



KVA Linth 2025

Erläuternder Bericht

für die Ausschreibung des Generalplaners

Strategische Planung, Vorstudien sowie Projektvorgaben

Ersteller: Walter Furgler
 Geschäftsführer KVA Linth

Datum / Version: 01.04.2019 / Rev. 01

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
2. Zusammenfassung	6
2.1 Ausgangslage	6
2.2 Strategische Planung	7
2.3 Vorstudien	8
2.4 Vorprojekt	8
2.5 Terminplanung	9
2.6 Projektorganisation	9
2.7 Kreditantrag	9
3. Ausgangslage	11
3.1 Geschichtlicher Kontext	11
3.1.1 Geschichte der KVA Linth	11
3.1.2 Die KVA Linth im geschichtlichen Kontext	14
3.2 Heutige allgemeine Herausforderungen	17
3.3 Auszug VVEA: Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen	17
3.4 Energetische Nettoeffizienz ENE	18
3.5 Zielvereinbarung der KVA anstelle Einbezug ins CO ₂ -Emissionshandelssystem	22
3.6 Spezifische Herausforderungen der KVA Linth	23
4. Projektgliederung nach dem Phasenplan nach SIA 112	27
5. Strategische Planung	28
5.1 Systemgrenzen innerhalb der strategischen Planung	28
5.2 Modul 1: Grundlagen für den strategischen Prozess und Ist-Analyse	29
5.2.1 Ziel	29
5.2.2 Organisation	29
5.2.3 Vorgehen	29
5.2.4 Fazit und Empfehlung aus der Ist-Analyse	30
5.3 Modul 2: Grobevaluation der Handlungsoptionen	32
5.3.1 Vorgehen	32
5.3.2 Resultate und weiteres Vorgehen	32
6. Vorstudien	33
6.1 Inhalte Module 3 und 4	33
6.2 Grundlagen zur technischen / wirtschaftlichen Beurteilung der Handlungsoptionen	33

6.3	Definitiver Variantenentscheid	34
7.	Ist-Situation 2018	35
8.	Vorprojekt	37
9.	Zielvorgaben KVA Linth 2025 - 2 Linien, total 120'000 t/a	39
9.1	Einleitung	39
9.2	Verbrennungskapazität der neuen Ofenlinie 2 / flexibles Betriebsmodell	39
9.3	Verfahrenstechnik allgemein für beide Ofenlinien	40
9.3.1	Feuerung / Kessel	40
9.3.2	Rauchgasreinigung	43
9.3.3	Optimierungsziele in der Abgasreinigung im Rahmen von Linth 2025	45
9.3.4	Aktuelle Verfahrenstechnik und Emissionsdaten	45
9.3.5	Mindestlebensdauer von Schlüsselkomponenten der Abgasreinigungsanlage	46
9.3.6	Mögliche Verfahrenstechnik bei der Rauchgasreinigung	47
9.3.7	Zielkonflikte und kritische Schnittstellen bei der Rauchgasreinigung	48
9.3.8	Zielwerte für Emissionen der KVA Linth 2025	49
9.3.9	Thermische Anlagen inkl. neue Turbogruppe 1 (WDK) / Anpassung Energiegebäude	50
9.4	Anforderungen Bau - Feuerung / Kessel / Elektrofilter Ofenlinie 2	52
9.5	Anforderungen Gebäude Rauchgasreinigung	56
9.6	Sanierung / Retrofit Ofenlinie 1	56
9.7	Erweiterung Lagerkapazität	57
9.7.1	Einführung	57
9.7.2	Abfall-Zwischenlager Erweiterungsstufe 1	57
9.7.3	Abfall-Zwischenlager Erweiterungsstufe 2	59
9.7.4	Zustandsanalyse Hauptbunker	61
9.7.5	Krananlagen	61
9.7.6	Brandschutz	61
9.7.7	Zusammenfassung Erweiterungsstufen 1+2 Abfall-Zwischenlager	61
9.7.8	Logistik Anlieferung	62
9.8	Elektrotechnik / EMSR	63
9.9	Notstromaggregat	64
9.10	Nebenanlagen	64
9.11	Besucherwesen	64
9.12	Grafische Übersicht über die vorgeschlagenen Handlungsoptionen	65
10.	Betriebsmodell KVA Linth 4.0	66

11. Kostenschätzung	67
12. Terminplanung	67
13. Projektorganisation	68
13.1 Übersicht	68
13.2 Betriebskommission (BK)	68
13.3 Bauherrenberater (BB)	69
13.4 Baukommission (BAKO)	69
13.5 Stabsfunktionen im Projekt	69
13.6 Gesamtprojektleitung Bauherr (GPLB)	69
13.7 Gesamtplaner (GP)	69

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: KVA Projekt in Glarus um 1967.....	11
Abbildung 2: KVA Linthgebiet um 1984.....	12
Abbildung 3: Abstimmungsbotschaft 1993.....	12
Abbildung 4: KVA Linthgebiet 2001.....	13
Abbildung 5: Abfall- und Emissionsentwicklung 1971 – 2013.....	15
Abbildung 6: Steigerung ENE mit Wärmeabgabe.....	22
Abbildung 7: Energetische Nettoeffizienz ENE aller Anlagen in CH von 2012 - 2016.....	23
Abbildung 8: Projektphasenplan nach SIA 112	27
Abbildung 9: Systemgrenzen im Projekt KVA Linth 2025	28
Abbildung 10: Abfallprognose KVA Linth bis 2035	30
Abbildung 11: Schematische Übersicht Ist-Situation	35
Abbildung 12: IST-Zustand	36
Abbildung 13: Schematische Übersicht Anlagensituation nach dem Umbau ab 2025	38
Abbildung 14: Übersicht Schaltung der neuen OL.....	43
Abbildung 15: neue Schaltung RGR	44
Abbildung 16: Verfahrensfliessbild WDK.....	51
Abbildung 17: Mögliches Schemata WDK (ohne TG 1 – Stand by).....	52
Abbildung 18: Aufstellung im Bereich Feuerung / Kessel / E-Filter / Energiezentrale	53
Abbildung 19: Neues Kesselhaus mit möglicher Ofenvariante	54
Abbildung 20: Luftbildaufnahme der neu zu erstellenden Anlagenteile	55
Abbildung 21: Luftbild der neu erstellenden Anlagenteile (Seitenansicht)	56
Abbildung 22: Konzept Erweiterungsstufe 1(neues Zwiilag 2).....	58

Abbildung 23: Konzept Erweiterungsstufe 2 (Ballenpresse)	59
Abbildung 24: Anliefersituation mit Bereich Aufgabe (Förderband)	60
Abbildung 25: Systemarchitektur ABB Leittechnik.....	63
Abbildung 26: Elektrisches Versorgungskonzept (lesbare Version siehe Beilage)	64
Abbildung 27: Grafische Übersicht aller Handlungsfelder	65
Abbildung 28: Terminplanung Vorprojekt	67
Abbildung 29: Projektorganisation KVA Linth 2025	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammengefasste Geschichte der KVA Linth	14
Tabelle 2: Übersicht definitiver Variantenentscheid.....	34
Tabelle 3: Emissionswerte 2019	45
Tabelle 4: Mindestlebensdauer Komponenten RGR	46
Tabelle 5: Zielwerte für Emissionen	49
Tabelle 6: Berechnung Lagerkapazität mit Erweiterungsstufe 1+2.....	62

1. Einleitung

Das vorliegende Dokument dient als Grundlage für die Ausschreibung des Generalplaners im Projekt mit dem Arbeitstitel KVA Linth 2025.

Es wird darin beschrieben, welche Arbeiten bis heute vorliegen und was in der Phase des Vorprojekts durch den Generalplaner und die entsprechenden Fachplaner konkret zu planen ist. Wesentliche strategische Vorgaben sind dabei zwingend zu berücksichtigen.

Ziel der Phase des Vorprojektes ist es, dass ein konkretes Bauprojekt mit Kosten und technisch optimalen Konzepten vorliegt. Dieses wird dann den 28 Gemeinden aus den Kantonen GL, SZ und SG zur Abstimmung vorgelegt. Die Abstimmung soll im Zeitraum 2021 / 2022 erfolgen – je nach Planungsfortschritt im Vorprojekt.

2. Zusammenfassung

2.1 Ausgangslage

Die KVA Linth hat sich seit ihrer Inbetriebnahme 1973 stetig gewandelt. Am Anfang stand die Minimierung und Hygienisierung des Abfalls. In den 80er Jahren wurde die Energieauskopplung auch bei der KVA Linth aktuell und es wurden weitere Anstrengungen unternommen, die Emissionswerte deutlich zu senken. Mit der Inbetriebnahme der heute installierten Verfahrenstechnik, welche 2001 in Betrieb ging, gehört die KVA Linth zu den saubersten Anlagen schweizweit.

Im Rahmen der angestrebten Energiewende und der Schliessung der Stoffkreisläufe sind die Anforderungen an KVA in den letzten Jahren nochmals stark gestiegen. Die effiziente Energieproduktion und maximale Energieabgabe stehen heute im Vordergrund. Mit der Reststoffaufbereitung werden heute möglichst viele Wertstoffe zurückgewonnen.

Das BAFU¹ hat mit Inkrafttreten der neuen Abfallrichtlinie VVEA² am 01.01.2016 Vorgaben bezüglich zu erreichender minimaler Energieauskopplung und Rückgewinnung von Metallen definiert. Die KVA Linth erfüllt mit Ausnahme der Energieabgabe alle Vorgaben. Bis zum 01.01.2026 muss sie jedoch mindestens 55%³ des Energieinhalts des Abfallinputs extern verwerten (heute 49%). Die heute in Betrieb stehende Anlage entspricht nach VVEA bei der Energieproduktion nicht mehr dem Stand der Technik. Heute kann bei gleichbleibender oder besserer Abgasqualität eine höhere Energieauskopplung (in Form von Strom) erfolgen.

Eine weitere Massnahme bietet die Auskopplung von Fernwärme. Daher wird der Ausbau rund um die KVA forciert. Auch die Beheizung eines Gewächshauses wäre hocheffizient, da dies

¹ BAFU: Bundesamt für Umwelt

² Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen.

³ Damit ist die Energetische Nettoeffizienz gemeint, die mit einer definierten Hilfsformel bestimmt wird.

mit Niedertemperaturwärme erfolgen könnte. Ebenfalls von Interesse sind Prozessdampfablehmer.

Auch in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit steigen die Anforderungen. Der durchschnittliche Preis pro Tonne liegt in der Schweiz bei ca. 135.00 Fr.⁴ Einige Anlagen mit guter Energieauskopplung nähern sich bereits den 100.00 Fr. / t an. Für die KVA Linth bedeutet dies, dass sie ihre Produktionskosten weiter senken und die Energieauskopplung erhöhen muss.

Der Ofen 2 ging 1984 in Betrieb. Er wird trotz diversen Nachrüstungen und Retrofitmassnahmen ca. 2025 nach über 40 Jahren Betrieb das Lebensende erreicht haben. Dasselbe gilt für die Turbogruppe 2, aber auch für andere Anlagenteile, beispielsweise für die Steuerungen und Teile der Elektrotechnik. Der erforderliche Ersatz wesentlicher Anlagenteile ist unbestritten.

Basierend auf der geschilderten Ausgangslage hat die Betriebskommission auf Antrag der Geschäftsleitung entschieden, nicht nur den Ersatz wesentlicher Anlagenteile der Ofenlinie 2 zu beleuchten, sondern in einem ordentlichen Strategieprozess alle möglichen Handlungsoptionen zu prüfen, um die KVA Linth erfolgreich in die Zukunft zu führen.

2.2 Strategische Planung

2015 wurde mit der strategischen Planung gestartet. Das Vorgehen richtete sich nach dem sechs Phasenplan nach SIA 112.

Mit der ersten Phase (strategische Planung) wurden die Systemgrenzen definiert und eine umfangreiche Ist-Analyse durchgeführt. Wesentlicher Bestandteil der Ist-Analyse war eine fundierte und systematisch durchgeführte Abfallprognose bis ins Jahr 2035. Die Resultate waren eindeutig. Auch in den nächsten Jahren ist mit einer leichten Steigerung der Abfallmenge zu rechnen – trotz weitergehenden Recyclingbemühungen und möglicher Separatsammlungen. Dies bestätigt nicht nur die durchgeführte Abfallprognose im Verbandsgebiet der KVA Linth. Auch das Amt für Umwelt des Kantons Zürich oder das Bundesamt für Umwelt kommen zu ähnlichen Schlüssen.

Auf dieser Basis wurden danach verschiedene Handlungsoptionen im Rahmen von Workshops erarbeitet. Von der kompletten Stilllegung der Anlage bis zu einer massiven Kapazitätserhöhung mit eins, zwei- oder drei Verbrennungslinien wurden alle möglichen Varianten diskutiert und bewertet. Letztlich wurden fünf Varianten zur näheren Prüfung definiert. Neben einer Retrofitvariante auch zwei Varianten mit einer Linie und zwei Varianten mit zwei Linien. Unter Einbezug des Umweltamtes des Kantons Glarus wurde auch die Bewilligungsfähigkeit geprüft. Der Dialog zeigte auf, dass eine Anlagenkapazität von 90'000 – 120'000 Jahrestonnen als sinnvoll erachtet wird. Eine Verwertung von mehr als 120'000 t/a würde zu viel Marktkehricht bedingen – eine Anlage mit einer Kapazität kleiner 90'000 t/a andererseits die Entsorgungssicherheit in der Region in den nächsten Jahren nicht in jedem Fall gewährleisten.

⁴ KVA Linth: 135.00 Fr. / t

2.3 Vorstudien

Die fünf gewählten Varianten wurden nun einer näheren Beurteilung unterzogen. Zu diesem Zweck wurden in Anlehnung an den neusten Stand der Technik umfangreiche Machbarkeitsstudien angefertigt und die Kosten abgeschätzt. Dabei wurden für die Bewertung Kriterien wie Wirtschaftlichkeit (Entsorgungspreis, Investitionszyklus), Leistungserfüllung (Entsorgungssicherheit, Bewilligungsfähigkeit), Umwelt (Energienutzung, Verkehr), Politische Akzeptanz (Standortgemeinde, Verbandsgebiet) und Betrieb angewendet. Weiter wurde auch optional die Ausbaubarkeit der Lagerkapazitäten geprüft.

Die Variantenbeurteilung führte zum klaren Ergebnis, dass die KVA Linth auch nach 2025 mit 2 Linien betrieben werden soll.

Folgende Ersatzmassnahmen, Um- und Neubauten sind im Projekt enthalten:

- Kompletter Ersatz von Feuerung und Kessel OL2
- Entsprechender Neubau E-Filter 2
- Umbau der Rauchgasreinigung OL 2 nach energetischen Gesichtspunkten unter Einhaltung der heutigen Emissionswerte am Standort.
- Erweiterung des Kesselhauses um den Bereich, wo die heutige TG2 angeordnet ist.
- Erweiterung der Energiezentrale für den zusätzlichen Einbau einer Turbogruppe.
- Installation einer neuen Turbogruppe mit einem Schluckvermögen für den gesamten erzeugten Dampf (ca. 60 – 70 t/h) beider Linien.
- Erweiterung / Neuauslegung der Luftkondensationsanlage (LUKO)
- Ersatz der elektro- und steuerungstechnischen Einrichtungen (EMSR) für die gesamte KVA wo notwendig.
- Vorsorgliche planerische Mitberücksichtigung der möglichen Prozessdampfabgabe.
- Retrofit der Feuerung / Kessel OL1 (FLR, Überprüfung Dampfparameter, Luftüberschuss, Leistungssteigerung, Ersatz wesentlicher Bauteile).
- Retrofit E-Filter 1
- Anpassung der Rauchgasreinigung Ofenlinie 1 → gleicher Stand wie OL 2
- Erweiterung der Lagerkapazitäten inkl. Kombikrananlage (ZWILAG 2) und Versatz der Ballenpresse aufs KIBAG-Gelände.

Der Ersatz respektive der Retrofit der in dieser Liste aufgeführten Anlagenteile würden aus heutiger Sicht Investitionskosten von **ca. 120 Mio. Fr. (+/- 20%)** verursachen.

2.4 Vorprojekt

Für die Ermittlung der Kosten für das Vorprojekt wurden wie in der SIA 103 / 108 beschrieben die abgeschätzten Baukosten als Basis verwendet. Daraus abgeleitet wurden **ein Planungsaufwand von 3.9 Mio. Fr. exkl. MwSt.** berechnet. Darin enthalten sind Planerleistungen, Spezialisten und Gutachter sowie Diverses und Unvorhergesehenes. Eigenleistungen sind darin nicht enthalten.

Mit Abschluss des Vorprojekts soll das Bauprojekt so vorliegen, dass es den Verbandsgemeinden zur Abstimmung vorgelegt werden kann.

2.5 Terminplanung

Der Projektstart für das Vorprojekt ist ab September 2019 geplant.

Das Vorprojekt dürfte ca. 1.5 bis 2.5 Jahre dauern. Heutiges Ziel ist, dass die neuen Anlagenteile im Zeitraum 2024-2026 in Betrieb gehen können.

2.6 Projektorganisation

Die Betriebskommission verkörpert die Bauherrschaft. Sie bestimmt die Baukommission, welche sich vertieft mit dem Projekt befasst. Der Bau- und Betriebskommission steht zudem ein unabhängiger Bauherrenberater zur Verfügung.

Als Gesamtprojektleiter seitens der Bauherrschaft fungiert der Geschäftsführer der KVA. Ihm zur Seite stehen weitere qualifizierte KVA-Mitarbeiter.

Die planerische Gesamtleitung inkl. der Verfahrenstechnik (EMT) obliegt einem branchenkundigen und qualifizierten Planungsbüro. Die Gesamtleitung ist auch für die Ausschreibung weiterer Fachplaner zuständig. Der Gesamtleiter sowie die Fachplaner sind vertraglich direkt an die KVA gebunden.

2.7 Kreditantrag

Aufgrund der vorgängigen Ausführungen wurde am 29. Oktober 2018 für das Vorprojekt bei den Abgeordneten ein Planungskredit von 3.9 Mio. Fr. (ohne MwSt.) beantragt. Diesem Antrag stimmten die Abgeordneten ohne Diskussion und einstimmig zu.

Im Weiteren ist zu prüfen, auf welche effektive Durchsatzleistung der neue Ofen 2 (Spektrum 60'000 – 90'000 t/a) auszulegen ist. Es ist denkbar, die max. installierte Kapazität auf theor. 150'000 t/a auszulegen, die maximale Jahresmenge von 120'000 t/a darf aber nicht überschritten werden.

Die Projektziele wurden wie folgt definiert:

- Gleicher Verbrennungspreis unter den heutigen Rahmenbedingungen – Senkung der Verbrennungspreise eventuell möglich, respektive anzustreben!
- Kosten von 120 Mio. (+/-20%) komplett inkl. Ausfallkosten wurden kommuniziert. Unter Berücksichtigung eines vernünftigen Ausführungsstandards (kein Luxus) soll das Ziel verfolgt werden, die Investitionskosten möglichst tief zu halten.
- Mindestens gleich gute oder bessere Emissionswerte (Umweltleistung)

- Steigerung der energetischen Nettoeffizienz auf mindestens 65% (heute 49%)
- Keine Mehrbelastung wegen Abfalltransporten nach dem Umbau.
- Umsetzung des Projekts mehrheitlich im heute vorhandenen Baubestand (einzig verändertes äusseres Erscheinungsbild im Bereich des Kesselhauses sowie Erweiterung der Energieproduktion)

Diese Vorgaben sind bindend und wurden im Rahmen der Kreditbewilligung für das Vorprojekt öffentlich kommuniziert.

- 1972 HP. Brugger übernimmt als erster Betriebsleiter der „KVA Glarnerland“ die technische Verantwortung für den Anlagenbetrieb
- 1973 Inbetriebnahme der Ofenlinie 1
- 1974 Gründung des heutigen Zweckverbands für die Kehrichtbeseitigung im Linthgebiet mit allen 29 Glarner, 16 Schwyzer und 13 St. Galler Gemeinden
- 1982 R. Bertini übernimmt in der intensiven Planungs- und Bauphase der zusätzlichen Ofenlinie die Betriebsleitung
- 1984 Inbetriebnahme der Ofenlinie 2



Abbildung 2: KVA Linthgebiet um 1984

- 1986 Weitergehende Rauchgasreinigungs- und Schlackenaufbereitungsanlage
- 1988 Planungsbeginn für die Erneuerung der Ofenlinie 1
- 1992 Weiterer Landerwerb vom Tagwen Niederurnen für den Ausbau der KVA
- 1994 Abstimmung im Zweckverband (Gemeinden) über die neuen Statuten, den Ersatz der Ofenlinie 1 und die Mitverbrennung von Klärschlamm



Abbildung 3: Abstimmungsbotschaft 1993

- 1996 Kehrrichtlieferungsvertrag mit der Region Innerschwyz (ZKRI) für 13 Gemeinden mit dem Gegenrecht der Schlackendeponie im Gebiet Zingel (heute: Eielen Attinghausen). Vertragsdauer: 20 Jahre
- 1997 Kehrrichtlieferungsvertrag mit dem Gemeindeverband Surselva (47 Gemeinden) mit dem Gegenrecht der Schlackendeponie in der Deponie Ilanz. Vertragsdauer ursprünglich 12 Jahre, dann nochmals um 3 Jahre verlängert
- 1999 Kehrrichtlieferungsvertrag mit dem Oberengadiner Abfallverband mit 16 Gemeinden (Vertragsdauer 12 Jahre)
- 2000 Erweiterung der Fernwärmeversorgung mit Nutzungspotenzial von 2,0 MW Energie. Effekt: Jährliche Einsparung von zirka 250'000 Litern Heizöl
- 2001 19. Mai Offizielle Einweihung der sanierten und ausgebauten KVA (neue Ofenlinie 1, sanierte Ofenlinie 2, Klärschlammverbrennung usw.) mit hervorragenden Messwerten punkto Umweltauflagen: Die in diesem Moment modernste KVA Europas geht offiziell in Betrieb



Abbildung 4: KVA Linthgebiet 2001

- 2005 Präsentation des SAM-Pilotverfahrens zur Zinkrückgewinnung aus Flugasche
- 2007 Totalrevision der Verbandsstatuten
- 2009 Rücktritt von Verbandspräsident Armin Landolt, Übergabe des Amtes an Markus Schwizer
- 2010 Fertigstellung der Schutzmassnahmen gegen Umweltgefahren.
Hochwasser nach Starkregen vom 5./6. August dank Schutzbauten ohne Auswirkungen auf die KVA
- 2011 Inbetriebnahme der Schlackenhalle und Beginn der Rückgewinnung von Nichteisenmetallen („NE-Anlage“).
Inbetriebnahme des Brennstoffzwischenlagers mit Shredder und Ballenpresse
- 2012 Ende des Kehrrichtlieferungsvertrags mit dem Gemeindeverband Surselva am 30.11.2012

- | | |
|------|---|
| 2013 | Übernahme der KVA-Geschäftsführung durch W. Furgler, Pensionierung von Gesamtleiter R. Bertini nach 31 Dienstjahren |
| 2014 | Die KVA Linthgebiet heisst neu KVA Linth.
Die KVA Linth vereinbart mit der KVA Thurgau, ab 2016 deren Flugasche in Niederurnen mitzuwaschen. |
| 2015 | Ende der Zusammenarbeit mit dem Zweckverband Kehrrichtentsorgung Region Innerschwyz (ZKRI) am 28.02.2015
Kauf der Gewerbeimmobilie «KEHOS» zur Sicherung der Landreserven
Abstimmung im Zweckverband (Gemeinden) über den Ausbau der Fernwärme (Fr. 6.8 Mio.) |
| 2016 | Erneuerung der Visualisierung/Bedienoberfläche des Prozessleitsystems
Sicherheitsoptimierung der Anlieferstellen
Erweiterung FLUWA zur zusätzlichen Aschenwäsche als Dienstleistung für andere KVA (KVA Thurgau, Limeco, KVA St. Gallen, Renergia ab 2021) |
| 2018 | Inbetriebnahme der gesamten neuen Fernwärmeleitung bis zur Fa. Eternit AG. |
| 2018 | Krediterteilung für die Erweiterung der Fernwärme bis Näfels und Mollis. |

Tabelle 1: Zusammengefasste Geschichte der KVA Linth

3.1.2 Die KVA Linth im geschichtlichen Kontext

Die KVA Linth hat sich während ihrer über 40 jährigen Geschichte immer wieder in verschiedensten Bereichen neu ausgerichtet und orientiert. Neueste Technologien wurden eingesetzt und die KVA Linth⁵ gehörte mit verschiedensten Projekten zu den Vorreitern ihrer Zeit. Die Installation der quasi-trockenen Rauchgasreinigung 1986 oder die aufgebauten Kompetenzen im Bereich der Flugaschenwäsche (FLUWA) und Schlackenaufbereitung sind nur ein Teil der Themen, in denen sich die KVA einen hervorragenden Ruf als innovatives Unternehmen gemacht hat.

Die nachfolgende Abbildung 5 veranschaulicht vereinfacht, aber eindrücklich, wie sich die KVA über eine Zeitspanne von über 40 Jahren entwickelt hat.

Die rote Linie dokumentiert, dass sich das Abfallaufkommen in dieser Zeit mehr als verdreifacht hat.

Es zeigt sich aber auch, dass sich in der gleichen Periode die Emissionen (stellvertretend dafür die Chloridemissionen) von jährlich bis zu 180t gegen Null gesenkt werden konnten. Diese Entwicklung konnte durch immer effizientere Rauchgasreinigungssysteme erwirkt werden.

Ersichtlich sind dabei die drei wesentlichen Technologiephasen, vom alleinigen Elektrofiltereinsatz über Trocken-Rauchgasreinigung bis hin zur Nass-Rauchgasreinigung.

