



Gesamtenergieanalyse mit der Pinch-Methode Schlussbericht - Version BFE

Projekt Nr. 313 235 000

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

erstellt für

Stahl Gerlafingen AG
Herr M. von Ah
Leiter Technik
Bahnhofstrasse 2-3

CH-4563 Gerlafingen

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:
Projektleitung:

Raymond Morand
Rainer Schödel

Zürich, 9. Dezember 2014

helbling

Management Summary

- Das Unternehmen Stahl Gerlafingen ist der führende Schweizer Anbieter von Bewehrungsprodukten und erzeugte im Jahr 2013 etwa 620'000 Tonnen Bewehrungs- und Profilstahl.
- Dabei werden ca. 350 GWh_{el}/a elektrische, sowie 350 GWh_{th}/a thermische Energie verbraucht. Der Lichtbogen-ofen inkl. Abgasnachbehandlung im Stahlwerk und der Stossofen im Walzwerk sind die grössten Verbraucher.
- Die Pinch-Analyse wurde im Stahl- und Walzwerk durchgeführt. Gesamthaft konnten zahlreiche Einsparpotenziale im Bereich der Wärmerückgewinnung und der Betriebsoptimierung definiert werden. Technische und prozessbedingte Herausforderungen sowie apparative Einschränkungen limitieren die vollständige Umsetzung in der Praxis.
- Mit den in dieser Studie zur Umsetzung vorgeschlagenen Massnahmen (gestaffelt in mehreren Prioritäten) lassen sich insgesamt rund 7 GWh_{el}/a und 55 GWh_{th}/a einsparen. Dies entspricht etwa 9 % des gesamten Energieverbrauchs im Jahr 2013 am Standort. Die CO₂-Emissionen sinken um ca. 11'000 t/a.
- Im einzelnen zeigen die Massnahmen (MN) 1 «Bodenspülung im Lichtbogenofen» und MN 30a «Betrieboptimierung der Werksheizung» rasch umsetzbare und umfangreiche Einsparpotenziale. MN 7 «Reduktion des Kühlwasser-Massenstrom bei Standby- und Power-Off-Zeiten im Schacht», MN 47 «Isotunnel am Ausgang des Stossofen» sowie MN 2 «Mehr Sauerstoff in Lichtbogenofen» bieten ebenfalls umfassende Einsparpotenziale.
- MN 40 «Ofenverlängerung des Stossofen inkl. Optimierung des Rekuperator (REKU)» führt zusammen mit MN 42 «Rollgang für Heisseinsatz im Stossofen» zu einer spürbaren Reduktion der heutigen Erdgasfeuerung des Stossofen. Überschüssige Abwärme (Rauchgas Stossofen) ist zur Dampf- und Eigenstromerzeugung nutzbar (MN 30b).
- Wir empfehlen die vorgeschlagenen Massnahmen der Priorität 1 (3.1 GWh_{el}/a und 6.9 GWh_{th}/a, Payback 2.9 a) und 2 (3.4 GWh_{el}/a und 48.1 GWh_{th}/a, Payback 5.9 a) etappenweise umzusetzen. Die Massnahmen mit Priorität 3 sind langfristig ausgerichtet.
- Die Massnahmenliste umfasst total 28 Massnahmen und ist im Hinblick auf die KEV-Zielvereinbarung nutzbar.

Inhaltsverzeichnis

1. Projektplan und Analyse der Ist-Situation	4
1.1 Ausgangslage, Zielsetzungen sowie Projektplan für die Gesamtenergieanalyse	4
1.2 Kalkulatorische Basis und Datengrundlage	7
1.3 Verfahrenstechnische Prozessanalyse der relevanten Energieverbraucher	10
1.4 Energie- und Massenbilanzen, Sankey-Diagramme Energie	21
1.5 Ergebnis Ist-Analyse	25
2. Systematische Prozessanalyse mit der Pinch-Methode	26
2.1 Stahlwerk	26
2.2 Walzwerk	28
3. Massnahmen	30
4. Schlussfolgerung	37
5. Empfehlung / Weiteres Vorgehen	38
Anhang 1, Vollständige Massnahmenliste	41
Anhang 2, Massnahmenblätter	42

Ausgangslage

- Das Unternehmen Stahl Gerlafingen ist der führende Schweizer Anbieter von Bewehrungsprodukten und erzeugt jährlich etwa 620'000 Tonnen Bewehrungs- und Profilstahl. Der Herstellprozess ist äusserst energieintensiv, im Jahr 2013 betrug der Energieverbrauch 348 GWh_{el} und 353 GWh_{th} (Erdgas). In geringerem Umfang wird Strom selbst erzeugt, und im Herstellprozess Steinkohle eingesetzt. Der Strom-Baseload beträgt rund 40 MW.
- Der Einsatz von Schrott liegt bei rund 670'000 Tonnen pro Jahr. Der Schrott weist gewisse Restbestände an Kunststoffen auf, was eine Abgasnachbehandlung unter hohen Temperaturen erfordert. Diese werden heute durch die Verbrennung von Erdgas erzeugt.
- Das Thema der Energie- und Umwelteffizienz gewinnt in den Produktionsbetrieben immer mehr an Wichtigkeit. Steigende Kosten u.a. bedingt durch staatliche Energieabgaben und verschärfte gesetzliche Energie- und Umwelt Vorgaben sind Gründe hierfür.
- Um sich für die kommenden Jahre optimal aufzustellen, möchte Stahl Gerlafingen als energieintensives Grossunternehmen seine Energie- und Produktionskosten senken und den Nutzen der Implementierung eines Energiemanagementsystems (EnMS) prüfen. Stahl Gerlafingen ist bereits nach ISO 9001 und ISO 14001 zertifiziert und kann auf bestehende Strukturen und Synergien zurückgreifen.

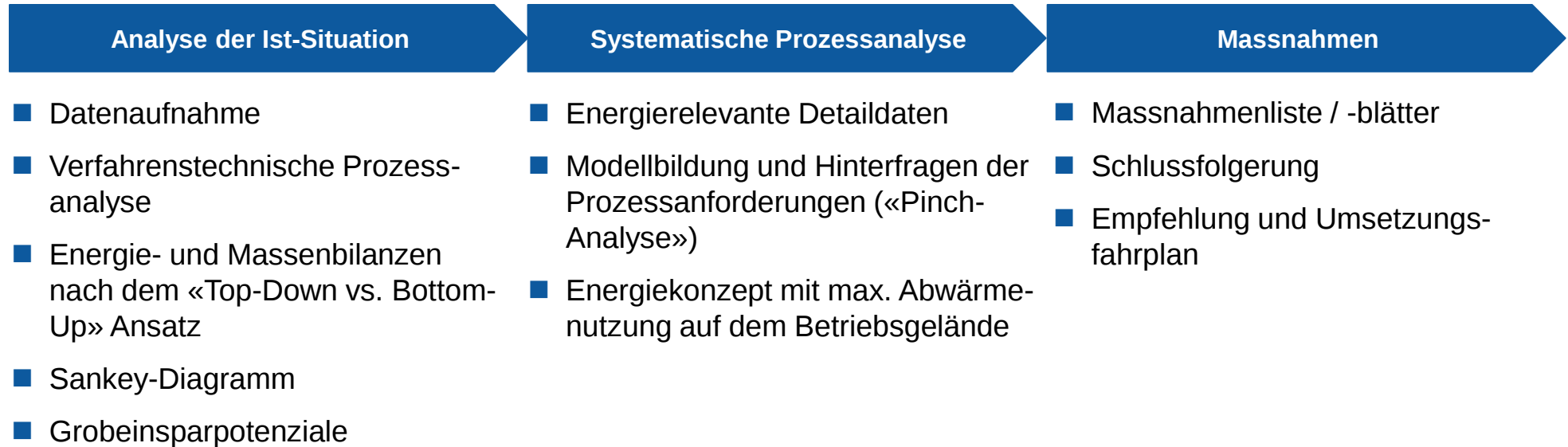
Zielsetzungen

Mit der Studie werden die folgenden Kernzielsetzungen verfolgt:

- Aufzeigen von relevanten Energieeinsparpotenzialen in den wichtigsten Prozessen (Strom, Erdgas und Steinkohle) unter Einsatz der systematischen Pinch-Methodik inkl. verfahrenstechnischer Prozessoptimierung
- Erarbeitung konkreter Energiemassnahmen zur Erschliessung der Potenziale (z.B. Dampf- oder Heisswasserproduktion) 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 und Weiterverwendung auf dem Firmengelände
- Befreiung und Rückerstattung von den ¹⁾ KEV-Netzzuschlägen (0.60 Rp./kWh_{el} ab 01/2014, resp. 1.1 Rp./kWh ab 01/2015)

1) inkl. 0.1 Rp./kWh für Gewässerschutzmassnahmen, welche ebenfalls rückerstattet werden

Projektplan



Kosten Energie und Wasser, Zins und Teuerung, Allgemeine Parameter (1/2)

■ Kosten der Energie, CO₂ und Hilfsmedien (Jahr 2014)

Elektrizität	83 CHF / MWh	Arbeits- und Leistungspreis kombiniert zzgl. KEV-Abgabe 5 CHF/MWh
Erdgas	36 CHF / MWh _{Hu}	
CO ₂ -Abgabe	7 CHF / tCO ₂	Kalkulatorischer Preis
Grobkohle	220 CHF / t	
Feinkohle	325 CHF / t	
Kalk (CaO)	135 CHF / t	
Sauerstoff	86 CHF / 1'000 Nm ³	
Elektroden LBO	3'900 CHF / t	Mittelwert
Elektroden PFO	2'500 CHF / t	
Wasser	0.2 CHF / m ³	
Aktivkoks	370 CHF / t	
Zink	58 CHF / t	Filterstaub

Kosten Energie und Wasser, Zins und Teuerung, Allgemeine Parameter (2/2)

■ Kapitalzins und Teuerung (Basis Jahr 2013)

Kapitalzins / WACC	8.0 % p.a.
Teuerung Elektrizität	1.0 % p.a.
Teuerung fossile Energie	0.5 % p.a.
Teuerung Hilfsmedien	1.0 % p.a.

■ Allgemein Parameter (Basis Jahr 2013)

Laufzeit der Anlagen		
- Grössere Anlagen	15 Jahre	
- Komponenten mit hohem Verschleiss	8 Jahre	
- Fahrzeuge	6 Jahre	
Investitionskriterium	2 Jahre	Payback und Investitionskriterium

■ Energie- und wärmerelevante Volllast-Betriebsstunden der Anlagen (Basis Jahr 2013)

- Lichtbogenofen	6'200 h/a	620'000 t/a Abstich, 80 t/Charge Abstich, 48 min./Charge inkl. Störung
- Stossofen	7'700 h/a	
- Hubherdofen (Produktion)	3'000 h/a	Entwicklung der Produktionsstunden unsicher
Hubherdofen (Stand-By)	3'500 h/a	
Hubherdofen (Stillstand)	2'000 h/a	

Datengrundlage

■ Verwendete Unterlagen

Frage- und Antwortliste (Excel-Tabellenblatt «Fragen Stahl Gerlafingen») → Datenaustausch in den Dokumenten P001 bis P050

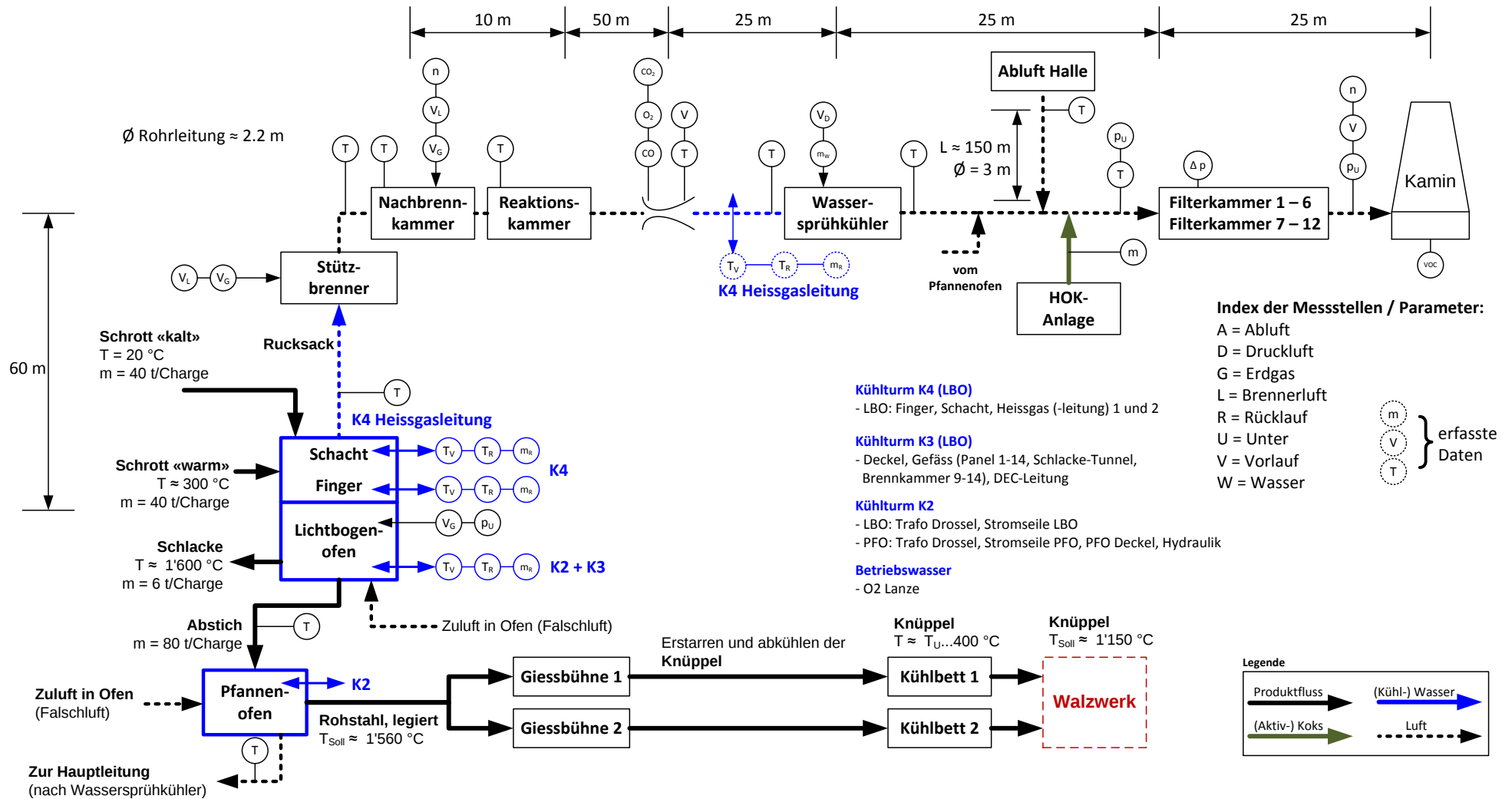
ScreenShots Leitsystem

Diverse Informationen aus Arbeitssitzungen, Email, Telefonate

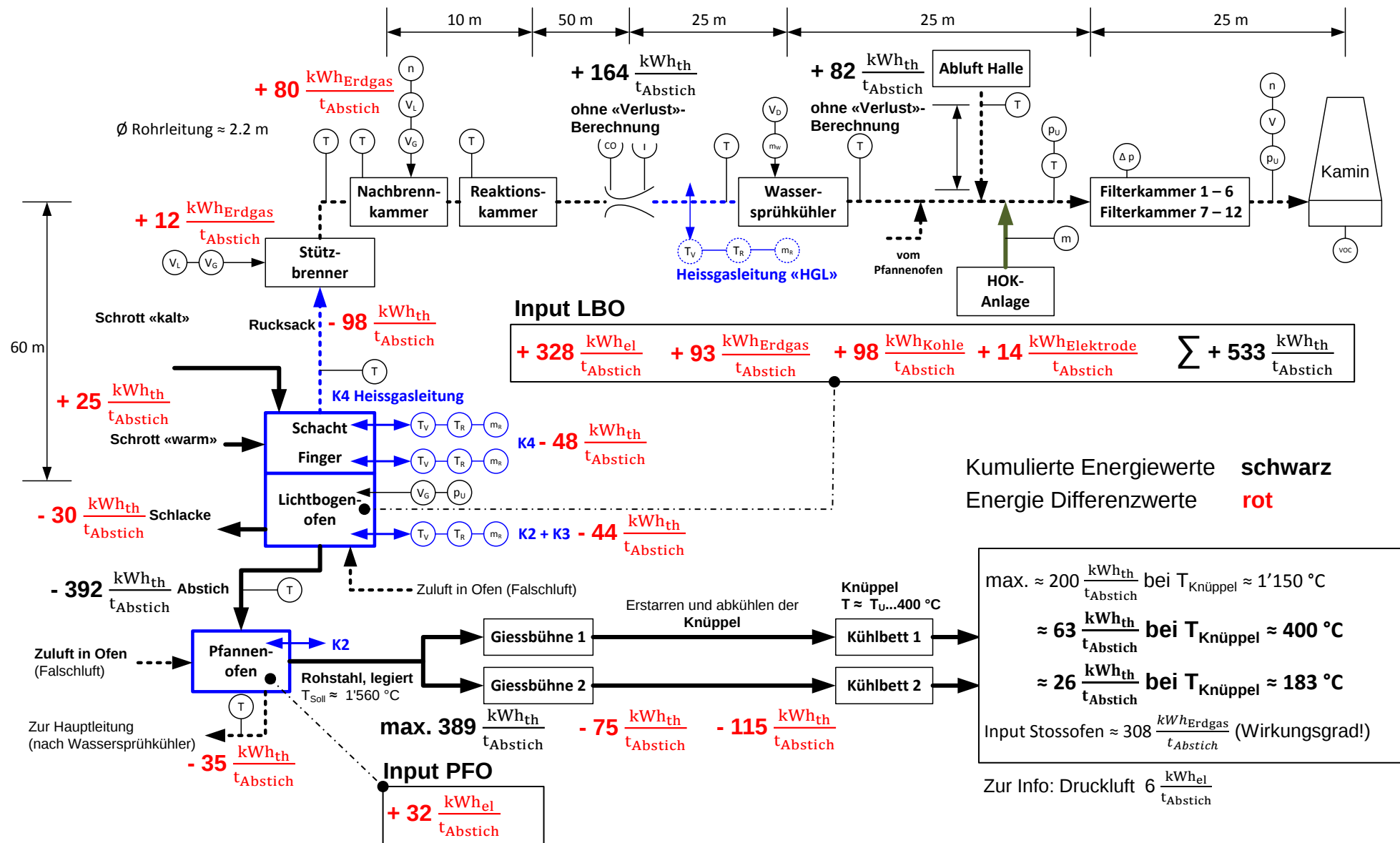
■ Übersicht und Auszug wichtiger Produktions- und Eckdaten (Basis Jahr 2013)

Schrott	670'000 t / a	Jahr 2013, relevante Input-Menge für Projekt
Vorgewärmter Schrott	50 %	2 Chargierkörbe. «2. Korb» wird im Schacht auf rund 300 °C vorgewärmt
c _p -Wert Schrott	0.68 kJ / kgK	Berechneter Mittelwert aus 0.48 kJ / kgK bei 20 °C und 0.82 kJ / kg bei 1'600 °C
Schmelzenergie Schrott	0.27 MJ / kg	Tabellenwert «steeluniversity.org», Erhitzen von 25 °C auf 1'600 °C inkl. Auflösen
Schlacke	1.31 kJ / kgK	Bei Temperatur von 1'600 °C im Lichtbogenofen
Kalk	25'000 t / a	Entsprechend rund 2.6 t / Charge
Chargen	30 1/d	Musterfall, ohne Störung und Unterbrechung. Variiert in Praxis.
	7'700 1/a	Aktuelle Marktlage beachten, Abweichungen möglich
Dauer Charge	48 min	«Tap-to-Tap»-Zeit, Musterfall, inkl. Störung und Unterbrechung
Knüppel	620'000 t / a	Produktionsmenge Jahr 2013, relevante Produktionsmenge für Projekt
Giessgeschwindigkeit	2.1 m/min	Musterknüppel: 13.5 m Länge, 2.28 t Gewicht
Ø-Ausbringungen	92 %	
Schlacke	72'000 t / a	Differenz Schrott/Knüppel zzgl. Legierungen und Zusatzstoffe

Stahlwerk (1/3)



Stahlwerk (2/3)



Stahlwerk (3/3)

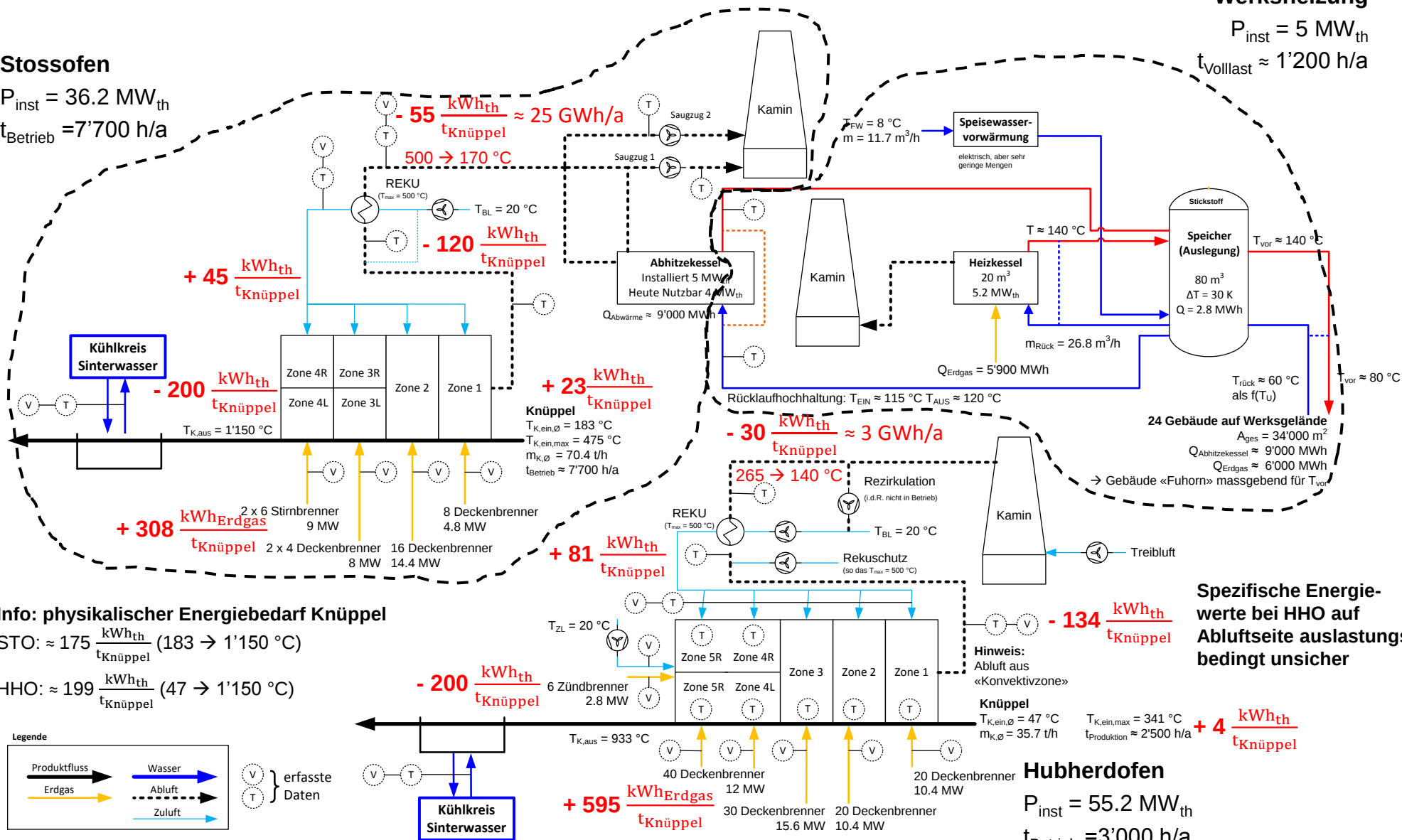
■ Kommentare zur Auswertung des Stahlwerks

- Der Nutzen der Vorwärmung des Schrotts (1 Korb, 40 t/Charge, $T_{\text{LBO, in}} = 300\text{ °C}$) beträgt heute ca. $25\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$. Bezogen auf den gesamten energetischen Input in den Lichtbogenofen ($533+25\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$) entspricht dies rund 5 %.
- Über den Schacht entweichen aus dem Lichtbogenofen in Form von heissem Abgas/Abluft rund $98\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$ (Temperaturmessstelle: Rucksack → nach Schrottvorwärmung). Massnahmen, welche eine bessere resp. höhere Schrottvorwärmung verfolgen bieten grosses thermodynamisches Potenzial. Wird der Schrott auf eine höhere Temperatur vorgewärmt, kann dies einen Erdgas-Mehrverbrauch durch den Stützbrenner und die Nachbrennkammer zur Folge haben.
- Der Abschnitt zwischen Reaktionskammer und Wassersprühkühler bietet sich aufgrund der hohen Abgastemperaturen für Wärmerückgewinnungsmassnahmen (technisch komplex) gut an ($164\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$), ehe rund 50 % der Energie aus der Abluft auf das Kühlwasser übertragen wird.
- Im Pfannenofen entspricht der energetische Input (Elektrizität) grob dem Output (Temperaturverluste, Legierungen). Optimierungspotenzial wird einzig in einer verkürzten Wartezeit der Pfanne (= Abkühlung) gesehen, der abgestochene Rohstahl würde sich in der Folge weniger stark abkühlen. Wegen der Gefahr eines Durchbruch ist ein solches Vorhaben kritisch.
- Während der Erstarrung der Knüppel (Giessbühne bis Kühlbett) wird die (im LBO aufgebrachte) Schmelzwärme von rund 270 MJ/kg resp. $75\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$ wieder frei. Das energetisch grosse Potenzial ist prozesstechnisch schwer greifbar.
- Durch den Schlackeaustrag gehen inkl. «Erstarrungswärme» rund $30\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$ verloren. Das Abwärmepotenzial ist ebenfalls schwer greifbar.
- Durch die Abkühlung der erstarrten Knüppel von $1'560\text{ °C}$ auf $1'150\text{ °C}$ gehen rund $115\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$ verloren, so dass der kumulierte spezifische Energiegehalt noch rund $200\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$ beträgt.
- Der elektrische Energieverbrauch für Druckluft beträgt im Stahlwerk rund $6\text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Abstich}}$ (abs. Optimierungspotenzial gering).

