

Machbarkeitsanalyse für eine Biogasanlage im Gebiet Liechtenstein, Rheintal, Sargans-Werdenberg

Kurzfassung des Schlussberichts

Impressum

Schlussbericht:

Auftraggeber und Projektpartner	Axpo Power AG Hydroenergie & Biomasse Energieagentur St. Gallen GmbH Energiefachstelle Liechtenstein GRAVAG Energie AG Liechtensteinische Gasversorgung St. Galler Stadtwerke Verein für Abfallentsorgung
Förderung	Das Projekt wird durch die Projektpartner mit Unterstützung des Kantons St. Gallen finanziert
Auftragnehmer	Klaus Büchel Anstalt (KBA) Ingenieurbüro für Agrar- & Umweltberatung, Mauren
Projektleitung	Klaus Büchel
Projektbearbeitung	Dr. Alexander Heim, Klaus Büchel, Stefan Zeller, Dr. Florian Bernardi

Erstellt 26.01.2022

Alle Rechte vorbehalten: © KBA [Klaus Büchel Anstalt]

Kurzfassung:

Verfasst durch	Energieagentur St.Gallen GmbH Kornhausstrasse 25 9000 St.Gallen
Autor	Daniel Wittenwiler
Herausgeber	Energiefachstelle Liechtenstein Energieagentur St.Gallen GmbH

Version 1

St. Gallen, 7. Juli 2022

Inhalt

1. Zusammenfassung	3
2. Einleitung	4
3. Potenzial	5
4. Standortsuche	9
5. Anlagenkonzept	12
5.1. Anlagentyp.....	12
5.2. Logistik.....	12
5.3. Energiebilanz.....	13
5.4. Optimierungsmöglichkeiten.....	15
6. Fazit	16

1. Zusammenfassung

In der Region Liechtenstein, Rheintal, Sargans-Werdenberg ist ausreichend Potenzial an biogenen Abfällen vorhanden, um eine Trockenvergärungsanlage mit einer Kapazität von 30'000 t/a zu betreiben. Der Grossteil des zur Verfügung stehenden Substrats (hauptsächlich Haushaltsgrünabfälle, sowie Abfälle aus Gartenbau und Landschaftspflege, sowie Hofdünger und Abfälle aus der Lebensmittelverarbeitung) stammt aus Werdenberg und Liechtenstein und wird heute zum grössten Teil kompostiert. Für diese Lösung wird innerhalb der nächsten 10 – 20 Jahre eine Alternative gefunden werden müssen, da die Kompostieranlage Ceres des Vereins für Abfallentsorgung Buchs (VfA) Buchs am jetzigen Standort wahrscheinlich langfristig nicht weiterbetrieben werden kann (Rheinaufweitung). Wenn das verfügbare Substrat vergoren und das entstehende Gas aufbereitet wird, kann daraus Biogas in Erdgas-Qualität mit einem Energiegehalt von rund 13 GWh pro Jahr gewonnen werden. Dies entspricht 0.35 % des Potenzials für einspeisbares Biogas in der Schweiz (3.7 TWh gemäss einer Studie im Auftrag der Konferenz Kantonaler Energiefachstellen). Mit dieser Gasmenge könnte die heutige Gasversorgung von rund 900 Einfamilienhäusern (ca. 3'600 Personen) sichergestellt werden. Gleichzeitig würden die bestehenden offenen Kompostieranlagen überflüssig, was sich günstig auf die Treibhausgas- und Geruchsemissionen auswirken würde. Die Investitionskosten für den Bau einer Anlage in dieser Grössenordnung belaufen sich auf 30 – 40 Mio. CHF.

In Schaan (FL) und Rütli (SG) befinden sich zwei potenziell geeignete Anlagenstandorte. Der Standort Schaan zeichnet sich durch eine zentrale Lage und eine gute Verkehrsanbindung aus. Zudem steht CO₂-neutrale Fernwärme zur Deckung des Wärmebedarfs zur Verfügung. Nachteilig sind die Eigentumsverhältnisse. Ein Teil des Baulands muss von privaten Eigentümern erworben werden, da die Fläche der gemeindeeigenen Parzelle für eine Realisierung nicht ausreicht.

Am Standort Rütli ist ausreichend Platz vorhanden. Das Bauland befindet sich im Eigentum der Axpo. Der Standort ist verkehrstechnisch ebenfalls gut erschlossen, liegt jedoch am nördlichen Rand des Haupteinzugsgebiets. Dies resultiert in einem höheren Transportaufwand für die Substratanlieferung. Zudem ist die Wärmeversorgung aufwändiger, da keine externe Wärmequelle vorhanden ist. Da der Standort aktuell als Fruchtfolgefläche ausgeschieden ist, ist mit einem aufwändigeren Bewilligungsverfahren zu rechnen als am Standort Schaan. Dort ist zwar eine Umzonierung von Landwirtschafts-

boden erforderlich; diese ist jedoch im kommunalen Richtplan bereits vorgesehen. Am Standort Schaan wird mit einer Realisierungsdauer von 6 – 10 Jahren; am Standort Rüthi von 8 - 12 Jahren gerechnet.

Die Energiebilanz zeigt, dass rund die Hälfte der generierten Energie für den Betrieb der Anlage aufgewendet werden muss. 40 % entfallen dabei auf den Strom- und Wärmebedarf der Anlage, und 5 bis 10 % auf die Transporte von Substrat und Reststoffen. Die Aufbereitung des erzeugten Biogases für die Einspeisung ins Gasnetz hat gegenüber der direkten Stromerzeugung den Vorteil, dass Gas eine besser speicherbare Energieform darstellt als Elektrizität. Dazu kommt, dass Biogas als Ersatz von Erdgas für Prozesswärme eine wichtige Rolle in der Energiewende spielen dürfte. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit und dem steigenden Bedarf ist absehbar, dass die Nachfrage nach Biogas deutlich zunehmen wird.

Der Bau einer Trockenvergärungsanlage mit Methanaufbereitung bietet die Chance, das nicht genutzte energetische Potenzial der biogenen Abfälle in der Region Liechtenstein, Rheintal, Sargans-Werdenberg zu erschliessen. Mit dieser Anlage lässt sich erneuerbare und speicherbare Energie erzeugen. Im Vergleich zur heutigen Situation (offene Kompostierung der biogenen Abfälle) werden die Emissionen von geruchsintensiven und klimaschädlichen Gasen stark reduziert.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Realisierung mit mehreren Unsicherheiten verbunden ist. Hierzu gehört zum einen die Realisierungsdauer, die sich aufgrund der Bewilligungsverfahren nicht genau vorhersagen lässt, aber voraussichtlich rund ein Jahrzehnt betragen wird. Zum zweiten wird der Absatz des Gärguts in der Region eine Herausforderung darstellen, die in der Detailplanung berücksichtigt werden muss. Ausserdem ist eine Anlage dieser Grössenordnung nur realisierbar, wenn die Akzeptanz in der Bevölkerung vorhanden ist. Daher muss frühzeitig und proaktiv kommuniziert werden.

