



Energieoptimierung Papierfabrik Utzenstorf Werksanalyse mit der Pinch-Methode

Dieses Projekt wurde mit finanzieller Unterstützung durch das Bundesamt für Energie durchgeführt. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt!

Erstellt für:

Papierfabrik Utzenstorf AG
Stéfan Junginger
CH-3427 Utzenstorf

Helbling Beratung + Bauplanung AG
Hohlstrasse 614
CH 8048 Zürich
Fon +41 44 438 18 11
Fax +41 44 438 18 10
Mail info-hbp@helbling.ch

Projektverantwortung: Raymond Morand
Projektleitung: Simon Bachmann

Zürich, 18. Dezember 2014

Management Summary

- In der Papierfabrik Utzenstorf wurde mit dem Ziel einer Reduktion des Energieverbrauchs erneut eine Energieanalyse unter Anwendung der Pinch-Methode durchgeführt. Die Analyse deckt alle relevanten Energieverbraucher im Bereich der Produktionsprozesse und der Dampferzeugungsanlagen ab.
- Aufgrund der detaillierten Datenerhebung und der Analyse der Prozesse konnte gezeigt werden, dass noch weiteres Optimierungspotential besteht. Es hat sich aber auch gezeigt, dass keine sehr grossen ungenutzten Potentiale mehr vorhanden sind, welche unter den heutigen Bedingungen ohne grösseren Technologiewechsel wirtschaftlich erschlossen werden könnten.
- Die möglichen Verbesserungen setzten sich zusammen aus einigen kleineren Massnahmen im Bereich der Betriebsoptimierung von WRG-Anlagen und Energieverbrauchern, sowie je eine Massnahme zur Verbesserung der Wärmerückgewinnung im Bereich der Papiermaschinenzuluft und der Stärkeaufbereitung.
- Die Massnahmen mit Priorität 1 weisen zusammen Einsparungen von 218 kCHF/a auf bei einem durchschnittlichen Payback von 4.5 Jahren. Massnahmen mit Priorität 1 und 2 generieren zusammen Einsparungen von 311 kCHF/a bei mit einem Payback von 5.0 Jahren.

Inhalt

1. Ausgangslage / Zielsetzung	4
2. Grundlagen	5
3. Ist-Analyse	6
4. Pinch-Analyse	16
5. Massnahmen	17
6. Schlussfolgerung / Empfehlungen	28
Anhang	30

Ausgangslage / Zielsetzung

Ausgangslage

- Die Papierfabrik Utzenstorf beabsichtigt, ihre Prozesse und ihre Infrastruktur ganzheitlich zu analysieren und Energieeinsparpotenziale zu ermitteln. Die Energiekosten weisen einen bedeutenden Anteil an den Gesamtproduktionskosten auf. Diese Kosten zu optimieren wird zunehmend zur wichtigen Aufgabe im Unternehmen.
- Die Reduktion des CO₂-Ausstosses kann sich in Zukunft nicht nur wirtschaftlich auszahlen, sondern wird auch von der Öffentlichkeit positiv wahrgenommen. Eine umfassende und systematische Betrachtung der bestehenden Prozesse kann den Energieverbrauch optimal reduzieren.
- Die Papierfabrik Utzenstorf hat im Jahr 2007 eine Energiestudie durchgeführt. In der Zwischenzeit wurden mehrere Massnahmen erfolgreich umgesetzt. Es gab jedoch auch Änderungen in den Prozessbedingungen (z.B. tieferer Wärmeeintrag durch die Schleiferei, Änderungen der Solltemperaturen der Hauben- und Hallenzuluft, etc). Daher drängt sich die Frage auf, wie optimale Massnahmen auf Basis der heutigen Situation aussehen.

Zielsetzung

- Aufzeigen der Energieeinsparpotenziale in den wichtigsten energierelevanten Prozessen unter Einsatz der systematischen Methodik der Pinch Analyse und Erarbeiten von Massnahmen zu deren Erschliessung.
- Erarbeitung eines umfassenden, integrierten Gesamtenergiekonzeptes auf Werkebene der Papierfabrik Utzenstorf und Aufzeigen der zukünftigen Energieverbrauchsentwicklung unter Berücksichtigung der Realisierung der Massnahmen (eventuell in Etappen).
- Erarbeitung einer Basis für die geforderte Zielvereinbarung zur Befreiung von der KEV-Abgabe

Grundlagen

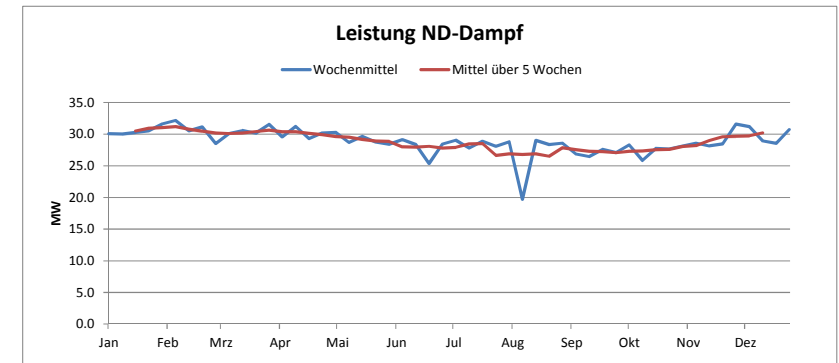
Datengrundlagen

- Zur Bilanzierung der Haubenluft wurden, wo vorhanden, Mittelwerte aus der Onlinemessung von 2013 verwendet. Bei den Massenströmen wurden die Daten aus diversen älteren Quellen bzw. Auslegedaten zusammengetragen (Wiessner 2006, Weihmayer 2010, Ahola 2013, Offerten Voith 2007/2009), welche zu ähnlichen Resultaten kamen (+/-10%, ausser bei WR40).
- Bei den übrigen Daten wurden grösstenteils Durchschnittswerte aus Onlinemessungen verwendet und mit Punktuellen Messungen, Auslegedaten oder Abschätzungen der Betreiber ergänzt.

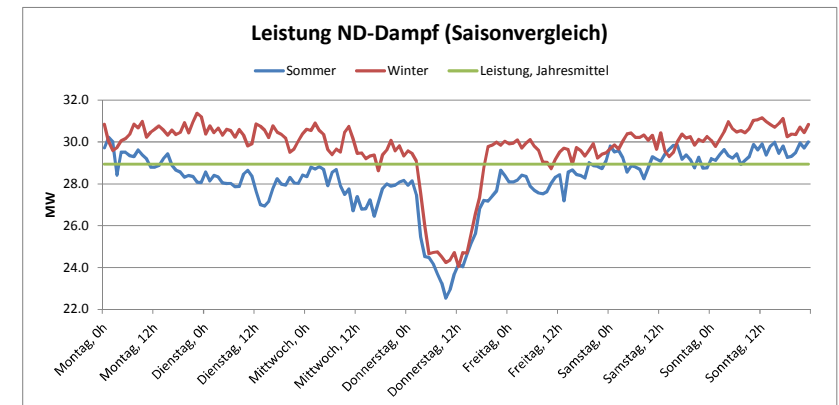
Ist-Analyse

Bilanz Dampfverbraucher

- Die Dampfverbraucher können relativ genau quantifiziert werden, weil sämtliche Hauptabgänge des ND-Verteilers mit einer Durchflussmessung ausgestattet sind.
- Die Grafiken rechts zeigen, dass sich beim Dampfverbrauch leichte saisonale Schwankungen feststellen lassen. Im Durchschnitt der Wintermonate wird ca. 1.4 MW mehr Dampf verbraucht als in im Durchschnitt der Sommermonate. Die Zahlen sind jedoch nicht Produktionsmengenbereinigt.
- Hochdruckdampf wird primär im Kessel 2 (Gas) sowie in der Rinden- und Schlammverbrennungsanlage (RSA) erzeugt (total ca. 41 t/h), und über eine Gegendruckturbine in das ND-Netz entspannt.
- Aus dem Kessel 2 werden ca. 1.4 t/h Sattdampf für das Thermokompressornetz entnommen, welches im Verbrauch aber eine untergeordnete Rolle spielt.
- Über den Kessel- und den Turbinenwirkungsgrad wurde auf Basis des Gas- und Strompreises ein Dampfpreis von 33.3 CHF/MW_{th} für ND-Dampf aus dem Kessel 2 errechnet.
- Bei Einsparungen von Dampf im Prozess ist dieser Preis massgebend für die generierten Einsparungen (Minderverbrauch von Gas, aber auch Minderproduktion von Strom).



Dampfverbrauch ND-Dampf mit saisonaler Schwankung

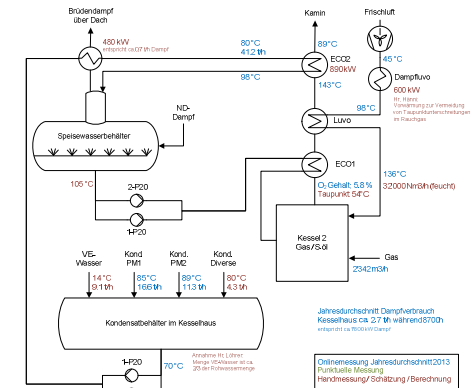


Der Dampfverbrauch ist in den Wintermonaten im Schnitt 1.5 MW höher als im Sommer (Schwankung 5%). Der Einbruch am Donnerstag wird verursacht von regelmässigen Wartungen.