⁵ Früher KVA Niederurnen oder KVA Linthgebiet

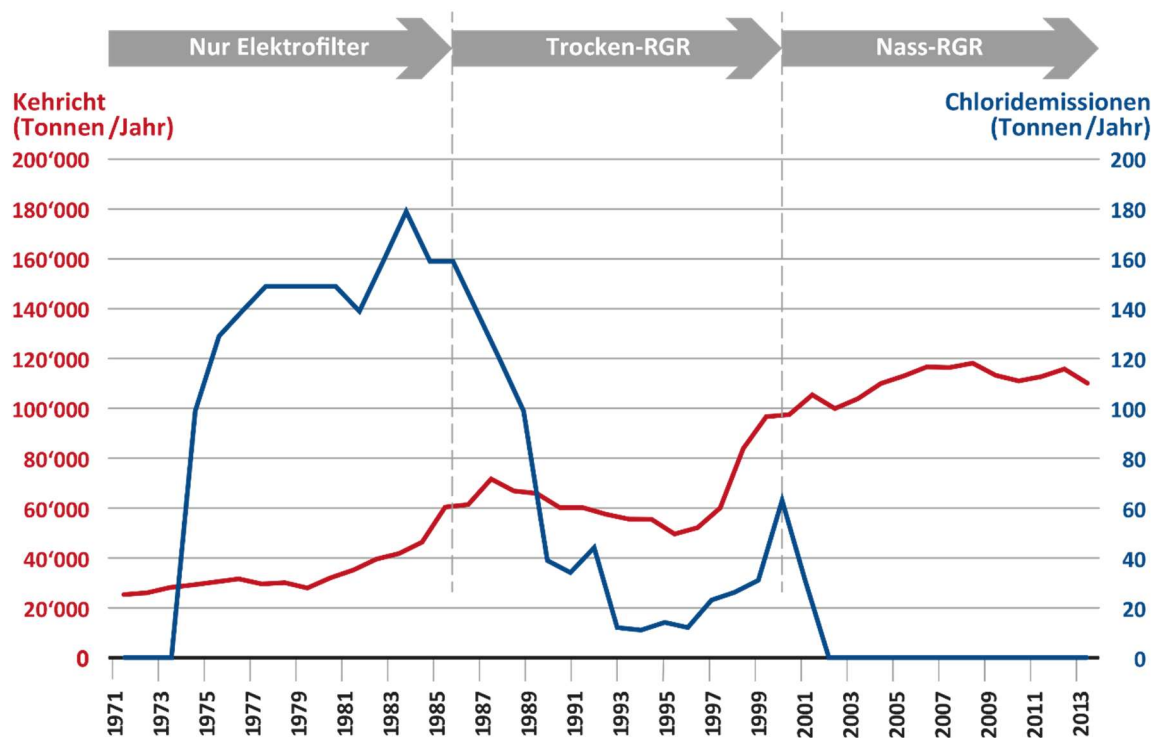


Abbildung 5: Abfall- und Emissionsentwicklung 1971 – 2013

Die technische Entwicklung bei den KVA war in der ersten Entwicklungsphase in den 60er und 70er Jahren geprägt von der Minimierung und Hygienisierung des Abfalls und der Schonung der Deponieflächen. In den 80er Jahren ging es darum, in überschaubarem Masse die Umweltbelastung einer KVA zu reduzieren und bereits Energie mit dem Abfall zu erzeugen.

Während in den 70-er Jahren Kehrichtverbrennungsanlagen oft nur mit Elektrofilter und nicht selten ohne Energieauskopplung betrieben wurden⁶, kamen in den 80-er Jahren bereits Systeme zum Einsatz, welche die Emissionen deutlich, aber noch nicht maximal senkten.

Der wahrscheinlich grösste Schub in der Entwicklung der Rauchgasreinigung erfolgte in den 90-er Jahren. Bereits fünf Jahre nach der Inbetriebnahme der weitergehenden Rauchgasreinigung stand der Ersatz der heute in Betrieb stehenden Ofenlinie 1 an. Wie aus dem Abstimmungsprojekt von 1993 ersichtlich wird, konnte basierend auf dem Technologiewissen der frühen 90er-Jahre und mit der nachfolgenden Umsetzung ein riesiger Schritt in Bezug auf die saubere thermische Behandlung von Kehricht gemacht werden. Mit der nassen Rauchgasreinigung mit DeNOx, der Abwasserbehandlung und der Flugaschenwäsche wandelte sich die KVA Linth zu einer sauberen und vorbildlichen KVA.

Wie die Geschichte zeigt, hat die KVA Linth immer wieder mutige Schritte gewagt. Dies hat ihr auch den sehr guten Ruf einer innovativen Organisation beschert. Es zeigt sich, dass in den vergangenen vierzig Jahren alle fünfzehn Jahre ein wesentlicher technologischer Schritt vollzogen wurde. Diese Schritte folgten auch immer den gesetzlichen Anforderungen, beispielsweise angelehnt an das Umweltschutzgesetz (USG), welches in erster Version 1985 in Kraft

⁶ Bei der KVA Linth ebenfalls nur mit E-Filter und ohne Energieauskopplung

trat, die darin enthaltenen Bereiche Immissionsschutz mit der Luftreinhalteverordnung (LRV 86) oder mit der Technischen Verordnung für Abfälle (TVA) usw..

1992 trat beispielsweise die Änderung der Luftreinhalteverordnung in Kraft, welche eine Absenkung der Schadstoffgrenzwerte in den KVA-Abgasen für Staub, Chlorwasserstoff (HCl), Fluorwasserstoff (HF) und vor allem Schwefeloxide (SO_2 , von 500 auf 50mg/m^3) sowie für Stickoxide (NO_x , von 500 auf 80mg/m^3) verlangte. Handlungsbedarf bestand also auch auf der Basis gesetzlicher Anforderungen. Die Umsetzung erfolgte dann bis im Jahr 2000 so optimiert, dass sogar diese neuen Grenzwerte um ein Vielfaches unterschritten wurden.

Der Fokus lag grundsätzlich bei der sauberen thermischen Behandlung der Abfälle. Die Energieauskopplung (Strom / Prozesswärme / Fernwärme) wurde ab Mitte der 80er-Jahre überall zum Standard. Es stand aber ausserhalb einer Norm oder Pflicht, eine minimale Auskopplung zu erzielen. Treiber der Investitionen waren viel eher die Möglichkeit, die Verbrennungsgebühren über den Energieertrag zu reduzieren. So reduzierten sich die Preise pro Tonne über die Jahre schweizweit in den allermeisten Fällen von weit über Fr. 200.-- auf den heutigen Schnitt von knapp Fr. 135.--. Auch bei der KVA Linth wurden die Preise⁷ fast halbiert und haben sich auf dem heutigen Stand von Fr. 135.--/t im Schweizer Durchschnitt eingependelt. Auch hier zeigt sich, dass der Verband seine Versprechen mehr als eingehalten hat.

Basierend auf der Technologie der früheren 90er-Jahre standen also Ende des letzten Jahrhunderts im Bereich der Rauchgasreinigung und Rückstandsbehandlung Systeme zur Verfügung, die es ermöglichten, Emissionen teilweise bis unter die Nachweisgrenze zu reduzieren.

Abhängig von den örtlichen, meist durch die Kantone vorgegebenen Rahmenbedingungen bedeutete dies, dass Rauchgasreinigungssysteme zum Einsatz kamen, die emissionstechnisch hocheffizient, ja nach Schaltung aber aus heutiger Sicht energetisch nicht mehr optimal sind. Auch bei der KVA Linth wurde diese Strategie gefahren. Eine Bewilligung und Befürwortung der KVA Linth so wie sie heute im Betrieb steht, wäre wohl ohne Umsetzung der maximalen Unterschreitung der Grenzwerte im damaligen regionalpolitischen Umfeld undenkbar gewesen. Andererseits war die Auskopplung der Energie zwar wichtig, aber nicht zentral.

Mitte der 2000er Jahre wurde schweizweit auch das Thema der Nichteisenmetall-Rückgewinnung aus der Schlacke immer aktueller. Neben der klassischen Nassschlackenaufbereitung gab es bereits erste Ideen der Trockenaufbereitung. Bei der KVA Linth setzte man eher auf ein konventionelles Verfahren, während beispielsweise beim ZAR⁸ die Trockenaufbereitung vorangetrieben wurde. Auch hier war die KVA Linth aber wiederum eines der ersten Unternehmen, welches sich intensiv mit dieser Thematik auseinandersetzte. Heute ist die Schlackenaufbereitung mit Metallrückgewinnung und die möglichst nachsorgefreie Deponierung oder Nutzung des mineralischen Anteils der Schlacke eines der zentralen Themen, an welchem noch intensiv geforscht wird. Die Frage, welches Verfahren ökologisch und ökonomisch die Anforderungen am besten erfüllt, dürfte in den nächsten Jahren beantwortet werden.

⁷ Im Abstimmungsheft von 1993 wurden Tonnenpreise von Fr. 260.—bis 350.—in Aussicht gestellt!

⁸ Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung, Hinwil

3.2 Heutige allgemeine Herausforderungen

In den letzten Jahren hat sich deutlich gezeigt, dass die Energieauskopplung, insbesondere in Form von Wärme, eine höhere Gewichtung erhält. Mit der neuen VVEA⁹ erhalten KVAs neue Anforderungen bezüglich der minimalen Menge an Energie, die extern abgegeben werden muss. Man spricht hierbei vom Fachausdruck „Energetische Nettoeffizienz (ENE)“. Weiterhin bestehen neue Anforderungen an die Metallrückgewinnung aus der Flugasche und der Schlacke oder an die Deponierung.

Die thermische Abfallbehandlung befindet sich also weiter in einem enormen Wandel. Es liegt auf der Hand, dass neben dem rollenden Ersatz der Anlagen auch immer wieder strategische Überprüfungen erfolgen müssen.

3.3 Auszug VVEA: Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen

Nachfolgend werden die neusten Anforderungen an KVA aus der VVEA zitiert.

„Art. 31: Errichtung

Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen dürfen errichtet werden, wenn die baulichen Einrichtungen gewährleisten, dass:

a. keine diffusen Abgase austreten; b. bei Anlagen, in denen flüssige Abfälle mit einem Flammpunkt unter 55 °C und infektiöse Sonderabfälle behandelt werden, solche Abfälle getrennt von den anderen Abfällen und möglichst direkt in den Raum, in dem die thermische Behandlung stattfindet, eingebracht werden können.

Art. 32: Betrieb

1 In Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen dürfen nur Abfälle behandelt werden, die sich für das angewendete thermische Verfahren eignen.

2 Inhaberinnen und Inhaber von Anlagen müssen diese so betreiben, dass:

*a. von Siedlungsabfällen und Abfällen vergleichbarer Zusammensetzung **mindestens 55 Prozent des Energiegehalts ausserhalb der Anlagen genutzt wird;***

b. halogenierte organische Verbindungen bei der Behandlung möglichst vollständig zersetzt und nur minimal neu gebildet werden;

c. Sonderabfälle, die mehr als ein Gewichtsprozent organisch gebundene Halogene enthalten, bei einer Mindesttemperatur von 1100 °C während mindestens 2 Sekunden behandelt werden¹⁰;

⁹ Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen, vom 4. Dezember 2015 (Stand am 1. Januar 2018), Art. 26 Stand der Technik

¹⁰ Für die KVA Linth nicht relevant

d. flüssige Abfälle mit einem Flammpunkt unter 55 °C und infektiöse Sonderabfälle getrennt von den anderen Abfällen und möglichst direkt in den Raum, in dem die thermische Behandlung stattfindet, eingebracht werden;

e. die Schlacke höchstens zwei Gewichtsprozent unverbrannte Anteile, gemessen als gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), enthält;

f. im Falle einer Betriebsstörung alle Abfälle, die sich im Raum der thermischen Behandlung befinden, fertig behandelt werden;

g. bei Anlagen, in denen Siedlungsabfälle oder Abfälle vergleichbarer Zusammensetzung verbrannt werden, Metalle aus der Filterasche zurückgewonnen werden“

Mit Ausnahme der ENE (Anforderung a.) kann die KVA Linth alle Forderung bereits heute erfüllen.

3.4 Energetische Nettoeffizienz ENE

Die Erreichung der ENE ist am Standort Niederurnen eine Herausforderung. Die Forderung aus der VVEA, dass mindestens 55 Prozent des Energiegehalts ausserhalb der Anlagen genutzt werden sollen, wird an dieser Stelle noch genauer erläutert werden.¹¹

Der Umweltnutzen besteht darin, dass KVA einem allgemeinen und einfach zu ermittelnden Effizienzkriterium unterzogen werden. Anhand der ermittelten Effizienz wird das Bestreben des Anlagenbetreibers gefördert, effizienzsteigernde Technologien einzusetzen und eine optimierte Fahrweise anzustreben. Die höhere Effizienz führt zum Ersatz von anderen fossilen Brennstoffen und somit gesamthaft zur Vermeidung von Schadstoff- und CO₂-Emissionen.

Dabei definiert der Stand der Technik für die Energienutzung in KVA eine zum heutigen Zeitpunkt wirtschaftlich mögliche energetische Netto-Effizienz für KVA, unabhängig von der genauen Ausprägung der Anlage. Das Effizienzbestreben darf dabei nicht zu Lasten des Stands der Technik in anderen Bereichen (z.Bsp. der Rauchgasreinigung und anderen Prozessen) erfolgen. In der Schweiz sind diverse KVA mit gut funktionierender Rauchgasreinigung errichtet und in Betrieb, so dass der Stand der Technik bereits gut dokumentiert ist. Somit fokussieren die Vorgaben an den Betreiber auf die Optimierung der Energienutzung bei gleichzeitiger Einhaltung des Stands der Technik in der restlichen Anlage.

KVA sollten, wenn möglich, die Wärme-Kraft-Kopplung nutzen, da erst diese einen hohen Energienutzungsgrad bei gleichzeitiger Stromerzeugung möglich macht. Voraussetzung hierfür sind geeignete Wärmeabnehmer am Standort. Die Voraussetzungen sollten bereits bei der Standortsuche massgeblich berücksichtigt werden. In der Hierarchie stehen die Anforderungen an die Energieeffizienz jedoch unterhalb der Anforderungen an den Standort und der Einhaltung der Umweltauflagen.

¹¹ In Anlehnung an der Feststellung und Anwendung des „Standes der Technik“ für die Energienutzung in KVA, AWEL, Kt. Zürich und Übertrag in die VVEA.

Mit der im Folgenden beschriebenen Energetischen Netto Effizienz Kennzahl (ENE-Kennzahl) ist es möglich, konkret zu beurteilen, ob und wie viel die Energienutzung einer Anlage besser ist als die Energienutzung einer anderen. Beschrieben ist die ENE auf Basis von Jahreswerten und exportierter Sekundärenergie.

Im Gegensatz zum aus dem EU-Raum bekannten R1 wird bei der ENE nur die exportierte Nutzenergie (Strom und Wärme) rein netto ohne Eigenverbrauch berücksichtigt. Somit wird vermieden, einen (evtl. unnötig) hohen Eigenverbrauch positiv anzurechnen. Gleichzeitig wird ein Anreiz gesetzt, die eigentliche Entsorgungsleistung und ihren Eigenverbrauch so zu optimieren, dass möglichst viel Nutzenergie zum Export bereitgestellt werden kann.

Die Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie kann nur teilweise und somit (falls keine weitere Nutzung) mit Verlusten erfolgen. Die Umwandlung der Brennstoffenergie in Wärmeenergie erfolgt dagegen unter deutlich geringeren Verlusten. Dieser Unterschied wird durch eine höhere Wertigkeit des Stroms und somit einen höheren Äquivalenzfaktor für Strom kompensiert. Um elektrische und Wärmeenergie zu vergleichen, können Äquivalenzfaktoren genutzt werden. In diesem Fall erfolgt der Vergleich der Effizienz zwischen mehreren Anlagen mittels einer Kennzahl. Wird auf Äquivalenzfaktoren verzichtet, ist ein Vergleich unterschiedlicher Anlagen nur über mehrere Kennzahlen möglich.

Die unten genutzten Äquivalenzfaktoren für die elektrische Energie (2,6) und für die Wärmeenergie (1,1) verdeutlichen die höhere Wertigkeit des Stromes und basieren auf den mittleren Gesamtwirkungsgraden konventioneller Kraft- und Heizwerke zur Erzeugung dieser Energieformen in Europa. Sie finden auch bei der Berechnung der R1-Kennzahl zur energetischen Anlagennutzung nach europäischen Richtlinien (Abfallrahmenrichtlinie, AbfRRL) Anwendung. Aufgrund der Äquivalenzfaktoren können bei modernen KVA auch ENE-Werte von grösser 1 erreicht werden, sodass die ENE-Kennzahl nicht die Kriterien eines Wirkungsgrades erfüllt. Die ENE-Kennzahl dient ausschliesslich dem Vergleich der Effizienz unterschiedlicher Anlagen untereinander.

Der Bilanzraum bei der Energienutzung umfasst den Kessel sowie den gesamten Wasserdampf-Kreislauf mit Turbine, Kondensator und Kondensatvorwärmung. Ebenfalls enthalten sind die Rauchgasreinigung und weitere Prozesse wie die Abwasserbehandlung, weil hier diverse interne Verbraucher enthalten sind. Alle wesentlichen Ein- und Ausgänge können einfach erfasst werden, da sie als Jahreswerte vorliegen.

$$ENE = \frac{(E_{\text{exp}} - (E_f + E_i))}{0,97 \times (E_w + E_f)}$$

mit

$$E_{\text{exp}} = 2,6 \times E_{\text{exp } e} + 1,1 \times (E_{\text{exp } st} + E_{\text{exp } h})$$

E_{exp} = exportierte Energie (Netto)

$E_{\text{exp } e}$ = exportierte elektrische Energie (Netto)

- $E_{exp\ st}$ = exportierte Wärmeenergie (Prozessdampf) (Netto)
 $E_{exp\ h}$ = exportierte Wärmeenergie (Fernwärme) (Netto)
 E_f = Zusatzbrennstoffe zur Dampfproduktion (Stützfeuer)
 E_i = importierte Energie, die nicht zur Dampfproduktion beiträgt
 E_w = Brennstoffenergie des Abfalls, Berechnung des unteren Heizwertes gemäß Hu-Berechnungsmodell nach BREF
0.97 = Faktor zur Berücksichtigung von Schlacke- und Strahlungsverlusten im Kessel

In der EU müssen Neuanlagen einen R1 von mindestens 0.65¹² erreichen (Brutto-Betrachtung, Berücksichtigung des Eigenverbrauchs als Nutzen). Dieser Wert ist für nordeuropäische Länder mit einem hohen technischen Standard nicht sehr engagiert und berücksichtigt keinesfalls den Stand der Technik.

Auch wenn eine direkte Umrechnung von R1 zu ENE nicht möglich ist, zeigen erste Überschlagsrechnungen, dass Anlagen mit einem durchschnittlich hohen Eigenbedarf und einem $R1 > 0.9$ eine $ENE > 0.75$ gut erreichen können. Die Differenz von 0.15 Punkten gilt jedoch nicht über die ganze Skala, da bei tiefen R1 – Werten eine individuelle Betrachtungsweise sehr wichtig ist (die bisher beobachtete Korrelation streut im unteren Bereich beträchtlich).

Eine Schlüsselposition zur Steigerung nimmt dabei der Eigenbedarf ein, da eingesparter Eigenbedarf sofort als exportierte Energie auf der Nutzenseite der ENE-Kennzahl sichtbar wird. Darum wurden bei der KVA Linth in den letzten 5 Jahren diverse Massnahmen zur Minimierung des Energieeigenbedarfs ergriffen. So konnte immerhin eine Steigerung um 5 ENE-Punkte erreicht werden.

Generell kann die Energienutzung in KVA über die Erzeugung und den Export von elektrischer Energie oder über die alleinige Nutzung der bei der Verbrennung entstehenden Wärmeenergie erfolgen. Die Wärmeenergie kann dabei in Form von Prozessdampf bei den unterschiedlichsten Dampfparametern oder in Form von Fernwärmewasser exportiert werden. Zudem besteht die Möglichkeit, beide Energieformen gleichzeitig nach dem Prinzip der Wärme-Kraft-Koppelung zu erzeugen.

Zur Erzeugung von elektrischer Energie werden in KVA Dampfturbinen eingesetzt, welche den Frischdampf aus den Kesseln entspannen. Bei der Entspannung kühlt sich der Dampf ab und ein Teil der Wärmeenergie wird in elektrische Energie umgewandelt. Die Restwärme im Abdampf der Turbine wird bei der Kondensation abgeführt. Je nach Kondensationsdruck kann die Kondensationswärme noch technisch genutzt werden (z. Bsp. Gewächshaus) oder sie wird ungenutzt an die Umgebung abgegeben.

In einer KVA werden zudem bestimmte Mengen an Wärme und elektrischer Energie für den Betrieb der Anlage benötigt (Eigenbedarf). Bei der oben beschriebenen Vorgehensweise zur Bestimmung der ENE-Kennzahl tauchen diese Energien explizit nicht auf, sie reduzieren jedoch die exportierte Energiemenge und somit auch die ENE-Kennzahl.

Hinsichtlich der Emissionsminderung ist bei den KVA ein Stand der Technik erreicht, mit dessen Anwendung die Emissionen weit unterhalb der gesetzlichen Anforderungen liegen.

¹² KVA Linth: 0.64

Daher wird vorausgesetzt, dass eine Rauchgasreinigung nach dem Stand der Technik eingesetzt wird. Dabei soll vorzugsweise eine Verschaltung der Rauchgasreinigungskomponenten gewählt werden, die eine stetige Abnahme der Rauchgastemperatur aufweist und Wiederaufheizungsprozesse vermeidet. So wird ein energetisch sinnvolles Konzept realisiert. Dies ist sowohl für trockene wie auch für nasse Verfahren möglich. Es sind heute Anlagen in Betrieb, die ohne Probleme gleiche Emissionswerte wie die KVA Linth erreichen.

Basierend auf diesen Ausführungen hat der Bund mit der VVEA die ENE auf 55%¹³ festgelegt. Im Kanton Zürich gilt sogar eine verschärfte Anforderung an den Stand der Technik:

1: Stand der Technik heisst, die Energienutzung in KVA so zu gestalten, dass sie nach dem Prinzip der Wärme-Kraft-Kopplung erfolgt.

2: Stand der Technik heisst, KVA erreichen eine ENE-Kennzahl von ≥ 0.65 . (ENE = Energetische Netto-Effizienz)

3: Stand der Technik heisst, KVA, die aufgrund des Standortes keine Wärmeabgabe realisieren können, erreichen eine ENE-Kennzahl von ≥ 0.6 .

Dieses Beispiel zeigt, dass es Kantone, und daraus abgeleitet Bestrebungen gibt, die ENE-Vorgabe von 55% weiter zu steigern. Im Moment sind aber seitens BAFU keine Absichten zu erkennen, im Rahmen der Vollzugshilfen diese Anforderung zu verschärfen. Allerdings sind Gespräche im Gange, die Berechnungsformel zu überprüfen. Sie berücksichtigt insbesondere die Heizgradtage nicht. So kann eine Anlage bei einem milden Winter in der Beurteilung plötzlich wieder schlechter werden.

Aus Sicht der KVA Linth sollte aber bei allen Investitionen auch das Ziel einer ENE-Kennzahl von 0.65 angestrebt werden. Mittelfristig ist ganz sicher mit einer Erhöhung zu rechnen.

Was bedeutet dies nun konkret für die KVA Linth? Wenn eine ENE von 0.55 erreicht werden soll, muss mit dem Stand der heutigen installierten Technik die Wärmeabgabe bis ins Jahr 2025 von heute 10'000 MWh auf 40'000 MWh erhöht werden. Das ist zeitlich, aber auch aufgrund des Absatzpotentials unrealistisch. Ausnahme bildet dabei die Option, ein Gewächshaus zu beheizen (+40'000 MWh / ENE +10) oder einen signifikanten Prozesswärmeabnehmer zu finden. Beide Optionen sind unter Berücksichtigung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu betrachten.

¹³ Eigentlich ist basierend auf der Berechnungsformel die Aussage in Prozent falsch, da die Kennzahl dimensionslos ist. Die VVEA spricht von 55% Nutzung des Energieinhalts des Inputs. Rechtlich gesehen könnte damit auch der eigentliche Wirkungsgrad gemeint sein. Allerdings sprach man bei der Vernehmlassung immer von der energetischen Nettoeffizienz nach der AWEL-Berechnungsmethode. Dazu auch folgenden Stellungnahme des VBSA, Stand 14.01.2016: *Die Energielieferung von KVA an externe Verbraucher muss ab 1. Januar 2026 (Art. 54 Abs. 2) mindestens 55% betragen. Der Eigenverbrauch wird in die Berechnung nicht mit einbezogen. Obwohl die Berechnung der 55% nicht näher erläutert wird, können wir nach Auskunft des BAFU (M. Hügi) davon ausgehen, dass Strom wie gehabt mit dem Faktor 2.6 und Wärme mit dem Faktor 1.1 gewichtet werden. Der Eigenverbrauch wird allerdings nicht berücksichtigt.* Diese Aussage lässt klar darauf schliessen, dass als Berechnungsformel die ENE zur Anwendung kommt. Die Vollzugshilfe sollte in diesem Fall eine klärende Definition schaffen.