2. Einleitung

Das energetische Potenzial der Biomasse-Abfälle in der Region Liechtenstein, Rheintal, Sarganserland-Werdenberg wird bisher nicht voll ausgeschöpft. Es besteht die Absicht, das vorhandene Biomassepotenzial möglichst umfassend zu erschliessen und energetisch zu verwerten. Die energetische Nutzung der Biomasse-Abfälle erfordert hohe Investitionen. Ein entsprechender Grundsatzentscheid benötigt eine solide Entscheidungsgrundlage. Zweck dieser Studie ist es, diese Entscheidungsgrundlagen bereitzustellen. Dazu ist es in einem ersten Schritt nötig, das vorhandene Potenzial und seine geographische Verteilung zu bestimmen, sowie die Eignung für die energetische Nutzung zu ermitteln. In der Folge sollen geeignete mögliche Standorte identifiziert und ein Grobkonzept für die Anlage inklusive einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erstellt werden.

Die Motivation zur Nutzung des energetischen Potenzials der Biomasse-Abfälle liegt darin, lokale erneuerbare Energien verfügbar zu machen, die Energieversorgung zu diversifizieren und die Abhängigkeit zu Reduzieren.

Die Machbarkeitsanalyse wurde im Januar 2022 fertiggestellt. Der, durch den Ukraine Krieg ausgelöste Anstieg der Energiepreise, sowie ein stärkerer Fokus auf die Versorgungssicherheit, wurden daher noch nicht berücksichtigt. Diese beiden Punkte haben grossen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und die Investitionsbereitschaft, jedoch nicht auf die nachfolgend beschriebene Analyse des Potenzials, die Standortevaluation oder das Anlagenkonzept.

3. Potenzial

Bei der Potenzialanalyse wird darauf geachtet, dass keine bestehenden Anlagen konkurrenziert werden. So wird vom Gesamtpotenzial, das 115'000 t/a beträgt, das bereits genutzte Potenzial von 31'700 t/a abgezogen. Das resultierende freie Potenzial (83'000 t/a) wird wiederum aufgeteilt in verfügbares (38'000 t/a) und unsicheres (45'000 t/a) Potenzial. Das verfügbare Potenzial steht für die Menge, welche mit vorhandenen Zahlen nachgewiesen werden konnte. Das unsichere Potenzial steht für die Menge, welche aus Abschätzungen ermittelt wurde, oder deren aktuellen Verwertungswege nicht bekannt sind. Für die weiteren Betrachtungen werden lediglich die sicher verfügbaren biogenen Abfälle betrachtet, welche sich für die Trockenvergärung eignen. Damit verbleibt ein Potenzial von 29'000 t/a, das als sicher verfügbar und für die Trockenvergärung geeignet bezeichnet werden kann. Mit einer entsprechenden Biogasanlage lässt sich daraus 1.4 Mio. m³ Methan mit einem Energiegehalt von 13 GWh erzeugen.

Die systematische Übersicht der Potenziale ist in Abbildung 1 dargestellt. Eine detaillierte Aufstellung des Methanertrags der Substrate, aufgeteilt in verfügbar und unsicher, sowie Verwertung in einer Trocken- oder Nassvergärung, ist in Abbildung 2 zu finden.

Die Verteilung des «Gesamtpotenzials» bzw. des «verfügbaren Potenzials für die Trockenvergärung» auf die Gemeinden, ist der Abbildung 3 und Abbildung 4 zu entnehmen.

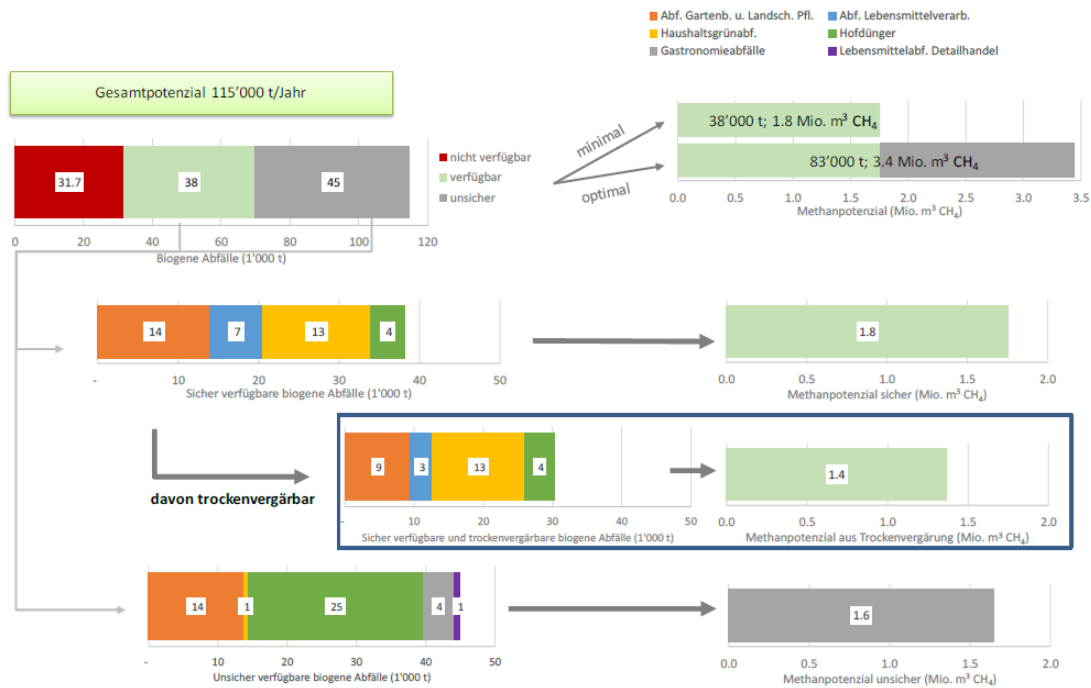


Abbildung 1 Überblick über die Ergebnisse der Potenzialanalyse

Substrat	Freies Potenzial (max.)	Potenzial für		Differenz	
		Trockenvergärung	Nassvergärung	Nur trockenvergärbar	Nur nassvergärbar
Haushaltsgrünabfälle	797	797	637	160	---
davon verfügbar	763	763	637	160	---
davon unsicher	34	34	0	0	---
Abfälle aus Gartenbau und Landschaftspflege	910	683	228	455	---
davon verfügbar	459	312	115	197	---
davon unsicher	451	371	113	258	---
Abfälle aus der Lebensmittelverarbeitung	365	255	365	---	110
davon verfügbar	365	122	174	---	52
davon unsicher	0	133	191	--	58
Hofdünger	1059	1'059	0	1059	---
davon verfügbar	168	168	0	168	---
davon unsicher	891	891	0	891	---
Lebensmittelabfälle aus Detailhandel	39	27	39	---	12
davon verfügbar	0	0	0	---	0
davon unsicher	39	27	39	---	12
Gastronomieabfälle	269	188	269	---	81
davon verfügbar	0	0	0	---	0
davon unsicher	269	188	269	---	81
TOTAL	3'439	3'009	1'538	1'674	203
davon verfügbar	1'789	1'365	926	491	52
davon unsicher	1'650	1'644	612	1'183	151