Ist-Analyse

Dampferzeugung Kesselhaus

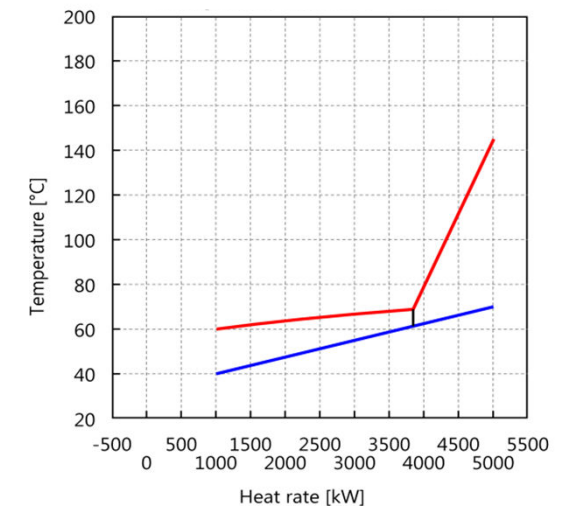
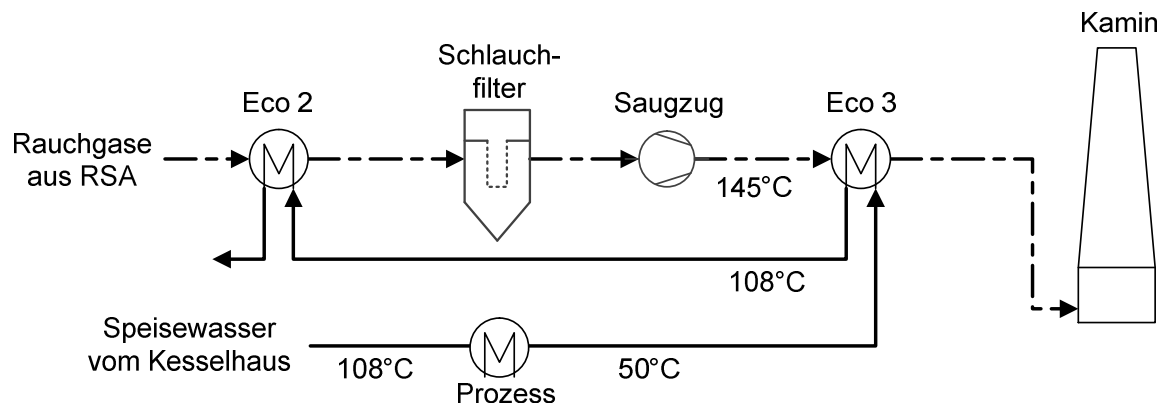
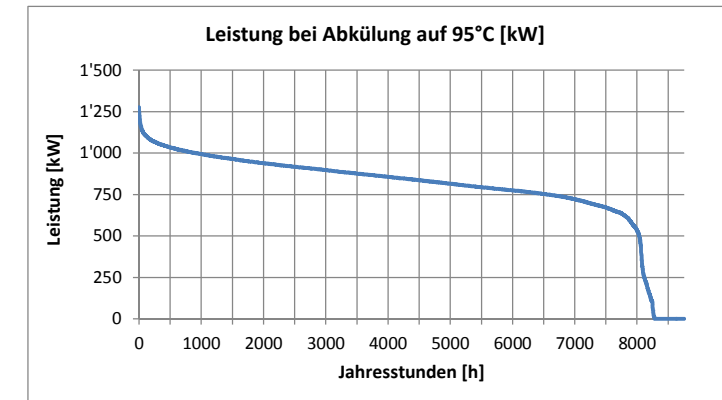
- Die vom Prozess zurückkommenden Kondensate werden im Kondensatbehälter gesammelt und über zwei redundante Kondensatpumpen über den Brüdenkondensator und den ECO2 zum Speisewasserbehälter geführt.
- Aufgrund von Kavitationsproblemen in den Kondensatpumpen wird das VE-Wasser kalt zugemischt und die Kondensate der PMs gekühlt (Wärmeabgabe ins Warmwassernetz). Die Menge VE-Wasser ist relativ hoch, weil im Prozess viele Direktdampfverbraucher existieren.
- Der Dampfverbrauch im Kesselhaus von 2.7 t/h (1'800 kW) wird grösstenteils für den Dampf-LUVO sowie für die Speisewasserentgasung benötigt. Im Speisewasserbehälter wird Dampf benötigt, um die Kondensate auf Zieltemperatur zu erhitzen. Dabei fällt auch eine gewisse Menge an «Fegedampf» an, welcher die gelösten Gase in die Atmosphäre transportiert.
- Der Brüdenkondensator, welcher den Fegedampf aus dem Speisewasserbehälter nutzt, hat eine Leistung von ca. 480 kW, was einem Dampfumsatz von ca. 0.7 t/h bzw. 1.7% der Speisewassermenge entspricht. Bei einer Auslegung liegt dieser Wert normalerweise bei 0.5 - 1.0%, im Betrieb werden durch Optimierung auch Werte bis 0.1% erreicht. Dies ist jedoch Abhängig vom nachgeschalteten Prozess.
- Die relativ hohe Fegedampfmenge stellt hier kein Problem dar, weil die Energie bereits im Brüdenkondensator zur Vorwärmung der Kondensate genutzt wird. Falls die Fegedampfmenge reduziert wird, muss entsprechend mehr Dampf in den Speisewasserbehälter eingeblasen werden, um die Kondensate auf die entsprechende Temperatur zu bringen und die Entgasungsleistung sicherzustellen.
- Der Dampf-LUVO hat eine Leistung von ca. 600 kW und wird benötigt, um Taupunktkorrosion im nachgeschalteten Rauchgas-LUVO zu vermeiden. Die Temperatur der Verbrennungsluft wird durch den Dampf-LUVO von ca. 45°C auf ca. 98 erhöht (siehe Anhang E).
- Die Energie in den Rauchgasen wird durch den ECO2 bereits weitgehend genutzt. Eine weitere Temperaturabsenkung der Rauchgase nach dem ECO2 hätte wegen der Gefahr von Kondensation grössere Investitionen zur Folge.



Schema siehe Anhang A

Ist-Analyse Dampferzeugung RSA

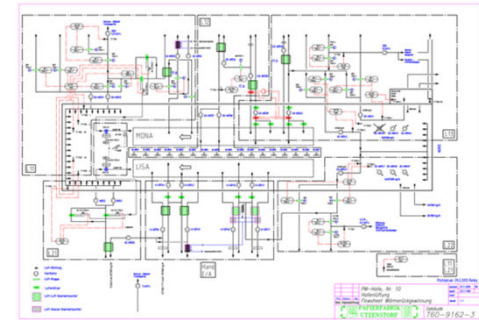
- Im Rauchgas der RSA steht noch Abwärmepotential zur Verfügung (siehe auch Projekt «RSA Strom Wärme»).
- Das im Rauchgas vorhandene Abwärmepotential schwankt mit der Temperatur der Rauchgase. Bei einer Abkühlung der Rauchgase auf 95°C steht während 6500 h/a eine Leistung von mehr als 750 kW_{th} zur Verfügung (Grafik oben). Bei weiterer Abkühlung auf 50°C kann durch Auskondensieren des Wasserdampfes eine Leistung bis über 5 MW_{th} entzogen werden. Der grösste Teil dieser Wärme steht jedoch unterhalb des Taupunkts im Rauchgas (ca. 68°C) zur Verfügung.
- Wie bereits im oben erwähnten Projekt beschrieben, muss zur Nutzung dieser Wärme mit aufwändigem Equipment gerechnet werden. Die Speisewasserleitung, welche vom Kesselhaus über die Papiermaschinenhalle zur RSA führt, könnte als Energieleitung genutzt werden (siehe Schema unten). Die Wärmemenge ist jedoch bei dieser Lösung aufgrund des Massenstroms auf 1 MW_{th} limitiert.



Temperatur-/Leistungsprofil
Rote Kurve: Rauchgas aus RSA
Blaue Kurve: Potentieller Wärmebezügler

Ist-Analyse PM1 Luftsystem

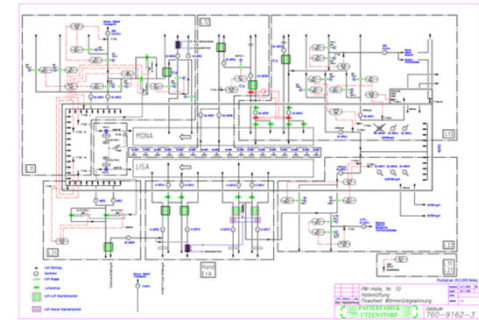
- Die Zu- und Abluftströme im Bereich der Papiermaschinen sind bereits alle mit einem oder mehrere WRG-Systemen ausgerüstet. Es besteht deshalb kein einfach erschliessbares Potential mehr. Die durch die WRG erzielten Frischlufttemperaturen bei der PM1 sind eher tief, weil die Wärmetauscher für kleinere Luftmengen ausgelegt wurden. Ein Ersatz der Luft/Luft-Wärmetauscher wäre jedoch aus rein energetischer Sicht nicht wirtschaftlich (siehe Beispielhafte Berechnung im Anhang).
- In der Abluft WR35 wurde eine zusätzliche WRG installiert, welche die Wärme über einen Wasserkreislauf auf die Zuluft WR39 und WR40 gibt. Gemäss Auslegung sollte die Leistung bei je ca. 200 kW liegen. Ein Versuch hat jedoch gezeigt, dass die Leistung wahrscheinlich tiefer liegt bei je ca. 80 kW. Dies liegt wahrscheinlich an einem suboptimal regulierten Massenstrom (Wasserseite) als auch an der höheren Eintrittstemperatur der Luft (Soll: 40°C, Ist: 46°C im Jahresmittel).
- Die Temperaturen und die Feuchte wird bei den wichtigsten Luftströmen online gemessen, jedoch nicht permanent überwacht. Die Massenströme wurden zuletzt im Jahr 2006 von der Firma Wiessner professionell bilanziert. In der Zwischenzeit wurden punktuelle Messungen vorgenommen, welche zu ähnlichen Resultaten führten. Das gleiche gilt auch für das Luftsystem der PM2.
- Zur Vorwärmung der Luft wird heute Dampf mit einer Leistung von ca. 560 kW (WR39) bzw. 540 kW (WR40) benötigt. Im Bereich der Hallenbelüftung Süd (PM1) sind ebenfalls zwei Dampfreister eingebaut, welche im Winter zur Nachheizung benötigt werden. Aufgrund von fehlenden Daten konnte dort jedoch keine Leistung berechnet werden, gemäss Betreiber wird jedoch der grössere Teil der Heizlast über die Hallenluft PM erbracht (siehe nächste Seite).



Schema siehe Anhang B

Ist-Analyse PM2 Luftsystem

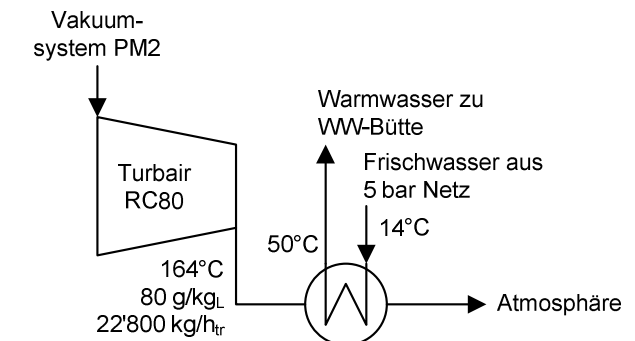
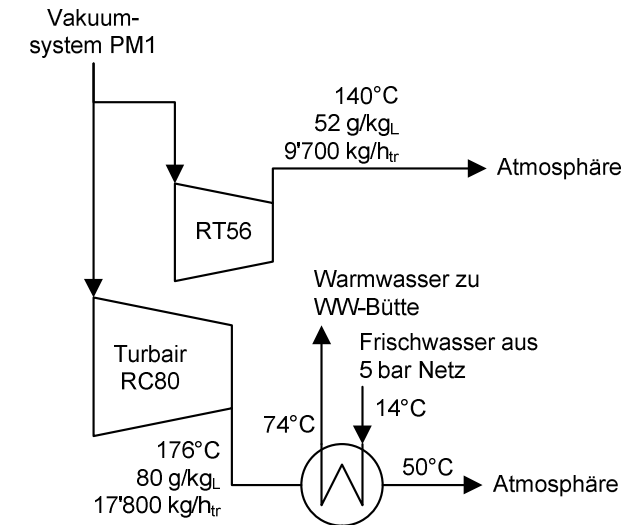
- Auch bei der PM2 ist bereits bei allen relevanten Abluftströmen eine WRG installiert.
- Die Temperaturen der Zuluft nach WRG sind bei der PM2 etwas höher als bei der PM1. Zudem sind hier stärkere Dampfreister installiert, welche die Luft auf bis über 100°C erwärmen.
- Die zur Aufwärmung benötigte Dampfleistung beträgt ca. 580 kW für GP41/42 und nochmals 580 kW für GP43/44.
- Die Hallenbelüftung Süd (PM2) ist ebenfalls mit zwei Dampfreistern ausgestattet. In diesem Bereich sind einige wenige Messungen vorhanden, welche eine Abschätzung zulassen, jedoch keine genaue Berechnung. Es wird davon ausgegangen, dass diese Heizregister einen Dampfverbrauch von 1'600 MWh haben, mit Leistungsspitzen im Winter von bis zu 800 kW (Berechnung siehe Anhang C).