Steigerung Wärme [MWh]	Wärme Output nach Erhöhung [MWh]	Strom Output nach Erhöhung [MWh]	Total Abgabe (Strom + Wärme)[MWh]	ENE Faktor [-]
0	3610	64327	67937	48.2
5000	8610	63447	72057	49.1
10000	13610	62567	76177	50
20000	23610	60807	84417	51.8
40000	43610	57287	100897	55.4

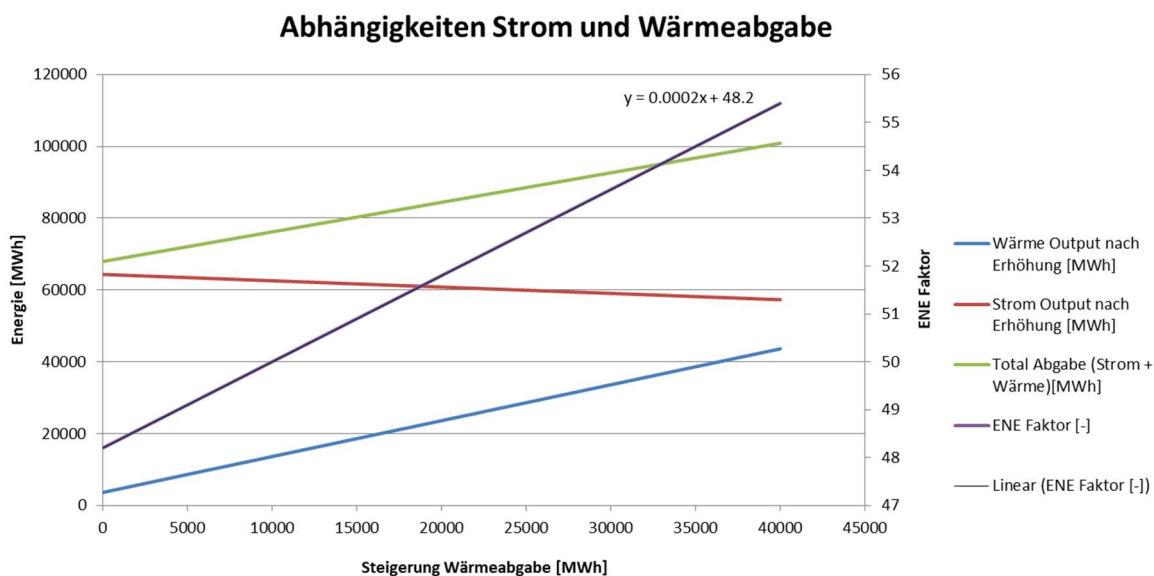


Abbildung 6: Steigerung ENE mit Wärmeabgabe

Aufgrund dieser Ausgangslage und Abhängigkeit von „externen“ Massnahmen kann eine adäquate Anpassung an den Stand der Technik nur mit der massiven Minimierung des Eigenbedarfs erfolgen. Das Potential liegt bei der KVA mit diversen Massnahmen (neuer Ofen, neue Turbogruppe, neue Schaltung RGR) bei ca. + 10-20%.

3.5 Zielvereinbarung der KVA anstelle Einbezug ins CO₂-Emissionshandelssystem¹⁴

Im Jahre 2014 hat der VBSA mit dem BAFU eine CO₂-Zielvereinbarung unterschrieben, welche 2021 ausläuft. Diese verlangt von den KVA eine Minimierung des CO₂-Ausstosses mittels Kompensation über den Ausbau der Energieabgabe um 200'000 t von 2010 – 2020. Im Gegenzug verzichtet der Bund darauf, die KVA ins CO₂-Emissionshandelssystem einzubinden. Sollte diese Vereinbarung über 2021 nicht erneuert werden, hätte dies für die KVA Linth beträchtliche Kosten zur Folge¹⁵. Auch wenn eine Verlängerung möglich ist, wird der Bund weitere CO₂-Kompensation fordern. Auch da muss die KVA Linth ihren Beitrag leisten. Mit dem

¹⁴ vgl.: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimapolitik/branchenvereinbarungen/zielvereinbarung-uvek-abfallverwertungsanlagen-ch.html>

¹⁵ 2014 wären es beim damaligen Stand der Energieauskopplung jährliche Kosten von ca. Fr. 1.8 Mio. gewesen.

konsequenten Ausbau der Energieabgabe¹⁶ kann die KVA Linth auf jeden Fall spätere politische Entwicklungen robuster abfedern.

3.6 Spezifische Herausforderungen der KVA Linth

Die KVA Linth besticht auch heute noch durch sehr gut gewartete Anlagen, die ihren Dienst zuverlässig verrichten. Aber insbesondere bei der angesprochenen Energieauskopplung (ENE) hinkt die KVA Linth beträchtlich hinterher, wie dies in Abbildung 7 im schweizerischen Kontext deutlich aufgezeigt wird.

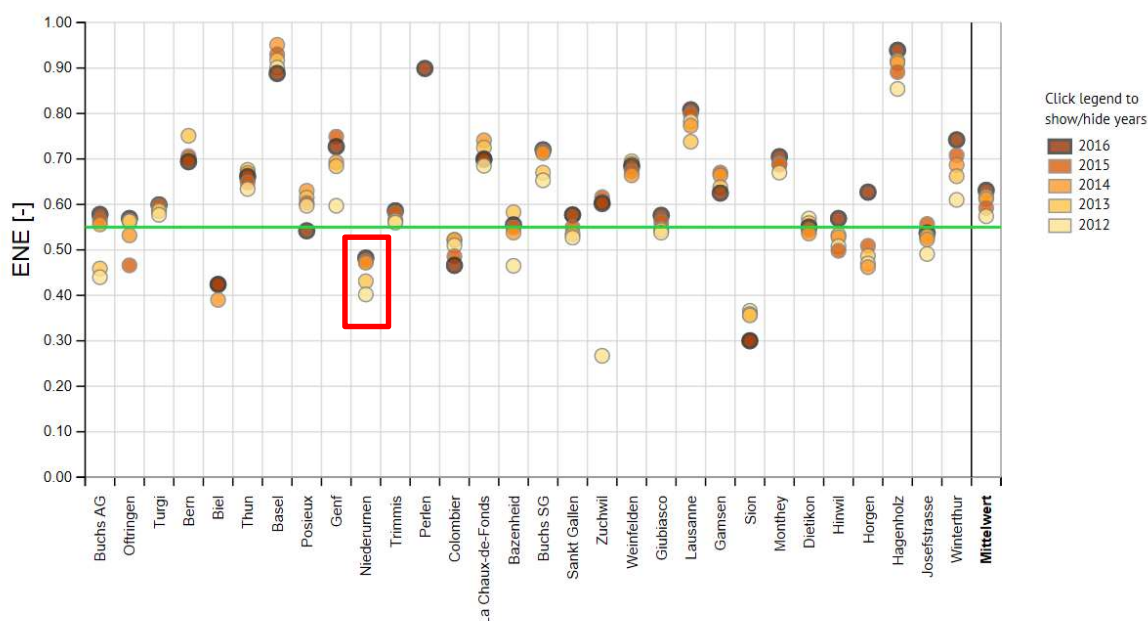


Abbildung 7: Energetische Nettoeffizienz ENE aller Anlagen in CH von 2012 - 2016

Bei der Energieauskopplung zeigt sich ein deutlicher Nachteil zu städtischen Anlagen. Diese sind aufgrund ihres Einzugsgebiets normalerweise grösser gebaut und können ihre Energie in Form von Wärme in der Nachbarschaft abgeben. Insbesondere kann auch Prozesswärme abgegeben werden. Damit kann die beste Energieeffizienz erreicht werden (Basel, Zürich Hagenholz). Durch die Grösse und die Energieabgabe sind sie aber auch in der Lage, auf dem Abfallmarkt mit sehr attraktiven Preisen zu operieren. Komplette neue Anlagen werden heute mit Sicherheit nur noch an Standorten bewilligt, an welchen ein Maximum an Energieabgabe erreicht werden kann.

Die letzte neu gebaute Anlage in Perlen (LU) zeigt dies deutlich auf. Sie versorgt die nebenan stehende Papierfabrik. Somit ist ein Maximum an Energieabgabe gewährleistet und die Anlagen können bei der ENE-Betrachtung einen Spitzenplatz belegen.

¹⁶ Damit ist neben der Wärmeabgabe explizit auch die gesteigerte Stromproduktion und die signifikante Minderung des Eigenverbrauchs gemeint.

Anlagen wie die KVA Linth sind in den 60er- und 70er Jahren entstanden. Damals wurden Anlagen möglichst weit entfernt von bewohnten Gebieten gebaut. Niemand wollte die Emissionen in der näheren Nachbarschaft.

Auch die KVA Linth wurde unter diesem Aspekt zwischen Niederurnen und Bilten gebaut. Ein Standort im Übrigen ohne Bahnanschluss – aber wenigstens mit einer relativen Nähe zur Autobahn.

Über die Jahre gewachsene Standorte von KVA haben sich mit viel Ehrgeiz und Investitionen von mehreren hundert Millionen Fr. von den gefühlten Dreckschleudern zu komplexen Energiezentralen gewandelt. Die Anlagen haben sich auch in der Bevölkerung eine breite Akzeptanz erarbeitet.

Insofern sind auch Standorte, welche einen ländlichen Charakter aufweisen, schützenswert. Denn eines ist klar, neue KVA-Standorte sind schwer zu finden, da niemand eine KVA in der Nachbarschaft unbedingt möchte. Ein dampfender Kamin, Lastwagenverkehr usw. sind auch heute grundsätzlich nirgends gewünscht. Ausserdem muss der neue Standort auch noch einen stattlichen Energieabnehmer in der Nähe haben. Auch das ist nicht so einfach zu finden – schliesslich hat sich die Schweiz in den letzten Jahrzehnten weiter zur Dienstleistungsgesellschaft entwickelt. Wo entstehen heute noch energieintensive Industrien?

Auch die Politik ist nicht immer begeistert von einem KVA-Projekt. Wenn ein geeignetes freies Industrieareal zur Verfügung steht, möchte man darauf lieber lukrative Firmen ansiedeln mit „überregionaler“ Ausstrahlung – am liebsten den Hauptsitz Europa von Google oder Apple.

Die Berechtigung des KVA Standorts in Niederurnen ist da, weil die Abfallmengen stetig steigen, die KVA auch volkswirtschaftlich eine regionale Bedeutung hat und beispielsweise dem Kanton Glarus mit dem Ausbau der Fernwärme die grösste Einzelmassnahme zur Steigerung der Energieeffizienz bietet.

Durch die Charakteristik der ENE mit ihrer „Hilfsformel“ können die besten Effekte auch bei der KVA Linth mit dem Ausbau der Fernwärme, mit der Abwärmenutzung für ein Gewächshaus oder, falls doch irgendwann ein Prozesswärmeabnehmer kommt, mit Prozesswärme erzielt werden. Aber das ländliche Gebiet ermöglicht eben nur beschränkt die Abgabe von Wärme – ein Standortnachteil, der fast nicht wettzumachen ist.

Auf der anderen Seite muss die KVA Linth im Abfallmarkt bestehen. Und es kann davon ausgegangen werden, dass über die nächsten Jahre die Preise tendenziell nicht steigen, auch wenn die Abfallmengen jährlich gemäss verschiedener Studien weiter steigen werden. Auch die anderen KVA werden ihre Energieabgabe weiter steigern, mehr Einnahmen aus dem Energieverkauf generieren und so attraktivere Verbrennungspreise anbieten können.

Die Herausforderung der KVA Linth ist es somit, Konzepte zu finden, mit denen sie die Energieabgabe nachhaltig (und somit auch weit über den Mindestwert von 55%) steigert. Dies mit der maximalen Umweltleistung (weil man es sich hier so gewohnt ist und es anders nicht bewilligungsfähig wäre) und weil dies zu höchst konkurrenzfähigen Preisen erfolgen soll.

Dabei müssen auch noch der Stand der Technik und neuste Verordnungen wie die VVEA erfüllt werden. Im Weiteren ist zu erwähnen, dass es ja nicht nur um die Wärmeauskopplung geht – die ENE kann auch In-House gesteigert werden. Dies führt zu einem geringeren Eigenbedarf an Strom und zu einem verbesserten Stromverkauf. Eine signifikante Steigerung kann aber nur erreicht werden, wenn die gesamte KVA betrachtet wird. So kann über effizientere Turbinen, Dampfparameter oder energieeffiziente Rauchgasreinigungssysteme nachgedacht werden.

Es liegt mehr als nur auf der Hand, dass mit dem Ersatz des ins Alter gekommenen Ofens 2 alle weiteren Probleme nicht gelöst sind. Es wären bereits in wenigen Jahren weitere Investitionen nötig. Wesentliche Anlagenteile, wie beispielsweise Teile der EMSR müssen zwischen 2025-2030 komplett ersetzt werden. In diesem Bereich hält die Digitalisierung auch in unserer Branche Einzug.

Aber auch beide Rauchgasreinigungslinien werden spätestens 2025 (nach fast 25 Jahren Betrieb) grössere Retrofit-Investitionen auslösen. Im Wasserdampf-Kreislauf reicht die LUKO-Leistung an Sommertagen nicht mehr aus. Die Liste könnte an dieser Stelle noch beliebig erweitert werden. Die unvollständige Aufstellung soll aber trotzdem eines deutlich machen – mit dem einfachen Retrofit der Ofenlinie 2 würde man sämtliche heutige Herausforderungen und Gesetze ignorieren und die Zukunft der KVA Linth gefährden.

Es ist die treuhänderische Pflicht, jeden Stein umzudrehen und sich der Frage zu stellen: was müssen wir tun, um für die Zukunft fit zu sein.

Es geht also darum, Chancen zu nutzen! Und diesen Chancen betreffen nicht nur die KVA Linth. Auch die Bevölkerung profitiert von noch mehr „grünem“ Strom, CO₂-freier Wärme oder das Gewerbe kann von den Investitionen mit Aufträgen in Millionenhöhe profitieren.

Der technische Wandel war in den letzten 25 Jahren enorm. In allen Bereichen wurden weiter Fortschritte erzielt. Neben der Schlacken- und Aschenaufbereitung insbesondere auch im Bereich der Feuerung und Energieproduktion. Heute werden neuste Anlagen feuerungstechnisch anders gefahren und Schaltungen der Rauchgasreinigung neu organisiert. Alle diese Optimierungen wurden wie in anderen Branchen auch durch den Einsatz modernster steuerungstechnischer Möglichkeiten erreicht. Das Zeitalter der Digitalisierung hat bereits erheblich bei den KVA Einzug gehalten und wird es noch mehr tun. In der Branche spricht man daher von Waste to Energy 4.0.

Die Abfallmengen steigen weiter, neue Recyclingprozesse vermögen das steigende Abfallaufkommen nicht zu minimieren. Produkte werden heute ohne Anreize nur beschränkt mit Blick auf die Entsorgung produziert, die Lebensdauer der Produkte sinkt, der Wohlstand steigt und mit dem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum steigt auch die Abfallmenge.

Prof. Dr. Peter Quicker von der TU Aachen sieht auch beim Bestreben nach immer höherer Ressourceneffizienz Gefahren. Zitat: „Um vorgegebene Recyclingquoten zu erreichen, werden unter Umständen auch qualitativ weniger geeignete oder sogar kontaminierte Stoffströme wieder in den Kreislauf zurückgeführt – inklusive der enthaltenen Schadstoffe. Die Folge wäre eine schleichende und zu allem Überfluss auch noch ökologisch motivierte Vergiftung der Ge-

sellschaft. Diesen gut gemeinten, aber kontraproduktiven Kreislauf-Bestrebungen auf politischer und gesellschaftlicher Ebene ist massiv entgegenzuwirken. Schadstoffbelaste Stoffströme müssen der Ökosphäre entzogen, die Schadstoffe zerstört oder aufkonzentriert und anschliessend sicher abgelagert werden.“

KVA werden auch noch in Jahrzehnten eine grosse Bedeutung haben – eben auch als Schadstoffsенke, wie von Prof. Dr. Quicker immer wieder nachgewiesen. Dass die KVA Linth auch in Zukunft eine wichtige Rolle beim Umweltschutz in der Region spielen wird, hat die durchgeführte Abfallprognose am Standort Niederurnen bestätigt.

In den letzten 15 Jahren sind die Verbrennungspreise fast um die Hälfte gesunken, was auch einen entsprechenden Kostendruck verursacht. Auch diesem Umstand muss bei der Strategieentwicklung Rechnung getragen werden. Die KVA Linth muss sich betrieblich weiter verbessern, um weiterhin attraktive Verwertungsgebühren verlangen zu können. Hier kann z.Bsp. Predictive Maintenance ein Beitrag leisten. Durch die eingeschränkten Möglichkeiten bei der Wärmeabgabe hat sie im Vergleich zu anderen KVA definitiv einen Nachteil.

All diese Ausführungen zeigen deutlich, wenn auch nicht abschliessend, dass der von der GL aufgenommene Strategieprozess mit den vielseitigen neuen Herausforderungen aber auch Chancen, basierend auf den heutigen technischen Möglichkeiten, sehr wichtig ist und dass sie das Feld aller möglichen Lösungsansätze öffnen musste. Einfach nur den Ersatz der OL2 ohne weitere Überlegungen zu forcieren, wäre fahrlässig. Mit Inkrafttreten der VVEA und den klaren Forderungen der Energieabgabe bis 01.01.2026 hat sich zudem bezüglich der Aktivitäten der KVA Linth eine neue, vorgegebene Zeitschiene ergeben.

Das kantonale Bau- und Umweltamt wurde ebenfalls in die Überlegungen mit einbezogen. Der Kanton sieht als Rahmenbedingung für die Bewilligungsfähigkeit, dass die Anlage nicht über 120'000 Jahrestonnen thermisch behandelt, er verlangt mindestens die gleichen Abluft- und Abwasserwerte¹⁷, die Einhaltung der VVEA mit der ENE von 55% und er bestätigt die Notwendigkeit einer KVA am Standort Niederurnen. Bewegt sich die Strategie innerhalb dieser Leitblanken, sieht der Kanton keine weitere Einflussnahme und unterstützt die strategischen Entscheidungen.

¹⁷ Der UVB muss noch überprüft und allenfalls angepasst werden (Vorprojekt)

4. Projektgliederung nach SIA 112

Die vorgängigen umfassenden Erläuterungen haben aufgezeigt, dass die Erneuerung des Verbrennungsofens 2 und weiterer Systeme notwendig ist. Die Geschäftsleitung hat sich daher im Jahr 2015 entschlossen, das Projekt KVA Linth 2025 anzustossen. Die Betriebskommission ist dem Antrag gefolgt und hat den entsprechenden Prozess aufgenommen.

Das Projekt wurde in Anlehnung an die SIA 112 gemäss nachfolgender Phasenplanung in Angriff genommen.

Phasen, Teilphasen und Teilphasenziele		
Phasen	Teilphasen	Ziele
1 Strategische Planung	11 Bedürfnisformulierung, Lösungsstrategien	Bedürfnisse, Ziele und Rahmenbedingungen definiert, Lösungsstrategie festgelegt
2 Vorstudien	21 Projektdefinition	Vorgehen und Organisation festgelegt, Projektgrundlagen definiert, Machbarkeit nachgewiesen
	22 Auswahlverfahren	Anbieter / Projekt ausgewählt, welche den Anforderungen am besten entsprechen
3 Projektierung	31 Vorprojekt	Konzeption und Wirtschaftlichkeit optimieren
	32 Bauprojekt	Projekt und Kosten optimiert, Termine definiert
	33 Bewilligungsverfahren / Auflageprojekt	Projekt bewilligt, Kosten und Termine verifiziert, Baukredit genehmigt
4 Ausschreibung	41 Ausschreibung, Angebotsvergleich, Vergabeantrag	Vergabereife erreicht
5 Realisierung	51 Ausführungsprojekt	Ausführungsreife erreicht
	52 Ausführung	Bauwerk gemäss Pflichtenheft und Vertrag erstellt
	53 Inbetriebnahme, Abschluss	Bauwerk übernommen und in Betrieb genommen, Schlussabrechnung abgenommen, Mängel behoben
6 Bewirtschaftung	61 Betrieb	Betrieb sichergestellt und optimiert
	62 Erhaltung	Gebrauchstauglichkeit und Wert des Bauwerks für definierten Zeitraum aufrechterhalten

Abbildung 8: Projektphasenplan nach SIA 112

Die einzelnen Phasen sind in der Tabelle erläutert. Die Phasen 1 und 2 wurden seit 2015 in der Geschäftsleitung und der Betriebskommission (BK) bearbeitet. Aufgrund der statuarischen Kompetenzen konnten die Arbeiten durch die BK genehmigt werden. In der Projektphase 3 (Projektierung) werden Kosten entstehen¹⁸, die in der Kompetenz der Abgeordnetenversammlung liegen.

Ab Phase 3.2 erfolgt die Freigabe der Ausführung durch die Verbandsgemeinden (Volksabstimmung).

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben die Resultate aus der Strategiephase und sind als Basis für ein detaillierteres Pflichtenheft zu sehen.

¹⁸ Finanzkompetenz BK Fr. < 0.5 Mio. / Abgeordnete < Fr. 7.0 Mio.

5. Strategische Planung¹⁹

5.1 Systemgrenzen innerhalb der strategischen Planung

In einer frühen Phase des Prozesses wurde die Systemgrenze der strategischen Planung abgesteckt. Es wurde entschieden, dass primär der ganze Verbrennungsprozess mit Rauchgasreinigung zur Disposition steht. Dabei wurde klar definiert, dass beide Linien und das Zusammenspiel dieser mit all ihren Auswirkungen auf den Betrieb (Energieeffizienz, Unterhalt, Ersatzinvestitionen) untersucht werden müssen. Ebenso wurde entschieden, dabei auch die Lagermöglichkeiten (also Hauptbunker, Zwischenlager und die Abfallaufbereitung) miteinzubeziehen. Je nach Konzept, muss die Zwischenlagerung um- oder ausgebaut werden.

Die FLUWA²⁰, ABA²¹ und die Schlackenaufbereitung wurden dabei nicht berücksichtigt. Dort wurde entschieden, dass die Werterhaltung und mögliche Ersatzinvestitionen rollend auch über das Jahr 2025 erfolgen sollen. Bei der Schlackenaufbereitung muss allerdings die Schnittstelle zum Ofenaustrag im Auge behalten werden²².

Bezüglich der Fernwärmeauskopplung sind die durchgeführten Potentialanalysen insofern relevant, weil die Planung der Energieauskopplung ein Thema ist und für die Erweiterung der Energiezentrale (Redundanzsysteme, Speicher, Umformer) der entsprechende Platz vorgesehen werden muss. Ja nach Variante können diese Überlegungen mitspielen.

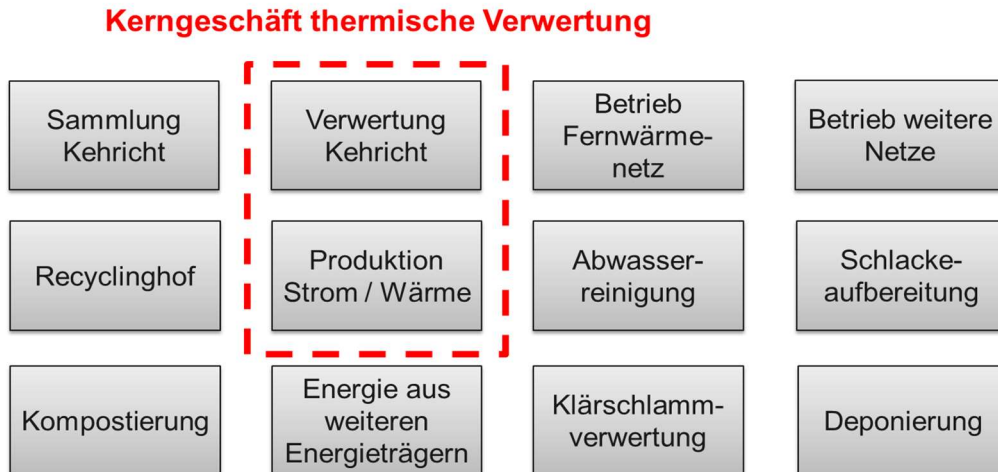


Abbildung 9: Systemgrenzen im Projekt KVA Linth 2025

¹⁹ Nach SIA 112 – 1. Phase

²⁰ Flugaschenwäsche

²¹ Abwasserbehandlungsanlage

²² Die Möglichkeit eines Trockenaustrags soll im Vorprojekt geprüft werden.

5.2 Modul 1: Grundlagen für den strategischen Prozess und Ist-Analyse

Im Modul 1 und 2 wurde die strategische Planung bearbeitet. Modul 1 beinhaltete im Wesentlichen das Ziel, die Grundlagen für den strategischen Prozess zu erarbeiten und im Rahmen der Ist-Analyse die heutige Ausgangslage der KVA Linth zu beschreiben. Die nachfolgenden Kapitel in diesem Bericht stellen nur einen Auszug dar. Im Rahmen der Ist-Analyse wurde ebenfalls eine recht umfangreiche Abfallprognose erarbeitet.

Die Ziele, die Organisation und der Prozess wurden wie folgt definiert:

5.2.1 Ziel

Ziel des partizipativen Prozesses war die Bereitstellung der Entscheidungsgrundlagen für die langfristig optimale Weiterentwicklung der KVA Linth. Dafür wurden mögliche Handlungsoptionen zur Weiterentwicklung der Anlageninfrastruktur identifiziert und evaluiert. So sollte systematisch die Bestvariante ermittelt und die Entscheidungsfindung für die Beantragung des Projektierungskredites dokumentiert werden.

5.2.2 Organisation

Der Evaluationsprozess erfolgte in einem modularen Prozess unter engem Einbezug der Betriebskommission. Das Kernteam bildete dabei der Ausschuss der Betriebskommission, welcher sich aus dem Präsidium (Präsident und beide Vize-Präsidenten) und dem Geschäftsführer der KVA Linth zusammensetzte. Es war für die inhaltliche Bearbeitung des Strategieprozesses verantwortlich. Die Begleitgruppe setzte sich aus den Mitgliedern des Kernteams und der Betriebskommission der KVA Linth zusammen. Die Workshops mit der Begleitgruppe besaßen den Charakter von Meilensteinen und geben damit den Takt im Strategieprozess KVA Linth vor.

5.2.3 Vorgehen

Im Modul 1 wurde die Ausgangslage der KVA Linth im Rahmen der Ist-Analyse untersucht und beschrieben. Vorhandene Projekte und Projektideen wurden gesammelt und ausgewertet und die Aufgabenstellung für den weiteren Prozess entwickelt.