Walzwerk und Werksheizung (1/2)

Stossofen

$P_{\text{inst}} = 36.2 \text{ MW}_{\text{th}}$
 $t_{\text{Betrieb}} = 7'700 \text{ h/a}$



Walzwerk und Werksheizung (2/2)

■ Kommentare zur Auswertung des Walzwerk und Werksheizung

- Hubherdofen mit schwacher Auslastung im Jahr 2013. Aufwände für An- und Abfahren sowie Warmhalten kritisch, da mit $51 \text{ MW}_{\text{th}}$ hohe installierte Leistung. Erfahrungswert: $\approx 10 \%$ der installierten Leistung im Stand-By-Betrieb.
- Stossofen mit hoher Auslastung und geringerer installierten Leistung der Erdgasbrenner ($36 \text{ MW}_{\text{th}}$). Spezifische Energieverbrauch daher grundlegend besser resp. tiefer.
- Limitiert ist in beiden Öfen die Möglichkeit der Vorwärmung der Brennerluft ($500 \text{ }^{\circ}\text{C}$ nach REKU). Dies führt dazu, dass beachtliche Energiemengen auf hohem Temperaturniveau ungenutzt bleiben und über den Kamin in die Umwelt gehen.
- Der Stossofen ist via Abhitzeessel mit der Werksheizung verbunden. Abwärme ist jedoch nur dann nutzbar, wenn Heizbedarf seitens der Werksheizung besteht (in 2013 nicht im Mai bis Oktober).
- Der Abhitzeessel kann Abgastemperaturen bis minimal $170 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aufnehmen. Dies wirkt sich limitierend auf die Abwärmenutzung aus und führt dazu, dass das Potenzial des Abhitzeessel nicht voll genutzt werden kann (max. 4 MW_{th} gegenüber $5 \text{ MW}_{\text{th,inst}}$).
- Der Vorlauf im Heiznetz beträgt (saisonal schwankend) rund $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Das von der Erzeugerseite bereitgestellte Heisswasser ($140 \text{ }^{\circ}\text{C}$) wird entsprechend heruntergekühlt. Es ist zu prüfen, ob die Heisswassertemperatur (Erzeugerseite) bis knapp über die Temperatur der Verbraucherseite (Vorlauftemperatur) gesenkt werden kann.
- Der Heizenergieverbrauch ist als Summe von $5'800 \text{ MWh}_{\text{th}}$ (Heizbrenner/Erdgas) und $9'200 \text{ MWh}_{\text{th}}$ (Abhitzeessel) bei einer Energiebezugsfläche von $34'000 \text{ m}^2$ sehr hoch. Grundsätzlich wäre die Abwärme des Stossofens (Abluft) auch gut im resp. für den Ofen selbst nutzbar, um beispielsweise Knüppel vor Ofeneintritt «Vorzuwärmen».

Werksheizung (1/5)

■ Werksheizung: Erdgasverbrauch des Heizkessel (Bild Links)

Zwischen -5 °C und +8 °C max. Erzeugung von ≈ 5.5 MWh Heizenergie (Stundenwerte nach T_A sortiert), Heizgrenze $T_A = 15$ °C

■ Abhitzekessel: Abwärme via Walzwerk / Stossofen (Bild Mitte)

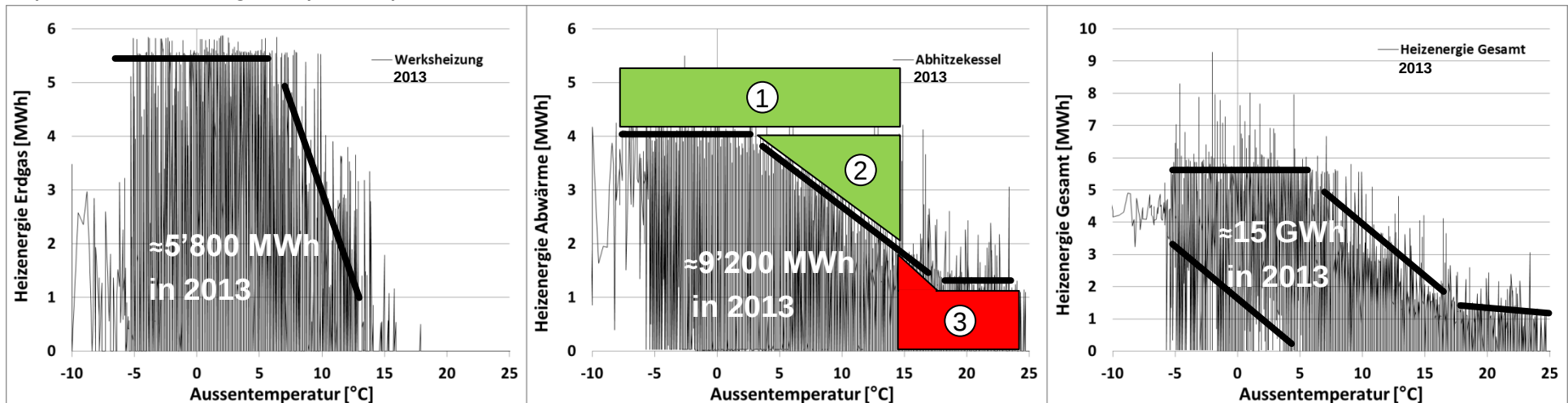
Zwischen -5 °C und +5 °C max. Bereitstellung von ≈ 4.0 MW Abwärme (Stundenwerte nach T_A sortiert)

- ① Max. Leistung des Abhitzekessel (5.1 MW) bleibt ungenutzt ($T_{STO, Abluft, nREKU}$ von 550°C $\rightarrow$ 170 °C ≈ 4 MW_{Abhitze})
- ② Trotz vorhandener Abwärme des Abhitzekessel zwischen 5...15 °C abfallende Abwärmelieferung $\rightarrow$ Gasverbrauch Brenner
- ③ Unnötige Abwärmelieferung an Werksheizung $\rightarrow$ «Betrieb ohne Nutzen», unnötige Pumpenleistung

■ Heizenergie total: Verbrauch Gebäudepark (Bild Rechts)

Zwischen -5 °C und +5 °C konstanter Heizenergiebedarf von max. ≈ 5.5 MWh (Stundenwerte nach T_A sortiert)

Abnehmender Heizenergiebedarf zwischen +5 °C bis +15 °C, Grundbedarf Heizenergie oberhalb + 15 °C rund 1 MW (Druckhochhaltung im Speicher)



Werksheizung (2/5)

■ Detailanalyse «Werksheizung» (Jahr 2013)

Heizmonate (d.h. Erdgasfeuerung) zwischen November und April. **Erdgasverbrauch 2013 rund 5'800 MWh, Abwärme via Stossofen 9'200 MWh. Bei 34'000 m² Energiebezugsfläche entspricht dies $\approx 1'500 \text{ MJ/m}^2\text{a}$, was sehr hoch ist.**

→ Analyse Bürozeiten zwischen 07:00 und 17:59 Uhr (blauer Balken)

Bedarf Heizenergie schwankend zwischen 12 und 20 MWh pro Tag innerhalb von 11 h, d.h. rund 1.1...2.0 MWh im Mittel

Im November aussergewöhnlich tiefer Erdgasverbrauch (plausibel durch Heizgradtage)

Im Dezember und Januar Tagesverbräuche zwischen 20 und 30 MWh

→ Analyse Nicht-Bürozeiten / gesamter Tag (grüner Balken)

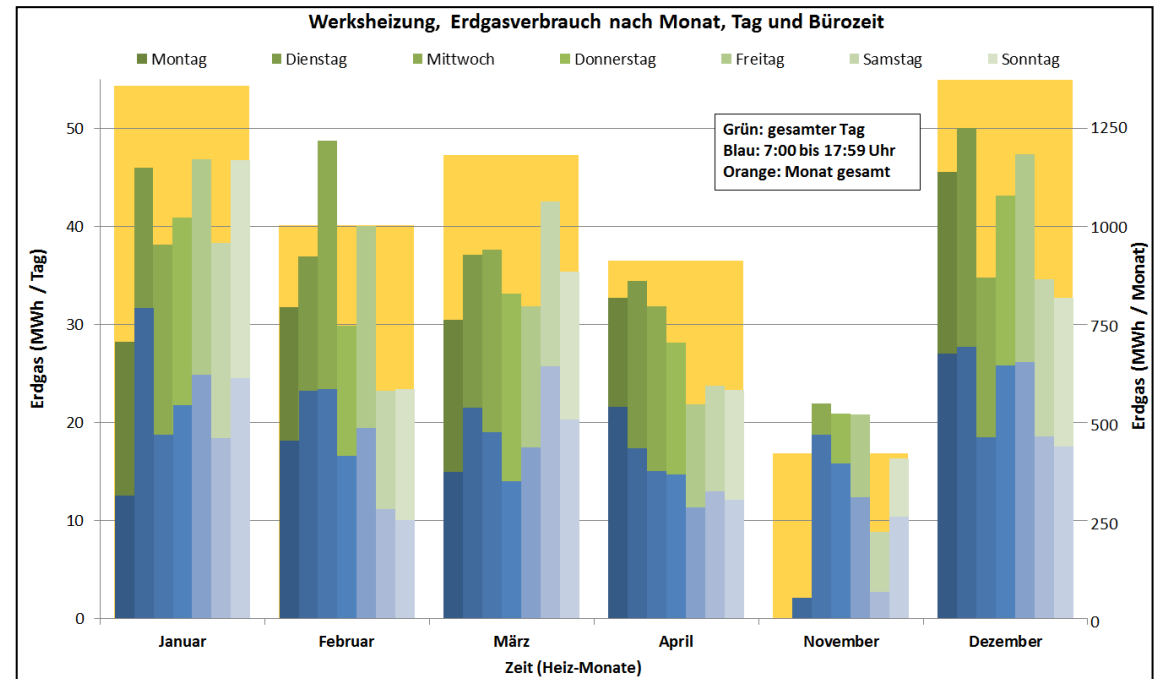
Betrieb Heizbrenner auch bei Nacht

Verbrauch Erdgas ausserhalb Bürozeiten $\approx 50 \%$ vom Gesamtverbrauch

→ Analyse Wochenende

Durchgehender Betrieb des Heizbrenner auf tendenziell tieferem Niveau

Auffällig: Keine Nacht- und Wochenendabsenkung der Werksheizung



Werksheizung (3/5)

■ Detailanalyse «Abhitzeessel» (Jahr 2013)

Keine Abwärme vom 01.01 - 06.01.2013 und vom 22.12. - 31.12.2013 verfügbar (Stossofen), **Abwärme 2013 total $\approx 9'200 \text{ MWh}_{\text{th}}$**

→ Analyse Bürozeiten zwischen 07:00 und 17:59 Uhr (blauer Balken)

Verfügbare Abwärme rund 20 bis 30 MWh zwischen 07:00 und 17:59 innerhalb von 11 h, d.h. rund 1.8...2.7 MWh im Mittel und zusätzlich zur Erdgasfeuerung.

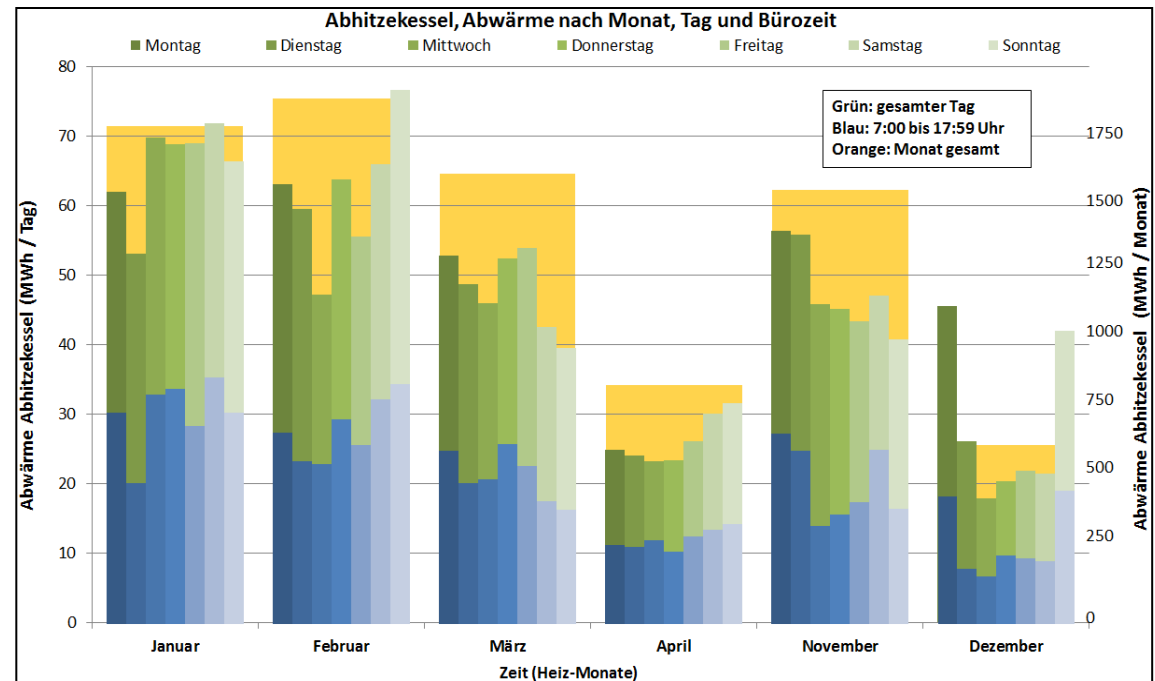
Verfügbare (resp. abgenommene) Abwärme saisonal schwankend (höhere Kontinuität erwartet)

→ Analyse Nicht-Bürozeiten / gesamter Tag (grüner Balken)

Abwärme auch bei Nacht verfügbar (trotzdem hoher Erdgasverbrauch!)

Ansatz Betriebsoptimierung

- Beheizung der Gebäude bei Nacht und am Wochenende nur / überwiegend durch Abwärme via Abhitzeessel prüfen



Werksheizung (4/5)

■ Detailanalyse «Heizenergiebedarf total» (Jahr 2013)

- Bei Heizgrenze von $T_A = 15\text{ °C}$, sollte der Abhitzekeessel den Heizenergiebedarf zwischen $T_A = 8\text{...}15\text{ °C}$ komplett abdecken
- In Realität nicht der Fall, z.B. bedingt durch Divergenzen bei Heizbedarf und Abwärme-Verfügbarkeit. I.d.R. mindestens letzte Woche Dezember und erste Woche im Januar keine Produktion des Stossofen (**Graphik zur Veranschaulichung**).

Generelle Aspekte zur Optimierung der Werksheizung

+ Reduktion abs. Verbrauch an Heizenergie durch Prüfung von...

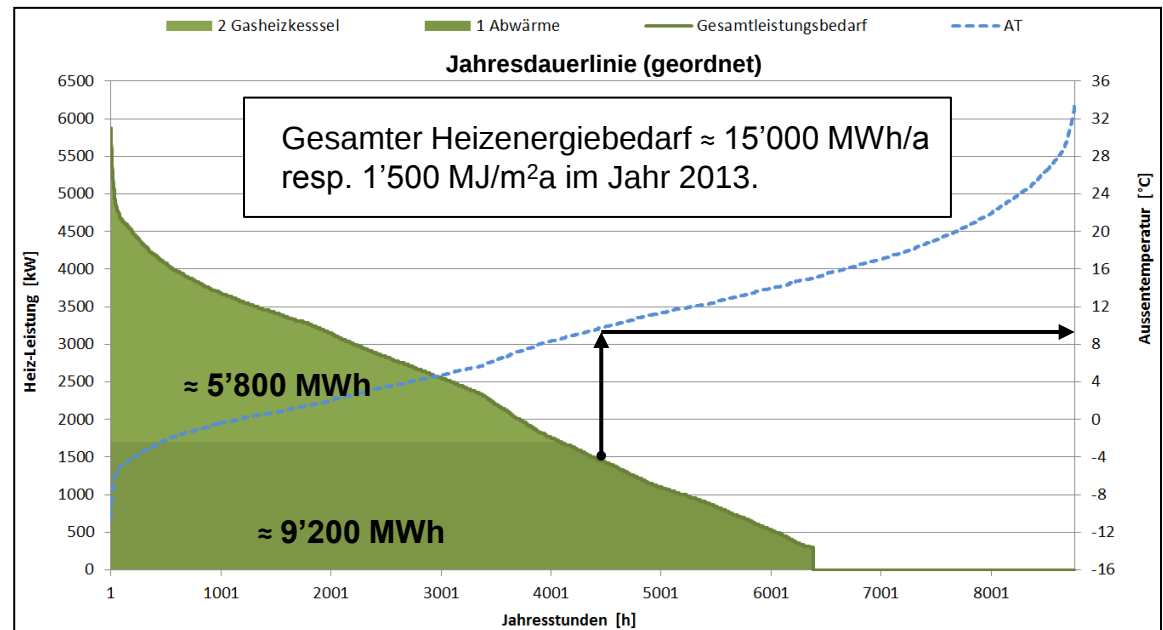
Nacht- und Wochenendabsenkung
Höhe der Raumtemperatur
Steuer- und Regelkonzept Gesamtanlage
Bedarfsgerechter Betrieb (Zeit und T_{VL})

+ Reduktion T_{VL} im Heizkreislauf durch Prüfung von...

Fläche der Heizkörper überprüfen

Übergeordnete Zielsetzungen beachten

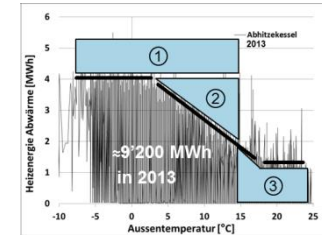
- o Abwärme auf hohem Temperaturniveau möglichst im Stossofen behalten (REKU)
- o Abwärme auf tieferem Temperaturniveau für Gebäudebeheizung nutzen. Heute $T_{VL, \text{Speicher}} = 140\text{ °C}$ limitierend.



Werksheizung (5/5)

■ Detailbetrachtung Werksheizung

- Gesamter Wärmebedarf der Werksheizung (Heizkessel + Abhitzekeessel) im Jahr 2013 rund 15'000 MWh
- Das Leistungsprofil der Abwärme via Abhitzekeessel wird in die Jahresdauerlinie übernommen
 - Die verfügbare Abwärmeleistung via Stossofen liegt oberhalb dem Heizleistungsbedarf der Werksheizung und sollte den Bedarf voll abdecken können

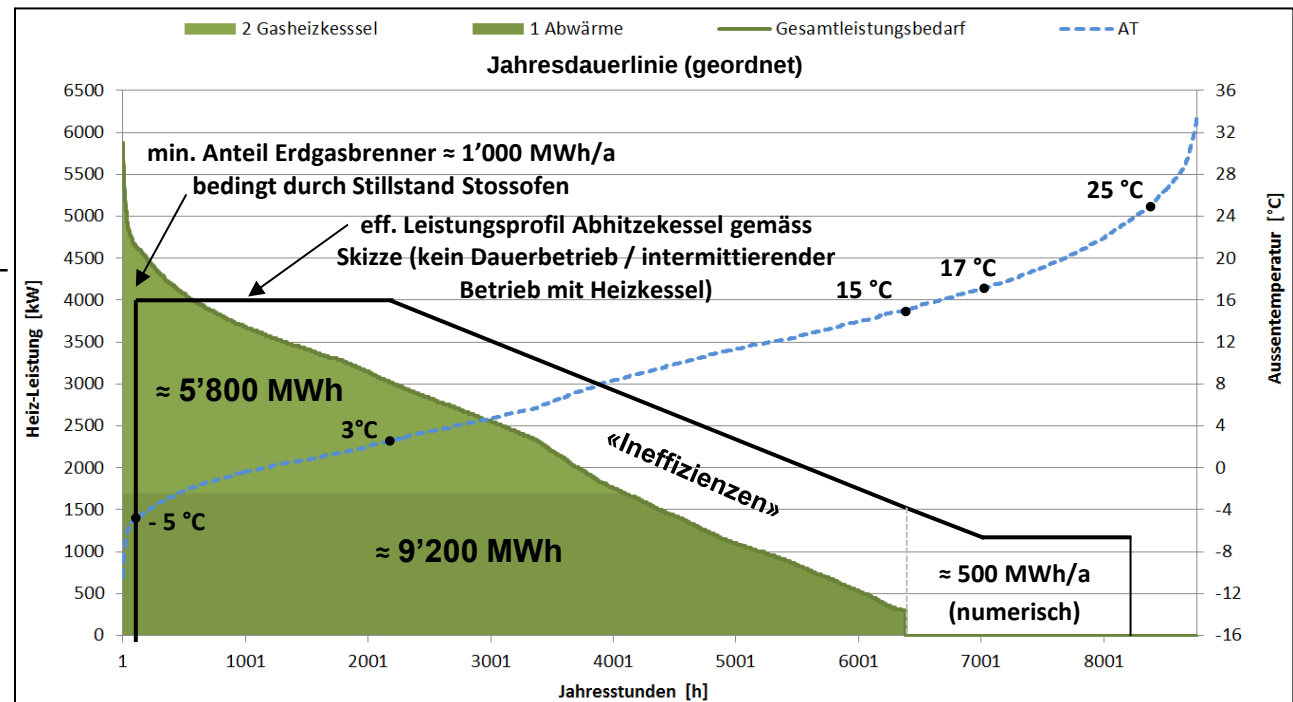


Einschränkungen

- (1) Abwärme via Stossofen nicht immer verfügbar
- (2) «Ineffizienzen» durch Druck- und Rücklaufhochhaltung (Summe zu rund 2'000 MWh/a abgeschätzt)
- (3) Unvollständig ausgenutztes Temperaturpotenzial des Rauchgas (Stossofen)

In Zukunft

- (1) gegeben durch Betrieb Stossofen
 - (2) und (3) Optimieren
- (→ Siehe nachfolgend Kapitel 3, Massnahme 30 A und ergänzend 30 B)



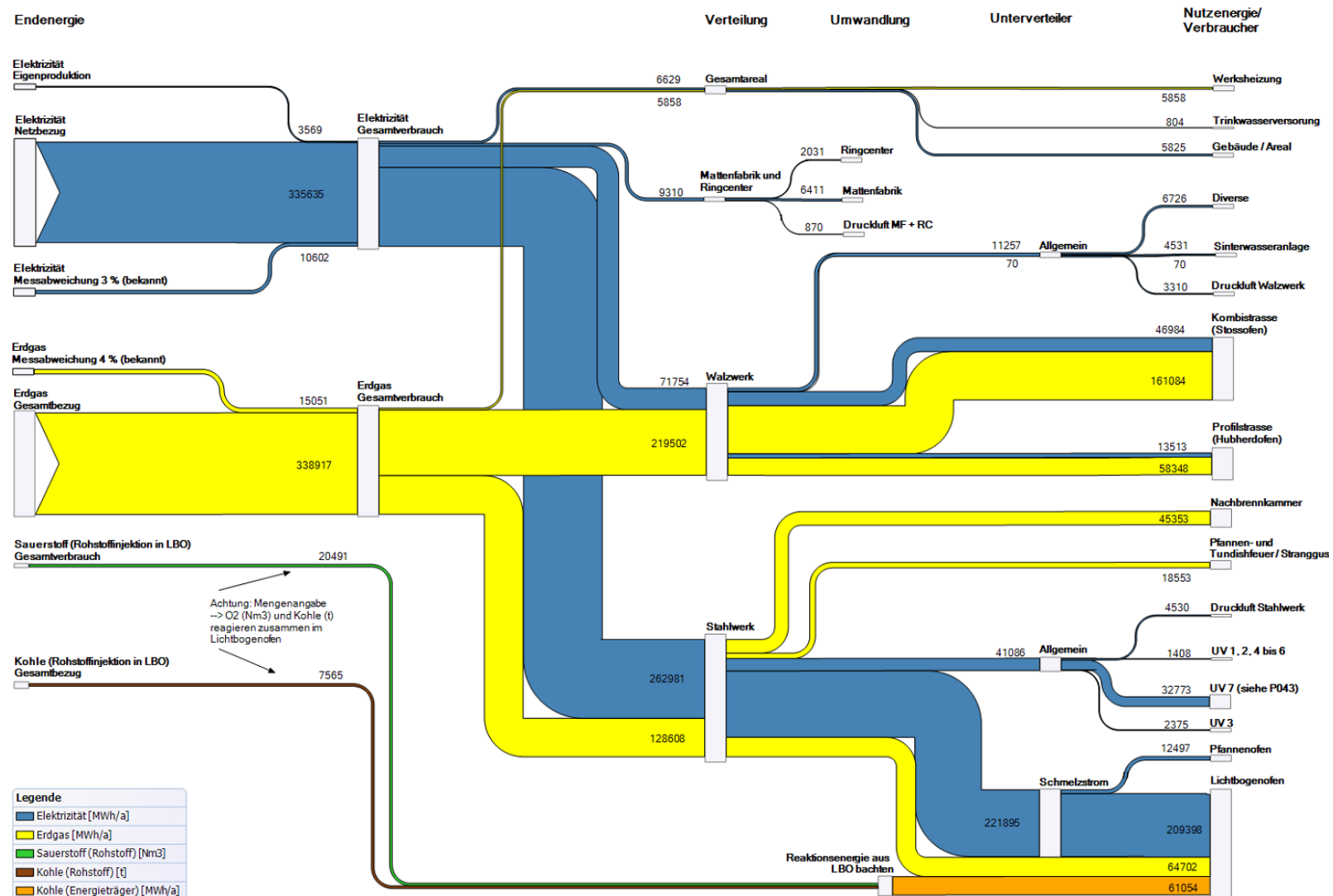
Druckluftkompressoren als potenzielle Abwärmelieferanten

