



AMSTEIN + WALTHERT

Energieverbund Landquart

Abschlussbericht für Phase 2 Machbarkeitsstudie
nach SIA 108



Landquart
Mit Energie in die Zukunft



Version 1.1 / 5. Mai 2020

Impressum

Auftraggeber	Gemeinde Landquart Aldo Danuser / Livio Zanetti Rathausplatz 15 7206 Igis	
Auftragnehmer	Amstein + Walthert AG Andreasstrasse 5 8050 Zürich Tel.: +41 44 305 91 11 amstein-walthert.ch	
Verfasser	Fabian Rottmann Matthias Mast	AWZH AWZH
Projektteam	Aldo Danuser Livio Zanetti Marcel Blumenthal	Gemeinde Landquart Gemeinde Landquart Bauamt / IBL
Versionen	Version 1.1:	5.5.2020
Freigegeben	1.4.2020	MEIZ / HAUC
Hinweis	Bei dem vorliegenden Dokument handelt es sich um eine öffentliche Version . In dieser wurden, gegenüber der internen und nicht öffentlichen Version, Daten, die dem Datenschutz unterliegen, entfernt.	
Bezeichnung	HAUC/107188/B003_Energieverbund_Landquart_öffentliche_Version	

Inhaltsverzeichnis

I	Management Summary	4
II	Verzeichnisse	5
1	Zielsetzung.....	7
1.1	Ausgangslage.....	7
1.2	Aufgabenbeschrieb.....	7
1.3	Ziele	7
2	Grundlagen	8
2.1	Perimeter / Übersicht	8
2.2	Dokumente.....	8
3	Analyse	9
3.1	Wärme- / Kältebedarf.....	9
3.2	Räumliche Darstellung Wärmebedarf.....	13
3.3	Energiequellen	16
4	Versorgungskonzepte	18
4.1	Variante 1 – GEVAG Klein-Wärmeverbund	19
4.2	Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund	20
4.3	Variante 3 – ARA-Wärmeverbund	21
4.4	Variante 4 – GW-Wärmeverbund	22
4.5	Variante 5 – GW-Kleinwärmeverbund (Rückfalloption)	23
5	Konzeptbewertung	24
5.1	Technische Machbarkeit	24
5.2	Wirtschaftlichkeit.....	28
6	Zusammenfassung	34
6.1	Fazit	34
6.2	Empfehlung und weiteres Vorgehen	34
7	Anhang / Beilagen	36
7.1	Grundlagendokumente	36
7.2	Beilagen	36

I Management Summary

Der folgende Bericht beschreibt das Vorgehen im Rahmen der Machbarkeitsstudie «Energieverbund Landquart» gemäss SIA 108, Phase 2 und fasst die wesentlichen Erkenntnisse zusammen. Die Studie wurde von der Gemeinde Landquart mit der Absicht beauftragt, den Anteil fossiler Energien im Gemeindegebiet zu reduzieren und lokale erneuerbare Energiepotentiale zu erschliessen.

Diesbezüglich wurde eine thermische Vernetzung des Gebietes zwischen Bahnhof und Plantahof, welches im Energierichtplan als Prioritätsgebiet für «Abwärme Niedertemperatur» ausgewiesen ist, geprüft. Explizit wurde dabei **evaluiert, welche Versorgungskonzepte sich für einen etwaigen Verbund am besten eignen und ob ein Energieverbund technisch machbar** (insb. Leitungsführung und Standort für Energiezentralen) **und wirtschaftlich tragbar ist**.

Basierend auf der Gegenüberstellung des Energiebedarfs und des Energieangebots, unter Berücksichtigung der jeweiligen Temperaturniveaus (vgl. Kapitel 3), wurden vier Versorgungsvarianten, sowie eine Rückfallvariante (vgl. Kapitel 4) definiert und untersucht:

- GEVAG-Kleinwärmeverbund (Versorgungsgebiet um Plantahof)
- Pyrolyse-Kleinwärmeverbund (Versorgungsgebiet um Plantahof)
- ARA-Wärmeverbund (Versorgungsgebiet um Bahnhofstrasse)
- GW-Wärmeverbund (Versorgungsgebiet um Bahnhofstrasse)
- GW-Kleinwärmeverbund (Rückfalloption)

Aufgrund der Standortproblematik einer Pyrolyseanlage wurde von einer Vertiefung des angedachten Pyrolyse-Wärmeverbundes (Variante 2, vgl. Kapitel 4.2) vorzeitig abgesehen.

