

Adressat

KVA Linth, z.Hd. Herrn Walter Furgler
Im Fennen 1a, 8867 Niederurnen

Dokumententyp

Technisches Konzept

TECHNISCHES KONZEPT ERSATZ FEUERUNG UND KESSEL LINIE 2

KVA LINTH



TECHNISCHES KONZEPT ERSATZ- UND OPTIMIERUNGSMASSNAHMEN KVA LINTH

Version	023
Datum	18. November 2016
Erstellt von	KRME
Überprüft von	URSD, SEHB, MBR, PEAL
Genehmigt von	MBR
Beschreibung	<p>In der KVA Linth müssen in den kommenden Jahren Feuerung/ Kessel der Linie 2 sowie die Turbogruppe 2 altersbedingt ersetzt werden. Dieses Dokument untersucht die technische Machbarkeit und die kommerziellen Auswirkungen der in der vorangegangenen Machbarkeitsstudie definierten Ersatzvariante B.</p>

INHALT

1.	EINLEITUNG	7
1.1	Ausgangslage	7
1.2	Aufgabenstellung	7
1.3	Vorgehensweise	7
1.3.1	Detaillierte Untersuchung der Ersatzvariante B	7
1.3.2	Auswahl der Verfahrenstechnik	7
1.3.3	Ermittlung der Kosten der Ersatzvariante	7
2.	GRUNDLAGEN	8
2.1	Genehmigungsrelevante Kriterien	8
2.1.1	Standort	8
2.1.2	Emissionsgrenzwerte	9
2.1.3	Einleitbedingungen Abwasser	9
2.2	Ist-Zustand Prozess	9
2.2.1	Feuerung/Kessel	9
2.2.2	Rauchgasreinigung (RGR)	9
2.2.3	Wasser-Dampf-Kreislauf (WDK)	10
2.3	Prozess- und Fernwärme Szenario	11
2.4	Kesselfahrweise	12
3.	OPTIMIERUNGS- UND ERSATZMASSNAHMEN	13
3.1	Feuerung und Kessel	13
3.2	Turbine und LUKO	15
3.3	Rauchgasreinigung	17
3.4	Elektrofilter	17
3.5	Schlacke	18
3.6	Druckluftzentrale	18
3.7	Kühlkreislauf	18
3.8	Gewächshaus und Abdampfkondensator	18
3.9	Elektrische Installationen	19
3.10	PLS & Automatisierung	19
3.11	MS-Anlage	19
3.12	NS-Anlage	19
3.13	Bau	19
4.	TROCKENE RAUCHGASREINIGUNG	20
4.1	Evaluation trockene 2-stufige Rauchgasreinigung	20
4.1.1	Aufbau	20
4.1.2	Beschreibung Verfahrenstechnik	20
4.1.3	Wichtigste Vorteile	21
4.2	Vergleich Trockene- vs. Nasse-RGR	21
4.2.1	Energierückgewinnung	21
4.2.2	Emissionen	21
4.2.3	Betriebskosten	22
4.2.4	Fazit Vergleich	23
5.	UMBAUSZENARIO	24
6.	LOSE 1-3	26
6.1	Technik	27
6.1.1	Feuerung & Kessel	27
6.1.2	Rauchgasreinigung	28
6.1.3	Energienutzung	31
6.2	Kommerziell	33
6.2.1	Feuerung & Kessel	33
6.2.2	Rauchgasreinigung	33
6.2.3	Energienutzung	35

7.	LOSE 4-6 & PLANUNGSAUFWAND	37
7.1	Technik	37
7.1.1	Elektrotechnik und Automatisierung	37
7.1.2	Nebenanlagen	37
7.1.3	Bau	38
7.2	Kommerziell	39
7.2.1	Elektrotechnik und Automatisierung	39
7.2.2	Nebenanlagen	39
7.2.3	Bau	39
7.2.4	Planungsleistungen	40
8.	BEHÖRDLICHE BEWILLIGUNGEN	41
9.	TERMINPLAN GESAMTPROJEKT	41
10.	KOSTEN	43
10.1	Investitionskosten nach Losen	43
10.2	Investitionskosten nach BKP	44
10.3	Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten-schätzung	45
10.4	Betriebskosten-Schätzung	46
10.5	Ausfall von Betriebserlösen	47
11.	INVESTITIONSKOSTEN NACH MODULEN	48
11.1.1	Kosten pro Modul	49
11.1.2	Module für Feuerung & Kessel Linie 2	50
11.1.3	Module für Energienutzung	52
11.1.4	Module für die Rauchgasreinigung	55
11.1.5	Zusammenfassung	60
12.	ANHANG	62
12.1	Auswertung der Angebote	62
12.2	Betriebs- und Auslegungsdaten Linth 2025	66
12.3	Anhang: Für die Kostenberechnung eingesetzte Einheitspreise	67
12.4	Baukostenplan (BKP)	68
12.5	Ergänzende Dokumente	74

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1: KVA Linth mit altem LuKo links in Rot und rechts das neue Kesselhaus	8
Abbildung 2: Mögliche Ausführungen des neuen LuKos in rot und gelb.....	8
Abbildung 3: Anordnung der bestehenden Kessel und Turbogruppen der KVA Linth heute. Die beiden LUKOs sind schematisch dargestellt und befinden sich auf dem Dach des jeweiligen Turbinengebäudes.	10
Abbildung 4: Benötigte Leistung zur Erzeugung von Prozess- und Fernwärme über das Jahr.	11
Abbildung 5: Mögliche Kesselfahrweise, in der beide Kessel das ganze Jahr in 80% Teillastbetrieb laufen.	12
Abbildung 6: Mögliche Kesselfahrweise mit grösseren geplanten Stillstandszeiten von beiden Kesseln.	12
Abbildung 7: Feuerleistungsdiagramm der neuen Linie 2.....	13
Abbildung 8: Position beider Verbrennungslinien und der Turbogruppen heute.....	15
Abbildung 9: Links: Anordnung der bestehenden Kessel und Turbogruppen der KVA Linth heute. Die beiden bestehenden LUKOs sind schematisch als Kreise dargestellt und befinden sich auf dem Dach des jeweiligen Turbinengebäudes. Rechts: Zustand der Anlage nach dem Umbau. Die Grundfläche des neuen Kesselhauses ist in rosa zu sehen.	15
Abbildung 10: LUKO 1 bestehend und die ungefähre Fläche für den neuen LUKO rot gepunktet.	16
Abbildung 11: Position des zu ersetzenden Elektrofilters rot umrandet	17
Abbildung 12: Mögliche Positionierung des Abdampfkondensators mit entsprechenden Leitungen für Abdampf (rot) und Heizkreislauf (grün).	18
Abbildung 13: Neues Kesselhaus in grün und türkis und neuer Kessel in orange	19
Abbildung 14: Aufbau trockene RGR.....	20
Abbildung 15: HZI 4-Zug Vertikalkessel links Martin 4-Zug Vertikalkessel rechts	27
Abbildung 16: Bestehende RGR	29
Abbildung 17: Vorschlag HZI für Anpassungen den Umbau RGR Variante A mit optionalem Ersatz des Nasswäschers.....	29
Abbildung 18: Layout HZI für Umbau RGR Variante A links und Elektrofilter rechts	30
Abbildung 19: Layout LAB für Umbau RGR Variante A.....	30
Abbildung 20: Layout Caliqua für Los 3 Turbine, LuKo und Abdampfkondensator	31

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 3-1: Betriebs- und Auslegungsdaten Feuerung und Kessel Linie 2	14
Tabelle 3-2: Betriebs- und Auslegungsdaten Turbine und LUKO	16
Tabelle 3-3: Auslegungsdaten Elektrofilter	17
Tabelle 4-1: Vergleich zu erwartende Emissionen der Verfahren trockene und nasse RGR	21
Tabelle 4-2: Vergleich der Betriebsmittelkosten, die sich für die trockene und nasse RGR unterscheiden gleichbleibende Betriebsmittelkosten sind nicht aufgeführt (Betriebsmittelkosten im Anhang).....	22
Tabelle 5-1: Umbauterminplan	25
Tabelle 6-1: Technischer Vergleich Feuerung & Kessel (weitere Details, siehe Anhang).....	27
Tabelle 6-2: Technischer Vergleich Umbau RGR Variante A (weitere Details, siehe Anhang)	28
Tabelle 6-3: Liefer- & Leistungsumfang Umbau RGR Minimale energetische Optimierung einer Linie....	28
Tabelle 6-4: Liefer- & Leistungsumfang Umbau RGR Mittlere energetische Optimierung einer Linie	28
Tabelle 6-5: Technischer Vergleich Elektrofilter (weitere Details, siehe Anhang).....	29
Tabelle 6-6: Technischer Vergleich Energienutzung (weitere Details, siehe Anhang)	31
Tabelle 6-7: Angebotsvergleich – Preise Los 1	33
Tabelle 6-8: Angebotsvergleich – Preise Los 2.1A	33
Tabelle 6-9: Kostenschätzung Minimale, Mittlere energetische Optimierung einer Linie & RGR Trocken	34
Tabelle 6-10: Angebotsvergleich – Preise Los 2.2.....	34
Tabelle 6-11: Angebotsvergleich – Preise Los 3	35
Tabelle 6-12: Kostenschätzung für Energienutzung 120'000 t/a und späterem Ausbau auf 150'000 t/a	35
Tabelle 6-13: Kostenschätzung für Energienutzung von 150'000 t/a.....	36
Tabelle 6-14: Amortisationszeit der Szenarien 150'000 t/a.....	36

Tabelle 7-1: Lieferungen und Leistungen Elektrotechnik und Automatisierung (Los 4)	37
Tabelle 7-2: Lieferungen und Leistungen von Nebenanlagen (Los 5).....	37
Tabelle 7-3: Lieferungen und Leistungen von Bautechnik (Los 6)	38
Tabelle 7-4: Kostenschätzung Los 4	39
Tabelle 7-5: Kostenschätzung Los 5	39
Tabelle 7-6: Kostenschätzung Los 6	39
Tabelle 7-7: Kostenschätzung Planungsleistungen.....	40
Tabelle 9-1: Terminplan Gesamtprojekt	42
Tabelle 10-1: Investitionskosten nach Losen	43
Tabelle 10-2: Gesamte Investitionskosten im BKP (siehe Anhang für Details)	44
Tabelle 10-3: Sensitivitätsanalyse der Gesamtkosten Umbau Linth 2025	45
Tabelle 32: Abgeschätzte Erträge der Betriebskosten	46
Tabelle 33: Ausfälle von Stromerzeugung und Abfallerlösen	47
Tabelle 34: Ausfälle von Erlösen	47
Tabelle 11-1: Aufteilung nach Modulen	49
Tabelle 11-2: Kosten und ENE des Moduls 90'000 t/a (Feuerung & Kessel).....	50
Tabelle 11-3: Kosten und ENE des Moduls 60'000 t/a (Feuerung & Kessel).....	51
Tabelle 11-4: Kosten und ENE des Moduls 120'000 t/a (Energienutzung)	52
Tabelle 11-5: Kosten und ENE des Moduls 120'000 t/a (150'000 t/a) (Energienutzung)	53
Tabelle 11-6: Kosten und ENE des Moduls 150'000 t/a (Energienutzung)	54
Tabelle 11-7: Kosten und ENE des Moduls RGR Umbauvariante A + Nasswäscher	55
Tabelle 11-8: Kosten und ENE des Moduls RGR Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)	56
Tabelle 11-9: Kosten und ENE des Moduls RGR Kompletterneuerung beider Linien (nass)	57
Tabelle 11-10: Kosten und ENE des Moduls RGR Mittlere energetische Optimierung einer Linie.....	58
Tabelle 11-11: Kosten und ENE des Moduls RGR Minimale energetische Optimierung einer Linie.....	59
Tabelle 12-1: Technischer Angebotsvergleich Feuerung & Kessel	62
Tabelle 12-2: Technischer Angebotsvergleich Rauchgasreinigung	63
Tabelle 12-3: Technischer Angebotsvergleich Wasserdampfkreislauf	64
Tabelle 12-4: Auslegung Linth 2025	66
Tabelle 12-5: Kosten Betriebsmittel und Entsorgungskosten.....	67
Tabelle 12-6: BKP detailliert, mit den Modulen Kesselhaus (KG), Feuerung & Kessel (KF), Wasserdampfkreislauf (TG), Gemeinsam (G)	68

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

FW	= Fernwärme
L1 oder L2	= Linie 1 oder 2
RGR	= Rauchgasreinigung
TG	= Turbogruppe (Turbine, Getriebe, Generator, Kühler)
WDK	= Wasser-Dampf-Kreislauf

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Der bestehende Kessel der Linie 2 soll aufgrund seines Alters in den nächsten Jahren ersetzt werden. Weiter sollen die beiden bestehenden Turbogruppen durch eine neue gemeinsame Turbogruppe ersetzt werden. Im Zuge dieser Umbauarbeiten sollen zudem Anpassungen an der Rauchgasreinigung zur Steigerung der energetischen Nettoeffizienz der Gesamtanlage vorgenommen werden.

Im Zuge der Layoutbereinigung wird das bestehende Kesselhaus der Linie 2 erweitert und umfasst zukünftig das heutige Kesselhaus der Linie 2, das Gebäude der heutigen Turbogruppe 2 als auch den Gebäudeteil in dem heute die Druckluftzentrale untergebracht ist.

1.2 Aufgabenstellung

Für die in der vorangegangenen Machbarkeitsstudie definierte Ersatzvariante B - eine Verbrennungslinie, Kapazität 90 kt/a, neue Turbogruppe, Optimierung der Rauchgasreinigung - soll die technische Machbarkeit bestätigt und die Kosten für den Ersatz, aufgeteilt auf frei wählbare Module, ermittelt werden.

1.3 Vorgehensweise

1.3.1 Detaillierte Untersuchung der Ersatzvariante B

Der in der vorangegangenen Phase erarbeitete Liefer- und Leistungsumfang wird nun weiter detailliert und überprüft. Vor Ort werden weitere Abklärungen durchgeführt – wie z.B. Aufnahme der baulichen Begebenheiten, Verlauf des jetzigen Wasser-Dampf-Kreislauf, etc. - und es wird ein 3D-Grobmodell erstellt. Auf dieser Basis werden die Optimierungs- und Ersatzmassnahmen definiert und mit Hilfe eines Umbauszenarios erfolgt eine zeitliche Abschätzung des Umbaus.

1.3.2 Auswahl der Verfahrenstechnik

Für die definierten Optimierungs- und Ersatzmassnahmen erfolgt die Auslegung der verfahrenstechnischen Systeme und es werden technische Grobspezifikationen erarbeitet, die den möglichen Lieferanten den nötigen Freiraum geben, die aus ihrer Sicht geeignetste Technik einzusetzen.

1.3.3 Ermittlung der Kosten der Ersatzvariante

Mittels Richtpreisausschreibung werden die Kosten für den Ersatz von Linie 2 (Feuerung, Kessel, Umbau RGR, Elektrofilter) und für den Ersatz der Turbogruppe inkl. Wasser-Dampf-Kreislauf ermittelt.

Für Lieferungen und Leistungen ausserhalb der Richtpreisausschreibung werden die Kosten durch Spezialisten und Planungsbüros abgeschätzt.

Es ergibt sich folgende Losaufteilung:

Los 1 -	Feuerung & Kessel
Los 2.1A -	Umbau RGR (Variante Rohgasdenox)
Los 2.1B -	Umbau RGR (Variante 1 x Wärmetauscher)
Los 2.1C -	Umbau RGR (Variante 2 x Wärmetauscher)
Los 2.2 -	Elektrofilter
Los 3 -	WDK (Wasserdampfkreislauf, Turbine, LuKo)
Los 4 -	Elektro- und Leittechnik
Los 5 -	Nebenanlagen
Los 6 -	Bau
Planungsaufwand	

2. GRUNDLAGEN

2.1 Genehmigungsrelevante Kriterien

2.1.1 Standort

Die geplanten Umbaumaassnahmen werden grösstenteils innerhalb der bestehenden Anlagengrenzen erfolgen. Das Gebäude von Kesselhaus 2 wird mindestens so hoch wie das bestehende Kesselhaus 1 (33 m), maximal aber so hoch wie die Gebäudehöhe der bestehenden RGR (35 m). Die Oberkante des neuen LuKo's wird um ca. 16 m erhöht und liegt neu auf ca. 47 m. Somit ist der neue LuKo um fast 7 m höher als der bisher höchste Teil des Gebäudes (Treppenhaus der RGR mit 40 m). Gemäss der Bau- und Zonenordnung von Niederurnen lassen sich keine Einschränkungen ableiten („In der ZöBA KVA richten sich die Gebäude- und Firsthöhen nach betrieblich notwendigen Kriterien“).

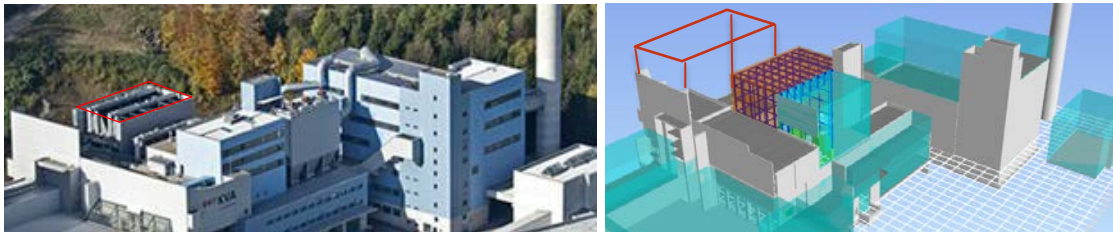


Abbildung 1: KVA Linth mit altem LuKo links in Rot und rechts das neue Kesselhaus

Varianten LuKo:

- Die Höhe des LuKos kann um 5 m auf eine Gesamthöhe von 42 m reduziert werden indem zwei Reihen statt einer Reihe gebaut werden (Abbildung 2, rot gestrichelt). Diese Variante ist jedoch teurer und leicht weniger energieeffizient.
- Die Höhe des LuKos kann um weitere 6 m auf eine Gesamthöhe von 36 m reduziert werden, wenn der neue LuKo nicht Richtung Bunkerdach sondern Richtung Vorhof erweitert wird. Allerdings wird er dann 5-10 m in den Hof hineinragen (Abbildung 2, gelb gestrichelt).
- Wenn der bestehende LuKo weiterverwendet wird, bleibt die heutige Gesamthöhe von 31 m erhalten, allerdings wird der LuKo um 20–25 m in den Vorhof gebaut werden müssen (nicht eingezeichnet).