Kompressor	Baujahr	Standort	Kühlung	Leistung	Ist-Energie
			Luft / Wasser	kW	MWh _{el} /a
K1 GA132	1995	Stahlwerk	Wasser	132	709
K2		Stahlwerk		-	
K3 GA132W		Stahlwerk	Luft	132	
K4 GA132W	1997	Stahlwerk	Wasser	132	706
K5 GA132W	1997	Stahlwerk	Wasser	132	677
K6 GA132W	1997	Stahlwerk	Wasser	132	754
K7 GA132W	1999	Stahlwerk	Wasser	132	686
Zwischensumme		Stahlwerk		792	3'532
K 10 GA90 VSD FF	2000	Walzwerk	Luft	90	253
K 11 GA90-7.5 FF	2000	Walzwerk	Luft	90	432
K 12 GA90-7.5 FF	2000	Walzwerk	Luft	90	396
K 13 GA132-7.5FF	2001	Walzwerk	Luft	132	961
K 14 GA132-7.5FF	2001	Walzwerk	Luft	132	1'046
K 15 GA132-7.5FF	2005	Walzwerk	Luft	132	644
K 16 GA 132-7.5FF	2007	Walzwerk	Luft	132	813
Zwischensumme		Walzwerk		798	4'545
K8 GA180VSD	2000	Mattenfabrik	Luft	180	459
K9 GA180VSD	2000	Mattenfabrik	Luft	180	218
Zwischensumme		Mattenfabrik		360	677
Summe				1'950	8'753

Für Abwärmenutzung
interessante Kompressoren

Umrüstung von Luft- auf
Wasserkühlung nicht
wirtschaftlich →
Betriebszeiten sowie
tatsächlichen Heizwärme-
bedarf beachten

Sankey-Diagramm Energie



Energie- und Massenbilanz, «Top-Down vs. Bottom-Up» (1/3)

Schacht-Lichtbogenofen (2013): Betrachtung Ø-Charge mit Tap-to-Tap 48 Minuten inkl. Störungen

Referenztemperatur = 20 °C

	Medium	Menge je Charge t od. Nm3	Temperatur		Ø cp-Wert kJ/kgK	Energie			
			(in) °C	(out) °C		MJ/kg	MJ	MWh	kWh / t _{Abstich} kWh / t _{Charge}
Input	Schrott 1. Korb (kalt)	43.5 t	20		0.49		0	0.0	
	2. Korb (warm)	43.5 t	300		0.56		6829	2.0	25.0
	Elektrizität						94378	26.2	328.2
	Erdgas						26794	7.4	93.2
	Kohle	0.65 t					28080	7.8	97.6
	O2	2504 Nm3							
	Kalk	2.6 t	20		0.9		0	0.0	
	Elektrodenabbrand	0.105 t					3960	1.1	13.8
	Falschluff	67 t	20		1.01		0	0.0	557.8
Output	Abstich	-80 t		1650	0.70		-91161	-25.3	317.0
	Schlacke	-6 t		1500	0.68		-6470	-1.8	22.5
	Abstich + Schlacke (erstarren)					0.27	-23304	-6.5	81.0
	Kühlwasser* K3 Deckel	332 t	31	36	4.18		-6942	-1.9	24.1
	K3 Gefäss	464 t	31	34	4.18		-5813	-1.6	20.2
	K4 Finger	356 t	31	33	4.18		-2977	-0.8	10.4
	K4 Schacht	877 t	30	33	4.18		-11001	-3.1	38.3
	Abgas Luft / Staub	-67 t		410	1.08		-28119	-7.8	97.8
									611.3
	Bilanzabweichung	3.3 t 2%					-15744	-4.3	8.7%
									9.6%

* Kühlwasser K2 nicht aufgeführt, da Bilanz um "Schacht-Lichtbogenofen". K2 für Kühlung Trafo, Drossel, Stromseile, Hydraulik und Pfannenofen

■ Abweichungen und Unsicherheiten

≈ 9 % Energieabweichung durch folgende Unsicherheiten: Schrottvorwärmung, cp-Schrott («Linearisierung»), Messwerte Kühlung, sonstige Abwärmeverluste

≈ 2 % Mengenabweichung erklärbar durch Vernachlässigung diverser Legierungs- und Zusatzstoffe, Staubverluste

Energie- und Massenbilanz, «Top-Down vs. Bottom-Up» (2/3)

Kombistrasse Stossofen (2013), Gesamtbilanz

Referenztemperatur = 20 °C

	Medium	Mengen t od. Nm3	Temperatur (in) °C (out) °C	Ø cp-Wert kJ/kgK	Energie MJ MWh	Summe MWh	kWh / t _{Knüppel}
Input	Knüppel von Stahlwerk	523000 t/a	183	0.50	42624500	11840	22.6
	Erdgas					161084	308.0
	Warmluft (nach REKU) (a)	18700 Nm3/h	460	1.08	81396295	22610	43.2
	Falschluf (c)	5674 Nm3/h	20	1.01	0	0	
						195534	374
Output	Bramme aus Ofen	523000 t/a		0.65	384143500	106707	204
	Abluft (vor REKU) (b)	24374 Nm3/h	850	1.2	225196418	62555	120
	Verluste "Konvektion" (d)					3930	7.5
	Verluste "Strahlung" (d)					3287	6.3
						176479	337
Bilanzabweichung					-19056	-10%	-10%

- (a) Warmluft nach REKU (Brennerzuluft) wird zu 7'700 h/a aus Produktionsstatistik abgeleitet, Temperatur aus Leitsystem ausgelesen
 (b) Warmluft nach REKU (Abluft) beträgt rund 550 °C, vor dem REKU 850 °C (Leitsystem vom 25.04.2014)
 (c) Flaschluf als Differenz der Luftmenge aus (a) und (b)
 (d) Annahme einer Ø Oberflächentemperatur von 160 °C

■ Unsicherheiten

- (1) Volumenstrom der Warmluft (Input) im Normalbetrieb zu $\approx 18'700 \text{ Nm}^3/\text{h}$ aus Leitsystem ausgelesen
- (2) Betriebszeit der Warmluft aus Produktionsstatistik zu $\approx 7'700 \text{ h/a}$ abgeleitet
- (3) cp-Wert der Brammen aus dem Ofen numerisch abgeschätzt («Linearisierung»)
- (4) An- und Abfahrverluste wegen hoher Auslastung als gering betrachtet ($\approx$ Bilanzabweichung)
- (5) Verluste «Konvektion» und «Strahlung» als Näherung

Energie- und Massenbilanz, «Top-Down vs. Bottom-Up» (3/3)

Profilstrasse Hubherdofen (2013), Gesamtbilanz

Referenztemperatur = 20 °C

	Medium	Mengen t od. Nm3	Temperatur		Ø cp-Wert kJ/kgK	Energie		Summe	
			(in) °C	(out) °C		MJ	MWh	MWh	kWh / t _{Knüppel}
Input	Knüppel von Stahlwerk	98000 t/a	47		0.49	1296540	360		3.7
	Erdgas						58348		595.4
	Warmluft (nach REKU) (a)	7500 Nm3/h	459		1.1	28835571	8010		81.7
	Falschluf (c)	770 Nm3/h	20		1.01	0	0		
								66718	681
Output	Bramme zum Walzen	98000 t/a		1150	0.65	71981000	19995		204
	Abluft (vor REKU) (b)	8270 Nm3/h		648	1.1	47300181	13139		134
	Verluste "Konvektion" (d)						5139		52
	Verluste "Strahlung" (d)						3928		40
	Warmhalten, An- und Abfahren des Ofens (e)						18179		186
								60380	616
Bilanzabweichung							-6338	-9%	-9%

(a) Warmluft nach REKU (Brennerzuluft) wird zu 6'700 h/a angenommen. Quelle: P003 --> Kein Erdgasverbrauch HHO bei 2'050 h in 2013

(b) Warmluft nach REKU (Abluft) beträgt im Schnitt 265 °C (Messperiode vom 07.01. bis 07.04.2014)

(c) Flaschluf als Differenz der Luftmenge aus (a) und (b)

(d) Annahme einer Ø Oberflächentemperatur von 160 °C

(e) Ca. 9 % der installierten Leistung für An- und Abfahren sowie Warmhalten

■ Unsicherheiten

(1) Erdgasverbrauch für Warmhalten, An- und Abfahren numerisch aus Produktions-, Stillstands- und Warmhaltezeiten abgeleitet.

(2) Betriebszeiten: $t_{\text{Stillstand}} \approx 2'000 \text{ h}$, $t_{\text{Produktion}} \approx 2'500 \text{ h}$, $t_{\text{Warmhalten, An- und Abfahren}} \approx 4'000 \text{ h}$

(3) cp-Wert der Brammen aus dem Ofen numerisch abgeschätzt («Linearisierung»)

Optimierungsansätze und Grobpotenziale

Das Resultat der Ist-Analyse besteht in diversen ersten Ansatzpunkten zur Reduktion des elektrischen und fossilen Energieverbrauchs (exkl. Hilfsmedien und Kraftstoffe).

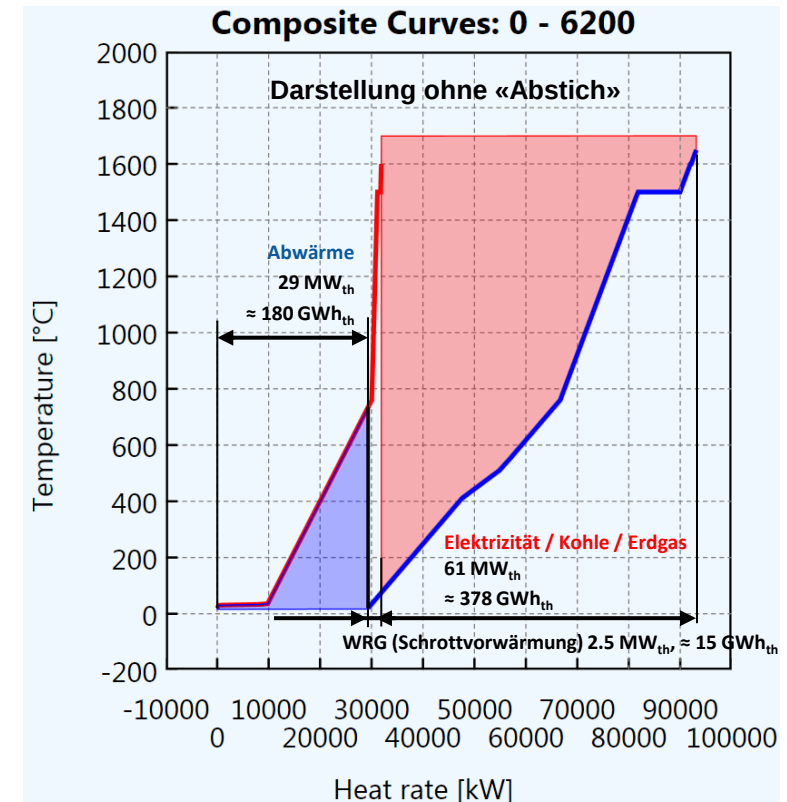
- + Prozessoptimierung
- + Betriebsoptimierung
- + Abwärmenutzung

Die Grobpotenziale im Stahlwerk betragen rund 6'000 MWh_{el} und 12'000 MWh_{th}. Im Walzwerk beträgt das abgeschätzte Einsparpotenzial ca. 38'000 MWh_{th}.

Pinch-Analyse - Stahlwerk (1/2)

Ist-Situation

- Die untenstehende Grafik zeigt die Composite Curve (CC) der Ist-Situation des Lichtbogenofen (LBO) inkl. Abgasnachbehandlung und Stützbrenner im Stahlwerk, d.h. alle aufzuheizenden und abzukühlenden Ströme in diesem Bereich (zusammengefasst nach dem Superpositionsprinzip).
- Die auf die x-Achse projizierte **rote Fläche** repräsentiert den gesamten Wärmeeintrag durch Lichtbogen, Erdgasbrenner, Kohleeindüsung und Elektrodenabbrand zum erwärmen und schmelzen des Schrotts sowie zu Abgasnachbehandlung.
- Die auf die x-Achse projizierte **blaue Fläche** stellt die Abwärme dar, welche durch die heisse Abluft (hohe Temperatur) und durch die Kühlkreise (tiefe Temperatur) aus dem System entweicht.
- Die Vorwärmung des Schrotts (im Schacht durch heisse Abluft) stellt eine Wärmerückgewinnung (WRG) von $2.5 \text{ MW}_{\text{th}}$ Leistung dar (siehe Graphik).
- Der «Abstich» (Flüssigstahl) aus dem LBO steht für ca. $39 \text{ MW}_{\text{th}}$ (inkl. Erstarrungswärme) und ist in der CC nicht dargestellt.
- Die Bilanzabweichung beträgt rund + 9 %, d.h. die Leistung der Abwärme und der WRG und des «Abstichs» werden gesamthaft leicht überschätzt (vgl. Energiebilanz S. 22)



Pinch-Analyse - Stahlwerk (2/2)

Zukünftige Situation

■ Die Pinch-Analyse zeigt zusätzliche Optimierungspotenziale im Umfang von rund 17 MW resp. 105 GWh auf

- Vorwärmung der Brennerluft der TARA von 20 °C (Aussenluft) auf 400 °C

Wirkung: Einsparung von rund 0.7 MW_{th} Feuerungsleistung der Erdgasbrenner

- Vorwärmung der Brennerluft des Stützbrenner von 20 °C auf 400 °C

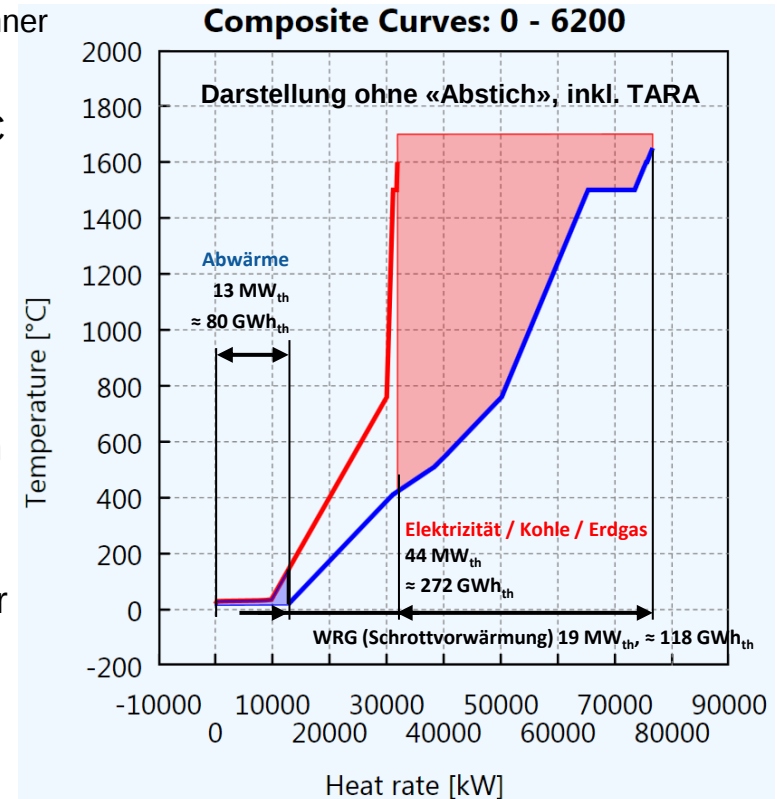
Wirkung: Einsparung von rund 0.2 MW_{th} Feuerungsleistung der Erdgasbrenner

- Erhöhung der Temperatur des vorgewärmten Schrotts von 300 °C auf 400 °C und Vorwärmung beider Körbe

Wirkung: Einsparung von zusätzlichen 5 MW_{th} Feuerungsleistung (Nutzen der bestehenden Schrottvorwärmung beträgt rund 2.5 MW_{th})

- Die Vorwärmung der «Falschlufte» (= spätere Abluft via Schacht) von 20 °C auf 400 °C (vor Eintritt in den LBO) entspricht einem Nutzen von rund 9 MW_{th}, stellt jedoch ein theoretisches (praktisch schwer realisierbares) Potenzial dar.

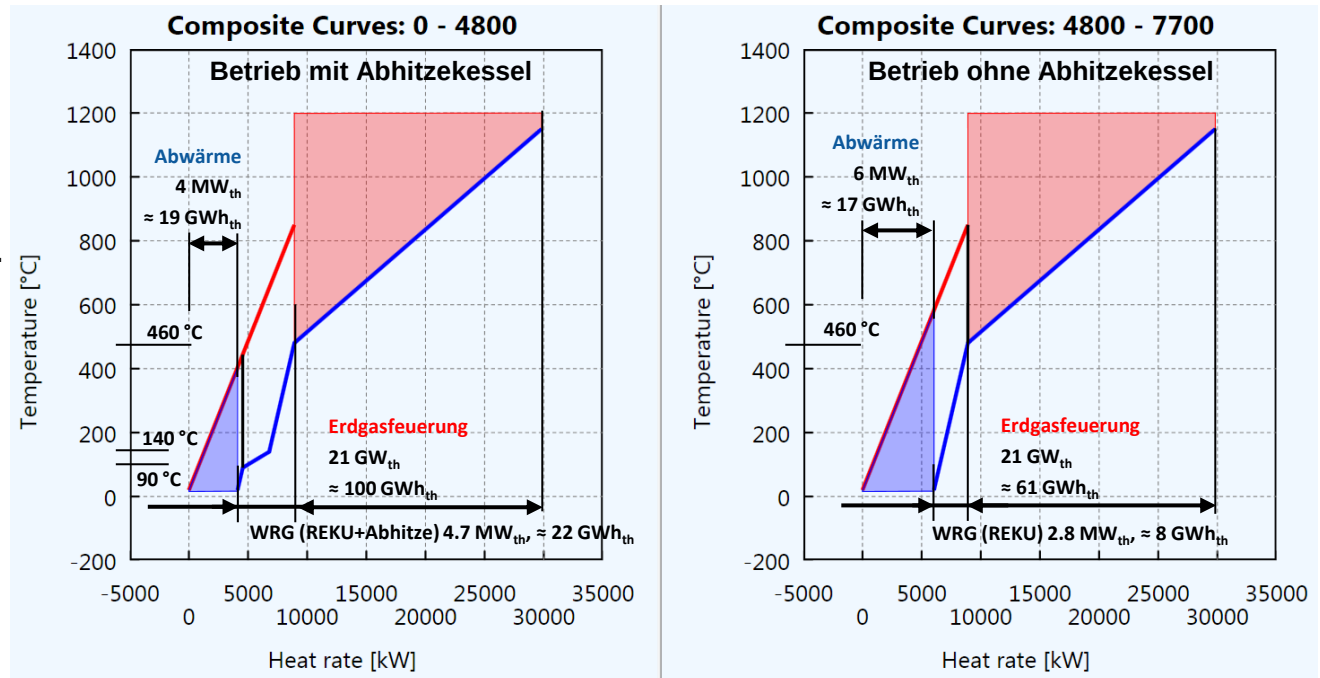
- Die Abwärme der Schlacke (rund 2.5 MW_{th}) stellt ein ebenfalls nur schwer greifbares Abwärmepotenzial dar.



Pinch-Analyse - Walzwerk (1/2)

Ist-Situation, Stossofen

- Die untenstehende Grafik zeigt die Composite Curve (CC) der Ist-Situation des Stossofen (inkl. dem Abhitzekessel) im Walzwerk, d.h. alle aufzuheizenden und abzukühlenden Ströme in diesem Bereich (zusammengefasst nach dem Superpositionsprinzip). Die aus dem Ofen austretenden Knüppel gehen unmittelbar zum Walzprozess, stehen für rund 13.5 MW und sind in den Pinch-Kurven nicht aufgeführt.
- Die auf die x-Achse projizierte **rote Fläche** repräsentiert den Wärmeeintrag über die Erdgasbrenner des Stossofen.
- Die auf die x-Achse projizierte **blaue Fläche** stellt die Abwärme dar, welche heute nach dem REKU resp. Abhitzekessel evakuiert wird.
- Durch den REKU werden im System bereits heute 2.8 MW_{th} Abwärme rückgewonnen (21 GWh_{th}) und zusätzliche 1.9 MW_{th} (9 GWh_{th}) über den Abhitzekessel während der Heizperiode genutzt (Jahr 2013).
- Der REKU wärmt die Brennerzuluft heute von 20 °C auf 460 °C auf
- Im Abhitzekessel wird Wasser von von 90 °C auf 140 °C erwärmt (Nennlastbetrieb)
- Die Erdgasfeuerung dient der erwärmung der Knüppel von durchschnittlich 183 °C auf rund 1'200 °C



Pinch-Analyse - Walzwerk (2/2)

Zukünftige Situation, Stossofen

■ Die Pinch-Analyse zeigt zusätzliche Optimierungspotenziale im Umfang von rund 4.6 MW resp. 29 GWh auf

- Reduktion der im Abhitzekeessel erzeugten (Warmwasser-) Temperatur von 140 °C auf 90 °C entsprechend dem Bedarf der Werksheizung

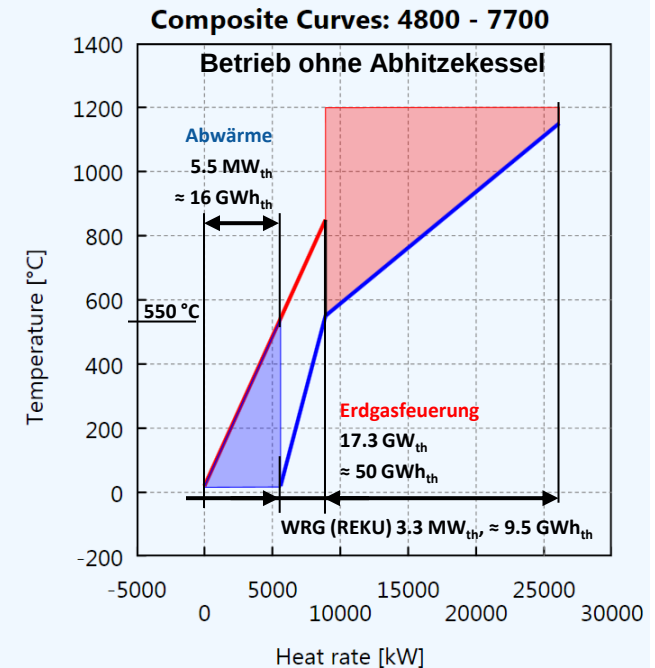
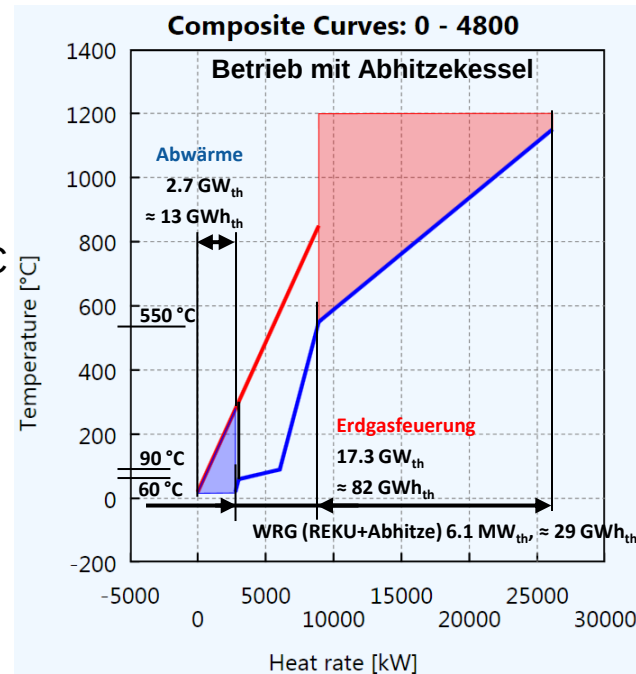
Wirkung: Zusätzliche 0.9 MW_{th} Abwärme aus der heissen Abluft für die Warmwassererzeugung verfügbar. Hinweis: Auf Verbraucherseite wird Heizwasser bei rund 80 °C benötigt.

- Erhöhung Brennerzuluft-Temperatur von 460 °C auf 550 °C (Grösse des REKU limitiert durch Hallenhöhe).

Wirkung: Gegenüber der Ist-Situation werden der heissen Abluft zusätzliche 0.5 MW_{th} Abwärme für die Vorwärmung der Brennerzuluft entzogen

- Erhöhung der «Heisseinsatz»-Temperatur (durch verkürzte Transportzeit zwischen Stahl- und Walzwerk) von heute 183 °C auf 470 °C (vgl. S. 13 und 23)

Wirkung: Reduktion der Feuerungsleistung um ca. 3.2 MW_{th} im Stossofen



Einleitung (1/2)

KEV-Zielvereinbarung

■ Rückerstattung der (KEV-) Netzzuschläge für stromintensive Unternehmen

Im Jahr 2014: Rückerstattung von 0.6 Rp./kWh (inkl. 0.1 Rp./kWh für Gewässerschutz) resp. 2.0 Mio. CHF (bei 335 GWh_{el}/a)

Ab Jahr 2015: Rückerstattung von 1.1 Rp./kWh (inkl. 0.1 Rp./kWh für Gewässerschutz) resp. 3.7 Mio. CHF (bei weiterhin 335 GWh_{el}/a)

→ Die KEV-Netzzuschläge können basierend auf der aktuellen Gesetzeslage auf bis zu 1.5 Rp./kWh (inkl. 0.1 Rp./kWh für Gewässerschutz) steigen

■ Dauer der Zielvereinbarung: 2014 bis 2023

Auf Antrag ist ab 10 % Stromintensität die vollständige Rückerstattung der KEV-Netzzuschläge möglich. Eine Zielvereinbarung mit dem Bundesamt für Energie samt Verpflichtung zur Steigerung der Energieeffizienz ist Voraussetzung hierfür.

Als Grundlage dient die vorliegende Energiestudie samt Massnahmentabelle. Dabei sind...