Abbildung 2 Potenzial für Methanertrag bei verschiedenen Vergärungsverfahren (in 1'000 m³ CH₄, gerundet)

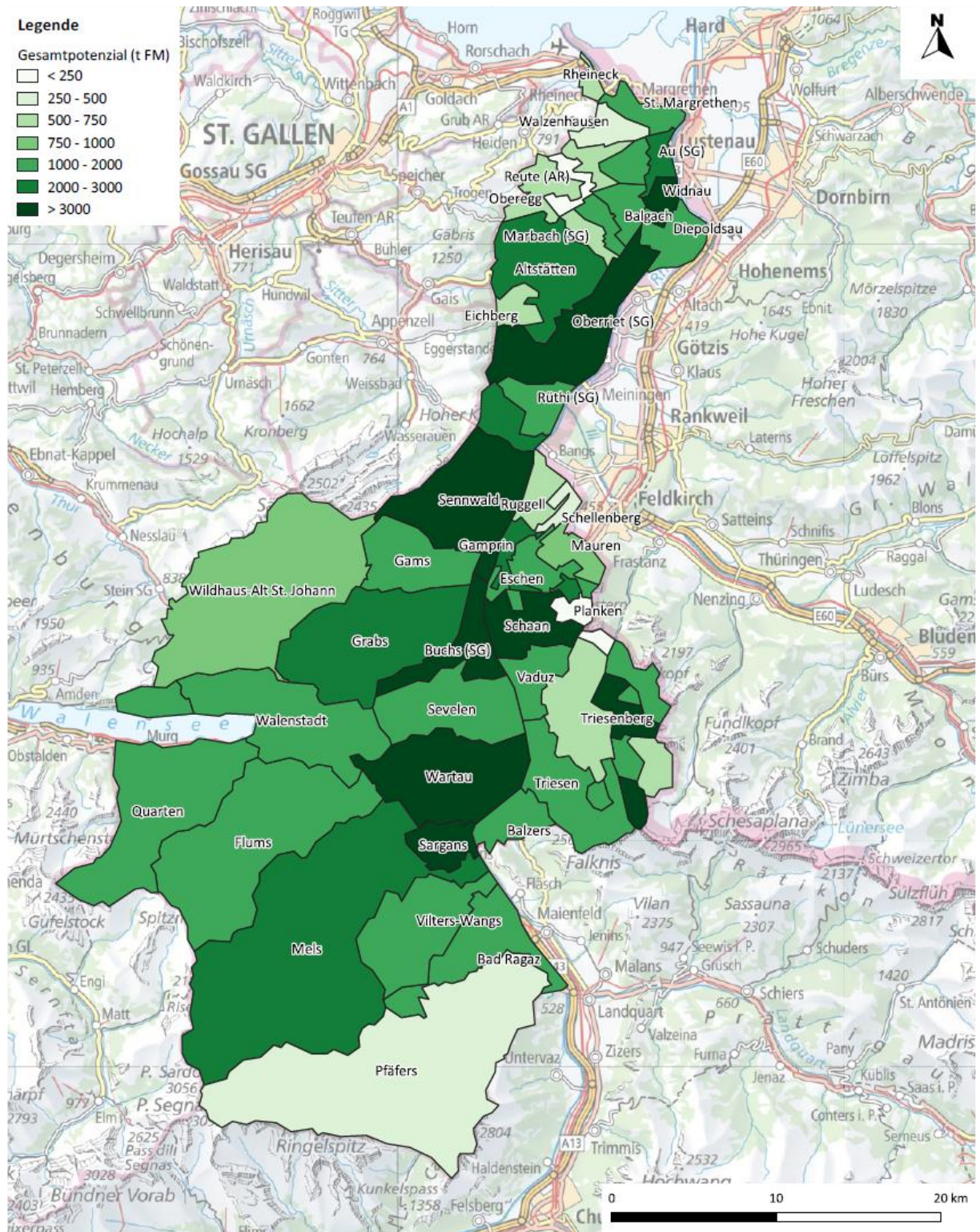


Abbildung 3 Übersichtsplan Gesamtpotenzial

Legende

Verfügbares Potenzial für Trockenvergärung (t FM)

- < 250
- 250 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 3000
- > 3000