Schema siehe Anhang B

Ist-Analyse Vakuumsystem

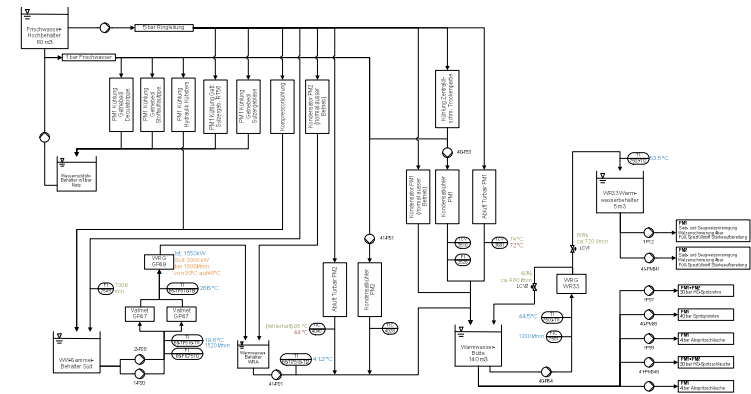
- Für jede Papiermaschine ist ein Vakuumsystem installiert.
- Bei der PM1 besteht dieses in erster Linie aus einem Turbair Gebläse (RC80), welches durch ein Zusatzgebläse (RT56) ergänzt wurde (siehe Schema rechts).
- Die heisse und feuchte Abluft des Turbair-Gebläses der PM1 wird bereits genutzt, um Wasser aus dem 5bar-Netz (14 °C) auf ca. 74 °C zu erwärmen, welches in die WW-Bütte gespeist wird.
- Die Abluft des kleineren RT56-Gebläses der PM1 wird heute noch nicht genutzt. Bei einer Abkühlung auf 50°C würde hier ein Potential von ca. 200 kW zur Verfügung stehen.
- Die Abluft des Turbair-Gebläses der PM2 wird gleich genutzt wie bei der PM1.
- Die Leistung der installierten Wärmerückgewinnung konnte aufgrund von fehlenden Angaben nicht ermittelt werden. Gemäss Auslegedaten aus dem Jahr 1988 lag sie bei jeweils ca. 1.1 MW_{th}.
- Die im Schema vermerkten Zahlen sind grösstenteils Auslegedaten (bzw. gemäss RI-Schemata Utzenstorf), welche teilweise durch Handmessungen überprüft wurden. Sämtliche Werte sollten vor Umsetzung einer Massnahme auf jeden Fall durch Messungen überprüft und die Leistungen neu berechnet werden.



Ist-Analyse Warmwassersystem

- Das gesamte Warmwasser wird heute bereits durch Wärmerückgewinnung aus einer Vielzahl von Aggregaten auf die gewünschte Temperatur gebracht.
 - Der Gesamtverbrauch für die Papiermaschinen liegt bei 3700 l/min, wovon 2980 l/min bei 44.5 °C aus der Warmwasserbütte und 720 l/min bei 53.5°C (nach WRG WR33) verwendet werden. Daraus ergibt sich eine totale WRG-Leistung von 6.7 MW.
 - Der Abluft/Wasser Wärmetauscher WR33 hat voraussichtlich noch Potential für eine höhere Leistung (Erhöhung der Durchflussmenge), dies müsste durch einen Testlauf geprüft werden. Der Wärmetauscher Abluft/Wasser Wärmetauscher GP49 ist zudem so gebaut, dass er um ein Element erweitert werden könnte, wodurch eine Steigerung der Leistung oder der Temperatur im Wasser möglich wäre.
 - Es ist zu erwarten, dass durch Anpassung der Durchflussmengen der einzelnen Aggregate, die Endtemperatur im Warmwasser gesteigert werden kann.
 - Die grössten WRG-Leistungen werden durch folgende Aggregate erbracht (teilweise Schätzungen):
 - GP49: 1'500 kW
 - WR33: 750 kW
 - Valmet (GP47,48): 740 kW
 - Turbair PM1: 700 kW
 - Turbair PM2: 840 kW
 - Kondensatkühler PM1: 300 kW
 - Kondensatkühler PM2: 500 kW
 - Druckluftkompressoren: 400 kW
 - Rest: 1'000kW
- The diagram illustrates a complex warm water heating system. It features a central network of pipes with multiple heat exchangers and pumps. Key components include:

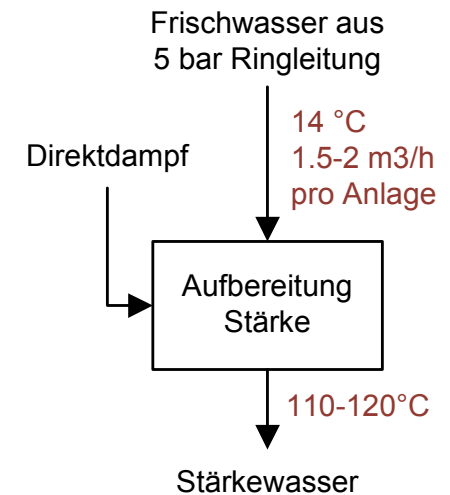
 - Heat Exchangers:** Labeled with codes like GP49, WR33, and various Valmet and Turbair units.
 - Pumps:** Indicated by circular symbols with labels such as 'Pump' and 'Ventilator'.
 - Temperature and Flow Indicators:** Numerous numerical values and units (e.g., °C, l/min, kW) are placed along the pipes to specify operating conditions.
 - Control and Monitoring Points:** Symbols for sensors and control valves are distributed throughout the system.
- Schema siehe Anhang D



Schema siehe Anhang D

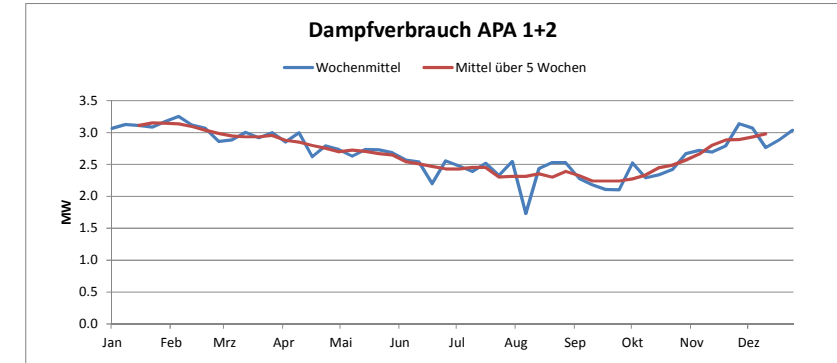
Ist-Analyse Stärkewasser

- Das Wasser für die Stärkeaufbereitung wird heute unvorgewärmt in die Stärkeaufbereitung geführt und dort durch Einspritzen von Direktdampf auf 110-120°C aufgeheizt.
- Gemäss den vor Ort installierten Durchflussmengenmessungen werden pro Anlage 1.5-2.0 m³/h Wasser benötigt (insgesamt 2 Anlagen).
- Wird von einer Wassermenge von 2 m³/h ausgegangen, liegt die benötigte Dampfleistung bei einer Aufheizung auf 110°C bei 230 kW pro Anlage.
- Es wird je nach Papiersorte mit unterschiedlichen Stärkemengen gefahren. Die Stärkeanlage der PM1 läuft ca. 1600 h/a, jene von PM2 ca. 5000 h/a.
- Dadurch ergibt sich für beide Stärkekocher zusammen ein Dampfverbrauch von ca. 1500 MWh/a.

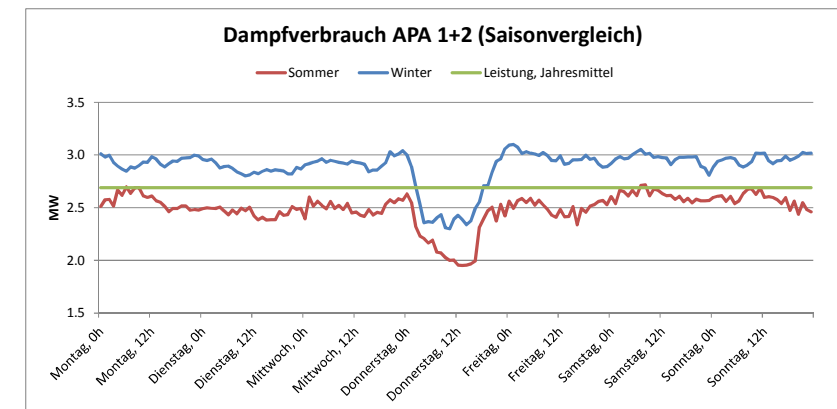


Ist-Analyse Altpapieraufbereitung

- Die Altpapieraufbereitung erfolgt auf 2 Linien (APA1 für PM2 und APA2 für PM1). Durch den hohen Bedarf an mechanischer Energie zur Verarbeitung des Grundstoffs, wird ein grosser Teil der Wärme in Form von Abwärme in das System eingebracht.
- Lediglich vor dem Dispergieren muss der Stoff zusätzlich in einer Heizschnecke mit Direktampf aufgeheizt werden.
- Diese Heizschnecken sind die einzigen Dampfverbraucher in den APAs. Der Stoff hat an dieser Stelle einen Trockensubstanzgehalt (Ts) von ca. 30%. Er ist somit nicht mehr pumpbar.
- Der Dampfverbrauch im Jahresmittel beträgt 2.4 t/h bei APA1, bzw. 1.7 t/h bei APA2.
- Die einzige Möglichkeit, den Dampfverbrauch zu reduzieren, wäre über den Vorgesetzten Wasserkreislauf Wärme ins System zu bringen. Aufgrund der Chemikalien ist jedoch eine maximale Temperatur von ca. 50 °C zulässig, welche heute im Sommer bereits erreicht wird.
- Die Grafiken rechts zeigen, dass im Winter in den Heizschnecken ca. 400 kW mehr Dampf verbraucht wird als im Sommer.
- Aus den Bleichtürmen der beiden APAs entweicht eine Schwade mit einer Leistung von je ca. 80 kW.