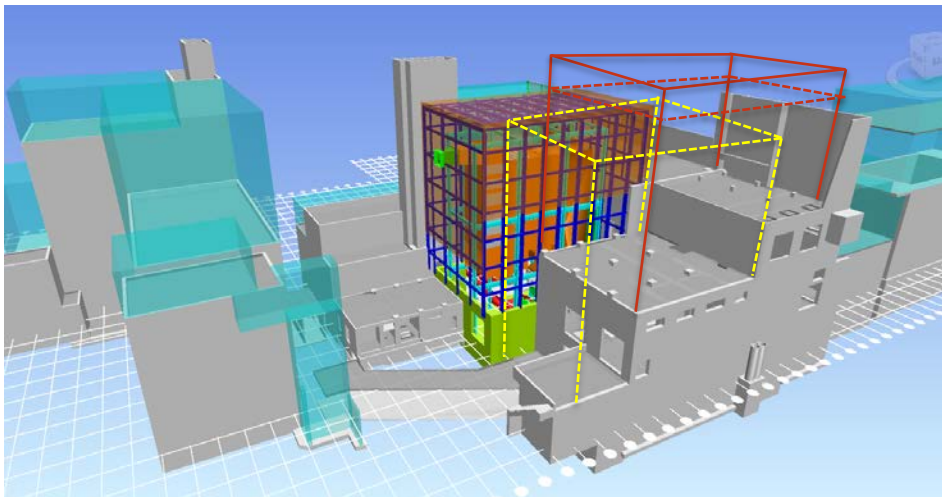


Abbildung 2: Mögliche Ausführungen des neuen LuKos in rot und gelb

2.1.2 Emissionsgrenzwerte

Es wird davon ausgegangen, dass die Emissionsgrenzwerte im Minimum die zum Zeitpunkt der Realisierung gültigen Verordnungen erfüllen und gegenüber dem heutigen Stand keine Verschlechterung darstellen.

2.1.3 Einleitbedingungen Abwasser

Es wird davon ausgegangen, dass die Abwasserwerte unverändert bleiben.

2.2 Ist-Zustand Prozess

2.2.1 Feuerung/Kessel

Die KVA Linth behandelt auf zwei Verbrennungslinien 113'383 t Abfall pro Jahr (Stand 2014). Der Kessel L1 wurde 2001 errichtet und erreicht einen Durchsatz von 7.5 t/h. Der Kessel L2 wurde 1982 errichtet und erreicht einen Durchsatz von 6.5 t/h.

Im Geschäftsjahr 2014/2015 wurden 81'713 MWh Elektrizität erzeugt und 2'176 MWh Fernwärme abgegeben.

2.2.2 Rauchgasreinigung (RGR)

Die beiden bestehenden Verbrennungslinien verfügen über identisch aufgebaute RGR mit folgenden Verfahrensstufen:

- Elektrofilter
- Saure Wäsche
- Basische/Neutrale Wäsche
- Nasselektrofilter
- Katalytische Entstickung

2.2.3 Wasser-Dampf-Kreislauf (WDK)

Der Frischdampf der beiden Kessel wird in zwei zweistufigen Turbinen (TG1/TG2) verstromt.

- TG1 wurde 1998 errichtet und besitzt eine Leistung von 7.4 MW.
- TG2, deren Ersatz in dieser Studie auch untersucht wird, wurde 1982 errichtet und verfügt über eine Leistung von 5.1 MW.

Die Frischdampfleitungen der zwei Linien sind auf einem gemeinsamen Verteiler zusammengeschlossen, wobei ein grösserer Teil (ca. 60%) des Frischdampfes in TG1 verstromt wird. Die momentanen Frischdampfparameter beider Kessel betragen ca. 390°C und 39 bar.

Der Abdampf von TG1 wird in LUKO 1 mit 2x3 Feldern kondensiert und der Abdampf von TG2 in LUKO 2 mit 1x3 Feldern. Beide LUKOs befinden sich direkt auf dem Dach oberhalb der entsprechenden Turbine (Anordnung der Komponenten in Abbildung 3).

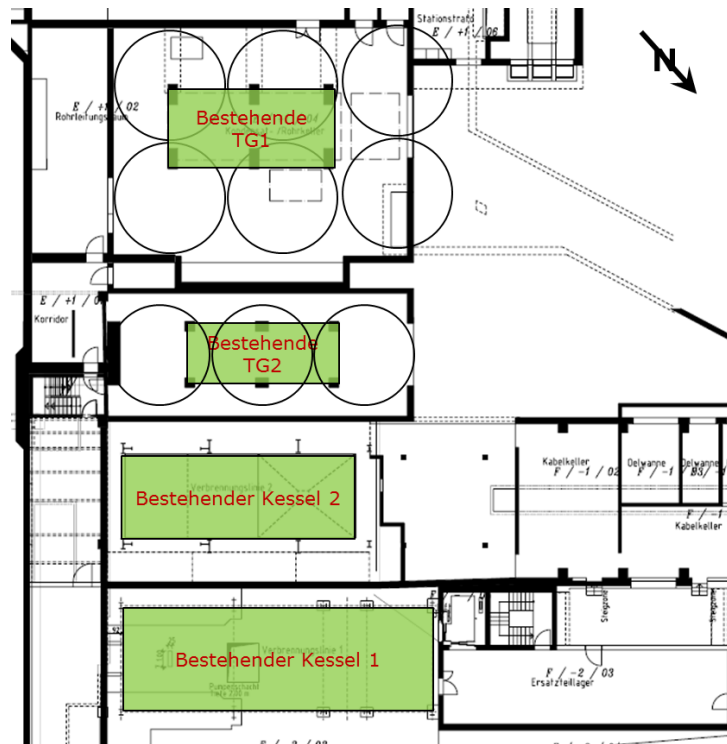


Abbildung 3: Anordnung der bestehenden Kessel und Turbogruppen der KVA Linth heute. Die beiden LUKOs sind schematisch dargestellt und befinden sich auf dem Dach des jeweiligen Turbinengebäudes.

2.3 Prozess- und Fernwärme Szenario

Es werden folgende Annahmen bezüglich Fernwärme getroffen:

- 1.) Zukünftig sollen ca. 25 GWh/a Fernwärme abgesetzt werden.
Zur Modellierung werden die Jahresganglinie der Fernwärmeabgabe vom Geschäftsbericht 2014/2015 verwendet und auf 25 GWh/a hochskaliert (Juli – Dezember auf Basis Daten 2014, Januar – Juni auf Basis Daten 2015).
- 2.) In der Anlage müssen das ganze Jahr Wärme- und Dampfverbraucher mit einer Leistung von 3.3 MW bedient werden (Wert basierend auf Rytec Untersuchung für 2009). Bei einem konstanten Bedarf über das gesamte Jahr resultiert daraus ein Energiebedarf von 28 GWh_{th}/a.

Daraus ergibt sich der in Abbildung 4 aufgezeigte Bedarf an Prozess- und Fernwärme. Der Bedarf hat einen Höhepunkt im Februar mit ungefähr 9.25 MW aufgrund der benötigten Heizenergie. Im Sommer sinkt der Bedarf auf ca. 4 MW ab, wobei es sich hier vor allem um KVA-internen Wärmeverbraucher handelt.

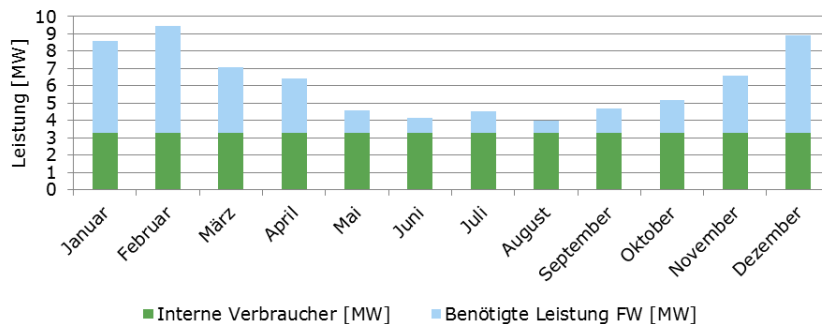


Abbildung 4: Benötigte Leistung zur Erzeugung von Prozess- und Fernwärme über das Jahr.

2.4 Kesselfahrweise

Es wird eine neue Turbine installiert, die sowohl den gesamten Dampf des neuen Kessels L2 als auch 50% der maximalen Leistung des Kessels L1 verstromen kann.

Einschränkungen:

- Limitiert durch die LUKO- und Turbinenkapazität können die beiden Kessel nie gleichzeitig in Vollast betrieben werden.
- Bei einem nicht speziell modifizierten Kessel können die Frischdampfparameter nur für einen Teillastbetrieb von $\geq 70\%$ eingehalten werden.

Daher beträgt der maximale Abfalldurchsatz der Anlage mit der oben beschriebenen Turbine 15.05 t/h ($11.3 \text{ t/h} + 7.5/2 \text{ t/h}$).

Da beide Kessel für gleiche Dampfparameter ausgelegt sind, ergeben sich die folgenden möglichen Fahrweisen:

a) Beide Kessel 80% (Abbildung 5)

Beide Kessel werden das ganze Jahr im Teillastbereich von 80% gefahren. Dies ergibt einen durchschnittlichen Durchsatz von 15,04 t/h bzw. einen Jahresdurchsatz von 120 kt bei einer angenommenen Verfügbarkeit von 8000 h.

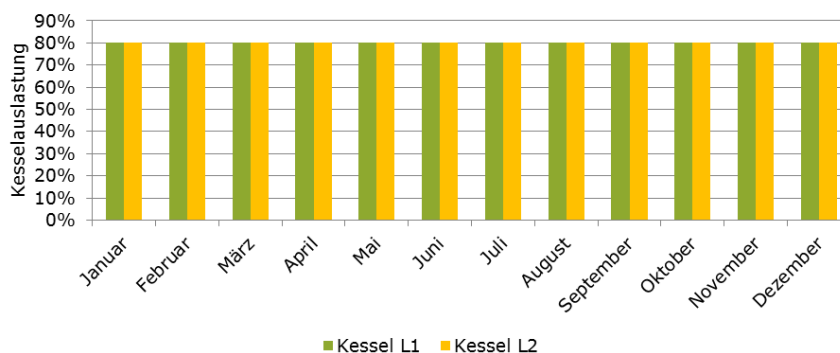


Abbildung 5: Mögliche Kesselfahrweise, in der beide Kessel das ganze Jahr in 80% Teillastbetrieb laufen.

b) Kesselleistung variable inkl. Revisionsunterbrüche (Abbildung 6)

Beide Kessel stehen für je ein bzw. zwei Monate still. In dieser Zeit kann die jeweils andere Linie auf Vollastbetrieb gefahren werden. Trotz einer Reduzierung der durchschnittlichen Verfügbarkeit pro Linie sinkt der Jahresabfalldurchsatz dadurch nicht.

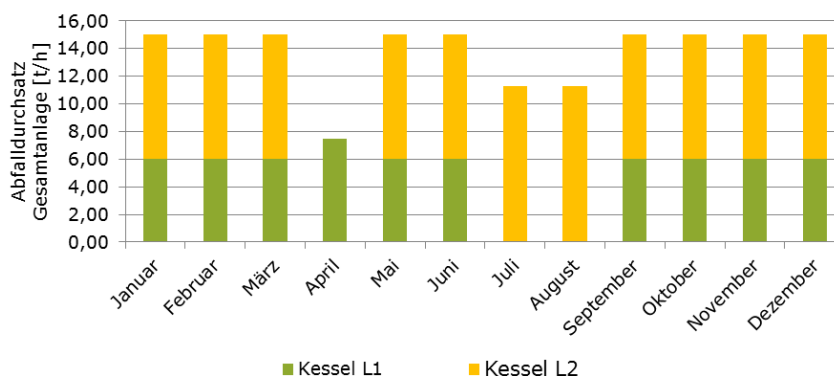


Abbildung 6: Mögliche Kesselfahrweise mit grösseren geplanten Stillstandszeiten von beiden Kesseln.

3. OPTIMIERUNGS- UND ERSATZMASSNAHMEN

3.1 Feuerung und Kessel

Feuerung und Kessel der bestehenden L2 werden zurückgebaut und durch eine neue Verbrennungslinie ersetzt, durch welche die Kapazität von heute 6,5 t/h auf 11,25 t/h erhöht wird. Der neue Kessel soll wieder ein 5-Zug-Vertikalkessel sein.

Das Konzept basiert auf der Überlegung, dass auch nach Stilllegung von L1 die Entsorgungssicherheit der Region durch den Betrieb einer Linie gewährleistet sein muss. Die Gesamtanlage wird darauf ausgelegt, dass gleichzeitig Kessel L2 zu 100% und Kessel L1 zu 50% betrieben werden können.

Die Auslegung von Feuerung und Kessel soll auf folgendem Feuerleistungsdiagramm basieren.

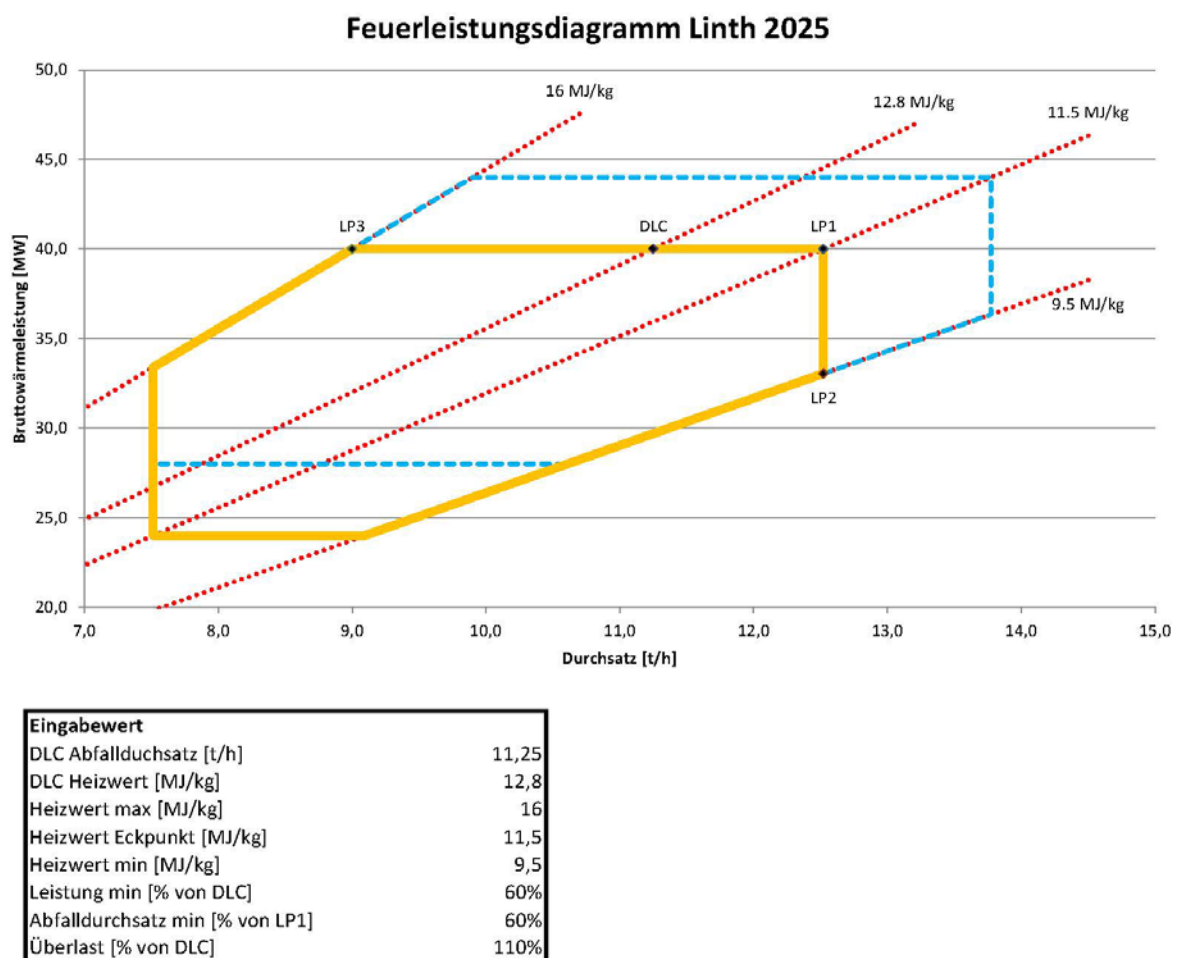


Abbildung 7: Feuerleistungsdiagramm der neuen Linie 2

Als DLC (Design Load Case) wird nachfolgend im Bericht der für die Auslegung der Gesamtanlage relevante Betriebspunkt bezeichnet.

Tabelle 3-1 zeigt die wichtigsten Betriebs- und Auslegungsdaten für Feuerung/Kessel:

Tabelle 3-1: Betriebs- und Auslegungsdaten Feuerung und Kessel Linie 2

Parameter	
Nominaldurchsatz pro Linie	11,25 t/h
Auslegungsheizwert bei nominalem Durchsatz	12,8 MJ/kg
Feuerungswärmeleistung	40,0 MW
Reisezeit	12'000 h
Verfügbarkeit	8'000 h/a
Frischdampf Temperatur nominal	415°C
Frischdampfdruck nominal	40 bar
Rauchgasaustrittstemperatur (nach Economiser)	160°C
Rauchgastemperatur vor Endüberhitzer (Ende Reisezeit)	650°C
Bauart Kessel	5-Zug vertikal

3.2 Turbine und LUKO

Beide bestehenden Turbinen sollen durch eine neue Turbine ersetzt werden. Die neue Turbine wird am Standort der jetzigen TG1 sein.

Die folgenden Abbildungen zeigen die aktuellen und die geplanten neuen Positionen der Kessel und Turbinen.



Abbildung 8: Position beider Verbrennungslinien und der Turbogruppen heute

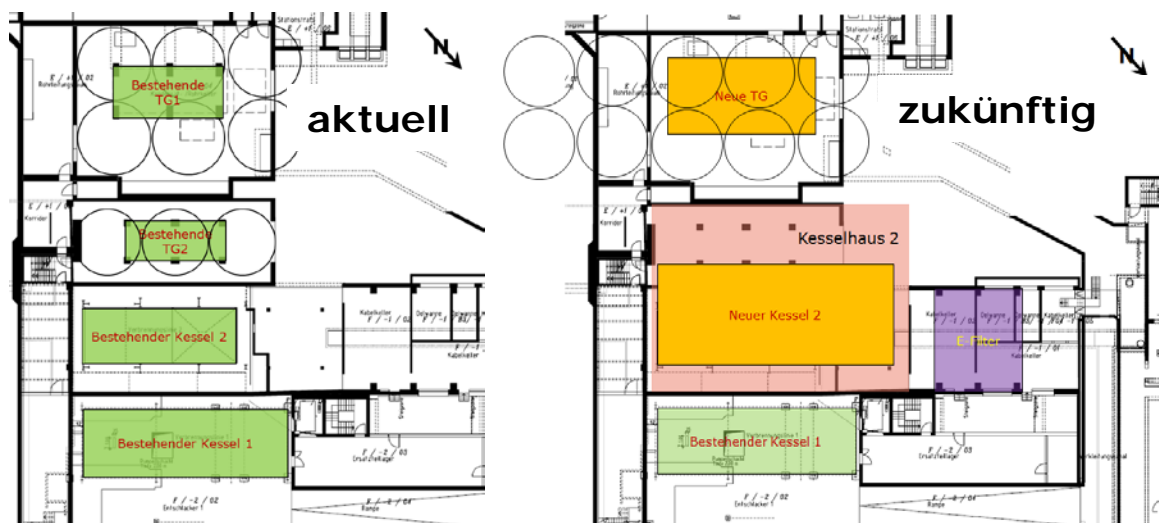


Abbildung 9:
Links: Anordnung der bestehenden Kessel und Turbogruppen der KVA Linth heute. Die beiden bestehenden LUKOs sind schematisch als Kreise dargestellt und befinden sich auf dem Dach des jeweiligen Turbinengebäudes.
Rechts: Zustand der Anlage nach dem Umbau. Die Grundfläche des neuen Kesselhauses ist in rosa zu sehen.

