



KVA Linth 2025 – Module 3 und 4

Kurzbericht Strategieprozess KVA Linth Module 3 und 4

Dokument Nr. 24020-112-A Bericht Module 3 und 4

Version 1.0

Genehmigt / geprüft Walter Furgler, 31. Januar 2018

Zürich, 01. Februar 2018

Impressum

Auftraggeber

KVA Linth
Im Fennen 1a
8867 Niederurnen

Kontaktperson: Herr Walter Furgler

Telefon: +41 55 617 27 62
Mail: w.furgler@kva-linth.ch

Verfasser

TBF + Partner AG
Beckenhofstrasse 35
Postfach
8042 Zürich

Kontaktperson: Herr Martin Theiler

Telefon: +41 43 255 28 51
Mail: the@tbf.ch

Autoren:
Martin Theiler
Susanne Haag
Markus Wieduwilt

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderungen	Verteiler
0.4	29.01.2018	Entwurf	Geschäftsführung
1	01.02.2018	Endversion	Betriebskommission

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Einführung	4
1.1 Zweck	4
1.2 Übersicht Strategieprozess	4
1.3 Rückblick Resultate Modul 1 und 2	4
1.4 Inhalte Module 3 und 4	6
2. Modul 3: Vertiefte Untersuchung HO	7
2.1 Methodik	7
2.2 Resultate	7
3. Modul 4: Detailevaluation	10
3.1 Wirtschaftlichkeitsvergleich	10
3.1.1 Methodik	10
3.1.2 Grundlagen	11
3.1.3 Resultate und Diskussion	12
3.2 Gesamtbewertung	15
4. Fazit und Empfehlung TBF	17

Grundlagenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

ENE	Energetische Nettoeffizienz
GB	Geschäftsbericht
HO	Handlungsoption
KVA	Kehrichtverwertungsanlage
kWh	Kilowattstunde
L1 / L2	Linie 1 / Linie 2
NT	Niedertemperatur
PE	Polyethylen
RGR	Rauchgasreinigung
TG	Turbogruppe (Turbine, Getriebe, Generator, Kühler)
VTV	Verbund thermischer Verwertungsanlagen Ostschweiz
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, Abfallverordnung
WDK	Wasser-Dampf-Kreislauf

Zusammenfassung

Rückblick Resultate Module 1 und 2 Strategieprozess KVA Linth 2025

Modul 1 diente der Erfassung der Ausgangslage (Ist-Analyse inkl. Beschreibung Handlungsbedarf) sowie der Entwicklung der Aufgabenstellung für den Gesamt-Strategieprozess KVA Linth 2025. Als wesentliche Grundlage für die weiteren Schritte wurde zudem eine Abfallprognose für die KVA Linth erstellt.

Im anschliessenden Modul 2 wurde unter engem Einbezug der Betriebskommission ein umfassender Variantenfächer (insgesamt 10 Handlungsoptionen; vom Ausstieg aus der thermischen Kehrichtverwertung bis hin zum deutlichen kapazitätsmässigen Ausbau) zur Bewältigung des vorliegenden Handlungsbedarfs entwickelt. Die identifizierten Handlungsoptionen (HO) wurden daraufhin systematisch bewertet (Grobevaluation). Auf Basis dieser Bewertungsergebnisse erfolgte die Auswahl der vielversprechendsten HO zur vertieften Prüfung im Rahmen des weiteren Strategieprozesses:

- HO 1.1: 1-Linien-Variante mit reduzierter Kapazität
- HO 1.2: 1-Linien-Variante mit gleicher Kapazität
- HO 2.1: Retrofit
- HO 2.2: Eins-zu-Eins-Ersatz
- HO 2.5: 2-Linien-Variante mit flexibler Kapazität

Für einen detaillierten Beschrieb der Resultate der Module 1 und 2 wird auf die entsprechenden Kurzberichte verwiesen.

Vorgehen Module 3 und 4

Im Rahmen von Modul 3 werden die fünf vielversprechendsten HO durch die Firma Ramboll mittels Vorstudien hinsichtlich Machbarkeit, Investitionskosten, Energienutzung und weiteren Aspekten untersucht.

Auf Basis der Studienergebnisse erfolgt im Rahmen des Moduls 4 anschliessend durch TBF + Partner die systematische Detailevaluation der HO zwecks Auswahl der Bestvariante durch die Betriebskommission. Der Hauptfokus liegt dabei auf dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit. Hierfür werden die künftigen Annahmepreise der KVA Linth je HO mittels Businessplantool von TBF + Partner modelliert und verglichen.

Resultate Module 3 und 4

Die Vorstudien haben ergeben, dass alle untersuchten HO grundsätzlich machbar sind. Bezüglich Wirtschaftlichkeit unterscheiden sie sich jedoch deutlich. So sind die 1-Linien-Varianten aufgrund der geringeren Investitions- und Betriebskosten (Personal, Unterhalt) günstiger

als die 2-Linien-Varianten. Zudem ist die HO 1.2 (120'000 t/a) aufgrund der besseren Ausnutzung von Skaleneffekten deutlich günstiger als die HO 1.1 (90'000 t/a). Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht zu den mittels Businessplantool ermittelten Annahmepreisen, welche für einen nachhaltigen Betrieb der KVA Linth benötigt werden. Auch abgebildet sind Teile der Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen.

	1 Linie		2 Linien		
	HO 1.1	HO 1.2	HO 2.1	HO 2.2	HO 2.5
Basis	CHF 129.–/t	CHF 111.–/t	CHF 135.–/t	CHF 143.–/t	CHF 158.–/t
Optimal	CHF 89.–/t	CHF 62.–/t	CHF 93.–/t	CHF 96.–/t	CHF 107.–/t
Pessimal	CHF 164.–/t	CHF 157.–/t	CHF 161.–/t	CHF 181.–/t	CHF 197.–/t

Einen Überblick zur Gesamtbewertung der Handlungsoptionen im Rahmen der Detailevaluation befindet sich in nachfolgender Abbildung.