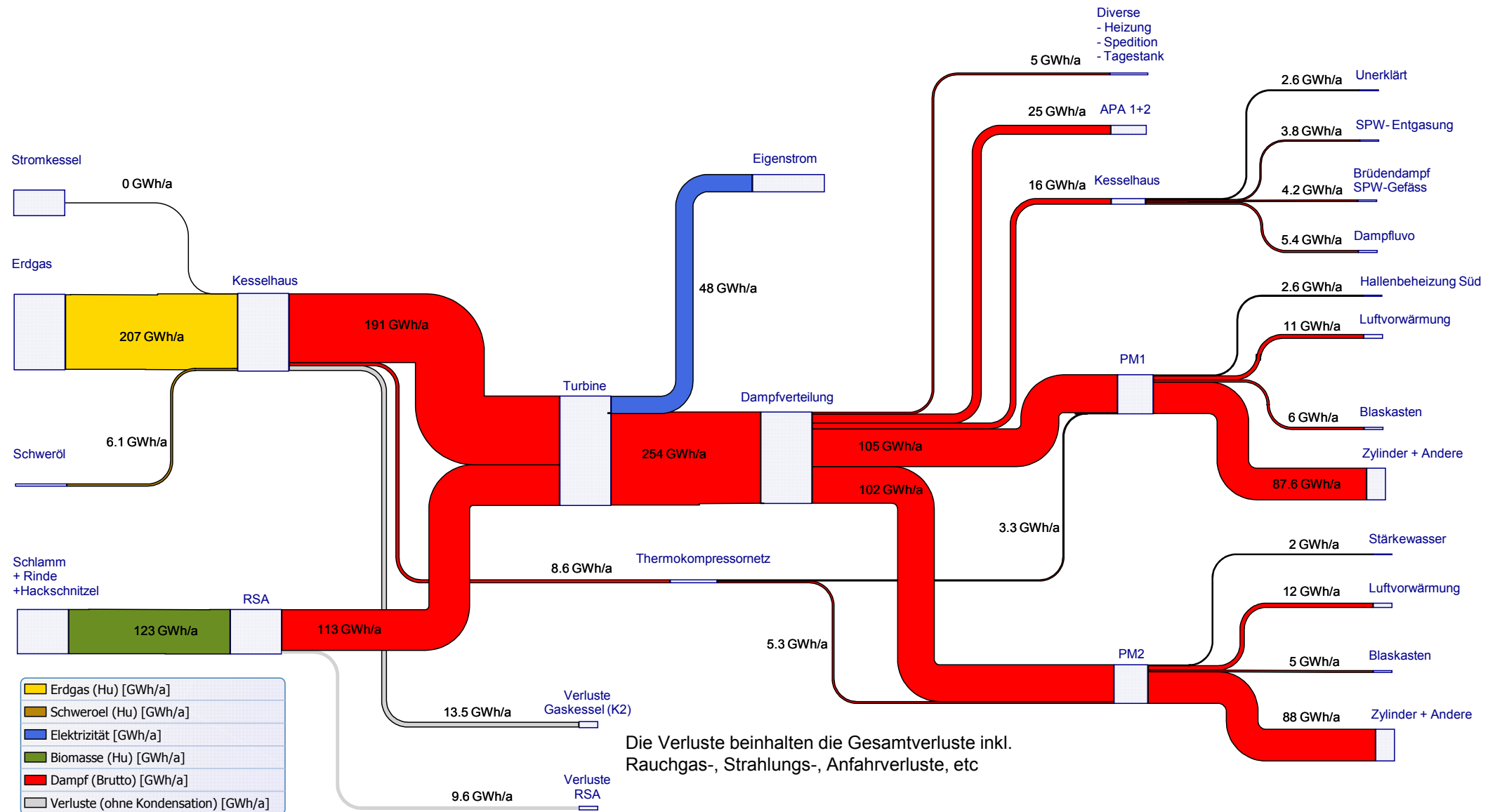
Dampfverbrauch APA 1+2 zusammen mit saisonaler Schwankung



Der Dampfverbrauch ist in den Wintermonaten im Schnitt 0.4 MW (15%) höher als im Sommer

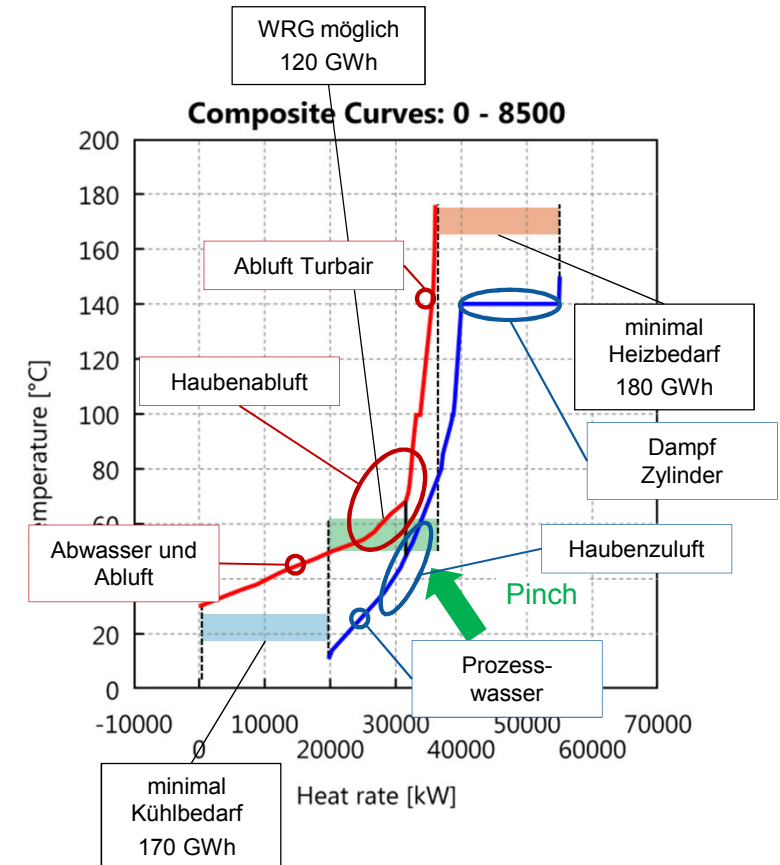
Ist-Analyse 2013

Sankey



Pinch-Analyse

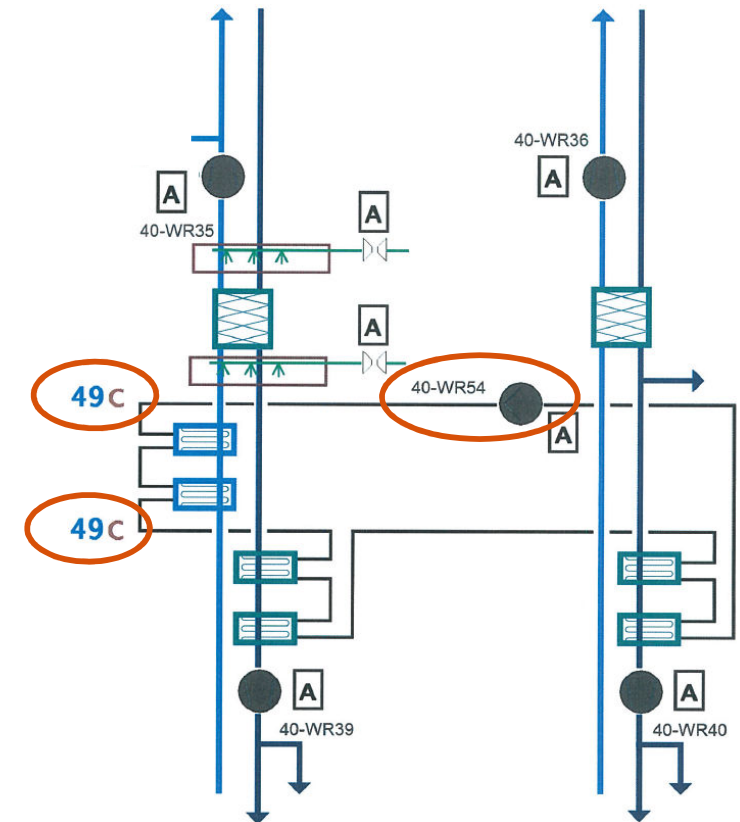
- Die Grafik rechts zeigt die Composite-Curve, d.h. alle aufzuheizenden und abzukühlenden Ströme im System. Durch die heutigen Bedingungen (Massenströme, Temperaturen, Energiepreise) wird eine Pinch-Temperatur von 55.6 °C erreicht.
- Um die optimale Schaltung zu erreichen, sollte keine Wärme über den Pinch ausgetauscht werden, kein Dampf für Heizzwecke unterhalb des Pinch eingesetzt und keine Kühlung oberhalb des Pinch vorgenommen werden.
- Der Pinch entsteht durch auf der warmen Seite (rote Kurve) durch die einsetzende Kondensation in der Abluft, durch welche sich die rote Kurve abflacht.
- Die relativ hohe minimale Temperaturdifferenz von 25 °C ist begründet durch die tiefen Energiekosten, welche eine Wärmerückgewinnung weniger wirtschaftlich machen.
- Die Pinch-Analyse zeigt, dass insgesamt 120 GWh/a Wärmerückgewinnung möglich ist, was den Heizbedarf von heute ca. 254 GWh/a auf 180 GWh/a reduzieren würde. Allerdings sind in dieser Betrachtung auch die Rauchgase der RSA und des Gaskessels miteinbezogen, welche zusammen bereits 54 GWh/a ausmachen, jedoch aus technischen Gründen nicht wirtschaftlich zu erschliessen sind (siehe auch Massnahmen).
- Von den verbleibenden 20 GWh/a möglicher Wärmerückgewinnung konnte zur Erschliessung von 10 GWh/a plausible Massnahmen erarbeitet werden (siehe Massnahmen). Die restlichen 10 GWh/a können aufgrund technischer Einschränkungen (Platzverhältnisse, lange Rohrleitungen, Verschmutzungen, etc) nicht wirtschaftlich erschlossen werden.



Massnahme 1

Optimierung bestehende WRG WR35/39/40

- Die Lufttemperaturen nach dem Luft/Luft-Wärmetauscher, bzw. vor dem Wasser/Luft-Wärmetauscher in der Zuluft WR39 und WR40 ist sind heute höher als bei der Auslegung des WRG-Systems vorgesehen.
- Ausserdem wird vermutet, dass der Kreislauf des der WRG WR35/39/40 heute suboptimal betrieben wird.
- Durch Einregulierung des Massenstroms und damit der Temperaturspreizung im Kreislauf kann die Leistung voraussichtlich um ca. 100 kW erhöht werden.
- Die Massnahme sieht vor, den optimalen Betriebspunkt zu finden und die Logik der Pumpenregelung entsprechend anzupassen.



