



EMS-CHEMIE AG - Energieoptimierung mit der Pinch-Methode am Standort Domat/Ems im Bereich PA6- und Faserbetrieb

Schlussbericht - Version BFE

Bericht Nr. 313 240 700

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

erstellt für

EMS-CHEMIE AG
Michael Seifert
Via Innovativa 1
7013 Domat/Ems

Helbling Beratung + Bauplanung AG
Hohlstrasse 614
CH-8048 Zürich
Fon +41 44 438 18 11
Fax +41 44 438 18 10

Mail: raymond.morand@helbling.ch

Projektverantwortung: Raymond Morand
Projektleitung: Rainer Schödel

Domat/Ems, 08. Dezember 2014

helbling

Management Summary

- Das Unternehmen EMS Chemie AG ist der führende Schweizer Anbieter von Spezialkunststoffen. Im analysierten Faser- und PA6-Betrieb sind die Extruder und Fixierer sowie die Polymerisation, die Extraktion und die Trocknung die grössten Energieverbraucher.
- Anhand der Pinch-Analyse konnten umfangreiche Einsparpotenziale im Bereich der Wärmerückgewinnung und der Betriebsoptimierung sichtbar gemacht werden. Das gesamte elektrische und thermische Einsparpotenzial liegt bei etwa 18 %.
- Technische und prozessbedingte Herausforderungen sowie apparative Einschränkungen limitieren die vollständige Umsetzung in der Praxis. Mit den in dieser Studie zur Umsetzung empfohlenen Massnahmen (gestaffelt in mehreren Prioritäten) lassen sich insgesamt rund 14 % einsparen.
- Im Einzelnen zeigen die Massnahmen 2, 4, 5a, 5b und 6 (Wärmerückgewinnungen im Bereich der Trockner und der Extraktion der K7 und der RLC-P im PA6-Betrieb) rasch umsetzbare und umfangreiche Einsparpotenziale auf. Die Massnahme 3 stellt durch Substitution von Elektrizität mit Erdgas zusätzlich eine spürbare Reduktion der Energiekosten im PA6-Betrieb in Aussicht.
- Im Faserbetrieb besteht die Möglichkeit, mit einem Konzept der Abluftreinigung (sog. thermische Abluftreinigung) die Zuluft in die Fixierer umfassend vorzuwärmen.
- Die Massnahmenliste umfasst total 14 Massnahmen und ist im Hinblick auf die KEV-Zielvereinbarung nutzbar.
- Empfohlen wird ein stufenweises Vorgehen gemäss obigen Ablauf sowie die nähere Prüfung der Massnahmen im Bereich der K5 / K6, HLK und Druckluft.

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage, Zielsetzung und Grundlagen	4
2. Ist-Analyse	7
3. Systematische Prozessanalyse mit der Pinch-Methode, Pinch-Analyse «Infrastruktur»	22
4. Massnahmen	27
5. Schlussfolgerung	48
6. Empfehlung / Weiteres Vorgehen	49

Ausgangslage

- EMS-CHEMIE AG produziert in den Unternehmensbereichen EMS-GRIVORY und EMS-GRILTECH am Standort Domat/Ems Spezialkunststoffe. EMS-GRIVORY ist der führende Spezialist für Hochleistungspolyamide, EMS-GRILTECH produziert Fasern, Schmelzklebstoffe und Klebegarne für technische und textile Anwendungen, Haftvermittler für Hochleistungsreifen, Pulverlackhärter und Reaktivverdünner.
- In einem Pilotprojekt werden die Betriebe «PA6-Betrieb» und «Faserbetrieb» energetisch untersucht. Bei erfolgreichem Projektabschluss kann eine Ausweitung auf die restlichen Betriebsteile erfolgen.
- Die Dampfversorgung des Standorts erfolgt durch die Axpo Tegra AG unter Nutzung von Holz als Energieträger. Mehrere andere Betriebsteile verwenden zudem Gas zur Wärmeerzeugung (nicht im Perimeter dieser Studie). Strom wird zu 100 % vom Netz bezogen.

Hinweis

- Der absolute elektrische und thermische Energieverbrauch ist vertraulich. Weiterhin werden im öffentlichen Bericht keine detaillierte Informationen zum Prozess (z.B. nur allgemeine Blockschemata), den Kosten der Energie, dem Kapitalzins, der Teuerung und den abs. Energieeinsparpotenzialen genannt.

Zielsetzungen

Mit der Studie werden die folgenden Kernzielsetzungen verfolgt:

- Aufzeigen von relevanten **Energieeinsparpotenzialen** in den wichtigsten Prozessen unter Einsatz der systematischen Methodik der Pinch-Analyse inkl. verfahrenstechnischer Prozessoptimierung
- Erarbeitung konkreter **Energiemassnahmen** zur Erschliessung der Potenziale mit Darstellung der Wirkung und überschlägiger Berechnung der Wirtschaftlichkeit, Abschätzung der notwendigen Investitionen, Priorisierung und Umsetzungsszenario
- Wesentliche Senkung der **Betriebs- und Energiekosten** der Hilfs- und Nebenanlagen («Grossverbraucher») durch max. Abwärmenutzung
- Optimale Einbindung der **Energieversorgung**
- Aufzeigen von Umsetzungsszenarien und der **zukünftigen Energieverbrauchsentwicklung**
- Durch Umsetzung und Darstellung von innovativen Energieoptimierungsmassnahmen Pflegen eines positiven Images des fortschrittlichen, effizienten Umgangs mit Energie

Projektplan

Analyse der Ist-Situation

- Datenaufnahme
- Verfahrenstechnische Prozessanalyse im PA6- und im Faserbetrieb
- Energie- und Massenbilanzen nach dem «Top-Down vs. Bottom-Up» Ansatz
- Sankey-Diagramme
- Grobeinsparpotenziale

Systematische Prozessanalyse

- Energierelevante Detaildaten
- Modellbildung und Hinterfragen der Prozessanforderungen («Pinch-Analyse»)
- Energiekonzept mit max. Abwärmenutzung im PA6- und im Faserbetrieb

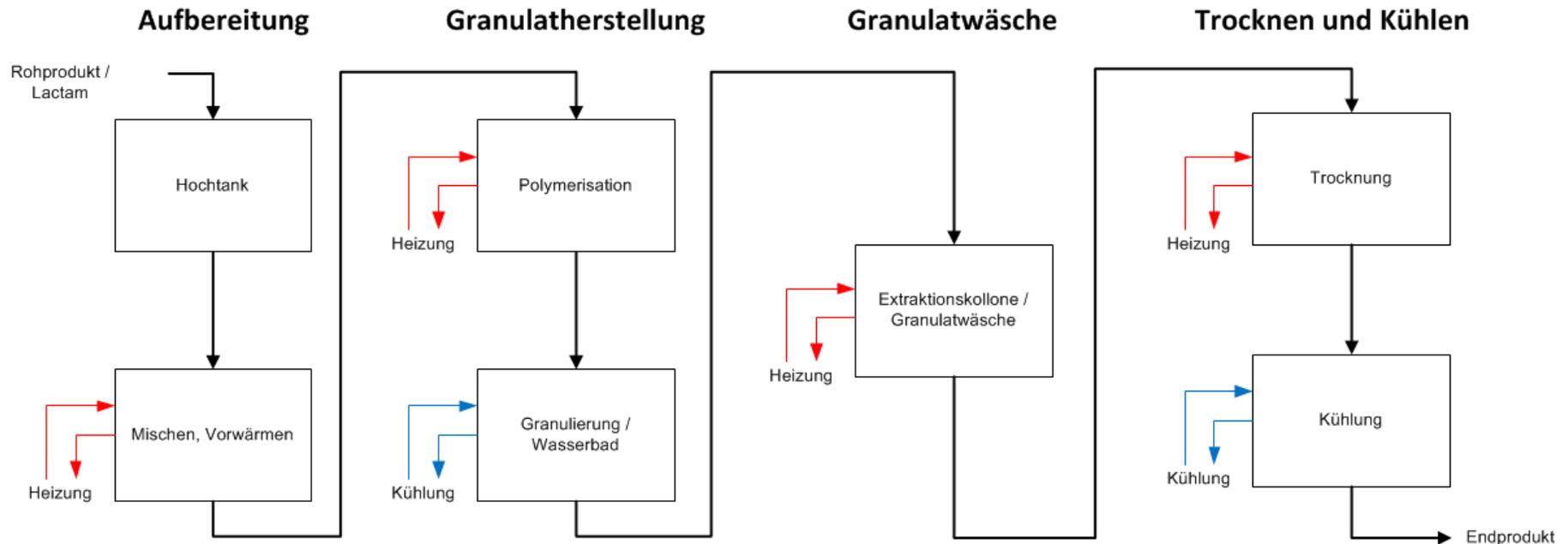
Massnahmen

- Massnahmenliste / -blätter inkl. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Schlussfolgerung
- Empfehlung / Weiteres Vorgehen
- Umsetzung

PA6-Betrieb (1/5)

K5 und K6

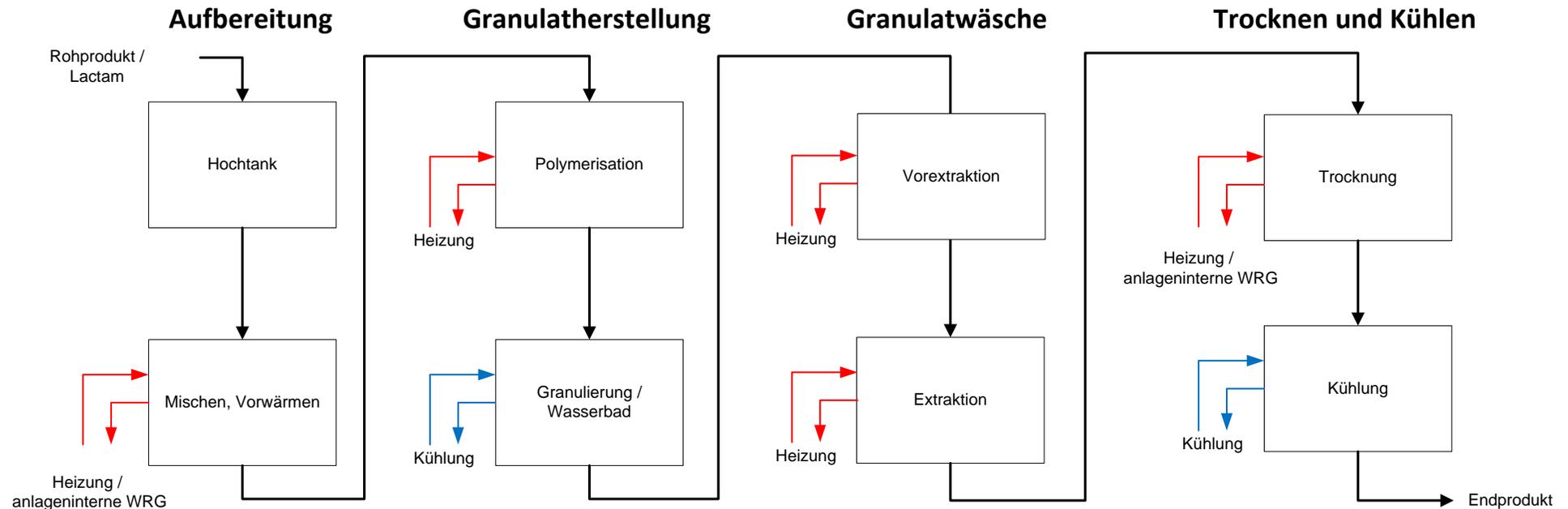
- Stark vereinfachtes Blockscha (exkl. Temperaturen, Betriebsdaten, Mengen und spez. Energieverbräuche) zur Wahrung vertraulicher Prozessinformationen.



PA6-Betrieb (2/5)

K7

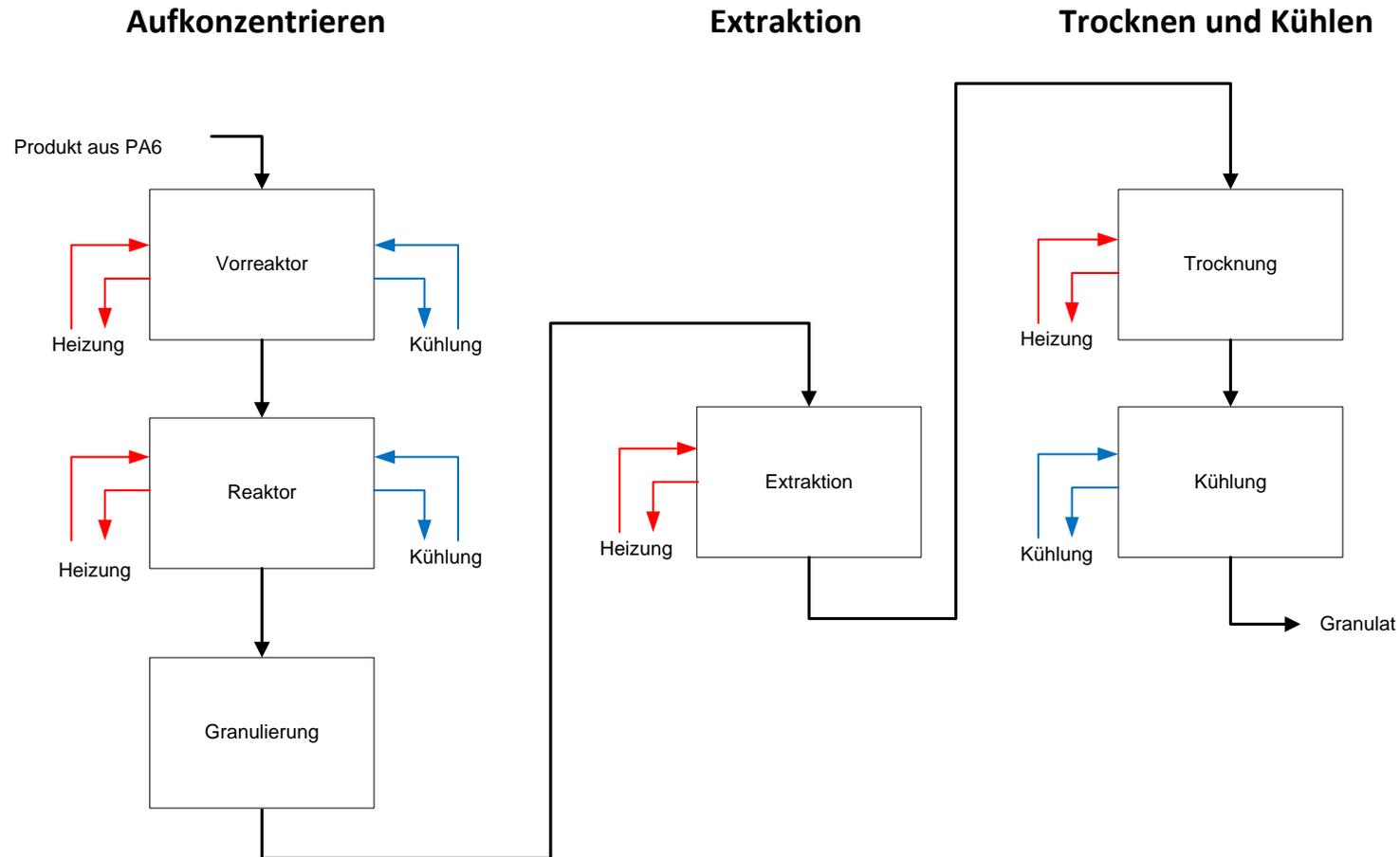
- Stark vereinfachtes Blockschema (exkl. Temperaturen, Betriebsdaten, Mengen und spez. Energieverbräuche) zur Wahrung vertraulicher Prozessinformationen.