		HO 1.1 90 kt 1L	HO 1.2 120 kt 1L	HO 2.1 113 kt 2L „Retrofit“	HO 2.2 120 kt 2L „1:1“	HO 2.5 120 kt 2L „Flexibel“
Wirtschaftlichkeit	Entsorgungspreis	😊/😊	😊	😊	😊/😊	😊
	Investitionszyklus	😊	😊	😊	😊	😊
Leistungserfüllung	Entsorgungssicherheit	😊/😊	😊/😊	😊	😊	😊
	Bewilligungsfähigkeit	😊	😊	😊/😊	😊	😊/😊
Umwelt	Energienutzung	😊	😊	😊	😊/😊	😊/😊
	Verkehr	😊	😊	😊/😊	😊	😊
Politische Akzeptanz	Standortgemeinde	😊/😊	😊/😊	😊	😊	😊
	Verbandsgebiet	😊/😊	😊	😊	😊	😊/😊
Betrieb		😊	😊	😊	😊	😊

Fazit und Empfehlung TBF

Als klare Bestvariante wurde im Rahmen der Detailevaluation Handlungsoption 1.2 (1 Linie, 120'000 t/a) ermittelt. Als einzige Handlungsoption ermöglicht sie eine deutliche Verbesserung der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit der KVA Linth. Dieser Aspekt ist aufgrund dessen, dass KVA Linth am Abfallmarkt besonders exponiert ist, entscheidend. Zudem ermöglicht die Handlungsoption – gleich wie auch die anderen Handlungsoptionen mit Ausnahme von Handlungsoption 2.1 (Retrofit) – das Erreichen der Vorgaben des Bundes bezüglich Energienutzung, und zwar unabhängig von externen Einflussgrössen (Gewächshausprojekt, Absatzwachstum Fernwärme). Des Weiteren handelt es sich auch um eine betrieblich optimale Lö-

sung, da nur noch eine Linie betrieben werden muss und damit die gesamte Anlage ab Inbetriebnahme KVA Linth 2025 auf dem neuesten Stand der Technik sein wird. Nach dem Rückbau von Ofenlinie 1 steht für den langfristigen Ersatz der neuen Ofenlinie 2 ferner ein Reserveplatz zur Verfügung.

Einziger Nachteil der Handlungsoption besteht in der im Vergleich zu den 2-Linien-Varianten schlechteren Redundanz. Die Entsorgungssicherheit wird aber trotzdem als gut eingeschätzt, da u. a. der Verbund mit den anderen Anlagen im VTV Ostschweiz eine gute Entsorgungssicherheit gewährleistet.

1. Einführung

1.1 Zweck

Das vorliegende Dokument «Kurzbericht Strategieprozess KVA Linth 2025 Module 3 und 4» beinhaltet die wesentlichen Resultate der vertieften Überprüfung der gemäss Modul 2 als vielversprechend identifizierten Handlungsoptionen (Modul 3) sowie deren Vergleich (Modul 4). Es ist der dritte und letzte Teilbericht zum Strategieprozess KVA Linth 2025 und soll der Betriebskommission als Entscheidungsgrundlage für den definitiven Variantenentscheid und das weitere Vorgehen dienen.

1.2 Übersicht Strategieprozess

Im Herbst 2016 hat die Betriebskommission der KVA Linth die TBF + Partner AG damit beauftragt, sie beim Strategieprozess zur Zukunft der KVA Linth zu begleiten. Im Rahmen des Strategieprozesses «KVA Linth 2025» werden die Entscheidungsgrundlagen zur Zukunft der KVA Linth in einem modularen Prozess unter engem Einbezug der Betriebskommission systematisch erarbeitet (Abbildung 1).

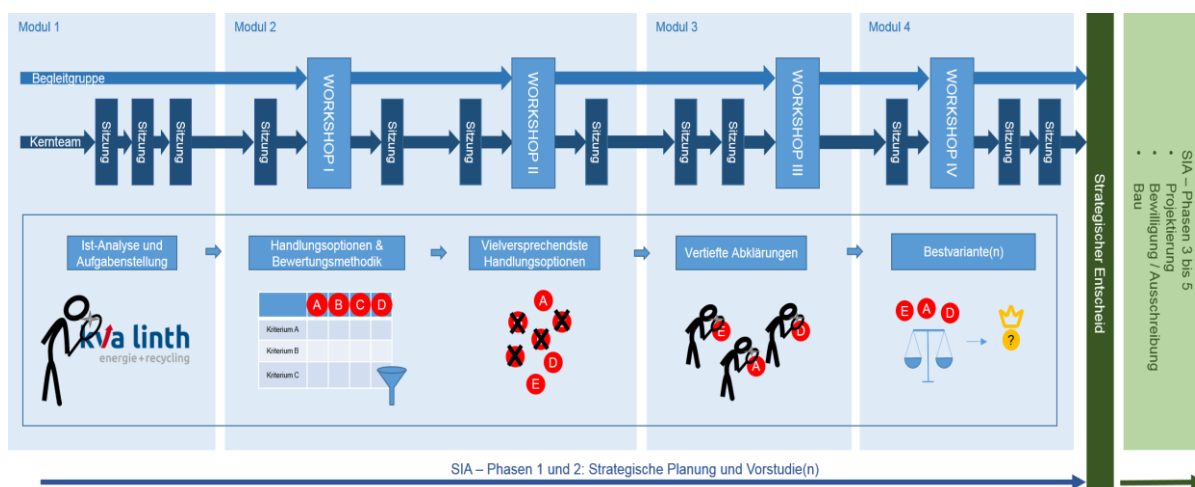


Abbildung 1 Schematische Darstellung Strategieprozess «KVA Linth 2025»