Aufgrund der Gebäudeerweiterung von Kesselhaus 2 muss der LUKO 2 rückgebaut werden. Der bestehende LUKO 1 ist nicht gross genug für die neue Turbine und soll daher durch einen grösseren LUKO ersetzt werden.

In der folgenden Abbildung sind die bestehenden LUKOs sowie die Erweiterung der LUKO-Fläche dargestellt.

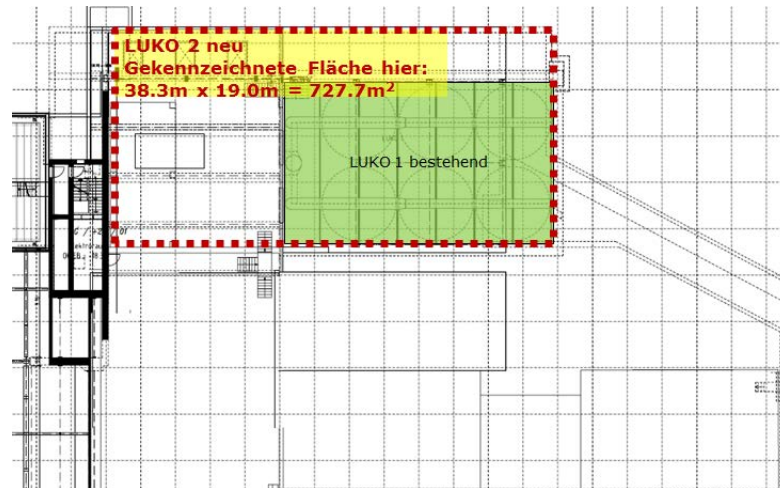


Abbildung 10: LUKO 1 bestehend und die ungefähre Fläche für den neuen LUKO rot gepunktet.

Tabelle 3-2 zeigt die Betriebs- und Auslegungsdaten für Turbine und LUKO:

Tabelle 3-2: Betriebs- und Auslegungsdaten Turbine und LUKO

Parameter	
Frischdampf	
	- Druck
	- Temperatur
	- Menge
Abdampfdruck	

40 bara

410 °C

66 t/h

110 mbar

3.3 Rauchgasreinigung

Im Rahmen der energetischen Optimierung der Gesamtanlage wurden folgende Überlegungen gemacht:

- Rohgas Denox statt bestehende nachgeschaltete katalytische Entstickung
- Nachrüstung einer zusätzlichen Wärmerückgewinnung aus dem Rauchgas

3.4 Elektrofilter

Die Vergrößerung des Kessels L2 und die Gebäudeerweiterung erfordern einen neuen Elektrofilter. Abbildung 11 zeigt die Position des zu ersetzenden Elektrofilters:

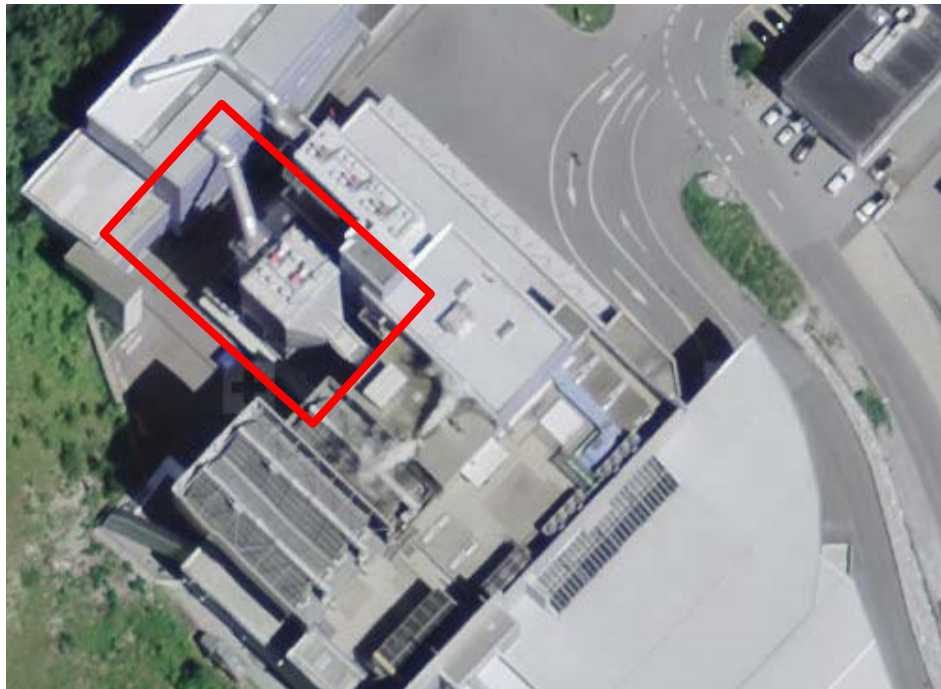


Abbildung 11: Position des zu ersetzenden Elektrofilters rot umrandet

Tabelle 3-3 zeigt die Betriebs- und Auslegungsdaten des neuen Elektrofilters:

Tabelle 3-3: Auslegungsdaten Elektrofilter

Parameter	
Rauchgasstrom Eintritt E-Filter	
Rauchgasvolumenstrom DLC	85'000 Nm ³ /h, i. N. feucht
Rauchgastemperatur DLC	260°C
Rauchgaszusammensetzung bei Eintritt in den E-Filter	
Staub DLC	3'000 mg/ m ³
Staub max. (Kesselabreinigung)	10'000 mg/ m ³
Rauchgaszusammensetzung bei Austritt E-Filter	
Max. Staub bei Betriebs-Sauerstoffgehalt nach E-Filter	10 mg/Nm ³

3.5 Schlacke

Es sollen im Richtpreisangebot sowohl die Option Trockenaustrag als auch die Option Nassaustrag enthalten sein. Im Falle eines Nassaustrags wird die Schlacke in der vorhandenen Schlackenaufbereitung behandelt.

Im Falle des Trockenaustrags muss die Option in folgende 3 Positionen aufgeteilt werden:

- Trockenaustrag
- Transport in die Schlackenaufbereitungshalle
- Komplette Container-Verladeeinrichtung

3.6 Druckluftzentrale

Die bestehende Druckluftzentrale befindet sich zwischen dem bestehendem Kesselhaus 2 und dem Gebäude in dem die RGR untergebracht ist. Da dieser Gebäudeteil zum neuen Kesselgebäude hinzugenommen wird, muss die Druckluftzentrale zukünftig an einem anderen Standort untergebracht werden.

3.7 Kühlkreislauf

Es gibt keinen übergeordneten Kühlkreislauf, an den angeschlossen werden kann.

3.8 Gewächshaus und Abdampfkondensator

In der Nähe der KVA Linth besteht von externer Seite das Interesse ein Gewächshaus zu errichten. Dieses soll 10 Hektar gross sein und mit der Abwärme der KVA Linth beheizt werden. Nach momentaner Abschätzung würde dies einem Wärmebedarf von 30-40 GWh pro Jahr entsprechen.

Als Auslegungsgrundlage wird ein Wärmebedarf von 50 GWh zu Grunde gelegt. Die dafür notwendige Wärme würde mittels eines zum LUKO parallel geschalteten Kondensators aus dem Abdampf der Turbine gewonnen werden.

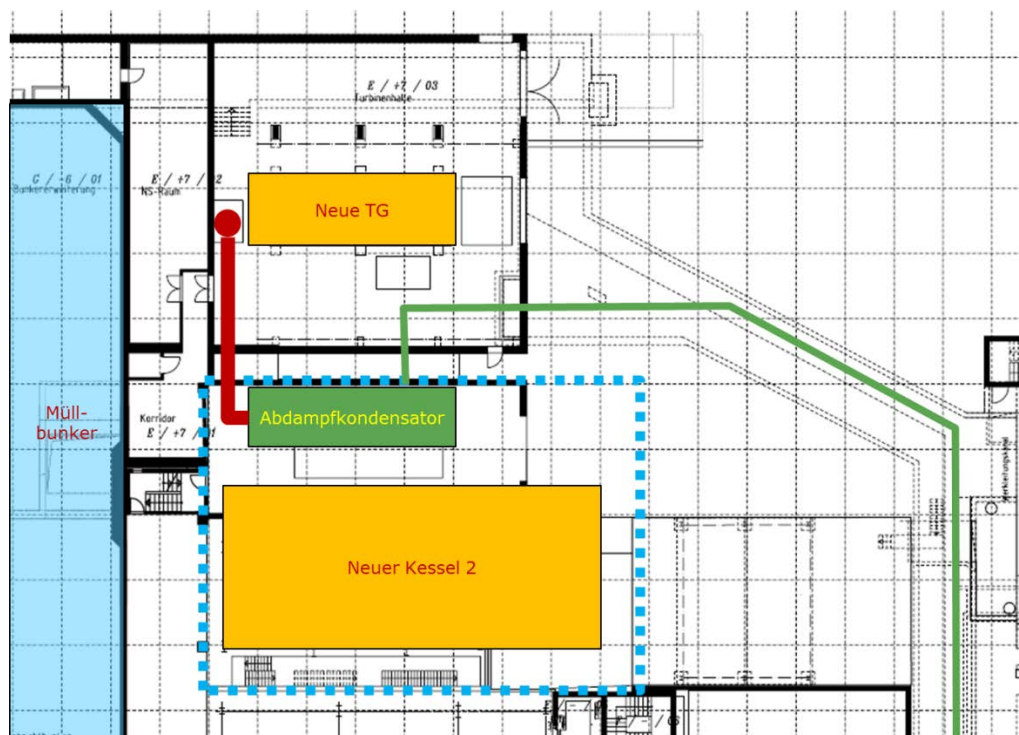


Abbildung 12: Mögliche Positionierung des Abdampfkondensators mit entsprechenden Leitungen für Abdampf (rot) und Heizkreislauf (grün).

3.9 Elektrische Installationen

Die neuen Schaltanlagen ersetzen die bestehenden am gleichen Ort.

3.10 PLS & Automatisierung

Die neuen Komponenten werden in das im Jahr 2016 in Betrieb genommene PLS & Automatisierungssystem übernommen. Es werden neue Bedienbilder erstellt und alle nötigen Hard- und Softwareanpassungen vorgenommen.

3.11 MS-Anlage

Es gibt aktuell zwei Maschinentrafos mit einer Leistung von 9,4 MVA bzw. 6,3 MVA, welche die Generatorspannung der Turbinen auf eine Spannung von 16,9-17kV (schwankend) transformieren. Für die Ersatzturbine wird ein neuer Maschinentrafo benötigt werden, der im bestehenden Traforaum untergebracht wird.

Die Leitungsführung beider Maschinentrafos erfolgt zum grössten Teil über einen unterirdischen Gang, der vom Turbinengebäude 1, vorbei an den beiden Kesselhäusern bis zum Betriebsgebäude verläuft.

3.12 NS-Anlage

Die Niederspannungsverteilung ist im Raum F / +7 / 05 untergebracht. In den dort befindlichen Schaltanlagen ist noch Reserveplatz. Die vergrösserte L2 wird eine Anpassung der Niederspannungsverteilung erforderlich machen.

3.13 Bau

Aufgrund des grösseren Kessels ist eine Gebäudeerweiterung notwendig. Die Erweiterung der LUKO-Fläche wird durch den Neubau einer Stahlkonstruktion ermöglicht, die sich unter dem bestehenden LUKO 1 und auf das anschliessende Bunkerdach erstrecken wird.

Das neue Gebäude entspricht in der Höhe ungefähr dem bestehenden Kesselhaus 1, ist jedoch 4m länger.

Im nachfolgenden 3D-Grobmodell ist das neue Kesselhaus dargestellt. Der bestehende LUKO 1 und der neue LUKO sind in diesem Modell nicht enthalten.

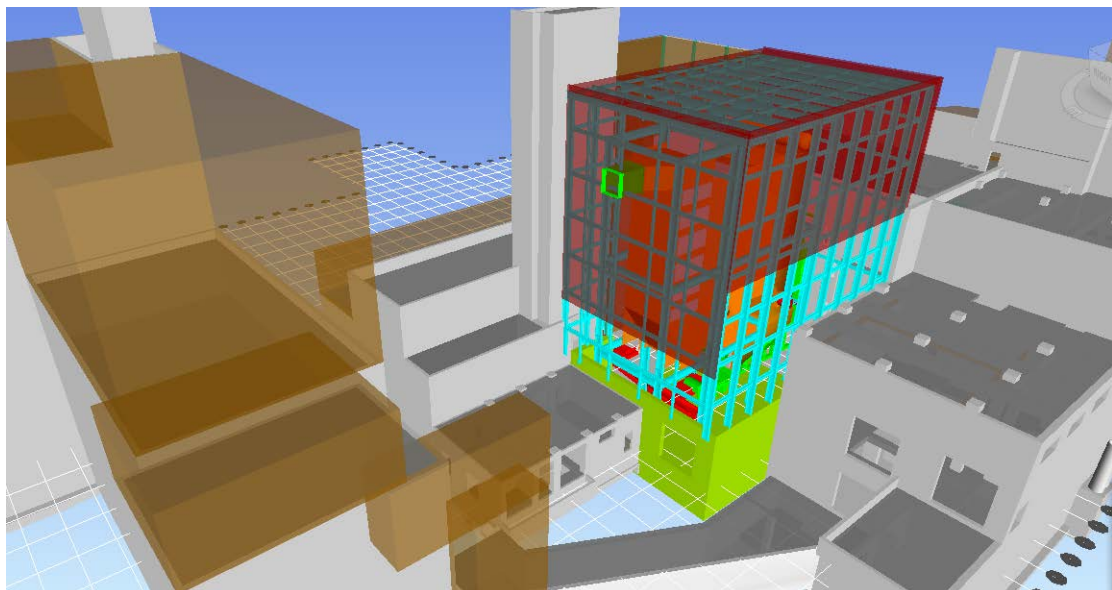


Abbildung 13: Neues Kesselhaus in grün und türkis und neuer Kessel in orange

4. TROCKENE RAUCHGASREINIGUNG

4.1 Evaluation trockene 2-stufige Rauchgasreinigung

4.1.1 Aufbau

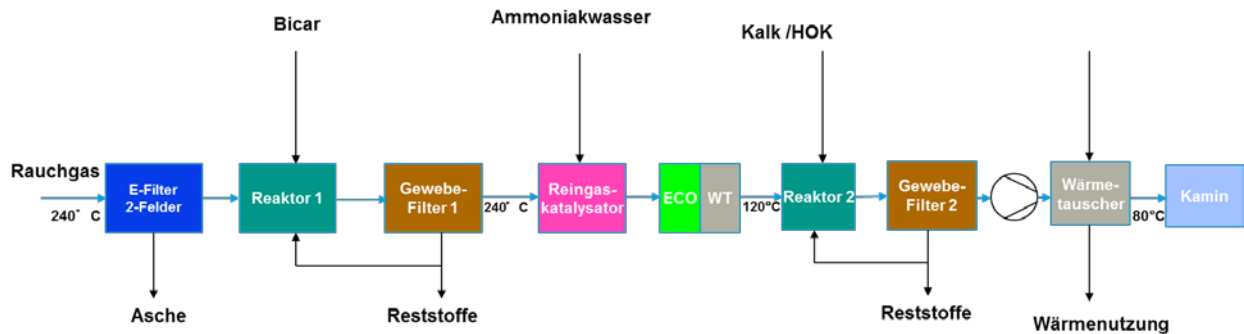


Abbildung 14: Aufbau trockene RGR

4.1.2 Beschreibung Verfahrenstechnik

Das Rauchgas tritt mit 240°C aus dem Kessel in den Elektrofilter ein, wo Staub und Schwermetalle abgeschieden werden. In einem nächsten Schritt wird dem Rauchgas im Reaktor 1 Natriumbicarbonat (NaHCO_3) zugegeben, um den wesentlichen Anteil der sauren Rauchgasbestandteile (HCl , SO_2 , HF) zu binden. Die Reaktionsprodukte (NaCl , Na_2SO_4 , NaF) werden dann im nachfolgenden Gewebefilter 1 entfernt.

Anschliessend wird zur Abscheidung der Stickoxide (NO_x) ein Katalysator eingesetzt. Vor dem Katalysator wird dazu Ammoniakwasser in den Rauchgasstrom zugegeben, wobei aufgrund der Abgastemperatur von 240°C keine weitere Aufwärmung notwendig ist.

Vor der nächsten Reinigungsstufe wird das Rauchgas mit einem Economiser sowie einem Wärmetauscher zur Kondensatvorwärmung auf 120°C abgekühlt.

Im Reaktor 2 findet die zweite Stufe der Abscheidung der sauren Rauchgasbestandteile (HCl , SO_2 , HF) mit Kalkhydrat statt. Zusätzlich zum Kalkhydrat wird HOK zur adsorptiven Abscheidung von Dioxinen und Furanen sowie flüchtigen Schwermetallen (Hg) in das Rauchgas eingebracht. Die Reaktionsprodukte und restlichen Schwermetalle werden im anschliessenden Gewebefilter 2 aus dem Rauchgas entfernt. Der Saugzug fördert den Rauchgasstrom durch alle verfahrenstechnischen Systeme.

Nach dem Saugzug werden die Rauchgase mit einem Wärmetauscher weiter auf 80°C abgekühlt, bevor sie die Anlage durch den Kamin verlassen.

4.1.3 Wichtigste Vorteile

- Operativ sehr einfach
- Keine Wiederaufheizung der Rauchgase vor dem Katalysator
- Geringe Verschmutzungsgefahr des Katalysators
- Sehr tiefe Emissionen von Schwermetallen, Dioxinen, Staub- und Nanopartikeln
- Nur selten eine Dampffahne da keine Wasserzugabe in den Rauchgasstrom
- Grosse Energierückgewinnung da Rauchgase im Kamin bei 80°C
- Geringe Reststoffmengen im Vergleich zu anderen trockenen RGR-Systemen
- Kein Abwasser

4.2 Vergleich Trockene- vs. Nasse-RGR

Im Folgenden wird das System der 2-stufigen trockenen RGR mit der nassen RGR verglichen. Das trockene System entspricht dem oben beschriebenen und das nasse System der für Linth vorgeschlagenen Variante mit Rohgas-Katalysator. (Kessel -> E-filter -> Rohgas-Kat. -> Eco/Wärmetauscher -> Nasswäsche -> Kamin)

4.2.1 Energierückgewinnung

Die Energierückgewinnung aus dem Rauchgas ist für beide Systeme sehr hoch und praktisch identisch. In beiden Systemen wird via Eco und Wärmetauschern so viel Energie aus dem Rauchgasstrom zurückgewonnen, dass die Temperatur des Rauchgases nur noch 80°C beträgt.