PA6-Betrieb (3/5)

RLC-P Anlage

- Stark vereinfachtes Blockschaema (exkl. Temperaturen, Betriebsdaten, Mengen und spez. Energieverbräuche) zur Wahrung vertraulicher Prozessinformationen.

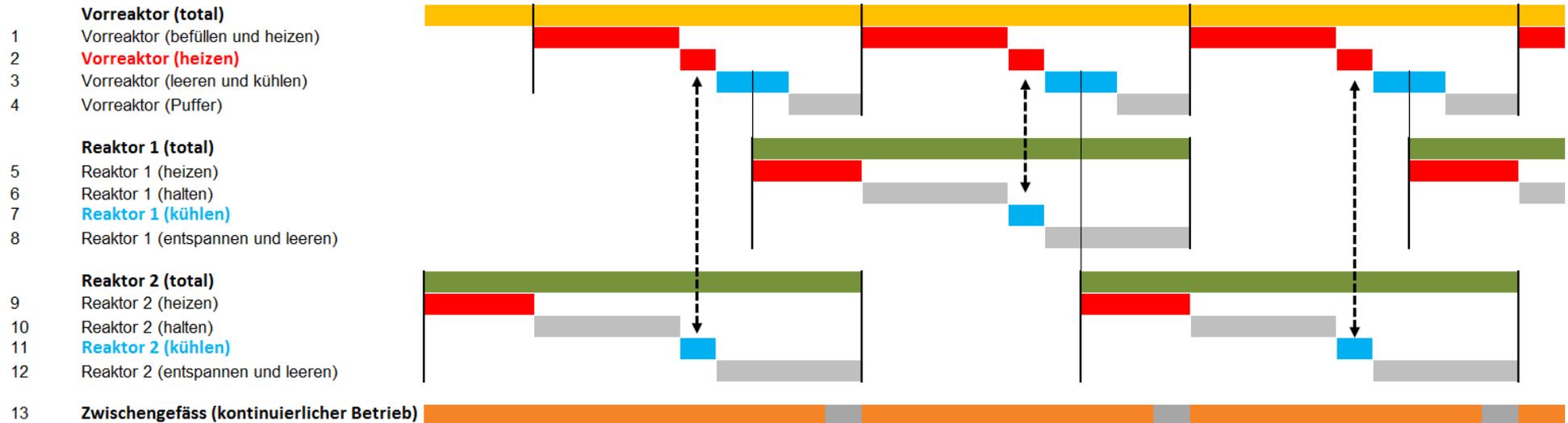


PA6-Betrieb (4/5)

RLC-P Anlage, zeitlicher Ablauf des Batch-Betrieb

- Stark vereinfachtes Gantt-Diagramm (exkl. Temperaturen, Betriebsdaten, Mengen und spez. Energieverbräuche) zur Wahrung vertraulicher Prozessinformationen.

Schritt Reaktor



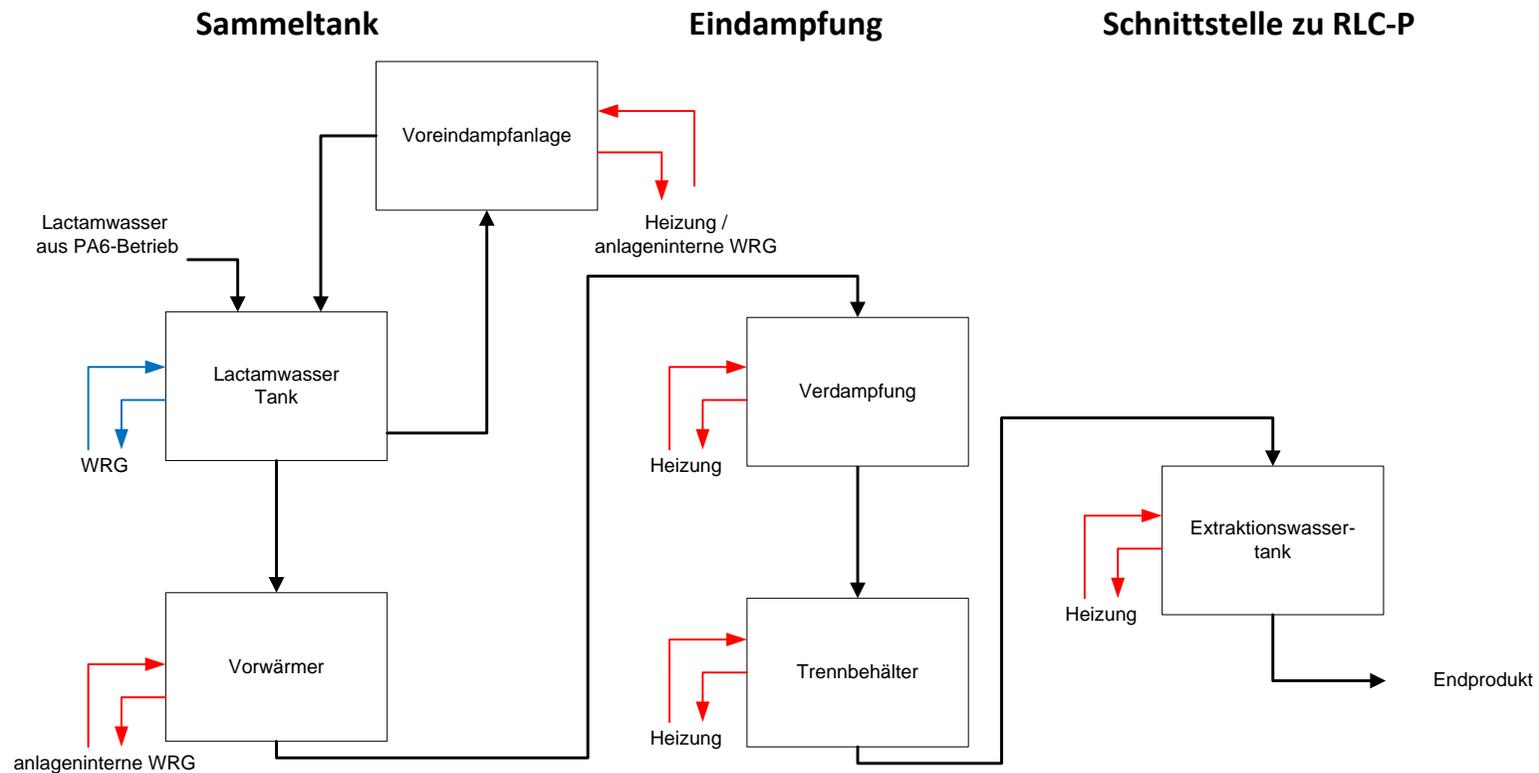
Auszug der Kenntnisse

- Schritte 2 (heizen) und 7 resp. 11 (kühlen) laufen zeitgleich ab → Potenzial zur Wärmerückgewinnung

PA6-Betrieb (5/5)

Eindampfanlagen

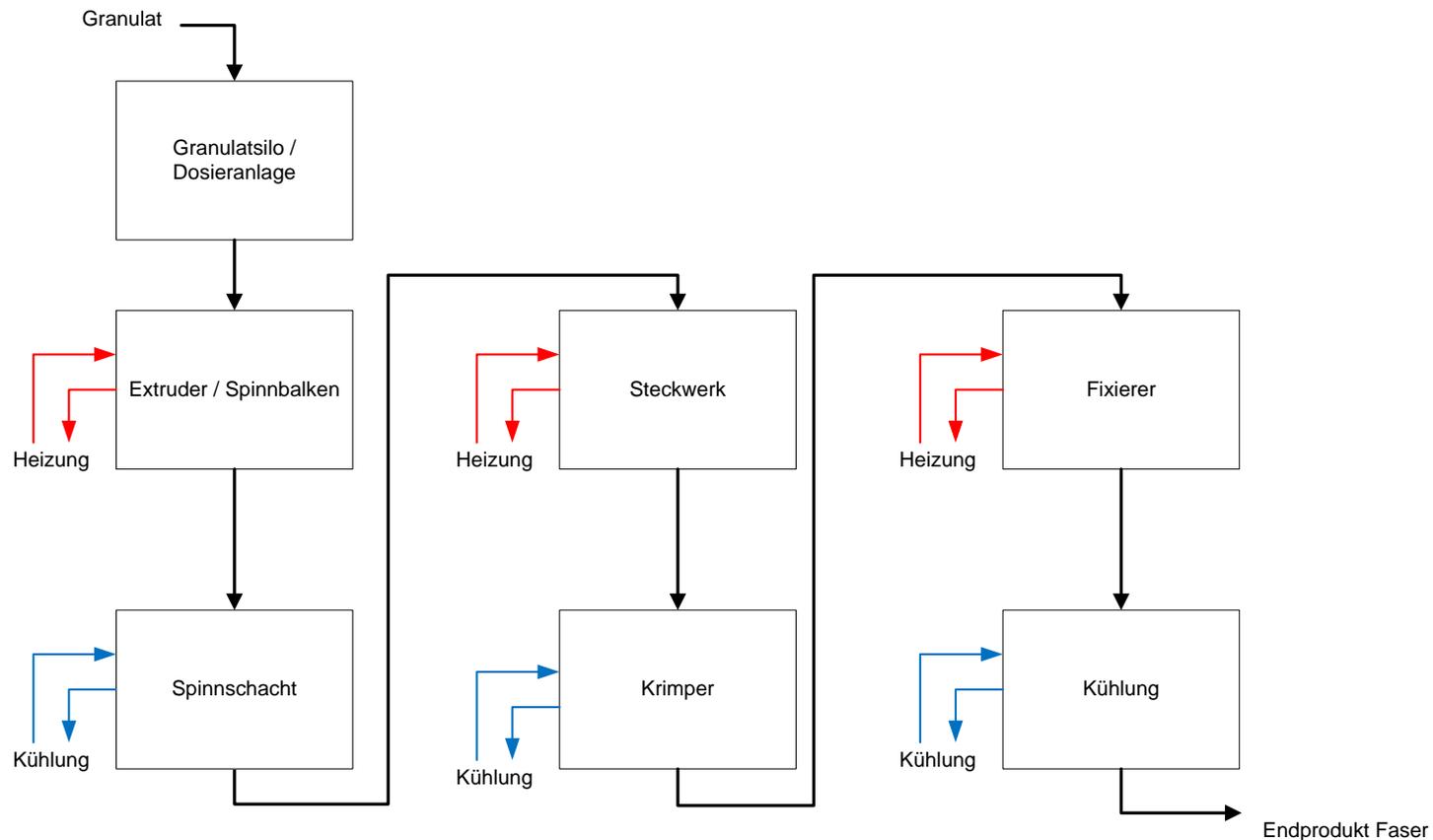
- Stark vereinfachtes Blockscha (exkl. Temperaturen, Betriebsdaten, Mengen und spez. Energieverbräuche) zur Wahrung vertraulicher Prozessinformationen.



Faserbetrieb (1/3)

ESPE 1 bis 3, Gesamtprozess

- Stark vereinfachtes Blockscha (exkl. Temperaturen, Betriebsdaten, Mengen und spez. Energieverbräuche) zur Wahrung vertraulicher Prozessinformationen.



Faserbetrieb (2/3)

ESPE 1 bis 3, Prozesse

- Über das Granulatsilo und die Dosierung werden Granulat (PA6) mit Additiven zusammengebracht und in den Extruder (Thermoöl, elektrisch) geführt. Hier wird das Produkt erwärmt und geschmolzen. Der prozessbedingte Energieeinsatz zum Erwärmen und Schmelzen in den Extruder entspricht rund 25 % des elektrischen Gesamtverbrauchs der ESPE 1 bis 3.
- Im Spinnbalken findet eine weitere Temperaturerhöhung statt, ehe das flüssige Produkt durch die Spindüsen in den Fallschacht geführt wird. Hier erstarren die Fasern und kühlen ab. Die thermische Energie wird auf (Kühl-) Luft übertragen, welche um 18 °C erwärmt wird.
- Im Bereich des Streckwerk und des Krimper findet die Vorveredelung der Fasern statt.
- Die gekräuselten Fasern werden anschliessend in den Fixierer geführt.
- In der Kühlzone des Fixierer werden die Fasern mittels Umluft (= Hallenluft) abgekühlt. Die Zuluft ist Hallenluft ($T \approx 20 \text{ °C}$), die Abluft ist rund 40 °C warm.