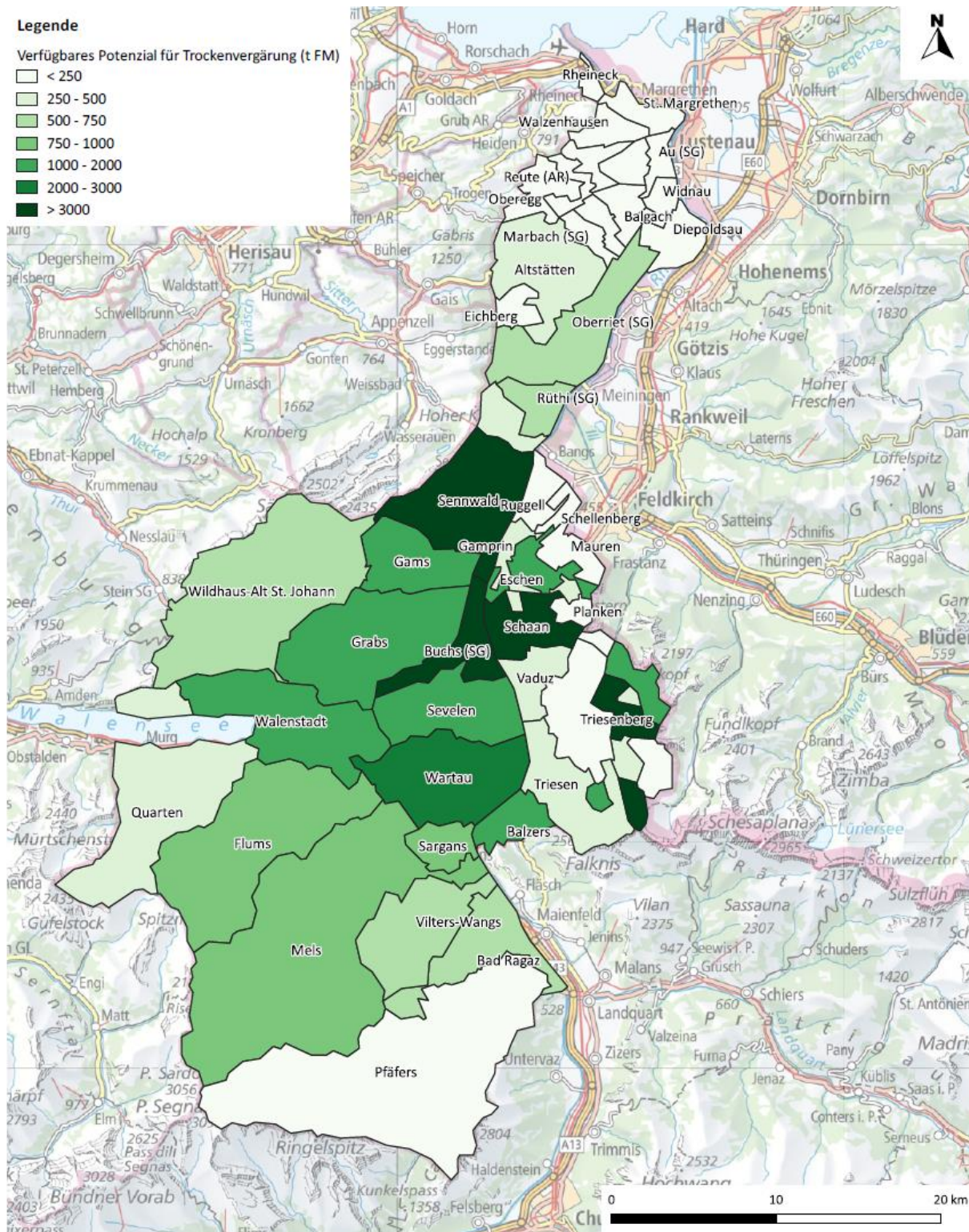


Abbildung 4 Übersichtsplan Verfügbares Potenzial für Trockenvergärung

4. Standortsuche

Die Standortauswahl erfolgte in mehreren Schritten. Im ersten Schritt wurden die Kriterien für die Standortvorauswahl und die anschließende Bewertung festgelegt. Im Rahmen einer Vorauswahl wurden mit Hilfe von vier Kriterien mögliche Standorte im Projektgebiet identifiziert. Die Kriterien waren:

- Entfernung von Autobahnausfahrt < 3 km Luftlinie
- Lage in Gewerbe- / Industriezone oder üG, Reservezone
- Zusammenhängende Fläche > 10'000 m²
- Mind. 300 m von Siedlung entfernt

Die Projektpartner hatten die Möglichkeit, zusätzliche Standorte für die weitere Prüfung vorzuschlagen. Daraus ergab sich eine Standort-Vorauswahl mit 11 Standorten (Siehe Abbildung 5).

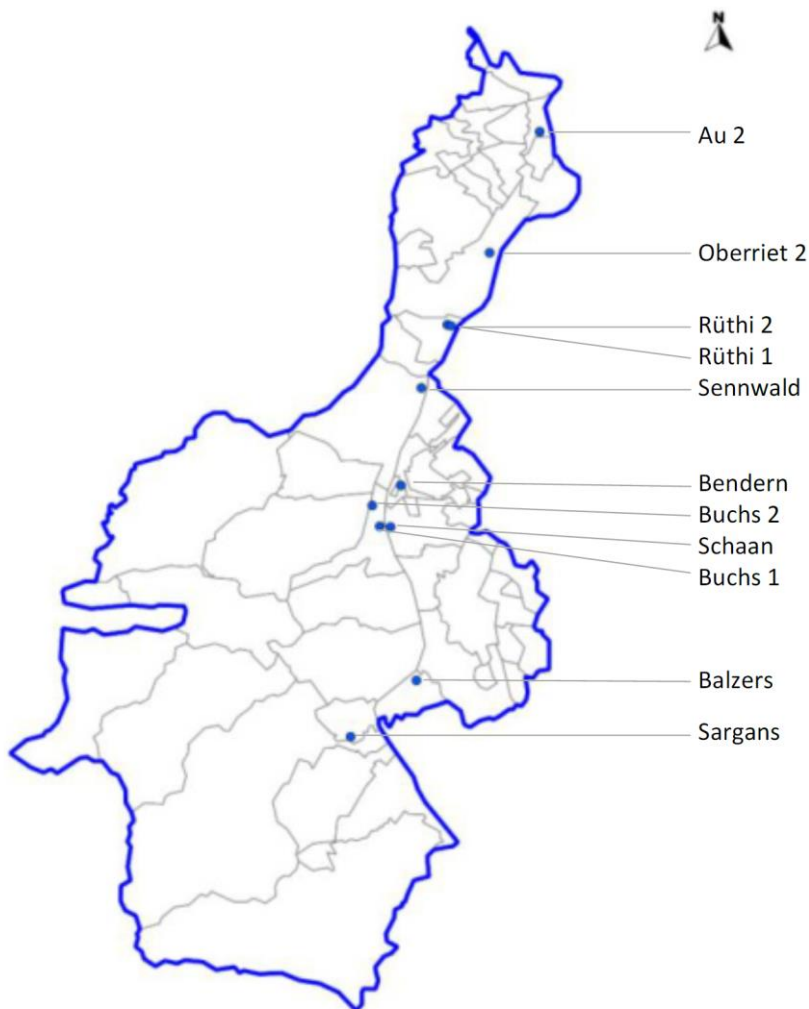


Abbildung 5 Standort-Vorauswahl

Diese 11 Standorte wurden im nächsten Schritt anhand eines Kriterienkatalogs (Abbildung 6) bewertet. Der Kriterienkatalog umfasste vier Bewertungskriterien. Je Bewertungskriterium wurden 2 – 5 Bewertungsgrößen mit jeweils 0 – 2 Punkten beurteilt, so dass die maximal mögliche Punktzahl je Bewertungskriterium zwischen 4 und 10 Punkten betrug. Insgesamt konnten höchstens 30 Punkte erreicht werden.

Bewertungs-kriterium	Bewertungsgrößen
Erschliessung	<ul style="list-style-type: none"> Entfernung von Autobahnausfahrt (Luftlinie) Tats. Fahrstrecke zur Autobahnausfahrt Distanz zur nächsten Gasleitung Mit Gasleitung zu umgehende Hindernisse Mit Gasleitung zu querende Hindernisse
Transportauf-wand	<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittliche Transportdistanz Anlieferung (Basis freies Massenpotenzial) Max. Verwertungspotenzial für Gärgut im Umkreis von 10 km (düngbare Fläche; 25 t/3 Jahre)
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> Nähe Kompostieranlage Möglichkeit Abwärmenutzung Möglichkeit Einbindung in bestehende Strukturen Potentiell vorhandene Basisauslastung durch Verursacher in Anlagennähe
Raumplanung	<ul style="list-style-type: none"> Zonenkonformität Zusammenhängende freie Fläche am Standort Zusätzlich vorhandene Platzreserven Vorbelastung des Standorts

Abbildung 6 Übersicht über die Kriterien für die Standortbewertung

Die fünf besten Standorte waren Bendern, Buchs 1 + 2, Rüthi 2 und Schaan. Für diese wurden ergänzende Abklärungen durchgeführt. Die Standorte Bendern und Buchs 1 + 2 musste verworfen werden, da die Standortgemeinden oder Eigentümer die Grundstücke bereits für andere Nutzungen vorgesehen haben. Es resultieren zwei definitive Standortvorschläge (Schaan und Rüthi 2), an denen eine Realisierung aus heutiger Sicht vorstellbar ist. Die beiden Standorte sind in nachfolgender Abbildung 7 zusammenfassend beschrieben.