4.2.2 Emissionen

Tabelle 4-1: Vergleich zu erwartende Emissionen der Verfahren trockene und nasse RGR

Parameter	Einheit (trocken, 11% O ₂)	Trockene 2-stufige RGR	Nasse RGR
Staub	mg/Nm ³	1	1
HCl	mg/Nm ³	5	1
SO₂	mg/Nm ³	3	1
HF	mg/Nm ³	0.1	0.1
Hg	mg/Nm ³	0.01	0.01
Dioxin (TEQ)	ng/Nm ³	< 0.05	0.05

4.2.3 Betriebskosten

Im Folgenden werden die Betriebskosten der beiden RGR-Systeme miteinander verglichen. Die Kosten, die für beide Varianten gleich ausfallen (wie beispielsweise die Flugascheentsorgung oder das Betriebsmittel des Katalysators) sind nicht aufgeführt. Kostenschätzung für 70'000 Nm³/h (entsprechend des zu erwartenden RG-Volumenstroms für neuen 11.25 t/h Kessel), Schadstoffbelastung 850 mg/Nm³ HCl und 250 mg/Nm³ SO₂.

Tabelle 4-2: Vergleich der Betriebsmittelkosten, die sich für die trockene und nasse RGR unterscheiden
gleichbleibende Betriebsmittelkosten sind nicht aufgeführt (Betriebsmittelkosten im Anhang)

	Trockene RGR	Nasse RGR
	[CHF/a]	
Betriebsmittel		
Bicarbonat	603'000	-
HOK	34'000	-
Kalk	13'000	-
NaOH	-	101'000
CaO	-	54'000
Zukauf Fremdsäuren für FLUWA	134'000	-
Reststoffentsorgung		
Bicarbonat-Reststoffe	589'000	-
Kalk-Reststoffe (inkl. HOK)	32'000	-
Hydroxid Filterkuchen	-	271'000
Total	1'405'000	425'000

Die Betriebskosten der nassen RGR fallen deutlich geringer aus als die der trockenen RGR. Einer der Gründe dafür ist, dass beim nassen Verfahren HCl in der Quench mit Wasser abgeschieden und in der FLUWA als Betriebsmittel weiterverwendet werden kann. Beim trockenen Verfahren wird HCl mit teurem Bicarbonat abgeschieden, welches später deponiert werden muss. Zudem muss die Fremdsäure für die FLUWA eingekauft werden.

4.2.4 Fazit Vergleich

Die Energierückgewinnung beider RGR Systeme schneidet deutlich besser ab als das heute in Linth installierte RGR-System. Die beiden energieoptimierten Systeme unterscheiden sich aber bezüglich Energieeffizienz kaum.

Die Emissionsgrenzwerte beider Systeme sind sehr gut. Bei der trockenen RGR fallen die erwarteten HCl und SO₂ Emissionen mit 5 bzw. 3 mg/ Nm³ minimal höher aus, als bei der nassen RGR mit jeweils 1 mg/ Nm³. Beide Werte sind weit unterhalb den Anforderungen der Luftreinhalteverordnung welche für HCl max. 20 mg/ Nm³ und für SO₂ max. 50 mg/ Nm³ fordert. Im Betrieb können für das trockene System im Vergleich zu nassen Systemen tiefere Emissionen für Dioxine und Schwermetalle erwartet werden.

Der grösste Unterschied beider Systeme zeigt sich in den Betriebskosten. Dort sind die Kosten für die nasse RGR um fast 1 Mio. CHF pro Jahr geringer. Hinzu kommt der ökologische Vorteil, dass die Säure in der hauseigenen Flugaschenwäsche verwendet werden kann und die Säure nicht extern zugekauft werden muss.

Daher ist die optimierte nasse Rauchgasreinigung mit Rohgaskatalysator für den Standort Linth das eindeutig zu bevorzugende System.

5. UMBAUSZENARIO

Das Umbauszenario ist in folgende drei Hauptphasen aufgeteilt:

1. **Rückbau Turbine 1 und Neubau Turbine**
→ Verbrennungslinien 1 und 2 und Turbine 2 sind in Betrieb
2. **Baumassnahmen im Bereich bestehendes Turbinengebäude 2**
→ Verbrennungslinien 1 und 2 und die neue Turbine sind in Betrieb
3. **Rückbau Verbrennungslinie 2 und Neubau Verbrennungslinie 2**
→ Verbrennungslinie 1 und die neue Turbine sind in Betrieb

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Umbauetappen detailliert dargestellt.

Tabelle 5-1: Umbauterminplan

Nr	Linie	Bau EMT	Bemerkung		Dauer	Jahr 1				Jahr 2				Jahr 3				Jahr 4			
					[W]	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
			L1 in Betrieb																		
			L2 in Betrieb																		
			TG1 in Betrieb																		
			TG2 in Betrieb																		
			TG0 in Betrieb																		
1	1	E	Ausserbetriebnahme TG1	WDK1 inkl. TG1	0	x															
2	1&2	E	Montage WDK1&2	Neubau aller Leitungen WDK1&2, die vom späteren Umbau betroffen sind	12																
3	1	E	Rückbau WDK1:	TG1, sowie WDK- Rohrleitungen;	6																
4	1	E	Rückbau EMSR	Maschinentrafo1;	1																
5	0	B	Anpassungen	Turbinentisch, neu Sockel und Durchbrüche, Tore Dach Fassade etc	16																
6	0	E	Montage WDK0	Neue Turbine, neuer Luko inkl Equipment verrohrt	24																
7	0	E	Montage Druckluft	Neue Druckluftzentrale und Verrohrung	16																
8	0	E	Montage EMSR	Maschinentrafo 0 - inkl. Anpassungen Schaltanlagen, EB-Trafos; PLS Integration in bestehendes PLS	14																
9	1	E	Ausserbetriebnahme L1		0				x												
10	1	E	Anpassungen RGR 1	Zeit für Montage und Umbaumaassnahmen (Umfang zu definieren)	8																
11	1	E	LuKo	Rückbau Luko 1, Stahlbau LuKo neu, Montage LuKo neu	12																
12	0	E	Umschluss LuKo	Zusammenschluss neuer + alter LUKO, Anschluss WDK0 an WDK1, Anschluss Druckluft	8																
13	1	E	Ausserbetriebnahme L2		0					x											
14	2	E	Montage WDK2 alt	Anschluss WDK0 an bestehenden WDK2 (Abdampfleitung, etc.), Anschluss Druckluft	4																
15	0	E	Anschluss Druckluft	"Umzug" der bestehenden Komponenten in neue Zentrale und Anschluss	4																
16	1	E	Inbetriebnahme L1 & L2	L1, L2 und neue Druckluftzentrale	16																
17	2	E	Inbetriebnahme TG0	TG0, LuKo0	16																
18	2	E	Rückbau TG2	TG2, LUKO2, alle Komponenten in Turbinengebäude 2	10																
19	2	B	Rückbau Turbinengebäude2	Unterkellerung unter TG2; Mauern abbrechen; Dach, Fassade öffnen	14																
20	2	E	Rückbau EMSR	Maschinentrafo2;	4																
21	2	B	Bau	Neubau EG bis 6 m im Teil Turbinengebäude;	16																
22	2	E	Ausserbetriebnahme L2 alt	Feuerung, RGR konservieren; WDK2 inkl. TG2 und Luko2	0											x					
23	2	E	Rückbau L2	Feuerung inkl E-Filter2 (zweischichtig)	10																
24	2	B	Rückbau Kesselhaus2	Mauern abbrechen; Dach, Fassade öffnen (zweischichtig)	8																
25	2	E	Rückbau EMSR	Schaltanlagen, EB Trafo, PLS	8																
26	2	B	Bau	Neubau EG bis 6 m im Kesselhaus; Fundamentplatte; Sockel; Durchbrüche (zweischichtig)	8																
27	2	E	Montage L2 (neu)	Schwermontage EFT, Rost, Kessel etc - inkl. E-Filter - RGR2 (zweischichtig)	18																
28	2	E	Druckprobe	(5 Monate nach Start Montage)	0																
29	2	E	Montage L2 (neu)	Feinmontage und Verkabelung (zweischichtig)	14																
30	2	B	Bau	Gebäudestahlbau (2,5 Monate nach Start Schwermontage) (zweischichtig)	8																
31	2	B	Bau	Dach Fassade (zweischichtig)	16																
32	2	B	Dach prov. geschlossen	(4,5 Monate nach Start Montage)	0																
33	2	B	Bau	Ausbau inkl. HLKS und Brandschutz-Technik	16																
34	2	E	Montage EMSR	MS; NS - Integration L2 in bestehendes PLS	12																
35	2	E	Inbetriebnahme L2 neu	Kalt IB (zweischichtig)	12																
36	2	E	Inbetriebnahme L2 neu	Warm IB	12																
37	2	E	Inbetriebnahme L2 neu	Leistungsfahrt	8																

6. LOSE 1-3

- Los 1 - Feuerung & Kessel**
- Los 2.1A - Umbau RGR (Rohgasdenox)**
- Los 2.1B - Umbau RGR (1 x Wärmetauscher) – minimale energetische Optimierung**
- Los 2.1C - Umbau RGR (2 x Wärmetauscher) – mittlere energetische Optimierung**
- Los 2.2 - Ersatz Elektrofilter**
- Los 3 - Energienutzung (Wasserdampfkreislauf, Turbine, LuKo)**

Nachfolgend werden die Gesamtkosten, die Verfahrenstechnik, die Aufstellungsvorschläge und Abweichungen vom Liefer- und Leistungsumfang der Richtpreisausschreibung vom Juli 2016 zusammengefasst. Alle weiteren technischen Details sind in der Richtpreisausschreibung und in den Angeboten im Anhang zu finden.

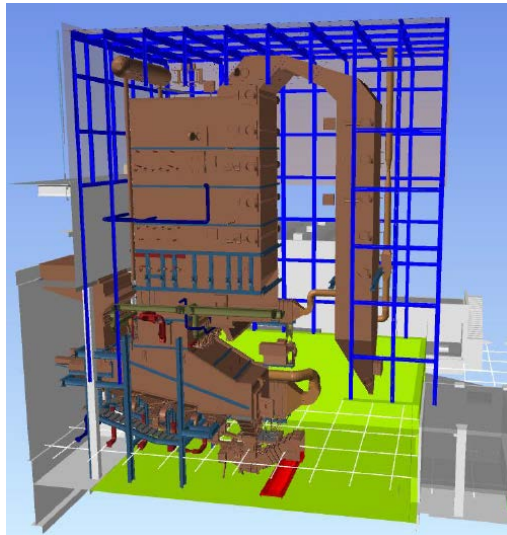
6.1 Technik

6.1.1 Feuerung & Kessel

Tabelle 6-1: Technischer Vergleich Feuerung & Kessel (weitere Details, siehe Anhang)

Los 1 Feuerung & Kessel	HZI	Martin
Liefer- & Leistungsumfang der Richtpreisanfrage	<ul style="list-style-type: none"> • Einfülltrichter • Abfallaufgabe • Verbrennungsrost • Verbrennungsluftsystem optional mit Rezirkulationsgas-System • Feuerleistungsregelung • Entschlackung • Kessel • Externer Eco • Kesselaschesystem (Ascheaustrag und Transport zum Silo im RGR-Gebäude) • EMSR-Technik, inkl. Frequenzumformer 	
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang	<ul style="list-style-type: none"> • Anschluss Stahlbau Kessel 1 u 2 	
Rost	Vorschub Variante 2: 5.2x10m	Rückschub 4,7x7,1m
Kessel	4-Zug Vertikalkessel Externer Eco Vollcladding	4-Zug Vertikalkessel Externer Eco Alternatives Ausmauerungskonzept, abweichend vom angefragten Vollcladding-Konzept

HZI



Martin

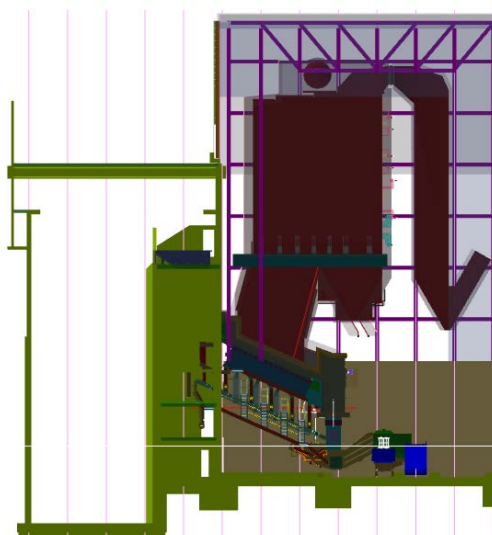


Abbildung 15: HZI 4-Zug Vertikalkessel links Martin 4-Zug Vertikalkessel rechts

6.1.2 Rauchgasreinigung

Tabelle 6-2: Technischer Vergleich Umbau RGR Variante A (weitere Details, siehe Anhang)

Los 2.1A Umbau RGR	HZI	LAB	ELEX
Liefer- & Leistungsumfang der Richtpreisausschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Rohgas DeNOx mit By-Pass Leitung und Klappen Kondensatvorwärmer Neuer Saugzugventilator inkl. Motor & Frequenzumformer Neue Verbindungskanäle ECO - Wäscher & Wäscher - Kamin Neues Kaminrohr bzw. Beschichtung oder Auskleidung des bestehenden Kaminrohrs Alle Komponenten, die aufgrund des grösseren Rauchgasvolumenstroms zudem erforderlich sind EMSR-Technik inkl. Frequenzumrichter 		
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang	<ul style="list-style-type: none"> Optional wird zusätzlich auch der Ersatz der Nasswäsche durch 3-stufigen Wäscher (bestehend aus Quench-, Füllkörper- und Ringjetstufe) angeboten 	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Rückbau der bestehenden Komponenten Emissionsmessung 	<ul style="list-style-type: none"> Nur Rohgas DeNOx mit By-Pass Leitung und Klappen angeboten

Die Umbau-Varianten minimale und mittlere energetische Optimierung einer RGR-Linie sowie Umbau auf trockene RGR sind nicht Teil der Richtpreisausschreibung und werden von Ramboll abgeschätzt. Nachfolgend ist der Liefer- und Leistungsumfang definiert.

Tabelle 6-3: Liefer- & Leistungsumfang Umbau RGR Minimale energetische Optimierung einer Linie

Los 2.1B Umbau RGR	Minimale energetische Optimierung einer Linie
Nachrüstung eines zusätzlichen Wärmetauschers nach Abhitzekeessel	<ul style="list-style-type: none"> Lieferung und Montage eines Wärmetauschers und aller nötigen Komponenten Integration in den bestehenden Wasserdampfkreislauf (Kondensatvorwärmung)

Tabelle 6-4: Liefer- & Leistungsumfang Umbau RGR Mittlere energetische Optimierung einer Linie

Los 2.1C Umbau RGR	Mittlere energetische Optimierung einer Linie
Nachrüstung zweier zusätzlicher Wärmetauscher nach Abhitzekeessel und nach Saugzug	<ul style="list-style-type: none"> Lieferung und Montage zweier Wärmetauscher und aller nötigen Komponenten Auskleidung des bestehenden Kaminrohrs Integration in den bestehenden Wasserdampfkreislauf (Kondensatvorwärmung)

Tabelle 6-5: Technischer Vergleich Elektrofilter (weitere Details, siehe Anhang)

Los 2.2 Ersatz Elektrofilter	HZI	ELEX
Liefer- & Leistungsumfang der Richtpreisausschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Elektrofilter Pneumatisches Entschungstransportsystem EMSR-Technik, inkl. Frequenzumformer Stahlbau (bis auf die Höhe der bestehenden Fundamente) 	
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang	keine	<ul style="list-style-type: none"> Rückbau bestehender E-Filter Pneumatisches Entschungstransportsystem
Elektrofilter	3 – feldrig	3 – feldrig
Reststofftransport unter E-Filter	Trogkettenförderer unter E-Filter und pneumatische Reststoffförderung zum bestehenden Reststoffsilo	-

Abbildung 16 zeigt das bestehende Konzept der RGR:

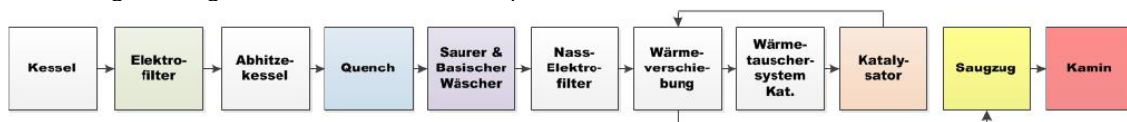


Abbildung 16: Bestehende RGR

Abbildung 17 zeigt das Konzept der Firma HZI für die neue RGR:

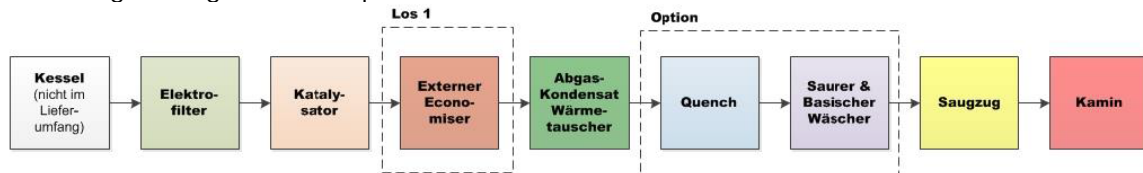


Abbildung 17: Vorschlag HZI für Anpassungen den Umbau RGR Variante A mit optionalem Ersatz des Nasswäschers

Die neue RGR von HZI wird im freiwerdenden Raum der alten RGR L2 eingebaut. Der Elektrofilter wird bis an das RGR-Gebäude gebaut, um den nötigen Platz für das neue Kesselhaus zur Verfügung zu haben:

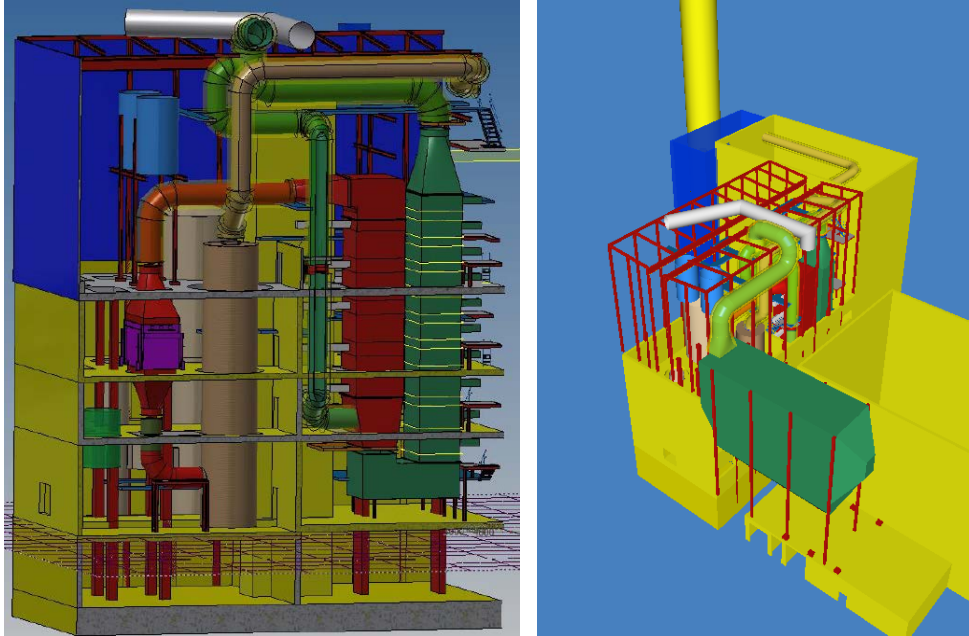


Abbildung 18: Layout HZI für Umbau RGR Variante A links und Elektrofilter rechts

Abbildung 19 zeigt die Disposition der Umbaumaßnahmen der Firma LAB. Der Elektrofilter ist zwar ebenfalls dargestellt, allerdings nicht im Angebot enthalten.