- wirtschaftliche Massnahmen durch das Unternehmen selbst und mit Eigenmittel umzusetzen. Diese wirtschaftlichen Massnahmen definieren ebenfalls den sog. «Zielpfad».
- knapp wirtschaftliche Massnahmen (stat. Payback > 4 a) unter Einsatz von 20 % der rückerstatteten KEV-Beträge umzusetzen

Wichtige Hinweise

- Sobald eine Massnahme knapp ¹⁾ unwirtschaftlich ist (Payback > 4 a) ist, kann sie komplett via 20 % der rückerstatteten KEV-Beträge finanziert werden
- Während der 10 jährigen Dauer der Zielvereinbarung müssen voraussichtlich 7.0 Mio. CHF (= 20 % von den rückerstatteten 35.3 Mio. CHF, Stand 08/2014) in die Finanzierung von knapp unwirtschaftlichen ¹⁾ Massnahmen fliessen
- Theoretisch können die zu investierenden «20 %» in eine einzige Massnahme fliessen. Das Unternehmen übernimmt dann die «Vorfinanzierung» der Massnahme, die Investitionskosten amortisieren sich über der Dauer der Zielvereinbarung durch die «20 %»

1) Prozessmassnahmen werden ab einem stat. Payback von > 4...8 a als knapp unwirtschaftlich betrachtet, Infrastrukturmassnahmen ab einem stat. Payback > 8...12 a

Einleitung (2/2)

Priorität der Optimierung

■ Betriebsoptimierung

Optimale Nutzung der bestehenden Anlagen und Geräte

Punktuelle Anpassungen mit geringem Investitionsaufwand, einfacher Umsetzbarkeit

■ Prozessoptimierung

Einsatz neuer (Prozess-) Technologien

Effizientere Prozessführung (elektrische vs. fossile vs. chemische Energie)

■ Anlageninterne, direkt Wärmerückgewinnung

Abwärmenutzung zur Reduktion von Primärenergieeinsatz

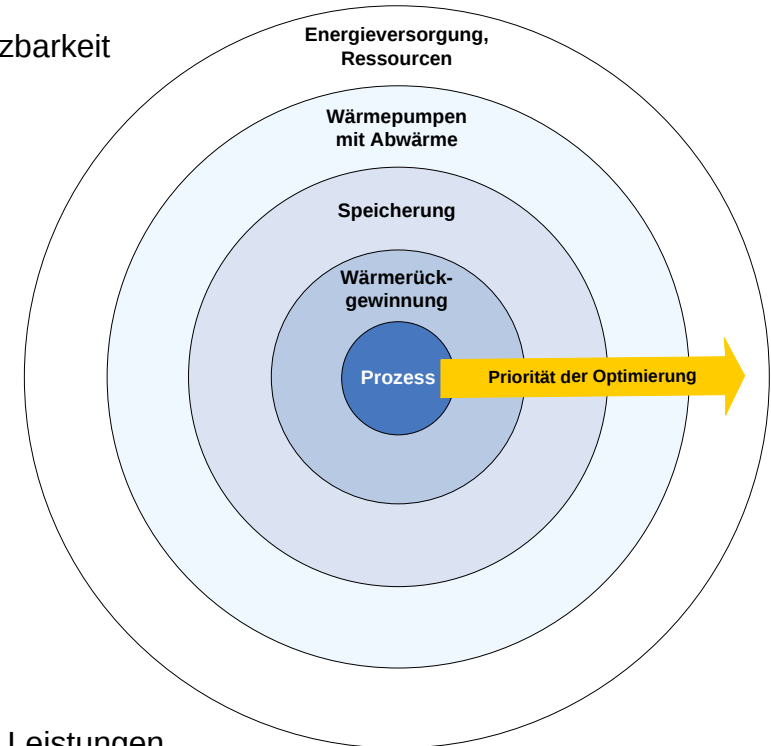
■ Anlagenübergreifende, indirekte Wärmerückgewinnung

Erhöhte Komplexität wegen grosser Distanzen

■ Wärmerückgewinnung via Speicherung

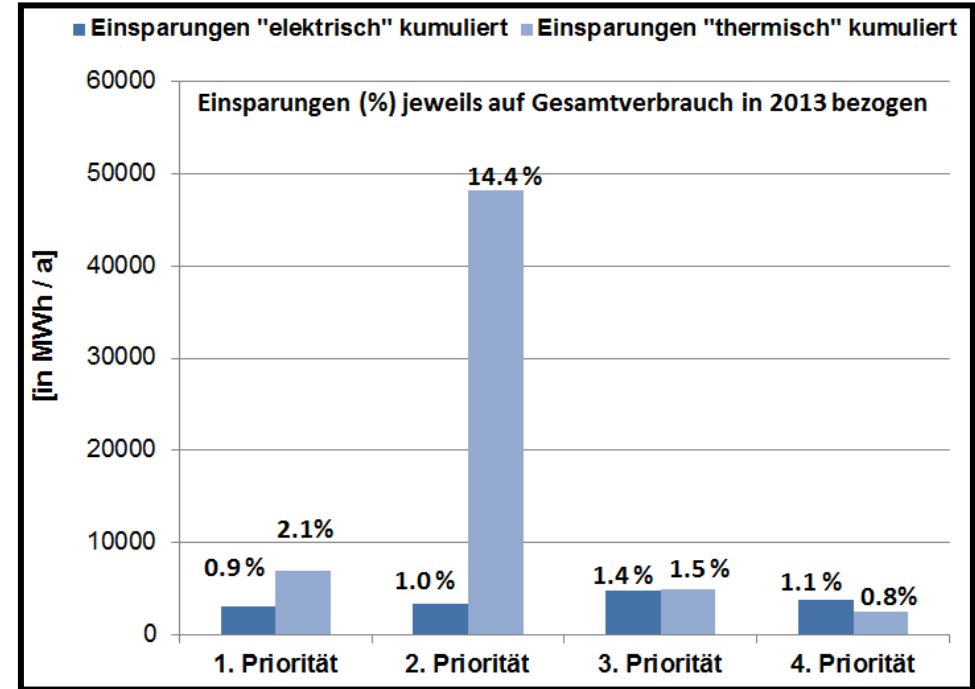
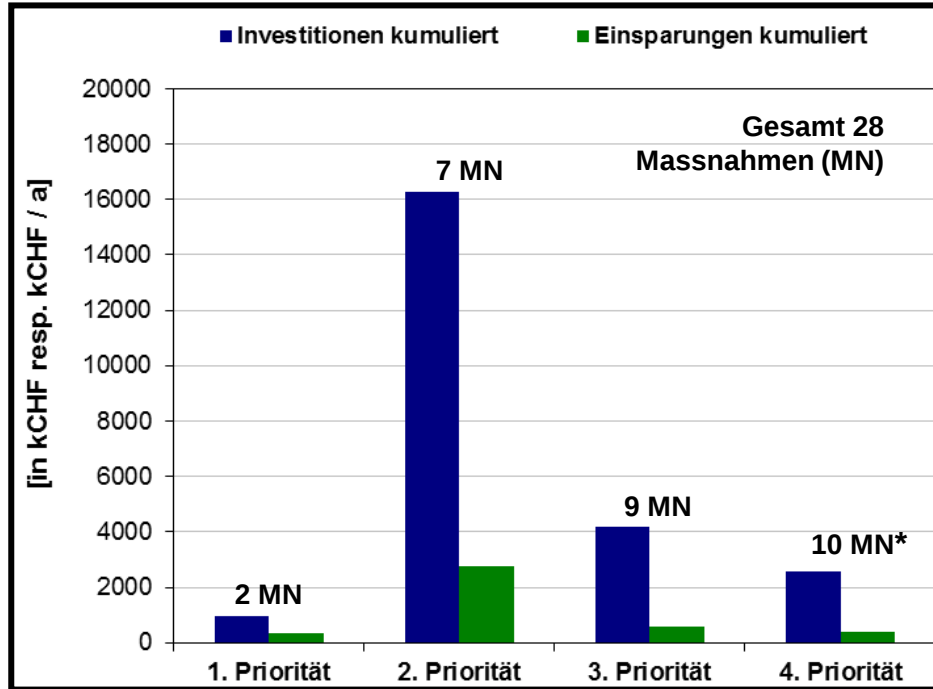
Bei Stahl Gerlafingen eingeschränkt anwendbar, da grosse Energiemengen / Leistungen

■ Energieumwandlung (Turbine)



Massnahmenliste (1/3)

Kumulierte Investitionen und Einsparungen bezogen auf das Jahr 2013, Übersicht



■ Priorisierung der Massnahmen entsprechend dem Zusammenspiel von...

- gesamte Investitionskosten
- erreichter Payback
- (Prozess-) technische Komplexität der Massnahmenumsetzung
- einhergehendes Risiko infolge der Massnahme

* inkl. bereits umgesetzter Massnahmen der Jahre 2012 und 2013

Massnahmenliste (2/3)

Gesamtübersicht der Massnahmenliste mit Detailliste der Massnahmen



helbling

Massnahmenliste zur Reduktion der Energie- und Produktionskosten bei Stahl Gerlafingen

Stand 09.12.2014

Investitionskriterien (Jahr 2013)	
max. Payback (dyn.)	4 a
Laufzeit der Anlagen	8...15 a
Kapitalzins	8 % p.a
Teuerung Elektrizität	1 % p.a
Teuerung Erdgas	0.5 % p.a
Produktion Knüppel im Stahlwerk	620'000 t/a
Ofenfahrten (Chargen) Stahlwerk	7'700 1/a
Tap-to-Tap Zeit	48 min
Wert von zusätzlicher Produktionskapazität	100 CHF/t

Kosten für Energie, Medien und Sonstiges (1/2)			
Elektrizität	83 CHF/MWh	Arbeit und Leistung	
Erdgas Hu	36 CHF/MWh	zzgl. Fixbetrag	
CO ₂	7 CHF/t	Emissionshandel beachten	
Feinkohle	20 CHF/t		
Diesel	120 CHF/100 Liter		
Elektroden	3'600 CHF/t	Preise schwankend	

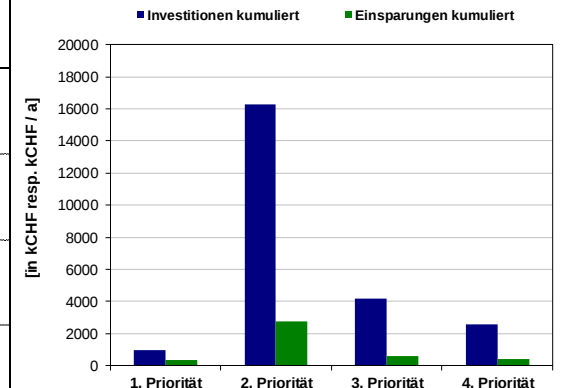
Kosten für Energie, Medien und Sonstiges (2/2)		
Schrott	343 CHF/t	Schwankend
Knüppel	490 CHF/t	Herstellung Stahlwerk
Sauerstoff	86 CHF/1'000 Nm3	zzgl. Fixbetrag
Wasser	0 CHF/m3	
Stickstoff	0.75 CHF/m3	zzgl. Fixbetrag
Argon	0.20 CHF/m3	zzgl. Fixbetrag

Investitionen: Kostenschätzung von ± 25 % basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MwSt.

Nr.	Anlage	Massnahme	Investition	Einsparpotenziale												Payback		Laufzeit	NPV	Priorität
				CHF Ertrag pro CHF investiert 1)																
				Elektrizität		Thermisch (Erdgas / Kohle/ Diesel)			Medien		Betrieb	Total			dyn	stat				
				Menge	Ertrag	Menge	CO ₂	Ertrag	Menge	Ertrag	Ertrag	Ertrag	Ertrag ¹⁾	Ertrag						
			kCHF	MWh _{el} /a	kCHF/a	MWh _{th} /a	t/a	kCHF/a	t/a	kCHF/a	kCHF/a	kCHF/a	CHF/CHF	kWh/t	a	a	a	kCHF	1 - 2 - 3 -	

Zusammenfassung

Stahl Gerlafingen gesamt 28 Massnahmen	980	3100	257	6886	1363	257	0	-157	-17	341	0.3	16.1	3.3	2.9		1408	1
	16290	3404	283	48172	17497	1842	0	-60	710	2774	0.2	83.2	7.8	5.9		8301	2
	4170	4769	398	4952	981	185	0	0	0	581	0.1	15.7	10.3	7.2		370	3
	2582	3756	312	2524	500	97	0	0	0	409	0.2	10.1	8.6	6.3		594	4
Massnahmen Stahlwerk 14 Massnahmen	750	3100	257	3287	651	123	0	-157	0	223	0.3	10.3	4.0	3.4		821	1
	290	3404	283	0	0	0	0	-60	0	223	0.8	5.5	1.4	1.3		1679	2
	1090	612	51	4952	981	185	0	0	0	236	0.2	9.0	5.8	4.6		991	3
	1100	2251	187	390	77	15	0	0	0	201	0.2	4.3	7.1	5.5		476	4
Massnahmen Walzwerk 9 Massnahmen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	1
	16000	0	0	48172	17497	1842	0	0	710	2552	0.2	77.7	8.5	6.3		6622	2
	530	480	42	0	0	0	0	0	0	40	0.1	0.8	38.1	13.3		-170	3
	1240	0	0	2080	412	78	0	0	0	78	0.1	3.4	-	15.9		-552	4
Massnahmen Technische Dienste 4 Massnahmen	230	0	0	3599	713	135	0	0	-17	118	0.5	5.8	2.2	2.0		588	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	2
	2530	3650	303	0	0	0	0	0	0	303	0.1	5.9	12.9	8.4		-447	3
	242	1505	125	54	11	5	0	0	0	129	0.5	2.5	2.1	1.9		670	4
Massnahmen Ringcenter und Mattenfab 1 Massnahme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	2
	20	26	2	0	0	0	0	0	0	2	0.1	0.0	14.9	9.1		-5	3
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	4



Massnahmenliste (3/3)

Vollständige Massnahmenliste in Anhang 1

Abwärmennutzung Walzwerk (1/2)

Massnahme 30 B: Dampfanlage für Rauchgasnutzung Stossofen

- Durch die Abluft des Stossofen gehen nach REKU auch während der Heizperiode grosse Mengen Energie über den Kamin verloren

Ausgangssituation

24'500 Nm³/h Rauchgas von 500 °C → 170 °C bei 7'700 h/a entsprechen rund **3.3 MW_{th}** resp. **25 GWh_{th}/a**

Situation in Wintermonaten. Durch Betrieb des Abhitzekessel Nutzung von Abwärme im Bedarfsfall.

Numerische Auswertung 2013: 9'200 MWh_{th} durch Abhitzekessel genutzt, Rest über Kamin in Umwelt evakuiert.

- Massnahme: Dampferzeugung durch Rauchgas, Eigenstromerzeugung mittels zweistufiger Dampfturbine**

Eckdaten

Dampferzeugung max. ≈ 4.0 t/h bei 15 bar und 450 °C

Nutzbare Enthalpiedifferenz ≈ 1'000 kJ/kg

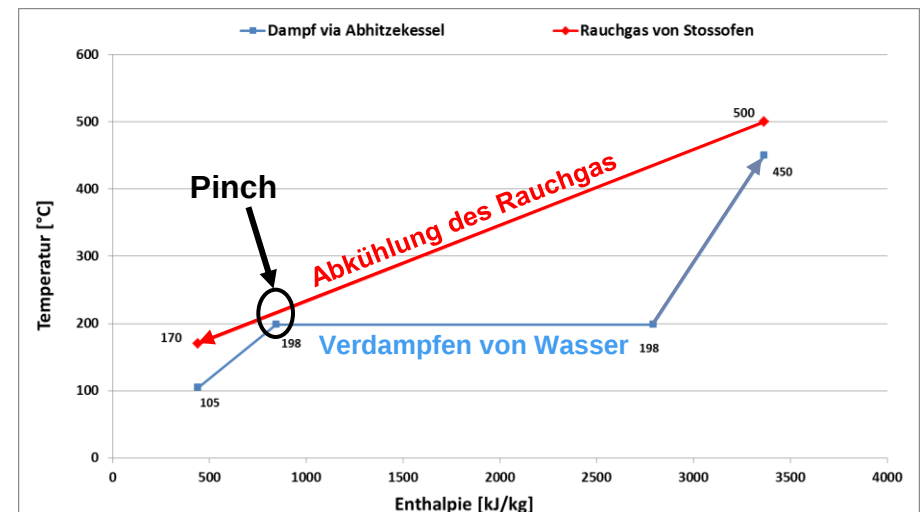
Thermischer Wirkungsgrad ≈ 0.66, $\eta_G \approx 0.92$

Elektrischer Wirkungsgrad ≈ 0.23

Abschätzung des zu erwartenden Nutzen

	Sommer, *3'000 h/a "nur Stromerzeugung"	Winter, *4'700 h/a "Strom- und Wärmeerzeugung"	Gesamt
MWh _{el} / a	2'063	1'587	
kCHF / a	171	132	310

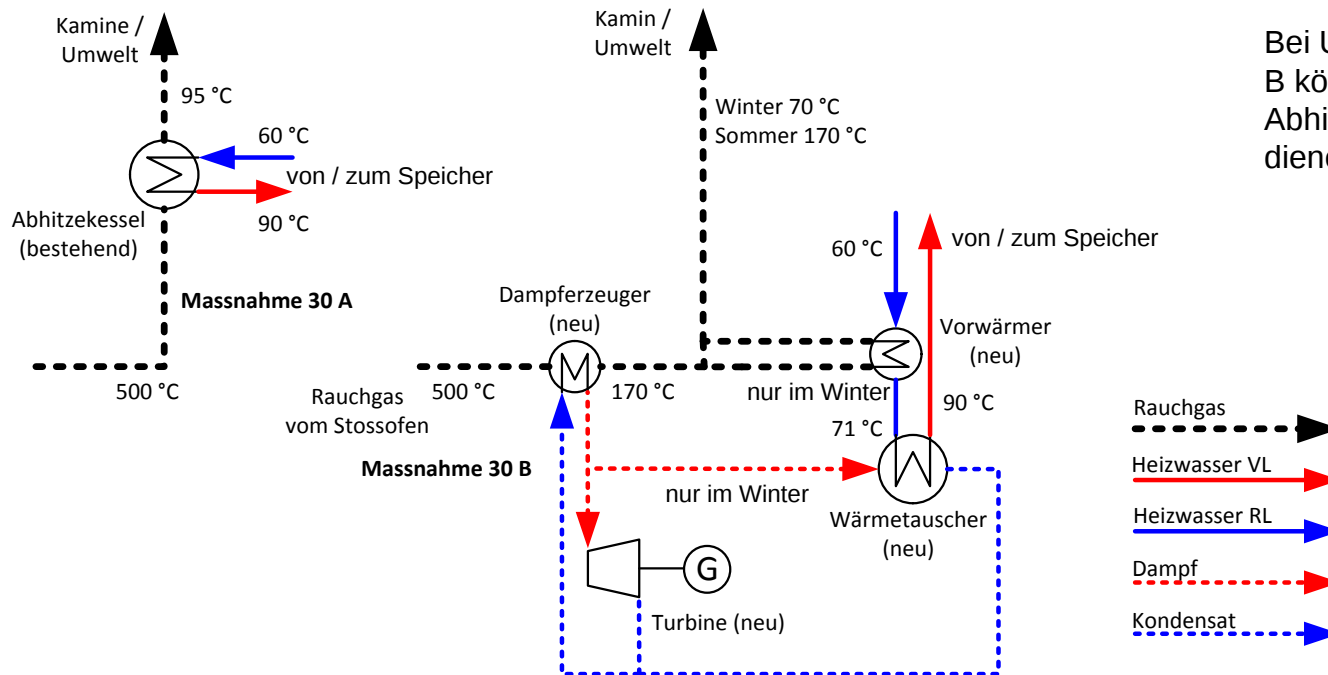
* Betriebszeiten als Volllast-Stunden



Abwärmenutzung Walzwerk (2/2)

Massnahme 30 B: Dampfanlage für Rauchgasnutzung Stossofen

■ Darstellung der Idee / Skizze



■ Wirtschaftlichkeit der Massnahmen 30 B

Investitionskosten für Dampferzeugung (Grobschätzung)

≈ 2.5 Mio. CHF

Einsparungen (Eigenstromerzeugung + Abwärmenutzung)

≈ 0.31 Mio. CHF/a

Payback (stat. / dyn.)

≈ 8 / 13.5 a

Schlussfolgerungen

- Das Stahlwerk in Gerlafingen zeigt diverse Energieoptimierungspotenziale. Dies sind einerseits Wärmerückgewinnungs-Potenziale, welche unmittelbar aus der Pinch-Analyse hervorgehen, zudem Prozessoptimierungen im Bereich des Lichtbogenofen sowie die Betriebsoptimierung der Werksheizung.
- Das Unternehmen Stahl Gerlafingen besteht aus mehreren Werken (Stahlwerk, Walzwerk, Ringcenter, Mattenfabrik), ist mehrere Hundert Meter lang und weist diverse Verkehrswege sowie ein Schienennetz auf. Der werksübergreifende Austausch von Abwärme ist aufwändig, dennoch konnte mit der Massnahme 42 eine «logistische» Prozessoptimierung im Sinne der Prozessintegration definiert werden.
- Die Pinch-Analyse hat sehr umfassende Potenziale zur Abwärmerückgewinnung aufgezeigt, die technische und wirtschaftliche Umsetzung ist in dem komplexen Prozess der Stahlherstellung jedoch oftmals schwierig (MN 3 und 4 oder auch die Vorwärmung von Falschluff (Lichtbogenofen), die Nutzung der (Erstarrungs-) Wärme im Abkühlprozess nach dem Stranggiessen).
- Die wesentlichen Einschränkungen bestehen darin, dass die Abwärme apparativ nicht greifbar oder die prozesstechnische Nutzung aufwändig ist (z.B. hohe Staubfracht in Abluft).
- Zusätzlich zur Pinch-Analyse bieten diverse Betriebsoptimierungen relevantes Einsparpotenzial. Weitere Massnahmen sind im KVP realisierbar. Gleiches gilt für Massnahmen mit hohem Payback. Diese sind bei Neuanschaffungen zu prüfen. Die Erzeugung von Dampf via Rauchgas ist ebenfalls definiert (MN 30 B).
- Die zur Umsetzung empfohlenen Massnahmen (teils an der Wirtschaftlichkeitsgrenze) weisen ein Potenzial von knapp 7 GWh_{el} und 55 GWh_{th} auf. Dies entspricht rund 9% des gesamten Energieverbrauch am Standort.

Empfehlungen

Wir empfehlen die Umsetzung nach folgendem Ablauf

- Wir empfehlen die Massnahme 1 (Bodenspülung Lichtbogenofen) sowie die Betriebsoptimierung der Werksheizung (MN 30 A) sofort umzusetzen.
- Weiterhin empfehlen wir, die Massnahmen 2 (Mehr Sauerstoff in Lichtbogenofen einblasen), 7 (Reduktion Kühlwassermassenstrom in StandBy- und PowerOff-Zeiten) und 47 (Isotunnel nach Stossofen) rasch umzusetzen.
- Die Verlängerung des Stossofen inkl. der Installation eines grösseren Rekuperator zur Brennluft-Vorwärmung (MN 40) bietet in Verbindung mit der Installation eines Ofenrechners grosses thermisches Einsparpotenzial und sollte daher anschliessend realisiert werden.
- Die Massnahme 42 (Rollgang) bietet sehr hohes Einsparpotenzial und sollte trotz ihrer hohen technischen Komplexität innerhalb der nächsten Jahre umgesetzt werden.
- Die Optimierung der Steuerung des Stossofen (MN 46) stellt ein kleineres Einsparpotenzial dar, greift jedoch nicht direkt in den Prozess ein. Die Massnahme sollte umgesetzt werden, jedoch nicht prioritär.