1.3 Rückblick Resultate Modul 1 und 2

Gewisse Anlagenteile, insbesondere die Ofenlinie 2 der KVA Linth, sind bereits seit über 30 Jahren in Betrieb und müssen mittelfristig (bis ca. 2025) ersetzt werden. Um richtig auf diesen Handlungsbedarf reagieren zu können, wurde im Rahmen von Modul 1 zwischen September 2016 und Februar 2017 eine umfassende Ist-Analyse zur KVA Linth durchgeführt. Ein wesentliches Ergebnis der Ist-Analyse ist, dass trotz vermehrtem Abfallrecycling auch künftig mit einem Wachstum der in der KVA Linth zu verwertenden Abfallmengen zu rechnen ist. Die Hauptgründe dafür sind Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum. Auch weitgehende zusätz-

liche Separatsammlung von einzelnen Plastikfraktionen (z. B. PE-Hohlkörper und Verbundverpackungen) führen nicht zu einer signifikanten Abnahme des Abfalls resp. der Abfallenergie. Damit die Abfallentsorgung zuverlässig erfolgen kann, müssen auch in Zukunft ausreichende Verwertungskapazitäten bereitgestellt werden. Die grösste Herausforderung für die KVA Linth ist die gemäss VVEA geforderte, deutliche Steigerung der energetischen Nettoeffizienz (ENE) (z. B. durch Steigerung des Wärmeabsatzes). Weitere grosse Herausforderungen im Umfeld der KVA Linth sind die anhaltend tiefen Strompreise, die vergleichsweise geringe Anlagen-grösse (Fixkosten) sowie die grosse Exposition am Kehrmarkt, bedingt durch den geringen Anteil an kommunal gesammeltem Kehr. Grosse Stärken der KVA Linth sind die Zuverlässigkeit, die positive öffentliche Meinung, der Rückhalt in der Verwaltung, die Partnerschaft im VTV, die komfortablen Platzverhältnisse (Landreserven) und die gute Erschliessung per Strasse. Ferner ist die KVA Linth ein Technologieführer im Bereich der Reststoffaufbereitung.

Im Modul 2 wurden zwischen März und August 2017 zuerst im Rahmen eines ersten Workshops mit der Betriebskommission alle denkbaren Handlungsoptionen (HO) zum bestehenden Handlungsbedarf identifiziert und charakterisiert, sowie die Bewertungsmethodik für die anschliessende Grobevaluation entwickelt. Der zweite Schritt umfasste die Anwendung der zuvor entwickelten Bewertungsmethodik auf die identifizierten HO. Anhand der Bewertungsergebnisse wurden fünf HO von der Betriebskommission als vielversprechend beurteilt. Diese Handlungsoptionen werden anschliessend im Rahmen der Module 3 und 4 vertieft überprüft und verglichen.

Tabelle 1 Übersicht über die fünf vielversprechendsten Handlungsoptionen, welche anschliessend in den Modulen 3 und 4 vertieft untersucht wurden.

Anzahl Linien	Verwertungskapazität (t/a)		Gesamtkapazität	Handlungsoption	Nr.
	Linie 1	Linie 2			
1	0	90'000	90'000	1-Linien-Variante mit reduzierter Kapazität	1.1
1	0	120'000	120'000	1-Linien-Variante mit gleicher Kapazität	1.2
2	60'000	60'000	120'000	Retrofit	2.1
2	60'000	60'000	120'000	Ein-zu-Eins-Ersatz	2.2
2	60'000	90'000	120'000 ¹	2-Linien-Variante mit flexibler Kapazität und Option Reduktion auf 1-Linien-Variante.	2.5

Für einen detaillierten Beschrieb der Resultate der Module 1 und 2 wird auf die entsprechenden Kurzberichte ([7] und [8]) verwiesen.

¹ Bei HO 2.5 wird die Verwertungskapazität der Anlage auf 120'000 t/a begrenzt. Die zusätzlich verfügbare Kapazität dient der Nothilfe im VTV oder zur Bewältigung von saisonalen Schwankungen im Abfallaufkommen.

1.4 Inhalte Module 3 und 4

Das Modul 3 dient 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 wird nun um Abklärungen zu den beiden Handlungsoptionen 1.2 und 2.1 ergänzt und damit vervollständigt.

Anhand der Vorstudien werden die vielversprechendsten Handlungsoptionen anschliessend im Detail verglichen (Modul 4). Dabei liegt der Hauptfokus auf dem Wirtschaftlichkeitsvergleich. Ein weiterer Fokus liegt auf dem Vergleich der mit den Handlungsoptionen erreichbaren energetischen Nettoeffizienz im Hinblick auf die diesbezügliche neue Vorgabe durch die VVEA.

2. Modul 3: Vertiefte Untersuchung HO

2.1 Methodik

Die vertiefte Untersuchung der Handlungsoptionen wurde durch die Firma Ramboll durchgeführt. Im Rahmen der Vorstudien wurden 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.

2.2 Resultate

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Vorstudien Ramboll auszugsweise dargestellt. Für die detaillierten Ergebnisse wird auf die entsprechenden Berichte gemäss Grundlagenverzeichnis ([3] bis [6]) verwiesen.

Machbarkeitsnachweis

Im Rahmen der Vorstudien wurde die grundsätzliche Machbarkeit für alle fünf untersuchten Handlungsoptionen nachgewiesen.

Investitionskosten

Nachfolgende Tabelle gibt einen groben Überblick, welcher «Lieferumfang» in den jeweiligen Kostenangaben enthalten ist. Während sich die Kosten für die 1-Linien-Varianten auf den Zeitraum des Projekts KVA Linth 2025 konzentrieren, fallen bei den 2-Linien-Varianten im Zeitraum 2040–2043 erneut hohe Kosten an: Die Ofenlinie 1, welche im Rahmen von KVA Linth 2025 nur ertüchtigt wird, muss dann ersetzt werden. Ein Sonderfall bildet HO 2.1, wo aufgrund einer anderen Philosophie (Retrofit) zwar im Rahmen Projekt KVA Linth 2025 einiges geringere Kosten anfallen, jedoch im weiteren Verlauf mit höheren Unterhalts- und Reinvestitionskosten zu rechnen ist. Eine Übersicht zu den aggregierten Investitionskosten je HO befindet sich in Abbildung 2.