Modul 2 diente der Identifikation und Beschreibung denkbarer Handlungsoptionen. Extremvarianten, wie z. B. die Verbandsauflösung, wurden genauso mitberücksichtigt wie vermeintlich offensichtliche Optionen. Wesentliche Rahmenbedingungen, wie z. B. die zukünftige zu verwertenden Abfallmengen, wurden analysiert und für den anschliessenden, zweistufigen Bewertungsprozess aufbereitet. Der erste Bewertungsschritt, die «Grobevaluation», diente der Auswahl der für den Verband vielversprechendsten Handlungsoptionen.

Diese vielversprechendsten Handlungsoptionen wurden anschliessend detailliert evaluiert, wenngleich sie allenfalls im Rahmen von ergänzenden Vorstudien weiter konkretisiert werden müssen (Module 3 und 4). Mit dieser zweistufigen Bewertung wird sichergestellt, dass die

Evaluation der Handlungsoptionen zwar umfassend, aber gleichzeitig auch mit verhältnismässigem Aufwand erfolgt.

5.2.4 Fazit und Empfehlung aus der Ist-Analyse

Im Rahmen der Ist-Analyse KVA Linth wurden die Grundlagen für den weiteren strategischen Prozess erarbeitet. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

Trotz vermehrtem Abfallrecycling ist auch künftig mit einem Wachstum der Abfallmengen zu rechnen. Hauptgründe sind Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum. Eine grundsätzliche Änderung des bestehenden Abfallentsorgungssystems durch geänderte gesetzliche Rahmenbedingungen (z.B. in Anlehnung an das deutsche Modell mit einer grundsätzlichen Getrenntsammlung von Kunststoffen) wird in der Schweiz heute nicht angestrebt. Eine zuverlässige Abfallentsorgung erfordert die Planung ausreichender Verwertungskapazitäten.

Die folgende Grafik zeigt in zusammenfassender Form, wie sich die Abfallmengen im Jahre 2035 entwickeln haben könnten. Natürlich ist eine Prognose schwierig, trotzdem deuten alle Indikatoren darauf hin, dass die Abfallmengen auch unter Betrachtung verschiedenster Megatrends im Verbandsgebiet der KVA Linth steigen werden. Mit dieser Entwicklung rechnen auch andere Verbände und Kantone.

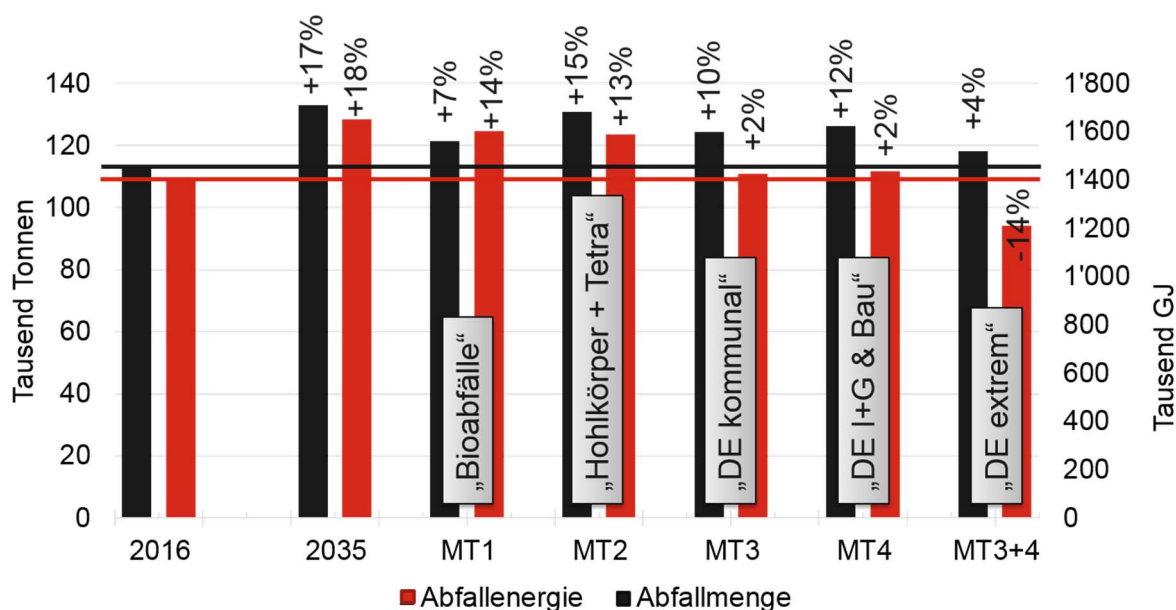


Abbildung 10: Abfallprognose KVA Linth bis 2035

Die politischen und rechtlichen Voraussetzungen für den Betrieb der KVA Linth am heutigen Standort sind generell günstig. Einzig die gesetzlichen Forderungen bzgl. Wärmenutzung stellen für die KVA Linth eine grosse Herausforderung dar. Der raumplanerische «Boden» für den geforderten Ausbau der Fernwärme ist jedoch «bereit». Zudem wurden erste Ausbauschritte (Hauptleitungen Erschliessung Eternit AG und Näfels/Mollis) bereits in die Wege geleitet. Zur Erreichung der Effizienzziele sind jedoch noch weitere grosse Anstrengungen resp. die Erschliessung zusätzlicher Versorgungsgebiete entlang der Hauptleitungen nötig.

Für die Erneuerung stehen der KVA Linth um 2025 rund 30 Mio. Fr. Eigenkapital zu Verfügung. Die Organisationsform als Zweckverband wird hinsichtlich der Handlungsfähigkeit der KVA Linth als nicht optimal beurteilt, die Abänderung wird seitens der Betriebskommission aber als nicht mehrheitsfähig beurteilt.

Grosse Stärken der KVA Linth sind die Zuverlässigkeit, die gute Umweltverträglichkeit der Anlage (Luftreinhaltung und Lärm), die gute lokale Verankerung in Politik und Verwaltung, die positive öffentliche Meinung, die komfortablen Platzverhältnisse (Baulich / Landreserven) und die gute Erschliessung per Strasse. Die Partnerschaft im VTV²³ ist ein weiterer Vorteil der KVA Linth, da sie eine effiziente Maximierung der Anlagenauslastung mit Kehrrecht von ausserhalb des Verbandsgebietes erlaubt und die Direktanlieferung innerhalb des VTV kanalisiert. Ferner ist die KVA Linth ein Technologieführer im Bereich der Reststoffaufbereitung, was Marktchancen im Bereich der FLUWA und für den allfälligen Betrieb einer eigenen Deponie eröffnet.

Basierend auf der Ist-Analyse wurde der Betriebskommission folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Ziel des Prozesses «KVA Linth 2025» ist die Entwicklung einer Strategie für die strategische Ausrichtung der KVA Linth im Jahr 2025.
- Das Projekt wird in einem partizipativen Prozess mit der Betriebskommission durchgeführt. Die Betriebskommission entscheidet im Rahmen der Workshops sowohl inhaltlich als auch organisatorisch über das weitere Vorgehen.
- Der inhaltliche Fokus liegt auf der thermischen Abfallverwertung. Weitere Handlungsfelder und Aufgabengebiete (z.B. Deponie Tuggen, Klärschlammverbrennung) stehen nicht im Fokus, werden aber bezüglich Abhängigkeiten zur thermischen Verwertung kommentiert.
- Die vorhandenen Entscheidungsgrundlagen sind bestmöglich auszunutzen.
- Die Verfolgung allfälliger Kooperationslösungen im Bereich der thermischen Abfallverwertung steht nicht im Fokus.
- Eine Anpassung der Organisationsform ist kein primäres Ziel. In der Betriebskommission soll aber diskutiert werden, ob hierzu allenfalls Abklärungen getroffen und aufbereitet werden sollen.
- Als Grundlage für die Bewertung der verschiedenen Handlungsoptionen und für die Kommunikation des Variantenentscheides ist die Abfallentwicklung detailliert zu analysieren.

²³ Verbund thermischer Verwertungsanlagen in der Ostschweiz (KVA St. Gallen, VfA Buchs SG, Gevag, Trimmis, KVA Linth, KVA Thurgau)

5.3 Modul 2: Grobevaluation der Handlungsoptionen

5.3.1 Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden im Rahmen eines Workshops mit der Betriebskommission alle denkbaren Handlungsoptionen (HO) zum bestehenden Handlungsbedarf identifiziert und charakterisiert. Der entwickelte Variantenfächer umfasste 10 Handlungsoptionen (HO); vom kompletten Ausstieg aus der thermischen Kehrrechtverwertung bis hin zum deutlichen kapazitätsmässigen Ausbau. Ebenfalls im ersten Schritt wurde die Bewertungsmethodik für die anschliessende Grobevaluation entwickelt, welche auf dem Drei-Säulen-Modell der nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt) basiert.

Der zweite Schritt umfasste die Anwendung der zuvor entwickelten Bewertungsmethodik auf die identifizierten HO. Anhand der Bewertungsergebnisse wurden die für die KVA Linth vielversprechendsten HO im Rahmen eines weiteren Workshops mit der Betriebskommission ausgewählt.

5.3.2 Resultate und weiteres Vorgehen

Folgende HO wurden also als vielversprechend beurteilt und wurden in einem nächsten Schritt mittels Vorstudien vertieft, untersucht und verglichen:

- HO 1.1: 1-Linien-Variante mit reduzierter Kapazität (**L2 neu: 90'000 t/a**)
- HO 1.2: 1-Linien-Variante mit gleicher Kapazität (**L2 neu: 120'000 t/a**)
- HO 2.1: Retrofit (115'000 t/a) (L1: 62'000 t/a – **L2: 53'000 t/a**)
- HO 2.2: Eins-zu-Eins-Ersatz (120'000 t/a) (L1: 62'000 t/a – **L2 neu: 60'000 t/a**)
- HO 2.5: Flex. Kap. (90'000 – 150'000 t/a) (L1: 62'000 t/a – **L2 neu : 90'000 t/a**)

Die übrigen Optionen wurden nicht mehr weiterverfolgt. Hauptgründe für das Verwerfen dieser Handlungsoptionen waren einerseits die fehlende Bewilligungsfähigkeit und andererseits die voraussichtlich fehlende Mehrheitsfähigkeit in der Bevölkerung.

Folgende Überlegungen haben wesentlich zu dieser Auswahl geführt:

- Eine KVA am Standort Niederurnen mit einer Jahreskapazität von mehr als 120'000 Tonnen wird weder als bewilligungsfähig noch als mehrheitsfähig in der Bevölkerung betrachtet.
- Eine Anlage mit einer Kapazität von weniger als 90'000 Jahrestonnen macht aufgrund der prognostizierten Abfallmengenentwicklung und aus wirtschaftlichen Überlegungen keinen Sinn.
- Eine qualifizierte engere Eingrenzung der Handlungsoptionen ist ohne zusätzliche Abklärungen nicht möglich.

6. Vorstudien²⁴

6.1 Inhalte Module 3 und 4

Mit der Grobevaluation der Handlungsoptionen wurde auch die strategische Planung mit der 1. Phase nach SIA 112 abgeschlossen. Die weiteren Module 3 und 4 werden in diesem Kontext der Phase 2 (Vorstudien) zugeordnet.

Das Modul 3 diente der vertieften Untersuchung der vielversprechendsten Handlungsoptionen. Bereits im Vorfeld zum Strategieprozess hat die KVA Linth erste Machbarkeitsuntersuchungen durchführen lassen, welche Teile der für Modul 3 benötigten Abklärungen bereits abdecken (Machbarkeitsstudie für die HO 1.1, 2.2 und 2.5). Die Machbarkeitsstudie wurde somit noch um Abklärungen zu den beiden Handlungsoptionen 1.2 und 2.1 ergänzt und damit vervollständigt.

Anhand der Vorstudien wurden die vielversprechendsten Handlungsoptionen anschliessend im Detail verglichen (Modul 4).

Im Rahmen der Vorstudien wurde die grundsätzliche Machbarkeit der fünf Handlungsoptionen überprüft. Die dazugehörigen Kosten wurden auf Basis von Richtpreisangeboten und eigenen Überlegungen geschätzt. Zudem wurden grobe Berechnungen zu den Auswirkungen der HO auf die energetische Nettoeffizienz angestellt.

6.2 Grundlagen zur technischen / wirtschaftlichen Beurteilung der Handlungsoptionen

Die beschriebenen Handlungsoptionen wurden auf Basis von Machbarkeitsstudien verglichen. Ziel war es, die Umsetzbarkeit mit relativ genauen Abklärungen zu prüfen. Als Basis-Variante für den Ersatz der Ofenlinie 2 diente eine neue Linie mit einem Durchsatz von jährlich 90'000 t. Entsprechend wurden die dafür notwendigen Überlegungen zum Kesselhaus, der Rauchgasreinigung sowie der Energienutzung gemacht.

Zu diesem Zweck wurden verfahrenstechnische Grundlagen erarbeitet, Aufstellungspläne erstellt (teilweise in 3D) und die baulichen / statischen Massnahmen geprüft. In einem weiteren Schritt wurden bei namhaften Anlagenbauern entsprechende Richtpreisofferten eingeholt. Weiter wurden auch die Konsequenzen auf die Steuer- und Leittechnik und alle Nebenanlagen mitberücksichtigt. Alle Investitionskosten wurden als sogenannte All-Inn Kalkulationen erarbeitet – teilweise basierend auf Richtpreisangeboten, teilweise basierend auf verlässlichen in der Branche anerkannten Kennzahlen.

²⁴ Nach SIA 112 – 2. Phase

6.3 Definitiver Variantenentscheid

Abschliessend wurden alle Varianten im Rahmen eines abschliessenden Work-Shops nochmals verglichen. Insbesondere wurde die Beurteilung der Kriterien auch gewichtet. So wurde die gesicherte Entsorgung beispielsweise höher gewichtet, als der Verbrennungspreis oder die Energieausbeute.

Nachfolgende Übersicht der Kriterien und deren Gewichtung bringt es deutlich zum Ausdruck, dass die Variante HO 2.2 alle Ansprüche am besten deckt, auch die HO 2.5 schneidet an zweiter Stelle gut ab.

Bereich	Kriterium	#Siege	Gewicht	HO 1.1	HO 1.2	HO 2.1	HO 2.2	HO 2.5
Wirtschaftlichkeit	tiefer Entsorgungspreis (A)	2	40	3	4	3	3	2
Leistungserfüllung	gesicherte Entsorgung (B)	6	100	3	3	5	5	5
	strategisch flexible Kapazität (C)	3	60	1	1	3	4	5
Umwelt	hohe Energienutzung (D)	3	60	5	5	1	4	4
	tiefe Verkehrsbelastung (E)	0	20	5	3	4	3	3
Politische Akzeptanz	politisch gut akzeptiert (F)	3	60	2	3	3	5	4
Betrieb	effizienter, verlässlicher Betrieb (G)	4	80	5	5	1	3	3
	Summe ungewichtet			24	24	20	27	26
	Summe nach #Siege			68	73	61	87	85
	Summe nach Gewicht			1400	1460	1200	1700	1660
				82%	86%	71%	100%	98%
	Rang ungewichtet			3	3	5	1	2
	Rang nach #Siege			4	3	5	1	2
	Rang nach Gewichtung			4	3	5	1	2

Tabelle 2: Übersicht definitiver Variantenentscheid

An der Sitzung vom 14.08.2018 hat die BK definitiv entschieden, die Variante HO 2.2 (2 Linien à je 60'000 t/a) umzusetzen. Weiter wurde entschieden, die Variante HO 2.5 ebenfalls mit zu prüfen (OL2 90'000 t/a - mit flexibler Betriebsweise, theor. 90'000 – 150'000 t/a, max. aber 120'000 t/a bewilligter Jahresdurchsatz der ganzen KVA).

Weiter wird die neue TG 2 komplett separat aufgebaut (TG 1 bleibt redundant vorhanden). Beide RGR-Linien werden energetisch optimiert, die OL 1 wird saniert und die beiden Erweiterungsstufen beim Ausbau der Lagerkapazität ebenfalls mitgeplant.

7. Ist-Situation 2019

Die KVA Linth behandelt heute mit zwei Verbrennungslinien jährlich zwischen 113'000 – 115'000 t Abfall. Die Ofenlinie1 wurde 2001 in Betrieb genommen und erreicht einen Durchsatz von 7.5 t/h. Der Ofen 2 wurde 1984 in Betrieb genommen und erreicht einen Durchsatz von 6.5 t/h. Dabei werden ca. 81'000 MWh Elektrizität (bei ca. 8'300 Betriebsstunden) erzeugt und ab 2018 ca. 10'000 MWh Fernwärme abgegeben. Mit dem Ausbau der Fernwärme dürfte sich der Energieabsatz in den nächsten Jahren stetig steigern. Weiter betreibt die KVA Linth neben FLUWA²⁵ und ABA²⁶ auch eine eigene Schlackenaufbereitung zur Rückgewinnung der Nichteisenmetalle (NE / RE)²⁷.

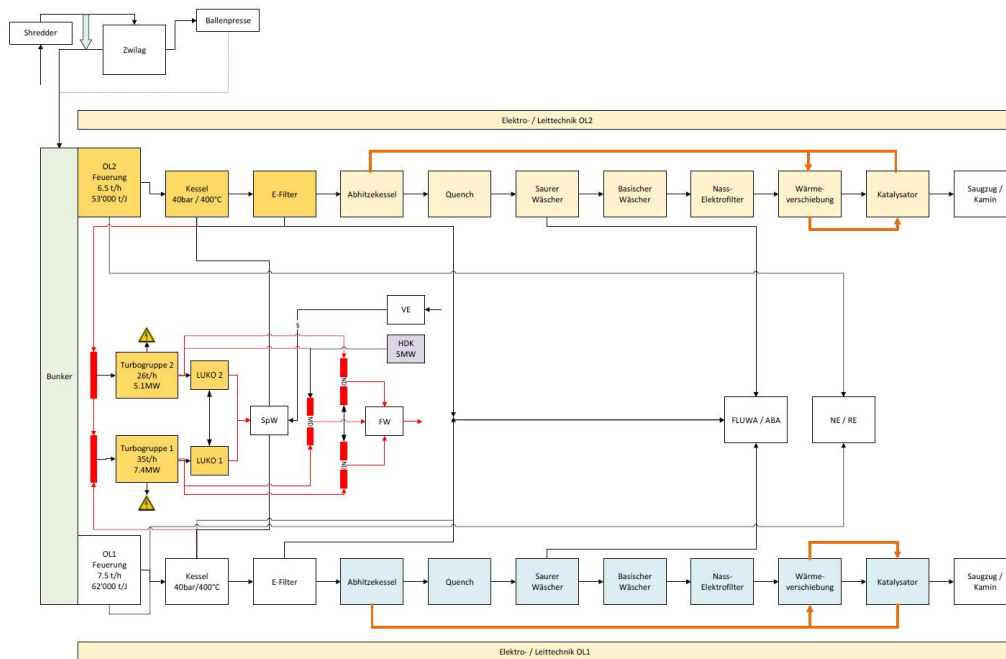


Abbildung 11: Schematische Übersicht Ist-Situation

Die beiden bestehenden Verbrennungslinien verfügen über identisch aufgebaute Rauchgasreinigungen mit Baujahr 2000 mit folgenden Verfahrensstufen:

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

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.

²⁵ Flugaschenwäsche

²⁶ Abwasserbehandlungsanlage

²⁷ NE / RE → NE steht für Nichteisenmetalle → RE steht für Recycling

- TG2 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 38.5 bar.

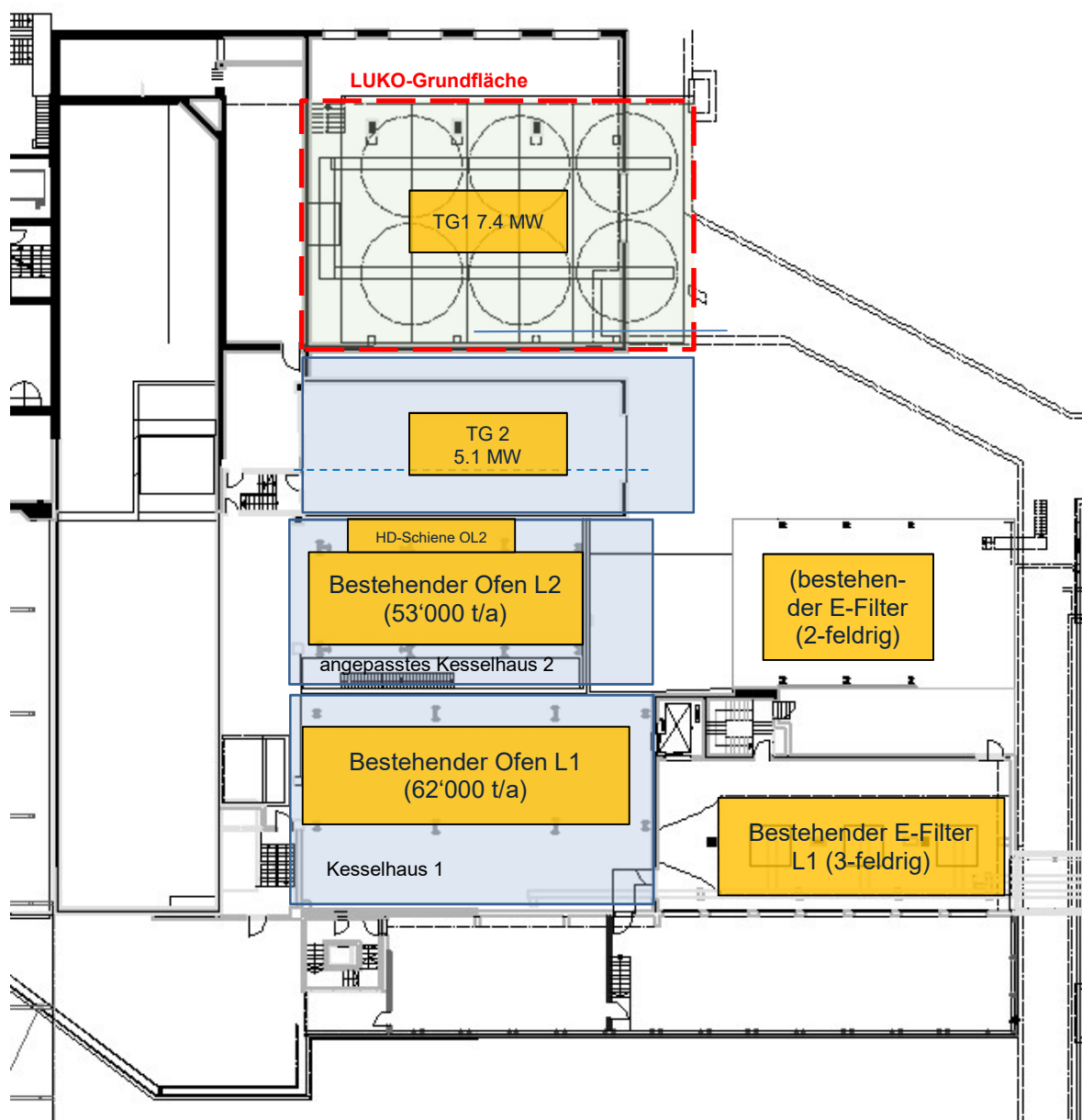


Abbildung 12: IST-Zustand

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

Da die Ist-Situation hinlänglich bekannt ist, wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen.

8. Vorprojekt

Basierend auf dem Variantenentscheid der BK hat die GL für den Kreditantrag die auszuführenden Arbeiten noch genauer definiert.

Die KVA Linth wird weiterhin mit 2 Ofenlinien mit einer totalen Jahresmenge von max. 120'000 t betrieben. Die zu ersetzende Ofenlinie 2 wird künftig mit einer Kapazität von 60'000 – 90'000 t/a betrieben. Folgende wesentliche Anlagenteile werden im Projekt KVA Linth 2025 ersetzt oder erweitert.

Ofenlinie 2:

- Kompletter Ersatz von Feuerung und des Kessels der OL2.
- Ersatz E-Filter 2
- Umbau der Rauchgasreinigung OL 2 nach energetischen Gesichtspunkten unter Einhaltung der heutigen Emissionen.
- Erweiterung des Kesselhauses um den Bereich, wo die heutige TG2 angeordnet ist.

Ofenlinie 1:

- Retrofit von Feuerung / Kessel OL1 (FLR, Überprüfung Dampfparameter, Luftüberschuss, usw.)
- Rollender Retrofit E-Filter 1
- Anpassung der Rauchgasreinigung Ofenlinie 1 → gleicher Stand wie OL 2

Thermische Anlage / neue Turbogruppe / angepasste Energiegebäude:

- Erweiterung der Energiezentrale für den zusätzlichen Einbau einer Turbogruppe
- Installation einer neuen Turbogruppe mit einem Schluckvermögen für den gesamten erzeugten Dampf (ca. 60 – 70 t/h) beider Ofenlinien
- Erweiterung / Neuauslegung der Luftkondensationsanlage (LUKO)
- Vorsorgliche planerische Mitberücksichtigung zur Prozessdampfabgabe

Elektrotechnik / Steuerungstechnik (EMSR)

- Wo notwendig, Ersatz der elektro- und steuerungstechnischen Einrichtungen (EMSR)

Anlieferbereich:

- Erweiterung der Lagerkapazitäten inkl. Kombikrananlage (ZWILAG 2) und Versatz der Ballenpresse auf das KIBAG-Gelände. (Sofern das KIBAG Gelände nicht erworben werden kann, müsste ein alternativer Standort in der Nähe der Abfalllager gesucht werden).