In der Umsetzungsphase wird eine energietechnische Begleitung sowie ein Energiecontrolling empfohlen

Wahrnehmung laufender Aufgaben

- Vertretung der Interessen von Stahl Gerlafingen
- Konzeptüberwachung
- Prüfen von Offerten
- Fortlaufende energetische Beratung im Projekt

Weitere Tätigkeiten

- Begleitung in Form von regelmässigen Projektreviews
- Bewertung von Lieferantenangeboten, Alternativvorschläge
- Weiterentwicklung von Massnahmen- und Projektvarianten

Weiteres Vorgehen und Umsetzungsfahrplan mit Etappierung

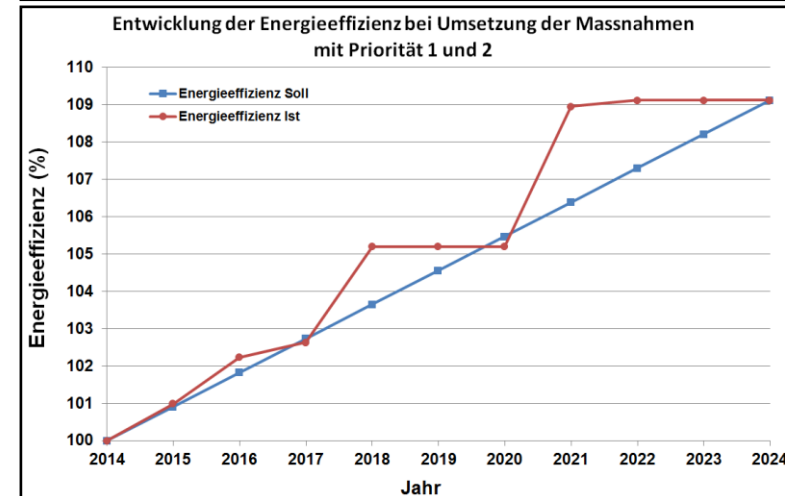
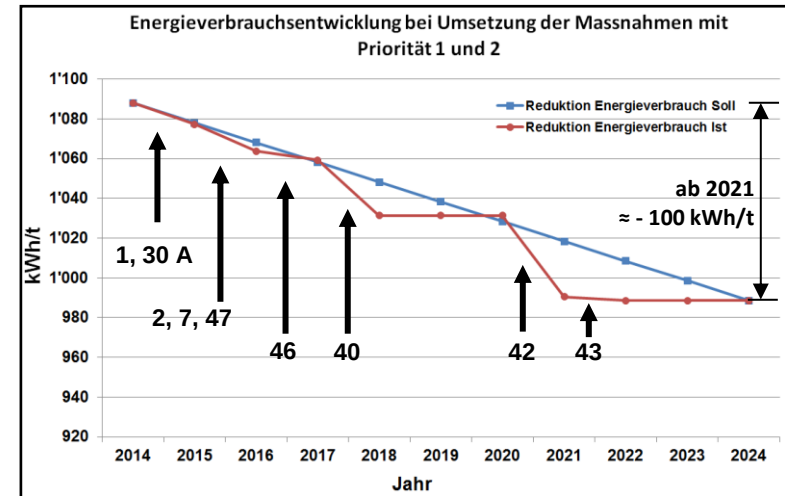
■ Vorschlag zur Umsetzung der Massnahmen

Massnahmen Priorität 1 und 2

- | | | |
|------|---|--|
| 1 | Bodenspülung LBO (SW) | |
| 2 | Mehr Sauerstoff in LBO einblasen (SW) | |
| 7 | Red. Kühlwasser Schacht bei StandBy- und PowerOff-Zeiten (SW) | |
| 30 A | Optimierung Werksheizung (TD) | |
| 40 | REKU / Verlängerung Stossofen (WW) | } sollte möglichst zeitgleich in Betrieb genommen werden |
| 42 | Rollgang Stahlwerk → Walzwerk (WW) | |
| 43 | Optimierung Steuerung Stossofen (WW) | |
| 46 | Installation Ofenrechner (WW) | |
| 47 | Isotunnel nach Stossofen (WW) | |

Massnahmen zur weiteren Prüfung

30 B Dampferzeugung aus Rauchgas prüfen, sobald die Massnahmen «Stossofen» umgesetzt (Potenzial Förderungen prüfen)





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



Anhang 1, Vollständige Massnahmenliste

Massnahmenliste zur Reduktion der Energie- und Produktionskosten bei Stahl Gerlafingen

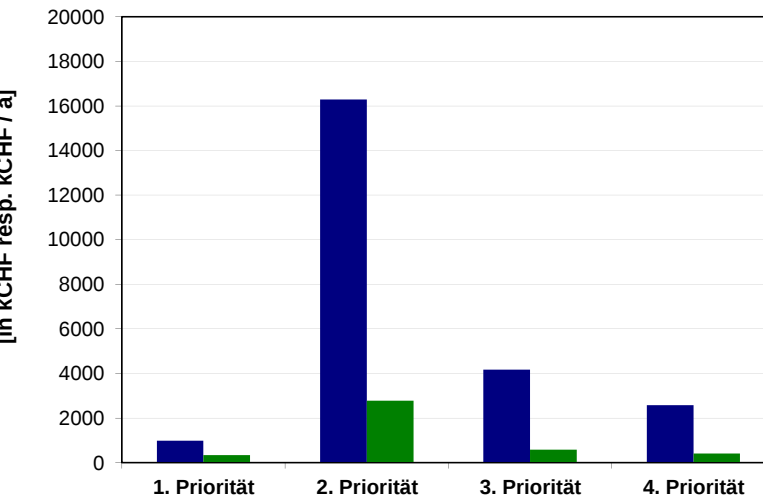
Stand 09.12.2014

Investitionskriterien (Jahr 2013)	
max. Payback (dyn.)	4 a
Laufzeit der Anlagen	8...15 a
Kapitalzins	8 % p.a
Teuerung Elektrizität	1 % p.a
Teuerung Erdgas	0.5 % p.a
Produktion Knüppel im Stahlwerk	620'000 t/a
Ofenfahrten (Chargen) Stahlwerk	7'700 1/a
Tap-to-Tap Zeit	48 min
Wert von zusätzlicher Produktionskapazität	100 CHF/t

Kosten für Energie, Medien und Sonstiges (1/2)		
Elektrizität	83 CHF/MWh	Arbeit und Leistung
Erdgas Hu	36 CHF/MWh	zzgl. Fixbetrag
CO ₂	7 CHF/t	Emissionshandel beachten
Feinkohle	20 CHF/t	
Diesel	120 CHF/100 Liter	
Elektroden	3600 CHF/t	Preise schwankend

Kosten für Energie, Medien und Sonstiges (2/2)		
Schrott	343 CHF/t	Schwankend
Knüppel	490 CHF/t	Herstellung Stahlwerk
Sauerstoff	86 CHF/1'000 Nm3	zzgl. Fixbetrag
Wasser	0 CHF/m3	
Stickstoff	0.75 CHF/m3	zzgl. Fixbetrag
Argon	0.20 CHF/m3	zzgl. Fixbetrag

Investitionen: Kostenschätzung von ± 25 % basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MwSt.

Nr.	Anlage	Massnahme	Investition	Einsparpotenziale										Payback		Laufzeit	NPV	Priorität		
				CHF Ertrag pro CHF investiert 1)										dyn	stat					
				Elektrizität		Thermisch (Erdgas / Kohle/ Diesel)		Medien		Betrieb	Total									
Menge	Ertrag	Menge	CO ₂	Ertrag	Menge	Ertrag	Ertrag	Ertrag	Ertrag ¹⁾	Ertrag										
MWh _{el} /a	kCHF/a	MWh _{th} /a	t/a	kCHF/a	t/a	kCHF/a	kCHF/a	kCHF/a	CHF/CHF	kWh/t	a	a	a	kCHF	1 - 2 - 3 - 4					
Zusammenfassung																				
Stahl Gerlafingen gesamt 28 Massnahmen			980	3100	257	6886	1363	257	0	-157	-17	341	0.3	16.1	3.3	2.9		1408	1	Investitionen kumuliert Einsparungen kumuliert 
			16290	3404	283	48172	17497	1842	0	-60	710	2774	0.2	83.2	7.8	5.9		8301	2	
			4170	4769	398	4952	981	185	0	0	0	581	0.1	15.7	10.3	7.2		370	3	
			2582	3756	312	2524	500	97	0	0	0	409	0.2	10.1	8.6	6.3		594	4	
Massnahmen Stahlwerk 14 Massnahmen			750	3100	257	3287	651	123	0	-157	0	223	0.3	10.3	4.0	3.4		821	1	
			290	3404	283	0	0	0	0	-60	0	223	0.8	5.5	1.4	1.3		1679	2	
			1090	612	51	4952	981	185	0	0	0	236	0.2	9.0	5.8	4.6		991	3	
			1100	2251	187	390	77	15	0	0	0	201	0.2	4.3	7.1	5.5		476	4	
Massnahmen Walzwerk 9 Massnahmen			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	1	
			16000	0	0	48172	17497	1842	0	0	710	2552	0.2	77.7	8.5	6.3		6622	2	
			530	480	42	0	0	0	0	0	0	40	0.1	0.8	38.1	13.3		-170	3	
			1240	0	0	2080	412	78	0	0	0	78	0.1	3.4	-	15.9		-552	4	
Massnahmen Technische Dienste 4 Massnahmen			230	0	0	3599	713	135	0	0	-17	118	0.5	5.8	2.2	2.0		588	1	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	2	
			2530	3650	303	0	0	0	0	0	0	303	0.1	5.9	12.9	8.4		-447	3	
			242	1505	125	54	11	5	0	0	0	129	0.5	2.5	2.1	1.9		670	4	
Massnahmen Ringcenter und Mattenfabrik 1 Massnahme			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	1	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	2	
			20	26	2	0	0	0	0	0	0	2	0.1	0.0	14.9	9.1		-5	3	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0	4	

Investitionen: Kostenschätzung von ± 25 % basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MwSt.

Nr.	Anlage	Massnahme	Investition	Einsparpotenziale											Payback		Laufzeit	NPV	Priorität	Vorschlag für Umsetzung	Erklärung / Massnahmenwirkung / Risiken / Wechselwirkungen
				CHF Ertrag pro CHF investiert 1)																	
				Elektrizität		Thermisch (Erdgas / Kohle/ Diesel)			Medien		Betrieb	Total		dyn	stat			1 - 2 - 3 - 4			
Menge MWh _{el} /a	Ertrag kCHF/a	Menge MWh _{th} /a	CO2 t/a	Ertrag kCHF/a	Menge t/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag ¹⁾ CHF/CHF	Ertrag kWh/t	a	a	a	kCHF								
Massnahmen Stahlwerk																					
1	Lichtbogen- ofen	Einsatz einer Bodenspülung im Lichtbogenofen	170	3'100	257					-60		198	1.2	5.0	0.9	0.9	15	1639	2	2014	Installation einer Bodenspülung um die Durchmischung und damit die Wärmeübertragung im Lichtbogen-Prozess zu verbessern. Als Spülgas wird Argon und Stickstoff eingesetzt. Grundlage ist das Angebot der RHI AG vom 21.10.2013. Neben der Reduktion des elektrischen Energie- verbrauchs und der Tap-to-Tap Zeit ist auch eine erhöhte Ausbringung denkbar. Das grösste Risiko der Massnahme besteht in einem Ver-sagen der 3 Spühlsteine ("Durchbruch"). Die potenzielle Mehrproduktion wurde nicht bewertet, da ein allfälliger Mehrverkauf an Endprodukt stark von der aktuellen Marktlage abhängig ist. Die Massnahmenwirkung wird (in Verbindung mit Massnahme 2) mit 5 kWh _{el} /t bewertet.
2	Lichtbogen- ofen	Mehr Sauerstoff in Lichtbogenofen einblasen	750	3'100	257	3'287	651	123		-157		223	0.3	10.3	4.0	3.4	15	821	1	2017	Erhöhung des über die Lanze eingebrachten Sauerstoff zur Absenkung und Substitution des spezifischen elektrischen Energieeinsatzes. Wird der Sauerstoff über eine zusätzliche Lanze in den Lichtbogenofen eingebracht, kann der Wärmeübertragung im Lichtbogenofen (Stahlbad) zusätzlich verbessert werden. Dem Gegenüber kann eine (leicht) reduzierte Ausbringung stehen, wenn eine erhöhte Eisenverbrennung durch den zusätzlichen Sauerstoff stattfindet. Der Ertrag durch den reduzierten Bezug von Elektrizität wird durch Kosten infolge eines höheren Sauerstoffverbrauchs belastet. Grundlage für die Massnahmenwirkung ist das Angebot / Studie der BSE (2014). Gegenüber der Studie BSE (2014) wird die Massnahmenwirkung (in Verbindung mit Massnahme 1) total mit 10 kWh/t bewertet.
3	TARA-Anlage	LECES-System	0																4	-	Massnahme wird nicht weiterverfolgt, da die Technik der Abgasnachverbrennung mit mehreren kleinen Brenner direkt in der Rohrleitung ("Flammenteppich") noch nicht ausgereift ist. Nutzen und Investitionskosten können derzeit nicht verlässlich definiert werden. Pilotprojekt weiter beobachten.
4	Lichtbogen- ofen, Schacht	Mehr Schrott vorwärmen in grösserem Schacht	0																4	-	Massnahme wird nicht weiterverfolgt, da die notwendigen baulichen Anpassungen aus heutiger Sicht nicht möglich resp.nicht wirtschaftlich sind. Das Schachtvolumen von rund 60 m3 kann nicht vergrössert werden.
5	Kühltürme	Ersatz Kühlwasserkreisumpen der Kühlkreisläufe K2, K3 und K4	270	1'600	133							133	0.5	2.6	2.2	2.0	8	531	4	2012	Durch die Anschaffung neuer Kühlwasserkreisumpen nach Stand der Technik konnte der (gemssene) Leistungsbezug spürbar reduziert werden (im Schnitt rund 200 kW). Die Massnahme wurde bereits im Jahr 2012 umgesetzt und diente ausschliesslich der Steigerung der Energieeffizienz.
6	Kühltürme	Reduktion Kühlwasser- Massenstrom Finger bei Standby- und Power-off Zeiten	60	84	7							7	0.1	0.1	12.7	8.7	8	-16	4	2012	Befindet sich der Lichtbogenofen nicht im Produktionsmodus, so kann in sog. Stand-By und Power-off Betriebszeiten der Massenstrom des Kühlwassers reduziert und somit elektrische Antriebsenergie für die Pumpen eingespart werden. Die Reduktion des Massenstrom ist nur eingeschränkt möglich, da die zu kühlenden Bauteile nach wie vor hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Die Massnahme wurde bereits im Jahr 2012 umgesetzt.
7	Kühltürme	Reduktion Kühlwasser- Massenstrom Schacht bei Standby- und Power-off Zeiten	120	304	25							25	0.2	0.5	5.5	4.7	8	39	2	2015	Befindet sich der Lichtbogenofen nicht im Produktionsmodus, so kann in sog. Stand-By und Power-off Betriebszeiten der Massenstrom des Kühlwassers reduziert und somit elektrische Antriebsenergie für die Pumpen eingespart werden. Die Reduktion des Massenstrom ist nur eingeschränkt möglich, da die zu kühlenden Bauteile nach wie vor hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind.
8	Kühltürme	Reduktion Kühlwasser- Massenstrom Gefäss+Deckel bei Standby- und Power-off Zeiten	60	221	18							18	0.3	0.4	3.7	3.3	8	52	4	2012	Befindet sich der Lichtbogenofen nicht im Produktionsmodus, so kann in sog. Stand-By und Power-off Betriebszeiten der Massenstrom des Kühlwassers reduziert und somit elektrische Antriebsenergie für die Pumpen eingespart werden. Die Reduktion des Massenstrom ist nur eingeschränkt möglich, da die zu kühlenden Bauteile nach wie vor hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Die Massnahme wurde bereits im Jahr 2012 umgesetzt.

Investitionen: Kostenschätzung von ± 25 % basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MwSt.																						
Nr.	Anlage	Massnahme	Investition	Einsparpotenziale												Payback		Laufzeit	NPV	Priorität	Vorschlag für Umsetzung	Erklärung / Massnahmenwirkung / Risiken / Wechselwirkungen
				CHF Ertrag pro CHF investiert 1)																		
				Elektrizität		Thermisch (Erdgas / Kohle/ Diesel)		Medien		Betrieb	Total			dyn	stat	a	kCHF					
Menge	Ertrag	Menge	CO2	Ertrag	Menge	Ertrag	Ertrag	Ertrag	Ertrag ¹⁾	Ertrag	a	a	a	kCHF								
kCHF	MWh _{el} /a	kCHF/a	MWh _{th} /a	t/a	kCHF/a	t/a	kCHF/a	kCHF/a	kCHF/a	CHF/CHF	kWh/t											
Massnahmen Stahlwerk																						
9	Erdgasstrahler	Ersatz veralteter, überdimensionierter Heizstrahler im Stahlwerk	120			422	84	16				16	0.1	0.7	10.9	7.6	10	-7	3	2018	Die bestehenden, überdimensionierten Heizstrahler, welche zwecks Frostschutz an neuralgischen Punkten über die Wintermonate in Betrieb genommen werden, sollen durch neue, richtig ausgelegte Strahler ersetzt werden. Die bestehenden Strahler sind am Hochdruckgasnetz angeschlossen. Dadurch ist bei jedem Gerät ein Druckreduzierventil nötig, welches gewartet werden muss um Leckagen zu verhindern. Die neue Lösung setzt auf Niederdruck-Strahler, die leistungsmässig kleiner dimensioniert sind und dadurch weniger Erdgas verbrennen. Umbauarbeiten am Netz für die Niederdruckversorgung gehen mit dieser Massnahme einher.	
10	TARA-Anlage	Vorwärmung der Brennerzuluft der Erdgasbrenner (TARA-Anlage)	570			3'570	707	133				133	0.2	5.8	5.3	4.3	10	616	3	2017	Das Rauchgas der Stahlproduktionsanlagen besitzt nach Austritt aus der Reaktionskammer hohes Abwärmepotenzial (höchste Temperaturniveau), ist jedoch stark mit Staub belastet. Ein klassischer Wärmetauscher ist in diesem Fall schwer zu realisieren und unwirtschaftlich (Investition rund 6.3 Mio. EUR, Offerte ABB). Spezielle Erdgasbrenner erlauben, einen Teil des Rauchgases (direkt aus dem Abluftkanal entnommen) zur Vorwärmung der Brennerluft zu nutzen. Durch die vorgewärmte Brennerluft kann ein Teil des Erdgaseinsatz substituiert werden, die definitive Massnahmenwirkung ist mit dem Hersteller der neuen Brenner abzusichern.	
11	Stützbrenner	Vorwärmung der Brennerzuluft der Erdgasbrenner (Stützbrenner)	150			959	190	36				36	0.2	1.5	4.8	4.2	10	176	3	2017	Das Rauchgas der Stahlproduktionsanlagen besitzt nach Austritt aus der Reaktionskammer hohes Abwärmepotenzial (höchstes Temperaturniveau), ist jedoch stark mit Staub belastet. Ein klassischer Wärmetauscher ist in diesem Fall schwer zu realisieren und unwirtschaftlich (Investition rund 6.3 Mio. EUR, Offerte ABB). Spezielle Erdgasbrenner erlauben, einen Teil des Rauchgases (direkt aus dem Abluftkanal entnommen) zur Vorwärmung der Brennerluft zu nutzen. Durch die vorgewärmte Brennerluft kann ein Teil des Erdgaseinsatz substituiert werden, die definitive Massnahmenwirkung ist mit dem Hersteller der neuen Brenner abzusichern.	
12	Pfannenfeuer	Vorwärmung Brennerluft für Pfannenfeuer	590			390	77	15				15	0.0	0.6	-	40	10	-456	4	-	Der Einsatz neuer Brenner ermöglicht die unmittelbare Nutzung der Abgase, welche mit einem Anteil von rund 50 % rezirkuliert und der Brennerzuluft wieder zugeführt werden. Die mittlere Temperatur der Brennerzuluft wird somit erhöht und der Erdgasverbrauch der Brenner reduziert. Ein klassischer Abgas-Wärmetauscher ist hier nur schwer zu realisieren (Distanz zur Abwärmequelle, "Mobilität" der Brenner / variable Positionen der vorzuwärmenden Pfannen, eingeschränkter Platzbedarf).	
13	Pfannenfeuer	Temperaturverluste der Pfanne reduzieren	250	612	51							51	0.2	1.0	6.1	4.9	10	207	3	2015	Heute kühlen die unter dem Lichtbogenofen platzierten und vorbeheizten Pfannen während ca. 10 Minuten Wartezeit vor dem Abstich (Sicherheit für den Fall eines Durchbruchs) ab. Der Abstich muss bei entsprechend höherer Temperatur erfolgen (Anforderungen der nachfolgenden Prozessschritte). In Zukunft erfolgt die Erdgasfeuerung (= Beheizung) solange, bis die Pfanne tatsächlich unter den Lichtbogenofen fährt. Beim Abstich hat die Pfanne eine höhere Temperatur, die Abstichtemperatur kann leicht abgesenkt werden.	
14	Beleuchtung Stahlwerk	Optimierung Beleuchtung	120	347	29							29	0.2	0.6	4.9	4.2	10	141	4	2012	In 7 Bereichen des gesamten Stahlwerks konnten Optimierungspotenziale betreffend der Beleuchtung identifiziert und umgesetzt werden.	

Investitionen: Kostenschätzung von ± 25 % basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MwSt.																					
Nr.	Anlage	Massnahme	Investition	Einsparpotenziale											Payback		Laufzeit	NPV	Priorität	Vorschlag für Umsetzung	Erklärung / Massnahmenwirkung / Risiken / Wechselwirkungen
				CHF Ertrag pro CHF investiert 1)											dyn	stat					
				Elektrizität		Thermisch (Erdgas / Kohle/ Diesel)		Medien		Betrieb	Total										
			kCHF	Menge MWh _{el} /a	Ertrag kCHF/a	Menge MWh _{th} /a	CO2 t/a	Ertrag kCHF/a	Menge t/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag ¹⁾ CHF/CHF	Ertrag kWh/t	a	a	a	kCHF	1 - 2 - 3 - 4		
Massnahmen Technische Dienste																					
30 A	Betriebs- optimierung Werksheizung	Betriebsoptimierung Werksheizung durch Anpassung der erzeugten Heisswassertemperatur	230			3'599	713	135			-17	118	0.5	5.8	2.1	2.0	10	588	1	2014	Die Massnahme schlägt die Reduktion der erzeugten Heisswassertemperatur von heute 140 °C auf zukünftig 90 °C vor (bestehender Abhitzekessel / Anforderung Heiznetz rund 80 °C). Damit bessere Ausnutzung der verfügbaren Temperaturkaskade seitens Stossofen (Rauchgas), mehr Abwärme nutzbar und Reduktion Erdgasverbrauch via Gasheizkessel. Anpassungen am Schichtspeicher steigern die Energieeffizienz zusätzlich (Vgl. S. 14 bis 16, Energieanalyse Helbling --> kein Betrieb ohne Nutzen). Die Abwärmennutzung via Abhitzekessel ist stark abhängig vom Ist-Betrieb des Stossofen (Ø verfügbare Rauchgastemperatur), so auch von der (zeitlichen) Umsetzung der MN 40, 42, 43, 46 und 47. Grund: Wengier Erdgasfeuerung im Stossofen reduziert das abs. verfügbare Abwärmepotenzial am Abhitzekessel (--> weniger Brennerzuluft = weniger Rauchgasmenge als Abluft für Abhitzekessel, vgl. insb. MN 40 (2)). Bei Umsetzung aller aufgeführten Stossofen-Massnahmen würde (bei ansonsten gleichbleibenden Bedingungen) das Abwärmepotenzial am Abhitzekessel sinken (= Mehrverbrauch Erdgas-Heizbrenner). In der Zukunft ist zu erwarten, dass die effektive Massnahmenwirkung (infolge Anpassung des Temperaturniveau, Optimierung Speicher, örtliche Isolation der Rohrleitung) zwischen rund 1'599 MWh/a und 3'600 MWh/a liegt, und zwar in Abhängigkeit der umgesetzten Massnahmen am Stossofen. Allfällige Investitionen zur Isolation der Rohrleitung (je noch örtlicher Notwendigkeit) sind nicht eingerechnet. Entsprechend können die notwendigen Investitionen zur Umsetzung des absoluten / gesamten Einsparpotenzial nicht abschliessend fest gemacht werden. Der mittlere Heizenergiebedarf seitens Werksheizung ist durch die Heizgradtage der Jahre 2004 bis 2013 bereinigt (Einmaleffekte).
30 B	Werksheizung mit Stossofen	Dampferzeugung aus Rauchgasen des Stossofen zur Erzeugung von Elektrizität	2'530	3'650	303							303	0.1	5.9	13.6	8.4	15	-447	3	2016	Auch nach Umsetzung der Massnahme 30 A gehen grosse Mengen von Abwärme (Rauchgas des Stossofen) auf hohem Temperaturnivau über den Kamin verloren (insbesondere ausserhalb der Heizperiode). Die Massnahme sieht die Erzeugung von überhitzten Dampf bei 15 bar vor, welcher anschliessend in einer Turbine zur Erzeugung von Elektrizität entspannt wird. Im Winterbetrieb fällt das nutzbare Potenzial kleiner aus, da soweit möglich der Bedarf an Heizenergie der Werksheizung gedeckt werden soll. Staatliche Förderungen sind bei Konkretisierung zu prüfen.
31	Beleuchtung Lehrwerkstatt	Optimierung der Beleuchtung Lehrwerkstatt	20	8	1							1	0.0	0.0	-	31	10	-17	4	2014	In der Lehrwerkstatt werden die bestehenden Lampen durch neue mit reduzierter Leistung ersetzt. Die Massnahme wurde im Jahr 2014 umgesetzt.
32	WRG Druckluft für Kantine	Umrüstung Kompressor K7 auf Heisskühlung und Zusammenschluss Druckluftnetz	222	1'497	124	54	11	5				129	0.6	2.5	2	2	10	686	4	2012	Ein neuer Büroraum (vorher Lager, unbeheizt) und ein Kantinenraum (bislang elektrisch beheizt) werden in Zukunft mittels Abwärme des Kompressor K7 beheizt. Damit wird die elektrische Beheizung der Kantine eliminiert und hohe Anschlusskosten an das Werksheiznetz eingespart. Zusätzlich wurden das bestehende Druckluftnetz (separate "Inselnetze") zu einem zentralen Druckluftnetz zusammengeschlossen. Die Massnahme wurde 2012 umgesetzt und durch ProEda mit rund 40'000 CHF gefördert.

Investitionen: Kostenschätzung von ± 25 % basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MwSt.																						
Nr.	Anlage	Massnahme	Investition	Einsparpotenziale											Payback		Laufzeit	NPV	Priorität	Vorschlag für Umsetzung	Erklärung / Massnahmenwirkung / Risiken / Wechselwirkungen	
				CHF Ertrag pro CHF investiert 1)											dyn	stat						
				Elektrizität		Thermisch (Erdgas / Kohle/ Diesel)		Medien		Betrieb	Total											
			kCHF	Menge MWh _{el} /a	Ertrag kCHF/a	Menge MWh _{th} /a	CO2 t/a	Ertrag kCHF/a	Menge t/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag ¹⁾ CHF/CHF	Ertrag kWh/t	a	a	a	kCHF	1 - 2 - 3 - 4			
Massnahmen Walzwerk																						
40	REKU Stossofen	Ofenverlängerung und Optimierung Rekuperatur des Stossofen	4200			17339	11361	648				648	0.2	28.0	9.2	6.5	15	1'535	2	2017	(1) Durch Verlängerung des Stossofen wird die Verweilzeit der Knüppel im Ofen erhöht. Die Knüppel müssen weniger überhitzt werden (mehr Zeit für Wärmeübergang). Die Ofentemperatur und der Erdgasverbrauch sinken. Ebenfalls wird die Abnahme der Rauchgas-temperatur von 850...900 °C auf rund 800 °C erwartet. Diese Entwicklung ist für den neuen Rekuperatur unter Punkt (2) und für die MN 30 Optimierung Werksheizung zu beachten. Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42 bereinigt (Annahme, dass MN 42 umgesetzt wird). (2) Der verlängerte Stossofen ermöglicht den Einsatz eines grösseren Rekuperator. Die Brennerzuluft des Stossofen wird auf ein höheres Temperaturniveau vorgewärmt, damit der Erdgasverbrauch reduziert. Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42, 47 und 40 (1) bereinigt (Annahme der vorherigen Umsetzung). Aufgrund des dann vorliegenden Erdgasverbrauch am Stossofen von rund 121'000 MWh/a (vorher 161'000 MWh/a) wird ebenfalls die Brennerzuluft (14'000 Nm3/h) und das Rauchgas (20'500 Nm3/h) sinken. Die abs. Wirkung der Massnahme fällt damit gegenüber der Berechnung mit den Ist-Zahlen aus 2013 tiefer aus.	
41	REKU Hubherdofen	Optimierung Rekuperatur Hubherdofen (höhere Temperatur Brennerzuluft)	1200			1979	392	74				74	0.1	3.2	-	16.2	15	-545	4	-	Analog der Optimierung des Stossofen, jedoch ohne Ofenverlängerung. Das Potenzial zur Erhöhung der Abwärmerückgewinnung ist beim Hubherdofen gering. Die Massnahme wird aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht weiter verfolgt.	
42	Rollgang für Heisseinsatz im Stossofen	Rollgang und isolierte Knüppelaufgabe für Heisseinsatz Stossofen	10800			25322	5045	987			710	1697	0.2	40.8	8.9	6.4	15	4'267	2	2017	Prozessoptimierung im Bereich zwischen dem Strangguss (Stahlwerk) und Stossofen (Walzwerk) zur Erhöhung der Warmeinsatztemperatur. Reduktion der Temperaturverluste durch zeitlich Verkürzung des Prozessschritt (= weniger Erdgasfeuerung im Stossofen). Das berechnete Einsparpotenzial entspricht der rein physikalisch / thermodynamischen Energiemenge. Durch den feuerungstechnischen Wirkungsgrad des Stossofen (= Überhitzen der Knüppel) kann das tatsächliche Einsparpotenzial je nach Betriebssituation (u.a. tatsächliche Einsatztemperatur, 100 % störungsfreier Betrieb im Stossofen und beim Rollgang) höher ausfallen, und im günstigsten Fall auf (theo.) max. 44'000 MWh/a ansteigen (vgl. Bericht GIWEP vom 09.05.2014). Der statische Payback beträgt in diesem "perfekten" Szenario rund 4.5 Jahre.	
43	Steuerung Stossofen	Optimierung der Steuerung im Stossofen	270			1141	226	43				43	0.2	1.8	8.9	6.3	15	107	2	2017	Durch den Einbau schnellerer Regelemente kann die Ofenführung des Stossofen verbessert und damit Erdgas eingespart werden. Die Abschätzung des thermischen Einsparpotenzials (Erdgas) ist komplex / unsicher und daher als grobe Schätzung zu verstehen. Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42, 47, 40 und 46 bereinigt (Annahme der vorherigen Umsetzung), da dass Einsparpotenzial prozentual ermittelt wird.	
44	Niedrig-emissionslack Stossofen	Reduktion Emissionverluste durch Auftrag eines Niedrigemissionslack (Stossofen)	20			44	9	2				2	0.1	0.1	18.0	12.1	10	-5	4	2017	Durch die grosse Oberfläche und Temperaturen des Stossofen entstehen Verluste durch Strahlung und Konvektion. Der Auftrag eines Niedrigemissionslacks soll helfen, diese Verlust zu begrenzen. Es ist zu beachten, dass das theoretische Potenzial durch folgende Punkte gemindert wird: Tragende Bauteile (Flächen) dürfen aus Sicherheitsgründen nicht lackiert werden. Teile der eingesparten Konvektions- und Strahlungsverluste werden über die Abluft aus dem Ofen transportiert.	