Tabelle 2 Lieferumfang der fünf HO

	1 Linie		2 Linien		
	HO 1.1	HO 1.2	HO 2.1	HO 2.2	HO 2.5
Feuerung und Kessel Linie 1	Rückbau	Rückbau	Ertüchtigung (neu 2043)	Ertüchtigung (neu 2043)	Ertüchtigung (neu 2043)
Feuerung und Kessel Linie 2	Neu	Neu	Neu (mit Ausnahmen)	Neu	Neu
RGR Linie 1	Rückbau	Rückbau	Austausch Verschleiss	Neu	Neu
RGR Linie 2	Neu	Neu	Austausch Verschleiss	Neu	Neu
WDK Linie 1	Rückbau	Rückbau	Neu 2043	Neu (1 TG)	Neu (1 TG)
WDK Linie 2	Neu	Neu	Neu (mit Ausnahmen)		

	HO1.1	HO1.2	HO2.1	HO2.2	HO2.5
	1 Linie 90'000	1 Linie 120'000	2 Linien 113'000	2 Linien 120'000	2 Linien 90'000– 120'000 (150'000)
<u>Linie 1</u> (Retrofit)	0	0	10	10	10
<u>Linie 2</u>					
Feuerung & Kessel	53.2	63.5	28.9	40.6	53.2
Rauchgasreinigung	13.7	18.0	2.5	11.8	13.7
Energienutzung	25.7	30.1	19.5	30.1	32.9
Stillstand- inkl. Abbruchkosten	14.1	14.1	12.8	13.6	13.6
Kosten bis 2025	107	126	74	106	123
Kosten 2025-2050	0	0	87	87	87
Kosten Total bis 2050	107	126	160	193	210

Abbildung 2 Übersicht Kosten Handlungsoptionen in Mio. CHF [6]

Energetische Nettoeffizienz

Die VVEA schreibt für KVA in der Schweiz neu eine ENE von 55 % vor. Die ENE der KVA Linth liegt nach Abschluss der 1. Etappe Fernwärme (Anschluss Firma Eternit) bei rund 50 % und erfüllt somit die Vorgaben des Bundes klar nicht. Mit dem Vollausbau der Fernwärme wird der ENE bis etwa 2035 voraussichtlich auf etwa 55 % gesteigert werden können. Damit könnte

die Vorgabe des Bundes knapp eingehalten werden. Ferner ist denkbar, dass die Bundesvorgaben zur gegebenen Zeit weiter erhöht werden.

Ramboll hat deshalb im Rahmen der Vorstudien auch untersucht, wie sich die ENE durch Umsetzung der verschiedenen HO steigern lassen würde. Die durch KVA Linth und TBF + Partner aufbereiteten Ergebnisse der ENE-Abschätzung befinden sich in Abbildung 3.

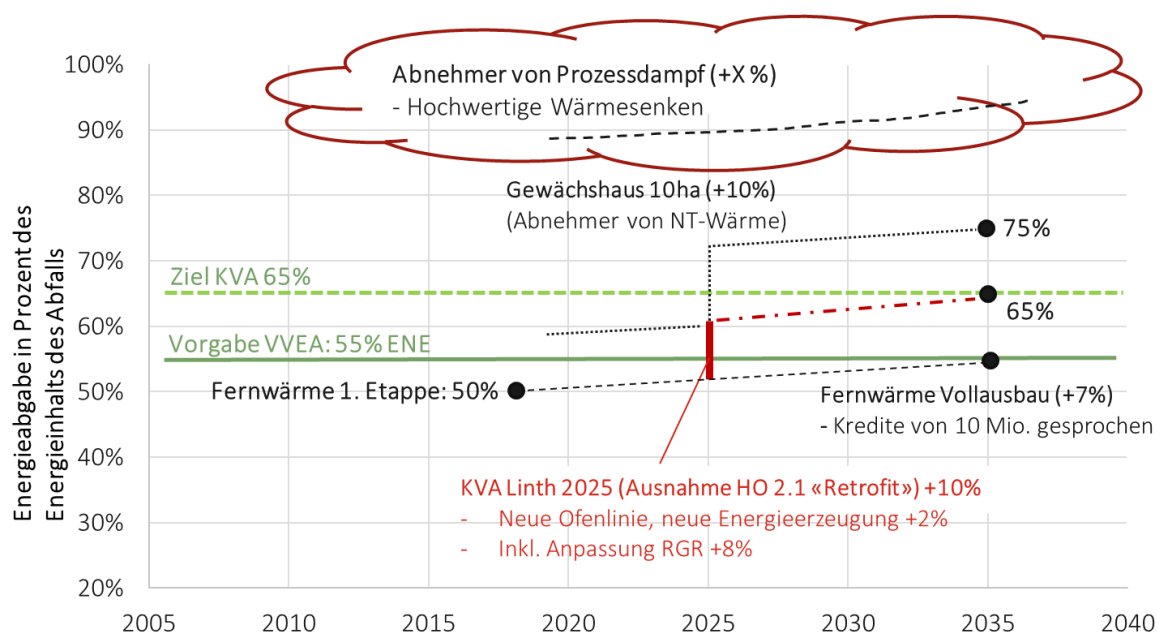


Abbildung 3 Potentiell möglicher ENE mit der Umsetzung verschiedener Massnahmen

Durch die Erneuerung der Linie 2 der KVA kann dank einer neuen Ofenlinie und einer neuen Energieerzeugung (+2 %) sowie durch die Anpassung der Rauchgasreinigung (RGR) (+8 %) der ENE nochmals um 10 % gesteigert werden. Bei der Retrofit-Variante (HO 2.1) fallen diese effizienzsteigernden Massnahmen weg. Ohne zusätzliche Projekte (beispielsweise Gewächshaus +10 %) kann bei dieser Variante somit in naher Zukunft die Zielvorgabe der VVEA nicht erreicht werden. Bei den restlichen vier HO kann die Vorgabe ab 2025 mit Projekt KVA Linth 2025 unabhängig vom Ausbau der Fernwärme eingehalten werden.

3. Modul 4: Detailevaluation

3.1 Wirtschaftlichkeitsvergleich

3.1.1 Methodik

Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der fünf HO wird ein von TBF entwickeltes Businessplantool verwendet, welches die jährliche Erfolgsrechnung und Bilanz der KVA Linth für den Zeitraum 2017–2065 abbildet. Der gewählte Zeithorizont entspricht der erwarteten Lebensdauer der neuen Ofenlinie 2, wenn sie im Jahr 2025 in Betrieb gehen wird.