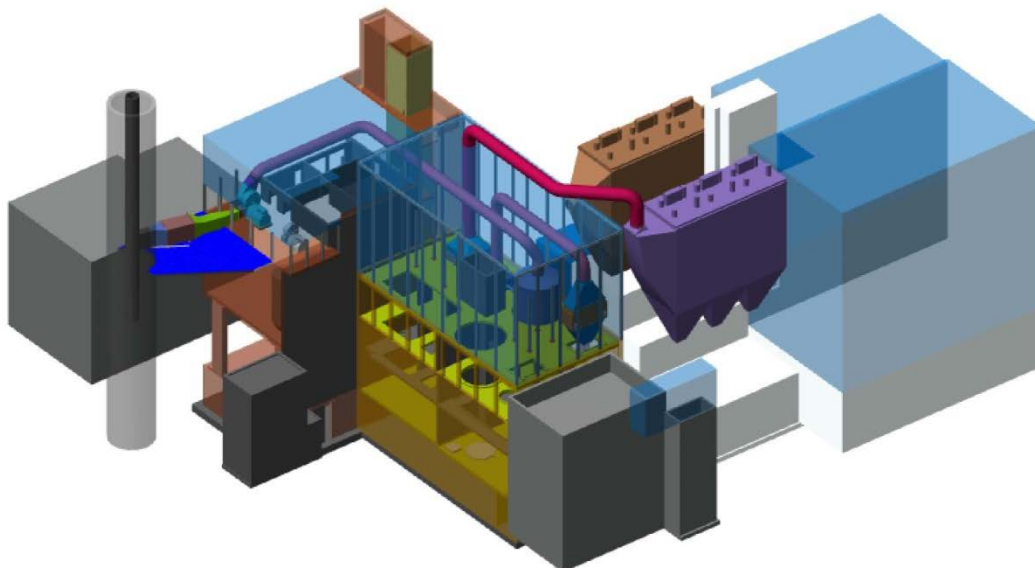


Abbildung 19: Layout LAB für Umbau RGR Variante A

6.1.3 Energienutzung

Tabelle 6-6: Technischer Vergleich Energienutzung (weitere Details, siehe Anhang)

Los 3 Energienutzung	Caliqua	Kraftanlagen München
Liefer- & Leistungsumfang der Richtpreisausschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Turbogruppe • Luftkondensator • Abdampfkondensator • Abdampfsystem • Dampfsystem <ul style="list-style-type: none"> • Frischdampf / HD-Dampf • ND-Dampf • NND Dampf • Kondensatsystem • Speisewassersystem • Wasserkonditionierung und Probenahme • EMSR-Technik, inkl. Frequenzumformer 	
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang	<ul style="list-style-type: none"> • Rückbau Turbine 2 und LuKo 2 ist nicht enthalten • Umbauzeit des LuKo 1, 24 Wochen statt der im Umbauszenario definierten 12 Wochen 	<p>Nicht enthalten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückbau WDK 1&2, Turbine 1&2 und LuKo 1&2 • Turbinensteuerung • Rückkühler
Turbine	<ul style="list-style-type: none"> • Entnahmekondensationsturbosatz inkl. axialem Abdampfanschluss • Elektrische Leistung: 16,3 MW 	<ul style="list-style-type: none"> • Entnahmekondensationsturbosatz inkl. axialem Abdampfanschluss • Elektrische Leistung: ca. 15 MW

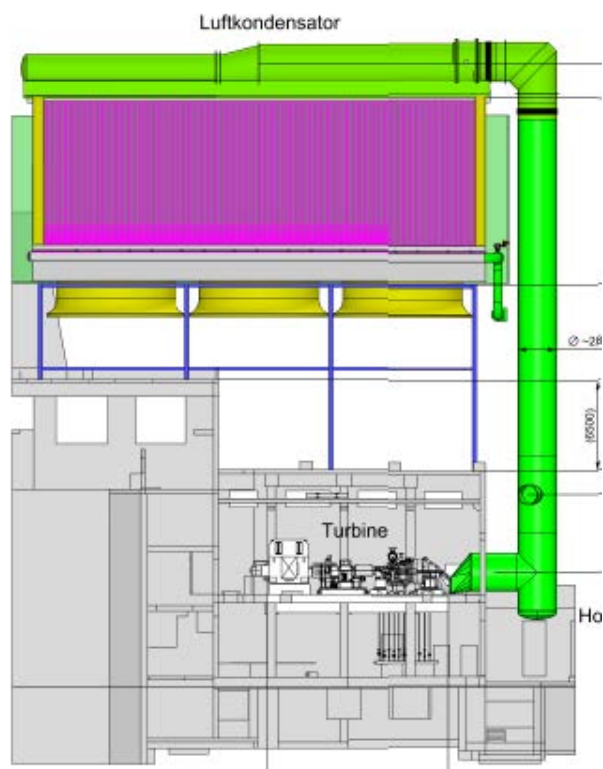


Abbildung 20: Layout Caliqua für Los 3 Turbine, LuKo und Abdampfkondensator

Darüber hinaus sollen Szenarien untersucht werden, wie die Verbrennungskapazität der Anlage auf 150'000 t/a erweitert werden kann.

Los 3 Energienutzung	Szenario: Ausbau Energienutzung von 120'000 t/a auf 150'000 t/a 2025 vorbereiten
Liefer- & Leistungsumfang	<p>Wie in der Richtpreisausschreibung definiert mit folgenden Abweichungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Wasserdampfkreislauf wird auf eine Abfallmenge von 150'000 t/a ausgelegt (Abdampfleitung erweitern, Speisewasserbehälter ersetzen)
Liefer- & Leistungsumfang im Ausbaufall	<ul style="list-style-type: none"> Erweiterung LuKo Fläche auf 50 MW (thermisch) Erweiterung Entschlackung (Ersatz Schlackensammelband, etc.) Optional: Ersatz der 16MW (elektrisch) Turbine durch 20MW (elektrisch) Turbine, Erweiterung MS-Anlage (Blocktrafo etc.), zusätzlicher Anlagenstillstand von ca. 4-6 Wochen

Energienutzung	Szenario: Energienutzung von 150'000 t/a bereits 2025 realisieren
Liefer- & Leistungsumfang	<p>Wie in der Richtpreisausschreibung definiert mit folgenden Abweichungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Wasserdampfkreislauf wird auf eine Abfallmenge von 150'000 t/a ausgelegt (Abdampfleitung erweitern, Speisewasserbehälter ersetzen) 50 MW (thermisch) LuKo Fläche 20 MW (elektrisch) Turbine und damit verbundene Erweiterung der MS-Anlage (Blocktrafo etc.)

6.2 Kommerziell

Die Preise der Richtpreisangebote sind nachfolgend aufgeführt. Um die Angebote zu vergleichen und um den vollständigen Lieferumfang der Lose abschätzen zu können, werden fehlende Positionen ergänzt. Diese ergänzten Positionen sind in den nachfolgenden Tabellen kursiv dargestellt. Der Kostenvoranschlag (KV) pro Los ergibt sich bei mehreren Angebotspreisen als Mittelwert der bereinigten Gesamtsumme (Total bereinigt) je Anbieter. Die Kosten verstehen sich exkl. Mehrwertsteuer.

6.2.1 Feuerung & Kessel

Tabelle 6-7: Angebotsvergleich – Preise Los 1

Kosten in CHF mio	HZI	MARTIN	KV
Los 1 - Feuerung & Kessel			
Bezeichnung gemäss Angebot			
Anlagenbau	38,00		
Rückbau	0,82		
Rückbau, Engineering, Montage, IB		8,80	
Materialkosten		18,15	
Total wie angeboten	38,82	26,95	
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang			
<i>Anschluss Stahlbau Kessel 1 & 2</i>	<i>0,30</i>	<i>0,30</i>	
Total bereinigt	39,12	27,25	33,19

Optionen:		
Trockenaustrag		0,88
Schlauchfilter Primärluft		0,17
Shower Cleaning System SCS		0,25
Shock Pulse Generator (Stückpreis)		0,14

6.2.2 Rauchgasreinigung

Tabelle 6-8: Angebotsvergleich – Preise Los 2.1A

Kosten in CHF mio	HZI	LAB	ELEX	KV
Los 2.1A - Umbau RGR				
Bezeichnung gemäss Angebot				
Anlagenbau Umbau RGR + Elektrofilter	12,50			
Rückbau bestehende RGR + Elektrofilter	0,56			
Los 2.1 - Umbau RGR (Option 1)		6,27		
Material und Montage der DeNOx-Anlage			2,06	
Total wie angeboten	13,06	6,27	2,06	
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang				
<i>Lieferung und Montage Elektrofilter</i>	<i>-3,45</i>			
<i>Rückbau bestehender Elektrofilter</i>	<i>-0,20</i>			
<i>Rückbau bestehende RGR</i>		<i>0,36</i>		
Total bereinigt	9,41	6,63	-	8,02

Optionen:			
Ersatz Wäscher-Nass E-Filter durch Wäscher	2,50		

Tabelle 6-9: Kostenschätzung Minimale, Mittlere energetische Optimierung einer Linie & RGR Trocken

Kosten in CHF mio	
Los 2.1B – RGR minimale energetische Optimierung einer Linie	
Wärmetauscher nach Abhitzekeessel	1,50
Total	1,50

Los 2.1C – RGR mittlere energetische Optimierung einer Linie	
Wärmetauscher nach Abhitzekeessel	1,50
Wärmetauscher nach Saugzug	1,50
Anpassung Saugzug (eventuell)	0,40
GFK-Kanäle (inkl. Klappen) + Kamin	0,80
Total	4,20

Trockene RGR Linie 2	
Verfahrenstechnische Systeme	14,00
Rückbau bestehende Komponenten	0,50
Bauliche Anpassungen	2,50
Planung, Abwicklung, Montage, IB	3,00
Total	20,00

Tabelle 6-10: Angebotsvergleich – Preise Los 2.2

Kosten in CHF mio	HZI	ELEX	KV
Los 2.2 - Elektrofilter			
Bezeichnung gemäss Angebot			
Anteil Elektrofilter vom Gesamtpreis (ca.)	3,45		
Lieferung und Montage Elektrofilter		2,56	
Total wie angeboten	3,45	2,56	
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang			
Rückbau bestehender Elektrofilter		0,20	
Pneumatisches Entaschungstransportsystem		0,30	
Total bereinigt	3,45	3,06	3,25

6.2.3 Energienutzung

Tabelle 6-11: Angebotsvergleich – Preise Los 3

Kosten in CHF mio	CALQUA	KA-M	KV
Los 3 - WDK			
Bezeichnung gemäss Angebot			
Rückbau des WDK Linie 1 und Neubau des WDK Linie 0	25,00		
Neubau des WDK Linie 0		22,00	
Total wie angeboten	25,00	22,00	
Abweichungen vom Liefer- & Leistungsumfang			
Rückbau Turbine und LUKO 1		0,30	
Rückbau Turbine und LUKO 2	0,30	0,30	
Turbinensteuerung		0,15	
Rückkühlsystem		0,10	
Wärmeauskopplung Gewächshaus (neb. Abdampfkondens.)	-0,20	-0,20	
Total bereinigt	25,10	22,65	23,88

Tabelle 6-12: Kostenschätzung für Energienutzung 120'000 t/a und späterem Ausbau auf 150'000 t/a

Los 3 - WDK 120'000 t/a (später 150'000 t/a)	
Kosten in CHF mio	
Kosten WDK inkl. Vorbereitung des späteren Ausbaus (grössere Abdampfleitung, Speisewasserbehälter)	10,53
Turbine (16 MW elektrisch)	8,12
LuKo (40 MW thermisch)	5,73
Total (Investition Linth 2025)	24,38
Ausbau bei Bedarf:	
Stahlbau LuKo	0,30
Erweiterung LuKo Fläche	1,72
Anpassung Enschlackung (Ersatz Sammelband Schlacke)	0,30
Total (Investition bei Ausbau)	2,32
Total	26,70
Mehrkosten zu Energienutzung 120'000 t/a	2,82

Optional: Grosse Turbine	
Anpassung MS Anlage bereits 2025 vorsehen	0,30
Bauliche Anpassungen für späteren Einbau einer grösseren Turbine	0,15
20MW Turbine bei Bedarf nachrüsten	9,74
Anlagenstillstand (Ausfall Stromproduktion für 6 Wochen, 50% Ausfall Abfallerlöse)	1,17
Total inkl. grosse Turbine	38,06
Mehrkosten zu Energienutzung 120'000 t/a	14,18

Tabelle 6-13: Kostenschätzung für Energienutzung von 150'000 t/a

Los 3 - WDK 150'000 t/a	
Kosten in CHF mio	
WDK (Grössere Abdampfleitung, neue Speisewasserbehälter, etc.)	10,53
Bauliche Anpassungen für den Einbau der grösseren Turbine	0,10
Turbine 20MW elektrisch	9,34
Stahlbau LuKo	0,20
LuKo 50MW thermisch	7,16
Mehrkosten LuKo Fläche	1,15
Anpassung Entschlackung (Ersatz Sammelband Schlacke)	0,30
Anpassung MS Anlage	0,30
Total (Investition Linth 2025)	29,07
Mehrkosten zu Energienutzung 120'000 t/a	5,20

Nachfolgend wird die Amortisationszeit der Investitionen in die Energienutzung 150'000 t/a berechnet.

Tabelle 6-14: Amortisationszeit der Szenarien 150'000 t/a

Ertrag pro Jahr für 30'000 t/a	
verkaufte Menge Strom [MWh el] 120'000 t/a	84428,19
verkaufte Menge Strom [MWh el] 30'000 t/a	21107,05
Strompreis [CHF / MWh]	40
Zusätzlicher Stromerlös [CHF mio/a]	0,84
Abfallpreis [CHF/t]	100
Zusätzlicher Abfallerlös [CHF mio/a]	3,00

Los 3 - WDK 120'000 t/a (später 150'000 t/a)		
		Amortisation [Jahre]
Zusätzlicher Stromerlös [CHF mio/Jahr]	0,00	
Zusätzlicher Abfallerlös [CHF mio/Jahr]	3,00	
Total	26,70	
Mehrkosten im Vergleich zu Energienutzung 120'000 t/a	2,82	0,9

Optional: Grosse Turbine		
Zusätzlicher Stromerlös [CHF mio/Jahr]	0,84	
Zusätzlicher Abfallerlös [CHF mio/Jahr]	3,00	
Total inkl. grosse Turbine	38,06	
Mehrkosten im Vergleich zu Energienutzung 120'000 t/a	14,18	3,7

Los 3 - WDK 150'000 t/a		
		Amortisation [Jahre]
Zusätzlicher Stromerlös [CHF mio/Jahr]	0,84	
Zusätzlicher Abfallerlös [CHF mio/Jahr]	3,00	
Total (Investition Linth 2025)	29,07	
Mehrkosten im Vergleich zu Energienutzung 120'000 t/a	5,20	1,4

7. LOSE 4-6 & PLANUNGSAUFWAND

Los 4 - Elektro- und Leittechnik

Los 5 - Nebenanlagen

Los 6 – Bau

Planungsaufwand

Nachfolgend werden die Kosten für die Elektrotechnik, Automatisierung, der Nebensysteme und der Bautechnik als Schätzungen dargestellt.