Investitionen: Kostenschätzung von ± 25 % basierend auf Richtofferten und Erfahrungswerten, exkl. MwSt.																						
Nr.	Anlage	Massnahme	Investition	Einsparpotenziale											Payback		Laufzeit	NPV	Priorität	Vorschlag für Umsetzung	Erklärung / Massnahmenwirkung / Risiken / Wechselwirkungen	
				CHF Ertrag pro CHF investiert 1)											dyn	stat						
				Elektrizität		Thermisch (Erdgas / Kohle/ Diesel)		Medien		Betrieb	Total											
			kCHF	Menge MWh _{el} /a	Ertrag kCHF/a	Menge MWh _{th} /a	CO2 t/a	Ertrag kCHF/a	Menge t/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag kCHF/a	Ertrag ¹⁾ CHF/CHF	Ertrag kWh/t	a	a	a	kCHF	1 - 2 - 3 - 4			
Massnahmen Walzwerk																						
45	Niedrig-emissionslack Hubherdofen	Reduktion Emissionverluste durch Auftrag eines Niedrigemissionslack (Hubherdofen)	20			56	11	2				2	0.1	0.1	11.9	9.6	10	-2	4	2017	Durch die grosse Oberfläche und Temperaturen des Hubherdofen entstehen Verluste durch Strahlung und Konvektion. Der Auftrag eines Niedrigemissionslacks soll helfen, diese Verlust zu begrenzen. Es ist zu beachten, dass das theoretische Potenzial durch folgende Punkte gemindert wird: Tragende Bauteile (Flächen) dürfen aus Sicherheitsgründen nicht lackiert werden. Teile der eingesparten Konvektions- und Strahlungsverluste werden über die Abluft aus dem Ofen transportiert.	
46	Ofenrechner Stossofen	Installation eines Ofenrechner im Stossofen	260			2685	532	100				100	0.4	4.3	3.0	2.6	15	629	2	2016	Durch die Installation eines Ofenrechners kann der Ofen optimal gefahren werden. Unnötig überhitzte Knüppel werden vermieden und die Ofentemperaturen gemäss den Anforderungen angepasst (bedarfsgerechte Erdgasfeuerung). Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42, 47 und 40 bereinigt (Annahme der vorherigen Umsetzung), da dass Einsparpotenzial prozentual ermittelt wird.	
47	Isotunnel nach Stossofen	Isotunnel zwischen Stossofen und erstem Gerüst zur Reduktion der Strahlungsverluste	470			1686	334	63				63	0.1	2.7	11.5	7.5	15	83	2	2015	Auf dem 12 m langen Weg zwischen dem Ausgang des Stossofen und dem ersten Gerüst verlieren die Knüppel an Temperatur. Um die Prozessanforderungen zu gewährleisten, sind die Knüppel im Stossofen auf ein entsprechend höheres Temperaturniveau zu bringen. Der Isolationstunnel ermöglicht die Reduktion der Austrittstemperatur der Knüppel vom Stossofen um rund 10 bis 20 °C. Das berechnete Einsparpotenzial entspricht der rein physikalisch / thermodynamischen Energiemenge. Durch den feuerungstechnischen Wirkungsgrad des Stossofen (= Überhitzen der Knüppel), aber auch in Abhängigkeit des aktuellen Umsatz (t/h) des Stossofen kann das tatsächliche Einsparpotenzial höher ausfallen resp. variieren (hier geringe Bedeutung wegen insgesamt tieferem abs. Einsparpotenzial).	
48	Antriebe Kombistrasse	Ersatz Antriebe Vorstrasse der Kombiwalzstrasse	530	480	40							40	0.1	0.8	40	13.3	15	-170	3	2014	Derzeit besitzt die Kombistrasse des Walzwerk ein Gleichstromantriebssystem (Baujahr 1996). Es ist der Ersatz durch ein energieeffizienteres System geplant. Im Zuge dieses Projekts sollen ebenfalls neue Motoren mit höherer Energieeffizienz installiert werden. Die Projektumsetzung ist für den Zeitraum Dezember 2014 bis März 2015 geplant. Die ausgewiesenen Investitionskosten sind um 300'000 CHF Förderbeiträge von ProKilowatt bereinigt (würde der Förderantrag gestellt werden).	
Massnahmen Ringcenter und Mattenfabrik																						
50	Reckmotoren	Neue Antriebsmotoren für Reckmaschinen mit IE3-Effizienzklasse	20	26	2							2	0.1	0.0	14.9	9.1	10	-5	3	2015	Bei den Reckmaschinen ist der Ersatz der bestehenden Motoren geplant. In Zukunft sollen Geräte mit höchster Energieeffizienz (IE3) zum Einsatz kommen. In der Investitionsrechnung sind die resultierenden Zusatzkosten aufgeführt, welche durch Realisation der energieeffizienten Variante entstehen (Gesamtinvestition rund 1.5 Mio. EUR, 1 EUR = 1.25 CHF)	

Anhang 2, Massnahmenblätter

Einsatz einer Bodenspülung im Lichtbogenofen

Massnahmenbeschreibung

Installation einer Bodenspülung um die Durchmischung und damit die Wärmeübertragung im Lichtbogen-Prozess zu verbessern. Als Spülgas wird Argon und Stickstoff eingesetzt. Grundlage ist das Angebot der RHI AG vom 21.10.2013. Neben der Reduktion des elektrischen Energieverbrauchs und der Tap-to-Tap Zeit ist auch eine erhöhte Ausbringung denkbar. Das grösste Risiko der Massnahme besteht in einem Versagen der 3 Spülsteine ("Durchbruch"). Die potenzielle Mehrproduktion wurde nicht bewertet, da ein allfälliger Mehrverkauf an Endprodukt stark von der aktuellen Marktlage abhängig ist. Die Massnahmenwirkung wird (in Verbindung mit Massnahme 2) mit 5 kWh_e/t bewertet.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Gasventilstand inkl. Spülsteine (RHI) (monatlicher Austausch von 3 Spülsteinen, siehe unten)	St.	1	42'000	42	3'100
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				42	3'100
MSR	St.	0		0	
Montage (Sauerstoff- und Gasleitungen, OWI-TEC)	St.	1	82'000	82	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				124	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	25		31	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		12	
Total				167	3'100

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

M 1 Einsatz einer Bodenspülung im Lichtbogenofen			
Wärmeeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Stromeinsparung	3'100 MWh/a		257 kCHF/a
Mehraufwände für Spülgas			(-) 9 kCHF/a
Mehraufwände für Verschleiss der 3 Spülsteine			(-) 50 kCHF/a
Gesamteinsparung	3'100 MWh/a		198 kCHF/a
Investition			167 kCHF
Payback (dynamisch)			0.9 a
NPV (15 Jahre)			1'639 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten			Kommentar
- Produktion Lichtbogenofen	t/a	620'000	Basis Jahr 2013
- Abstich pro Charge	t	80	
- Chargen pro Jahr	1/a	7'750	Basis Jahr 2013
- Dauer Charge	min	48	
- Ausbringen	%	92	
- Elektrischer Energiebedarf	kWh _e /t	328	Basis Jahr 2013
- Nutzen aus zusätzlichem Ausbringen	CHF/t	100	Als monetärer Nutzen nicht berücksichtigt, da
- Erhöhung des Anteil "Ausbringen"	%	0.5	potenzieller (Mehr-) Verkauf unsicher ist
- Reduzierte Abstichzeit durch Massnahme	min	1	
- Reduktion elektrischer Energieverbrauch	kWh _e /t	5	
- Verbrauch Spülgas	Nm ³ /h	8	Ar und N ₂ , durch 3 Spülsteine
- Kosten pro Spülstein	CHF/Stück	1'400	Austausch monatlich
Energiebetrachtung			Kommentar
Produktionsmenge	t/a	620'000	IST NEU
Betriebsstunden pro Jahr	h/a		
Stromleistung Prozess	kW		Hier nicht relevant
Stromenergie Prozess	MWh/a	203'360	200'260 Nur LBO, Basis Jahr 2013
Einsparung Elektrizität	MWh/a		3'100
Heizleistung Prozess	kW		
Heizenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung thermische Energie	MWh/a		
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Hier nicht relevant
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	16'879	16'622
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0 Hier nicht relevant
Kosten für durch Mehraufwände	kCHF/a		60 Spülgas und Spülsteine
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		198
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		1.2

Mehr Sauerstoff in Lichtbogenofen einblasen

Massnahmenbeschreibung

Erhöhung des über die Lanze eingebrachten Sauerstoff zur Absenkung und Substitution des spezifischen elektrischen Energieeinsatzes. Wird der Sauerstoff über eine zusätzliche Lanze in den Lichtbogenofen eingebracht, kann der Wärmeübertragung im Lichtbogenofen (Stahlbad) zusätzlich verbessert werden. Dem gegenüber kann eine (leicht) reduzierte Ausbringung stehen, wenn eine erhöhte Eisenverbrennung durch den zusätzlichen Sauerstoff stattfindet. Der Ertrag durch den reduzierten Bezug von Elektrizität wird durch Kosten infolge eines höheren Sauerstoffverbrauchs belastet. Grundlage für die Massnahmenwirkung ist das Angebot / Studie der BSE (2014). Gegenüber der Studie BSE (2014) wird die Massnahmenwirkung (in Verbindung mit Massnahme 1) total mit 10 kWh/t bewertet.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
2 neue zusätzliche Sauerstofflanzen	St.	2	225'000	450	3'100 3'287
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				450	6'387
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	1	150'000	150	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				600	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	15		90	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		60	
Total				750	6'387

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

M 2 Mehr Sauerstoff in Lichtbogenofen einblasen			
Wärmeeinsparung	3'287 MWh/a		118 kCHF/a
Stromeinsparung	3'100 MWh/a		257 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		651 tCO ₂ /a	5 kCHF/a
Mehraufwände für zusätzlichem Sauerstoff			(-) 157 kCHF/a
Gesamteinsparung	6'387 MWh/a	651 tCO₂/a	223 kCHF/a

Investition	750 kCHF
Payback (dynamisch)	4.0 a
NPV (15 Jahre)	821 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten		Kommentar		
- Produktion Lichtbogenofen (LBO)	t/a	620'000		Basis Jahr 2013
- Elektrischer Energiebedarf	kWh / t	328		Basis Jahr 2013
- Reduktion Elektrizität	kWh / t	5		Gegenüber Verbrauch 2013 (Studie BSE)
- Bedarf Erdgas	Nm ³ / t	9.2		Basis Jahr 2013
- Reduktion Erdgas	Nm ³ / t	0.5		Gegenüber Verbrauch 2013 (Studie BSE)
- Mehrverbrauch Sauerstoff	Nm ³ / t	3		Gegenüber Verbrauch 2013 (Studie BSE)
Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	620'000	620'000	Hier Produktionsmenge relevant
Betriebsstunden pro Jahr	h/a			
Stromleistung Prozess	kW			Leistung hier nicht relevant
Stromenergie Prozess	MWh/a	203'360	200'260	Nur LBO, Basis Jahr 2013
Einsparung Elektrizität	MWh/a		3'100	
Heizleistung Prozess	kW			
Heizenergie Prozess	MWh/a	57'766	54'479	Nur LBO, Basis Jahr 2013
Einsparung thermische Energie	MWh/a		3'287	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Emissionshandel beachten
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	18'958	18'583	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	80	76	Emissionshandel beachten
Kosten für durch Mehraufwände	kCHF/a		157	Mehrverbrauch Sauerstoff
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		223	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		1.2	

Ersatz Kühlwasserkreisumpen der Kühlkreisläufe K2, K3 und K4

Massnahmenbeschreibung

Durch die Anschaffung neuer Kühlwasserkreisumpen nach Stand der Technik konnte der (gemessene) Leistungsbezug spürbar reduziert werden (im Schnitt rund 200 kW). Die Massnahme wurde bereits im Jahr 2012 umgesetzt und diente ausschliesslich der Steigerung der Energieeffizienz.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Gesamtinvestition gemäss Kreditantrag Stahl Gerlafingen	St.	1	264'000	264	1'600
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				264	1'600
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				264	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	0		0	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				264	1'600

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

M 5 Ersatz Kühlwasserkreisumpen der Kühlkreisläufe K2, K3 und K4			
Wärmeeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Stromeinsparung	1'600 MWh/a		133 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	1'600 MWh/a	0 tCO₂/a	133 kCHF/a

Investition	264 kCHF
Payback (dynamisch)	2.2 a
NPV (8 Jahre)	531 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Jährliche (Gesamt-) Betriebszeit der Pumpen	h/a	8'000	Gemäss Kreditantrag Stahl Gerlafingen 2012
- Lastgang vor der Effizienzmassnahme	kW	5'150	Messung des Lastgang über ca. 14 Tage
- Lastgang nach der Effizienzmassnahme	kW	4'950	Messung des Lastgang über ca. 14 Tage

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	8'000	8'000	
Stromleistung Prozess	kW	5'150	4'950	Betrachtung Jahres-durchschnitt
Stromenergie Prozess	MWh/a	41'200	39'600	
Einsparung Elektrizität	MWh/a		1'600	
Heizleistung Prozess	kW			
Heizenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung thermische Energie	MWh/a			
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Hier nicht relevant
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	3'420	3'287	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0	Hier nicht relevant
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		133	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		3.9	

Reduktion Kühlwasser-Massenstrom Finger bei Standby- und Power-off Zeiten

Massnahmenbeschreibung

Befindet sich der Lichtbogenofen nicht im Produktionsmodus, so kann in sog. Stand-By und Power-off Betriebszeiten der Massenstrom des Kühlwassers reduziert und somit elektrische Antriebsenergie für die Pumpen eingespart werden. Die Reduktion des Massenstrom ist nur eingeschränkt möglich, da die zu kühlenden Bauteile nach wie vor hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Die Massnahme wurde bereits im Jahr 2012 umgesetzt.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Pumpen / Rohrleitungen (unrelevant für Energieeffizienz) FU-Betrieb für Volumenstromdrosselung	St. St.	1 1	0 26'000	0 26	84
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				26	84
MSR / Steuerung	St.	1	15'000	15	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				41	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	30		12	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		4	
Total				57	84

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

M 6 Reduktion Kühlwasser-Massenstrom Finger bei Standby- und Power-off Zeiten			
Wärmeeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Stromeinsparung	84 MWh/a		7 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	84 MWh/a	0 tCO₂/a	7 kCHF/a

Investition	57 kCHF
Payback (dynamisch)	12.7 a
NPV (8 Jahre)	-16 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Jährliche (Gesamt-) Betriebszeit der Pumpen	h/a	8'700	
- Massenstrom Kühlwasser Finger im Normalbetrieb	m ³ /h	448	Durchschnitt, Basis Jahr 2013
- Faktor für Reduktion des Massenstrom Kühlwasser	-	0.40	Nur in Stand-By und Power-off Zeiten
- Jährliche Stand-By und Power-off Zeiten	h/a	3'200	Abhängig von tatsächlicher Betriebssituation
- Förderhöhe Pumpe	m ³ /h	50	
- Wirkungsgrad Pumpe	-	0.94	

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	8'700	8'700	
Stromleistung Prozess	kW	65	56	Im Jahresdurchschnitt reduzierte Leistung durch geringere Fördermenge im Stand-By
Stromenergie Prozess	MWh/a	568	484	
Einsparung Elektrizität	MWh/a		84	
Heizleistung Prozess	kW			
Heizenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung thermische Energie	MWh/a			
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Hier nicht relevant
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	47	40	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0	Hier nicht relevant
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		7	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		14.7	

Reduktion Kühlwasser-Massenstrom Schacht bei Standby- und Power-off Zeiten

Massnahmenbeschreibung

Befindet sich der Lichtbogenofen nicht im Produktionsmodus, so kann in sog. Stand-By und Power-off Betriebszeiten der Massenstrom des Kühlwassers reduziert und somit elektrische Antriebsenergie für die Pumpen eingespart werden. Die Reduktion des Massenstrom ist nur eingeschränkt möglich, da die zu kühlenden Bauteile nach wie vor hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Umbau Motoren auf FU-Betrieb inkl. Anpassung Steuerung	St.	4	20'000	80	304
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				80	304
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				80	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	30		24	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		8	
Total				112	304

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

M 7 Reduktion Kühlwasser-Massenstrom Schacht bei Standby- und Power-off Zeiten				
Wärmeeinsparung	0 MWh/a			0 kCHF/a
Stromeinsparung	304 MWh/a			25 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a		0 kCHF/a
Gesamteinsparung	304 MWh/a	0 tCO₂/a		25 kCHF/a

Investition	112 kCHF
Payback (dynamisch)	5.5 a
NPV (8 Jahre)	39 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Jährliche (Gesamt-) Betriebszeit der Pumpen	h/a	8'700	
- Massenstrom Kühlwasser Finger im Normalbetrieb	m ³ /h	1'103	Durchschnitt, Basis Jahr 2013
- Faktor für Reduktion des Massenstrom Kühlwasser	-	0.40	Nur in Stand-By und Power-off Zeiten
- Jährliche Stand-By und Power-off Zeiten	h/a	3'200	Abhängig von tatsächlicher Betriebssituation
- Förderhöhe Pumpe	m ³ /h	75	
- Wirkungsgrad Pumpe	-	0.95	

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	8'700	8'700	
Stromleistung Prozess	kW	238	203	Im Jahresdurchschnitt reduzierte Leistung durch geringere Fördermenge im Stand-By
Stromenergie Prozess	MWh/a	2'069	1'764	
Einsparung Elektrizität	MWh/a		304	
Heizleistung Prozess	kW			
Heizenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung thermische Energie	MWh/a			
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Hier nicht relevant
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	172	146	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0	Hier nicht relevant
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		25	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		14.7	

Reduktion Kühlwasser-Massenstrom Gefäss+Deckel bei Standby- und Power-off Zeiten

Massnahmenbeschreibung

Befindet sich der Lichtbogenofen nicht im Produktionsmodus, so kann in sog. Stand-By und Power-off Betriebszeiten der Massenstrom des Kühlwassers reduziert und somit elektrische Antriebsenergie für die Pumpen eingespart werden. Die Reduktion des Massenstrom ist nur eingeschränkt möglich, da die zu kühlenden Bauteile nach wie vor hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Die Massnahme wurde bereits im Jahr 2012 umgesetzt.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Pumpen / Rohrleitungen (unrelevant für Energieeffizienz) FU-Betrieb für Volumenstromdrosselung	St. St.	1 1	0 26'000	0 26	221
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				26	221
MSR	St.	1	15'000	15	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				41	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	30		12	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		4	
Total				57	221

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

M 8 Reduktion Kühlwasser-Massenstrom Gefäss+Deckel bei Standby- und Power-off Zeiten				
Wärmeeinsparung	0 MWh/a			0 kCHF/a
Stromeinsparung	221 MWh/a			18 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a		0 kCHF/a
Gesamteinsparung	221 MWh/a	0 tCO₂/a		18 kCHF/a

Investition	57 kCHF
Payback (dynamisch)	3.7 a
NPV (8 Jahre)	52 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Jährliche (Gesamt-) Betriebszeit der Pumpen	h/a	8'700	
- Massenstrom Kühlwasser Gefäss im Normalbetrieb	m ³ /h	583	Durchschnitt, Basis Jahr 2013
- Massenstrom Kühlwasser Deckel im Normalbetrieb	m ³ /h	418	Durchschnitt, Basis Jahr 2014
- Faktor für Reduktion des Massenstrom Kühlwasser	-	0.40	Nur in Stand-By und Power-off Zeiten
- Jährliche Stand-By und Power-off Zeiten	h/a	3'200	Abhängig von tatsächlicher Betriebssituation
- Förderhöhe Pumpe	m ³ /h	60	
- Wirkungsgrad Pumpe	-	0.95	

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a		
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	8'700	8'700
Stromleistung Prozess	kW	173	147
Stromenergie Prozess	MWh/a	1'501	1'280
Einsparung Elektrizität	MWh/a		221
Heizleistung Prozess	kW		
Heizenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung thermische Energie	MWh/a		
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	125	106
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		18
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		14.7

Ersatz veralteter, überdimensionierter Heizstrahler im Stahlwerk
Massnahmenbeschreibung

Die bestehenden, überdimensionierten Heizstrahler, welche zwecks Frostschutz an neuralgischen Punkten über die Wintermonate in Betrieb genommen werden, sollen durch neue, richtig ausgelegte Strahler ersetzt werden. Die bestehenden Strahler sind am Hochdruckgasnetz angeschlossen. Dadurch ist bei jedem Gerät ein Druckreduzierventil nötig, welches gewartet werden muss um Leckagen zu verhindern. Die neue Lösung setzt auf Niederdruck-Strahler, die leistungsmässig kleiner dimensioniert sind und dadurch weniger Erdgas verbrennen. Umbauarbeiten am Netz für die Niederdruckversorgung gehen mit dieser Massnahme einher.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Niederdruck Stammleitung	St.	1	9'990	10	422
Hochdruck Gasleitung	St.	1	4'101	4	
Teilzahlung 90% Material und Inbetriebnahme Gasstrasse	St.	1	11'994	12	
Schlussrechnung 10% Material und Inbetriebnahme	St.	1	1'333	1	
Gasstrahler	St.	1	32'750	33	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				60	422
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				60	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	St.	1	55'082	55	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				115	422

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

M 9 Ersatz veralteter, überdimensionierter Heizstrahler im Stahlwerk			
Wärmeeinsparung	422 MWh/a	15 kCHF/a	
Stromeinsparung	0 MWh/a	0 kCHF/a	
Reduktion CO ₂ -Emissionen total	84 tCO ₂ /a	1 kCHF/a	
Gesamteinsparung	422 MWh/a	84 tCO₂/a	16 kCHF/a
Investition		115 kCHF	
Payback (dynamisch)		10.9 a	
NPV (10 Jahre)		-7 kCHF	

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Erdgasstrahler aktuelles Modell	m3 Erdgas /h	0.70	40 Stück im Einsatz (heute)
- Erdgasstrahler vom Typ GH7K Pakole	m3 Erdgas /h	0.74	10 Stück im Einsatz (Zukunft)
- Erdgasstrahler vom Typ AP721 GoGas	m3 Erdgas /h	0.32	30 Stück im Einsatz (Zukunft)
- Anzahl Heiztage für Frostschutz	d/a	160	
- Betriebsstunden pro Tag	h/a	24	

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	0	0	
Anzahl Heiztage für Frostschutz	d/a	3'840	3'840	
Stromleistung Prozess	kW			
Stromenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung Elektrizität	MWh/a			
Heizleistung Prozess	kW	280	170	
Heizenergie Prozess	MWh/a	1'075	653	
Einsparung thermische Energie	MWh/a		422	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	39	24	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	1	1	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		16	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		39.3	

Vorwärmung der Brennerzuluft der Erdgasbrenner (TARA-Anlage)

Massnahmenbeschreibung

Das Rauchgas der Stahlproduktionsanlagen besitzt nach Austritt aus der Reaktionskammer hohes Abwärmepotenzial (höchste Temperaturniveau), ist jedoch stark mit Staub belastet. Ein klassischer Wärmetauscher ist in diesem Fall schwer zu realisieren und unwirtschaftlich (Investition rund 6.3 Mio. EUR, Offerte ABB). Spezielle Erdgasbrenner erlauben, einen Teil des Rauchgases (direkt aus dem Abluftkanal entnommen) zur Vorwärmung der Brennerluft zu nutzen. Durch die vorgewärmte Brennerluft kann ein Teil des Erdgaseinsatz substituiert werden, die definitive Massnahmenwirkung ist mit dem Hersteller der neuen Brenner abzusichern.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Neue Erdgasbrenner mit integrierter Brennluftvorwärmung	St.	3	82'500	248	3'570
Anpassung Steuerung und Regelung	St.	1	62'500	63	
Anpassung Deckel Brennkammer inkl. Feuerfestanpassung	St.	1	93'750	94	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				404	3'570
MSR	} in Zwischensumme 1 bereits enthalten	St.	0	0	
Montage		St.	0	0	
bauliche Anpassungen		St.	0	0	
Elektro		St.	0	0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				404	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	30		121	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		40	
Total				565	3'570