Eine wesentliche Variable für die Entwicklung der Bilanz ist dabei der Annahmepreis für kommunal gesammelten Kehricht. Dieser wird für jede HO so eingestellt, dass im Jahr 2065 ausreichend Eigenkapital für den Ersatz der neuen Ofenlinie 2 zur Verfügung steht. Als «ausreichend» gilt das Eigenkapital dann, wenn es 30 % der mutmasslichen Investitionskosten im Jahr 2065 entspricht. Dieser Wert entspricht der diesbezüglichen Minimalvorgabe des Kantons Zürich. Die mutmasslichen Investitionskosten im Jahr 2065 werden den jeweiligen Investitionskosten von KVA Linth 2025 gleichgesetzt.

Das Berechnungsmodell ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt.

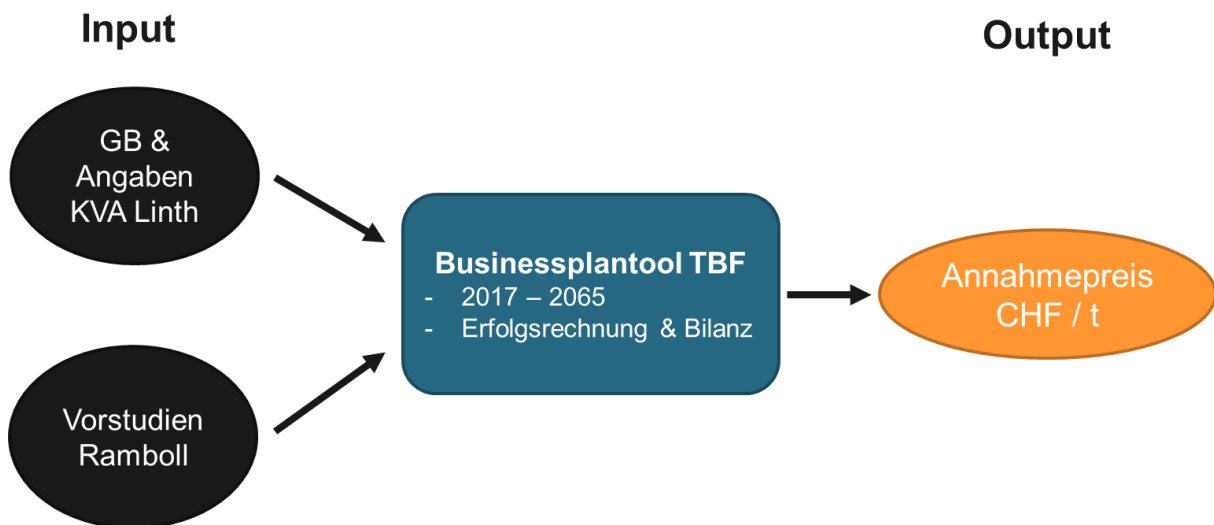


Abbildung 4 Berechnungsmodell Wirtschaftlichkeit der TBF + Partner AG

3.1.2 Grundlagen

Zur Darstellung der jährlichen Erfolgsrechnung und Bilanz bis ins Jahr 2065 werden diverse Inputdaten benötigt. Diese umfassen im Wesentlichen folgende Angaben:

Tabelle 3 Inputdaten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit

Input / Quelle	Angaben
Geschäftsbericht KVA Linth 2016/17 ([1])	Diverse Angaben zur Modellierung der Erfolgsrechnung (wie z. B. Erlöse aus Strom-, Wärme- und Metallverkauf, FLUWA; Aufwand für Betriebsmittel, Reststoffentsorgung, Personal) und Angaben zur aktuellen Bilanz («Startpunkt»)
Vorstudien Ramboll ([3] bis [6])	Investitionskosten (bereinigt)
Business-Case Fernwärmeausbau [2]	Entwicklung Wärmeabsatz
Abfallprognose KVA Linth ([7])	Entwicklung Anteil Abfall aus kommunalen Sammlungen und von Direktanlieferern
Erfahrungswerte TBF + Partner AG	Reinvestitionskosten, Kosten für Wartung und Unterhalt, Strom- und Wärmeproduktion neue Ofenlinie(n), diverse Annahmen (z. B. Fremdkapitalzins, Strom- und Wärmepreis, etc.)

Bereinigung Investitionskosten gemäss Vorstudien Ramboll

Für die Verwendung im Businessplantool werden die Investitionskostenschätzungen Ramboll durch TBF ergänzt und teilweise leicht angepasst. Insbesondere für die Planung und für Unvorhergesehenes werden bei allen Handlungsoptionen zusätzliche Kosten eingerechnet. Konkret wurden folgende Anpassungen vorgenommen:

- Erhöhung Planungskosten um je 50 %
- Zuschlag für allgemeine Nebenkosten und Unvorhergesehenes um je 20 % der Gesamtkosten
- Investitionskosten für die Bereitstellung Redundanz Fernwärme, je CHF 2 Mio.

Relativierung Investitionskosten

Ramboll stützt sich für die Investitionskostenschätzungen auf Richtpreisangebote von Anbietern. Aufgrund externer Einflussgrössen können sich diese Preise jedoch innerhalb weniger Jahre sehr dynamisch entwickeln. Zentrale externe Einflussgrössen sind:

- allgemeine Marktentwicklung Anlagenbau (Besitzen die Anlagenbauer volle Auftragsbücher?). Zumindest für den Raum Schweiz ist mit einem deutlichen Anziehen des Marktes zu rechnen.
- Wechselkurs CHF/EUR: Die Rohstoffe und Anlagen werden nicht in der Schweiz abgebaut resp. hergestellt.

Ferner bestehen natürlich auch beim konkreten Projekt in der Vorstudienphase naturgemäss erhebliche Unsicherheiten. Entsprechend sind die absoluten Werte der vorliegenden Investitionskostenschätzungen und daraus resultierenden Entsorgungspreise mit Vorsicht zu geniessen. Für den Vergleich der verschiedenen HO sind sie jedoch aussagekräftig.

Sensitivitätsanalysen

Zur Überprüfung der Robustheit der Resultate wird für wichtige Annahmen eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 Die Parameter, deren Ausprägung und Sensitivität für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit.