Faserbetrieb (3/3)

ESPE 1 bis 3, Fixierer

Detailinformationen des Anlagenbauer zum Fixierer im heutigen Betrieb

- Luftdurchsatz durch den Trockner. Keine definitiven Aussagen, jedoch folgende Informationen:
 - Teil der Abluft zur Evakuierung des verdampften Wasser notwendig (gering)
 - Hoher Luftumsatz hilft, Verschmutzungen im Fixierer entgegenzuwirken
 - Rund 22 % «performance margin» betreffend Luft-Durchsatz
 - Reduktion der Luft-Durchsatz durch den Fixierer sollte mit Laborkontrollen der Fasern (Qualität, Feuchte) einhergehen
 - Interne Luftzirkulation u.a. für gleichmässige Temperatur im Fixierer und um (mittels erzwungener Konvektion) Faser zu erwärmen, Wasser zu verdampfen
 - Neuere Generationen des Fixierer führen die Abluft aus der Kühlzone in die Heizzonen des Fixierer (Massnahme zur Steigerung der Energieeffizienz)

Druckluft Faserbetrieb

Im Faserbetrieb sind heute 3 Druckluftkompressoren installiert

Kompressor	Last-Betrieb	Elektrizität	Druck	Leistung Last - Leerlauf	Druckluft
1	7...14 h/Woche	ca. 45 MWh/a	8.2...8.5 bar	127 - 28	284 l/sec.
2	7...14 h/Woche	ca. 45 MWh/a		125 - 27	284 l/sec.
3	nahezu durchgehend	ca. 590 MWh/a	bis 9.3 bar	25...106 - 0	35...320 l/sec.

→ Die Kompressoren sind wassergekühlt (Flusswasser)

→ Energierelevant ist der Kompressor 3 (hohe Betriebszeit). Austausch des Schraubenelement geplant.

Bereiche der potenziellen Energieoptimierung

(1) Technische Modernisierung

→ Neues Gerät / neue Anlagenteile

(2) Betriebsoptimierung

→ Reduktion Betriebsdruck (1 bar senkt die Betriebskosten um rund 10 %)

Zusätzlich, bei Bedarf resp. geeignetem Wärmeabnehmer (z.B. Gebäudeheiznetz, Brauchwarmwasser)

(3) Wärmerückgewinnung (Wasserkühlung zur Erzeugung von bis zu 85 °C warmen Wasser)

→ Interessant, wenn geeignete Wärmeabnehmer verfügbar sind (z.B. Gebäudeheiznetz) oder bei «Insellösungen»

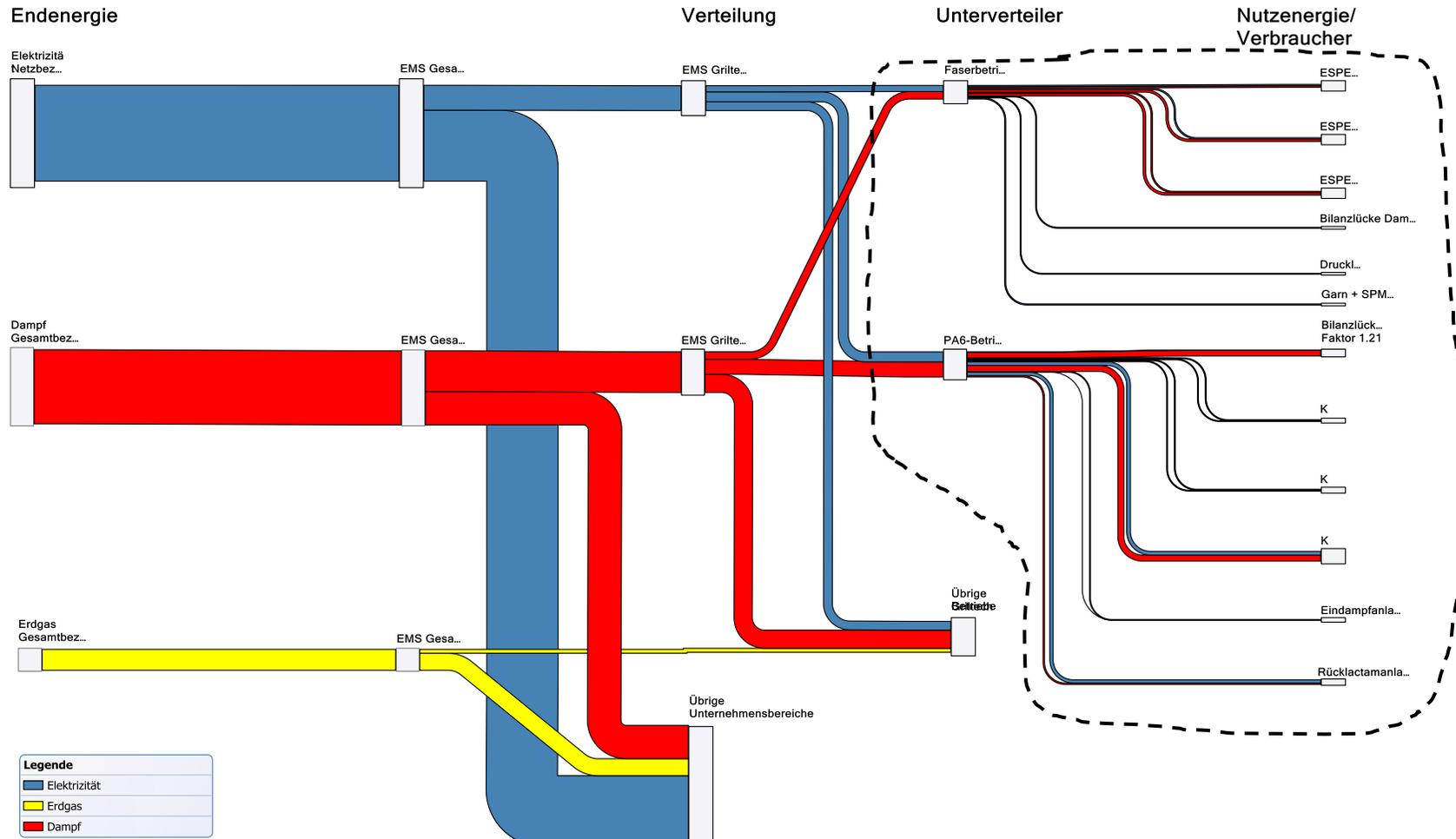
Analyse des Energieverbrauch PA6- und Faserbetrieb. Energie- und Massenbilanzen

- Die Energie- und Massenbilanzen sind vertraulich und daher im öffentlichen Schlussbericht nicht aufgeführt.

Sankey-Diagramm Strom, Dampf und Erdgas

Perimeter der Studie: EMS Griltech mit Faser- und PA6-Betrieb (markierter Bereich)

- Die abs. Energiemengen sind vertraulich und daher im öffentlichen Schlussbericht nicht genannt.



Schlussfolgerungen aus der Ist-Analyse (1/4)

PA6-Betrieb

K5/K6 und K7-Anlage

- Hohe Anzahl von Energieströmen, teilweise sehr kleine Leistungen, Dauerbetrieb der Anlagen.
- Im **Mischer und Zwischengefäss** wird die Temperatur des Produkt gehalten. Die Oberflächenbeheizung der Behälter erfolgt bei der K5/K6 mit Dampf, bei der K7 mittels Abwärme der Eindampfanlage. Es ist denkbar, die Mantelheizungen der K5/K6 ebenfalls mittels Abwärme zu versorgen (kleine Leistungen).
- Bei der K5/K6 und K7-Anlage liegt das höchste Temperaturniveau durch die **Polymerisation** vor - jedoch sind keine potenziellen Abwärmequellen auf ähnlichem Temperaturlevel verfügbar. Im nachfolgenden Bereich der Granulierung erstarrt das Produkt und wird stark abgekühlt. Das sehr hohe spezifische Abwärmepotenzial ist prozesstechnisch / apparativ schwer greifbar und bei gegebenen Temperaturniveau im Prozess nicht nutzbar.
- Innerhalb der **Extraktion** wird das Produkt wieder erwärmt. Dies geschieht zum einen mit einer (Dampf-) Mantelheizung, zum anderen durch das Extraktionswasser welches auch als Transportwasser dient und im Kreislauf geführt wird. Die Vorwärmung des Extraktionswasser stellt eine potenzielle Möglichkeit zur Abwärmee-nutzung dar.
- Im Bereich der **Trocknungskolonnen** wird vom Granulat zunächst das restliche Oberflächenwasser abgetrennt, und anschliessend abgekühlt. Das eingesetzte Prozessmedium ist Stickstoff. In der K7-Anlage wird im Stickstoff-kreislauf des Vortrockner bereits eine Wärmerückgewinnung umgesetzt. Es ist denkbar, innerhalb der Trocknungs-kolonnen weitere Wärmetauscher zu platzieren.

Pinch-Analyse zur Zusammenführung der Wärmesenken und Wärmequellen gleichen Temperaturniveaus.

Schlussfolgerungen aus der Ist-Analyse (2/4)

PA6-Betrieb

Eindampfanlage

- In der Eindampfanlage wird Lactamwasser (LCW) aus diversen Anlagenteilen gesammelt und mittels **Verdampfer** aufkonzentriert.
- Ein Sammelbehälter nimmt LCW aus unterschiedlichen Anlagenteilen auf. Der Behälter ist offen und nicht auf Druck ausgelegt. Um Energieverluste infolge beginnenden Sieden zu vermeiden, liegt die Temperaturanforderung bei rund 90 °C. Ströme welche mit höheren Temperaturen in den Tank eintreten, stellen potenzielle Abwärmquellen dar sofern die Mischtemperatur nicht zu stark abgesenkt wird.
- Der bei der Aufkonzentrierung entstehende Brüden ist durch **Brüdenverdichtung** als Heizmedium im Prozess (Verdampfer) wiederverwendbar, so dass der Prozess im normalen Betriebsfall theoretisch ohne externe (Dampf-) Heizung auskommt.
- Infolge verschmutzter **Wärmetauscher**, Störungen, Anfahren der Anlage, Konzentrationsschwankungen fällt im praktischen Betrieb dennoch ein gewisser (schwankender / unbestimmter) Dampfverbrauch an.
- Brüdenwasser wird zunächst im **Brüdensammelgefäß** gesammelt, zur Vorwärmung des LCW genutzt und anschliessend in den anlagenübergreifenden **Brüdentank** geführt. Durch diese Prozessführung ist gewährleistet, dass keine hochwertige Energie in das Abwasser gelangt, sondern vom Brüdentank prozessintern und bedarfsabhängig weiterverwendet wird.
- Innerhalb der Eindampfanlage sind keine weiteren Optimierungen in Form von Wärmerückgewinnung ersichtlich.

Pinch-Analyse zur Zusammenführung der Wärmesenken und Wärmequellen gleichen Temperaturniveaus.

Schlussfolgerungen aus der Ist-Analyse (3/4)

PA6-Betrieb

RLC-P Anlage

- In der RLC-P Anlage wird aus dem in der Eindampfanlage aufkonzentriertem Lactamwasser (LCW) PA6-Granulat hergestellt (anlageninterner Recyclingprozess).
- Das Zusammenspiel der Eindampfanlage (EDA) und der RLC-P-Anlage ist durch den zwischenzeitlichen **Batchbetrieb komplex**.
- Die **Reaktoren** werden batchweise betrieben und über ein **Thermoöl-Heizsystem** elektrisch beheizt. Der Thermoölkreislauf wird ebenfalls zur Kühlung genutzt (Einsatz von Luftkühler). Gemäss dem Prozessablauf (siehe S. 10) ist es denkbar, die Heiz- und Kühlanforderung zu koppeln.
- Anstelle der elektrischen Beheizung des Thermoöl wäre auch ein Gasbrenner denkbar. Das Ziel besteht darin, Energiekosten (Elektrizität vs. Erdgas) zu reduzieren.
- Die RLC-P Anlage verfügt analog K5/K6- und K7-Anlage ebenfalls über eine **Extraktionskolonne** sowie über eine **Trocknung und Kühlung**. Entsprechend ist auch hier die Möglichkeit zur Abwärmenutzung denkbar.

Pinch-Analyse zur Zusammenführung der Wärmesenken und Wärmequellen gleichen Temperaturniveaus.

Schlussfolgerungen aus der Ist-Analyse (4/4)

Faserbetrieb

Faserbetrieb

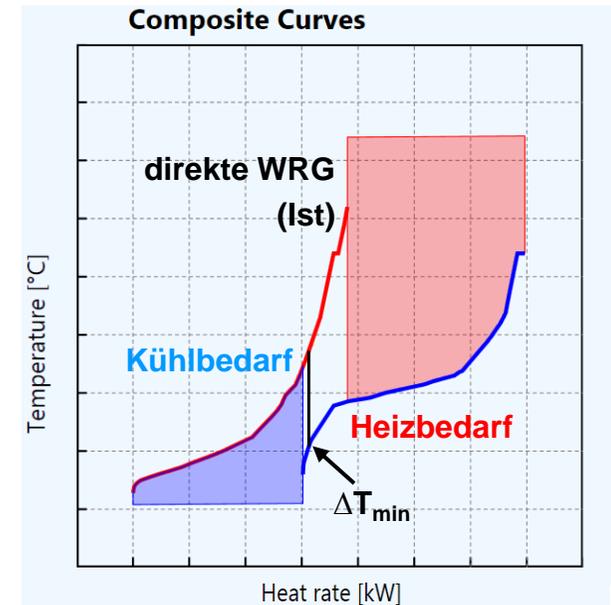
- Im Faserbetrieb wird PA6-Granulat zu Fasern weiterverarbeitet (Veredelungsprozess).
- Der erste Prozessschritt besteht im erwärmen und schmelzen des Granulats im **Extruder**. Die Heizung erfolgt über ein Thermoöl-Kreislauf (Elektrizität). Im Sinne der Wärmerückgewinnung liegt für das rund 250 bis 300 °C heisse Thermoöl keine geeignete Abwärmequelle vor. Jedoch ist es denkbar, dass Granulat im **Granulatsilo** nach dem gleich Prinzip der Trocknungskolonnen der K5/K6 und K7 vorzuwärmen. Als Abwärmequelle könnte Trockner-abluft (s.u.) dienen. Aus Prozessgründen ist dies heute nicht möglich.
- Im **Spinnbalken** wird das flüssige Produkt weiter erhitzt. Abwärmequellen auf diesem Temperaturniveau liegen im Prozess nicht vor.
- Im **Spinnschacht** werden die Fasern stark abgekühlt und erstarren. Als Kühlmedium wird Luft eingesetzt. Das sehr hohe spezifische Abwärmepotenzial ist prozesstechnisch / apparativ greifbar, bei gegebenen Temperatur-niveau im Prozess jedoch nicht einsetzbar.
- Im letzten Prozessschritt durchlaufen die (gekräuselten) Fasern den dampfbeheizten **Fixierer**. Die Erhitzung der Trocknerzuluft macht rund 75 % des Dampfverbrauchs aus. Die Nutzung der Trocknerabluft als Abwärmequelle (Wärmetauscher) ist aufgrund von Verunreinigungen apparativ schwierig. Denkbare Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz sind die Reduktion des Luft-Durchsatz durch den Fixierer, und die Rezirkulation der Abluft der Kühlzone in die Heizzonen. Die Vorwärmung der Fixierer-Zuluft hat ebenfalls entscheidendes Potenzial auf die Steigerung der Energieeffizienz.