Aspekt	Schaan	Rüthi
Geographische Lage (Kartenausschnitt)		
Zonenplan	Landwirtschaftszone 1	Übriges Gemeindegebiet
Richtplanung	Zone für öffentliche Bauten und Anlagen ⁴⁹	Fruchtfolgeflechte ⁵⁰
Fruchtfolgeflechte	nein ⁵¹	Ganzer Standort
Aktuelle Nutzung	Landwirtschaft	Landwirtschaft

Aspekt	Schaan	Rüthi
Wasserschutzgebiete	Grundwasserschutzgebiet Gewässerschutzgebiet Au	Westlicher Bereich: Gewässerschutzgebiet Ao und Au überlagert Östlicher Bereich: Gewässerschutzgebiet Au
Naturschutzinventare	Kein Eintrag	Kein Eintrag
Eigentums- und Platzverhältnisse	<ul style="list-style-type: none"> • 0.9 ha im Eigentum Gemeinde Schaan • Parzellen im Norden in Privateigentum Parzelle im Westen Gemeinde Schaan 	6 ha zusammenhängende Fläche im Eigentum AXPO
Natürliche Grenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Windschutzstreifen im Norden • Binnenkanal im Osten • Hauptstrasse im Süden • Gehölzbestand (Auenwald) im Westen 	<ul style="list-style-type: none"> • Werdenberger Binnenkanal im Westen • Bahnlinie im Osten • Gemeindestrassen 3. Klasse im Norden, Westen, Süden und Osten
Erschliessung (Verkehr)	<ul style="list-style-type: none"> • Rund 0.5 km östlich Autobahnausfahrt Buchs • Zufahrt von gegenüberliegender Seite möglich (Unterquerung Hauptstrasse vorhanden) • keine Durchquerung einer Siedlung nötig 	<ul style="list-style-type: none"> • Knapp 2 km südlich der Autobahnausfahrt Oberriet • direkte Zufahrt (je nach Lage) möglich • keine Durchquerung einer Siedlung nötig
Erschliessung (Gasleitungen)	Hoch- und Mitteldruckleitung vorhanden	Ferngasleitung (Hochdruck) vorhanden
Wärmeversorgung	Verlauf Fernwärmeleitung entlang Standort	Keine nutzbare Wärmequelle bekannt; für eine eigene Wärmeerzeugung muss mit höheren Kosten gerechnet werden
Entfernung zur Siedlung	300 m zum Siedlungsrand; einzelne Häuser näher	Siedlungsrand Rüthi ca. 700 m entfernt; Weiler Hirschsprung mit mehreren Wohnhäusern 250 – 350 m entfernt
Vorbelastung	Auf der gegenüberliegenden Strassenseite befindet sich das Betriebszentrum der Liechtensteinischen Post	Fläche stellt eine Erweiterung des bestehenden Industriegebiets nach Nord-Osten dar
Notwendige Massnahmen Raumplanung	Zonenplan-Anpassung	Richtplan-Anpassung Zonenplan-Anpassung Kompensation des Verlustes an Fruchtfolgeflächen ⁵²
Erschliessungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> • Zufahrt zum Grundstück • Werkleitungen (Elektrizität, Gas, Fernwärme, Wasser, Abwasser, Telekommunikation) von gegenüberliegender Industrie (Post) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zufahrt zum Grundstück • Werkleitungen (Elektrizität, Gas, Fernwärme, Wasser, Abwasser, Telekommunikation) vom angrenzenden Industriegebiet
Möglichkeit zur Einbindung in bestehende Strukturen	Kompostierplatz Ceres des VfA Buchs in 3.8 km Entfernung	Bestehender Sammelplatz in 0.5 km Entfernung
Strategische Lage	<ul style="list-style-type: none"> • Nahe bei geographischem Schwerpunkt des verfügbaren Potenzials gelegen • Transportaufwand Substratanlieferung ca. 390'000 Tonnen-Kilometer • Geschätzte Fahrstrecke (Hin- und Rückfahrt): 277'000 km, davon 181'000 km durch Klein-LKW (Durchschnitt 1.1 t) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rund 10 km nördlich des geographischen Schwerpunkts des verfügbaren Potenzials gelegen • Transportaufwand Substratanlieferung ca. 723'000 Tonnen-Kilometer • Geschätzte Fahrstrecke (Hin- und Rückfahrt): 525'000 km, davon 338'000 km durch Klein-LKW (Durchschnitt 1.1 t)
Verwertungsmöglichkeiten für Reststoffe	Grosse Landwirtschaftsflächen in nächster Umgebung, v.a. in den Gemeinden Schaan, Gamprin, Eschen, Buchs, Grabs, Sevelen.	Geringes Potenzial in direkter Umgebung, aber grössere Landwirtschaftsflächen im Raum Oberriet – Altstätten, ca. 5 km nördlich
Ergebnis Sondierungsgespräch	Gemeindevorsteher steht dem Projekt positiv gegenüber	Gemeindepräsidentin ist dem Projekt gegenüber aufgeschlossen Gemeinde beabsichtigt eine Überarbeitung des Richtplans
Erwartete Realisierungsdauer bis Inbetriebnahme Biogasanlage	6 – 10 Jahre	8 - 12 Jahre
Vorteile / Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Lage im Einzugsgebiet • Geringerer Transportaufwand • Günstigere Energiebilanz • Wärmequelle vorhanden • Evtl. kürzere Realisierungsdauer möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Platzreserven • Bauland im Eigentum AXPO • Bereitschaft AXPO für Projektierung Vergärungsanlage an dem Standort
Nachteile / Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Platzverhältnisse begrenzt • Bauland teilweise in Privateigentum • Anpassung Zonenplan notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Periphere Lage zum Einzugsgebiet • Höherer Transportaufwand • ungünstigere Energiebilanz • Keine externe Wärmequelle vorhanden • Voraussichtlich längere Realisierungsdauer • Anpassung Richt- und Zonenplan notwendig • Kompensation Fruchtfolgeflächen erforderlich

Abbildung 7 Beschreibung der Standorte

5. Anlagenkonzept

5.1. Anlagentyp

Beim freien Substratpotenzial handelt es sich im Wesentlichen um Haushaltsgrünabfälle, um Abfälle aus Gartenbau und Landschaftspflege und um festen Hofdünger. Für solches Substrat wird mit Trockensubstanzgehalten zwischen 30 % und 45 % gerechnet. Damit eignet sich das Substrat für eine Trockenvergärung.