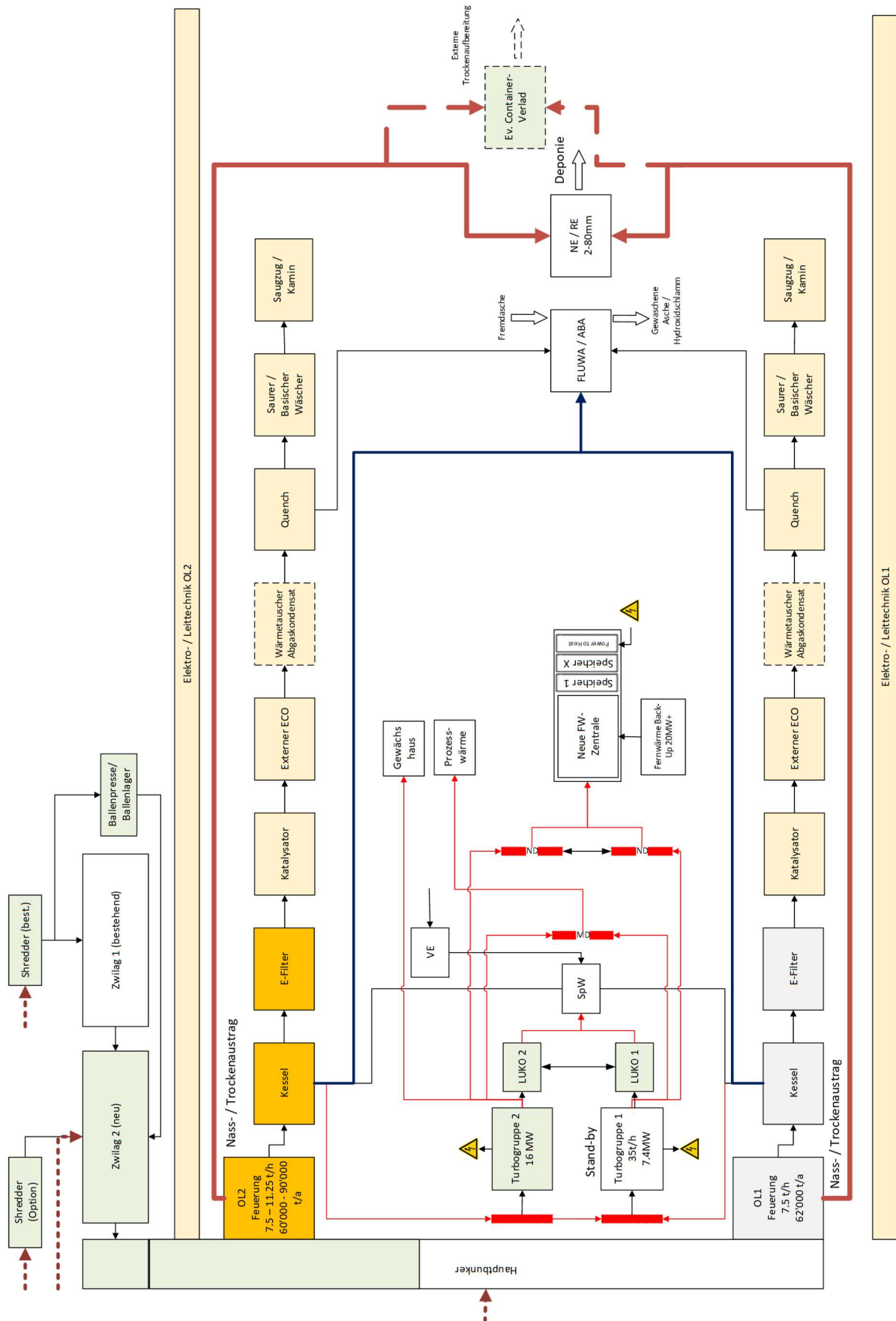


Abbildung 13: Schematische Übersicht Anlagensituation nach dem Umbau ab 2025

9. Zielvorgaben KVA Linth 2025 - 2 Linien, total 120'000 t/a

9.1 Einleitung

Nachfolgend werden die Anforderungen an die Verfahrenstechnik und baulichen Massnahmen beschrieben.

Bei der Verfahrenstechnik besteht noch ein gewisser Handlungsspielraum, um das beste Konzept zu ermitteln.

Kein Handlungsspielraum besteht bei allen wesentlichen Projektinhalten, wie sie im Kapitel 8 beschrieben sind.

Weiter ist festzuhalten, dass folgend nur die wesentlichen Vorgaben beschrieben werden. Im Rahmen des Vorprojekts müssen auch alle Nebenanlagen, welche tangiert werden, berücksichtigt werden. Bauliche Massnahmen gehören ebenfalls dazu.

Die Ausführung richtet sich nach dem heutigen Stand der Technik.

Bei den verfahrenstechnischen Konzepten sollen u.a. folgende standortspezifische Vorgaben berücksichtigt werden:

- Die Emissionen der Gesamtanlage dürfen nicht schlechter als heute sein (Abgas / Abwasser). Eine Verbesserung ist anzustreben, sofern Aufwand vertretbar.
- Das Konzept muss unter Einhaltung des ersten Punktes möglichst energieeffizient sein (Dampfparameter, Sauerstoffgehalt usw.).
- Die Energetische Nettoeffizienz muss auf mindestens 65% erhöht werden.
- Die verfahrenstechnischen Risiken (z. Bsp. Korrosion im Kessel) müssen vernünftig und vertretbar bleiben.
- Unterhaltskosten sollen minimiert werden (z. Bsp. mit höherer Reisezeit von mind. 18 - 24 Mt.).
- Unterhalt soll möglichst einfach erfolgen können – entsprechende Planung mit vernünftiger Verfügbarkeit von Platz und Zugänglichkeit.
- Vernünftiger Bedarf an Betriebsmitteln.

9.2 Verbrennungskapazität der neuen Ofenlinie 2 / flexibles Betriebsmodell

Im Vorprojekt ist abschliessend zu prüfen, mit welcher effektiven Verbrennungskapazität die Ofenlinie 2 geplant werden soll. Die bewilligte Verbrennungskapazität der gesamten KVA Linth beträgt 120'000 t/Jahr – wobei der anzunehmende Heizwert noch offen ist. Denkbar wäre, die Linie 2 mit einer Verbrennungskapazität von 90'000 t/Jahr auszulegen. Der theoretische Anlagendurchsatz beider Linien zusammen wäre dann ca. 150'000 t/Jahr.

Somit könnte die Leistung marktgerechter angepasst werden – z.Bsp. bei hohem oder geringem Abfallaufkommen, bei Systemdienstleistungen am Strommarkt (falls sich das überhaupt

noch lohnt), bei Notfällen anderer Anlagen oder auch, um in einer ersten Phase die Betriebsausfälle aus der Bautätigkeit im Rahmen des Projekts KVA Linth 2025 auszugleichen, indem man eine bestimmte Zeit einen höheren Durchsatz fährt.²⁸

Eine solche flexible Betriebsweise führt unweigerlich zu Mehrinvestitionen. Ebenso stellt sich die Frage, ob so ein Betriebskonzept auch technisch sinnvoll und effizient zu fahren ist. Die Mehrkosten müssen sich letztlich über spätere zusätzlich mögliche Erträge mindestens innerhalb der Abschreibedauer bezahlbar machen.

9.3 Verfahrenstechnik allgemein für beide Ofenlinien

9.3.1 Feuerung / Kessel

Die folgenden Verfahrensbeschreibungen dienen als angedachte Vorschläge aus der Phase der Vorstudien²⁹. Sinnvolle Optimierungen und Anpassungen nach dem neusten Stand der Technik sind während der Projektierungsphase explizit nochmals zu prüfen und genauer zu validieren, sofern sie die strategischen Ziele nicht tangieren.

Das heisst, dass verfahrenstechnisch noch ein gewisser Handlungsspielraum im Sinne der Projektziele besteht.

Die Beschickung mit Abfall erfolgt klassisch durch den Einfülltrichter über Dosierstössel zum Verbrennungsrost. Der Abfall wird auf dem Rost gezündet, transportiert und ausgebrannt.

Die Brennkammer oberhalb des Rostes umschliesst die Flamme. Die Flamme wird dort mit Sekundärluft sowie mit rezirkuliertem Rauchgas gemischt, wodurch der Ausbrand der Rauchgase vervollständigt wird – oder zusammengefasst ausgedrückt die Verbrennung „nachoptimiert“ wird.

Mit der Rauchgasrezirkulation³⁰ kann durch die Verwendung entstaubter Rauchgase (welche nach dem Elektrofilter entnommen und rückgeführt werden) mit tieferen Restsauerstoffgehalten gefahren werden (näher bei der stöchiometrischen Verbrennung). Somit kann die Rauchgasmenge reduziert werden. Die Vorteile sind also eine Minimierung der Rauchgasmenge um 15-18%, ca. 20% weniger NO_x im Rohgas und ein insgesamt höherer Kesselwirkungsgrad. Als Nachteil kann nur die erforderliche grössere Kesselbauweise um etwa 2-4% genannt werden.

Ein wichtiger Beurteilungsfaktor ist die energetische Nettoeffizienz. Unter anderem kann eine Verbesserung durch die Anpassung der Dampfparameter erreicht werden. Heute wird die KVA Linth mit 38.5 bar / 390°C betrieben. Neu sollen Dampfparameter von ca. 40 bar / 415°C vorgesehen werden. Durch die optionale Erhöhung auf 60 bar / 425°C könnte gar eine zusätzliche

²⁸ Es muss damit gerechnet werden, dass bis zu 60'000 t Abfall während dem Umbau weniger verbrannt wird. Diese Menge könnte während 2-4 Jahren nach IBS wieder aufgeholt werden.

²⁹ Siehe Beilage Technisches Konzept Ersatz Feuerung und Kessel Linie 2, Ramboll 18.11.2016, Version 023

³⁰ Die KVA Linth verfügt bei beiden Linien über keine Rauchgasrezirkulation.

Steigerung der ENE von 5% erreicht werden. Es gibt im Übrigen Anlagen, welche noch deutlich höhere Dampfparameter fahren.³¹ Mit den heute üblichen Dampfparametern von 40 bar / 400°C kann in etwa ein elektrischer Nettowirkungsgrad von 22-24% erreicht werden. Mit der Erhöhung der Parameter kann allenfalls eine weitere Steigerung möglich werden. Entsprechend der Dampfparameter muss auch die Schaltung der Economiser und Überhitzer im Kessel angepasst werden.

In der Umsetzung der neusten Anlagen werden auch die Sauerstoffgehalte diskutiert. Neuere Anlagen werden in einem Spektrum von 3 – 6 Vol.-% O₂ feucht gefahren (KVA Linth 8-9 Vol.-% feucht). Dies hat einen positiven Effekt auf den Wirkungsgrad, Stromeigenbedarf (insbesondere Saugzug), Flugaschenmengen und Roh-NO_x. Auch hier ist die Energieeffizienz gerade für die KVA Linth zentral.

Allerdings ist noch nicht klar, welcher Sauerstoffgehalt optimal ist. Renergia³² (Luzern) fährt zwischen 2.5 und 3.5 Vol.-% O₂ feucht. Neueste Anlagen, welche im Moment z. Bsp. in Grossbritannien gebaut werden, fahren eher bei 6 Vol.-% O₂ feucht und haben auch nach 2-3 Betriebsjahren keine Korrosionsprobleme, was bei einer Fahrweise um 3 Vol.-% O₂ feucht womöglich der Fall ist. Renergia wird zuverlässig mit +/- 3 Vol.-% feucht im Abgas betrieben, was umgerechnet³³ der verwandten Luftüberschusszahl von etwa $(n)\lambda=1.20$ entspricht. Erste Erkenntnisse zeigen, dass im oberen Teil des 1. Kesselzuges oder auf den Überhitzern im Konvektionszug keine übermässige Korrosion festzustellen ist. Zwischen Rost und oberhalb der letzten Eindüsungsstufe (der Sekundärluft, resp. Rezi-Luft) wurde Salzschnitzkorrosion erkannt. Dies kann aber offensichtlich durch konstruktive Massnahmen verhindert werden.³⁴

Bei der KVA Linth wird bei der Linie 1 bei einem unteren Heizwert Hu von 11'500 kJ/kg etwa 6'000 Nm³/h Luft pro Tonne Abfall benötigt – dies entspricht einem $n(\lambda)$ von 1.6. Ein durchaus üblicher Wert. Nimmt man nun den Minimalwert von $n(\lambda)=1.2$, so würden sich Rauchgasmenngen von ca. 4'500 Nm³/h pro Tonne Abfall ergeben. Also eine Minimierung um 25%, bei der Linie 2 sogar 28% ($n(\lambda)=1.7$, 6'200 Nm³/h). Es liegt auf der Hand, dass diese Minimierung der Rauchgasmenge den Eigenenergieverbrauch stark minimiert. Eine geringere Luftüberschusszahl führt insgesamt zu kleinerer Bauweise (Rost, Kessel, Rauchgasreinigung), was sich positiv auf die Investitionskosten auswirkt.

Insgesamt ist festzuhalten, dass moderne Feuerungsparameter gesamtheitlich mit der ganzen Verfahrenskette abzugleichen sind. Anpassungen bei der Feuerung (z. Bsp. Sauerstoffgehalt usw.) führen auch zur Beeinflussung der nachgeschalteten Anlagenteile, insbesondere der Rauchgasreinigung. Insofern sind bei Neuanlagen, aber auch bei Umbaumaassnahmen immer Betrachtungen von der Feuerung bis zum Kamin notwendig!

³¹ z. Bsp. Ferrybridge UK, 71.5 bara, 430 °C

³² 2.5 – 3.5 Vol.-% feucht / Dampfparameter 41 bar, 410 °C

³³ Umrechnung vereinfacht: $\lambda = \text{Volumenstrom} / \text{min. Volumenstrom} = 21/21\text{-Sauerstoffgehalt (\%)}$

³⁴ Vgl. Literatur Energie aus Abfall, Band 15, S.255 und S.227

Weiter ist auch zu klären, inwiefern sich ein wasser- oder luftgekühlter Rost bewähren würde. Nicht selten werden heute nicht mehr alle Roststufen mit Wasser gekühlt. Kombinierte Lösungen können durchaus Sinn machen – auch aus energetischen Überlegungen. Neben anderem wird diese Diskussion dann vor allem mit den geeigneten Anlagenbauern zu führen sein.

Die Ausführungen stellen nur einen kleinen Teil der technischen Handlungsoptionen dar. Es handelt sich um diejenigen Ansätze, die in erster Linie zur Verbesserung der Ausgangslage bei der KVA Linth in Frage kommen. Ebenso stehen heute auch durch die Digitalisierung noch bessere, leistungsfähigere Feuerleistungsregelungen zur Verfügung. Es gibt aber auch noch andere Feuerungs- und Kesselkonzepte, die allenfalls zur Disposition stehen. Im Rahmen der weiteren Projektierungsschritte sollen auch noch Alternativen geklärt werden.

Im anschliessenden Kessel wird die Wärme des Rauchgases genutzt, um das Speisewasser aufzuwärmen, zu verdampfen und den Dampf zu überhitzen. Dabei wird die Abgastemperatur auf einen für die Rauchgasreinigung geeigneten Wert abgesenkt.

Heute stehen auch neue Kesselkonzepte zur Steigerung der ENE zur Verfügung. Alle namhaften Anbieter haben im Rahmen der Machbarkeitsstudien bei den eingeholten Richtpreisangeboten aufgrund der örtlichen Platzbedingungen einen 4-Zug Vertikalkessel³⁵ gewählt. Optimaler wäre wohl auch aus Sicht des Unterhalts im Bereich der Überhitzer ein Horizontalkessel (Dackel). Dafür steht aber zu wenig Platz zur Verfügung.

Dem Kessel angeschlossen ist der Elektrofilter, in dem die Rauchgase entstaubt und danach der DeNo_x / Entstickung zugeführt werden, bevor die Rauchgase im **externen Economiser** weiter abgekühlt werden.

Der Frischdampf wird zur Produktion von Strom und Wärme genutzt. Die Thematik der Dampfparameter wurde schon erläutert.

Die Rostschlacke wird über in einem Entschlacker ausgetragen und mit einem weiteren Förderaggregat in die Schlackenaufbereitung transportiert. Inwiefern ein nasser oder trockener Schlackenaustrag zur Anwendung kommt, wird ebenfalls in der Projektierungsphase geklärt. Der Transport der Schlacke (ob nass oder trocken) bis zur Schlackenaufbereitung, respektive bis und mit Schlackenverlad, soll ebenfalls geprüft werden.

Die anfallende Kessel- und E-Filter-Asche wird in die bestehenden Aschesilos im Rauchgasreinigungsgebäude gefördert. Der gesamte Ascheförderweg soll neu gebaut werden – vorzugsweise mittels pneumatischer Fördertechnik.

Die nachfolgende Abbildung gibt darüber Aufschluss, wie die Anlage künftig geschaltet sein könnte.

Wichtig ist bei der gesamten Schaltung (von der Verbrennung bis zum Kamin), dass die kontinuierliche abfallende Temperaturkaskade optimale Bedingungen bezüglich der Energieauskopplung bietet. Diese Schaltung ermöglicht es, im Gegensatz zur heutigen Situation, bei

³⁵ Ausgeschrieben war bei der Richtpreisanfrage ein 5-Zug-Kessel

gleichbleibenden Emissionen die ENE um 10-12% zu steigern. Unter Berücksichtigung, dass man die Dampfparameter auch noch anpasst sind weitere 5% denkbar.

ERSATZ KESSEL LINTH 2025

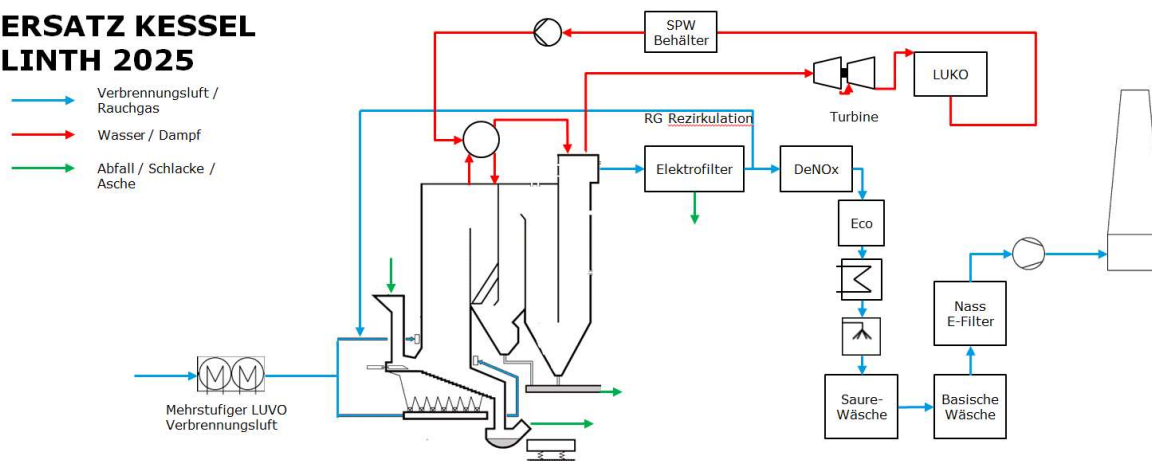


Abbildung 14: Übersicht Schaltung der neuen OL

9.3.2 Rauchgasreinigung

Nach dem Kessel gelangt das Rauchgas in den Elektrofilter. Dieser hat zum Zweck, die staubförmigen Feststoffpartikel, die aus dem Kessel mit den Rauchgasen ausgetragen werden abzuscheiden. Das Grundprinzip bleibt gleich, wie bei den heute installierten Anlagen.

Die bestehende saure Wäsche, basische Wäsche und der Nasselektrofilter bleiben konzeptionell ebenfalls erhalten. Die nachgeschaltete DeNOx-Anlage mit Wärmeverschiebung wird durch eine „Roh-Gas“ DeNOx –Anlage ersetzt. Zudem wird ein Kondensatvorwärmer oberhalb des Wäschereintritts eingebaut, um eine effiziente Rauchgaswärmerückgewinnung zu begünstigen. Der Vorteil dieser neuen Schaltung ist eine deutliche Verbesserung der Energienutzung auf Grund des geringeren Druckverlustes sowie der reduzierten Wärmeverluste über das Abgas. Der geringere Druckverlust resultiert daraus, dass weniger Wärmetauscher eingesetzt werden (Wegfall 3 Wärmetauscher + 1 Wärmeverschiebung). Die reduzierten Abgas-(Wärme-)verluste ergeben sich auf Grund der deutlich tieferen Austrittstemperatur, sowie dem Wegfall der Wiederaufheizung.

Der Rohgaskatalysator wird am selben Ort installiert, wie der bestehende Katalysator und wird neu von oben angeströmt. Die Rauchgase werden nach dem Rohgaskatalysator zunächst im nachgeschalteten ECO und dann im Kondensatvorwärmer abgekühlt. Der Kondensatvorwärmer befindet sich direkt über dem Eintritt in die Quenchstufe.

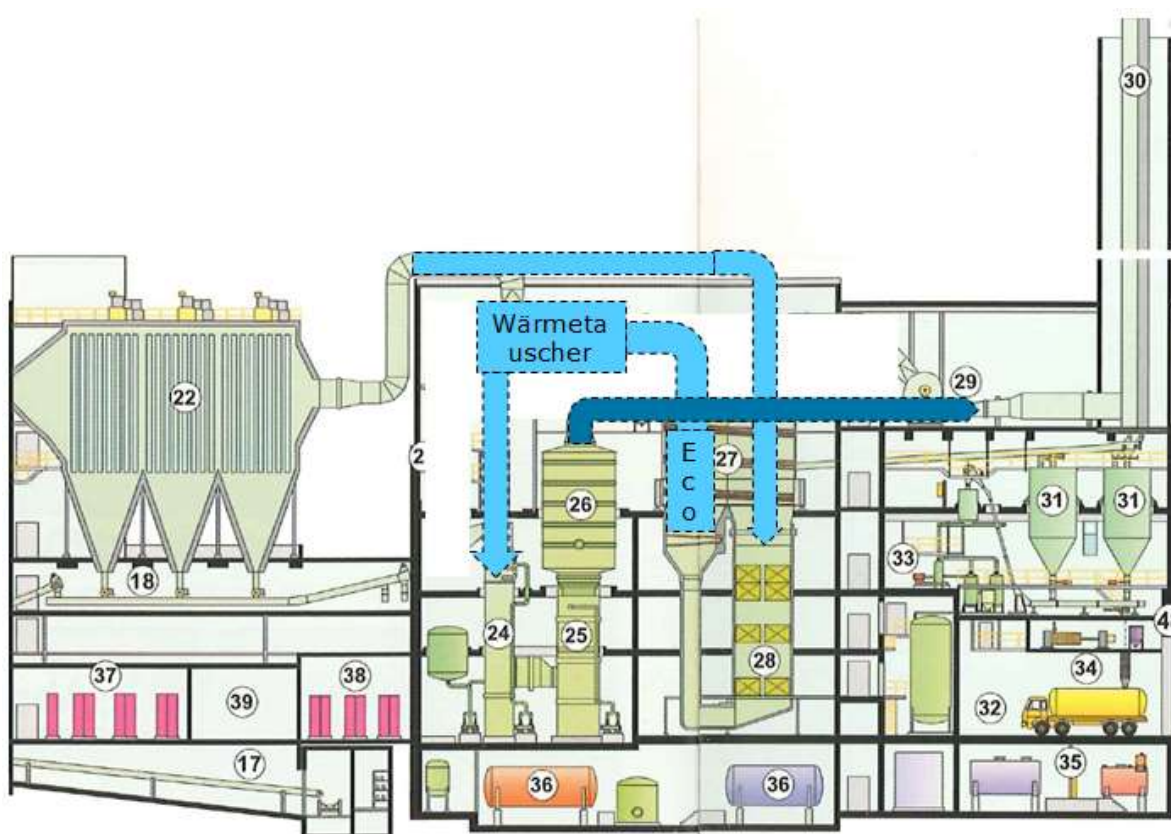


Abbildung 15: neue Schaltung RGR

Die Katalysatoren sind für eine Dioxin- und NOx-Abscheidung auszulegen.

Die Anordnung der Rauchgaskanäle wird entsprechend der neuen RGR-Anlagenkonfiguration angepasst.

Durch die verminderte Abgastemperatur am Kamin dürfte im Gegensatz zu heute eine deutlich sichtbare Dampffahne resultieren. Im Rahmen der Projektierung ist eine Entschwädung mit einzuplanen.

Alle notwendigen Nebenanlagen sind zu berücksichtigen.

Bei der Modernisierung der Abgasreinigungsanlagen beider Ofenlinien im Rahmen des Projekts Linth 2025 sind u.a. folgende gesetzliche Vorgaben zu berücksichtigen:

Die in der Betriebsbewilligung (Genehmigungsbescheid) des Departements Energie und Umwelt verankerten Emissionsgrenzwerte.

Die aktuell erreichten Emissionswerte, welche teilweise deutlich unter den behördlichen Vorgaben liegen.

9.3.3 Optimierungsziele in der Abgasreinigung im Rahmen von Linth 2025

Die Ziele einer Optimierung der Abgasreinigungsanlagen beider Ofenlinien lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt wie folgt zusammenfassen:

- Signifikante Verringerung des Energiebedarfs für die Abgasreinigung.
- Beibehalt oder ggf. Verbesserung der aktuellen Emissionswerte.
- Beibehalt der Betriebssicherheit und Wartungsfreundlichkeit der Abgasreinigungsanlagen
- Schaffung günstiger Voraussetzungen für eine flexible Reaktion auf eine allfällige Verschärfung von Grenzwerten, insbesondere bei den kritischen Parametern Quecksilber und Dioxine/ Furane.

9.3.4 Aktuelle Verfahrenstechnik und Emissionsdaten

Bei der Planung der aktuellen RGR wurde der Schwerpunkt klar auf möglichst tiefe Emissionen gelegt. Aus energetischer Sicht besonders ungünstig erweist sich die Wiederaufheizung der gewaschenen Abgase vor der DeNOx mit einem ΔT von 180°C. Zwar erfolgt die Aufheizung anteilig mit in den Abhitzekeßeln gewonnenem Niederdruckdampf sowie mittels Wärmeverschiebung (Heat Pipe) innerhalb der Entstickungsanlage. Zusätzlich werden aber für beide Linien insgesamt 1-1,5 t/h Niederdruckdampf (Entnahme Turbogruppe) sowie ca. 3 t Satteldampf ab Kesseltrommel benötigt.