Pinch-Analyse zur Zusammenführung der Wärmesenken und Wärmequellen gleichen Temperaturniveaus.

Pinch-Analyse (1/5)

PA6-Betrieb, Ist-Situation. Aus Gründen der Vertraulichkeit keine Angabe von Temperaturen, Leistungen und Energiemengen.

- Die untenstehende Grafik zeigt die Composite Curve (CC) des gesamten PA6-Betrieb (K5/K6, K7, Eindampfanlage exkl. ¹⁾ Verdampfer, RLC-P-Anlage exkl. ²⁾ Reaktorbetrieb) in der Ist-Situation. D.h. es sind alle aufzuheizenden und abzukühlenden Ströme in diesem Bereich nach dem Superpositionsprinzip zusammengefasst.
- Die auf die x-Achse projizierte **rote Fläche** repräsentiert den gesamten Wärmeeintrag via Dampferhitzer und Diphylheizung (elektrisch bei der Polymerisation) zum erwärmen des Produkts und der N₂-Kreisläufe.
- Die auf die x-Achse projizierte **blaue Fläche** stellt die Abwärme dar, welche über die Kühlkreisläufe evakuiert wird.
- Im bestehenden System wird bereits an 4 Stellen eine direkte Wärmerückgewinnung (WRG) realisiert. Der Anteil der direkten WRG am Heizbedarf liegt in Summe bei rund 20 %.
- Durch den Sammeltank (der Eindampfanlage) und den Brüdentank wird jeweils Extrakt-, Lactam- und Brüdenwasser bei hohem (nicht exakt definiertem) Temperaturniveau zusammenführt und somit eine anlagenübergreifende indirekte Wärmerückgewinnung realisiert. Die verfügbare Abwärme / Energie wird über diese Tanks im System «PA6-Betrieb» gehalten und den Linien K5, K6, K7 und RLC-P nach Bedarf wieder zugeführt.



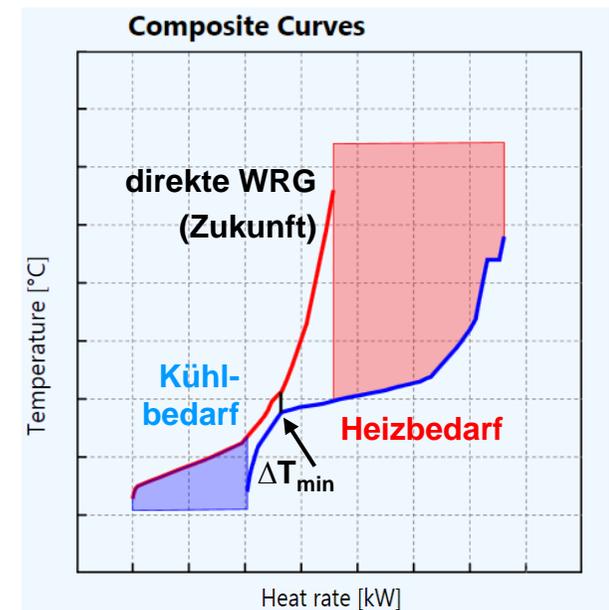
1) Im normalen Betriebsfall läuft die Eindampfanlage durch Brüdenverdichtung praktisch ohne externen Dampf

2) Batch-Betrieb der Reaktoren wird separat untersucht (siehe Kapitel Ist-Analyse, PA6-Betrieb, S. (4/5))

Pinch-Analyse (2/5)

PA6-Betrieb, Zukunft. Aus Gründen der Vertraulichkeit keine Angabe von Temperaturen, Leistungen und Energiemengen.

- Die untenstehende Grafik zeigt die Composite Curve (CC) des gesamten PA6-Betrieb (K5/K6, K7, Eindampfanlage exkl. ¹⁾ Verdampfer, RLC-P-Anlage exkl. ²⁾ Reaktorbetrieb) mit der zukünftigen min. minimalen Temperaturdifferenz.
- Die auf die x-Achse projizierte **rote Fläche** repräsentiert den gesamten Wärmeeintrag via Dampferhitzer und Diphytheizung (elektrisch bei der Polymerisation) zum erwärmen des Produkts und der N₂-Kreisläufe.
- Die auf die x-Achse projizierte **blaue Fläche** stellt die Abwärme dar, welche über die Kühlkreisläufe evakuiert wird.
- Die CC zeigt, dass in der Zukunft eine umfassendere Wärmerückgewinnung (WRG) möglich ist. Gegenüber der Ist-Situation kann der Anteil der WRG um rund 80 % erweitert werden.



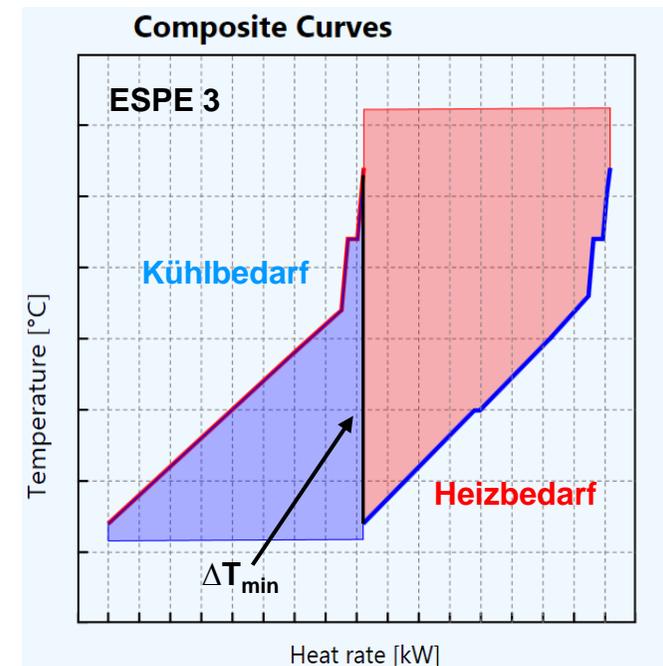
1) Im normalen Betriebsfall läuft die Eindampfanlage durch Brüdenverdichtung praktisch energieautark

2) Batch-Betrieb der Reaktoren wird separat untersucht (siehe Kapitel Ist-Analyse, PA6-Betrieb, S. (4/5))

Pinch-Analyse (3/5)

Faserbetrieb, Ist-Situation. Aus Gründen der Vertraulichkeit keine Angabe von Temperaturen, Leistungen und Energiemengen.

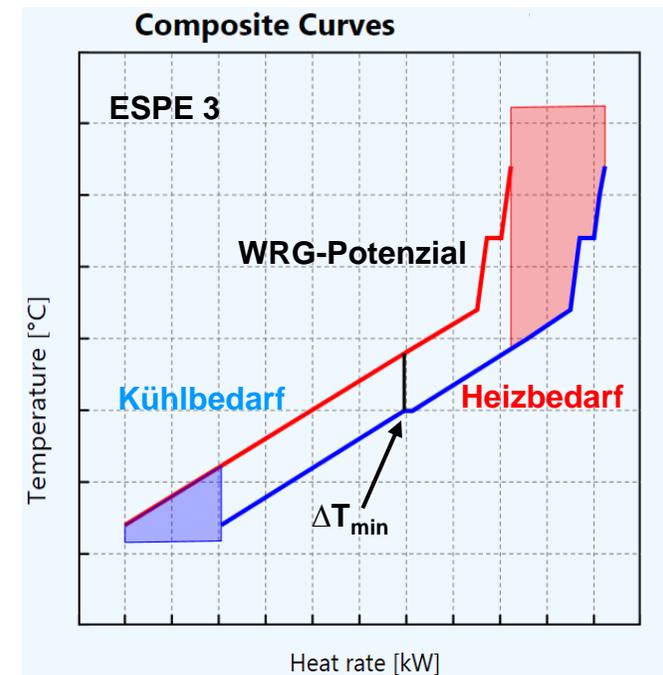
- Die untenstehende Grafik zeigt die Composite Curve (CC) des Faserbetrieb, beispielhaft an der ESPE 3 Anlage in der Ist-Situation. D.h. es sind alle aufzuheizenden und abzukühlenden Ströme in diesem Bereich gemäss heutigem Betrieb nach dem Superpositionsprinzip zusammengefasst.
- Die auf die x-Achse projizierte **rote Fläche** repräsentiert den gesamten Wärmeeintrag via Extruder und Spinnbalken (Elektrizität) zum erwärmen und schmelzen des Granulat sowie zur Lufterwärmung im Fixierer.
- Die auf die x-Achse projizierte **blaue Fläche** stellt die Abwärme dar, welche über die Kühlgebläse im Fallschacht und der Fixierer-Abluft evakuiert wird. Am Austritt aus dem Fixierer kühlt das Fertigprodukt ohne äussere Einwirkung ab.
- Im heutigen System (ESPE 1 bis 3) findet keine Wärmerückgewinnung statt.
- Die Betrachtungen sind für die baugleichen Anlagen ESPE 1 und ESPE 2 gleichermassen gültig (gleiche Leistungen jedoch unter unterschiedliche Betriebszeiten resp. Energiemengen).



Pinch-Analyse (4/5)

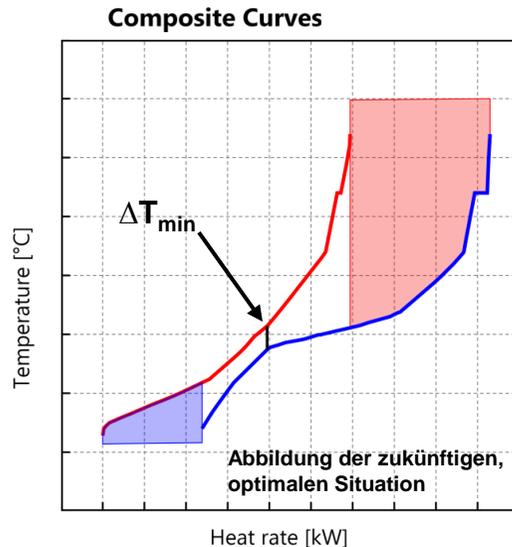
Faserbetrieb, Zukunft. Aus Gründen der Vertraulichkeit keine Angabe von Temperaturen, Leistungen und Energiemengen.

- Die untenstehende Grafik zeigt die Composite Curve (CC) des Faserbetrieb, beispielhaft an der ESPE 3 mit der zukünftigen min. minimalen Temperaturdifferenz. Für die ESPE 1 und 2 ergeben sich analoge Bilder.
 - Die CC zeigt, dass in der Zukunft eine umfassende Wärmerückgewinnung (WRG) möglich ist. Gegenüber der Ist-Situation könnte der Primärenergieeinsatz um 75 % sinken.
 - Praktische Einsparpotenziale bieten jeweils die...
 - Vorwärmung der Zuluft in den Fixierer
 - Vorwärmung des Granulats im Granulatsilo
- Hinweis: Das Granulat kann aus prozesstechnischen Gründen nicht vorgewärmt werden.
- Es sind keine aussichtsreichen Interaktionen mit dem PA6-Betrieb sichtbar.



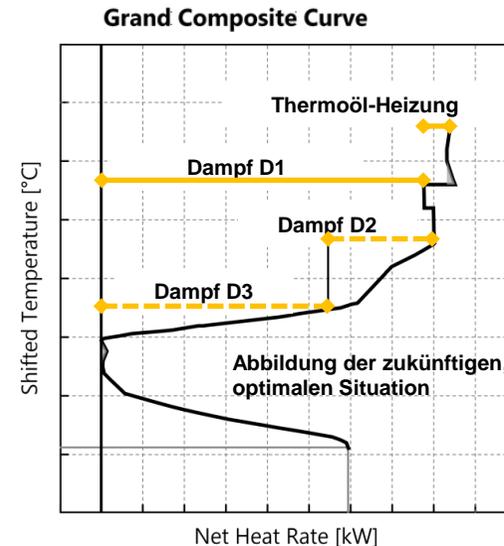
Pinch-Analyse (5/5)

«Infrastruktur», gemeinsame Betrachtung von PA6- und Faserbetrieb. Aus Gründen der Vertraulichkeit keine Angabe von Temperaturen, Leistungen und Energiemengen.



Betrachtung (Zeitraum)

Gemeinsamer Betrieb von PA6- und Faserbetrieb in 5'800 h im Jahr 2013 (Bezug der max. thermischen Leistung)



Energieversorgung

Analyse der theoretisch notwendigen Dampfdrücke bei einem ΔT_{\min} von 20 °C.