Kostenschätzung : +/- 25% basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MWST

Massnahme 1: Optimierung WRG WR35/39/40

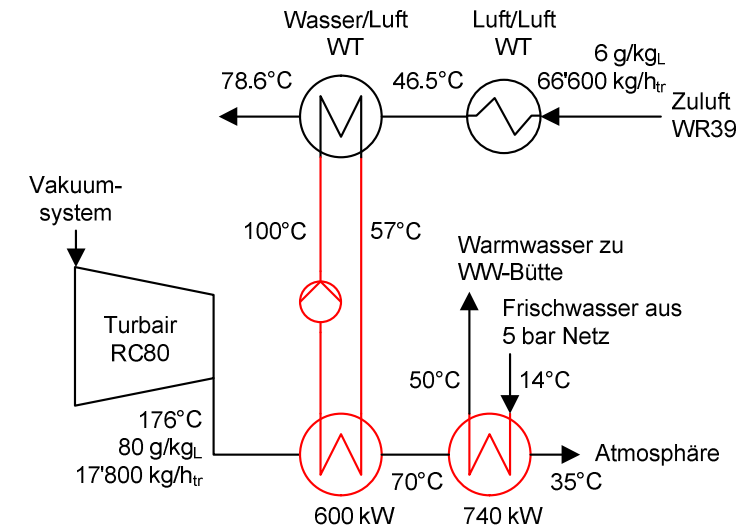
Wärmeeinsparung	850 MWh/a	27 kCHF/a
Gesamteinsparung		27 kCHF/a

Investition	10 kCHF
Payback	0.4 a

Massnahme 2

Turbair PM1 für Zuluft WR39

- Die hochtemperaturige Abwärme aus der Turbair wird heute zur Aufwärmung von kaltem Wasser genutzt, was gemäss Pinch-Analyse suboptimal ist (Wärmeübertrag über den Pinch).
- Die Massnahme sieht vor, mit dem hochtemperaturigen Teil der Abwärme über einen Zwischenkreislauf auf den bestehenden Wasser/Luft-Wärmetauscher der Zuluft WR39 zu fahren. Die Leistung desselben würde dadurch von 200 kW (Auslegung) auf 600 kW gesteigert und die Zulufttemperatur ca. 78°C erhöht werden.
- Die niedertemperaturige Abwärme der Turbair wird wie heute zur Erzeugung von Warmwasser genutzt. Durch eine vergrösserte Wärmetauscherfläche und das Auskondensieren von Wasser in der Abluft wird fast wieder die gleiche Leistung wie heute erreicht. Die wegfallende Leistung im Warmwassersystem sollte durch andere Aggregate (insbesondere WRG WR33) kompensiert werden können.



Massnahme Turbair PM1, neue Aggregate sind rot markiert

Kostenschätzung : +/- 25% basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MWST

Massnahme 2: Luftvorwärmung WR39 mit Turbair PM1

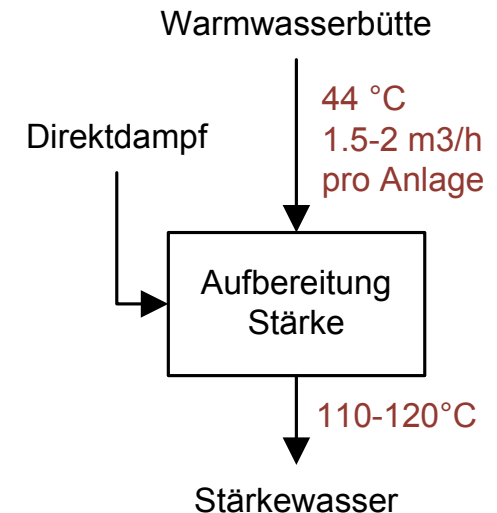
Wärmeeinsparung	3'400 MWh/a	109 kCHF/a
Gesamteinsparung		109 kCHF/a

Investition	470 kCHF
Payback	4.3 a

Massnahme 3.1

Stärkewasser aus WW-Bütte

- Zur Einsparung von Dampf könnte in Zukunft Wasser aus der Warmwasserbütte mit ca. 44°C genutzt werden, anstatt Frischwasser mit 12°C zu verwenden.
- Um dies zu ermöglichen, muss jedoch der Stärkekocher umgebaut werden, um eine vorzeitige Polymerisation im Auflösebehälter zu verhindern.
- Durch die Massnahme wird der Dampfbedarf (bei total 4 t/h Stärkewasser) um ca. 150 kW reduziert. Über die aktuellen Betriebszeiten der Stärkekocher von 1600 h/a (PM1), bzw. 5000 h/a (PM2) ergibt sich eine Wärmeeinsparung von knapp 500 MWh/a.
- Die Stärkemenge wird in Zukunft weiter reduziert werden, im Jahr 2015 voraussichtlich um 20%. Deshalb wird sich der Payback der Massnahme verschlechtern.
- Um die Temperatur in der WW-Bütte zu halten, muss ggf. der Luft/Wasser-Wärmetauschers WR33 neu Einreguliert werden.



Kostenschätzung : +/- 25% basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MWST

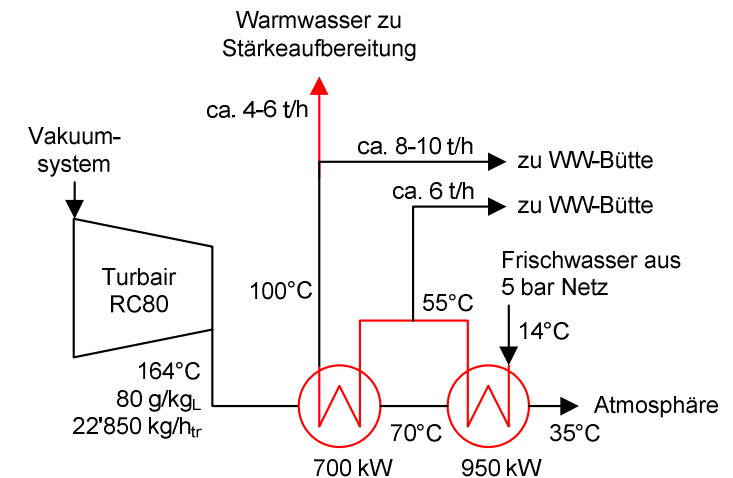
Massnahme 3.1: Stärkewasser aus Warmwasserbütte		
Wärmeeinsparung	495 MWh/a	16 kCHF/a
Einsparung VE-Wasser	950 m3/a	2 kCHF/a
Gesamteinsparung		18 kCHF/a

Investition	100 kCHF
Payback	5.6 a

Massnahme 3.2

Stärkewasser aus Turbair PM2

- Im gleichen Masse wie bei der PM1, wird auch bei der Turbair der PM2 die Abwärme suboptimal genutzt.
- Die Massnahme sieht vor, in der Abluft der Turbair PM2 einen Wärmetauscher zu installieren, welcher Warmwasser bei 100°C erzeugt und damit die Stärkeaufbereitung versorgt. Überschüssige Wärme wird weiterhin zur WW-Bütte geführt (über bestehendes Rohrleitungssystem).
- Wie bereits in Massnahme 3.1 erwähnt, müsste ebenfalls der Stärkekocher umgebaut werden.
- In der Stärkewasseraufbereitung kann auf diese Weise bei einer Wassermenge von 4 t/h eine Leistung von 400 kW eingespart werden. Daraus ergibt sich aus den Betriebszeiten der beiden Stärkekocher eine Einsparung von 1320 MWh/a. Zusätzlich wird durch den tieferen Bedarf an Direktdampf eine leichte Einsparung von VE-Wasser erzeugt.
- Die Stärkemenge wird in Zukunft weiter reduziert werden, im Jahr 2015 voraussichtlich um 20%. Deshalb wird sich der Payback der Massnahme verschlechtern.



Abwärme aus Turbair PM2, neue Aggregate sind rot markiert

Kostenschätzung : +/- 25% basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MWST

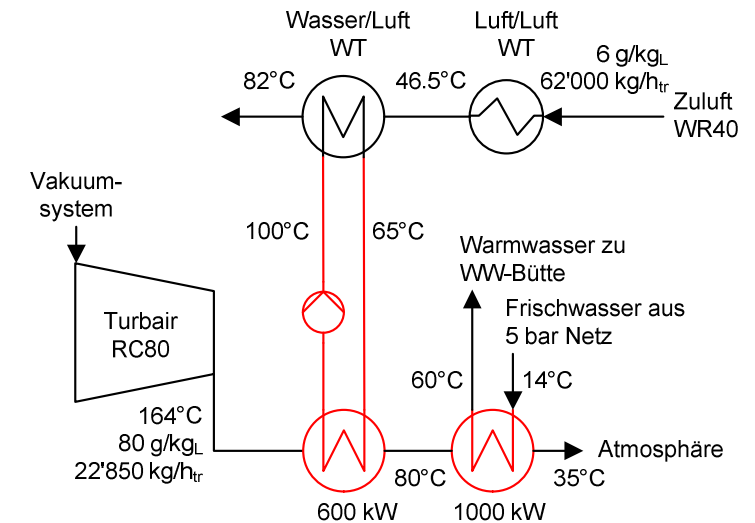
Massnahme 3.2 Stärkewasser aus Turbair PM2		
Wärmeeinsparung	1'320 MWh/a	42 kCHF/a
Einsparung VE-Wasser	1'550 m3/a	4 kCHF/a
Gesamteinsparung		46 kCHF/a

Investition	478 kCHF
Payback	10.4 a

Massnahme 4

Turbair PM2 für Zuluft WR40

- Diese Massnahme sieht vor, in gleicher Weise wie bei Massnahme 2 die hochtemperaturige Abwärme der Turbair PM2 für den Wasser/Luft-Wärmetauscher WR40 zu nutzen. Die Massnahme kann nicht gleichzeitig mit Massnahme 3.2 umgesetzt werden.
- Die Temperatur des Zwischenkreislafs kann hier aufgrund des grösseren Massenstroms in der Abluft der Turbair PM2 etwas höher gefahren werden, als bei Massnahme 2.
- Dadurch kann die gleiche Leistung übertragen werden, obwohl der Zuluftstrom WR40 kleiner ist als derjenige von WR39.
- Die Massnahme hat trotzdem einen höheren Payback. Dies ist einerseits durch den grösseren Wärmetauscher, aber vor allem durch die längeren Rohrleitungen bedingt.



Kostenschätzung : +/- 25% basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MWST

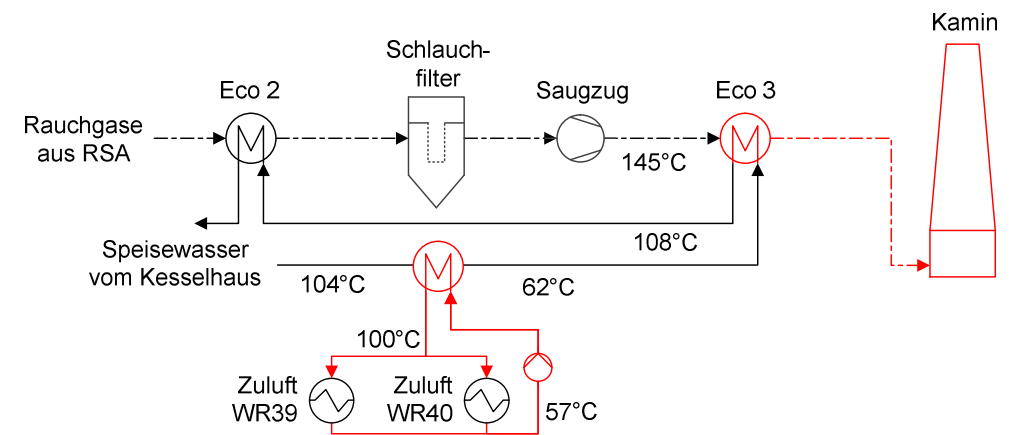
Massnahme 4: Turbair PM2 für Zuluft WR40

Wärmeeinsparung	3'400 MWh/a	109 kCHF/a
Gesamteinsparung		109 kCHF/a

Investition	506 kCHF
Payback	4.6 a

Massnahme 5 Wärme aus RSA

- Anstelle von Massnahme 2 und 4 können als Abwärmequelle auch die Rauchgase der RSA genutzt werden.
- Dazu würde Wärme aus der Speisewasserleitung entnommen, welche vom Kesselhaus über die Papiermaschinenhalle zur RSA führt. Das Speisewasser würde danach in einem Spezialwärmetauscher durch die Rauchgase der RSA wieder aufgewärmt.
- Die Massnahme, welche ursprünglich aus der Analyse der RSA entstand, ist aufgrund folgender Probleme nicht wirtschaftlich:
 - Die ursprünglich angenommene Temperaturspreizung konnte aufgrund der Prozessanforderungen nicht bestätigt werden. Dadurch sinkt die Leistung und somit die Einsparungen.
 - Die Investitionskosten für die Wärmeübertragung von dem Speisewasser auf den Zwischenkreislauf hat die Investitionskosten erhöht.
- Eine weitere Reduktion der Rauchgastemperatur zur Erschliessung des Potentials kann nur mit Spezialwärmetauschern umgesetzt werden. Solche Lösungen können momentan nicht wirtschaftlich umgesetzt werden (siehe auch Bericht RSA).