Mit dieser Verfahrenskonzept werden die folgenden Emissionswerte im Reingas erreicht:

Parameter	Art der Messung	LRV-Grenzwert [mg/m ³] _N	Grenzwert gemäss Betriebsbewilligung [mg/m ³] _N	Jahresmittelwert Ofenlinie 1 [mg/m ³] _N
Staub	periodisch, extern	10	10	1.0
Stickstoffoxide	kontinuierlich	80	50	20-30
Schwefeloxide	periodisch, extern	50	50	< 2
Kohlenmonoxid	kontinuierlich	50	50	< 20
Ammoniak	kontinuierlich	5	5	< 1,5
Fluorwasserstoff	periodisch, extern	2	1	< 0,5
Chlorwasserstoff	periodisch, extern	20	10	< 5
Quecksilber	periodisch, extern	0,1	0,1	< 0,05
Cadmium	periodisch, extern	0,1	0,1	n.n.
Σ Zink und Blei	periodisch, extern	1,0	1,0	< 0,4
Gesamt-C	periodisch, extern	20	20	< 5,0
PCDD/PCDF	periodisch, extern	0.1 ng/m ³ _N	0,1 ng/m ³ _N	< 0.02
Bezugsgrösse Sauerstoff	Bezugswert 11 Vol.-%, trocken, Normalbedingungen			

Tabelle 3: Emissionswerte 2018

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, unterschreiten die aktuellen Emissionswerte bei einigen Luftschadstoffen selbst die verschärften Anforderungen der Betriebsbewilligung teils erheblich und definieren somit den Stand der Technik in der KVA Linth. Sie bilden somit den Benchmark für die Auslegung der zukünftigen Abgasreinigungsanlagen.

9.3.5 Mindestlebensdauer von Schlüsselkomponenten der Abgasreinigungsanlage

Die aktuelle Abgasreinigungsanlage zeichnet sich durch eine hohe Verfügbarkeit, stabilen Betrieb auch unter stark variierenden Lastzuständen der Kesselanlagen, hohe Lebensdauer und einen vergleichsweise geringen Unterhaltsaufwand aus.

In der folgenden Tabelle sind die bisher beobachtete, repräsentative Lebensdauer einiger OPEX-relevanter Anlagenteile zusammengestellt, sowie die vorauszusetzende Lifetime bei vergleichbaren Anlagenteilen im Projekt Linth 2025 aufgeführt.

Anlagenteil	Komponente	Aktuelle Lebensdauer	Minimalanforderung Linth 2025
Abhitzeessel/ externer Eco	Wandbleche, Rohrbündel	20 Jahre / > 165'000 h	> 20 Jahre
Wäscher	PP-Verrohrung	20 Jahre / > 165'000 h	> 20 Jahre
Wäscher	Chemieschutzschicht auf GFK	20 Jahre / > 165'000 h	> 10 Jahre
Wäscher	Quench (Pfeifenquench)	20 Jahre	20 Jahre
Wäscher	Sättiger-/ Wäscherpackung	> 5 Jahre	> 5 Jahre
Wäscher	Wäscherpumpen	> 5 Jahre (Reparatur) > 15 Jahre (Austausch)	> 5 Jahre (Reparatur) > 15 Jahre (Austausch)
Nass-E-Filter	Sprühelektroden Waben & Verrohrung	3 Jahre 20 Jahre	3 Jahre > 20 Jahre
DeNOx	Reingas-Katalysator	20 Jahre mit $k > 0,85$	> 5 Jahre für Rohgas-Kat. > 10 Jahre für Reingas-Kat.

Tabelle 4: Mindestlebensdauer Komponenten RGR

9.3.6 Mögliche Verfahrenstechnik für die Rauchgasreinigung

Vor einer endgültigen Verfahrensentscheidung sollten folgende Aspekte (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) berücksichtigt werden:

- Im Sinne einer möglichst energieeffizienten Verfahrenstechnik ist wie schon erwähnt anzustreben, mit einem stetigen Temperaturgefälle über alle Stufen der RGR zu arbeiten. Eine Wiederaufheizung der Abgasströme ist nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Die Abgasreinigung soll flexibel in einem weiten Lastbereich der Kesselanlagen betrieben werden können und in der Lage sein, auch auf rasche Lastwechsel zu reagieren.
- In der Vergangenheit hat sich eine grosszügige Auslegung der RGR gut bewährt. Eine ausreichende freie Kapazität hinsichtlich der Abgasmenge und -zusammensetzung sowie der Schadstofffracht sollte auch bei dem neuen System gegeben sein.
- Im Falle einer nassen Rauchgasreinigung sind Massnahmen zur Entschwädung zu prüfen.
- Die KVA Linth verfügt seit zwei Jahrzehnten über eine Flugaschenwäsche (FLUWA) und betreibt diese seit 2016 auch als Dienstleistung für andere KVA. Unter diesen Rahmenbedingungen erweisen sich nasse Verfahren der Abgasreinigung als vorteilhaft, da bei ihnen ein Teil der benötigten Säure bereits in Form von Quenchwasser anfällt. Bei einer trockenen RGR erhöht sich der Gesamtoutput an Chloriden (\sum Adsorbenz + FLUWA-Abwasser) erheblich, da zusätzliche Mengen an Salzsäure eingekauft werden müssen.
- Nasse Verfahren bieten die Möglichkeit, ausgewaschenes SO_2 separat als Gips zu fällen und als Sekundärrohstoff einer Verwertung zuzuführen.
- Insbesondere bei den von der Bevölkerung kritisch beobachteten Luftschadstoffen Quecksilber und Dioxine/Furane ist von einer mittelfristigen Verschärfung der Grenzwerte auszugehen. Die eingesetzte Verfahrenstechnik sollte in der Lage sein, auch die hierzu im BREF Merkblatt angegebenen Grenzwerte problemlos einzuhalten.
- Es ist immer zu prüfen, ob eine Vereinfachung in einem Teilbereich der Abgasreinigung nicht zu einer Verkomplizierung an anderer Stelle (zum Beispiel in der Abwasseraufbereitung) führt.
- Bei einer Entscheidung zwischen trockenen und nassen Verfahren ist ggf. zu berücksichtigen, dass seitens der Umweltämter Tendenzen bestehen, bei Anlagen mit trockener RGR jährliche externe Kontrollmessungen vorzuschreiben, während der Turnus bei Anlagen mit nassen Verfahren derzeit 3 Jahre beträgt. Aus heutiger Sicht strebt die KVA Linth die Beibehaltung der nassen Rauchgasreinigung mit katalytischer DeNOx an.

9.3.7 Zielkonflikte und kritische Schnittstellen bei der Rauchgasreinigung

- **«Versalzung» des Rohgas-Katalysators**

Im Sinne einer hohen Energieausbeute wird eine tiefe Temperatur am Kesselende bzw. nach dem E-Filter angestrebt. Mit sinkender Temperatur nimmt allerdings die Bildung von Ammoniumsulfat/ Ammoniumsulfat zu, was zur Ablagerung von Salzen auf dem Katalysator mit entsprechender Reduktion der katalytischen Aktivität führen kann. Diese Salzbildung ist zusätzlich durch die gegenüber Reingas-Schaltung wesentlich höheren Gehalte an sauren Gasen begünstigt.

- **Konvertierung von SO_2 zu SO_3**

Je nach Rohgaszusammensetzung und der Schwefeldioxidkonzentration im Rohgas kann durch den Katalysator die Oxidation von SO_2 zu SO_3 begünstigt werden. Dies birgt je nach Betriebsbedingungen die zusätzliche Gefahr einer Ablagerung hochkorrosiver Salze in sich oder führt (bei Taupunktunterschreitung) zur Bildung aggressiver Schwefelsäure.

- **Schnittstelle E-Filter <-> Rohgas-Katalysator**

Der Schnittstelle ist besondere Beachtung zu schenken, da im Falle einer unzureichenden Leistung des Katalysators in Rohgasschaltung häufig zu hohe Staubfrachten nach dem E-Filter als Begründung angegeben werden. Bei unterschiedlichen Losen/Lieferanten ist mit gegenseitigen Schuldzuweisungen bei längerfristig unbefriedigendem Anlagenbetrieb zu rechnen.

- **Fehlende Abscheidung / Zerstörung von Dioxinen/Furanen**

Bei einer Rohgas-SCR ist aufgrund der tieferen Betriebstemperatur in der Regel keine Zerstörung von Dioxinen/Furanen im Reingas bis auf Gehalte unter $0,1 \text{ ng/m}^3\text{N}$ gegeben. Als mögliche Variante kommt deshalb z.B. die Eindüsung von HOK in den Abgasstrom (Abtrennung mittels Gewebefilter) oder der Betrieb des Wäschers unter Dosierung von Aktivkohle in das Waschwasser (Abtrennung mittels Kerzenfiltration) zum Einsatz. Auswirkungen dieser Massnahmen auf den Betrieb der RGR sind sorgfältig zu prüfen.

- **DeNovo Synthese von Dioxinen/Furanen**

Der Rohgas-Katalysator kann unter entsprechenden Betriebsbedingungen die Neubildung von Dioxinen/Furanen sogar begünstigen. Dies erhöht die PCDD/F-Gehalte im Reingas, (welche mit den zuvor angesprochenen Massnahmen wieder reduziert werden kann). Unter Berücksichtigung der aktuellen FLUWA-Dioxin-Diskussion ist diesem Punkt dennoch besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

- **Abscheidung von Quecksilber**

Ein Betrieb der sauren Waschstufe mit vergleichsweise hoher Chloridkonzentration (550 mS/cm , entsprechend ca. 6% HCl) gestattet derzeit die Einhaltung bzw. Unterschreitung des Grenzwerts für Quecksilber im Reingas. Zumindest geht dies aus den Daten von mindestens

6 periodischen externen Kontrollmessungen hervor. Eine kontinuierliche Messung der Hg-Frachten im Reingas ist derzeit noch ausstehend. Bei einer Verschärfung des Grenzwertes, z.B. auf $1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, lässt sich dieser aber nach derzeitigem Informationsstand nur durch Zugabe von Aktivkohle oder Reagenzien auf Basis von Polysulfid in den Rauchgasstrom bzw. ins Waschwasser einhalten. Auswirkungen der Feststofffracht auf den Wäscherbetrieb sind noch unklar bzw. zwingend zu prüfen und durch Referenzen zu belegen.

- **Ammoniakschlupf/Ammonium im Abwasser**

Bei der Kombination eines Rohgaskatalysators mit Rauchgaswäsche wird überschüssiges Ammoniak in der sauren Stufe ausgewaschen. Dies begünstigt zwar tiefe Ammoniakwerte im Reingas, führt aber ggf. zu einer Verlagerung der Problematik auf die Abwasserseite. Zudem kann die Bildung von Ammin-Komplexen die Abscheidung von Schwermetallen mittels Ionenaustauscher erschweren.

9.3.8 Zielwerte für Emissionen der KVA Linth 2025

Parameter	Grenzwert gemäss aktueller Betriebsbewilligung [mg/m ³] _N	Anzustrebender Grenzwert in KVA Linth 2025 [mg/m ³] _N
Staub	10	0,1 bis 1
Stickstoffoxide	50	20 bis 30
Schwefeloxide	50	< 2
Kohlenmonoxid	50	< 10
Ammoniak	5	< 2
Fluorwasserstoff	1	< 0.5
Chlorwasserstoff	10	< 5
Quecksilber	0,1	< 0,001
Cadmium	0,1	< 0.1
Σ Zink und Blei	1,0	< 0.5
Gesamt-C	20	< 5
PCDD/PCDF	0.1 ng/m ³ _N	0.05 ng/m ³ _N

Tabelle 5: Zielwerte für Emissionen

Diese Werte sind Zielwerte, welche mit den eingesetzten Verfahren erreicht werden sollten. Sie müssen aber nicht zwangsläufig als Grenzwerte in der Betriebsbewilligung erscheinen. Zudem sind die Zahlen noch mit Genehmigungsbehörde abzustimmen.

9.3.9 Thermische Anlagen inkl. neue Turbogruppe 1 (WDK) / Anpassung Energiegebäude

Der Frischdampf beider Verbrennungslinien wird von den Verbrennungskesseln in separaten Leitungen bis zur HD-Verteilschiene geführt. Von dort gelangt der Frischdampf in die neue Turbine.

Die Dampfturbine wird als Entnahme-Kondensationsturbine mit einer geregelten ND-Entnahme und einer ungeregelten NND-Anzapfung ausgeführt.

Steht die Turbine oder Entnahme nicht zur Verfügung, wird die Versorgung des ND-Dampfsystems über HD->ND Umformstationen sichergestellt.

Der nach Entnahme und Anzapfung verbleibende Dampf wird in der Turbine weiter entspannt, über die Abdampfleitung dem luftgekühlten LUKO und/oder dem wassergekühlten Abdampfkondensator zugeführt und dort kondensiert. Während im LUKO die Kondensationswärme an die Aussenluft abgegeben wird, wird die Kondensationswärme im Abdampfkondensator zur Beheizung eines nahe gelegenen Gewächshauses verwendet, welches sich zurzeit in der Planung befindet.³⁶

Das Kondensat gelangt nach LUKO (und ev. Abdampfkondensator) in den Hauptkondensatbehälter, von wo es durch verschiedene Stufen der Kondensatvorwärmung läuft, bis es zusammen mit anderen Kondensaten vom Nebenkondensatbehälter in den Kondensatvorlagebehälter fliesst.

Vom Kondensatvorlagebehälter wird das Kondensat durch den Rauchgas-Kondensat-Wärmetauscher gepumpt und gelangt in den Speisewasserbehälter. Im Speisewasserbehälter wird das Kondensat entgast und gelangt durch die Speisewasserpumpen wieder zu den Kesseln.

³⁶ Der politische Prozess ist noch im Gange – planerisch ist die Beheizung von Treibhäusern aber zu berücksichtigen!

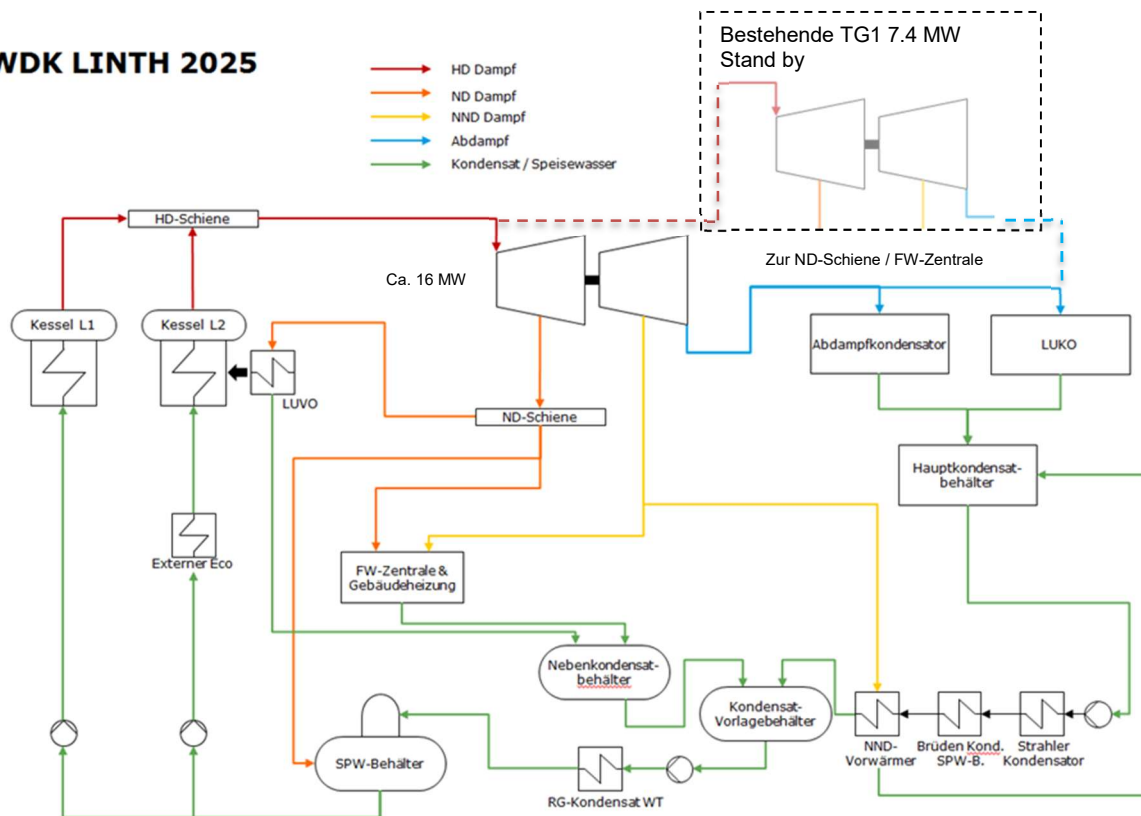
WDK LINTH 2025

Abbildung 16: Verfahrensfliessbild WDK

Das Grundkonzept sieht vor, neu nur noch mit einer Turbogruppe im Hauptbetrieb zu operieren.

Die neue Turbogruppe wird an einem neuen Standort gleich neben dem jetzigen Energiegebäude errichtet (siehe Abbildung 18). Dazu muss auch das Gebäude entsprechend erweitert, respektive dieser Gebäudeteil komplett zur Beherbergung der gesamten Turbogruppe inkl. Nebenanlagen und ev. Teilen der Energieauskopplung neu errichtet werden. Die TG1 bleibt am heutigen Standort und steht Stand-by als Not-Turbogruppe zur Verfügung. Je nach Betriebsweise und Betriebsmodell ist es auch denkbar, dass die TG 1 zugeschaltet wird – insbesondere dann, wenn die theoretische Kapazität der KVA Linth höher ist, als die vorgesehene Jahreskapazität von 120'000 t/a. Möglicherweise macht es Sinn, dass im Sommer bei hohem Abfallaufkommen kurzzeitig die KVA anstelle einer Durchsatzleistung von 14 t/h bei gegen 18 t/h gefahren wird. Die zusätzlich erzeugte Dampfmenge würde dann über die bestehende Turbogruppe 1 verstromt. Ob ein solches Konzept Sinn macht, ist im Rahmen des Vorprojekts detailliert zu prüfen.

Der Luftkondensator (LUKO) ist mit einer automatischen Wascheinrichtung auszustatten. Der LUKO ist zudem auf dem Turbinengebäude und auf Teilen des Bunkerdaches angeordnet. Die Evakuierung des LUKOs wird mit Dampfstrahlern durchgeführt. Das gesamte Abdampfsystem zwischen Turbine und LUKO bzw. Abdampfkondensator ist voraussichtlich neu zu errichten.

Insgesamt ist im Rahmen des Vorprojekts zu prüfen, was genau im bestehenden Wasser-Dampf-Kreislauf weiterverwendet werden kann. Je nach variablem Betriebsmodell kann dies

Einfluss auf die ganze Konzeption haben. Es ist davon auszugehen, dass der LUKO nahezu komplett neu erstellt werden muss.

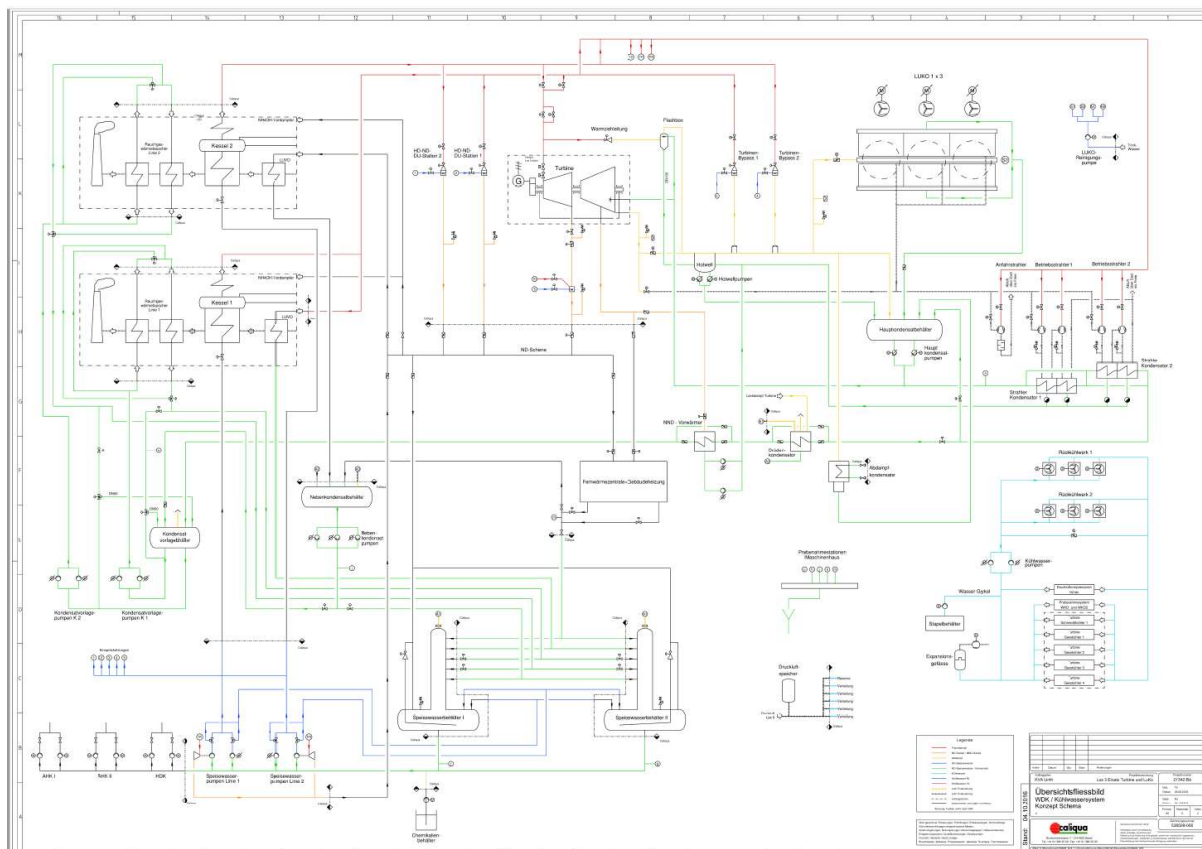


Abbildung 17: Mögliches Schema WDK (ohne TG 1 – Stand by)

9.4 Anforderungen Bau - Feuerung / Kessel / Elektrofilter Ofenlinie 2

Die **Feuerung, Kessel und der Elektrofilter der Linie 2** sollen **komplett neu** aufgebaut werden. Das Kesselhaus wird dabei so erweitert (d.h. im Bereich der Ofenlinie 2 komplett neu gebaut), dass später theoretisch auch eine Ofenlinie mit einem Durchsatz von 120'000 t/a an beiden Standorten³⁷ realisiert werden könnte. Der neue Ofen soll eine Kapazität von 60'000 – 90'000 t/a aufweisen³⁸.

Das **Kesselhaus** wird grosszügiger gestaltet, was zusätzliche planerische Freiheiten in Bezug auf die Verfahrenstechnik ermöglicht (Abdampfkondensation, Umformer für Fernwärme usw.). Ein wichtiger Aspekt ist auch die Zugänglichkeit für Unterhalt und Kontrollen. Das bestehende

³⁷ Präzisierung: In Zukunft muss jeweils am heutigen Standort der Linie 1 und 2 die Möglichkeit bestehen, je eine Ofenlinie mit einem Durchsatz von 120'000 Jahrestonnen realisieren zu können.

³⁸ Siehe Kapitel 9.1 Einleitung - Thema Verbrennungskapazität Gesamtanlage

Kesselhaus der OL1 und der neue Teil der OL 2 sollen dadurch möglichst verschmelzen. Neben einheitlicher Bedienebenen sollen auch zusätzliche Liftanlagen geprüft werden.