Eine Trockenvergärung kann prinzipiell im Batch-Verfahren oder kontinuierlich durchgeführt werden. Moderne industrielle Grossanlagen nutzen das kontinuierliche Verfahren mittels Pfropfenstrom-Fermenter. Dabei wird das Substrat mit einer konstanten Geschwindigkeit durch den Fermenter bewegt. Es findet keine Durchmischung von frischem und vergorenem Substrat statt und alles Substrat weist die gleiche Verweildauer im Fermenter auf.

Falls die Anlage gewerbliche Speisereste verarbeitet, sind zusätzliche Verfahrensschritte zur Hygienisierung notwendig. Da die Anlage aufgrund der Ergebnisse der Potenzialanalyse auf Haushaltsgrünabfälle und aus Gartenbau und Landschaftspflege ausgerichtet ist, wird empfohlen, auf die Annahme von gewerblichen Speiseresten grundsätzlich zu verzichten. Dadurch entfällt der mit der Hygienisierung verbundene Investitions- und Betriebsaufwand. Zudem ist der Markt für die Verwertung gewerblicher Speisereste bereits stark umkämpft und es soll keine zusätzliche Konkurrenz zu bestehenden Anlagen geschaffen werden.

5.2. Logistik

Aufgrund der räumlichen Nähe des Standorts Schaan zur bestehenden Kompostieranlage des VfA Buchs, der bisher den Grossteil des verfügbaren Potenzials verarbeitet, wären dort nur geringfügige Anpassungen der Logistikprozesse erforderlich. Die Anlieferung der Haushaltsgrünabfälle würde neu am Standort der Biogasanlage statt an der Kompostieranlage des VfA Buchs angeliefert. Die Transportdistanzen sind in diesem Fall für die meisten Gemeinden etwas kürzer, aufgrund der geringeren Entfernung von der Autobahnausfahrt. Gleiches gilt für die gewerblichen und privaten Direktanlieferungen von Abfällen aus Gartenbau und Landschaftspflege sowie von Hofdünger.

Der Standort Rüthi erfordert aufgrund der peripheren Lage einen höheren logistischen Aufwand. Die Transportdistanzen wären für die meisten Abfälle höher als heute. Insbesondere für Kleinanlieferer wäre der Standort aufgrund der längeren Transportdistanzen weniger attraktiv. Möglicherweise würde es dadurch zu Verschiebungen in der Herkunft und Menge der Abfälle aus Gartenbau und Landschaftspflege kommen.

Um die Anlieferung der Abfälle aus Gartenbau und Landschaftspflege zu optimieren, würde sich anbieten, 3 - 4 zusätzliche Sammelpunkte verteilt auf die weit von der Anlage entfernten Gemeinden anzubieten. Dies könnte insbesondere für die Kleinanlieferer die Attraktivität verbessern und damit die Anlieferungsmenge erhöhen. Der Transport könnte zudem energetisch effizienter organisiert werden, da viele kleine Transporte durch weniger grosse Transporte ersetzt werden könnten. Die Transportkosten von den Sammelpunkten zur Anlage müssten in diesem Fall jedoch vom Anlagenbetreiber übernommen werden.

An beiden Standorten müsste für die Abfälle aus der Lebensmittelverarbeitung, welche bisher von Landwirten für die Verfütterung abgeholt werden, neu ein Transport organisiert werden. Dies betrifft rund 3'100 t (10 % der Substratmenge).

Die Abschätzung des Energiebedarfs für die Substratanlieferung und die Verwertung der Reststoffe ist Abbildung 8 und Abbildung 9 zu entnehmen.

Kategorie	Menge (t, gerundet)	t je Fahrt	Anz. Fahr- ten/Jahr	bisher ⁷⁷	Schaan	Rüthi
				km	km	km
Haushaltsgrünabfälle	13'400	5	2'678	87'200	75'500	159'100
Abfälle aus Gartenbau und Landschaftspflege	9'500	1.1	8'602	161'500	181'400	338'200
Abfälle aus der Lebensmittel- verarbeitung	3'100	10	315	4'900	5'200	15'000
Hofdünger	4'300	10	427	17'000	15'100	12'900
TOTAL	30'300		12'022	270'600	277'200	525'200
Treibstoffverbrauch ⁷⁸ (MWh)				541	554	1'050

Abbildung 8 Abschätzung Energiebedarf für die Substratanlieferung einer 30'000 t-Anlage

Reststoff	Menge (t, gerundet)	t je Fahrt	Anz. Fahr- ten/Jahr	bisher ⁷⁹	Schaan	Rüthi
				km	km	km
Gärgut fest	23'000	10	2'300	73'600	64'400	82'800
Alternativ: Kompost	18'400	10	1'840	58'900	51'500	66'200
Gärgut flüssig	3'600	10	360	3'600	3'600	3'600
TOTAL (Variante Gärgut fest)	26'500		2'650	77'100	67'900	86'300
TOTAL (Variante Kompost)	21'900		2'190	62'400	55'000	69'700
Treibstoffverbrauch ⁸⁰ (MWh), Variante Gärgut fest				154	136	173
Treibstoffverbrauch (MWh), Variante Kompost				125	110	140

Abbildung 9 Abschätzung Energiebedarf für die Verwertung der Reststoffe aus einer 30'000 t-Anlage

5.3. Energiebilanz

Zweck der Anlage ist die Nutzung des Potenzials an erneuerbarer Energie, welches in den biogenen Abfällen steckt. In der Energiebilanz wird der erwartete Energieertrag dem Energiebedarf für den Betrieb der Anlage gegenübergestellt und der Netto-Energieertrag abgeschätzt.

Der Energiebedarf der Anlage setzt sich aus dem Energiebedarf für die notwendigen Transporte und demjenigen für den Betrieb der eigentlichen Anlage zusammen. In Abbildung 8 und Abbildung 9 ist der Energiebedarf für die Transporte abgeschätzt.

Abbildung 10 zeigt die Energiebilanz einer 30'000 t-Anlage. Für die Transporte des Substrats zur Anlage und für die Abfuhr des Gärguts werden 0.7 GWh/a (Schaan) bis 1.3 GWh/a (Rüthi) aufgewendet. Dies entspricht 5.4 % resp. 10 % des erwarteten Energieertrag von 13.0 GWh/a Biogas.

Der Energiebedarf für den Anlagenbetrieb (Strom und Wärme) beträgt standortunabhängig 5.2 GWh/a. Somit verbleibt ein Netto-Energieertrag von 7.1 GWh/a in Schaan und 6.5 GWh/a in Rüthi. Dies bedeutet gegenüber der aktuellen Situation (Netto-Energieaufwand von 1.7 GWh/a) einen zusätzlichen Energieertrag von 8.8 GWh/a (Schaan), resp. 8.2 GWh/a (Rüthi).