Parameter	Basisszenario	Sensitivitätsanalyse
Fremdkapitalzins	3 %	1 bis 7 %
Eigenkapitalzins	1 %	-1 bis 5 %
Strompreis	6 Rp./kWh	4–8 Rp./kWh
Marktkehrichtpreis	CHF 80.–/t	CHF 60.– bis 130.–/t
Auslastung Anlage	Vollauslastung	Max. Abfallverfügbarkeit: 90'000 t/a

3.1.3 Resultate und Diskussion

Basisszenario

Aus den Wirtschaftlichkeitsberechnungen mittels Businessplantool resultieren für die fünf HO Annahmepreise zwischen CHF 111.–/t und CHF 158.–/t (Abbildung 5). Der günstigste Annahmepreis wird mit der 1-Linien 120'000 t Variante (HO 1.2) erreicht. Die flexible 2-Linien-Variante (HO 2.5) ist auch bei den Annahmepreisen die teuerste. Mit der Retrofit-Variante (HO 2.1) bewegt sich der Annahmepreis im Bereich des heutigen Preises von CHF 135.–/t. Bei den 1-Linien-Varianten sind die Annahmepreise tiefer als bei den 2-Linien-Varianten. Die Gründe dafür liegen hauptsächlich in den geringeren Investitionskosten, aber auch in den geringeren Betriebskosten für Personal, Unterhalt und Reinvestitionen. Aufgrund der Skaleneffekte schneidet zudem die 120'000 t Variante besser ab als die 90'000 t Variante: Mehr verbrannter Abfall erzeugt mehr Einnahmen und mehr Strom, welcher ebenfalls verkauft werden kann.

Im Vergleich zu den anderen KVA in der Schweiz bewegt sich die KVA Linth momentan etwa im Mittelfeld, jedoch eher auf der günstigeren Seite (rote Linie gegenüber gepunkteten Linien in Abbildung 5). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Preise der Konkurrenz in Zukunft sinken werden. Der Kanton Zürich gibt «seinen» vier Anlagen z. B. vor, dass die Entsorgungspreise mittelfristig auf ca. CHF 100.–/t zu sinken haben. KVA Linth ist deshalb gut beraten, ihre Konkurrenzfähigkeit im Hinblick auf diese Entwicklung zu steigern.

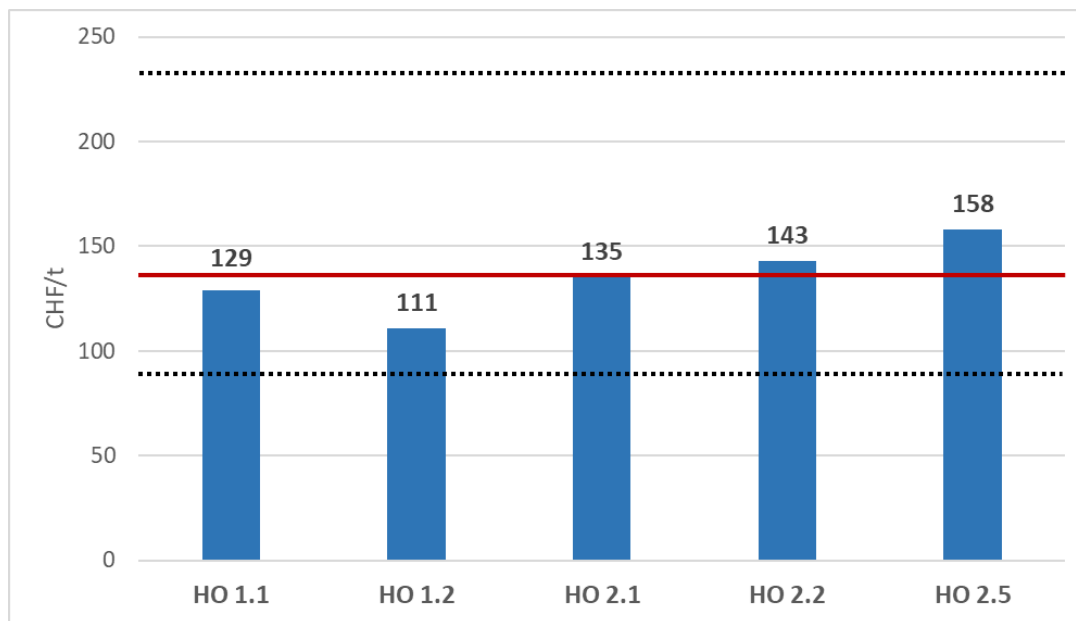


Abbildung 5 Annahmepreise (CHF/t) der fünf HO im Basisszenario. Rote Linie: Annahmepreis KVA Linth 2017, schwarze Linien: max. und min. Annahmepreis Schweizer KVA 2017.

Sensitivitätsanalyse

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen sind in Abbildung 6 dargestellt. Die Resultate zeigen sich hinsichtlich der überprüften Sensitivitäten als sehr robust (d. h. die Reihenfolge der HO bleibt unabhängig von der Entwicklung der Rahmenbedingungen gleich). HO 1.2 ist unabhängig von den getroffenen Annahmen die wirtschaftlichste.

Einzige Ausnahme bildet das Szenario «Abfallknappheit», wo die 1-Linien-Variante mit einer Kapazität von 90'000 t (HO 1.1) aus offensichtlichen Gründen (einzig richtig dimensionierte Anlage) am besten abschneidet. Allerdings erscheint dieses Szenario in Anbetracht des stetig wachsenden Abfallaufkommens als relativ unrealistisch. Dies insbesondere deshalb, da die Kapazitäten in der Schweiz eher unterproportional zum Wachstum ausgebaut werden und in Europa heute nur knapp die Hälfte der eigentlich benötigten Kapazitäten zur Verfügung stehen. In Anbetracht der grossen politischen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Bau neuer KVA ist nicht damit zu rechnen, dass sich diese Situation kurz- bis mittelfristig wesentlich ändern wird.