7.1 Technik

7.1.1 Elektrotechnik und Automatisierung

Tabelle 7-1: Lieferungen und Leistungen Elektrotechnik und Automatisierung (Los 4)

Los 4 Elektrotechnik	WSP
Demontage ohne Neubau: • Vollständige Elektro Installationen der betroffenen Verfahrensteile	Umbau und Erweiterung und falls nötig Ersatz der bestehenden: • MS Mittelspannungs-Schaltanlagen • MS & NS Installationen der MS Anlagen • Niederspannungshauptverteilung • EB Trafos • Maschinentrafo
Automatisierung	ABB
Bei Bedarf Erweiterung/Ersatz von: -Komplettes Prozessleitsystem inkl. Kommunikation -Automatisierungsstationen zu PLS inkl. I/O Modulen zur Signalerfassung MSR, Server Schaltschränke für Automatisierung für • Los 1 • Los 2.1 • Los 2.2 • Los 3	• PLS Leitebene mit Server, Arbeitsplätzen etc. • Kommunikationssysteme • Grossbild-Anzeige • Betriebsdatenerfassungs-System • PLS Automatisierungsebene mit Automatisierungsstationen inkl. Feuerleistungsregelung FLR, etc. • MSR, Server-Schränke

7.1.2 Nebenanlagen

Tabelle 7-2: Lieferungen und Leistungen von Nebenanlagen (Los 5)

Los 5 Nebenanlagen	
Druckluftzentrale	Rückbau bestehendes System (Kompressoren, Verrohrung, etc.) Lieferung und Montage von Druckluftkompressoren 3 x 12,5 m ³ /min, max. Betriebsdruck: 9 bar(ü) Verrohrung der neuen und bestehenden Anlagenkomponenten

7.1.3 Bau

Tabelle 7-3: Lieferungen und Leistungen von Bautechnik (Los 6)

Los 6 Bautechnik	Kostenschätzung tbf marty
<u>Kesselhaus 2</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Baustelleninstallation • Abbrucharbeiten <ul style="list-style-type: none"> - Beton und Mauerwerk - Stahlbau • Neubau <ul style="list-style-type: none"> - Stahlbau - Beton und Mauerwerk • Aushubarbeiten • Fassaden • Dach • Foundationen • Lift für 18 Personen • Treppenhaus
<u>Stahlbau LuKo</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Abbrucharbeiten • Neubau
	Kostenschätzung tbf marty & Ramboll
Weitere bauliche Massnahmen bezüglich neues Kesselhaus	<ul style="list-style-type: none"> • Besucherrundgang • Heizung-, Lüftung, Klimaanlage • Elektroanlagen Kesselhaus (inkl. Brandschutz) • Ausbau
Bauliche Massnahmen für Los 1&5	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung Einfülltrichter • Neubau Druckluftzentrale
Bauliche Massnahmen, verbunden mit Los 2	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassungen am bestehenden Gebäude (Durchbrüche, Fundamente, etc.) • Fundamente, Stahlbau für E-Filter • Öffnen und Schliessen des Daches
Weitere bauliche Massnahmen für Los 3	<ul style="list-style-type: none"> • Abbruch und Neubau Turbinentisch • Weitere Anpassungen am bestehenden Gebäude
Bauliche Massnahmen für Los 4	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassungen in den Elektroräumen
Gemeinsame Baustelleneinrichtungen und Provisorien, Bewilligungen	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherung vorhandener Anlagen • Ballierungsanlage • Kran • Energie, Wasser, Strom • Containerdorf • Baueingabe, Arbeitsinspektorat

7.2 Kommerziell

7.2.1 Elektrotechnik und Automatisierung

Tabelle 7-4: Kostenschätzung Los 4

Kosten in CHF mio	WSP
Los 4 - Elektro- und Leittechnik	
Bezeichnung gemäss Kostenschätzung	
Erweiterung/Umbau NS/MS Anlagen & EB Trafos:	1,80
Total	1,80

	ABB
Erweiterung/Umbau PLS und Automatisierung:	
Bezeichnung gemäss Kostenschätzung	
Projektbudget (Abschätzung)	2,79
Total	2,79

Total Los 4	4,59
--------------------	-------------

7.2.2 Nebenanlagen

Tabelle 7-5: Kostenschätzung Los 5

Kosten in CHF mio	
Los 5 - Nebenanlagen	
Bezeichnung	
Demontage/Montage Druckluftzentrale	0,60
Total	0,60

7.2.3 Bau

Tabelle 7-6: Kostenschätzung Los 6

Kosten in CHF mio	Richtpreis- angebot tbf marty	Schätzung	KV
Los 6 - Bau			
Bezeichnung gemäss Angebot / Richtpreisabschätzung			
Neubau des Kesselhauses 2 inklusive vorherigem Rückbau +/- 20	4,16		4,16
Treppenhaus	0,22		0,22
18 Personen Lift	0,15		0,15
Abbruch und Neubau Stahlbau LuKo	0,56		0,56
Weitere bauliche Massnahmen bezüglich neues Kesselhaus		1,48	1,48
Bauliche Massnahmen für Los 1 & 5		0,95	0,95
Bauliche Massnahmen für Los 2		0,62	0,62
Weitere bauliche Massnahmen für Los 3		0,16	0,16
Bauliche Massnahmen für Los 4 (in Betriebs-einrichtung enthalten)		0,00	0,00
Gemeinsame Baustelleneinrichtungen und Provisorien, Bewilligungen		2,51	2,51
Total	5,09	5,71	10,80

7.2.4 Planungsleistungen

Tabelle 7-7: Kostenschätzung Planungsleistungen

			2018				2019				2020				2021				2022				2023					
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4		
			Ausschreibung				Engineering		Reserve		Neubau Turbine				Rückbau Turbinenhaus 2/Neubau Kesselhaus 2													
																							Neubau Linie 2					
Funktion	Total h	Total																										
Gesamtprojektleiter	6240	1'304'160 CHF	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%		
Verfahrenstechnik	8840	1'847'560 CHF	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	50%	50%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	40%	40%	40%	40%		
Bauplaner	6240	1'304'160 CHF	80%	80%	80%	80%	80%	80%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	30%	30%	30%	30%				
Architekt	2496	521'664 CHF	70%	70%	70%	70%	70%	70%	30%	30%																		
Fachplaner Los 1	7800	1'271'400 CHF	50%	50%	50%	50%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	50%	50%		
Fachplaner Los 2	4576	745'888 CHF	30%	30%	30%	30%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	20%	20%		
Fachplaner Los 3	6240	1'017'120 CHF	50%	50%	50%	50%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	50%	50%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%		
Layout	1560	232'440 CHF					15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%		
Bauleitung	7020	1'144'260 CHF									100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	50%	50%	50%	50%			
IB Leitung	3120	508'560 CHF												100%	100%								100%	100%	100%	100%		
Gesamt		9'897'212 CHF																										
		Durchschnitt:																										
Vollzeitstellen		4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,4	4,4	3,7	3,7	4,4	4,4	4,8	5,8	6,1	4,8	4,8	4,5	4,5	4,5	4,3	3,8	4,4	4,4	3,5	3,5		
Honorare (3D Scan bestehende Anlage)		200'000 CHF																										
Gesamt		10'097'212 CHF																										

8. BEHÖRDLICHE BEWILLIGUNGEN

Neben den für das Projekt notwendigen Baubewilligungen ist beim Umbau der RGR abzuklären, ob aufgrund der veränderten Rauchgastemperatur (Ausbreitung der Rauchgase) eine Aktualisierung des Umweltverträglichkeitsberichts notwendig ist.

9. TERMINPLAN GESAMTPROJEKT

Nachfolgend ist der Zeitplan des Projektverlaufs mit den wesentlichen Aktivitäten und Meilensteinen dargestellt.

Tabelle 9-1: Terminplan Gesamtprojekt

[illegible]

10. KOSTEN

10.1 Investitionskosten nach Losen

Die Richtpreise der Anfrage und die Kosten der Schätzungen ergeben folgende Gesamtsumme:

Tabelle 10-1: Investitionskosten nach Losen

Kosten in CHF mio	KV
Los 1 - Feuerung & Kessel Linie 2	33,2
Los 2.1 - Umbau RGR (Rohgas-katalysator)	8,0
Ersatz Wäscher-Nass E-Filter durch Wäscher	2,5
Los 2.2 - Ersatz Elektrofilter	3,3
Los 3 - Energienutzung	23,9
Los 4 - Elektro- und Leittechnik	4,6
Los 5 - Nebenanlagen	0,6
Los 6 - Bau	10,8
Planungsaufwand	10,2
Gesamt maximaler Umbau	97,0

10.2 Investitionskosten nach BKP

Die Richtpreise der Anfrage und die Kosten der Schätzungen sind nachfolgend mittels Baukostenplan (BKP) dargestellt:

Tabelle 10-2: Gesamte Investitionskosten im BKP (siehe Anhang für Details)

BKP	Arbeitsgattungen	Kosten (mio CHF)
	Kostenvoranschlag	96,97
1	Vorbereitung	3,43
11	Räumungen, Terrainvorbereitung	0,49
12	Sicherungen, Provisorien	0,50
13	Gemeinsame Baustelleneinrichtung	1,46
14	Anpassungen an bestehende Bauten	0,73
19	Honorare	0,25
2	Gebäude	9,17
20	Baugrube	0,05
21	Rohbau 1	4,39
22	Rohbau 2	0,12
23	Elektroanlagen	0,15
24	Heizungs-, Lüftungs-, Klimaanlage	0,40
26	Transportanlagen	0,15
27	Ausbau 1	0,40
28	Ausbau 2	0,54
29	Honorare	2,97
3	Betriebseinrichtungen	82,94
30	Los 1 Feuerung & Kessel L2 (inkl. Demontage)	33,19
31	Los 2 Rauchgasreinigung L2 (inkl. Demontage)	13,77
32	Los 3 Energienutzung L1 & 2 (inkl. Demontage)	23,88
33	Los 4 Elektro und Automatisierung	4,59
34	Los 5 Nebenanlagen	0,60
39	Honorare	6,93
4	Umgebung	
40	Terraingestaltung	
41	Roh- und Aussenarbeiten	
5	Baunebenkosten	0,89
	Baunebenkosten Kesselhaus 2	0,15
	Baunebenkosten Treppenhaus Ofenhaus 2	0,01
	Baunebenkosten LUKO gesamthaft neu	0,03
51	Bewilligungen, Gebühren	0,40
56	Übrige Baunebenkosten	0,30
6	Reserve	0,44
	Reserven Bau Kesselhaus 2	0,40
	Reserven Treppenhaus Ofenhaus 2	0,01
	Reserven LUKO gesamthaft neu	0,03
9	Ausstattung	0,10
91	Beleuchtungskörper	0,10

10.3 Sensitivitätsanalyse der Investitionskostenschätzung

Es werden jeweils die höchsten und die niedrigsten Preise der Richtpreisausschreibung eingesetzt um die Auswirkung auf die Gesamtkosten zu untersuchen.

Tabelle 10-3: Sensitivitätsanalyse der Gesamtkosten Umbau Linth 2025

Gesamtkosten (in CHF Mio)	KV	Sensitivitätsanalyse	
		Min	Max
Los 1 - Feuerung & Kessel	33,2	27,3	39,1
Los 2.1 - Umbau RGR	8,0	9,1	11,9
Ersatz Wäscher-Nass E-Filter durch Wäscher	2,5	2,5	2,5
Los 2.2 - Ersatz Elektrofilter	3,3	3,1	3,5
Los 3 - WDK	23,9	22,7	25,1
Los 4 - Elektro- und Leittechnik	4,6	4,6	4,6
Los 5 - Nebenanlagen	0,6	0,6	0,6
Los 6 - Bau	10,8	10,8	10,8
Planungsaufwand	10,2	10,2	10,2
Gesamt maximaler Umbau	97,0	90,7	108,2

Die Kostengenauigkeit der Lose 1-3, die mit Richtpreisangeboten hinterlegt sind, beträgt 10%.

Die Kostengenauigkeit der Lose 4-6 und des Planungsaufwands, die mit Schätzungen hinterlegt sind, beträgt 20%:



10.4 Betriebskosten-Schätzung

Die Betriebskosten wurden bereits in der vorangegangenen Machbarkeitsstudie abgeschätzt (siehe Bericht *LIN039 Machbarkeitsstudie Ersatz Linie 2*) und sind nachfolgend aufgeführt.

Tabelle 4: Abgeschätzte Erträge der Betriebskosten

Vergleich Ertrag vs. Aufwand im Betrieb		L1 in Betrieb	nach Stilllegung L1
Ertrag			
Stromerlös	[kCHF]	3'555	2'580
Abfallerlös	[kCHF]	15'652	11'752
FW-Erlös	[kCHF]	750	750
Gesamt Ertrag	[kCHF]	19'957	15'082
Aufwand			
Personalkosten	[kCHF/a]	-4'194	-3'979
Deponie/ Schlackentransport/ Altmetallkosten	[kCHF/a]	-2'649	-1'989
Entsorgung Reststoffe Kosten		-783	-588
Prognostizierte Unterhaltskosten		-4'515	-3'390
Zusammenfassung von Kapitalkosten (.3 Mio.), Versicherung (.4 Mio.), Miete Strom Diverses (.1 Mio.), Verwaltungsaufwand (.4 Mio.), Übriger Betriebsaufwand (.2 Mio.)	[kCHF]	-2'300	-2'300
Gesamt Aufwand	[kCHF]	-14'440	-12'245
Deckungsbeitrag (Ertrag – Aufwand)		5'517	2'837

10.5 Ausfall von Betriebserlösen

Aufgrund der Stillstandszeiten wird mit folgenden Ausfällen von Betriebserlösen gerechnet:

Tabelle 5: Ausfälle von Stromerzeugung und Abfallerlösen

Umbauetappe	Ausfälle von Stromerzeugung und Abfallerlösen	Dauer
Rückbau TG1 und Neubau TG	<ul style="list-style-type: none"> Reduktion Stromproduktion um 60% ab Ausserbetriebnahme von TG1 und bis Inbetriebnahme TG 	15 Monate
Ersatz Feuerung und Kessel Linie 2	<ul style="list-style-type: none"> Reduktion Abfallaufkommen um 25 kt/a während 12 Monaten Die Abfalldifferenz von 30 kt/a wird eingelagert und zu einem späteren Zeitpunkt verbrannt. Es werden daher keine weiteren Ausfälle berücksichtigt, obwohl die Anlage während 12 Monaten nur mit der Kapazität von Linie 1 gefahren wird. 	12 Monate

Tabelle 6: Ausfälle von Erlösen

Kosten in CHF mio	
Rückbau TG1 und Neubau TG 2 – Ausfälle Stromproduktion	2,5
Ersatz Feuerung und Kessel Linie 2 – Ausfälle Abfallerlöse	2,5
Ersatz Feuerung und Kessel Linie 2 – Ausfälle Stromproduktion	0,7
Ausfälle von Erlösen gesamt	5,7

11. INVESTITIONSKOSTEN NACH MODULEN

Die bisher erläuterte Kostenschätzung lässt sich in die drei Verfahrensabschnitte „Feuerung & Kessel“, „Energienutzung“ und „Rauchgasreinigung“ unterteilen. Für jeden dieser Verfahrensabschnitte sind verschiedene Varianten - 60'000 t/a, 90'000 t/a, 120'000 t/a, 150'000 t/a, Komplettneuerung RGR, mittlere oder minimale energetische Optimierung der RGR - möglich. Diese Varianten werden nachfolgend als Module bezeichnet.

Die bisherige Kostenschätzung basiert auf folgenden Modulen:

- Feuerung & Kessel Linie 2: Modul 90'000 t/a
- Energienutzung Gesamtanlage: Modul 120'000 t/a
- Rauchgasreinigung: Modul Kompletterneuerung der Linie 2

In diesem Kapitel werden weiter Module entwickelt. Die bereits untersuchten Module und die neu entwickelten werden in diesem Kapitel zusammengefasst.

Gesamtübersicht Module:

- Feuerung & Kessel Linie 2:
 - Feuerung & Kessel 90'000 t/a
 - Feuerung & Kessel 60'000 t/a
- Energienutzung Gesamtanlage:
 - Energienutzung 120'000 t/a
 - Energienutzung 120'000 t/a (später 150'000 t/a)
 - Energienutzung 150'000 t/a
- Rauchgasreinigung:
 - RGR Kompletterneuerung der Linie 2
 - RGR Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)
 - RGR Kompletterneuerung beide Linien (nass)
 - RGR Mittlere energetische Optimierung eine Linie
 - RGR Minimale energetische Optimierung eine Linie

11.1.1 Kosten pro Modul

Die Kosten der Module werden gebildet in dem die Kosten der zugehörigen Lose, der Aufwendungen im Bereich Elektro- und Bautechnik, der Planungsaufwand und der Anteil gemeinsamer Positionen summiert wird (Details siehe Baukostenplan im Anhang). Diese Verteilung ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 11-1: Aufteilung nach Modulen

Kosten (in CHF Mio)	KV	Modul 90'000 t/a			Modul 120'000 t/a	Modul Komplett- erneuerung der Linie 2
		Kessel- haus	Feuerung & Kessel	Gesamt	Energie- nutzung	RGR
Los 1 - Feuerung & Kessel	33,2		33,2			
Los 2.1 - Umbau RGR Variante A	8,0					8,0
Ersatz Wäscher-Nass E- Filter durch Wäscher	2,5					2,5
Los 2.2 - Ersatz Elektrofil- ter	3,3		3,3			
Los 3 - WDK	23,9				23,9	
Los 4 - Elektro- und Leit- technik	4,6		1,9		2,0	0,6
Los 5 - Nebenanlagen	0,6		0,6			
Los 6 - Bau	10,8	6,0	2,2		1,6	1,0
Planungsaufwand	10,2	2,0	4,0		2,6	1,5
Gesamt	97,0	8,0	45,2	53,2	30,0	13,7

11.1.2 Module für Feuerung & Kessel Linie 2

Feuerung & Kessel Linie 2 90'000 t/a

Das Modul Feuerung & Kessel 90'000 t/a umfasst nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

- Neue Verbrennungslinie mit einer Kapazität von **11,25 t/h; 90'000 t/a**
- **Neues Kesselhaus** auf der Grundfläche des bestehenden Kesselhaus 2 und dem bestehenden Turbinenhaus 2, Höhe wie bestehendes Kesselhaus 1, 4 m länger (Richtung Gebäude der RGR als Kesselhaus 1), Neubau Treppenhaus und Neubau Personenlift
- **Neubau Elektrofilter**, aufgrund der Vergrösserung von Feuerung & Kessel
- **Neubau Druckluftzentrale**, da bestehende Druckluftzentrale Teil des neuen Kesselhauses wird
- Bauliche Massnahmen wie Stahlbau Elektrofilter
- Anpassungen Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Tabelle 11-2: Kosten und ENE des Moduls 90'000 t/a (Feuerung & Kessel)

Kosten in CHF Mio	Feuerung & Kessel Linie 2 90'000 t/a			Steigerung ENE
	Kesselhaus	Feuerung & Kessel	Gesamt	
	8,0	45,2	53,2	2,9%

Feuerung & Kessel Linie 2 60'000 t/a

In einer groben Rechnung werden die Kosten und die Auswirkung auf die energetische Nettoeffizienz für einen 1:1 Ersatz von Feuerung & Kessel Linie 2 abgeschätzt werden. Das heisst die Kapazität der Linie 2 wird nicht erhöht. Basis der Abschätzung sind folgende Annahmen:

- Die beiden bestehenden Turbinen werden aus Effizienzgründen durch eine neue ersetzt
- Neubau des Kesselhauses: Das bestehende Kesselhaus ist sehr eng und bietet nicht die notwendige Höhe für einen Kessel, der dem heutigen Stand der Technik entspricht. Allerdings könnte es um vier Meter kürzer werden, somit genauso lang wie das bestehende Kesselhaus 1 sein. Damit entfällt der Ersatz der Druckluftanlage und das Gebäude wird um schätzungsweise 5% günstiger.
- Die Kosten für Feuerung & Kessel reduzieren sich um die Kosten für den Elektrofilter und die Druckluftanlage, die beide erhalten bleiben. Zudem wird eine 20%ige Kostenreduktion geschätzt aufgrund des kleineren Kessels.

Somit ergeben sich für das Modul Feuerung & Kessel 60'000 t/a nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

- Neue Verbrennungslinie mit derselben Kapazität wie die bestehende Verbrennungslinie 2: **6,5 t/h; 60'000 t/a**
- **Neues Kesselhaus** auf der Grundfläche des bestehenden Kesselhaus 2 und dem bestehenden Turbinenhaus 2, Höhe und Länge wie bestehendes Kesselhaus 1, Neubau Treppenhaus und Neubau Personenlift
- Erhalt bestehender Elektrofilter
- Erhalt bestehende Druckluftzentrale
- Anpassungen Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Tabelle 11-3: Kosten und ENE des Moduls 60'000 t/a (Feuerung & Kessel)

Kosten in CHF Mio	Feuerung & Kessel Linie 2 60'000 t/a			Steigerung ENE
	Kesselhaus	Feuerung & Kessel	Gesamt	
	7,6	33,1	40,7	2,9%

11.1.3 Module für Energienutzung

Energienutzung 120'000 t/a

Das Modul Energienutzung 120'000 t/a umfasst nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

- Energienutzung der Gesamtanlage für **120'000 t/a**
- **Neue Turbine** mit ca. 16MW (elektrisch) ersetzt die bestehenden Turbinen
- **Neuer LuKo** mit ca. 40MW (thermisch) auf der Grundfläche des bestehenden LuKo 1 und dem Bunkerdach ersetzt beide bestehenden LuKos
- Neubau von ca. 70% des bestehenden Wasserdampfkreislaufs
- Bauliche Anpassungen wie Stahlbau LuKo und Turbinentisch
- Anpassungen der Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Tabelle 11-4: Kosten und ENE des Moduls 120'000 t/a (Energienutzung)

Kosten in CHF Mio	Energienutzung Gesamtanlage 120'000 t/a	Steigerung ENE
	30,0	Steigerung ENE ist mit der ENE der Feuerung & Kessel Module abgedeckt

Energienutzung Gesamtanlage 120'000 t/a (150'000 t/a)

In diesem Modul wird berücksichtigt, dass im Bedarfsfall die Kapazität der Energienutzung auf 150'000 t/a ausgebaut werden kann. Dies ist möglich, indem der Teil des Wasserdampfkreislaufs, der den Dampf, bzw. das Wasser beider Linien aufnehmen muss auf die höhere Kapazität ausgelegt wird und in dem bautechnisch das Nachrüsten zusätzlicher LuKo-Fläche und einer grossen Turbine vorgesehen wird.