Parameter	Schaan	Rüthi	Referenz ⁸¹
	GWh/a	GWh/a	GWh/a
Transportaufwand Anlieferung	0.6	1.1	0.5
Transportaufwand Verwertung Gärgut	0.1	0.2	0.1
Strombedarf Anlage	3.6	3.6	--
Wärmebedarf Anlage	1.6	1.6	--
Treibstoffbedarf Betrieb	-- ⁸²	--	1.1 ⁸³
Summe Energieaufwand	5.9	6.5	1.7
Brutto-Energieertrag	13.0	13.0	0
Netto-Energieertrag⁸⁴	7.1	6.5	-1.7
Verhältnis Netto- / Brutto-Energieertrag	55 %	50 %	--

Abbildung 10 Energiebilanz für eine 30'000 t-Anlage

In Abbildung 11 wird der Fokus auf den Fall der Verwendung des gewonnenen Biogases für Raumwärme gelegt. Bei dieser Betrachtungsweise zeigt sich, dass aus 1 kWh eingesetzter elektrischer Energie letztendlich rund 3.2 kWh Raumwärme erzeugt werden. Wärmepumpen erreichen ähnliche Resultate, wobei die Jahresarbeitszahl für Luft-Wasser-Wärmepumpen zwischen 2.5 und 3.5, für Grundwasserwärmepumpen bei 4 bis 5 liegt. Somit könnte die gleiche Wärmemenge auch von Wärmepumpen erzeugt werden, wobei tiefere Investitionskosten nötig wären. Es besteht jedoch nicht nur ein Bedarf zur Erzeugung von Raumwärme, sondern auch für hochwertigere Wärme, sprich höhere Temperaturen, wie sie in der Industrie benötigt werden. Diese hochwertige Wärme lässt sich mit Wärmepumpen nicht ohne weiteres erzeugen. Dazu kommen die Vorteile, dass Biogas saisonal gespeichert werden kann und bei der Verwertung der biogenen Abfälle in einer modernen Biogasanlage weniger Geruchs- und Treibhausgasemissionen entstehen, als bei einer herkömmlichen Kompostierung.

Kennzahl	Einheit	Wert
Brutto-Wärmeertrag	GWh/a	13.0
Wärmebedarf für Biogaserzeugung	GWh/a	1.6
Netto-Wärmegewinn	GWh/a	11.4
Strombedarf für Biogaserzeugung	GWh/a	3.6
Verhältnis Netto-Wärmegewinn / Strombedarf	--	3.2

Abbildung 11 Wärmebilanz

Die Energie- und Masseflüsse innerhalb der Anlage sind in Abbildung 12 dargestellt. Die erzeugten 1.3 Mio. m³ Methan haben bei einer Energiedichte von 10 kWh/m³ einen Energiegehalt von 13 GWh.

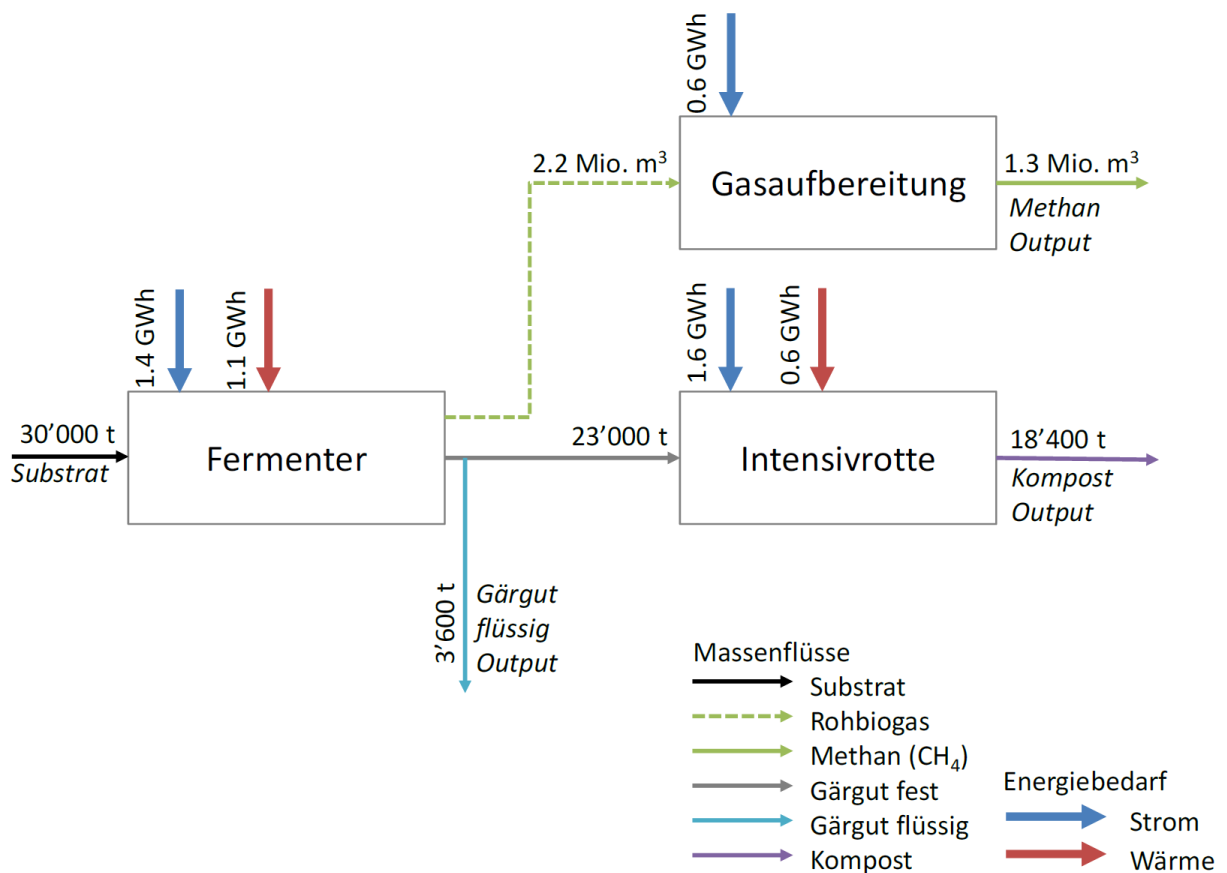


Abbildung 12 Schematische Darstellung der Energie- und Massenflüsse (Zahlen gerundet)

5.4. Optimierungsmöglichkeiten

Das entstehende Rohbiogas enthält vor der Aufbereitung einen CO₂-Anteil von rund 40 %, welches im Zuge der Gas-Aufbereitung üblicherweise als Abgas an die Atmosphäre abgegeben wird. Aufgrund der hohen Konzentration ist eine Abscheidung des CO₂ aus dem Abgas effizient möglich. Unter der Voraussetzung, dass mit dem abgeschiedenen CO₂ aus der Biogasanlage fossiles CO₂ ersetzt wird, ist eine Anerkennung als CO₂-Kompensationsprojekt möglich. In Nesselbach (AG) wird ein Pilotprojekt umgesetzt, welches das abgeschiedene CO₂ verflüssigt und als Handelsprodukt verkauft.

