued		Cold	61.0	88	12.4496219	4.19		2000	22 Water		no	0	4100
FW HT Sued, Winter		Cold	60.0	93	11.9932311	4.191		2000	22 Water		no	0	8200
FW NT Sued		Cold	57.5	68	17.817871	4.19		1500	22 Water		no	0	8200
FW NT Sued, Winter		Cold	57.0	69	16.7281753	4.19		1500	22 Water		no	0	8200
Gebaeude		Cold	70.0	90	0.2777778	4.195		1500	3 Water		no	0	8200
Oelkuehler		Hot	65.0	50	18.2372378	0		1000	6 Simple		no	0	8200
Abluft Generatorkuehler		Cold	40.0	70	3.27042772	1.015		100	1.013 HumidAir	0.006	yes	0	8200
Abdampf_v2		Hot	x1	x0	15.152778		2486		1000 0.12 R718 (Water)		no	0	8200
SpW Erwaermung OL1		Cold	130.0	246	10.95833333	4.453		2000	50 Water		no	0	8200
SpW Erwaermung OL2		Cold	130.0	247	11.1166667	4.456		2000	50 Water		no	0	8200
RG FR bis ECO1 OL1		Hot	1400.0	170	17.0083949	1.252		100	1.013 HumidAir	0.1335	no	0	8200
RG FR bis ECO1 OL2		Hot	1400.0	172	15.6052778	1.19		100	1.013 HumidAir	0.1	no	0	8200
FW NT Sued, Winter_Zukunft		Cold	57.0	69	100	4.19		1500	22 Water		no	0	8200
FW HT Sued, Winter_Zukunft		Cold	60.0	93	58	4.191		2000	22 Water		no	0	8200
FW HT Nord, Winter_Zukunft		Cold	78.0	89	347	4.191		2000	22 Water		no	0	8200
RG ECO1 - Waescher OL1 WRG Quench		Hot	170.0	90	17.0083949	1.252		100	1 HumidAir	0.1335	no	0	8200
RG ECO1 - Waescher OL2 WRG Quench		Hot	172.0	90	15.6052778	1.19		100	1.013 HumidAir	0.1	no	0	8200
RG ECO1 - Quench OL1 Ist		Hot	170.0	116	17.0083949	1.252		100	1 HumidAir	0.1335	no	0	8200
RG ECO1 - Quench OL2 Ist		Hot	172.0	116	15.6052778	1.19		100	1.013 HumidAir	0.1	no	0	8200
WRG Kamin OL1		Hot	153.0	80	17.0083949	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158138188	yes	0	8200
WRG Kamin OL2		Hot	153.0	80	15.9843778	1.298		100	1.013 HumidAir	0.158138188	yes	0	8200