- Die obigen Grafiken zeigen die Composite Curve (CC) und Grand Composite Curve (GCC) des PA6- und Faserbetrieb bei einem theoretischen ΔT_{\min} von 20 °C.
- Heute bezieht EMS **Frischdampf D1**, welcher auf dem Werksgelände für die Betriebe (u.a. PA6- und Faserbetrieb) verteilt und auf die jeweils benötigten Dampflevel entspannt wird (separate Dampfnetze). Die GCC zeigt, dass für den PA6- und Faserbetrieb theoretisch zwei **Dampflevel D2 und D3 bar ausreichend** wären.
- **Mit einer Entnahmedampfturbine** könnte man das Druck-/Enthalpiegefälle nutzen um **Eigenstrom zu erzeugen**.
- Gemäss GCC ist der Nutzen der Eigenstromerzeugung dann am grössten, wenn ein möglichst grosser Anteil des Dampfbedarfs mit Dampf D3 gedeckt wird. Dies ist heute nicht der Fall.

Einleitung (1/4)

Vorgehen, Priorität der Optimierung

■ **Betriebsoptimierung**

Optimale Nutzung der bestehenden Anlagen und Geräte
Punktuelle Anpassungen mit geringem Investitionsaufwand

■ **Prozessoptimierung**

Einsatz neuer (Prozess-) Technologien
Effizientere Prozessführung

■ **Anlageninterne, direkt Wärmerückgewinnung**

Abwärmennutzung zur Reduktion von Primärenergieeinsatz

■ **Anlagenübergreifende, indirekte Wärmerückgewinnung**

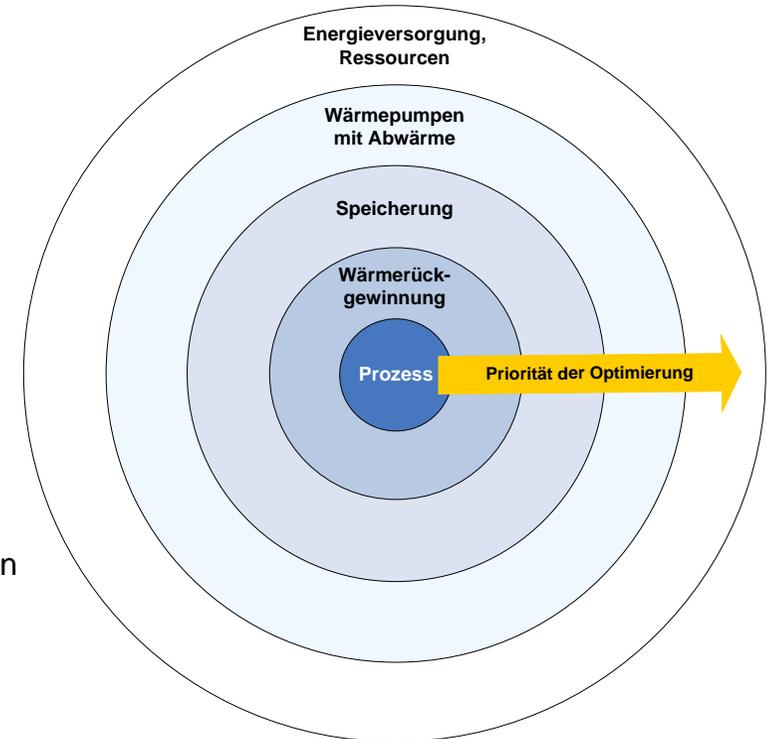
Analog «Anlagenintern», jedoch erhöhte Komplexität wegen grosser Distanzen

■ **Wärmerückgewinnung via Speicherung**

Optimierung von Batchprozessen

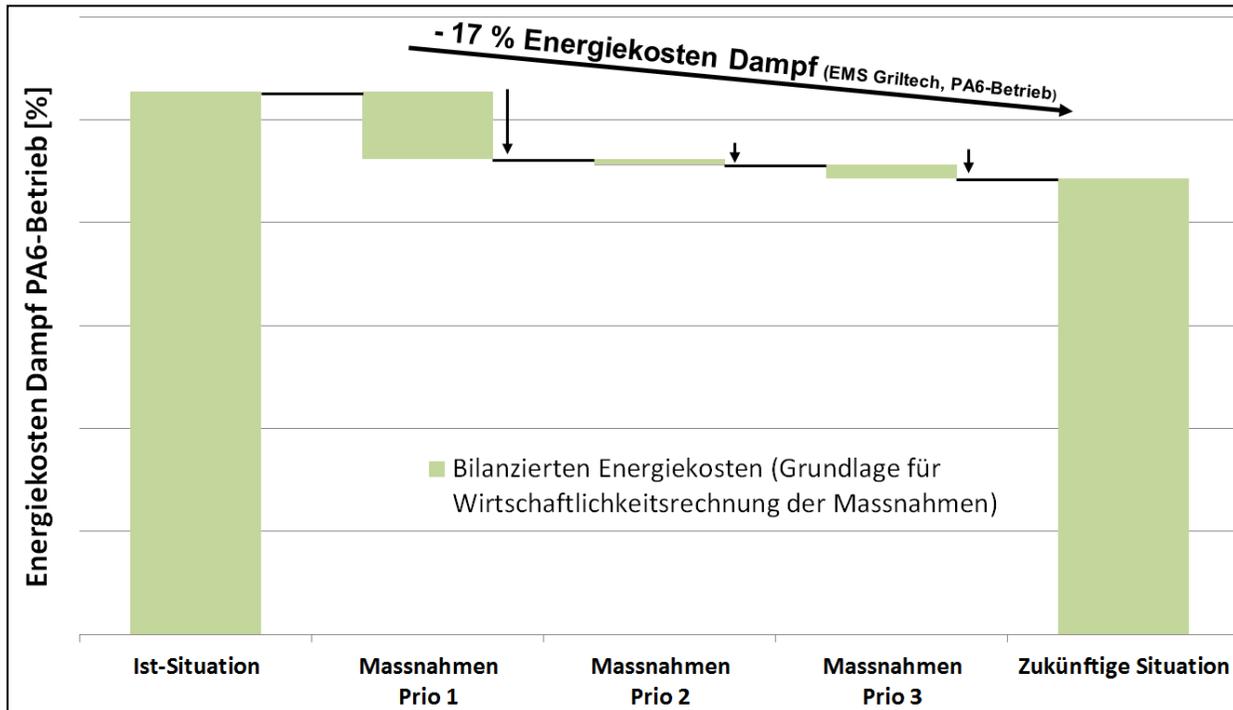
■ **Wärmepumpen und Energieversorgung / Ressourceneinsatz**

Optimaler Einsatz der Energieträger



Einleitung (2/4)

Zusammenfassung der Ergebnisse und Vergleich mit der Ist-Situation, PA6-Betrieb. Aus Gründen der Vertraulichkeit nur Angabe von rel. Zahlenwerten.



Gesamt 9 Massnahmen zur Reduktion der Energiekosten Dampf

- Direkter Nutzen aus Massnahmen mit Priorität 1 bis 3 auf die bilanzierten Energiekosten im PA6-Betrieb.
6.8 % Einsparpotenzial
- Zusätzlicher Nutzen auf Gesamtunternehmensebene EMS infolge CO2-Gutschrift durch Reduktion des Dampfverbrauch im PA6-Betrieb
1.3 % Einsparpotenzial



Gesamteinsparpotenzial der Energiekosten (el.+ th.) durch alle Massnahmen im PA6-Betrieb gegenüber 2013

- für **EMS** **gesamt max. 13 %**
- im **PA6-Betrieb** **max. 12 %**

Weitere 2 Massnahmen zur Reduktion der Energiekosten Strom

- Reduktion des prozessbedingten Stromverbrauch (RLC-P Anlage)
0.8 % Einsparpotenzial
- Substitution Elektrizität durch Erdgas zur HTM-Erheizung (RLC-P Anlage)
4.7 % Einsparpotenzial (→ reine Betriebskostenoptimierung)

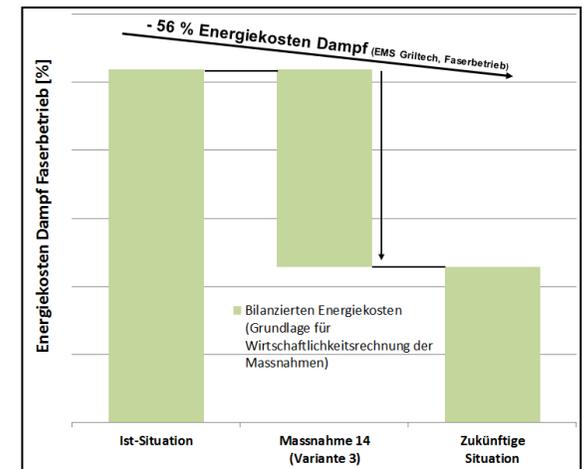
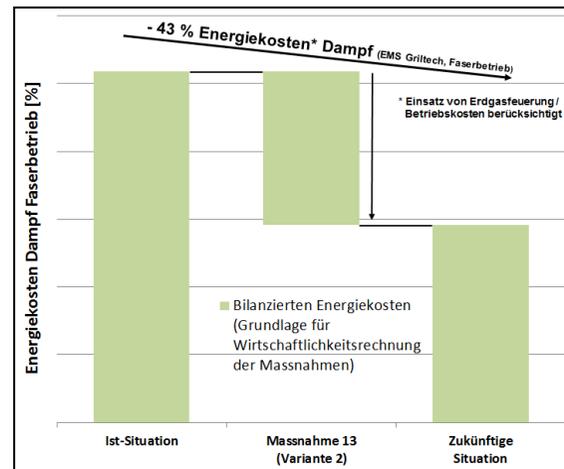
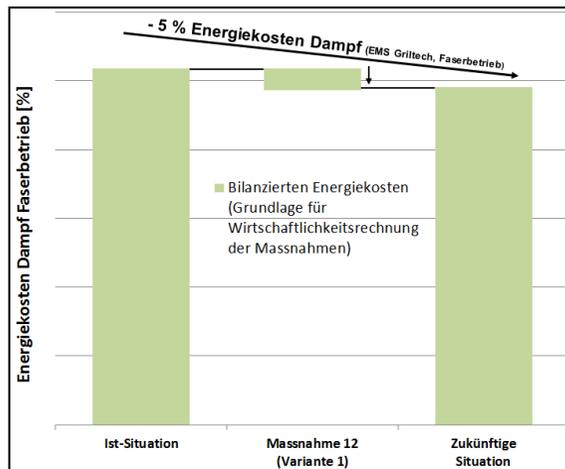


Einleitung (3/4)

Zusammenfassung der Ergebnisse und Vergleich mit der Ist-Situation, Faserbetrieb. Aus Gründen der Vertraulichkeit nur Angabe von rel. Zahlenwerten.

3 Varianten zur Reduktion der Energiekosten Dampf im Faserbetrieb (Fixierer als alleinige Dampfverbraucher)

- **Variante 1** als Betriebsoptimierung. Reduktion des Luftdurchsatz durch den Fixierer in Abhängigkeit der Produktionsleistung.
- **Variante 2** als Prozessoptimierung. Thermische Behandlung der Abluft mit Abwärmenutzung
- **Variante 3** als Spezialfall. Anschaffung neuer Plattenbandtrockner nach Stand der Technik



Gesamteinsparpotenzial der Energiekosten (el.+th.) durch die Massnahmen (Variante 1 bis 3) im Faserbetrieb gegenüber 2013

- für EMS gesamt max. 19 %
- im Faserbetrieb max. 15 %

PA6-Betrieb

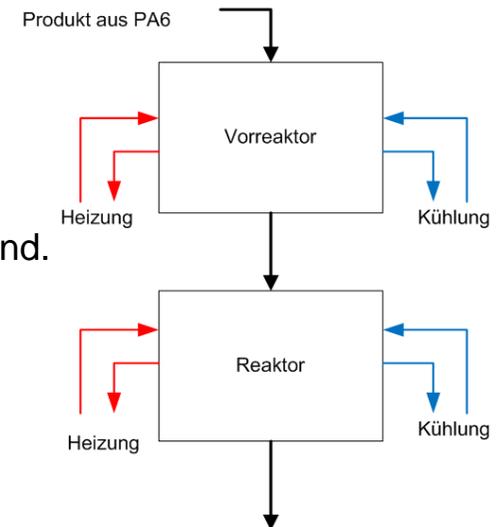
M1, RLC-P-Anlage - Wärmerückgewinnung im Thermoölkreislauf der Reaktoren. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

- Chargenweise Beladung der Reaktoren.
- Stufenweises Erhitzen des Feed im Vorreaktor.
- Zeitgleiches Kühlen des Produkt in den Reaktoren.
- Heizen (elektrisch) oder kühlen (Luftkühler) mittels Wärmeträgeröl.
- Die Schritte 2 (heizen) sowie 7 resp. 11 (kühlen) des Reaktorbetrieb sind überlappend.

Massnahme

- In Zukunft wird der abzukühlende Strom der Reaktoren genutzt, um den aufzuheizenden Strom Vorreaktor vorrangig durch prozessinterne Abwärme zu bedienen. Die HTM-Erhitzer decken die Differenz ab (Reserve).
- Im bestehenden HTM-Sekundärkreislauf wird jeweils der Rücklauf der Reaktoren mit dem Vorlauf des Vorreaktor verbunden.



Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Elektrizität 0.8 %
- Payback < 4 a stat.