Somit ergeben sich nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

- Energienutzung der Gesamtanlage für **120'000 t/a**
- Vorkehrung für eine spätere **Erhöhung auf 150'000 t/a** (z.B.: grössere Abdampfleitung)
- **Neue Turbine** mit ca. 16MW (elektrisch) ersetzt die bestehenden Turbinen
- **Neuer LuKo** mit ca. 40MW (thermisch) auf der Grundfläche des bestehenden LuKo 1 und dem Bunkerdach ersetzt beide bestehenden LuKos
- Neubau von ca. 80% des bestehenden Wasserdampfkreislaufs
- Bauliche Anpassungen wie Stahlbau, LuKo und Turbinentisch
- Anpassungen Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung
- *Späterer Ausbau: Erweiterung LuKo Fläche, Ersatz Schlackensammelband und optional Einbau grössere Turbine (20MW)*

Tabelle 11-5: Kosten und ENE des Moduls 120'000 t/a (150'000 t/a) (Energienutzung)

Kosten in CHF Mio	Energienutzung Gesamtanlage 120'000 t/a (150'000 t/a)	Steigerung ENE
Kosten Linth 2025	32,9*	Steigerung ENE ist mit der ENE der Feuerung & Kessel Module abgedeckt
Kosten des späteren Ausbaus	2,32*	Ohne Nachrüstung einer grösseren Turbine fällt die ENE der Gesamtanlage auf 80%, bei Nachrüstung der 20MW Turbine bleibt sie unverändert.
Amortisationszeit	1 Jahr*	

* Falls es auch möglich sein soll später eine grössere Turbine nachzurüsten steigen die Kosten Linth 2025 auf 33,35 mio CHF, die Kosten des späteren Ausbaus auf 14,23 mio CHF und die Amortisationszeit auf 4 Jahre.

Energienutzung Gesamtanlage 150'000 t/a

Das Modul 150'000 t/a umfasst nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

- Kapazität der Energienutzung für **150'000 t/a**
- **Neue Turbine** mit ca. 20MW (elektrisch) ersetzt die bestehenden Turbinen
- **Neuer LuKo** mit ca. 50 MW (thermisch) auf der Grundfläche des bestehenden LuKo 1 und dem Bunkerdach ersetzt beide bestehenden LuKos
- Neubau von ca. 80% des bestehenden Wasserdampfkreislaufs
- Bauliche Anpassungen wie Stahlbau LuKo und Turbinentisch
- Ersatz Schlackensammelband
- Anpassungen der Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Tabelle 11-6: Kosten und ENE des Moduls 150'000 t/a (Energienutzung)

Kosten in CHF Mio	Energienutzung Gesamtanlage 150'000 t/a	Steigerung ENE
Kosten Linth 2025	35,2	Steigerung ENE ist mit der ENE der Feuerung & Kessel Module abgedeckt
Amortisationszeit	1,4 Jahre	

11.1.4 Module für die Rauchgasreinigung

RGR Kompletterneuerung der Linie 2 (nass)

Das Modul Kompletterneuerung der Linie 2 der RGR umfasst nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

Folgende Anpassungen werden in der RGR L2 vorgenommen:

- Rohgas DeNOx ersetzt die bestehende nachgeschaltete Entstickungsanlage
- Ersatz der bestehenden Wärmeverschiebung durch Eco und Wärmetauscher
- Austausch Saugzug und Auskleidung Kamin
- Ersatz der Nasswäsche durch 3-stufigen Wäscher
- Bauliche Anpassungen
- Anpassungen der Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Tabelle 11-7: Kosten und ENE des Moduls RGR Umbauvariante A + Nasswäscher

Kosten in CHF Mio	RGR Kompletterneuerung der Linie 2 (nass)	Steigerung ENE
	13,7*	4,2%

* Bei Verzicht auf die Erneuerung des Nasswäschers ergibt sich eine Kostenreduktion von CHF 2,5 mio, die ENE bleibt dadurch unverändert; falls dieses Modul mit dem Modul 60'000 t/a kombiniert wird entstehen zusätzliche Kosten von CHF 3 mio für den Ersatz des bestehenden Elektrofilters.

RGR Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)

Das Modul Kompletterneuerung der Linie 2 der RGR umfasst nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

Folgende Anpassungen werden in der RGR L2 vorgenommen:

- Rückbau aller bestehenden Komponenten
- Neubau von Elektrofilter, Reaktor 1, Gewebefilter 1, Reingaskatalysator, Economizer/Wärmetauscher, Reaktor 2, Gewebefilter und Wärmetauscher vor Kamin
- Bauliche Anpassungen
- Anpassungen der Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Zudem gibt es folgende Änderungen:

- HCl und SO₂ Emissionen fallen mit 5 bzw. 3 mg/ Nm³ minimal höher aus, als bei der nassen RGR
- Die Betriebsmittelkosten steigen um ca. CHF 1 mio/ Jahr

Tabelle 11-8: Kosten und ENE des Moduls RGR Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)

Kosten in CHF Mio	RGR Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)	Steigerung ENE
	20	4,2%

RGR Kompletterneuerung beider Linien (nass)

Im Modul Kompletterneuerung beider RGR-Linien wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Der Umbau wie im vorangegangenen Modul wird identisch an der RGR L1 vorgenommen
- Die Kosten verdoppeln sich, auch wenn in der Realität davon auszugehen ist, dass die Kosten für den Umbau der zweiten RGR-Linie geringer ausfallen werden, da z.B. der Planungsaufwand nicht doppelt so hoch sein wird. Dafür werden keine Kosten für zusätzliche Stillstandzeiten der Verbrennungslinie 1 berücksichtigt.

Somit ergeben sich nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

Folgende Anpassungen werden in der RGR L1 und L2 vorgenommen:

- Rohgas DeNOx ersetzt die bestehende nachgeschaltete Entstickungsanlage
- Ersatz der bestehenden Wärmeverschiebung durch Eco und Wärmetauscher
- Austausch Saugzug und Auskleidung Kamin
- Ersatz der Nasswäsche durch 3-stufigen Wäscher
- Bauliche Anpassungen
- Anpassungen der Elektro- und Leittechnik aufgrund der neuen verfahrenstechnischen Systeme
- Anteilige Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Tabelle 11-9: Kosten und ENE des Moduls RGR Kompletterneuerung beider Linien (nass)

Kosten in CHF Mio	RGR Kompletterneuerung beider Linien (nass)	Steigerung ENE
	27,4*	7,5%

* Bei Verzicht auf die Erneuerung des Nasswäschers ergibt sich eine Kostenreduktion von CHF 5 mio, die ENE ändert sich dadurch jedoch nicht

RGR Mittlere energetische Optimierung eine Linie

Wird auf den aufwendigen Umbau der RGR L2 verzichtet und die energetische Nettoeffizienz lediglich durch den Einbau von zwei zusätzlichen Wärmetauschern in die RGR L2 gesteigert ergeben sich nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

Erweiterung einer RGR-Linie durch

- Zusätzlichen Wärmetauscher vor Quench
- Zusätzlichen Wärmetauscher vor Kamin
- Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Dieser Umbau kann an beiden RGR-Linien durchgeführt werden.

Tabelle 11-10: Kosten und ENE des Moduls RGR Mittlere energetische Optimierung einer Linie

Kosten in CHF Mio	RGR Mittlere energetische Optimierung einer Linie	Steigerung ENE
	4,2	2,1%

RGR Minimale energetische Optimierung einer Linie

Bei Einbau eines zusätzlichen Wärmetauschers, können die Kosten des Umbaus weiter reduziert werden. Es ergeben sich nachfolgende Kerndaten, Kosten und Energetische Nettoeffizienz (ENE):

Erweiterung einer RGR-Linie durch

- Zusätzlichen Wärmetauscher vor Quench
- Kosten für die Planung, Rückbau, Montage und Projektabwicklung

Dieser Umbau kann für eine oder beide RGR-Linien durchgeführt werden.

Tabelle 11-11: Kosten und ENE des Moduls RGR Minimale energetische Optimierung einer Linie

Kosten in CHF Mio	RGR Minimale energetische Optimierung einer Linie	Steigerung ENE
	1,5	1,0%


11.1.5 Zusammenfassung

Module	Kosten in CHF mio	ENE
Feuerung & Kessel:		
60'000 t/a	40,7	1,5%
90'000 t/a	53,2	2,9%
Energienutzung:		
120'000 t/a	30,0	Steigerung ENE ist mit der ENE der Feuerung & Kessel Module abgedeckt
120'000 t/a (150'000 t/a)	32,9*	
150'000 t/a	35,2	
Rauchgasreinigung:		
Kompletterneuerung der Linie 2 (nass)	13,7**	4,2%
Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)	20	4,2%
Kompletterneuerung beider Linien (nass)	27,4***	7,5%
Mittlere energetische Optimierung einer Linie	4,2	2,1%
Minimale energetische Optimierung einer Linie	1,5	1,0%

* Falls es möglich sein soll später eine grössere Turbine nachzurüsten steigen die Kosten um 0,45 mio CHF. Falls die Anlagenkapazität auf 150'000 t/a ausgebaut wird ohne dass eine grössere Turbine nachgerüstet wird, fällt die ENE der Gesamtanlage auf 80%

** Bei Verzicht auf die Erneuerung des Nasswäschers ergibt sich eine Kostenreduktion von CHF 2,5 mio, die ENE bleibt dadurch unverändert

*** Bei Verzicht auf die Erneuerung des Nasswäschers ergibt sich eine Kostenreduktion von CHF 5 mio, die ENE ändert sich dadurch jedoch nicht; falls dieses Modul mit dem Modul 60'000 t/a kombiniert wird entstehen zusätzliche Kosten von CHF 3 mio für den Ersatz des bestehenden Elektrofilters.

Kombinationen der Module		Feuerung & Kessel:		Energie-nutzung:			Rauchgasreinigung:						
1	<i>muss kombiniert werden</i>	60'000 t/a	90'000 t/a	120'000 t/a	120'000 t/a (150'000 t/a)	150'000 t/a	Kompletterneuerung der Linie 2 (nass)	Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)	Kompletterneuerung beider Linien (nass)	Mittlere energetische Optimierung Linie 1	Mittlere energetische Optimierung Linie 2	Minimale energetische Optimierung Linie 1	Minimale energetische Optimierung Linie 2
x	<i>Kann kombiniert werden</i>												
y	<i>Kann kombiniert werden, aber die genauen Kosten wurden nicht ermittelt</i>												
	<i>Kann nicht kombiniert werden</i>												
Feuerung & Kessel:	60'000 t/a			x			x	y	y	x	x	x	x
	90'000 t/a			x	1	1	x	x	x	x	x	x	x
Energie-nutzung:	120'000 t/a	x	x				x	x	x	x	x	x	x
	120'000 t/a (150'000 t/a)		1				x	x	x	x	x	x	x
	150'000 t/a		1				x	x	x	x	x	x	x
Rauchgasreinigung:	Kompletterneuerung der Linie 2 (nass)	x	x	x	x	x				x		x	
	Kompletterneuerung der Linie 2 (trocken)	y	x	x	x	x				x		x	
	Kompletterneuerung beider Linien (nass)	y	x	x	x	x							
	Mittlere energetische Optimierung Linie 1	x	x	x	x	x	x	x			x		x
	Mittlere energetische Optimierung Linie 2	x	x	x	x	x				x		x	
	Minimale energetische Optimierung Linie 1	x	x	x	x	x	x	x			x		x
	Minimale energetische Optimierung Linie 2	x	x	x	x	x				x		x	

12. ANHANG

12.1 Auswertung der Angebote

Tabelle 12-1: Technischer Angebotsvergleich Feuerung & Kessel

Feuerung & Kessel	HZI	Martin
Liefer- & Leistungsumfang	gemäss Ausschreibung	gemäss Ausschreibung
EFT	Schubboden (aufgrund der niedrigen Einfülltrichterebene) Kühlung Offenes System	Kühlung Zwangsumlauf
Rost	Vorschub Variante 1: 5,2x8m Variante 2: 5.2x10m	Rückschub 4,7x7,1m Very-Low-NOx Verfahren für die Feuerung
Kessel	4-Zug Vertikalkessel Externer Eco voll-gecladdet Nassabreinigung 1. und 3. Zug; Russbläser im 3. und 4. Zug	4-Zug Vertikalkessel Externer Eco alternatives Ausmauerungskonzept, abweichend vom angefragten Voll-cladding-Konzept Option 1: Online Cleaning Option 2: Shock Pulse Abreinigung 2./3. Zug
Kesselaschesystem und Transport	Pneumatisches Kesselaschesystem zu einem vorhandenen Silo	Pneumatisches Kesselaschesystem zu einem vorhandenen Silo
Entschlackung	Nass Option 1: Trocken Option 2: Hybrid	Nass Option: Trocken mit oder ohne Windsichter (inklusive Einhausung, die Entstaubung und eine einfache Containerbeladung)
Kesselstahlkonstruktion	Neubau Kesselstahlbau, sowie der zur Bedienung notwendigen Bühnen und Treppen, Anpassung soweit möglich zu Stahlbau Kessel 1 (Anschluss nicht enthalten)	Tragegerüst, Hauptbühnen, Treppen (Abstimmung, Anschluss zu bestehendem Stahlbau Kessel 1 nicht enthalten)
Bemerkungen	Eventuell muss die Gebäudehöhe um wenige Meter angehoben werden um die Ausschreibungsanforderungen sicher zu erfüllen.	

Tabelle 12-2: Technischer Angebotsvergleich Rauchgasreinigung

Los 2.1 Umbau der RGR Variante A	HZI	LAB	ELEX
Liefer- & Leistungsumfang	gemäss Ausschreibung	gemäss Ausschreibung, Lieferausschluss Rückbau der bestehenden Komponenten, Emissionsmessung	Nur Katalysator
SCR	mit Plattenkatalysatormodulen mit Russbläser	3 Ebenen, 2 mit Katalysatoren, 1 Reserveebene	Katalysator, inkl. Gehäuse, Stützkonstruktion, Ammoniaketragsystem, Russbläser, ohne Demontage
Abscheidung von Dioxin- und Hg - Abscheidung	Adsorbenszugabe in Rauchgaskanal, inkl. Silo, Fördersystem und Mischer	Nicht enthalten	Nicht enthalten
Wasser / Rauchgas Wärmetauscher	mit automatischem Reinigungssystem	Kondensatvorwärmer ausgeführt als Rohrbündelwärmetauscher	Nicht enthalten
Saugzug	Saugzugventilator in gummierter Ausführung, inkl. Motor und Frequenzumrichter	Saugzugventilator inkl. Ansaugkasten in geschweisster Stahlblechkonstruktion	Nicht enthalten
Rauchgaskanäle	Bypass über SCR, inkl. Absperrklappen	Rauchgassystem innerhalb der vereinbarten Liefergrenzen, Bypass über SCR, inkl. Absperrklappen	Nicht enthalten
Emissionsmessung	Staub- und Volumenstrommessung	Lieferausschluss	Nicht enthalten
Kamin	Ersatz Stahlkaminzug der Linie 2 durch GFK - Kaminzug im bestehenden Betonkamin	1 Schornsteinröhre in GFK, als Ersatz der bestehenden Röhre	Nicht enthalten
Stahlbau	Anpassung Stahlbau, Bühnen und Treppen an neue RGR	Stahlbau zur Aufnahme von SCR-Reaktor, Kondensatvorwärmer, Saugzugventilator, Schalldämpfer, Bühnen und Treppen	Nicht enthalten
Druckluftsystem	Nicht enthalten	Verbindende Rohrleitungen zu den Verbrauchern	Nicht enthalten
Nasswäscher (Optional)	Option: 3-stufigen Wäscher, bestehend aus Quench-, Füllkörper- und Ringjetstufe		Nicht enthalten

Tabelle 12-3: Technischer Angebotsvergleich Wasserdampfkreislauf

Wasserdampfkreislauf	Caliqua	Kraftanlagen München
Liefer- & Leistungsumfang	gemäss Ausschreibung mit folgenden Abweichungen: - Rückbau Turbine 2 und LuKo 2 ist nicht enthalten - Umbauzeit des LuKo 1, 24 Wochen statt der im Umbauszenario definierten 12 Wochen	gemäss Ausschreibung mit folgenden Abweichungen: - Rückbau WDK 1&2, Turbine 1&2 und LuKo 1&2 ist nicht enthalten - Turbinensteuerung - Rückkühler
Turbine	Entnahmekondensationsturbo-satz inkl. axialem Abdampfanschluss Elektrische Leistung: 16,3MW Generatorspannung: 16kV Schluckfähigkeit: ca.72,6t/h Steuerung und Regelung als Blackbox Inklusive Turbinenbypassstation, Dampfumformstationen und Regelventile	Entnahme-Kondensationsturbine mit einer geregelten ND-Entnahme und einer unregelmässigen NND-Anzapfung Dampfturbine (brutto), ca. MWel 15 Generatorspannung: 16kV Dampfmenge Kessel 1 + 2: 66 t/h Keine Turbinensteuerung
Luftkondensator	Anzahl Strassen: 1 Reihe Anzahl Module: 3 Stück	- Abdampfleitung ohne Absperrklappe - Fin-Tube-WT - Evakuierungseinrichtung mit Dampfstrahlern 2x 100% - Anfahrstrahler 1x 100%
Rückkühlsystem	2x1 MW	fehlt
Brüdenkondensator	Für Speisewasser und NND Vorwärmer	Angebot liegt noch nicht vor
Behälter	Nebenkondensatbehälter inkl. Kondensatvorlagegefäss	Hauptkondensatbehälter (ca. 25 m ³) Kondensatvorlagebehälter (ca. 25 m ³) Nebenkondensatbehälter (ca. 10 m ³)
Pumpen	Nicht erwähnt Vorgabe: Turbospeisewasserpumpe und Speisewasserpumpe für FU	- 2 Speisewasserpumpen mit Mindestmengenarmaturen und FU's - 2 Hauptkondensatpumpen - 2 Vorwärmerkondensatpumpen - 2 Tiefpunktkondensat-Entleerungspumpen
HD-Schiene	enthalten	enthalten
Kondensat-Schiene	Inkl. Regelventile	enthalten
Abdampfleitung	bis Abdampfkondensator inkl. Kondensatleitung	Angebot liegt noch nicht vor
Abdampfkondensator	Bis Anschlussflansche Fernwärmeauskopplung Gärtnerei	Abdampfdruck: 110 – 160 mbara Max. Leistung, ca: 15 MW

		<p>Temperatur VL Heizwasser: 45 °C</p> <p>Temperatur RL Heizwasser: 36 °C</p> <p>Max. Temperatur VL Heizwasser: 55 °C</p>
Komplette Verrohrung	<p>HD-Dampf, ND-Dampf, Kondensat, Entwässerung / Entleerung / Entlüftung, Trichterleitungen</p>	<p>HD-Dampf, ND-Dampf, HD/ND Reduzierstation, Dampfkühler soweit erforderlich, Speisewasser, Kondensat, Nebenkondensatbehälter, Hauptkondensatbehälter mit Pumpen, Kondensatvorlagebehälter mit Pumpen, Probenahmesystem WDK, Dosiersystem WDK</p>
Bemerkungen		<p>Aus unserer Sicht ist für den RG-Kondensat-WT eine Druckhaltung erforderlich.</p> <p>Für den Nebenkondensatbehälter und den Kondensatvorlagebehälter ist eventuell jeweils ein Dampfpolster notwendig. Bei der Detailplanung ist auf die Druck- und Temperaturbedingungen besonderes Augenmerk zu legen.</p>

12.2 Betriebs- und Auslegungsdaten Linth 2025

Tabelle 12-4: Auslegung Linth 2025

Kessel	Abfallheizwert	MJ/kg	12.8	
	Anzahl Linien	Anz.	2	
	Linie		1	2
	Durchsatz pro Linie	t/h	7.38	11.25
	Kapazität pro Linie	t/a	59'000	90'000
	Thermische Leistung pro Linie	MW	26.25	40.00
	Bauart (horizontal/vertikal/Anz. Züge)		Vertikal, 5 Züge	Vertikal, 5 Züge
	Dampfmenge pro Linie	t/h	29.0	51.5
	Frischdampfdruck	bara	40.0	40.0
	Frischdampf-temperatur	°C	390.0	415.0
	Abgasaustritts-temperatur (nach Eco)		200.0	160.0
	Typische Reisezeit	h	8'300	12'000
	Bedarf FW	t/h		Bis zu 35 t/h ?