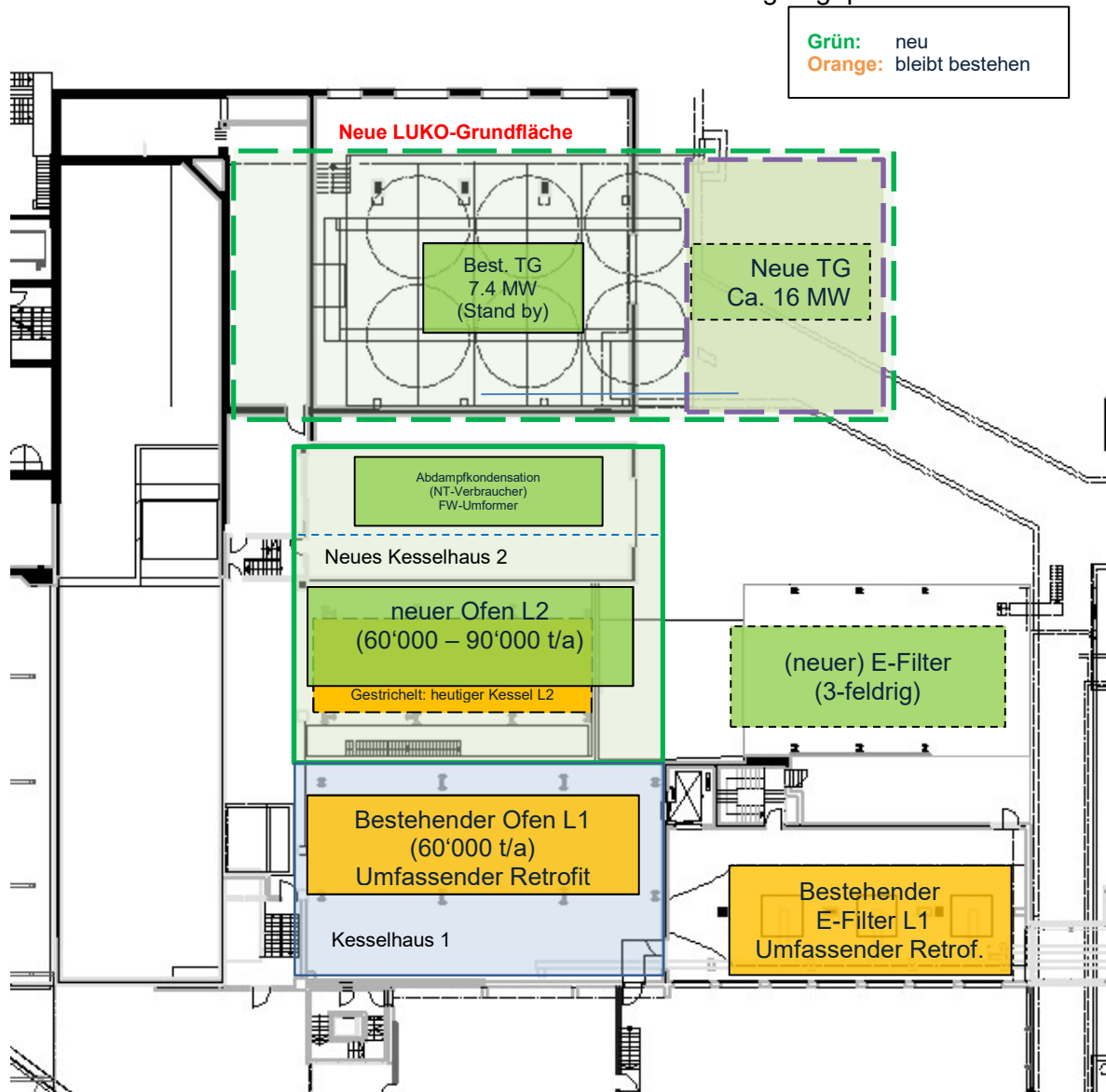


Abbildung 18: Aufstellung im Bereich Feuerung / Kessel / E-Filter / Energiezentrale

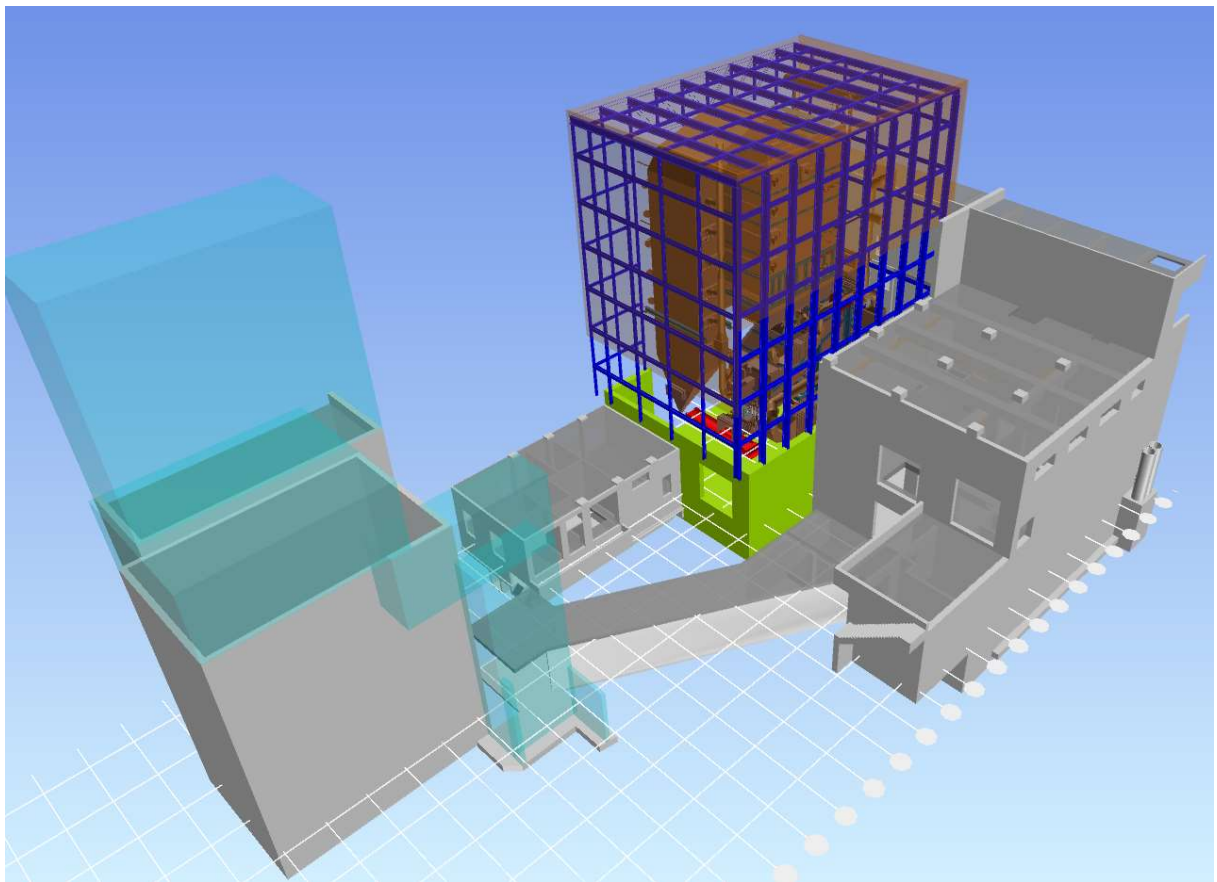


Abbildung 19: Neues Kesselhaus mit möglicher Ofenvariante

Das neue Kesselhaus soll «architektonisch» mit dem Kesselhaus der Ofenlinie 1 eine Einheit bilden. Im Zuge des Projekts sollen auch die Bedien- und Unterhaltsebenen beider Linien optimal aufeinander abgestimmt werden. Letztlich soll ein komplett optimiertes Kesselhaus mit entsprechender Infrastruktur entstehen.

Die Neugestaltung des Kesselhauses wurde im Rahmen der Machbarkeitsphase geklärt³⁹.

³⁹ Siehe Beilage Technisches Konzept Ersatz Feuerung und Kessel Linie 2, Ramboll 18.11.2016, Version 023

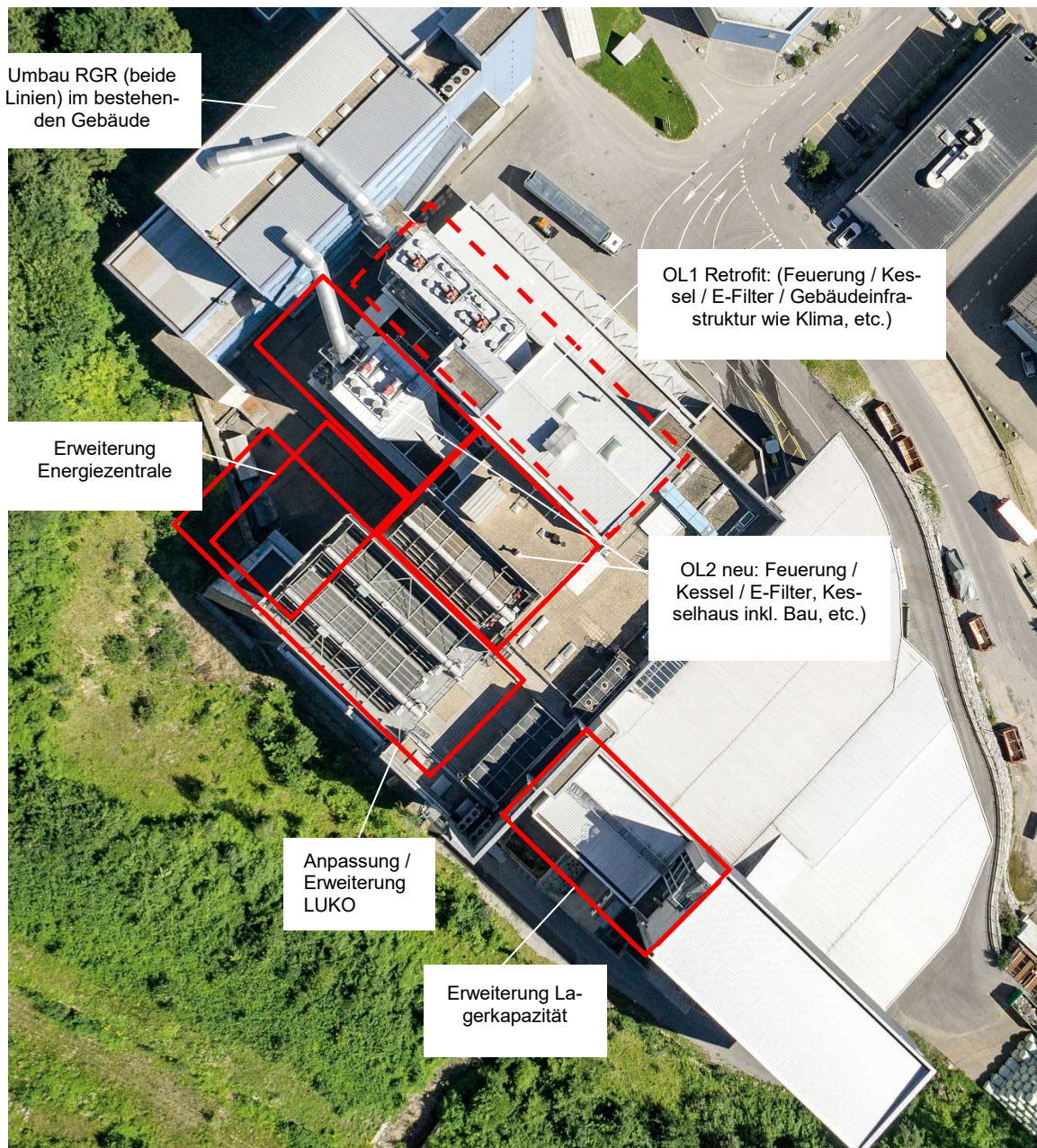


Abbildung 20: Luftbildaufnahme der neu zu erstellenden Anlagenteile

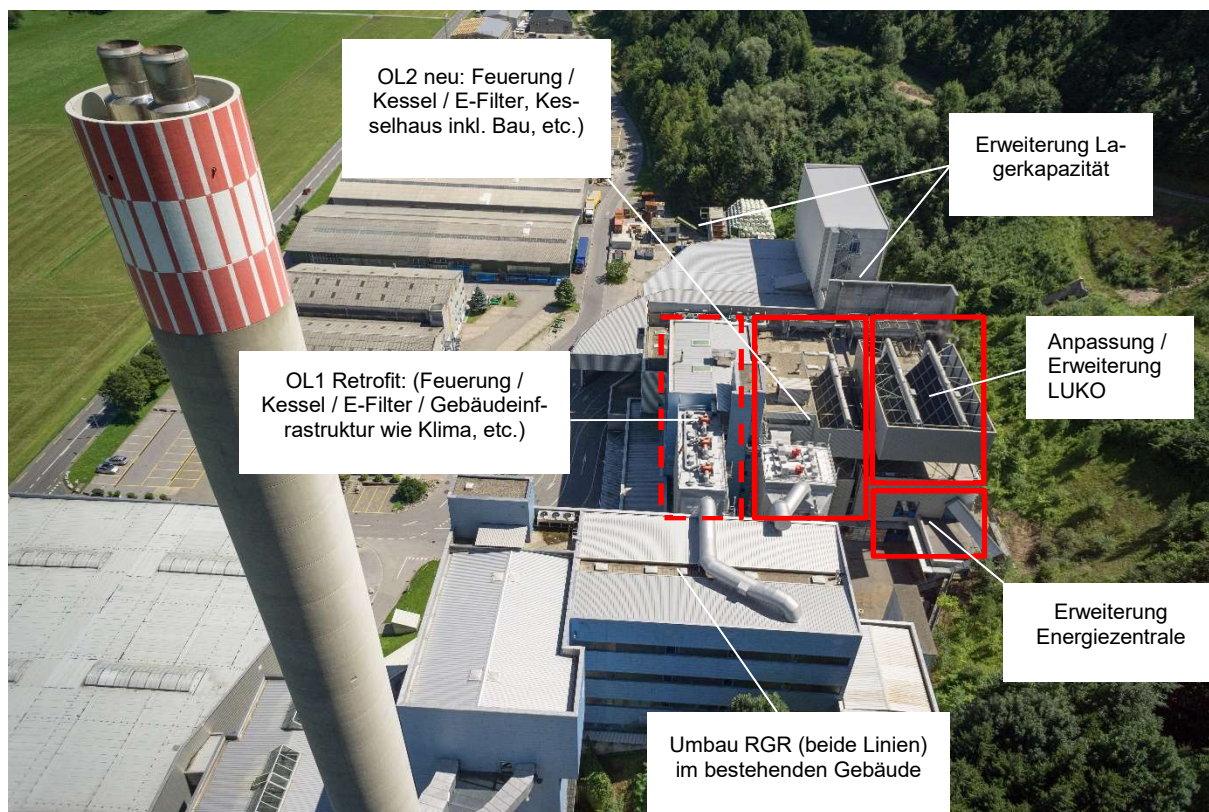


Abbildung 21: Luftbild der neu zu erstellenden Anlagenteile (Seitenansicht)

9.5 Anforderungen Gebäude Rauchgasreinigung

Die neu geschalteten Rauchgasreinigungen für beide Ofenlinien sollen im Wesentlichen in den vorhandenen Gebäudestrukturen umgesetzt werden. Notwendige Gebäudeanpassungen sollen während der Projektierungsphase abschliessend geklärt werden. Dies auch in Abhängigkeit von der definitiven Verfahrenstechnik.

9.6 Sanierung / Retrofit Ofenlinie 1

Im Rahmen des Projekts KVA Linth 2025 soll auch die heute in Betrieb stehende Ofenlinie 1 saniert werden. Im Vordergrund steht dabei Feuerung, Kessel und Elektrofilter. Im Laufe des Vorprojekts soll eine Zustandsanalyse des Ofens 1 erfolgen. Darauf aufbauend soll neben den notwendigen Sanierungsmassnahmen die gesamte Technik möglichst an den Stand des neuen Ofens 2 angeglichen werden. Grundsätzlich stehen alle Lösungsansätze offen. Insbesondere ist auch zu prüfen, in welcher Form z.Bsp. Dampfparameter oder der O_2 -Gehalt angepasst werden können, so dass bei beiden Linien möglichst die gleiche technische Betriebsweise vorliegt. Auch hier sollen möglichst energetische Optimierungen und eine Leistungssteigerung erarbeitet werden.

Der bestehende Teil des Kesselhauses soll an das neue Kesselhaus der OL2 angeglichen werden, so dass wie schon erwähnt ein einheitliches Kesselhaus erstellt wird.

Die Rauchgasreinigung soll gleich aufgebaut werden wie bei der Ofenlinie 2, so dass schlussendlich wieder zwei baugleiche Rauchgasreinigungen im Betrieb stehen.

9.7 Erweiterung Lagerkapazität

9.7.1 Einführung

Künftig wird der Anteil an Marktkehricht bei der KVA Linth immer geringer. Somit sinkt auch der Spielraum, um bei Revisionen, Umbauten oder ungeplanten Stillständen bei hohem Abfallaufkommen reagieren zu können. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde beschlossen, die Lagerkapazität auszubauen.

9.7.2 Abfall-Zwischenlager Erweiterungsstufe 1

Mit dem beschlossenen Rückbau des Klärschlamm-lagers wird in diesem Gebäude zwischen dem Zwi-lag 1 und dem Hauptbunker zusätzlicher Platz frei, welcher neue Chancen bezüglich der Abfall-lagerung eröffnet. Dort sind aber noch der Hilfsdampfkessel (HDK), die Ballenpresse, die Löschwasseranlage, Teile der Wasseraufbereitung sowie Elektrotechnische Anlagen angeordnet.

Durch den Ausbau der Fernwärme muss die Redundanz zusätzlich aufgebaut werden und es wird eine neue, respektive erweiterte Energiezentrale notwendig werden. Notwendige Back-Up Systeme zur Sicherstellung der Fernwärme werden somit nicht mehr im Anlieferbereich realisiert werden.

Die vorhandene Ballenpresse (inkl. aller peripheren Systeme) kann an einem anderen Standort (KIBAG-Gelände) aufgebaut werden (siehe nächstes Kapitel, Erweiterungsstufe 2). Ebenso muss die Löschwasserzentrale usw. weichen. Diese zu versetzen ist aber kein grosses Problem. Dadurch wird wie erwähnt das Gebäude zwischen Zwi-lag 1 und Hauptbunker komplett frei. Dieser Platz wird zum Aufbau eines weiteren Zwischenlagers (Zwi-lag 2) verwendet werden. Anhand einer Machbarkeitsstudie wurde diese Möglichkeit geprüft (siehe nachfolgende Skizze).

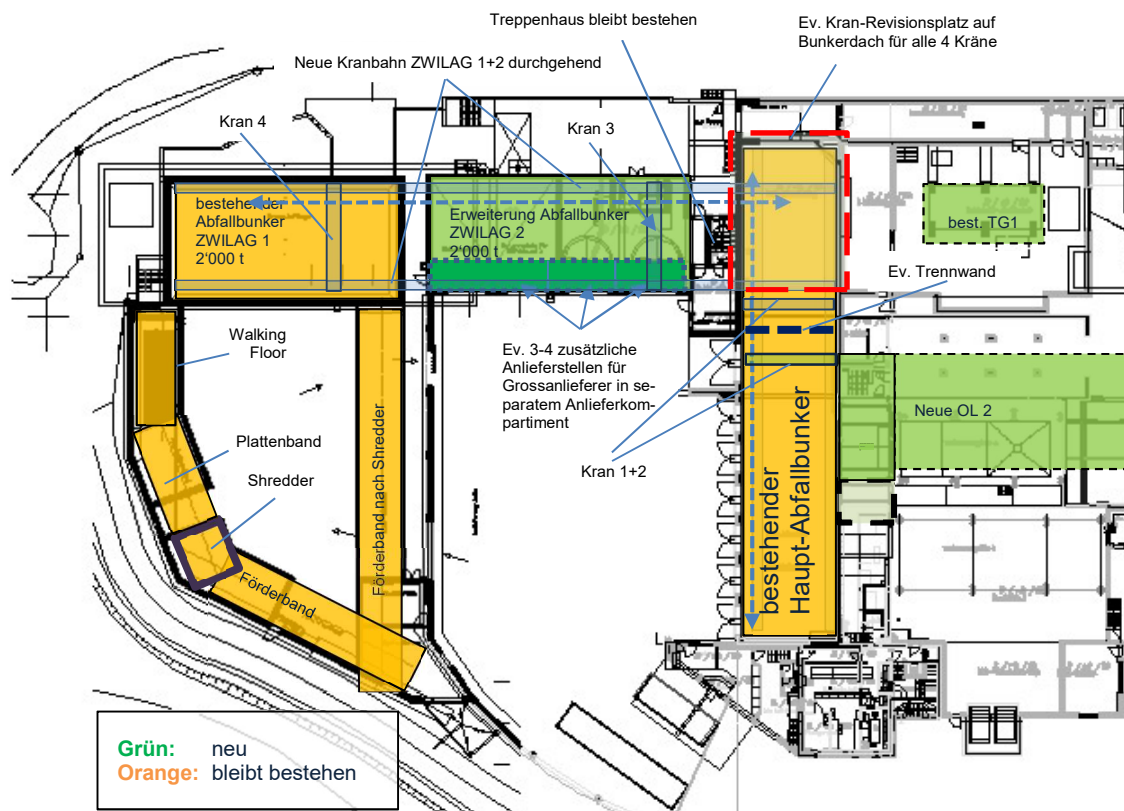


Abbildung 22: Konzept Erweiterungsstufe 1 (neues Zwilag 2)

Das Konzept sieht vor, dass in den bestehenden Strukturen des heutigen Klärschlammgebäudes das neue Lager als eigenständige Einheit aufgebaut wird. Der ehemalige Baugrubenabschluss bestehend aus einer überschnittenen Pfahlwand kann neu geankert werden und wird somit wiederverwendet. Der Durchgang zwischen dem neuen Zwilag 2 und dem bestehenden Zwilag 1 würde bestehen bleiben, ebenso das Treppenhaus zwischen Zwilag 2 und dem Hauptbunker. Insgesamt sind vor allem dank dem bestehenden Baugrubenabschluss sehr gute Voraussetzungen gegeben, damit der Bau sogar günstiger wird, als der damalige Bau des bestehenden Zwilag 1.

Mit dem neuen Zwilag 2 können zusätzlich 3-4 Anlieferstellen geschaffen werden. So werden dort insbesondere Schlepper ihren Abfall anliefern. Dies führt zu weniger Wartezeiten und würde die Anliefersituation teilweise entspannen. Dazu wird innerhalb des neuen Zwilag 2 ein Anlieferkompartiment erstellt. Das Wegbefördern des Abfalls erfolgt automatisch per Kran.

Das Krankonzept sieht vor, dass eine Kranbahn über beide Zwilag mit direktem Anschluss an den Hauptbunker geführt wird. Glücklicherweise ist die Kranbahn des Zwilag 1 genau auf der Höhe, dass der Kran im Hauptbunker optimal überfahren werden kann. Die gesamte Abfalllogistik kann so optimal nur noch per Kran erfolgen. Es besteht somit die Möglichkeit, je nach Füllstand und Bedarf jedes Lagerkompartiment per Kran anzufahren.

Sperriger Abfall wird wie bis anhin via Shredder und Zwilag 1 ins Lagersystem eingebracht. Der Aufbau eines zusätzlichen Shredders ist zu prüfen.

Auch wenn schon eine gute Grundlage besteht, soll im Rahmen des Vorprojekts das Konzept nochmals geprüft und aufgrund planerischer Erkenntnisse allenfalls angepasst werden.

9.7.3 Abfall-Zwischenlager Erweiterungsstufe 2

Durch den vorher beschriebenen Aufbau des neuen ZwiLag 2 muss für die Ballenpresse ein neuer Standort definiert werden.

Grundsätzlich ist die Ballenpresse sehr wertvoll, da mit ihr beispielsweise während Revisionen oder im Sommer Abfall zusätzlich balliert gelagert werden kann.

Die Idee der hier vorliegenden Erweiterungsstufe 2 ist es, dass die vorhandene Ballenpresse inkl. der peripheren Systeme (z.Bsp. Abluftfilter) auf dem heutigen „KIBAG-Gelände“⁴⁰ neu aufgebaut wird. Zusätzlich wird sie mit einem Folienwickler nachgerüstet. Die Presse wird inkl. Wicklereinheit eingehaust, so dass Staub- und Lärmemissionen kontrolliert werden können. Ein einfacher Holzbau würde dazu genügen – wobei natürlich die Brandschutzmassnahmen usw. berücksichtigt werden müssen.

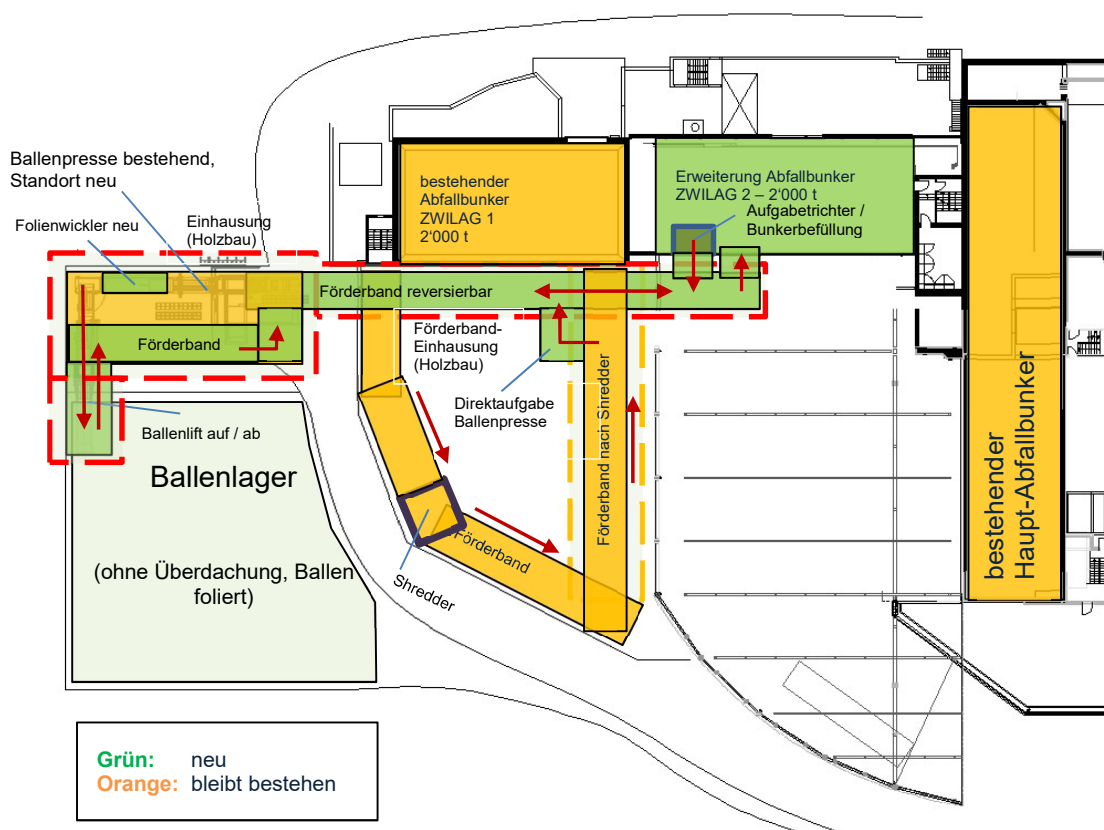


Abbildung 23: Konzept Erweiterungsstufe 2 (Ballenpresse)

⁴⁰ Das Gelände wird durch die KVA Linth gemietet. Sie hat zudem ein Vorkaufsrecht

Die Beschickung der Ballenpresse erfolgt automatisch ab dem neuen Zwiilag 2. Dort wird ein Aufgabetrichter installiert, in den Abfall automatisch mittels Kran aufgegeben werden kann. Über ein reversierbares geschlossenes Förderband wird der Abfall der Presse zugeführt.

Im Weiteren ist angedacht, den Abfall direkt ab dem Shredder, respektive ab dem Steigförderband wahlweise dem Reversierband oder dem Zwiilag 1 aufzugeben. Dadurch kann die Beschickung der Ballenpresse auch direkt ab dem Shredder erfolgen

Nach dem Pressvorgang gelangen die Ballen in den Folienwickler. Diese Folienwicklung ermöglicht es, die Ballen im Freien zu lagern. Eine Platzentwässerung oder dergleichen ist nicht nötig.