Schritt Reaktor

Vorreaktor (total)

- 1 Vorreaktor (befüllen und heizen)
- 2 Vorreaktor (heizen)
- 3 Vorreaktor (leeren und kühlen)
- 4 Vorreaktor (Puffer)

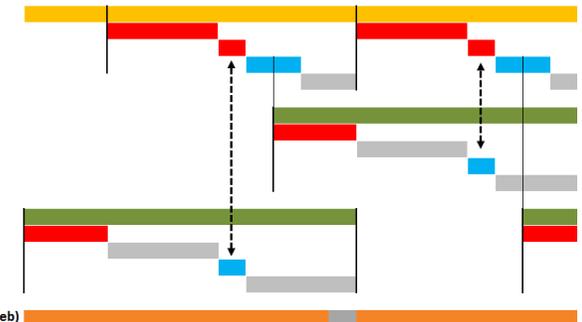
Reaktor 1 (total)

- 5 Reaktor 1 (heizen)
- 6 Reaktor 1 (halten)
- 7 Reaktor 1 (kühlen)
- 8 Reaktor 1 (entspannen und leeren)

Reaktor 2 (total)

- 9 Reaktor 2 (heizen)
- 10 Reaktor 2 (halten)
- 11 Reaktor 2 (kühlen)
- 12 Reaktor 2 (entspannen und leeren)

13 Zwischengefäss (kontinuierlicher Betrieb)



PA6-Betrieb

M2, RLC-P-Anlage - N₂ Wärmerückgewinnung im Kreislauf der Trocknungskolonne. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

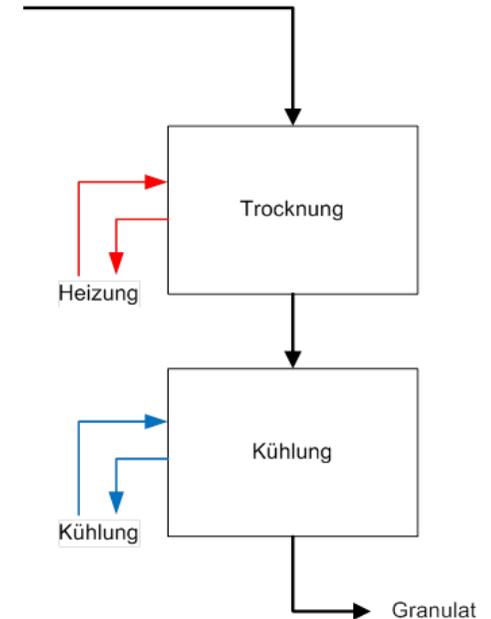
- Keine Wärmerückgewinnung im Bereich des Trockner.
- Die Erwärmung des Stickstoff (N₂) erfolgt via Dampferhitzer.

Massnahme

- Der N₂-Strom des Kühlsilo wird mittels Wärmetauscher dem Dampferhitzer vorgeschaltet.
- Der N₂-Strom vor dem Dampferhitzer wird auf ca. 101 °C vorgewärmt.
- Installation: 1 Wärmetauscher

Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Dampf 1.1 %
- Wasser < 1 %
- Payback < 4 a stat.



PA6-Betrieb

M3, RLC-P-Anlage - Gaskessel für Reaktorheizung (Energie-Substitutionsmassnahme). Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

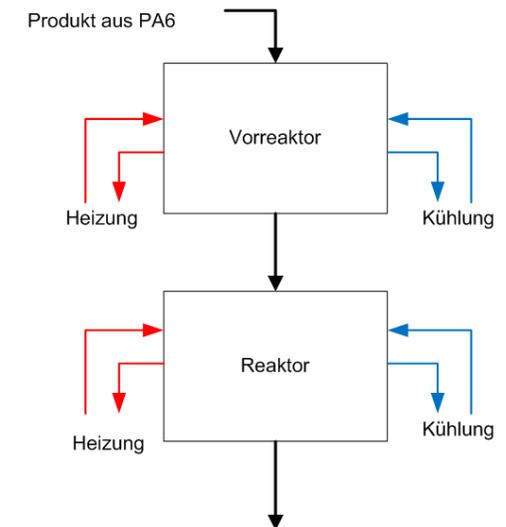
- Der Vorreaktor und die Reaktoren werden mittels Thermoöl-Kreislauf elektrisch beheizt.
- Das Thermoöl ist bis zu 300 °C heiss. Dampf als Heizmedium ist in diesem Fall nur bedingt geeignet (Temperaturniveau / Technik).
- Der Preis (CHF/MWh) für Erdgas zzgl. Aufwände für CO₂-Emissionen liegt unter den elektrischen Energiekosten.

Massnahme

- Das Thermoöl wird in Zukunft via Gasbrenner erhitzt. Den tieferen Betriebskosten stehen Aufwände für CO₂-Emissionen gegenüber.
- Die bestehende Elektroheizung bleibt als Reserve bestehen und könnte zusätzlich zur Bereitstellung von Regelenergie dienen.
- Voraussetzung ist ein nahegelegener Gasanschluss.

Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Betriebskosten 4.7 %
- Payback < 4 a stat.



PA6-Betrieb

M4, K7 - N₂ Wärmerückgewinnung im Bereich der Vortrockner. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

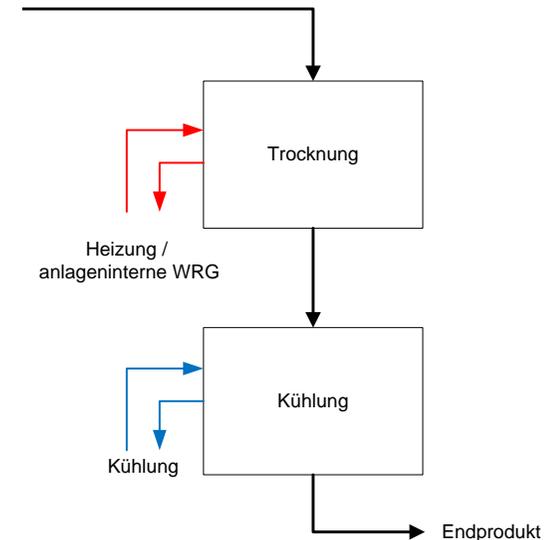
- Im Bereich des Vortrockner findet bereits eine Wärmerückgewinnung statt. Die Temperaturkaskade wird nicht optimal ausgenutzt.
- Es gibt keine technischen Probleme mit den Drehkolbengebläse, dies liegt neben dem Temperaturlevel auch am Parallelbetrieb.
- Stickstoff (N₂) aus dem Trockner geht bei hoher Temperatur direkt in den Wäscher.

Massnahme

- Es wird jeweils 1 Wärmetauscher nach den Gebläse (1 N₂-Kreislauf) platziert, um das verfügbare Abwärmepotenzial seitens der Trockner im N₂-Kreislauf des Vortrockner zu nutzen.
- Der N₂-Strom vor dem Dampferhitzer wird auf rund 131 °C vorgewärmt.
- Installation: 2 Wärmetauscher

Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Dampf 4.3 %
- Wasser 1.0 %
- Payback < 4 a stat.



PA6-Betrieb

M5a, K7 - N₂ Wärmerückgewinnung im Bereich des Trockner. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation (gilt analog für M5b)

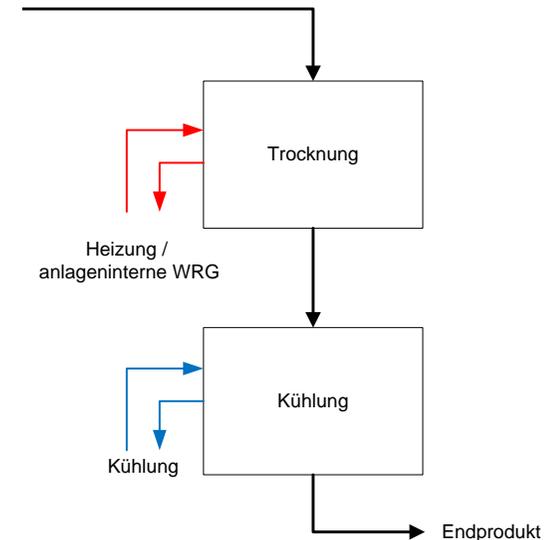
- Im Bereich der Trockner findet heute keine Wärmerückgewinnung statt.
- Stickstoff (N₂) aus den Trockner geht bei hoher Temperatur direkt in den Wäscher.

Massnahme (gilt analog für M5b)

- Ergänzend an Massnahme M5 wird 1 Wärmetauscher (WT) hinter dem Gebläse (2 separate N₂-Kreisläufe → Massnahme M5b) platziert, um das verfügbare Abwärmepotenzial weiter zu nutzen.
- Der N₂-Strom vor dem Dampferhitzer wird auf ≈ 113 °C vorgewärmt.
- Installation: 1 Wärmetauscher

Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Dampf 3.8 % gilt analog für Massnahme 5b
- Wasser 1.9 % gilt analog für Massnahme 5b
- Payback < 4 a stat.



PA6-Betrieb

M6, K7- Wärmerückgewinnung im Bereich der Extraktionskolonne. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

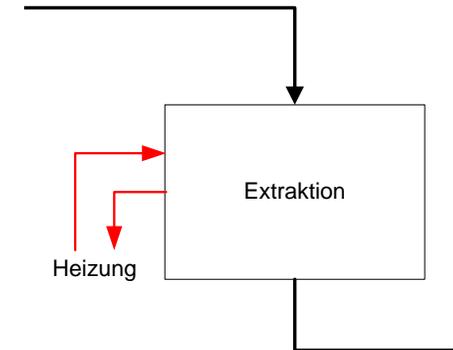
- Vom Transportwassertank kommendes Wasser wird über einen Dampferhitzer erwärmt und in die Extraktionskolonne geführt.
- Gleichzeitig wird von der Vorextraktion kommendes Extraktwasser entnommen und zum Sammeltank der Eindampfanlage (EDA) geführt.
- Im Sammeltank liegt die Temperaturanforderung bei rund 90 °C.

Massnahme

- Das «Extraktwasser zur EDA-Anlage» wird zur Vorwärmung des aufzuheizenden Transportwasser in die Extraktionskolonne genutzt.
- Installation: 1 Wärmetauscher

Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Dampf 3.3 %
- Payback < 4 a stat.



PA6-Betrieb

M7, K5 - N₂ Wärmerückgewinnung im Bereich des Vortrockner. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

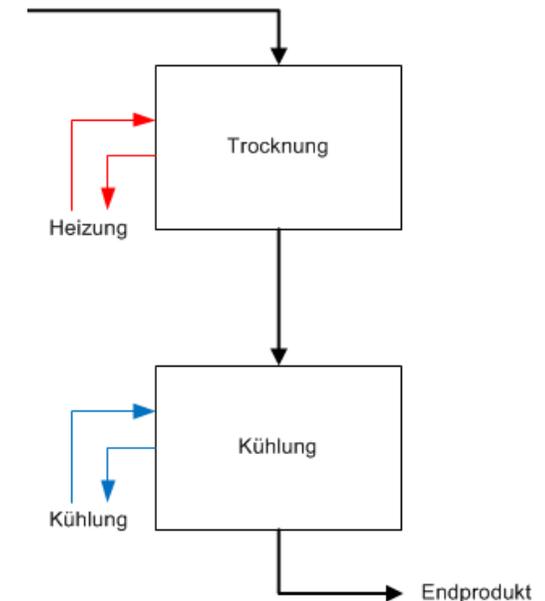
- Keine Wärmerückgewinnung im Bereich des Vortrockner. Die Erwärmung des Stickstoff (N₂) erfolgt via Dampferhitzer.
- N₂ aus dem Trockner geht bei hoher Temperatur direkt in den Wäscher.

Massnahme (gilt analog für M10, Vortrockner der K6)

- Kreislaufinterne Wärmerückgewinnung analog der Situation der K7.
- Ein zusätzlicher Wärmetauscher ist hinter dem Gebläse für eine Abwärmenutzung seitens des Trockner möglich, wegen geringer Leistung jedoch nicht empfohlen.
- Installation: 1 Wärmetauscher

Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Dampf < 1 % gilt analog für Massnahme 10
- Wasser < 1 % gilt analog für Massnahme 10
- Payback > 4 a stat.



PA6-Betrieb

M8, K5 - N₂ Wärmerückgewinnung im Bereich des Trockner. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

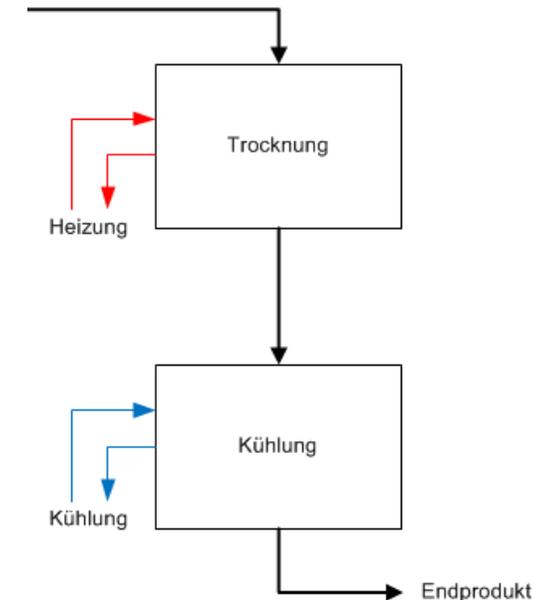
- Keine Wärmerückgewinnung im Bereich Trockner. Die Erwärmung des Stickstoff (N₂) erfolgt via Dampferhitzer.
- N₂ aus dem Trockner geht bei hoher Temperatur direkt in den Wäscher.

Massnahme (gilt analog für M11, Trockner der K6)

- Kreislaufinterne Wärmerückgewinnung (WRG) analog der K7.
- Erst nach der WRG wird der N₂-Strom in den Wäscher geführt.
- Der N₂-Strom wird vor dem Dampferhitzer auf ≈ 102 °C vorgewärmt.
- Installation: 1 Wärmetauscher

Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Dampf < 1 % gilt analog für Massnahme 11
- Wasser < 1 % gilt analog für Massnahme 11
- Payback > 4 a stat.