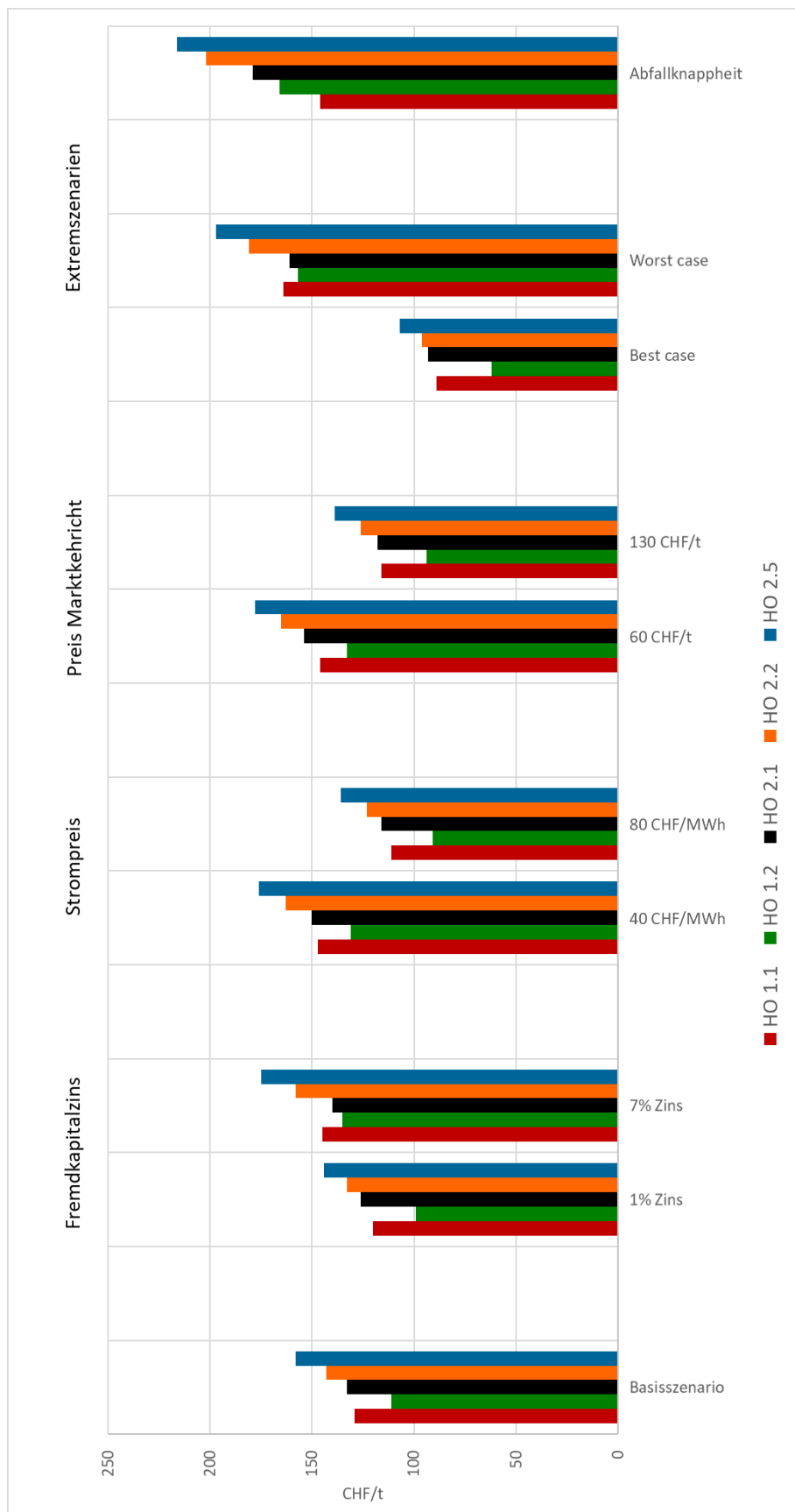


Abbildung 6 Sensitivitätsanalyse der fünf HO

Schwankungen in den untersuchten Parametern haben jedoch nicht nur auf die KVA Linth einen Einfluss, sondern betreffen alle KVA in der Schweiz gleichermassen. Somit ist anzunehmen, dass beispielsweise bei steigenden Fremdkapitalzinsen auch andere KVA ihre Entsorgungspreise erhöhen müssten. Da die KVA Linth jedoch im Verhältnis zu anderen Anlagen einen relativ grossen Anteil an Marktkehrich hat, ist sie in diesem Bereich stärker von Preisschwankungen betroffen. Das gleiche gilt für den Verkaufspreis von Strom, da die KVA Linth einen relativ hohen Anteil Strom (und vergleichsweise weit weniger Wärme) verkauft.

Der Wirtschaftlichkeitsvergleich zeigt auf, dass KVA Linth auch bei negativer Entwicklung der externen Parameter konkurrenzfähig bleiben kann, nämlich dann, wenn HO 1.2 weiterverfolgt wird.

3.2 Gesamtbewertung

Mit dem Abschluss der Module 3 und 4 wurde die Gesamtbewertung der Handlungsoptionen um konkrete Angaben zur Wirtschaftlichkeit, ENE und Bewilligungsfähigkeit ergänzt. Die restlichen Kriterien wurden bereits im Rahmen des Moduls 2 bewertet. Die Gesamtbewertung aller fünf Handlungsoptionen ist in Abbildung 7 dargestellt.

		HO 1.1 90 kt 1L	HO 1.2 120 kt 1L	HO 2.1 113 kt 2L „Retrofit“	HO 2.2 120 kt 2L „1:1“	HO 2.5 120 kt 2L „Flexibel“
Wirtschaftlichkeit	Entsorgungspreis	😊/😊	😊	😊	😊/😊	😊
	Investitionszyklus	😊	😊	😊	😊	😊
Leistungserfüllung	Entsorgungssicherheit	😊/😊	😊/😊	😊	😊	😊
	Bewilligungsfähigkeit	😊	😊	😊/😊	😊	😊/😊
Umwelt	Energienutzung	😊	😊	😊	😊/😊	😊/😊
	Verkehr	😊	😊	😊/😊	😊	😊
Politische Akzeptanz	Standortgemeinde	😊/😊	😊/😊	😊	😊	😊
	Verbandsgebiet	😊/😊	😊	😊	😊	😊/😊
Betrieb		😊	😊	😊	😊	😊

Abbildung 7 Gesamtbewertung und Vergleich der fünf HO

Die 1-Linien-Varianten schneiden nicht nur bei der Wirtschaftlichkeit (Entsorgungspreis und Investitionszyklus) besser ab als die 2-Linien-Varianten, sondern auch bei der Energienutzung und dem Betrieb der Anlage.