Der Verkauf von CO₂-Zertifikaten für die Emissionsminderung kann dieses Verfahren wirtschaftlich interessant machen.

Im Bereich der Energieversorgung bestehen Optionen für die Realisierung einer Photovoltaik-Anlage für den Eigenverbrauch, einer Solarthermieanlage zur Bereitstellung von günstiger Wärme, oder einer Kombination aus diesen beiden Lösungen. Damit können die Energiekosten optimiert und die Abhängigkeit von der Preisentwicklung auf dem Energiemarkt reduziert werden.

Potenzial zur Einsparung der Energiekosten besteht auch bei der Behandlung des festen Gärguts. Die Intensivrotte (inkl. Abluftreinigung) ist für knapp die Hälfte des Strombedarfs und ein Drittel des Wärmebedarfs verantwortlich. Dies lässt sich durch die Wahl des Verfahrens beeinflussen. Im Extremfall wäre auch ein vollständiger Verzicht auf die Nachbehandlung möglich, was aber aufgrund der Auswirkungen auf die Qualität und Menge des festen Gärguts nicht empfohlen wird.

Wird die Gasaufbereitung mittels Membrantrennverfahren durchgeführt, so entsteht Abwärme, welche für die Beheizung des Fermenters genutzt werden kann (Temperaturbereich ca. 80°C), und rund 20 % des Wärmebedarfs des Fermenters decken könnte.

Es wird Aufgabe der Detailplanung sein, die Energiebilanz unter Berücksichtigung aller Aspekte zu optimieren.

6. Fazit

Im Projektgebiet besteht das Potenzial für die Errichtung einer Biogasanlage nach dem Prinzip der Trockenvergärung. Es stehen rund 30'000 t/a Substrat zur Verfügung, welche aktuell zum grössten Teil kompostiert werden.

Für den aktuellen Standort der Kompostieranlage Ceres des VfA Buchs wird voraussichtlich innerhalb von 10 – 20 Jahren eine Alternative gefunden werden müssen. Aufgrund der langen Realisierungsdauer sind frühzeitig strategische Entscheide der betroffenen Gemeinden notwendig. Aus Gründen des Klimaschutzes und einer verantwortungsvollen Ressourcennutzung wäre es eine Lösung, das energetische Potenzial in den biogenen Abfällen zu nutzen und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Bei der derzeit praktizierten offenen Kompostierung können beim Abbau entstehende Treibhausgase wie Methan, Ammoniak und Lachgas unkontrolliert in die Umwelt entweichen. Im Vergleich dazu stellt eine moderne industrielle Biogasanlage praktisch ein geschlossenes System dar. Die Abluftreinigung reduziert das Austreten dieser hochwirksamen Treibhausgase auf ein Minimum. Im Zuge der Abluftreinigung werden auch geruchsintensive Substanzen entfernt, so dass eine industrielle Vergärungsanlage im Gegensatz zu einer offenen Kompostierung keine Geruchsbelastung darstellt. Die Investitionskosten für eine Biogasanlagen in der erforderlichen Grösse belaufen sich auf 30 – 40 Mio. CHF.

Aus technischer Sicht ist die Anlage grundsätzlich realisierbar. Das bestehende Sammelsystem für die Haushaltgrünabfälle kann weiterhin genutzt werden. Mehr als die Hälfte des Substrats wird voraussichtlich wie bisher direkt angeliefert. Falls attraktive Anlieferungsmöglichkeiten geschaffen werden (dezentrale Sammelpunkte), besteht die Chance, dass mehr Substrat als die nach jetzigen Erkenntnissen verfügbare Menge verarbeitet werden kann. Die Anlage muss über ausreichend grosse Zwischenlager verfügen, um die starken saisonalen Schwankungen in der Anlieferungsmenge und in der Nachfrage nach den Reststoffen auszugleichen. Die Detailplanung der Anlage muss insbesondere die begrenzten Absatzmöglichkeiten für die Reststoffe in der Region berücksichtigen und den Prozess dahingehend optimieren, dass wenig Reststoffe anfallen und diese eine hohe Qualität haben, um als Ersatz für Kunstdünger eingesetzt werden zu können. Da die Produktion von Kunstdünger energieaufwändig ist, wird mit seiner Einsparung ein zusätzlicher energetischer Nutzen erreicht.

Eine neue Biogasanlage könnte einen zusätzlichen Wettbewerb um Substrate verursachen. Das primär für die Trockenvergärung geeignete Substrat ist jedoch für Nassvergärungsanlagen oder Co-Vergärungen in Kläranlagen eher ungeeignet. Alle bereits energetisch verwerteten Substrate wurden zudem in der vorliegenden Studie als „nicht verfügbar“ beurteilt. Deshalb stellt die vorgeschlagene Biogasanlage für die bestehenden Anlagen keine direkte Konkurrenz dar. Aus energetischer Sicht sind zukünftige Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass das jeweilige Substrat in der dafür am besten geeigneten Anlage verwertet wird und andererseits unnötige Transporte und damit zusätzlicher Energieaufwand vermieden werden.

Für den Bau der Anlage kommen zwei mögliche Standorte in Frage. Im Vergleich der beiden Standorte weist Schaan eine günstigere Lage auf und verfügt über eine externe Wärmequelle. Die Platzverhältnisse sind jedoch begrenzt, es ist zusätzlich zu der gemeindeeigenen Parzelle der Erwerb von privatem Land notwendig. Der Standort Rüthi ist am Rand des Haupteinzugsgebiets gelegen, was einen höheren Transportaufwand verursacht und die Gesamtenergiebilanz verschlechtert. Die benötigte Wärme müsste vor Ort erzeugt werden, da keine externe Wärmequelle zur Verfügung steht. Es steht jedoch ausreichend Platz zur Verfügung und das Land ist bereits im Eigentum der Axpo.

An beiden Standorten ist bis zur Inbetriebnahme mit einer Realisierungsdauer von rund einem Jahrzehnt zu rechnen. Grösstes Hindernis am Standort Rüthi ist die Raumplanung. Nach dem gültigen Richtplan ist die betroffene Parzelle als Fruchtfolgefläche dauerhaft für die landwirtschaftliche Nutzung zu sichern. Damit ist am Standort Rüthi mit einem komplexeren und längeren Bewilligungsverfahren zu rechnen als am Standort Schaan, wo aber ebenfalls eine Umzonierung von Landwirtschaftsboden erforderlich ist. In Schaan bestehen ebenfalls grössere Fragestellungen, da sich der Standort im Grundwasserschutzgebiet befindet, so dass auch hier der Bewilligungsprozess nicht einfach sein dürfte.

Um den Ablauf des Planungs- und Bewilligungsprozesses effizient zu gestalten, sind ein früher Miteinbezug der Standortgemeinde sowie den zuständigen Ämtern und eine transparente Kommunikation notwendig. Der politische Meinungsbildungsprozess benötigt Zeit und die Akzeptanz in der Bevölkerung ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg des Bewilligungsverfahrens.