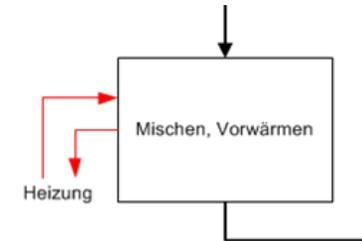


PA6-Betrieb

M9, K5 und K6 - Wärmerückgewinnung für Mantelheizung von Mischer und Zwischengefäss. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

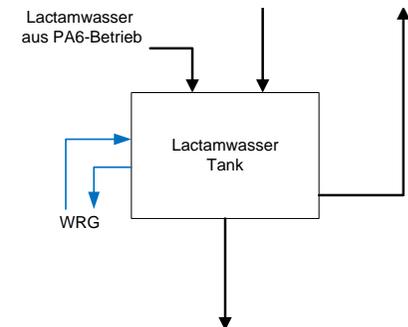
Ist-Situation

- Der Sammel tank wird u.a. durch die Eindampfanlage mit heissem Lactamwasser (LCW) befüllt.
- Im Sammel tank wird bereits eine Wärmerückgewinnung (WRG) für den Mischer / Zwischengefäss der K7 umgesetzt.
- Die Temperaturanforderung im Sammel tank liegt bei rund 90 °C.



Massnahme

- Das LCW in den Sammel tank von der Voreindampfanlage wird (analog zur K7) zur Vorwärmung des Heizwasser für Mischer und Zwischengefäss der K5 und K6 genutzt.
- K5 und K6 teilen sich 1 Wärmetauscher, im Rücklauf werden die Ströme gesplittet, im Vorlauf zusammengeführt.
- Installation: 1 Wärmetauscher



Einsparungen (PA6-Betrieb)

- Dampf < 1 %
- Wasser < 1 %
- Payback > 4 a stat.

Faserbetrieb

M12, Reduktion Volumenstrom Zuluft in die Fixierer ESPE 1 bis 3. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt. (1/2)

Ist-Situation

- Im Fixierer werden die gekräuselten Fasern mittels Umluft (erzwungene Konvektion) erhitzt.
- Die Zuluft in den Fixierer (je 5'700 Nm³/h) ist Hallenluft deren Erwärmung in den Heizzonen mittels Dampferhitzer erfolgt. Der Anteil am gesamten Dampfverbrauch hierfür beträgt rund 75 %.

Massnahme

- Die Zu- / Abluft aller 3 Fixierer wird als Funktion der Produktionsmenge (kg/h) variabel gefahren. Szenario gemäss Produktion 2013: ESPE 1 ≈ 4'700 Nm³/h (- 17 %), ESPE 2 ≈ 5'300 Nm³/h (- 7 %), ESPE 3 ≈ 5'400 Nm³/h (- 4 %)
- Dabei ist sicherzustellen, dass...
 - die Produktqualität nicht beeinträchtigt (Laborkontrolle) und die Raumlufte nicht stärker mit Abgasen belastet wird
 - nicht mehr Monomere und Oligomere im Trockner kondensieren und auf das Band tropfen (visuelle Kontrolle)

Einsparungen (Faserbetrieb)

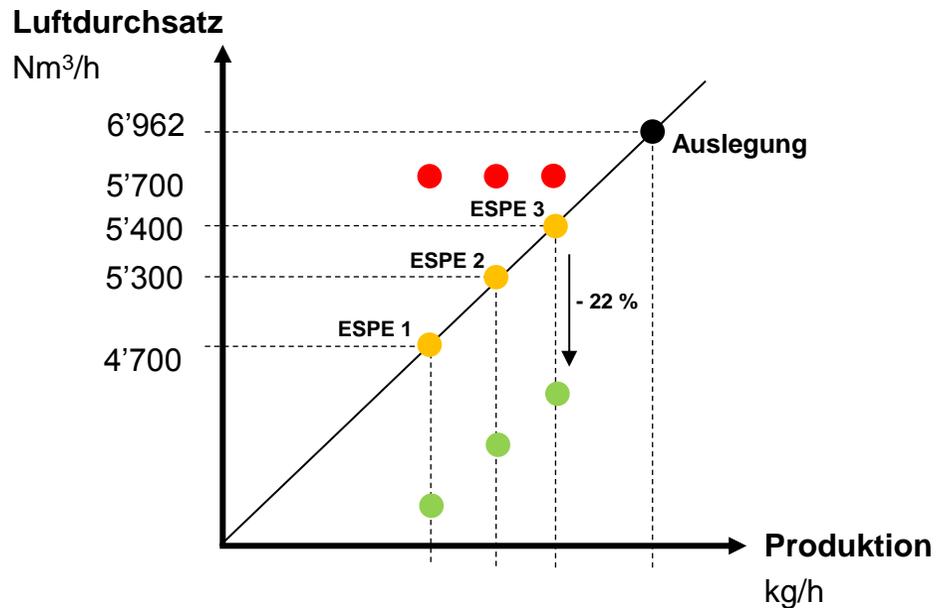
- Dampf 5.3 %
- Payback < 4 a stat.

Faserbetrieb

M12, Reduktion Volumenstrom Zuluft in die Fixierer ESPE 1 bis 3. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt. (2/2)

Skizze

- Variable Zu- / Abluft der Fixierer als Funktion der Produktionsmenge (kg/h)



- Auslegung
- Ist-Situation
- Zukünftiger Betrieb
(Einsparpotenzial ≈ 5.3 %)
- Szenario: Ausreizen der «performance margin» von 22 % betreffend Luft-Durchsatz.
(Einsparpotenzial dann rund 17 %)

Faserbetrieb

M13, Thermische Abgasreinigung mit integrierter Wärmerückgewinnung. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt. (1/2)

Ist-Situation

- Durch Falschlufft wird die heisse Abluft aus dem Fixierer im Luftkanal abgekühlt.
- Diese Abluft aus den 3 Fixierer (je 5'700 Nm³/h, VOC-belastet) wird heute in einem Gaswäscher gereinigt.
- Heute findet keine Vorwärmung der Zuluft in den Fixierer statt.

Massnahme

- (1) Elimination der Falschluffteinflüsse (= Abkühlung) auf die heisse Fixierer-Abluft im Bereich der Abluftschächte (→ Gleichdrucksystem).
- (2) Der Abluftstrom aus den Fixierer wird in Zukunft mittels «thermischer Abluftreinigung» (TAR) in einer Oxidator-Anlage verbrannt resp. gereinigt.
- (3) Gaswäsche entfällt.

■ Vorteile

- Direkte Nutzung des hohen Temperaturniveau der Abluft aus dem Fixierer in die Oxidator-Anlage.
- Interner Wirkungsgrad der Oxidator-Anlage liegt bei rund 96 %. Zusätzliche Nutzung der Verbrennungsenthalpie der mit VOC's beladenen Abluft. Es ist ein sehr tiefer Erdgaseinsatz zu erwarten.

Kernnutzen

- Umfassende Vorwärmung der Zuluft in den Fixierer durch Abwärme aus der TAR (siehe Skizze nächste Seite)

Einsparungen (Faserbetrieb)

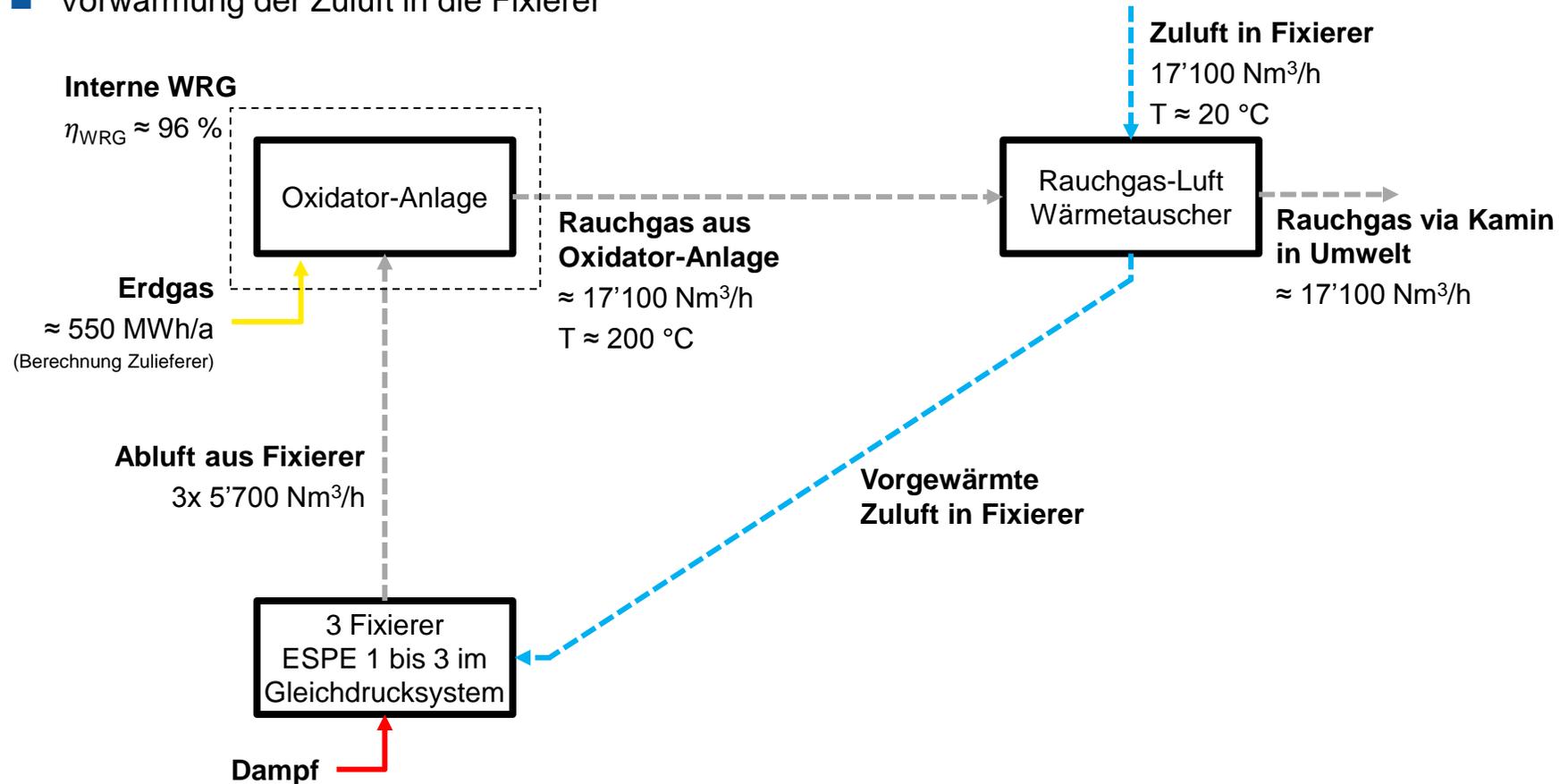
- Dampf 43 %
- Payback < 4 a stat.

Faserbetrieb

M13, Thermische Abgasreinigung mit integrierter Wärmerückgewinnung. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt. (2/2)

Skizze der zukünftigen Situation

- Vorwärmung der Zuluft in die Fixierer



Faserbetrieb

M14, Neuanschaffung Trockner nach Stand der Technik. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

- Der Betrieb der heutigen Fixierer ist sehr energieintensiv.
- Verantwortlich ist hierfür insbesondere der hohe Luftdurchsatz (rund 5'700 Nm³/h) je Fixierer (→ verantwortlich für rund 75 % der Dampfkosten).
- Die heute betriebenen Fixierer sind seit 1998 im Einsatz.

Massnahme

- Analyse der Energieeffizienz von Anlagen nach Stand der Technik.
- Ein neuer Trockner weist folgende Betriebsparameter (Grobengineering) auf...
 - **400 Nm³/h** Luftdurchsatz (= Zu- resp. Abluft) → entspricht 1/14 oder 7 % der Ist-Situation im Faserbetrieb.

Einsparungen (Faserbetrieb)

- Dampf 56 %
- Payback > 4 a stat.

Faserbetrieb

M15, Reduktion Betriebskosten der Lüftungsanlagen K4 und K5

Ist-Situation

- Heute sind im Faserbetrieb die Lüftungsanlagen K4 und K5 durchgehend (24 h/d) in Betrieb.
- Betriebsdatenblätter zu den Anlagen sind verfügbar, gesicherte Informationen (→ elektronische Daten) zum tatsächlichen Betrieb der Anlagen in der Ist-Situation liegen nicht vor (überwiegend manuelle Einstellungen)
- Wasser wird eher zur Reinigung der Luft eingedüst, als zu bewussten Luftbefeuchtung. Die Temperatur der Zuluft sollte für die Produktion tendenziell eher tief sein (als zu hoch).

Annahmen zum Betrieb der K4 und K5 sowie zur Abschätzung der Massnahmenwirkung

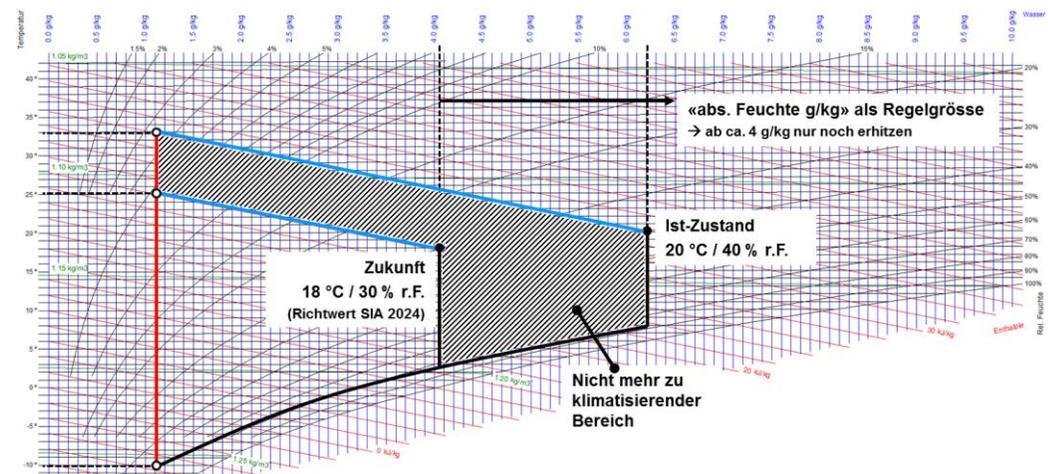
- Zuluft wird heute auf 20 °C und 40 % r.F. konditioniert, die Heizgrenze liegt bei rund 14 °C
- 2 mal 13'750 Nm³/h Zuluft werden über den Erhitzer geführt, der Anteil Mischluft beträgt rund 75 %
- Temperaturerhöhung der Zuluft durch Ventilatorabwärme zu rund 3 K angenommen (konservative Schätzung)

Massnahme (Betriebsoptimierung)

- Anpassung des Ist-Zustand gemäss SIA 2024 für Produktionsräume (Wintermonate, Zielzustand)
 - Zuluft 18 °C und rel. Luftfeuchtigkeit 30 %

Einsparpotenzial

Dampf ≈ 1...2 % vom Gesamtdampfverbrauch



Faserbetrieb

M16, Reduktion Betriebskosten der Lüftungsanlage K6

Ist-Situation

- Heute ist im Faserbetrieb die Lüftungsanlage K6 durchgehend (24 h/d) in Betrieb.
- Betriebsdatenblätter zu der Anlage sind verfügbar, gesicherte Informationen (→ elektronische Daten) zum tatsächlichen Betrieb der Anlagen in der Ist-Situation liegen nicht vor (überwiegend manuelle Einstellungen, teilweise «nach Gefühl»)
- Wasser wird eher zur Reinigung der Luft eingedüst, als zu bewussten Luftbefeuchtung. Die Temperatur der Zuluft sollte tendenziell eher tief sein (als zu hoch).