Abwärme aus RSA, neue Aggregate sind rot markiert

Kostenschätzung : +/- 25% basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MWST

Massnahme 5: Wärme aus RSA-Rauchgasen für WR39/40

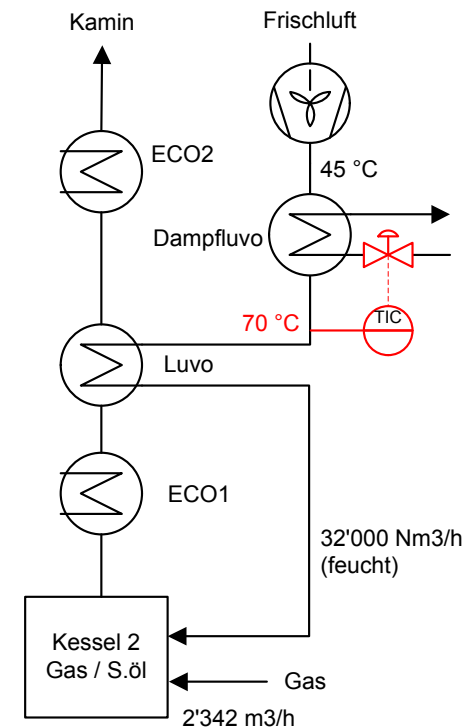
Wärmeeinsparung	3'400 MWh/a	109 kCHF/a
Gesamteinsparung		109 kCHF/a

Investition	956 kCHF
Payback	8.8 a

Massnahme 6.1

Reduktion Leistung Dampf-LUVO

- Die Luftvorwärmung mit dem Dampf-LUVO erfolgt gemäss Aussagen des Betreibers zur Vermeidung von Taupunktkorrosion im nachgeschalteten Rauchgas-LUVO. Die Regulierung der Dampfmenge erfolgt per Hand.
- Da der Taupunkt in den Rauchgasen des Gaskessels bei ca. 55°C liegen, kann gemäss Aussagen des Herstellers die Frischlufttemperatur reduziert werden (65-70°C).
- Es wurde angenommen, dass der Kessel thermisch limitiert ist und durch die tiefere Frischlufttemperatur die Frischluftmenge reduziert werden kann, was eine Einsparung an Energie zur Folge hätte. Diese Annahme hat sich jedoch nicht bewahrheitet, da die Brenner nicht über den O₂-Gehalt sondern über eine fixe Rampe geregelt werden.
- Es wird trotzdem empfohlen, die Frischlufttemperatur versuchsweise manuell auf 70°C zu reduzieren und zu überprüfen, ob dies eine positive Auswirkung auf den Gasverbrauch hat.
- Der Einbau einer Temperaturregelung in der Frischluft hätte Investitionskosten in der Grössenordnung von 50 kCHF zur Folge.



Massnahme 6.2

Fegedampf Speisewassergefäss

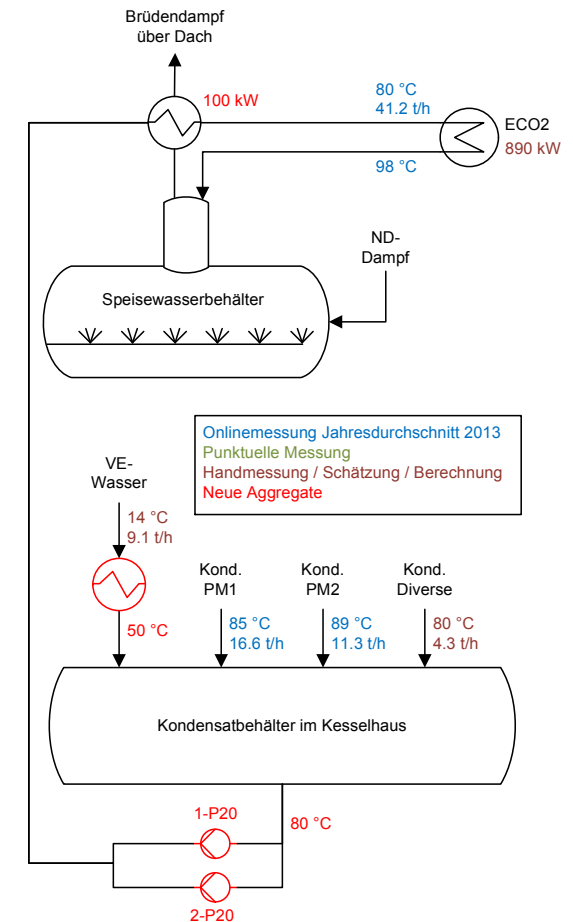
- Ziel der Massnahme ist es, die Fegedampfmenge aus dem Speisewassergefäss zu reduzieren und das VE-Wasser mit einer anderen Abwärmequelle vorzuwärmen.

Reduktion Fegedampfmenge

- Durch Einregulierung wird unter Berücksichtigung der Wasserqualität die Fegedampfmenge reduziert.
- Dieser Schritt ergibt noch keine Einsparung, weil die wegfallende Leistung aus dem Fegedampf durch ND-Dampf im Speisewassergefäss ersetzt werden muss. Er eröffnet aber ein Potential von bis zu 400 kW Dampfleistung bzw. 113 kCHF/a (Annahme: Die Fegedampfmenge kann nicht unter 80 kW reduziert werden).

Vorwärmung VE-Wasser

- Um das Potential zu erschliessen, muss das VE-Wasser soweit vorgewärmt werden, dass im Kondensat vor dem ECO2 wieder eine Durchschnittstemperatur von 80°C erreicht wird.
- Dazu muss die geeignete Wärmequelle erschlossen werden. Ggf. müssen die Kondensatpumpen ersetzt, bzw. Massnahmen zur Verhinderung von Kavitation in den Pumpen umgesetzt werden (Vergrösserung Anschlussstutzen am Kondensatbehälter).
- Es wurde für diverse Abwärmequellen die Investitionskosten berechnet, es wurde jedoch keine wirtschaftliche Lösung gefunden, weil sich die Abwärmequellen alle zu weit weg befinden.
- Nebestehende Kostenberechnung zeigt z.B. die Investitionskosten und die Einsparungen bei einer Wärmerückgewinnung aus der Abluft GP49. Das VE-Wasser kann mit dieser Abwärmequelle jedoch lediglich auf 40°C erwärmt werden, weshalb nicht die maximale Einsparung erreicht wird.



Kostenschätzung : +/- 25% basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MWST

Massnahme 6.2: VE-Wasser über GP49

Wärmeeinsparung	2'335 MWh/a	75 kCHF/a
Gesamteinsparung		75 kCHF/a

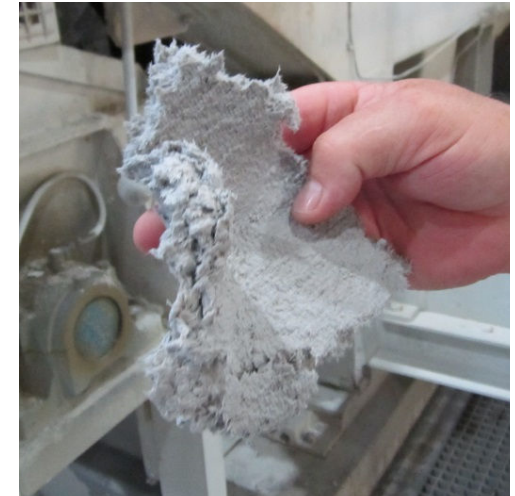
Investition	475 kCHF
Payback	6.3 a

Massnahme 7

APA Heizschnecken

Heizschnecke mit Abwärme

- Die einzigen Dampfverbraucher in der APA sind die beiden Heizschnecken, welche die Temperatur des Faserstoffs vor dem Disperger von ca. 45 °C auf 80 °C erhöhen.
- Da wie bereits in der Ist-Analyse erwähnt, die Kreislauftemperatur nicht permanent erhöht werden kann, wurde angedacht, vor die bestehende Heizschnecke eine mit Abwärme betriebene zu schalten.
- Abklärungen mit einem Hersteller haben ergeben, dass bei einer Heizwassertemperatur von 80°C eine Heizleistung von 65 kW (Einsparung ca. 18 kCHF/a) pro Heizschnecke erreicht werden kann. Die Investitionskosten würden sich auf 86 kCHF pro Stück belaufen.
- Bereits bei diesem Preis ist ersichtlich, dass eine solche Massnahme nicht wirtschaftlich sein kann, zumal erst die Investitionskosten für die Heizschnecke (ohne Erschliessung der Abwärmequelle, Rohrleitungen, Einbau, Engineering) berücksichtigt sind. Die Platzverhältnisse sind ausserdem ebenfalls sehr limitiert (vor allem in der APA 1)
- Die Massnahme wurde deshalb nicht weiterverfolgt.



Faserstoff vor der Heizschnecke mit einem Ts von ca.30%

Massnahme 8

Gebäudeheizung

- Für die Gebäudeheizungen werden untenstehende Energiemengen benötigt. Wo vorhanden, wurde basierend auf den Grundrissplänen die Energiebezugsfläche und der Verbrauch im Zustand nach einer allfälligen Sanierung der Gebäudehülle, sowie benötigten Investitionskosten abgeschätzt.
- Die benötigten Investitionskosten für eine Sanierung der Gebäudehülle beim Verwaltungsgebäude und der Werkstatt übersteigen bei weitem einen allfälligen Nutzen. Eine Investition in diese Richtung erscheint aufgrund der ersten Abschätzungen nicht sinnvoll.
- Das Speditionsgebäude wird mit Dampf aus der ND-Schiene beheizt. Im Gebäude sind ca. 25 Orion-Gebläse (Dampf-Luft-Wärmetauscher) installiert, welche die benötigte Dampfleistung an die Luft übertragen. Die Dampfleitung wird im Herbst geöffnet und im Frühling geschlossen, weil in den Sommermonaten kein Heizbedarf besteht.
- Der Dampfverbrauch für die Spedition ist mit 1'600 MWh/a (ca. 53 kCHF/a) nicht zu vernachlässigen. Für einen Wechsel auf Betrieb mit Abwärme müssten eine grosse Anzahl von Gebläsen zugebaut, die kompletten Rohrleitungen ersetzt und eine geeignete Abwärmequelle erschlossen werden. Letzteres hätte bei einer Leistung von über 1 MWth bereits Investitionskosten von ca. 300 kCHF zur Folge. Die Installation von Rohrleitungen und Gebläsen müsste nochmal mit dem gleichen Betrag gerechnet werden.