Turbine	Turbine Typ		Entnahme-Kondensation
	Dampfmenge (100%)	t/h	66
	Schluckvermögen (110%)	t/h	72.6
	Dampf-temperatur	°C	390 bis 415
	Wirkleistung	MW	ca. 15
	Entnahme (geregelt)	bara	3
	Anzapfung (ungeregelt)	bara	1
	Bandbreite möglicher Abdampfdrücke	mbara	vom Lieferanten zu spezifizieren
LUKO	Auslegungspunkt: Abdampfmenge Abdampfdruck Temp. Aussenluft	t/h mbara °C	66 110 22
	Bandbreite möglicher Abdampfdrücke	mbara	60 bis 160
	Auslegung By-passbetr.: Dampfmenge Temp. Aussenluft	% °C	100 35
Abdampf-kondens.	Abdampfdruck	mbara	110 bis 160
	Max. Leistung	MW	15
	Vorlauf-temperatur Heizwasser DLC	°C	45
	Rücklauf-temperatur Heizwasser DLC	°C	36
	Vorlauf-temperatur Heizwasser Max.	°C	55
FW	Max. FW Auskopplung	MW	25
WDK	Kondensat-temperatur vor RG-WT	°C	>60
	Kondensat-temperatur nach RG-WT	°C	max. 105
	Temperatur SPW-Behälter	°C	130
RGR L2	RG Temperatur vor Eco	°C	260
	RG Temperatur nach Eco vor WT	°C	160
	RG Temperatur nach WT	°C	80

Betriebsfall (L1 und L2 Teillastbetrieb bis Ende Lebensdauer L1)				
Kessel	Linie		1	2
	Teillastbetrieb		82%	82%
	Durchsatz pro Linie	t/h	6.05	9.23
	Thermische Leistung pro Linie	MW	21.5	32.8
	Dampfmenge pro Linie	t/h	23.8	42.2
	Frischdampfdruck	bara	40.0	40.0
	Frischdampf-temperatur	°C	390.0	415.0
Energie-nutzung	Dampfmenge	t/h	66.0	
	Dampf-temperatur	°C	406	
	Wirkleistung	MW	15.0	
	Eigenverbrauch Be-trieb	t/h		Ca. 6-10 t/h ?

12.3 Anhang: Für die Kostenberechnung eingesetzte Einheitspreise

Tabelle 12-5: Kosten Betriebsmittel und Entsorgungskosten

	Kosten [CHF/t]
Betriebsmittel	
NaHCO ₃ (Bicarbonat)	300
HOK	600
Kalkhydrat Ca(OH) ₂	150
Fremdsäure, 32% HCl	90
NaOH 50%	250
gebrannter Kalk CaO	193
Entsorgungskosten	
Bicarbonat-Reststoffe	300
Kalk-Reststoffe (inkl. HOK)	300
Hydroxyd Filterkuchen	340

12.4 Baukostenplan (BKP)

Nachfolgend sind alle in der Kostenschätzung enthaltenen Positionen aufgeführt. Der BKP ist auch als Excel-Tabelle innerhalb des Dokuments *LIN039_Angebotsvergleich* verfügbar.

Tabelle 12-6: BKP detailliert, mit den Modulen Kesselhaus (KG), Feuerung & Kessel (KF), Wasserdampfkreislauf (TG), Gemeinsam (G)

BKP	Arbeitsgattungen	Kosten (mio CHF)	Modul	Bemerkung
	Gesamt	97,90		
1	Vorbereitung	3,38		
11	Räumungen, Terrainvorbereitung	0,49		
112	Abbrüche	0,49		
	Abbruch Beton zw Ofen und Filter (Kesselhaus 2)	0,05	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Abbruch Beton Kesselhaus 2	0,07	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Abbruch Beton Turbinenhaus 2	0,05	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Abbruch Stahlbau Kesselhaus 2 (nur Bau)	0,18	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Abbruch Stahlbau LUKO 1 bestehend	0,11	TG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo
	Abbruch Turbinentisch	0,05	TG	geschätzt durch RAM
12	Sicherungen, Provisorien	0,50		
121	Sicherung vorhandener Anlagen	0,15		
	Prov. Fassade Ofen 1 Montage	0,09	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Prov. Fassade Ofen 1 Demontage	0,04	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Sicherung best. Gebäude (Neubau Kesselhaus 2)	0,02	KF	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
122	Provisorien	0,35		
	Ballierungsanlage (Nachrüstung Folienanlage)	0,30	G	geschätzt Walter Furgler für Nachrüstung Folienanlage
	Ballenlager (Miete)	0,05	G	geschätzt durch RAM (Schlittler schätzt 0,02)
13	Gemeinsame Baustelleneinrichtung	1,46		
131	Abschrankungen	0,05	G	geschätzt durch RAM
132	Zufahrten, Plätze	0,05	G	geschätzt durch RAM
134	Unterkünfte, Verpflegungseinrichtungen	0,10	G	geschätzt durch RAM für Containerdorf + Kantine
135	Provisorische Installationen	1,06		
	Kran Montage/Demontage	0,04	G	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Kran vorhalten	0,72	G	auf Basis der Preise im Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2

	Installation generell Ofenhaus 2	0,00		0,15 aus Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2 durch die Positionen unter 13 ersetzt
	Installation generell LUKO neu	0,00	TG	0,2 aus Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo durch Positionen unter 13 ersetzt
135.1	Elektro	0,10	KG	geschätzt durch RAM + Schlittler für Provisorien Baustelle (elektrisch, WCs, Absperrungen)
135.2	Heizung, Lüftung, Klima, Kälte	0,20	G	geschätzt durch RAM (Heizen im Winter)
136	Kosten für Energie, Wasser und dergleichen	0,20		
	Energie, Wasser, Strom	0,20	KF	geschätzt durch RAM + Schlittler
14	Anpassungen an bestehende Bauten	0,73		
141	Terraingestaltung, Rohbau 1	0,73		
141.2	Montagebau in Beton und vorfab. Mauerwerk	0,55		
	Abfallbunker (Vergrößerung Öffnung Einfülltrichter)	0,30	KF	geschätzt durch Schlittler
	RGR-Gebäude (Durchbrüche)	0,20	RGR	geschätzt durch Schlittler
	RGR-Gebäude (Kernbohrungen)	0,05	RGR	geschätzt durch Schlittler
141.3	Montagebau in Stahl	0,16		
	RGR-Gebäude (Stahlstützen)	0,05	RGR	geschätzt durch Schlittler
	RGR-Gebäude (Demontage, Montage Dach)	0,11	RGR	geschätzt durch Schlittler
141.5	Montagebau als Leichtkonstruktion	0,02		
	Turbinenhaus (Abdampfleitung)	0,02	TG	geschätzt durch Schlittler für Durchbruch Gebäudevorderseite
19	Honorare	0,20	G	3D Scan bestehende Anlage: Kosten auf Basis +Telefonauskunft Greenhalgh am 18.10.16, Richtpreisangebot folgt
2	Gebäude	9,17		
20	Baugrube	0,05		
201	Baugrubenaushub	0,05		
	Aushubarbeiten Kesselhaus 2	0,05	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
21	Rohbau 1	4,39		
210	Übergangsposition	0,30		
	Anpassungen Maschinentraforaum	0,00	TG	in Kostenschätzung WSP enthalten
	Besucherrundgang	0,30	KG	geschätzt durch RAM
211	Baumeisterarbeiten	0,01		
	Fundamente auf Dach LUKO neu	0,01	TG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo
212	Montagebau in Beton und vorfab. Mauerwerk	0,85		
	Beton neu Ofenhaus 2	0,68	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2

	Beton und Schalung für Treppenhaus Ofenhaus 2	0,08	KG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung Treppenhaus
	Neubau Turbinentisch	0,08	TG	geschätzt durch Schlittler
213	Montagebau in Stahl	1,92		
	Stahlbau Ofenhaus 2	1,17	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Stahlbau LUKO neu	0,30	TG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo
	Stahlbau und Fundamente E-Filter	0,30	KF	geschätzt durch Schlittler
	Anpassungen RGR-Gebäude (Stahlbau)	0,15	RGR	geschätzt durch Schlittler
214	Montagebau in Holz	0,00		
215	Montagebau als Leichtkonstruktionen	1,32		
215.1	Gerüste	0,10	KG	geschätzt durch Schlittler
215.2	Fassadenbau	1,22	KG	0,22 aus Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2 für Fassaden West, Ost, Süd Ofenhaus 2; 1 mio Aufpreis schöne Fassade neues und altes Kesselhaus
216	Natur- und Kunststeinarbeiten	0,00		
22	Rohbau 2	0,12		
224	Bedachungsarbeiten	0,12		
	Dach Kesselhaus 2	0,10	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Dach LUKO neu	0,02	TG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo
23	Elektroanlagen	0,15		
	Elektroanlagen Kesselhaus 2	0,15	KG	geschätzt durch RAM (inkl. Brandschutz)
24	Heizungs-, Lüftungs-, Klimaanlage	0,40		
240	Übergangsposition	0,40		
	HLK Kesselhaus 2	0,35	KG	geschätzt durch RAM (inkl. Brandschutz)
	HLK Raum für Druckluftzentrale	0,05	KF	geschätzt durch RAM
26	Transportanlagen	0,15		
261	Aufzüge	0,15		
	Lift Kesselhaus 2	0,15	KG	Mail Schlittler vom 21.09.16, Angebot wird nachgereicht
27	Ausbau 1	0,40	KG	geschätzt durch RAM für Gipserarbeiten, Verglasung, Türen, Fenster, Böden, etc.
28	Ausbau 2	0,54		
281	Bodenbeläge	0,24		
	Treppen für Treppenhaus Ofenhaus 2	0,02	KG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung Treppenhaus
281.8	Doppelböden	0,22		

	Anpassungen in MSR- und MCC Räumen für Los 1	0,08	KF	geschätzt durch RAM
	Anpassungen in MSR- und MCC Räumen für Los 3	0,08	TG	geschätzt durch RAM
	Anpassungen in MSR- und MCC Räumen für Los 2	0,06	RGR	geschätzt durch RAM
287	Baureinigung	0,30	G	geschätzt durch RAM
29	Honorare	2,97		
291	Architekt	0,52		
	Architektur (Phase Ausschreibung)	0,30	KG	geschätzt durch RAM
	Architektur (Phase Engineering)	0,22	KG	geschätzt durch RAM
292	Bauingenieur	2,45		
	Planung Rohbau Kesselhaus 2 (inkl. Abbruch)	0,00		0,3 aus Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2 in den Positionen Planung Bau enthalten
	Planung Treppenhaus Ofenhaus 2	0,00		0,01 aus Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung Treppenhaus in den Positionen Planung Bau enthalten
	Planung LUKO gesamthaft neu	0,00		0,05 aus Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo in den Positionen Planung Bau enthalten
	Planung Bau (Phase Ausschreibung)	0,35	KG	geschätzt durch RAM
	Planung Bau (Phase Engineering)	0,39	KG	geschätzt durch RAM
	Planung Bau (Phase Bau/Montage)	0,57	KG	geschätzt durch RAM
	Bauleitung	1,14	G	geschätzt durch RAM
3	Betriebseinrichtungen	82,94		
30	Los 1 Feuerung & Kessel L2 (inkl. Demontage)	33,19	KF	Auswertung Richtpreisausschreibung
31	Los 2 Rauchgasreinigung L2 (inkl. Demontage)	13,77		
	Los 2.1 Anpassung RGR	8,02	RGR	Auswertung Richtpreisausschreibung
	Ersatz Wäscher-Nass E-Filter durch Wäscher	2,50	RGR	Auswertung Richtpreisausschreibung
	Los 2.2 Elektrofilter	3,35	KF	Auswertung Richtpreisausschreibung
32	Los 3 Energienutzung L1 & 2 (inkl. Demontage)	23,88	TG	Auswertung Richtpreisausschreibung
33	Los 4 Elektro und Automatisierung	4,59		
	Erweiterung/Umbau NS/MS Anlagen & EB Trafos KF	1,29	KF	Kostenschätzung WSP
	Erweiterung/Umbau NS/MS Anlagen & EB Trafos RGR	0,35	RGR	Kostenschätzung WSP
	Erweiterung/Umbau NS/MS Anlagen & EB Trafos TG	1,14	TG	Kostenschätzung WSP
	PLS & Automatisierung Feuerung & Kessel	0,65	KF	Budgetangebot ABB
	PLS & Automatisierung RGR	0,29	RGR	Budgetangebot ABB
	PLS & Automatisierung TG	0,86	TG	Budgetangebot ABB

34	Los 5 Nebenanlagen	0,60		
	Demontage/Montage Druckluftzentrale	0,60	KF	geschätzt durch RAM
39	Honorare	6,93		
396	Spezialisten	6,93		
	Gesamtprojektleitung (Phase Ausschreibung)	0,22	G	geschätzt durch RAM
	Gesamtprojektleitung (Phase Engineering)	0,33	G	geschätzt durch RAM
	Gesamtprojektleitung (Phase Bau/Montage)	0,43	G	geschätzt durch RAM
	Gesamtprojektleitung (Phase Inbetriebnahme)	0,33	G	geschätzt durch RAM
	Leitung Verfahrenstechnik (Phase Ausschreibung)	0,35	G	geschätzt durch RAM
	Leitung Verfahrenstechnik (Phase Engineering)	0,52	G	geschätzt durch RAM
	Leitung Verfahrenstechnik (Phase Bau/Montage)	0,66	G	geschätzt durch RAM
	Leitung Verfahrenstechnik (Phase Inbetriebnahme)	0,32	G	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 1 (Phase Ausschreibung)	0,17	KF	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 1 (Phase Engineering)	0,41	KF	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 1 (Phase Bau/Montage)	0,47	KF	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 1 (Phase Inbetriebnahme)	0,22	KF	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 2.1 (Phase Ausschreibung)	0,10	RGR	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 2.1 (Phase Engineering)	0,23	RGR	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 2.1 (Phase Bau/Montage)	0,30	RGR	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 2.1 (Phase Inbetriebnahme)	0,12	RGR	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 3 (Phase Ausschreibung)	0,17	TG	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 3 (Phase Engineering)	0,27	TG	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 3 (Phase Bau/Montage)	0,27	TG	geschätzt durch RAM
	Fachplanung Los 3 (Phase Inbetriebnahme)	0,31	TG	geschätzt durch RAM
	Layout	0,23	G	geschätzt durch RAM
	Inbetriebnahmeleitung	0,51	G	geschätzt durch RAM
4	Umgebung	0,00		
5	Baunebenkosten	0,89		
	Baunebenkosten Kesselhaus 2	0,15	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Baunebenkosten Treppenhaus Ofenhaus 2	0,01	KG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung Treppenhaus
	Baunebenkosten LUKO gesamthaft neu	0,03	TG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo
51	Bewilligungen, Gebühren	0,40		
511	Bewilligungen, Baugespann, Gebühren	0,40	G	geschätzt durch RAM für Baueingabe, Arbeitsinspektorat, Bewilligungen, etc.

56	Übrige Baunebenkosten	0,30		
561	Bewachung durch Dritte	0,30	G	geschätzt durch RAM + Schlittler (0-0,3)
6	Reserve	0,44		
	Reserven Bau Kesselhaus 2	0,40	KG	Angebot 2358.01_160510_Kostenschätzung Ofenhaus 2
	Reserven Treppenhaus Ofenhaus 2	0,01	KG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung Treppenhaus
	Reserven LUKO gesamthaft neu	0,03	TG	Angebot 2358.01_160809_Kostenzusammenstellung LuKo
9	Ausstattung	0,10		
91	Beleuchtungskörper	0,10	KG	geschätzt durch RAM

12.5 Ergänzende Dokumente

- LIN039 Machbarkeitsstudie Ersatz Linie 2
- LIN039 Präsentation Masterplan Energie
- Richtpreisausschreibung (*LIN039 Teil A0 A B Richtlinien Bedingungen 300*)
- Eingereichte Richtpreisangebote:
 - HZI
 - Martin
 - LAB
 - Caliqua
 - Elex
 - Kraftanlagen München (fehlt)
- Grobspezifikationen für Elektro & Leittechnik, sowie den Bau
- Eingereichte Kostenschätzungen:
 - WSP
 - ABB
 - tbf marty
- Excel-Tabelle mit Tabellenblätter für:
 - Auswertung der Richtpreisangebote
 - Kosten je Los inklusive aller Kostenschätzungen
 - Gesamtkosten
 - Sensitivitätsanalysen
 - Kostenzusammenstellung der Module
 - Matrix der Kombinationsmöglichkeiten der Module
 - Berechnung der Ertragseinbussen wegen Stillstand und BKP