Annahmen zum Betrieb der K6 sowie zur Abschätzung der Massnahmenwirkung

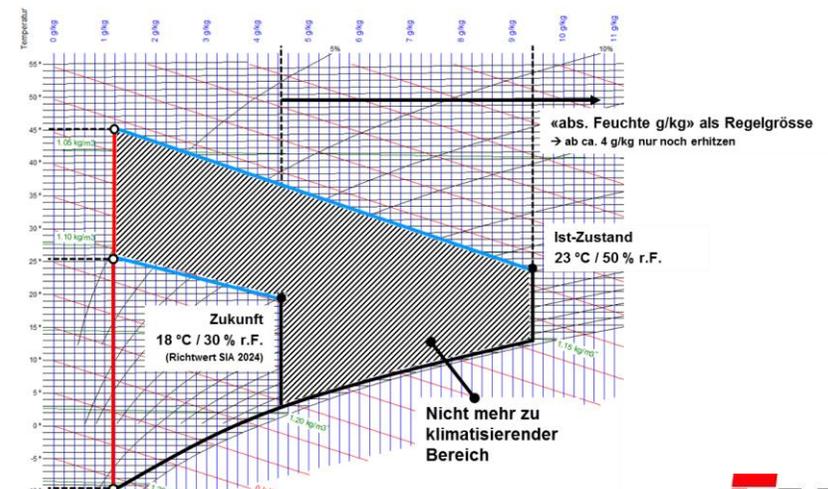
- Zuluft wird heute auf 20 °C und 50 % r.F. konditioniert, die Heizgrenze liegt bei rund 14 °C
- 82'000 Nm³/h Zuluft werden über Erhitzer geführt, der Anteil Mischluft beträgt rund 53 %
- Temperaturerhöhung der Zuluft durch Ventilatorabwärme zu rund 3 K angenommen (konservative Schätzung)

Massnahme (Betriebsoptimierung)

- Anpassung des Ist-Zustand gemäss SIA 2024 für Produktionsräume (Wintermonate, Zielzustand)
 - Zuluft 18 °C und rel. Luftfeuchtigkeit 30 %

Einsparpotenzial

Dampf $\approx 2...5\%$ vom Gesamtdampfverbrauch



Faserbetrieb

Reduktion Betriebskosten der Lüftungsanlage - Hinweise

Hinweise zum Betrieb der Lüftungsanlagen und zum ausgewiesenen Einsparpotenzial

- Der tatsächliche Ist-Betrieb der Lüftungsanlagen ist unsicher, da insbesondere die folgenden Parameter
 - Temperatur
 - Rel. Feuchtigkeit
 - Anteil der Zirkulation (= Mischluft)
 - effektiv zu konditionierender Luftvolumenstrom
 - Ventilatorabwärmenicht verlässlich bekannt sind. Einstellungen erfolgen manuell in Abhängigkeit der aktuellen Witterung, Anpassungen ca. 1 mal pro Monat.

- Der Energieverbrauch (Dampf) in der Ist-Situation wie auch das abgeschätzte Einsparpotenzial der Betriebsoptimierungen sind nicht eindeutig bestimmbar.

- **Anhand der verfügbaren Daten kann jedoch gesagt werden, dass aus energetischer Sicht die Betriebsoptimierung der K6-Lüftungsanlage gegenüber der K4 und K5 im Vordergrund stehen sollte.**

Faserbetrieb

M17, Optimierung Druckluft. Aus Gründen der Vertraulichkeit sind nur allgemeine Informationen (keine Details) und relative Einsparungen dargestellt.

Ist-Situation

- Betrieb von 3 wassergekühlten Druckluftkompressoren in unterschiedlichen Druckbereichen (8.2...9.7 bar)
- 2 Kompressoren sind selten in Betrieb, der dritte Kompressor ist praktisch im Dauerbetrieb.
- Der altersbedingte Ersatz des Schraubenelement des dritten Kompressor steht bevor.

Massnahme

- Austausch des dritten Kompressor und Installation eines energieeffizienteren Modells
 - Einsparung abgeschätzt $\approx 1\%$ elektrisch (Frequenzsteuerung, stat. Payback ≈ 6.7 a)
 - $\approx 3\%$ thermisch (Warmwassererzeugung bis 85 °C, **als Option**)

Zwischenfazit Aus Sicht der Energieoptimierung hohe Kosten, geringes abs. Potenzial, hoher Payback. Eine Reduktion des erzeugten Druckniveau ist aus Prozessgründen nicht möglich.

Weitere (nächste) Schritte für EMS

- Überprüfen der Möglichkeit, Abwärme seitens des neuen Kompressor in das Gebäudeheiznetz einzuspeisen
 - Distanz zum nächsten Einspeisepunkt
 - Kosten für Installationen / Rohrleitungen sowie Wärmetauscher definieren
 - Zusatzkosten für Warmwassererzeugung durch Atlas Copco

Schlussfolgerung

- Die EMS Chemie AG zeigt im untersuchten PA6- und Faserbetrieb (Unternehmensbereich EMS Griltech) diverse Energieoptimierungspotenziale auf. Dies sind einerseits Wärmerückgewinnungs-Potenziale, welche unmittelbar aus der Pinch-Analyse hervorgehen, zudem sind im Faserbetrieb im Bereich der Fixierung umfangreiche Dampfeinsparungen durch ein neues Konzept der Abluftbehandlung sichtbar (Massnahme 13). Die Pinch-Analyse «Infrastruktur» stellt die Eigenstromerzeugung durch Dampfentspannung in Aussicht.
- Der Unternehmensbereich EMS Griltech (Standort Domat/Ems) besteht aus mehreren Betrieben (PA6-Betrieb, Faserbetrieb, weitere), ist mehrere Hundert Meter lang und weist diverse Verkehrswege sowie ein Schienennetz auf. Der betriebsübergreifende Austausch von Abwärme zwischen PA6- und Faserbetrieb wird aus Sicht der Pinch-Analyse nicht gesehen (keine kompatiblen Wärmequellen und -senken, tiefe Leistungen und hohe Distanzen).
- Die Pinch-Analyse hat dennoch sehr umfassende Potenziale zur Wärmerückgewinnung aufgezeigt. Im PA6-Betrieb konnte praktisch das gesamte, von der Pinch-Analyse aufgezeigt Wärmerückgewinnungspotenzial durch entsprechende Massnahmen erschlossen werden. Apparative Einschränkungen (z.B. zulässige Temperaturniveau der Gebläse im Bereich der Trockner) oder nicht änderbare Prozesstemperaturen (z.B. Wasserbad nach Polymerisation oder Fallschacht im Faserbetrieb) wirken sich limitierend auf weitere Wärmerückgewinnungen aus.
- Aufgrund tiefer Leistungen einzelner Ströme ist im Prozess der PA6-Granulatherstellung die wirtschaftliche Umsetzung von Massnahmen oftmals schwer. Dies gilt insbesondere für die Produktionslinien K5 und K6.
- Die im zur Umsetzung empfohlenen Massnahmen (teils an der Wirtschaftlichkeitsgrenze) weisen ein Potenzial von rund 14 % auf (zzgl. der Massnahme 3 zur Substitution von Elektrizität durch Erdgas und Reduktion der Betriebskosten im PA6-Betrieb um weitere 4.7 %).

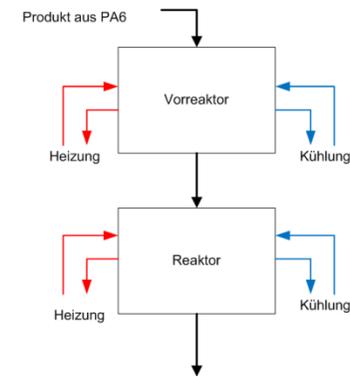
Nächste Schritte und Empfehlung zur Umsetzung für EMS (1/2)

PA6-Betrieb

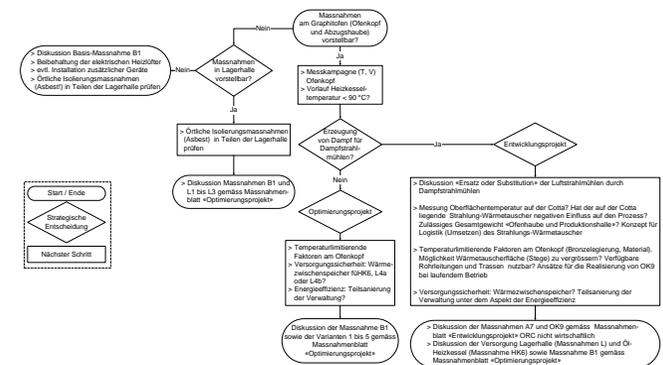
Wir empfehlen die Umsetzung der Massnahmen nach folgendem Ablauf

- Die Massnahmen 4, 5a, 5b und 6 (Wärmerückgewinnung) werden zur raschen Umsetzung empfohlen.
- Im Bereich der RLC-P Anlage wird empfohlen, die Massnahmen 1 und 2 (Wärmerückgewinnung im Thermoölkreislauf der Reaktoren und im Bereich der Trocknungskolonne) ebenfalls zeitnah umzusetzen.
- Massnahme 3 (Gaskessel für Reaktorheizung als Energie-Substitutionsmassnahme) sollte zur Reduktion der Betriebskosten ebenfalls umgesetzt werden (keine Verwendung von «hochwertiger» Elektrizität für Heizzwecke).
- Die Massnahmen 7, 8, 9, 10 und 11 (Wärmerückgewinnungen) stellen interessante Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs dar, sind jedoch langfristig ausgerichtet.

Umzusetzende Massnahmen definieren



Ablaufplan erstellen



Nächste Schritte und Empfehlung zur Umsetzung für EMS (2/2)

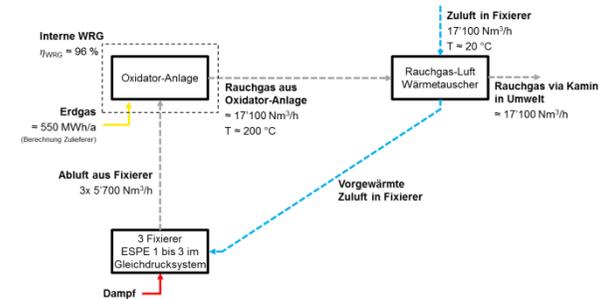
Faserbetrieb

Wir empfehlen die Umsetzung der Massnahmen nach folgendem Ablauf

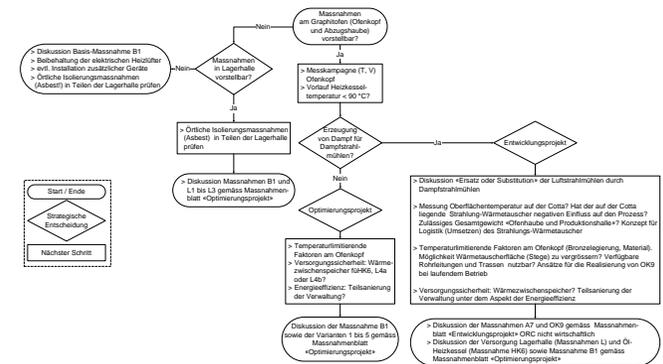
- Es wird empfohlen, die Massnahme 13 (Thermische Abgasreinigung mit integrierter Wärmerückgewinnung) weiterzuverfolgen und die Umsetzung auszulösen.
- Die Massnahme 12 (Reduktion Volumenstrom Zuluft in die Fixierer mittels FU) sollte als Betriebsoptimierung mit tiefem Payback dann möglichst rasch umgesetzt werden, wenn Massnahme 13 nicht weiterverfolgt wird.
- Zum Betrieb der Klimaanlage K6 (versorgt Faserbetrieb) wird als Betriebsoptimierung empfohlen, im kommenden Winter Temperatur und rel. Luftfeuchte der Zuluft soweit möglich nach den Richtwerten der SIA 2024 zu fahren.
- Es wird empfohlen, im Zuge des altersbedingten Austausch des Schraubenelements des dritten Druckluftkompressor zu prüfen, ob die Mehrkosten für einen neuen energieeffizienten Kompressor vertretbar sind (stat. Payback > 6 Jahre).

Weiterhin wird empfohlen, eine zusätzliche Wasserkühlung zur Erzeugung von bis zu 85 °C warmen Wasser zu prüfen, sofern geeignete Wärmeabnehmer (Gebäudeheizung / Brauchwarmwasser) in der Nähe der Kompressoren verfügbar sind.

Umzusetzende Massnahmen definieren



Ablaufplan erstellen



helbling

Ihre Ansprechpartner:



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



Rainer Schödel
Projektleiter Energie / Nachhaltigkeit
rainer.schoedel@helbling.ch
Fon +41 44 438 18 27

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