Einzig bei der Entsorgungssicherheit schneiden die 2-Linien-Varianten besser ab, da die Redundanz bei zwei Linien klar besser ist als bei einer Ofenlinie. Moderne Anlagen, welche dem

aktuellen Stand der Technik entsprechen, funktionieren jedoch ausreichend zuverlässig, um im Verbund mit anderen Anlagen eine sehr gute Entsorgungssicherheit zu gewährleisten.

Die Retrofit-Variante schneidet insgesamt deutlich am schlechtesten ab. Neben dem sehr kurzen Investitionszyklus wird auch der Betrieb der Anlage als aufwändig und zeitintensiv beurteilt. Bei der Retrofit-Variante kann zudem der gesetzlich vorgeschriebene ENE nicht erreicht werden. Um die Anlage bei dieser Variante gesetzeskonform aufzurüsten, wären weitere CHF 25 Mio. für die Nachrüstung bestehender Anlageteile nötig.

Die politische Akzeptanz beruht auf einer Momentaufnahme der Betriebskommission (ohne Kenntnisse zum Wirtschaftlichkeitsvergleich) und muss deshalb etwas relativiert werden.

4. Fazit und Empfehlung TBF

Nachfolgende werden die wichtigsten Erkenntnisse aus der Detailevaluation kurz zusammengefasst:

Der **Wirtschaftlichkeitsvergleich** hat klare und bezüglich der getroffenen Annahmen (Zinssätze, Strompreis, Preise für Marktkehricht) robuste Resultate ergeben. HO 1.2 ist die mit Abstand wirtschaftlichste Variante, gefolgt von der zweiten 1-Linien-Variante (HO 1.1). Einzig HO 1.2 ermöglicht aber eine deutliche Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der KVA Linth, allenfalls ist sogar eine Senkung des Annahmepreises denkbar. In Anbetracht der starken Marktexposition von KVA Linth (grosser Anteil Marktkehricht) ist dies absolut zentral.

Auch **aus betrieblicher Sicht** sind die 1-Linien-Varianten optimal, da nur noch eine Linie betrieben werden muss und ab Inbetriebnahme KVA Linth 2025 die gesamte Anlage auf dem neuesten Stand der Technik sein wird. Nach dem Rückbau von Ofenlinie 1 steht für den langfristigen Ersatz der neuen Ofenlinie 2 ferner ein Reserveplatz zur Verfügung.

Bezüglich **Redundanz** müssen bei den 1-Linien-Varianten im Vergleich zu den 2-Linien-Varianten Abstriche gemacht werden. Die Entsorgungssicherheit wird aber trotzdem als gut eingeschätzt, da insbesondere der VTV Ostschweiz eine zuverlässige Abfallentsorgung gewährleistet.

Projekt KVA Linth 2025 bietet ferner die grosse Chance, die neuen **ENE-Vorgaben des Bundes** auf einen Schlag und ohne Abhängigkeit von Dritten erfüllen zu können. Alle HO mit Ausnahme von HO 2.1 (Retrofit) bieten diese Chance.

Gestützt auf die obigen Ausführungen empfiehlt TBF + Partner AG der Betriebskommission der KVA Linth die Weiterverfolgung von HO 1.2 (1 Linie, 120'000 t/a).

TBF + Partner AG
Planer und Ingenieure

Verfasser:

Martin Theiler, Projektleiter
Susanne Haag, Projektleiterin Stv.
Markus Wieduwilt, Experte Verfahrenstechnik

Grundlagenverzeichnis

- [1] KVA Linth 2017: Geschäftsbericht 2016/2017
- [2] Ramboll 2016: Tarifmodell Fernwärme KVA Linth, Präsentation vom 04. April 2016
- [3] Ramboll 2016: Strategische Planung Ersatz Feuerung und Kessel Linie 2 KVA Linth, Version 110 vom 17. November 2016
- [4] Ramboll 2016: Technisches Konzept Ersatz Feuerung und Kessel Linie 2 KVA Linth, Version 100 vom 18. November 2016
- [5] Ramboll 2017: LIN039 Handlungsoptionen 100, Excel-Datei vom 17. November 2017
- [6] Ramboll 2017: Erweiterte Handlungsoptionen KVA Linth, Präsentation, Version 200 (ohne Datum) und Erläuterungen zur Schlusspräsentation, Version 100 vom 17. November 2017
- [7] TBF + Partner AG 2017: KVA Linth 2025 – Modul 1, Ist-Analyse KVA Linth, Version 1.0 vom 02. Februar 2017
- [8] TBF + Partner AG 2017: KVA Linth 2025 – Modul 2, Grobevaluation Handlungsoptionen, Version 1.0 vom 07. August 2017
- [9] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA), vom 01. Januar 2018

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht über die fünf vielversprechendsten Handlungsoptionen, welche anschliessend in den Modulen 3 und 4 vertieft untersucht wurden.	5
Tabelle 2	Lieferumfang der fünf HO	8
Tabelle 3	Inputdaten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit	11
Tabelle 4	Die Parameter, deren Ausprägung und Sensitivität für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit.	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Schematische Darstellung Strategieprozess «KVA Linth 2025»	4
Abbildung 2	Übersicht Kosten Handlungsoptionen in Mio. CHF [6]	8
Abbildung 3	Potentiell möglicher ENE mit der Umsetzung verschiedener Massnahmen	9
Abbildung 4	Berechnungsmodell Wirtschaftlichkeit der TBF + Partner AG	10
Abbildung 5	Annahmepreise (CHF/t) der fünf HO im Basisszenario. Rote Linie: Annahmepreis KVA Linth 2017, schwarze Linien: max. und min. Annahmepreis Schweizer KVA 2017.	13
Abbildung 6	Sensitivitätsanalyse der fünf HO	14
Abbildung 7	Gesamtbewertung und Vergleich der fünf HO	15