Gebäude	Verbrauch	Energieträger	Bezugsfläche	Fassade und Dach	Qh ist	Qh soll	Einsparung	Einsparung	Investition	Payback
	[MWh/a]		[m2]	[m2]	[MJ/m2]	[MJ/m2]	[MWh/a]	[kCHF/a]	[CHF]	[a]
Altpapierwerk	466	Leichtöl	8599	9499	176	123	125	10	3'182	318
Verwaltung	116	Leichtöl	1440	1529	261	126	54	4	512	128
Werkstatt	766	Gas	4870	4631	510	134	509	19	1'551	82
Spedition	1600	Dampf	8015	11857	647	107	1201	38	3'972	105

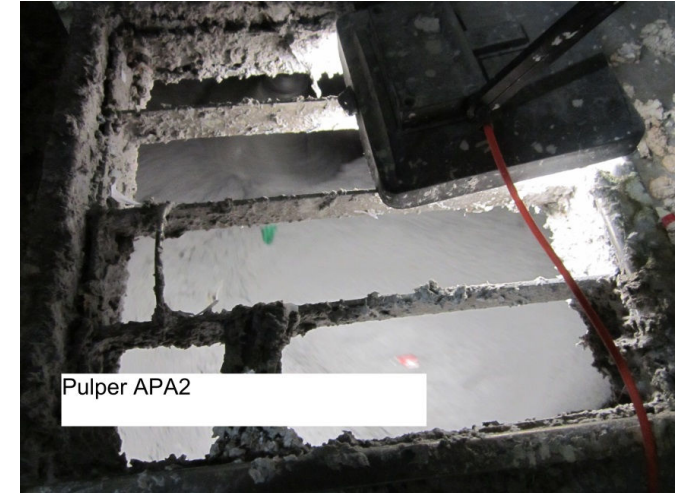
Massnahme 9 APA Pulper

IST-Situation

- Auf zwei verschiedenen Pulper werden im Batch-Betrieb Altpapierreststoffe aufgelöst.
- Altpapierstoffe und Prozesswasser werden zuerst im Pulper gemischt und anschliessend werden die Papierstoffe mittels einem Rührwerk zerkleinert. Der Auflöseprozess ist somit vorwiegend ein mechanischer Prozess.

Massnahmenansatz: Vorwärmen des Prozesswassers

Unter der Annahme, dass die Auflösung teilweise auch thermisch erfolgt und somit eine erhöhte Temperatur den Auflöseprozess beschleunigt, wurde versuchsweise die Auflösetemperatur erhöht, um den Bedarf an elektrischer Energie für das Rührwerk zu reduzieren. Die Temperatur konnte aus prozesstechnischen Gründen um maximal 4°C erhöht werden. Die Massnahmenidee war, dazu Abwärme zu nutzen. Der Versuch zeigte jedoch, dass der elektrische Energieverbrauch durch die Vorwärmung nicht reduziert wird, weshalb die Massnahme nicht weiterverfolgt wird.



Originalzustand	Pulper 1	Pulper 2
Papiereintrag [t]	6.35	5.82
Temperatur [°C]	50	42
Stromverbrauch [kWh _{el}]	514	335
Spezifischer Stromverb. [kWh _{el} /t]	81	57

Mit Temperaturerhöhung	Pulper 1	Pulper 2
Papiereintrag [t]	6.35	6.14
Temperatur [°C]	54	44
Stromverbrauch [kWh _{el}]	514	350
Spezifischer Stromverb. [kWh _{el} /t]	81	57

Schlussfolgerung / Empfehlungen

Schlussfolgerung

- Aufgrund der detaillierten Datenerhebung und der Analyse der Prozesse konnte gezeigt werden, dass noch weiteres Optimierungspotential besteht. Es hat sich aber auch gezeigt, dass keine grossen ungenutzten Potentiale vorhanden sind, welche unter den heutigen Bedingungen ohne grösseren Technologiewechsel wirtschaftlich erschlossen werden könnten.
- Die möglichen Verbesserungen setzten sich zusammen aus einigen kleineren Massnahmen im Bereich der Betriebsoptimierung von WRG-Analgen und Energieverbrauchern, sowie zwei Massnahmen zur Verbesserung der Wärmerückgewinnung. Die Massnahmen Nr. 2 und 4 weisen zusammen Einsparungen von 218 kCHF/a auf bei einem durchschnittlichen Payback von 4.5 Jahren.
- Die Massnahmen Nr. 2, 3.1, 4 und 6.2 generieren zusammen Einsparungen von 311 kCHF/a mit einem Payback von 5 Jahren.

Empfehlungen

- Es wird empfohlen, die Betriebsoptimierungen (Massnahmen 1 und 6.2) möglichst bald umzusetzen bzw. die entsprechenden Versuche durchzuführen.
- Bei den Massnahmen 2, 3.1 und 4 wird empfohlen, eine Umsetzung mittelfristig vorzubereiten, indem die benötigten Parameter gemessen und noch ausstehende Informationen erhoben werden.
- Für die übrigen Massnahmen wird eine Umsetzung unter den heutigen Rahmenbedingungen nicht empfohlen.

helbling

Ihre Ansprechpartner



Raymond Morand
Leiter Energie / Nachhaltigkeit
raymond.morand@helbling.ch
Fon +41 44 438 18 66



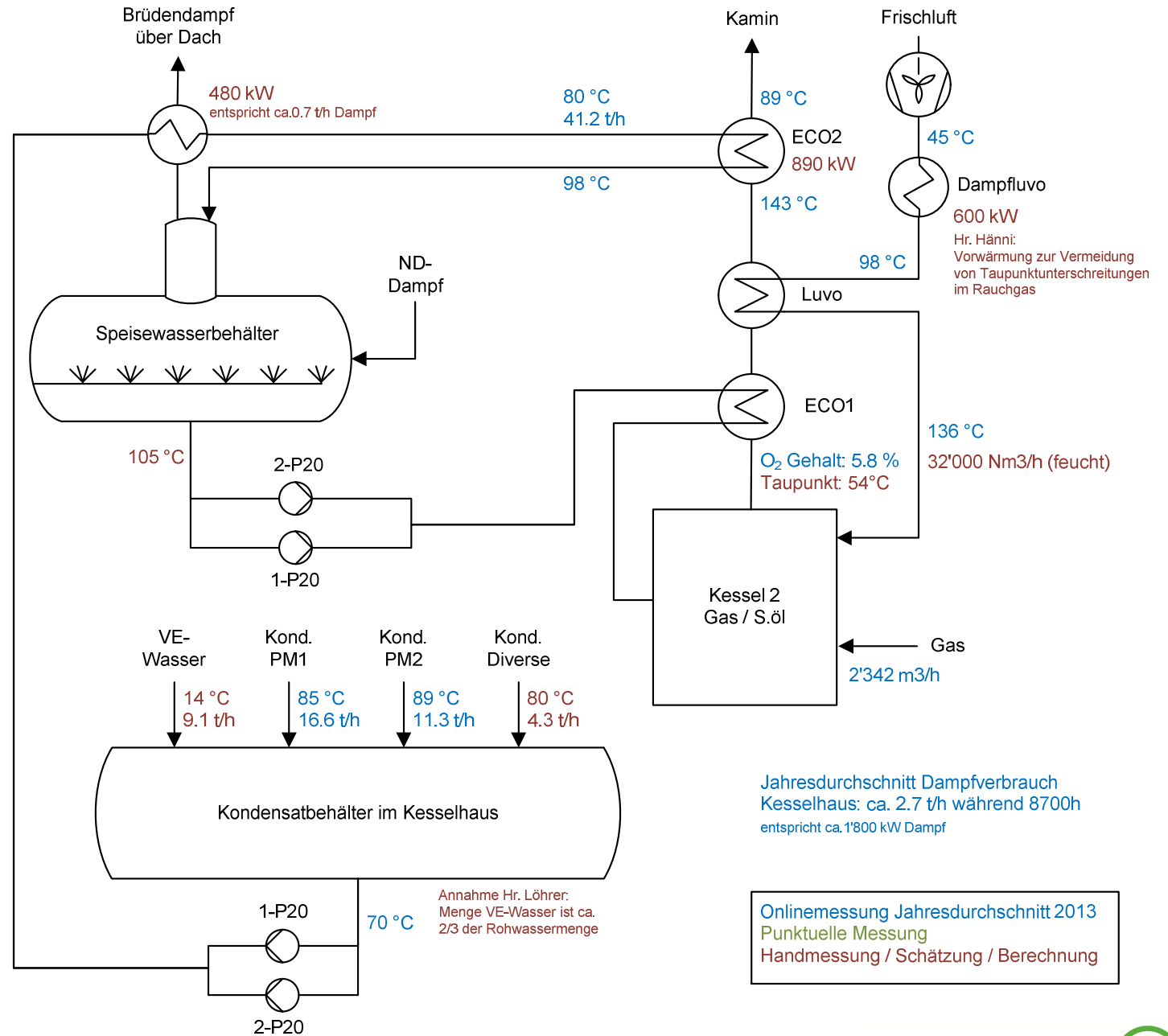
Simon Bachmann
Projektleiter
simon.bachmann@helbling.ch
Fon +41 44 438 18 15

Helbling Beratung + Bauplanung AG
Hohlstrasse 614
CH 8048 Zürich
Fon +41 44 438 18 11
Fax +41 44 438 18 10
Mail info-hbp@helbling.ch

Aarau • Bern • Cambridge MA • Düsseldorf •
Eschborn-Frankfurt • München • Wil SG • Zürich