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

M 10 Vorwärmung der Brennerzuluft der Erdgasbrenner (TARA-Anlage)			
Wärmeeinsparung	3'570 MWh/a		129 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		707 tCO ₂ /a	5 kCHF/a
Gesamteinsparung	3'570 MWh/a	707 tCO₂/a	133 kCHF/a

Investition	565 kCHF
Payback (dynamisch)	5.3 a
NPV (10 Jahre)	616 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Erdgasverbrauch der TARA-Anlage	MWh	45'353	Basis 2013
- Anzahl Chargen	-	7'750	Basis 2013, mit 620'000 t/a und 80 t/Charge
- Dauer einer Charge	h	0.8	48 min, inkl. Störungen und Unterbrüche
- Volumenstrom Brennerluft	kg/Charge	5'633	Via Leitsystem, aus Volumenstrom berechnet
- Temperatur Brennerluft (Ist-Zustand)	°C	20	Als Jahresmittelwert veranschlagt
- Temperatur Brennerluft (Zukunft)	°C	300	Grobschätzung, muss durch Hersteller noch bestätigt werden

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	620'000	620'000	Basis 2013
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	6'200	6'200	
Stromleistung Prozess	kW			
Stromenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung Elektrizität	MWh/a			
Heizleistung Prozess	kW	7'315	6'739	
Heizenergie Prozess	MWh/a	45'353	41'783	
Einsparung thermische Energie	MWh/a		3'570	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	1'633	1'504	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	63	58	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		133	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		7.9	

Vorwärmung der Brennerzuluft der Erdgasbrenner (Stützbrenner)

Massnahmenbeschreibung

Das Rauchgas der Stahlproduktionsanlagen besitzt nach Austritt aus der Reaktionskammer hohes Abwärmepotenzial (höchstes Temperaturniveau), ist jedoch stark mit Staub belastet. Ein klassischer Wärmetauscher ist in diesem Fall schwer zu realisieren und unwirtschaftlich (Investition rund 6.3 Mio. EUR, Offerte ABB). Spezielle Erdgasbrenner erlauben, einen Teil des Rauchgases (direkt aus dem Abluftkanal entnommen) zur Vorwärmung der Brennerluft zu nutzen. Durch die vorgewärmte Brennerluft kann ein Teil des Erdgaseinsatz substituiert werden, die definitive Massnahmenwirkung ist mit dem Hersteller der neuen Brenner abzusichern.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Neue Stützbrenner mit integrierter Brennluftvorwärmung	St.	1	50'000	50	959
Anpassung Steuerung inkl. Regelung	St.	1	20'000	20	
Anpassung Abgasrohr (Brennersteine)	St.	1	35'000	35	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				105	959
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
in Zwischensumme 1 bereits enthalten					
Zwischensumme 2 (Baukosten)				105	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	25		26	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		11	
Total				142	959

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

M 11 Vorwärmung der Brennerzuluft der Erdgasbrenner (Stützbrenner)			
Wärmeeinsparung	959 MWh/a		35 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		190 tCO ₂ /a	1 kCHF/a
Gesamteinsparung	959 MWh/a	190 tCO₂/a	36 kCHF/a

Investition	142 kCHF
Payback (dynamisch)	4.8 a
NPV (10 Jahre)	176 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Erdgasverbrauch der Stützbrenner	Nm ³ /Charge	98	Leitsystem
- Dauer einer Charge	h	0.8	48 min, inkl. Störungen und Unterbrüche
- Anzahl Chargen	-	7'750	Basis 2013, mit 620'000 t/a und 80 t/Charge
- Volumenstrom Brennerluft	kg/Charge	1'516	Via Leitsystem, aus Volumenstrom berechnet
- Temperatur Brennerluft (Ist-Zustand)	°C	20	Als Jahresmittelwert veranschlagt
- Temperatur Brennerluft (Zukunft)	°C	300	Grobschätzung, muss durch Hersteller noch bestätigt werden

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	620'000	620'000	Basis 2013
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	6'200	6'200	
Stromleistung Prozess	kW			
Stromenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung Elektrizität	MWh/a			
Heizleistung Prozess	kW	1'219	1'064	
Heizenergie Prozess	MWh/a	7'557	6'598	
Einsparung thermische Energie	MWh/a		959	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	272	238	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	10	9	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		36	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		12.7	

Vorwärmung Brennerluft für Pfannenfeuer

Massnahmenbeschreibung

Der Einsatz neuer Brenner ermöglicht die unmittelbare Nutzung der Abgase, welche mit einem Anteil von rund 50 % rezirkuliert und der Brennerzuluft wieder zugeführt werden. Die mittlere Temperatur der Brennerzuluft wird somit erhöht und der Erdgasverbrauch der Brenner reduziert. Ein klassischer Abgas-Wärmetauscher ist hier nur schwer zu realisieren (Distanz zur Abwärmequelle, "Mobilität" der Brenner / variable Positionen der vorzuwärmenden Pfannen, eingeschränkter Platzbedarf).

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Neue Brenner mit integrierter Brennluftvorwärmung	St.	5	50'000	250	390
Anpassung Steuerung und Regelung	St.	1	100'000	100	
Anpassung Feuerschild (Brennersteine)	St.	1	100'000	100	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				450	390
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				450	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	30		135	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				585	390

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

M 12 Vorwärmung Brennerluft für Pfannenfeuer			
Wärmeeinsparung	390 MWh/a		14 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		77 tCO ₂ /a	1 kCHF/a
Gesamteinsparung	390 MWh/a	77 tCO₂/a	15 kCHF/a

Investition	585 kCHF
Payback (dynamisch)	-
NPV (10 Jahre)	-456 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Anzahl Chargen pro Jahr	7'750	1/a	Basis 2013, je 48 min, inkl. Störungen
- Erdgasverbrauch Pfannen- und Tundishfeuer	18'550	MWh	Basis 2013
- Anteil Pfannenfeuer	66	%	Abschätzung über installierte Leistung
- Volumenstrom Brennerluft	2'700	Nm ³ /h	Technisches Datenblatt (Nennlastbetrieb)
- Durchschnittliche Klappenstellung	50	%	Faktor für Volumenstrom Brennerluft
- Temperatur Brennerzuluft (heute)	20	°C	
- Temperatur Brennerabluft (heute)	300	°C	
- Anteil rezirkulierte Abluft (Zukunft)	50	%	Wird er Brennerzuluft wieder beigemischt
- Temperatur Brennerzuluft (Zukunft)	160	°C	Mittlere Temperatur der Brennerzuluft

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	620'000	620'000 Basis 2013
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	6'200	6'200
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung Elektrizität	MWh/a		
Heizleistung Prozess	kW	1'986	1'923
Heizenergie Prozess	MWh/a	12'314	11'925
Einsparung thermische Energie	MWh/a		390
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	443	429
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	17.1	16.5
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		15
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		3.2

Temperaturverluste der Pfanne reduzieren

Massnahmenbeschreibung

Heute kühlen die unter dem Lichtbogenofen platzierten und vorbeheizten Pfannen während ca. 10 Minuten Wartezeit vor dem Abstich (Sicherheit für den Fall eines Durchbruchs) ab. Der Abstich muss bei entsprechend höherer Temperatur erfolgen (Anforderungen der nachfolgenden Prozessschritte). In Zukunft erfolgt die Erdgasfeuerung (= Beheizung) solange, bis die Pfanne tatsächlich unter den Lichtbogenofen fährt. Beim Abstich hat die Pfanne eine höhere Temperatur, die Abstichtemperatur kann leicht abgesenkt werden.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Neue Gasregelstrecke	St.	1	100'000	100	612
Anpassungen am Stahlbau	St.	1	50'000	50	
Aufwände für Steuerung resp. Integration in best. Steuerung	St.	1	30'000	30	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				180	612
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				180	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	25		45	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		18	
Total				243	612

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

M 13 Temperaturverluste der Pfanne reduzieren			
Wärmeeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Stromeinsparung	612 MWh/a		51 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	612 MWh/a	0 tCO₂/a	51 kCHF/a

Investition	243 kCHF
Payback (dynamisch)	6.1 a
NPV (10 Jahre)	207 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Produktion Lichtbogenofen	t/a	620'000	Basis 2013
- Abstichtemperatur (heute)	°C	1'650	
- Abstichtemperatur (Zukunft)	°C	1'645	Abschätzung: Tatsächliche Entwicklung unsicher --> beobachten
- Spezifische Wärmekapazität Flüssigstahl (1650 °C)	kJ/kgK	0.89	Wegen geringen ΔT als konstant betrachtet
- elektrischer Energiebedarf (heute)	kWh/t	328	Basis 2013, Durchschnittswert
- Reduktion elektrischer Energiebedarf (Zukunft)	kWh/t	1.2	Rechnerische Abschätzung der spezifischen Wärmekapazität unsicher
- Faktor Massnahmenwirkung	-	0.8	

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	620'000	620'000 Basis 2013
Betriebsstunden pro Jahr	h/a		
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a	203'360	202'595
Einsparung Elektrizität	MWh/a		765
Heizleistung Prozess	kW		
Heizenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung thermische Energie	MWh/a		
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	16'879	16'815
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0.0	0.0
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		64
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		0.4

Optimierung Beleuchtung

Massnahmenbeschreibung

In 7 Bereichen des gesamten Stahlwerks konnten Optimierungspotenziale betreffend der Beleuchtung identifiziert und umgesetzt werden.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Investitionen Vergüterei (Lager)	St.	1	3'200	3	54
Investitionen Stahlwerk Büro 2012 (Schätzung)	St.	1	5'000	5	8
Investitionen Magnetkrane 2012	St.	1	1'000	1	25
Investition Schiedehalle 2012	St.	1	32'000	32	136
Investition Instandhaltung 2012	St.	1	19'200	19	61
Investition Giesshalle 2013	St.	1	12'100	12	47
Investition Kran 24/34 2013	St.	1	8'800	9	16
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				81	347
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				81	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	30		24	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		8	
Total				114	347

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

M 14 Optimierung Beleuchtung			
Stromeinsparung	347 MWh/a		29 kCHF/a
Gesamteinsparung	347 MWh/a	0 tCO2/a	29 kCHF/a

Investition	114 kCHF
Payback (dynamisch)	4.9 a
NPV (10 Jahre)	141 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten			Kommentar
- Beleuchtung Vergüterei (vorher)	W	6'400	Einsparpotenzial jeweils mit 8'760 h/a gerechnet
- Beleuchtung Vergüterei (nachher)	W	224	
- Beleuchtung Stahlwerk Büro (vorher)	W	2'520	
- Beleuchtung Stahlwerk Büro (nachher)	W	1'620	
- Beleuchtung Magnetkrane (vorher)	W	3'000	
- Beleuchtung Magnetkrane (nachher)	W	150	
- Beleuchtung Schmiedehalle (vorher)	W	18'000	
- Beleuchtung Schmiedehalle (nachher)	W	2'520	
- Beleuchtung Instandhaltung (vorher)	W	9'600	
- Beleuchtung Instandhaltung (nachher)	W	2'688	
- Beleuchtung Giesshalle (vorher)	W	7'260	
- Beleuchtung Giesshalle (nachher)	W	1'848	
- Beleuchtung Kran 24/34 (vorher)	W	3'200	
- Beleuchtung Kran 24/34 (nachher)	W	1'344	
Energiebetrachtung			Kommentar
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	8'760	8'760
Stromleistung Prozess	kW	50	10
Stromenergie Prozess	MWh/a	438	91
Einsparung Elektrizität	MWh/a		347
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO2-Zertifikate	CHF/tCO2	7.00	7.00
			Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	36	8
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0.0	0.0
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		29
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		79.2

Betriebsoptimierung Werksheizung durch Anpassung der erzeugten Heisswassertemperatur

Massnahmenbeschreibung

Die Massnahme schlägt die Reduktion der erzeugten Heisswassertemperatur von heute 140 °C auf zukünftig 90 °C vor (bestehender Abhitzekeessel / Anforderung Heiznetz rund 80 °C). Damit bessere Ausnutzung der verfügbaren Temperaturkaskade seitens Stossofen (Rauchgas), mehr Abwärme nutzbar und Reduktion Erdgasverbrauch via Gasheizkeessel. Anpassungen am Schichtspeicher steigern die Energieeffizienz zusätzlich (Vgl. S. 14 bis 16, Energieanalyse Helbling --> kein Betrieb ohne Nutzen).

Die **Abwärmennutzung via Abhitzekeessel** ist stark abhängig vom Ist-Betrieb des Stossofen (**Ø verfügbare Rauchgastemperatur**), so auch von der (zeitlichen) Umsetzung der MN 40, 42, 43, 46 und 47. Grund: Wengier Erdgasfeuerung im Stossofen reduziert das abs. verfügbare Abwärmepotenzial am Abhitzekeessel (--> weniger Brennerzuluft = weniger **Rauchgasmenge als Abluft für Abhitzekeessel**, vgl. insb. MN 40 (2)). Bei Umsetzung aller aufgeführten Stossofen-Massnahmen würde (bei ansonsten gleichbleibenden Bedingungen) das Abwärmepotenzial am Abhitzekeessel sinken (= Mehrverbrauch Erdgas-Heizbrenner).

In der Zukunft ist zu erwarten, dass die effektive Massnahmenwirkung (infolge Anpassung des Temperaturniveau, Optimierung Speicher, örtliche Isolation der Rohrleitung) zwischen rund 1'599 MWh/a und 3'600 MWh/a liegt, und zwar in Abhängigkeit der umgesetzten Massnahmen am Stossofen. Allfällige Investitionen zur Isolation der Rohrleitung (je nach örtlicher Notwendigkeit) sind nicht eingerechnet. Entsprechend können die notwendigen Investitionen zur Umsetzung des absoluten / gesamten Einsparpotenzial nicht abschliessend fest gemacht werden. Der mittlere Heizenergiebedarf seitens Werksheizung ist durch die Heizgradtage der Jahre 2004 bis 2013 bereinigt (Einmaleffekte).

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Druckausgleichsgefäss inkl. Equipment	St.	1	135'000	135	1'599
Anpassungen am Schichtspeicher	St.	1	8'000	8	2'000
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				143	3'599
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	1	9'600	10	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	1	12'800	13	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				165	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	25		41	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		17	
Total				223	3'599

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

M 30 Betriebsoptimierung Werksheizung durch Anpassung der erzeugten Heisswassertemperatur			
Wärmeeinsparung (theo. nutzbares Potenzial)	3'599 MWh/a	130 kCHF/a	
Stromeinsparung	0 MWh/a	0 kCHF/a	
Reduktion CO ₂ -Emissionen total	713 tCO ₂ /a	5 kCHF/a	
Mehraufwand Elektrizität für erhöhten Volumenstrom (Heizwasser)	(-) 200 MWh/a	(-) 17 kCHF/a	
Gesamteinsparung	3'399 MWh/a	713 tCO₂/a	118 kCHF/a

Investition	223 kCHF
Payback (dynamisch)	2.1 a
NPV (10 Jahre)	588 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten		Kommentar		
- Energie- und wärmerelevante Betriebszeit, Stossofen	h/a	4'700	Jahr 2013, Stillstand Stossofen berücksichtigt	
- Erdgasfeuerung Werksheizung, Jahre 2004 - 2013	MWh/a	5'150	Jahr 2013, 5'800 MWh --> obere Grenze	
- Effektiv substituierbarer Erdgasverbrauch, 2004 - 2013	MWh/a	3'846	Stillstand Stossofen bei Jahreswechsel beachten	
- Abwärmennutzung Stossofen (Ist-Situation)	MWh/a	9'200	Jahr 2013 (--> Spitzenwert)	
- Temperatur Heizwasser (heute, zum Speicher)	°C	140	Erzeugerseite (Heizkessel und Abhitzekeessel)	
- Temperatur Heizwasser (Zukunft, zum Speicher)	°C	90	Erzeugerseite (Heizkessel und Abhitzekeessel)	
- Volumenstrom Rauchgas (Zukunft, berechnet)	Nm ³ /h	20'500	Annahme d. Umsetzung von MN 42, 40, 47	
- max. Temperatur Rauchgas (Zukunft, berechnet)	°C	483	Annahme d. Umsetzung von MN 42, 40, 47	
- Temperatur Rauchgas (heute / Zukunft, berechnet)	°C	370	Ø Eintrittstemperatur Abhitzekeessel	
- Temperatur Rauchgas (heute, nach Abhitzekeessel)	°C	170	Auslegedaten / Leitsystem	
- Temperatur Rauchgas (Zukunft, nach Abhitzekeessel)	°C	90	Ziel: Austrittstemperatur Abhitzekeessel	
Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	4'700	4'700	Betriebsstunden 2013
Heizleistung Prozess	kW	818	53	
Heizenergie Prozess	MWh/a	3'846	247	
Einsparung thermische Energie	MWh/a		3'599	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	138	9	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	5	0	
Kosten für Pumpenbetrieb (erhöhter Massenstrom)	kCHF/a		17	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		118	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		82.0	

Dampferzeugung aus Rauchgasen des Stossofen zur Erzeugung von Elektrizität

Massnahmenbeschreibung

Auch nach Umsetzung der Massnahme 30 A gehen grosse Mengen von Abwärme (Rauchgas des Stossofen) auf hohem Temperaturniveau über den Kamin verloren (insbesondere ausserhalb der Heizperiode). Die Massnahme sieht die Erzeugung von überhitztem Dampf bei 15 bar vor, welcher anschliessend in einer Turbine zur Erzeugung von Elektrizität entspannt wird. Im Winterbetrieb fällt das nutzbare Potenzial kleiner aus, da soweit möglich der Bedarf an Heizenergie der Werksheizung gedeckt werden soll. Staatliche Förderungen sind bei Konkretisierung zu prüfen.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
- 2-stufen Turbine, Wärmetauscher, Vormwärmer, Kessel und Rückkühler (Grob-schätzung, 2.3 Mio. CHF)	St.	1	2'300'000	2'300	3'650
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				2'300	3'650
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				2'300	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	10		230	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				2'530	3'650

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

M 31 Dampferzeugung aus Rauchgasen des Stossofen zur Erzeugung von Elektrizität				
Wärmeeinsparung (theo. nutzbares Potenzial)	0 MWh/a			0 kCHF/a
Stromeinsparung	3'650 MWh/a			303 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a		0 kCHF/a
Gesamteinsparung	3'650 MWh/a	0 tCO₂/a		303 kCHF/a

Investition	2'530 kCHF
Payback (dynamisch)	13.6 a
NPV (15 Jahre)	-447 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Energierelevante Betriebszeit, Stossofen (Sommer)	h/a	3'000	Jahr 2013, Stillstand Stossofen berücksichtigt
- Energierelevante Betriebszeit, Stossofen (Winter)	h/a	4'700	
- Temperatur Rauchgas vor Dampferzeuger (Zukunft)	°C	483	Umsetzung der MN-Stossofen beachten
- Temperatur Rauchgas nach Dampferzeuger	°C	170	Überschlägige Vorauslegung
- Massenstrom Rauchgas (Zukunft)	kg/s	7	Umsetzung der MN-Stossofen beachten
- Druck des Dampf	bar	15	
- Temperatur des Dampf (überhitzt)	°C	450	Überschlägige Vorauslegung
- Entspannung durch Turbine	bar	0.1	Entspannung ins Vakuum
- Nutzbarer Dampf (Sommer)	t/h	4.0	Überschlägige Vorauslegung
- Nutzbarer Dampf (Winter)	t/h	2.0	Überschlägige Vorauslegung, Bedarf für Werksheizung beachten

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a		
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	7'700	7'700 Im Sommer- und Winterbetrieb
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a	0	3'650
Einsparung Elektrizität	MWh/a		3'650 Eigenstromerzeugung
Heizleistung Prozess	kW	610	610
Heizenergie Prozess	MWh/a	4'700	4'700
Einsparung thermische Energie	MWh/a		0
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	169	472
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	7	7
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		472 Eigenstromerzeugung
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		- Eigenstromerzeugung

Optimierung der Beleuchtung Lehrwerkstatt

Massnahmenbeschreibung

In der Lehrwerkstatt werden die bestehenden Lampen durch neue mit reduzierter Leistung ersetzt. Die Massnahme wurde im Jahr 2014 umgesetzt.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
PlazaLED 140 Lampe	St.	32	636	20	8
Halterungen	St.	32	19	1	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				21	8
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				21	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	0		0	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				21	8

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

M 31 Optimierung der Beleuchtung Lehrwerkstatt			
Wärmeeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Stromeinsparung	8 MWh/a		1 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	8 MWh/a	0 tCO₂/a	1 kCHF/a

Investition	21 kCHF
Payback (dynamisch)	-
NPV (10 Jahre)	-17 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Betriebszeit	h/a	1'760	Abschätzung Stahl Gerlafingen
- Anzahl Leuchten (heute)	Stück	92	
- Installierte Beleuchtungsleistung (heute)	W	8'832	
- Anzahl Leuchten (Zukunft)	Stück	32	
- Installierte Beleuchtungsleistung (Zukunft)	W	4'480	

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	1'760	1'760	
Stromleistung Prozess	kW	8.8	4.5	
Stromenergie Prozess	MWh/a	16	8	
Einsparung Elektrizität	MWh/a		8	
Heizleistung Prozess	kW			
Heizenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung thermische Energie	MWh/a			
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	1.3	0.7	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		1	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		49.3	

Umrüstung Kompressor K7 auf Heisskühlung und Zusammenschluss Druckluftnetz

Massnahmenbeschreibung

Ein neuer Büroraum (vorher Lager, unbeheizt) und ein Kantinenraum (bislang elektrisch beheizt) werden in Zukunft mittels Abwärme des Kompressor K7 beheizt. Damit wird die elektrische Beheizung der Kantine eliminiert und hohe Anschlusskosten an das Werksheiznetz eingespart. Zusätzlich wurden das bestehende Druckluftnetz (separate "Inselnetze") zu einem zentralen Druckluftnetz zusammengeschlossen. Die Massnahme wurde 2012 umgesetzt und durch ProEda mit rund 40'000 CHF gefördert.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Wärmerückgewinnung inkl. Installation	St.	1	16'000	16	54
Speicher und Verrohrung	St.	1	25'000	25	
Heizungsdämmung	St.	1	3'500	4	
Umbau Kantinenheizugn	St.	1	10'000	10	
Zusammenschluss Druckluftnetz	St.	1	167'000	167	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				222	1'551
MSR	} in Zwischensumme 1 bereits enthalten	St.	0	0	
Montage		St.	0	0	
bauliche Anpassungen		St.	0	0	
Elektro		St.	0	0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				222	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	0		0	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				222	1'551

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

M 32 Umrüstung Kompressor K7 auf Heisskühlung und Zusammenschluss Druckluftnetz			
Wärmeeinsparung	54 MWh/a	5 kCHF/a	
Stromeinsparung	1'497 MWh/a	124 kCHF/a	
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		11 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	1'551 MWh/a	11 tCO₂/a	129 kCHF/a

Investition	222 kCHF
Payback (dynamisch)	1.9 a
NPV (10 Jahre)	686 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Wärmebedarf Kantine	W	4'822	Interne Berechnung Stahl Gerlafingen
- Wärmebedarf Büro	W	6'506	Interne Berechnung Stahl Gerlafingen
- Heizstunden	h/a	4'800	Basis 2013
- Bezug Elektrizität aller Druckluftkompressoren	MWh/a	9'124	Atlas Copco, gemessen + berechnet aus den Jahren 2012 und 2013
- Nutzen aus Zusammenschluss der Druckluft-Inselnetze	MWh/a	1'497	Atlas Copco, Hochrechnung
- Nutzen aus Zusammenschluss der Druckluft-Inselnetze	Nm3/a	10'600'000	Atlas Copco, Hochrechnung (reduzierte Druckluftherzeugung)

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a		
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	8'700	8'700 Nur für Betrieb der Kompressoren
Stromleistung Prozess	kW	0	-172
Stromenergie Prozess	MWh/a	0	-1'497
Einsparung Elektrizität	MWh/a		1'497
Heizleistung Prozess	kW	11	0 Bisher Räume elektrisch
Heizenergie Prozess	MWh/a	54	0 beheizt, da kein Anschluss
Einsparung thermische Energie	MWh/a		54 zur Werksheizung (4'800 h/a)
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	5	-124
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0 Praktisch nicht relevant
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		129
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		-

Ofenverlängerung und Optimierung Rekuperatur des Stossofen

Massnahmenbeschreibung

(1) Durch Verlängerung des Stossofen wird die Verweilzeit der Knüppel im Ofen erhöht. Die Knüppel müssen weniger überhitzt werden (mehr Zeit für Wärmeübergang). Die Ofentemperatur und der Erdgasverbrauch sinken. Ebenfalls wird die Abnahme der Rauchgas-temperatur von 850...900 °C auf rund 800 °C erwartet. Diese Entwicklung ist für den neuen Rekuperator unter Punkt (2) und für die MN 30 Optimierung Werksheizung zu beachten. Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42 bereinigt (Annahme, dass MN 42 umgesetzt wird).