Nach dem Folienwickler wird der Ballen über Förderbänder und einen Lift zum unteren Level des KIBIG-Geländes gefördert. Der ganze Transport ab Zwiilag 2 bis zum Ballenlager erfolgt automatisch. Der Pressvorgang muss allerdings durch einen Mitarbeiter überwacht werden.

Die Ballen werden dann manuell (mittels Pneulader / Bobcat) angeordnet und gestapelt. Wenn der Bedarf an Brennstoff hoch ist, werden die Ballen manuell im unteren Level des Geländes wieder aufgegeben. Über den gleichen Lift, das Förderband und reversierbare Förderband wird der Ballen wiederum dem Zwiilag 2 zugeführt. Im Rahmen des Vorprojekts muss geprüft werden, wie die Ballen vor Eintritt in den Bunker aufgeschnitten werden können. Dies kann manuell oder automatisch auf einer entsprechenden Bedienbühne geschehen (Ballenreiser).

Bereits beim Bau des Zwiilag 1 und der erweiterten Anlieferzone wurde die Möglichkeit berücksichtigt, ab dem heutigen Standort der Ballenpresse den Abfall bis zum KIBAG-Gelände zu fördern.



Abbildung 24: Anliefersituation mit Bereich Aufgabe (Förderband)

9.7.4 Zustandsanalyse Hauptbunker

Im Rahmen des Vorprojekts ist eine umfassende Zustandsanalyse des gesamten Hauptbunkers inkl. der Krananlagen usw. durchzuführen. Allfällige Bunkersanierungen müssen im Bauprojekt mitberücksichtigt werden. Das neue Zwiag 2 soll wenn möglich zusätzliche Abfallanlieferstellen bieten. Es ist deshalb auch zu prüfen, wie viele Abfallanlieferstellen direkt in den Hauptbunker noch notwendig sind. Bei einer allfälligen Neudisposition soll auch eine komplette Anpassung der Anlieferfore auf den heutigen Standard geprüft werden. Das kann zu umfangreichen baulichen Massnahmen führen, wenn die Torabstände vergrössert werden.

9.7.5 Krananlagen

Wie schon beschrieben, soll das gesamte Abfallhandling zu den Kompartimenten nur noch mit Krananlagen erfolgen. Ein Verbinden von Bunkeranlagen mittels mechanischer Förderanlagen ist nicht erwünscht. Im Vorprojekt ist die Ausgestaltung der Krananlagen inklusive der Schutzeinrichtungen zu prüfen. Ebenso ist ein externer Kranparkplatz zu prüfen, um entsprechende Revisionen vornehmen zu können.

9.7.6 Brandschutz

Bunkerbrände können zum Stillstand der gesamten KVA führen. Es ist ein umfassendes Brandschutzkonzept zu erstellen. Jüngste Brand- und Explosionsereignisse in anderen KVA⁴¹ sind dabei zu berücksichtigen.

9.7.7 Zusammenfassung Erweiterungsstufen 1+2 Abfall-Zwischenlager

In folgender Tabelle sind alle ab 2025 zur Verfügung stehenden Lager aufgelistet. Der Unterschied bei den Schüttdichten ist damit begründet, ob es sich um ein Bunkerlager oder um Pressballen handelt. Pressballen sind gemäss Messungen einiges kompakter (0.8 t/m^3). Im normalen Anlieferzustand ist im Bunker mit ca. 0.4 t/m^3 zu rechnen. Dieser Wert ist ein Mix über alle Bunker, da auch bei längerer Lagerung eine Kompression stattfindet⁴². Bei der Abfallaufgabe in die Öfen kann durch saubere Mischung mit ca. 0.3 t/m^3 gerechnet werden.

⁴¹ KVA Winterthur, KHKW St. Gallen

⁴² Vgl. Energie aus Abfall, Band 15 – S. 373 ff.

bestehend	m³	t	Schüttdichte [t/m³]
Hauptbunker	5'866	2'346	0.4
Zwilag 1	5'458	2'183	0.4
Ballenlager Anlieferung	1'500	1'200	0.8
Ballenlager Kamin (inkl.nicht überdachtem Anteil)	2'970	2'376	0.8
neu			
Ballenlager NE-Halle	15'000	12'000	0.8
Zwilag 2	5'280	2'112	0.4
Lager "Kibag"	11'250	9'000	0.8
		31'218	

Tabelle 6: Berechnung Lagerkapazität mit Erweiterungsstufe 1+2

9.7.8 Logistik Anlieferung

Bei der KVA Linth, ist es typisch, dass alle Arten von Anlieferungen (Privat, Profi usw.) sich alle den gleichen Anlieferbereich teilen. Mit den neuen Lagerkonzepten soll der ganze Anlieferbereich logistisch überprüft werden. Ziel ist es, auf dem Gelände der KVA Linth ein logistisches Konzept zu entwerfen, welches neben dem schnellen Abladen ohne Wartezeiten auch eine Triage zwischen den verschiedenen Kundengruppen ermöglicht. So sollen z.Bsp. Privat und Profianlieferer möglichst getrennt werden. Dies soll auch je nach Abfallart und Fahrzeug möglich sein.

Bei allen Varianten, die geprüft werden, ist zu berücksichtigen, dass mit Ausnahme des klassischen Hauskehrichts, der via Pressfahrzeuge in die KVA kommt, sämtliche anderen Abfälle geshreddert werden müssen!

In folgender Grafik ist das elektrische Versorgungskonzept dargestellt. Dieses ist zu überprüfen und allfällige Ersatzmassnahmen zu planen. Insbesondere ist auch das Notstromkonzept zu überdenken (siehe folgendes Kapitel).

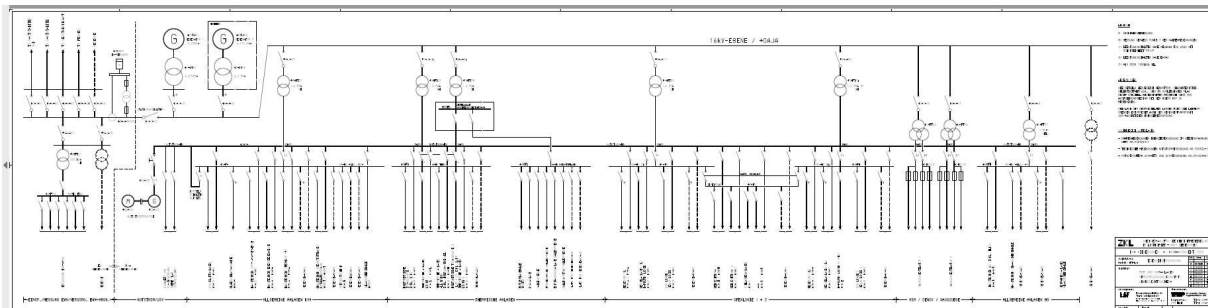


Abbildung 26: Elektrisches Versorgungskonzept (lesbare Version siehe Beilage)

9.9 Notstromaggregat & Hausleitsystem

Das heute vorhandene Notstromaggregat kann eine Leistung von 700 kW vorweisen. Mit dieser Leistung kann die KVA ohne externe Energie nicht angefahren werden. Das Aggregat ist neu auf ca. 2 MW auszuliegen.

Das Hausleitsystem ist von der Erneuerung nicht betroffen, da dieses bis 2020 komplett ersetzt wird. Anpassungen, welche durch das Projekt KVA Linth 2025 notwendig sind, werden durch die KVA-Mitarbeiter selber gemacht.

9.10 Nebenanlagen

Im Rahmen des Vorprojekts muss auch der Zustand und die richtige Auslegung diverser Nebenanlagen geprüft werden. Dies geht von der Klimatechnik bis zu den Druckluftanlagen usw..

9.11 Besucherwesen

Jährlich besuchen in der Regel über 1'000 Interessierte die KVA Linth. Dies sind meistens Schulklassen, Hochschulen, Vereine usw. Im Rahmen der Gesamtplanung ist zu berücksichtigen, dass die Besucher sicher durch die Anlage geleitet werden, dass aber auch die Möglichkeit besteht, allenfalls Infoposten zu errichten.

Im Betriebsgebäude ist zudem ein kleines Empfangscenter zu planen und finanziell zu bewerten.

9.12 Grafische Übersicht über die Handlungsbereiche

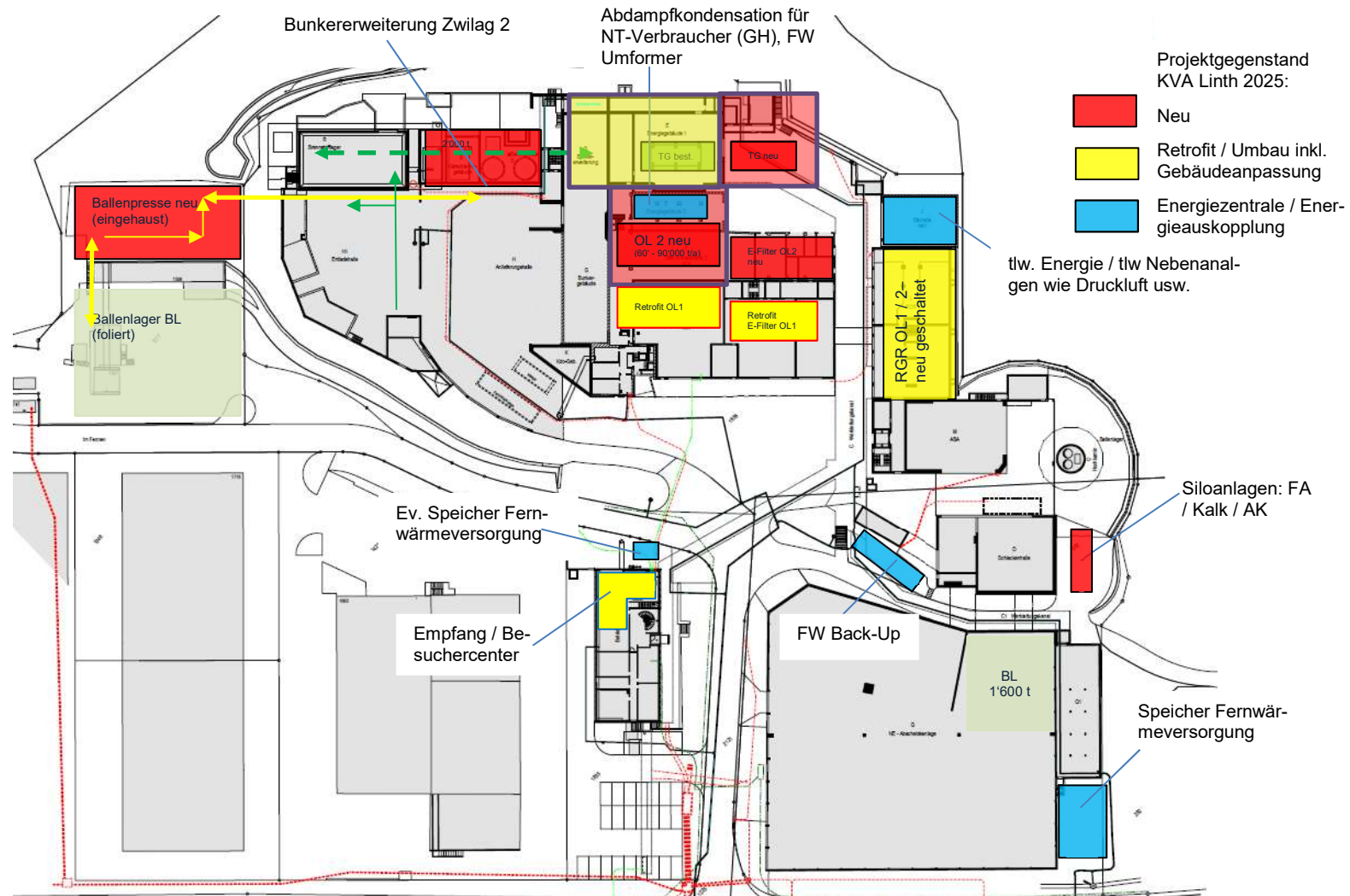


Abbildung 27: Grafische Übersicht aller Handlungsfelder

10. Betriebsmodell KVA Linth 4.0

Unter Industrie 4.0⁴³ wird grundsätzlich und mehrheitlich die umfassende Digitalisierung der industriellen Produktion verstanden.

Die industrielle Produktion soll mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik verzahnt werden. Technische Grundlage hierfür sind intelligente und digital vernetzte Systeme. Mit ihrer Hilfe soll weitestgehend selbstorganisierte Produktion möglich werden: Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und Produkte kommunizieren und kooperieren in der Industrie 4.0 direkt miteinander. Durch die Vernetzung soll es möglich werden, nicht mehr nur einen Produktionsschritt, sondern eine ganze Wertschöpfungskette zu optimieren. Das Netz soll zudem alle Phasen des Lebenszyklus des Produktes einschließen – von der Idee eines Produkts über die Entwicklung, Fertigung, Nutzung und Wartung bis zum Recycling.

In Bezug auf eine thermische Abfallverwertungsanlage ist schon einiges an Literatur vorhanden. Neben der digitalisierten Betriebsführung gehören dazu auch Schlagwörter wie Maintenance 4.0 oder Predictive Maintenance.

Im Rahmen des Vorprojekts ist ein Betriebsmodell zu entwerfen, dass die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet. Das heisst, bei der Planung der Anlage muss im Vorfeld genauestens geklärt werden, in welchen Betriebszuständen die Anlage gefahren werden soll. Dazu sollen die entsprechenden benötigten Messgrössen erarbeitet werden. Insbesondere fängt diese Thematik bei der Art und Weise des angelieferten Abfalls an. Weitere Stellgrössen können Jahreszeiten, Wetter (beispielsweise bei der Stromplanung), Systemdienstleistungen, Fernwärme usw. sein. Auch das zu überprüfende Betriebsregime mit einer wechselnden Sollvorgabe beim Abfalldurchsatz soll berücksichtigt werden (siehe Kapitel 9.2).

Nach Inbetriebnahme der Anlage ist der optimale und langfristige Betrieb sicherzustellen. Daher müssen bereits bei der Planung im Vorprojekt umfassende Strategien für einen optimalen Unterhalt der Anlage berücksichtigt werden. Themen wie Predictive Maintenance müssen dabei geklärt werden und bei den Ausführungsvorschriften, welche durch den Generalplaner zu erarbeiten sind, berücksichtigt werden.

In diesem Zusammenhang ist auch die Evaluation geeigneter Unterhaltssoftware relevant. Integraler Bestandteil darin ist neben der Dokumentation auch die Sicherstellung der Unterhaltsgeschichte und es muss eine qualitative optimale Datenerhebung zur Überwachung der Schlüsselkomponenten sichergestellt werden. Darauf basiert auch das gesamte Ersatz- und Verschleissmanagement.

Der Generalplaner unterstützt die GL bei der Entwicklung dieses Betriebsmodells und stellt die Umsetzung bei der Planung sicher.

⁴³ Wikipedia

11. Kostenschätzung

Die Projektkosten wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudien auf **120 Mio. Fr. (+/- 20%)** abgeschätzt.

Diese Summe wurde in der Öffentlichkeit kommuniziert. Ziel ist die Ausarbeitung eines Projekts, welches diesen Rahmen nicht sprengt, optimalerweise unterschreitet.

12. Terminplanung

Im Anschluss an die Kreditfreigabe an der Abgeordnetenversammlung vom 29. Oktober 2018 startete die Submission und Vergabe an den Gesamtplaner. Die Vergabe sollte am 08. August 2019 erfolgen. Im Moment sind für das Vorprojekt ca. 2 Jahre vorgesehen, so dass per Mitte 2021 das Vorprojekt vorliegt. Anschliessend entscheidet das Volk mittels Abstimmung über den Baukredit. Ziel ist es, dass die Anlagen per 01.01.2026 im bestimmungsgemässen Betriebszustand sind und nach Abschluss der Restarbeiten das Projekt möglichst per 31.12.2026 abgeschlossen werden kann.

Die Terminplanung ist eine zentrale Herausforderung in diesem Projekt. Insbesondere weil Teile des Anlagenparks während dem Umbau nicht für die thermische Behandlung zur Verfügung stehen und mit erheblichen Ausfallzeiten mit entsprechenden finanziellen Konsequenzen zu rechnen ist. Im Rahmen des Vorprojekts ist daher eine exakte und optimale Terminplanung enorm wichtig!

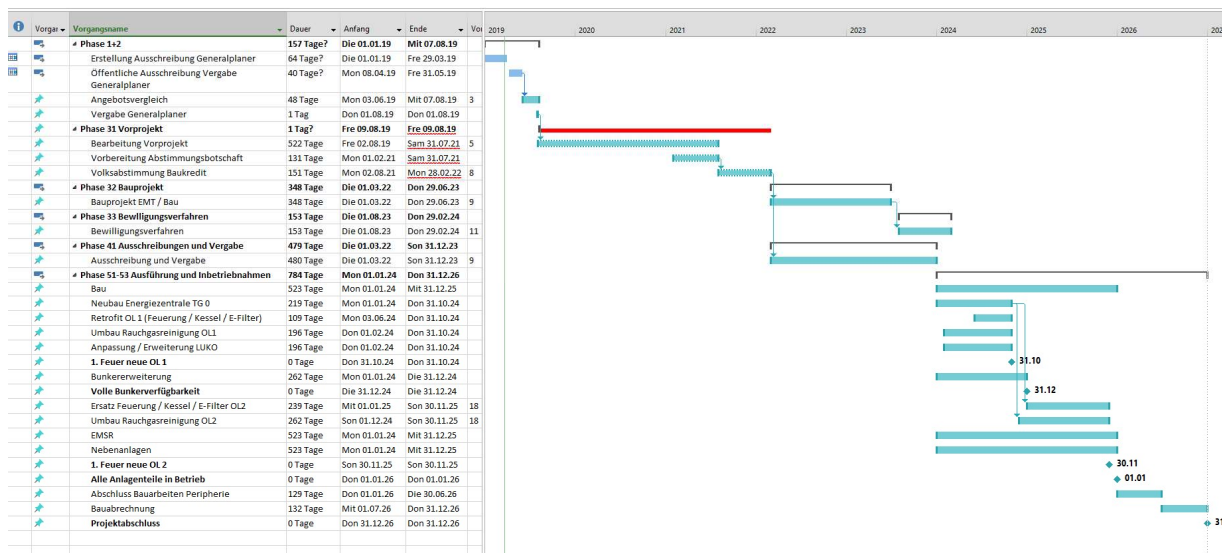


Abbildung 28: Terminplanung Vorprojekt

13. Projektorganisation

13.1 Übersicht

Die nachfolgende Grafik zeigt die geplante Projektorganisation auf.

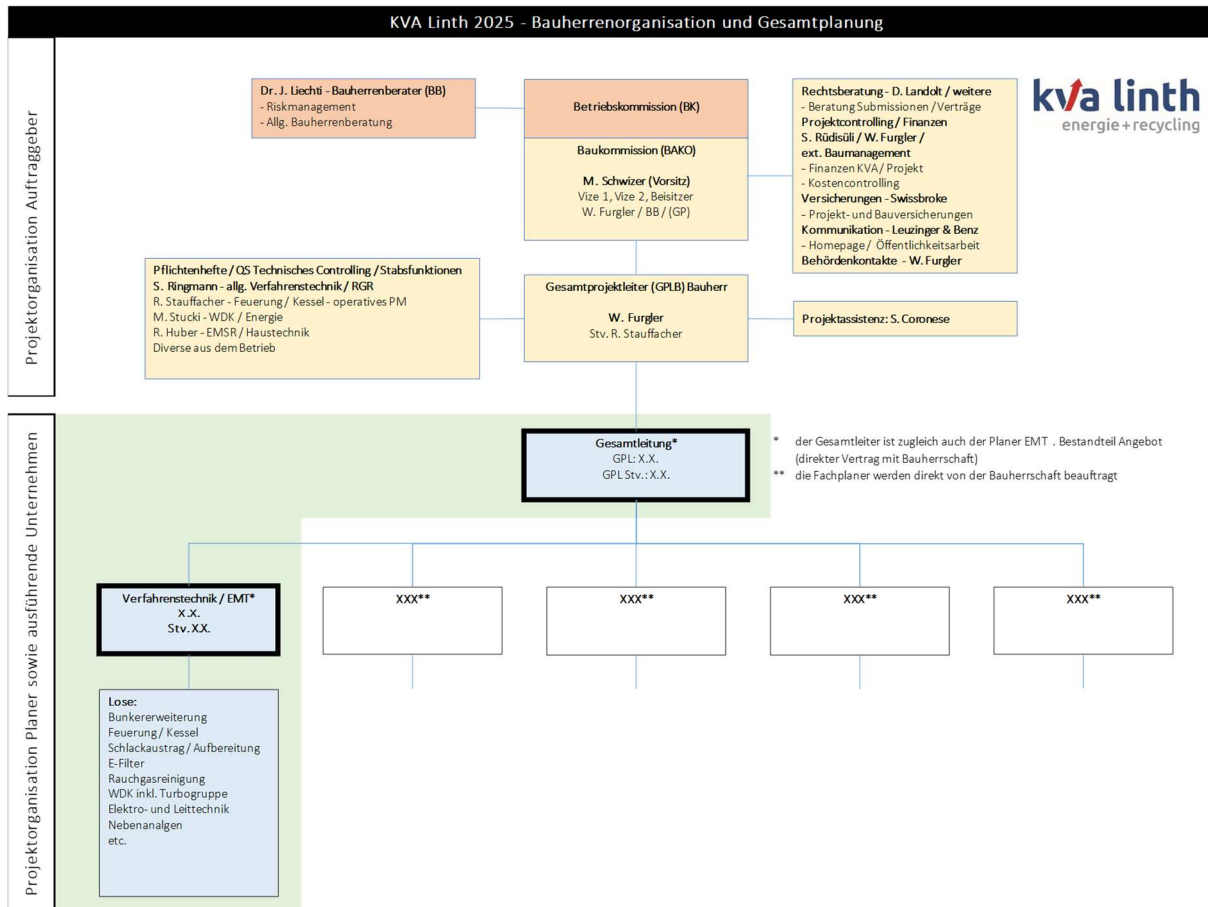


Abbildung 29: Projektorganisation KVA Linth 2025

13.2 Betriebskommission (BK)

Die Betriebskommission verkörpert die Bauherrschaft im Auftrag der Verbandsgemeinden und ist für die Umsetzung des genehmigten Projekts verantwortlich. Sie definiert die Projektorganisation und gibt das entsprechende Projekthandbuch in Auftrag. Dieses dient als Grundlage für eine geordnete Projektabwicklung mit Kompetenzen, Organisation usw. und ist für alle Beteiligten verbindlich. Die Geschäftsleitung arbeitet einen entsprechenden Entwurf des Projekthandbuchs mit Unterstützung des Gesamtplaners zu Handen der BK als Diskussionsgrundlage aus.

13.3 Bauherrenberater (BB)

Der BK steht ein unabhängiger Bauherrenberater zur Verfügung. Dieser überprüft die Konzepte / Umsetzung, gibt Empfehlungen ab, überprüft Risiken usw. Er steht der GL und dem Gesamtplaner zudem auch als Sparringpartner zur Verfügung und überprüft die Plausibilität der Entscheidungen / Anträge der Projektleitung.

13.4 Baukommission (BAKO)

Die Betriebskommission setzt eine Baukommission ein. Diese wird von Markus Schwizer präsiert. Die BK bestimmt weitere Mitglieder. Ebenfalls zur Baukommission gehören Walter Furgler als GF und der Projektleiter des Gesamtplaners. Weitere ständige oder periodische Teilnehmer werden je nach Projektphase eingeladen. Die Kompetenzen sind mit der BK noch abzustimmen. Die BAKO nimmt ihre Arbeit mit dem Vorprojekt auf. Während der intensiven Phase (Bauphase) ist monatlich ohne Vor- und Nachbearbeitung mit einem Aufwand von ca. ½ Tag vor Ort zu rechnen.

13.5 Stabsfunktionen im Projekt

Der Baukommission sowie der BK stehen weitere Stabsfunktionen zur Verfügung. Diese werden fortlaufend ins Projekt einbezogen. Dabei geht es primär um juristische Themen, Finanzcontrolling, Kommunikation, Versicherungswesen usw.

13.6 Gesamtprojektleitung Bauherr (GPLB)

Als Gesamtprojektleiter des Bauherrn fungiert der Geschäftsführer Walter Furgler. Seine Stellvertretung wird Projektleiter Reto Stauffacher einnehmen. Der Stv. Geschäftsführer Stefan Ringmann wird primär für die Verfahrenstechnik zuständig sein. Ihm zur Seite stehen weitere Mitarbeiter der KVA. Insbesondere geht es bei dieser Funktion um die Definition der technischen Pflichtenhefte und um die Überwachung der Umsetzung. Die Kompetenzen sind noch zu regeln.

Aus heutiger Sicht geht man davon aus, dass Walter Furgler im Schnitt etwa zu 50% am Projekt arbeitet. Je nach Phase kann dies zwischen 30 – 120% variieren. Der Stv. des Gesamtprojektleiters, Reto Stauffacher wird sich ca. zu 90% um das Projekt kümmern. Stefan Ringmann dürfte ebenfalls zu 50% im Projekt involviert sein.

13.7 Gesamtplaner (GP)

Die Ausschreibung für den Gesamtplaner erfolgt durch die GL der KVA Linth. Dazu zieht sie externe Unterstützung bei (Kontextplan). Der Vergabeentscheid erfolgt durch die BK.

Der Gesamtplaner wird zugleich auch der Planer des Elektromechanischen EMT-Teils sein. Somit wird sichergestellt, dass der GP über Referenzen auch Erfahrung im KVA-Bereich vorweisen kann. Der GP wiederum schreibt dann alle weiteren Lose für die Fachplanung aus. Die Auftragsvergabe erfolgt direkt durch die KVA Linth.