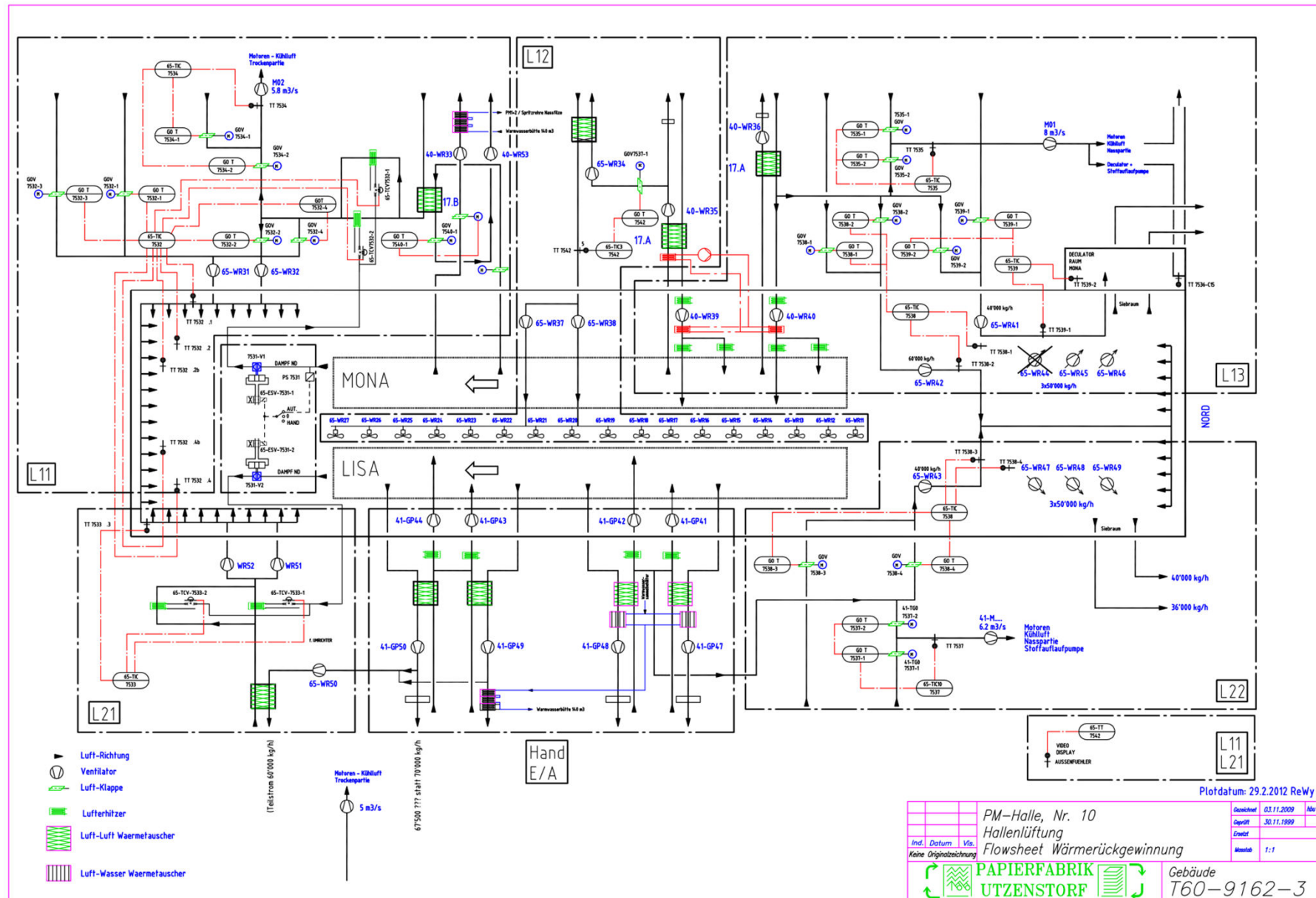
Anhang A

Schema Kesselhaus



Anhang B

Schema Luftsystem

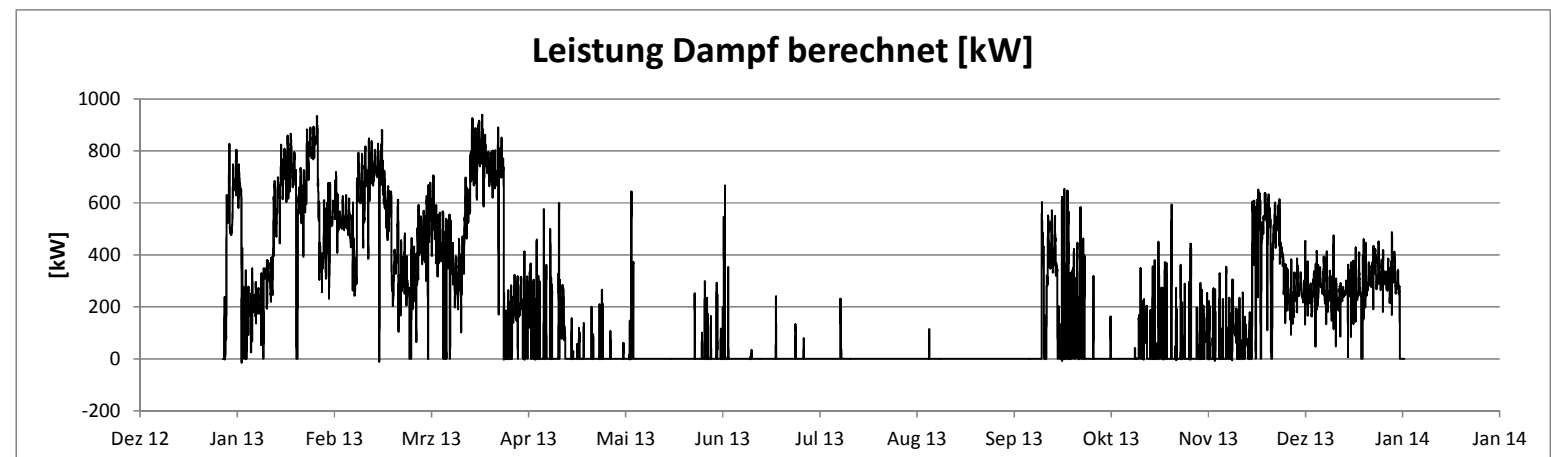
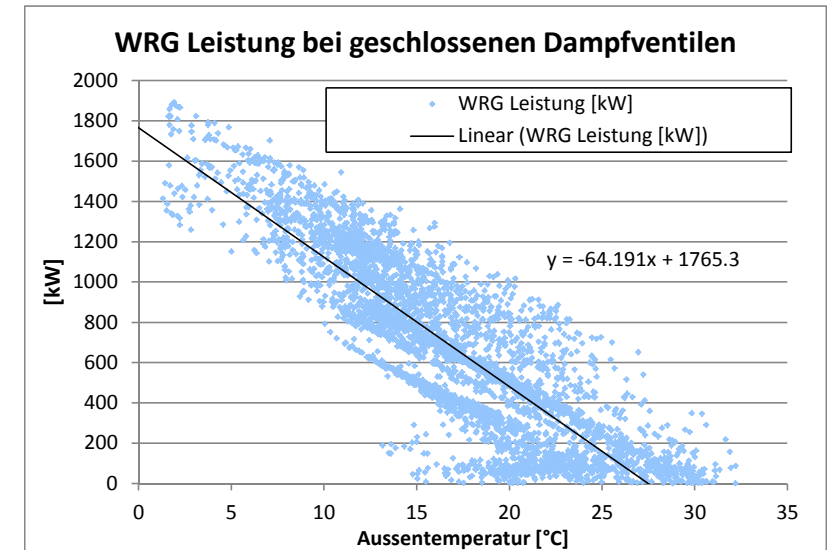


				PM-Halle, Nr. 10		Gezeichnet: 03.11.2009		NW	
				Hallenlüftung		Geprüft: 30.11.1999			
				Flowsheet Wärmerückgewinnung		Erstellt:		Mantel: 1:1	
				Keine Originalzeichnung		Modifiziert:			
 				PAPIERFABRIK UTZENSTORF		 		Gebäude T60-9162-3	

Anhang C

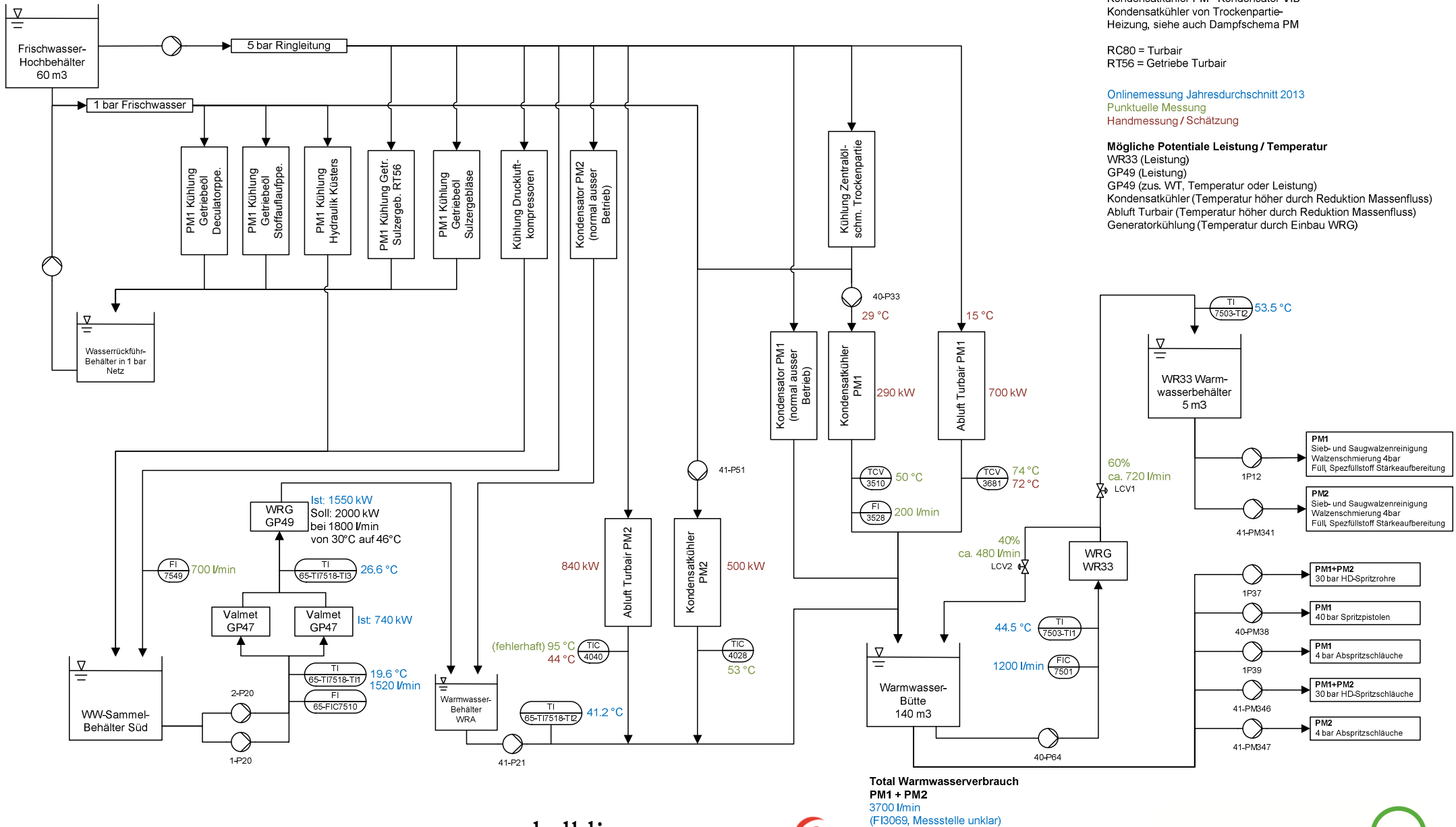
Dampfbeheizung Hallenbelüftung Süd

- Interpolation der WRG-Leistung, wenn die Dampfventile geschlossen sind.
- Danach Berechnung der WRG Leistung in Funktion der Aussentemperatur.
- Die Methode ergibt eine grobe Abschätzung der Dampfleistung für die Hallenbelüftung Süd PM2. Eine analoge Abschätzung für die PM1 war aufgrund fehlender Messdaten nicht möglich.
- Empfehlung: Einbau von Temperaturfühlern nach dem WRG-Wärmetauschern, für eine bessere Abschätzung der benötigten Dampfleistung



Anhang D

Schema Warmwassersystem



Anhang E

Temperaturen Dampf-LUVO Kessel 2

- Temperaturen der Luft vor und nach Dampf-LUVO (Kessel 2).
- Bei der Zulufttemperatur ist eine saisonale Schwankung von ca. 10°C zu erkennen.
- Zur Berechnung der Leistung, wurde der durchschnittliche Luftbedarf bei Rest-Sauerstoffgehalt im Rauchgas von 5.8% berechnet.