(2) Der verlängerte Stossofen ermöglicht den Einsatz eines grösseren Rekuperator. Die Brennerzuluft des Stossofen wird auf ein höheres Temperaturniveau vorgewärmt, damit der Erdgasverbrauch reduziert. Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42, 47 und 40 (1) bereinigt (Annahme der vorherigen Umsetzung). Aufgrund des dann vorliegenden Erdgasverbrauch am Stossofen von rund 121'000 MWh/a (vorher 161'000 MWh/a) wird ebenfalls die Brennerzuluft (14'000 Nm3/h) und das Rauchgas (20'500 Nm3/h) sinken. Die abs. Wirkung der Massnahme fällt damit gegenüber der Berechnung mit den Ist-Zahlen aus 2013 tiefer aus.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Neuer Rekuperator, Saugzuggebläse, Auskleidung Rohre	St.	1	800'000	800	4'306
Verlängerung Stossofen um 3 Meter	St.	1	2'500'000	2'500	13'033
Verkabelungen	St.	1	100'000	100	
Anpassungen am Fundament	St.	1	100'000	100	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				3'500	17'339
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				3'500	
Technische Umsetzungsbegleitung	%	10		350	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		350	
Total				4'200	17'339

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

M 40 Ofenverlängerung und Optimierung Rekuperatur des Stossofen			
Wärmeinsparung	17'339 MWh/a		624 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		11'361 tCO ₂ /a	24 kCHF/a
Gesamteinsparung	17'339 MWh/a	11'361 tCO₂/a	648 kCHF/a

Investition	4'200 kCHF
Payback (dynamisch)	9.2 a
NPV (15 Jahre)	1'535 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten		Kommentar		
- Erdgasfeuerung Stossofen	MWh/a	161'084		Basis Jahr 2013
- Volumenstrom Brennerluft vor REKU (heute)	Nm3/h	18'700		Aus Leitsystem graphisch ausgelesen
- Volumenstrom Abgas (heute)	Nm3/h	24'500		Via Energiebilanz ermittelt, inkl. Falschluff
- Energie- und wärmerelevante Betriebszeit	h/a	7'700		Produktionsstunden, Basis Jahr 2013
- Temperatur Brennerluft nach REKU (heute)	°C	460		Aus Leitsystem graphisch ausgelesen
- Temperatur Brennerluft nach REKU (Zukunft)	°C	550		Ziel: Ø Temperatur während Betriebszeit
- Temperatur Abgas vor REKU (Zukunft)	°C	800		Erwartungswert
- Temperatur Abgas nach REKU (heute)	°C	550		Aus Leitsystem graphisch ausgelesen
- Temperatur Abgas nach REKU (Zukunft)	°C	482		Rechnerische Abschätzung
- Reduktion Erdgasverbrauch durch Ofenverlängerung	%	12		Red. Ofentemperatur / höhere Verweilzeit
- Massnahmenwirkung (Ofenverlängerung)	-	0.8		Sicherheitsfaktor
Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	7'700	7'700	Abhängig von Produktionslage
Stromleistung Prozess	kW			
Stromenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung Elektrizität	MWh/a			
Heizleistung Prozess	kW	20'920	18'668	
Heizenergie Prozess	MWh/a	161'084	143'745	
Einsparung thermische Energie	MWh/a		17'339	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	5'799	5'175	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	223	199	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		648	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		10.8	

Optimierung Rekuperatur Hubherdofen (höhere Temperatur Brennerzuluft)

Massnahmenbeschreibung

Analog der Optimierung des Stossofen, jedoch ohne Ofenverlängerung. Das Potenzial zur Erhöhung der Abwärmerückgewinnung ist beim Hubherdofen gering. Die Massnahme wird aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht weiter verfolgt.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Neuer Rekuperator, inkl. Saugzuggebläse und Auskleidung der Rohre mit Edelstahl	St.	1	800'000	800	1'979
Verkabelungen	St	1	100'000	100	
Anpassungen am Fundament	St	1	100'000	100	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				1'000	1'979
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				1'000	
Engineering (in Zwischensumme bereits enthalten)	%	10		100	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		100	
Total				1'200	1'979

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

M 41 Optimierung Rekuperatur Hubherdofen (höhere Temperatur Brennerzuluft)			
Wärmeeinsparung	1'979 MWh/a		71 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		392 tCO ₂ /a	3 kCHF/a
Gesamteinsparung	1'979 MWh/a	392 tCO₂/a	74 kCHF/a

Investition	1'200 kCHF
Payback (dynamisch)	-
NPV (15 Jahre)	-545 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Erdgasfeuerung Stossofen	MWh/a	58'348	Basis Jahr 2013
- Volumenstrom Brennerluft vor REKU	Nm ³ /h	7'740	Auswertung Excel-Daten
- Volumenstrom Abgas	Nm ³ /h	8'270	Via Energiebilanz ermittelt
- Energie- und wärmerelevante Betriebszeit	h/a	6'800	Jahr 2013, Produktions- und Warmhaltebetrieb
- Temperatur Brennerluft nach REKU (heute)	°C	459	Auswertung Excel-Daten
- Temperatur Brennerluft nach REKU (Zukunft)	°C	550	Ziel-Szenario
- Temperatur Abgas vor REKU (heute)	°C	648	Auswertung Excel-Daten
- Temperatur Abgas nach REKU (heute)	°C	265	Auswertung Excel-Daten
- Temperatur Abgas nach REKU (Zukunft)	°C	235	Auswertung Excel-Daten

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a		
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	6'800	6'800 Abhängig von Produktionslage
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung Elektrizität	MWh/a		
Heizleistung Prozess	kW	8'581	8'290
Heizenergie Prozess	MWh/a	58'348	56'369
Einsparung thermische Energie	MWh/a		1'979
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	2'101	2'029
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	81	78
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		74
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		3.4

Rollgang und isolierte Knüppelaufgabe für Heisseinsatz Stossofen

Massnahmenbeschreibung

Prozessoptimierung im Bereich zwischen dem Strangguss (Stahlwerk) und Stossofen (Walzwerk) zur Erhöhung der Wärmeinsatz-temperatur. Reduktion der Temperaturverluste durch zeitlich Verkürzung des Prozessschritts (= weniger Erdgasfeuerung im Stossofen). Das berechnete Einsparpotenzial entspricht der rein physikalisch / thermodynamischen Energiemenge. Durch den feuerungstechnischen Wirkungsgrad des Stossofen (= Überhitzen der Knüppel) kann das tatsächliche Einsparpotenzial je nach Betriebssituation (u.a. tatsächliche Einsatztemperatur, 100 % störungsfreier Betrieb im Stossofen und beim Rollgang) höher ausfallen, und im günstigsten Fall auf (theo.) max. 44'000 MWh/a ansteigen (vgl. Bericht GIWEP vom 09.05.2014). Der statische Payback beträgt in diesem "perfekten" Szenario rund 4.5 Jahre.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Genehmigungsverfahren und Bewilligung	CHF	1	100'000	100	16'239
Knüppeltransfer und Rollgänge	CHF	1	4'600'000	4'600	462
Aushub und Fundamente für Rollgänge (800 m Länge)	CHF	1	2'200'000	2'200	
Anpassungen in Giesshalle	CHF	1	500'000	500	
Knüppelverfolgung (Tracking)	CHF	1	400'000	400	
Isolierte Knüppelaufgabe	CHF	1	800'000	800	8'621
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				8'600	25'322
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
in Zwischensumme 1 bereits enthalten					
Zwischensumme 2 (Baukosten)				8'600	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	15		1'290	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		860	
Total				10'750	25'322

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

M 42 Rollgang und isolierte Knüppelaufgabe für Heisseinsatz Stossofen			
Wärmeinsparung	24'860 MWh/a		895 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Einsparung Diesel für Knüppeltransport	462 MWh/a		57 kCHF/a
CO ₂ -Emissionen total		5'045 tCO ₂ /a	35 kCHF/a
Einsparung Personal + Wartung Transportfahrzeuge			910 kCHF/a
Mehraufwände für Betrieb, Unterhalt und Reparaturen (Rollgänge)			(-) 200 kCHF/a
Gesamteinsparung	25'322 MWh/a	5'045 tCO₂/a	1'697 kCHF/a
Investition			10'750 kCHF
Payback (dynamisch)			8.9 a
NPV (15 Jahre)			4'267 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Produktionsmenge Stossofen	t/a	523'000	Basis Jahr 2013
- Erdgasfeuerung Stossofen	MWh/a	161'084	Basis Jahr 2013
- Diesel für Knüppeltransport zum Walzwerk	Liter/a	47'539	Basis Jahr 2013
- Knüppeltemperatur Ofenausstritt des Stossofen	°C	1'200	Stossofen
- Temperatur Wärmeinsatz Stossofen (Ist-Situation)	°C	183	Einsatztemperatur, Jahresdurchschnitt 2013
- Erhöhung Einsatztemperatur (Rollgang)	°C	200	Szenario Zukunft, gegenüber 2013
- Erhöhung Einsatztemperatur (isolierter Knüppelaufgabe)	°C	100	Szenario Zukunft, gegenüber 2013
Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	523'000	523'000
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	7'700	7'700 Abhängig von Auftragslage
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung Elektrizität	MWh/a		
Heizleistung Prozess	kW	20'920	17'691 exkl. Diesel für Transport
Heizenergie Prozess	MWh/a	161'084	136'224 exkl. Diesel für Transport
Einsparung thermische Energie	MWh/a		25'322 inkl. Diesel für Transport
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Schwankende Emissionspreise
Energiepreis (thermisch / Diesel)	CHF/100L	120.00	120.00
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	5'856	4'904 inkl. Diesel für Transport
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	224	189 inkl. Diesel für Transport
Kosten für Betrieb, Unterhalt des Rollgang	kCHF/a		200
Kosten für Personal, Wartung für Knüppeltransport	kCHF/a	910	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		1'697
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		24.3

Optimierung der Steuerung im Stossofen

Massnahmenbeschreibung

Durch den Einbau schnellerer Regelemente kann die Ofenführung des Stossofen verbessert und damit Erdgas eingespart werden. Die Abschätzung des thermischen Einsparpotenzials (Erdgas) ist komplex / unsicher und daher als grobe Schätzung zu verstehen.

Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42, 47, 40 und 46 bereinigt (Annahme der vorherigen Umsetzung), da dass Einsparpotenzial prozentual ermittelt wird.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Aufwände für Softwareoptimierung (Manpower), neues Equipment (Regler, Klappen, ...)	CHF	1	200'000	200	1'141
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				200	1'141
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				200	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	25		50	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		20	
Total				270	1'141

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

M 43 Optimierung der Steuerung im Stossofen			
Wärmeeinsparung	1'141 MWh/a		41 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
CO ₂ -Emissionen total		226 tCO ₂ /a	2 kCHF/a
Gesamteinsparung	1'141 MWh/a	226 tCO₂/a	43 kCHF/a

Investition	270 kCHF
Payback (dynamisch)	8.9 a
NPV (15 Jahre)	107 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar	
- Produktion Stossofen	t/a	520000 Basis 2013
- Erdgasfeuerung Stossofen	MWh/a	161084 Basis Jahr 2013
- Einsparpotenzial Erdgas durch Ofenrechner	%	1.0 Grobe Abschätzung, rechnerische Einschätzung komplex

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	520'000	520'000	
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	7'700	7'700	Abhängig von Produktionslage
Stromleistung Prozess	kW			
Stromenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung Elektrizität	MWh/a			
Heizleistung Prozess	kW	20'920	20'772	
Heizenergie Prozess	MWh/a	161'084	159'943	
Einsparung thermische Energie	MWh/a		1'141	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	5'799	5'758	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	223	222	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		43	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		0.7	

Reduktion Emissionverluste durch Auftrag eines Niedrigemissionslack (Stossofen)

Massnahmenbeschreibung

Durch die grosse Oberfläche und Temperaturen des Stossofen entstehen Verluste durch Strahlung und Konvektion. Der Auftrag eines Niedrigemissionslacks soll helfen, diese Verlust zu begrenzen. Es ist zu beachten, dass das theoretische Potenzial durch folgende Punkte gemindert wird: Tragende Bauteile (Flächen) dürfen aus Sicherheitsgründen nicht lackiert werden. Teile der eingesparten Konvektions- und Strahlungsverluste werden über die Abluft aus dem Ofen transportiert.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Emissionslack (25 kg pro 300 m2 Ofenoberfläche)	kg	25	165	4	44
Kosten für Lackierung (Personalaufwand)	h	24	100	2	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				7	44
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	1	5'000	5	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				12	
Engineering (in Zwischensumme bereits enthalten)	%	30		3	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		1	
Total				16	44

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

M 44 Reduktion Emissionverluste durch Auftrag eines Niedrigemissionslack (Stossofen)			
Wärmeeinsparung	44 MWh/a		2 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		9 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	44 MWh/a	9 tCO₂/a	2 kCHF/a

Investition	16 kCHF
Payback (dynamisch)	18.0 a
NPV (10 Jahre)	-5 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten			Kommentar	
- Energie- und wärmerrelevante Betriebszeit	h/a	7'700	Basis Jahr 2013, Produktion inkl. warmhalten	
- Produktionsmenge	t/a	520'000	Basis Jahr 2013	
- Erdgasfeuerung	MWh/a	161'084	Basis Jahr 2013	
- Umgebungstemperatur	°C	20	Annahme: ganzjährig	
- Oberflächentemperatur Stossofen (vor Massnahme)	°C	70	Messung, Annahme konstant über Oberfläche	
- Oberflächentemperatur Stossofen (nach Massnahme)	°C	50	Messung, Annahme konstant über Oberfläche	
- Massnahmenwirkung	-	0.5	Teil der Wärme geht über Abluft aus Ofen	
- Emissionsgrad Ofenoberfläche	-	0.7	Annahme: konstant über gesamter Fläche	
- Länge	m	16.1		
- Breite	m	14.8		
- Höhe	m	2.4		
- Relevante lackierbare Ofenoberfläche	m2	35	Nur ausgewählte Bereiche (keine Decke und tragende Bauteile)	
Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	520'000	520'000	
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	7'700	7'700	Abhängig von Produktionslage
Stromleistung Prozess	kW			
Stromenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung Elektrizität	MWh/a			
Heizleistung Prozess	kW	20'920	20'914	
Heizenergie Prozess	MWh/a	161'084	161'040	
Einsparung thermische Energie	MWh/a		44	
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO2-Zertifikate	CHF/tCO2	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	5'799	5'797	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	223	223	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		2	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		0.03	

Reduktion Emissionverluste durch Auftrag eines Niedrigemissionslack (Hubherdofen)

Massnahmenbeschreibung

Durch die grosse Oberfläche und Temperaturen des Hubherdofen entstehen Verluste durch Strahlung und Konvektion. Der Auftrag eines Niedrigemissionslacks soll helfen, diese Verlust zu begrenzen. Es ist zu beachten, dass das theoretische Potenzial durch folgende Punkte gemindert wird: Tragende Bauteile (Flächen) dürfen aus Sicherheitsgründen nicht lackiert werden. Teile der eingesparten Konvektions- und Strahlungsverluste werden über die Abluft aus dem Ofen transportiert.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Emissionslack (25 kg pro 300 m2 Ofenoberfläche)	kg	25	165	4	56
Kosten für Lackierung (Personalaufwand)	h	24	100	2	
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				7	56
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	1	5'000	5	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				12	
Engineering (in Zwischensumme bereits enthalten)	%	30		3	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		1	
Total				16	56

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

M 45 Reduktion Emissionverluste durch Auftrag eines Niedrigemissionslack (Hubherdofen)			
Wärmeeinsparung	56 MWh/a		2 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Reduktion CO ₂ -Emissionen total		11 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	56 MWh/a	11 tCO₂/a	2 kCHF/a

Investition	16 kCHF
Payback (dynamisch)	11.9 a
NPV (10 Jahre)	-2 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Energie- und wärmerrelevante Betriebszeit	h/a	6'800	Basis Jahr 2013, Produktion inkl. warmhalten
- Produktionsmenge	t/a	98'000	Basis Jahr 2013
- Erdgasfeuerung	MWh/a	58'348	Basis Jahr 2013
- Umgebungstemperatur	°C	20	Annahme: ganzjährig
- Oberflächentemperatur Stossofen (vor Massnahme)	°C	70	Messung, Annahme konstant über Oberfläche
- Oberflächentemperatur Stossofen (nach Massnahme)	°C	50	Messung, Annahme konstant über Oberfläche
- Massnahmenwirkung	-	0.5	Teil der Wärme geht über Abluft aus Ofen
- Emissionsgrad Ofenoberfläche	-	0.7	Annahme: konstant über gesamter Fläche
- Länge	m	27.5	
- Breite	m	15	
- Höhe	m	1.6	
- Relevante lackierbare Ofenoberfläche	m2	50	Nur ausgewählte Bereiche (keine Decke und tragende Bauteile)

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	98'000	98'000
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	6'800	6'800 Abhängig von Produktionslage
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung Elektrizität	MWh/a		
Heizleistung Prozess	kW	8'581	8'572
Heizenergie Prozess	MWh/a	58'348	58'292
Einsparung thermische Energie	MWh/a		56
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00 Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	2'101	2'099
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	81	81
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		2
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		0.10

Installation eines Ofenrechner im Stossofen

Massnahmenbeschreibung

Durch die Installation eines Ofenrechners kann der Ofen optimal gefahren werden. Unnötig überhitzte Knüppel werden vermieden und die Ofentemperaturen gemäss den Anforderungen angepasst (bedarfsgerechte Erdgasfeuerung).

Für die Berechnung der Massnahmenwirkung wird der Erdgasverbrauch (Jahr 2013) um die Einsparungen der MN 42, 47 und 40 bereinigt (Annahme der vorherigen Umsetzung), da das Einsparpotenzial prozentual ermittelt wird.

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Ofenrechner gemäss Angebot Fa. GIWEP vom 18.06.2014 (Umrechnung, 1 EUR = 1.25 CHF)	CHF	1	207'500	208	2'685
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				208	2'685
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				208	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	15		31	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	10		21	
Total				259	2'685

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

M 46 Installation eines Ofenrechner im Stossofen			
Wärmeeinsparung	2'685 MWh/a		97 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
CO ₂ -Emissionen total		532 tCO ₂ /a	4 kCHF/a
Gesamteinsparung	2'685 MWh/a	532 tCO₂/a	100 kCHF/a
Investition			259 kCHF
Payback (dynamisch)			3.0 a
NPV (15 Jahre)			629 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Produktion Stossofen	t/a	520'000	Basis 2013
- Erdgasfeuerung Stossofen	MWh/a	161'084	Basis Jahr 2013
- Energie- und wärmerrelevante Betriebszeit	h/a	7'700	Basis Jahr 2013, Produktions- und Warmhaltebetrieb
- Einsparpotenzial Erdgas durch Ofenrechner	%	2.3	Abschätzung Firma GIWEP, 1.5...3.0 % je nach Betriebssituation des Stossofen (Massnahmenwirkung konservativ abgeschätzt)

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	520'000	520'000
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	7'700	7'700
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung Elektrizität	MWh/a		
Heizleistung Prozess	kW	20'920	20'571
Heizenergie Prozess	MWh/a	161'084	158'399
Einsparung thermische Energie	MWh/a		2'685
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	5'799	5'702
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	223	220
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		100
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		1.7

Isotunnel zwischen Stossofen und erstem Gerüst zur Reduktion der Strahlungsverluste

Massnahmenbeschreibung

Auf dem 12 m langen Weg zwischen dem Ausgang des Stossofen und dem ersten Gerüst verlieren die Knüppel an Temperatur. Um die Prozessanforderungen zu gewährleisten, sind die Knüppel im Stossofen auf ein entsprechend höheres Temperaturniveau zu bringen. Der Isolationstunnel ermöglicht die Reduktion der Austrittstemperatur der Knüppel vom Stossofen um rund 10 bis 20 °C.

Das berechnete Einsparpotenzial entspricht der rein physikalisch / thermodynamischen Energiemenge. Durch den feuerungstechnischen Wirkungsgrad des Stossofen (= Überhitzen der Knüppel), aber auch in Abhängigkeit des aktuellen Umsatz (t/h) des Stossofen kann das tatsächliche Einsparpotenzial höher ausfallen resp. variieren (hier geringe Bedeutung wegen insgesamt tieferem abs. Einsparpotenzial).

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Isotunnel gemäss Angebot Andritz Metals	CHF	1	331'250	331	1'686
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				331	1'686
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	1	100'000	100	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				431	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	10		43	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%			0	
Total				474	1'686

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

M 47 Isotunnel zwischen Stossofen und erstem Gerüst zur Reduktion der Strahlungsverluste				
Wärmeeinsparung	1'686 MWh/a			61 kCHF/a
Stromeinsparung	0 MWh/a			0 kCHF/a
CO ₂ -Emissionen total		334 tCO ₂ /a		2 kCHF/a
Gesamteinsparung	1'686 MWh/a	334 tCO₂/a		63 kCHF/a

Investition	474 kCHF
Payback (dynamisch)	11.5 a
NPV (15 Jahre)	83 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Produktion Stossofen	t/a	520'000	Basis 2013
- Erdgasfeuerung Stossofen	MWh/a	161'084	Basis Jahr 2013
- Energie- und wärmerrelevante Betriebszeit	h/a	7'700	Basis Jahr 2013, Produktion und Warmhalten
- Austrittstemperatur Knüppel (heute)	°C	1'200	gemessene Oberflächentemperatur
- Spezifische Wärmekapazität Knüppel	kJ/kgK	0.78	Bei 1'200 °C
- Reduktion der Austrittstemperatur der Knüppel	°C	15	Angabe durch Stahl Gerlafingen
- Zukünftige Austrittstemperatur der Knüppel	°C	1'185	Ziel für Zukunft, infolge red. Strahlungsverluste

Energiebetrachtung	IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a	520'000	520'000
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	7'700	7'700
Stromleistung Prozess	kW		
Stromenergie Prozess	MWh/a		
Einsparung Elektrizität	MWh/a		
Heizleistung Prozess	kW	20'920	20'397
Heizenergie Prozess	MWh/a	161'084	157'057
Einsparung thermische Energie	MWh/a		4'027
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	5'799	5'654
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	223	218
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		151
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		2.5

Ersatz Antriebe Vorstrasse der Kombiwalzstrasse

Massnahmenbeschreibung

Derzeit besitzt die Kombistrasse des Walzwerk ein Gleichstromantriebsystem (Baujahr 1996). Es ist der Ersatz durch ein energieeffizienteres System geplant. Im Zuge dieses Projekts sollen ebenfalls neue Motoren mit höherer Energieeffizienz installiert werden. Die Projektumsetzung ist für den Zeitraum Dezember 2014 bis März 2015 geplant. Die ausgewiesenen Investitionskosten sind um 300'000 CHF Förderbeiträge von ProKilowatt bereinigt (würde der Förderantrag gestellt werden).

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
8 DC Motoren und 8 DCS Umrichter (Kosten als resultierende Zusatzkosten zwischen Standardlösung und der energieeffizienten Variante)	CHF	1	534'360	534	480
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				534	480
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
in Zwischensumme 1 bereits enthalten					
Zwischensumme 2 (Baukosten)				534	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	0		0	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				534	480

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

M 48 Ersatz Antriebe Vorstrasse der Kombiwalzstrasse			
Wärmeeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Stromeinsparung	480 MWh/a		40 kCHF/a
CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	480 MWh/a	0 tCO₂/a	40 kCHF/a

Investition	534 kCHF
Payback (dynamisch)	39.6 a
NPV (15 Jahre)	-170 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Elektrizität der Antriebe in der Vorstrasse (Kombistrasse) in der Ist-Situation	MWh/a	14'816	Gemäss Dokumentation ProKilowatt
- Elektrisches Einsparpotenzial der energieeffizienten Variante	MWh/a	480	Gemäss Dokumentation ProKilowatt

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			Hier nicht relevant
Betriebsstunden pro Jahr	h/a			
Stromleistung Prozess	kW			
Stromenergie Prozess	MWh/a	14'816	14'336	
Einsparung Elektrizität	MWh/a		480	
Heizleistung Prozess	kW			
Heizenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung thermische Energie	MWh/a			
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	1'230	1'190	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		40	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		3.2	

Neue Antriebsmotoren für Reckmaschinen mit IE3-Effizienzklasse

Massnahmenbeschreibung

Bei den Reckmaschinen ist der Ersatz der bestehenden Motoren geplant. In Zukunft sollen Geräte mit höchster Energieeffizienz (IE3) zum Einsatz kommen. In der Investitionsrechnung sind die resultierenden Zusatzkosten aufgeführt, welche durch Realisation der energieeffizienten Variante entstehen (Gesamtinvestition rund 1.5 Mio. EUR, 1 EUR = 1.25 CHF)

Bezeichnung	Einheiten	Anzahl	Einzelpreis CHF/Anz.	Investition kCHF	Einsparung MWh/a
Neue Antriebsmotoren für 2 Reckmaschinen (aufgeführt sind nur die Mehrkosten, welche aus der höheren Energieeffizienzklasse resultieren, Originalkosten Standardmassnahme 1.474 Mio. EUR, energieeffiziente Variante 1.482 Mio. EUR, 1 EUR = 1.25 CHF)	CHF	2	10'000	20	26
Zwischensumme 1 (Materialkosten)				20	26
MSR	St.	0		0	
Montage	St.	0		0	
bauliche Anpassungen	St.	0		0	
Elektro	St.	0		0	
Zwischensumme 2 (Baukosten)				20	
Engineering (% bezogen auf Baukosten, SIA 108)	%	0		0	
Diverses (% bezogen auf Baukosten, Schätzung)	%	0		0	
Total				20	26

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

M 50 Neue Antriebsmotoren für Reckmaschinen mit IE3-Effizienzklasse			
Wärmeeinsparung	0 MWh/a		0 kCHF/a
Stromeinsparung	26 MWh/a		2 kCHF/a
CO ₂ -Emissionen total		0 tCO ₂ /a	0 kCHF/a
Gesamteinsparung	26 MWh/a	0 tCO₂/a	2 kCHF/a

Investition	20 kCHF
Payback (dynamisch)	14.9 a
NPV (10 Jahre)	-5 kCHF

Paybackberechnung inkl. WACC 8 %, Teuerung elektrische Energie 1 %, Teuerung thermische Energie 0.5 %

Eckdaten	Kommentar		
- Elektrizität Ringcenter	MWh/a	2'031	Basis Jahr 2013
- Installierte Leistung je Motor	kW	90	Gesamt 2 Motoren
- Jährliche Betriebszeit	h	8'000	Reckmaschinen
- Motoreffizienz bestehende Antriebe	%	92.7	IE 1
- Motoreffizienz neue Antriebe	%	94.9	IE 3

Energiebetrachtung		IST	NEU	Kommentar
Produktionsmenge	t/a			
Betriebsstunden pro Jahr	h/a	8'000	8'000	Abhängig von Produktionslage
Stromleistung Prozess	kW	254	251	
Stromenergie Prozess	MWh/a	2'031	2'005	Ringcenter + Mattenfabrik
Einsparung Elektrizität	MWh/a		26	
Heizleistung Prozess	kW			
Heizenergie Prozess	MWh/a			
Einsparung thermische Energie	MWh/a			
Preis Elektrizität	CHF/MWh	83.00	83.00	
Preis thermische Energie	CHF/MWh	36.00	36.00	
Verkauf resp. Mindereinkauf CO ₂ -Zertifikate	CHF/tCO ₂	7.00	7.00	Schwankende Emissionspreise
Kosten für Energie (elektrisch und thermisch)	kCHF/a	169	166	
Kosten für Emissionsrechte	kCHF/a	0	0	
Einsparungen Kosten total (abs.)	kCHF/a		2	
Einsparungen Kosten total (rel.)	%		1.3	