Bei der Bewertung der anderen Varianten wurde deutlich, dass die **technische Machbarkeit** sowohl in Bezug auf die Standortfindung für eine **Energiezentrale**, wie auch die Umsetzbarkeit der geplanten **Leitungsführung**, sowohl für den **ARA-Wärmeverbund** (Variante 3, vgl. 4.3), wie auch für den **GW-Wärmeverbund** (Variante 4, vgl. 4.4) als **sehr kritisch** und **teilweise nicht gegeben** einzustufen ist. Die technische Machbarkeit des **GEVAG-Wärmeverbundes** (Variante 1, vgl. 4.1) wurde hingegen als **gegeben** eingestuft.

Die **Wirtschaftlichkeit** des **ARA-Wärmeverbundes** und des **GW-Wärmeverbundes** ist, trotz Berücksichtigung der erst in Zukunft geplanten neuen Überbauungen auf dem aktuellen RhB-Areal (Neubaugebiet Schulstrasse), sowie zwischen Autobahn und Bahntrasse (Neubaugebiet Tardis), mit geschätzten **Energiegestehungskosten >16 Rp/kWh** als **grenzwertig** einzustufen. Die Wirtschaftlichkeit des **GEVAG-Wärmeverbundes** konnte aufgrund fehlender konkreter Angebote seitens der GEVAG **nicht abschliessend geklärt** werden.

Entsprechend der Erkenntnisse (insbesondere der fehlenden technischen Machbarkeit) empfehlen wir keine Weiterverfolgung der zeitnahen Umsetzung der ARA- und GW-Wärmeverbünde im definierten Umfang.

Für den GEVAG-Wärmeverbund hingegen empfehlen wir Angebote unterschiedlicher Versorgungsmodelle bei der GEVAG einzuholen und zu bewerten.

Aufgrund des voraussichtlichen Nichtzustandekommens eines ARA- oder GW-Wärmeverbundes im nördlichen Gemeindegebiet empfehlen wir die Rückfallvariante von GW-Kleinwärmeverbünden (Variante 5, vgl. 4.5) seitens der Gemeinde v.a. im Gebiet der Bahnhofstrasse genauer zu beleuchten. Darüber hinaus empfehlen wir, wenn möglich, entsprechende Vorkehrungen zu treffen, um die ARA-Abwasserwärme im Rahmen der geplanten neuen Überbauung zwischen Autobahn und Bahntrasse (Neubaugebiet Tardis), und das GW-Potential im Rahmen neue Überbauung auf am aktuellen RhB-Areal (Neubaugebiet Schulstrasse) zu nutzen.

II Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektperimeter in grün.....	8
Abbildung 2: Datenverfügbarkeit im Perimeter.....	10
Abbildung 3: Wärmeleistungsbedarf im Untersuchungsperimeter	11
Abbildung 4: Ausschnitt Wärmebedarfsdichte nach Strassenzügen	13
Abbildung 5: Gliederung Wärmebedarf im Untersuchungsperimeter	14
Abbildung 6: Gegenüberstellung Wärmeleistungsangebot- und bedarf inkl. Temperaturniveau.....	17
Abbildung 7: Variante 1 – GEVAG Klein-Wärmeverbund (Prinzipskizze)	19
Abbildung 8: Variante 1 - GEVAG Klein-Wärmeverbund (Leitungsführung).....	19
Abbildung 9: Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund (Prinzipskizze)	20
Abbildung 10: Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund (Leitungsführung)	20
Abbildung 11: Variante 3 – ARA-Wärmeverbund (Prinzipskizze)	21
Abbildung 12: Variante 3 – ARA-Wärmeverbund (Leitungsführung).....	21
Abbildung 13: Variante 4 – GW-Wärmeverbund (Prinzipskizze).....	22
Abbildung 14: Variante 4 – GW-Wärmeverbund (Leitungsführung).....	22
Abbildung 15: Rückfallvariante 5 – GW-Kleinwärmeverbund (Prinzipskizze)	23
Abbildung 16: Investitionskosten (+/-25%, exkl. MwSt.)	29
Abbildung 17: Energiegestehungskosten (exkl. Förderung) (+/-25%, exkl. MwSt.)	30
Abbildung 18: Energiegestehungskosten (inkl. Förderung) (+/-25%, exkl. MwSt.)	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berechnungsparameter	9
Tabelle 2: Ergebnisse Datenanalyse	9
Tabelle 3: Anschlusswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Art und des Alters des Wärmeerzeugers	10
Tabelle 4: Einteilung Vernetzungspotential Strassenzüge; Bewertung gemäss Empfehlung "Fernwärme-Schweiz"	13
Tabelle 5: Unterteilung Perimeter	14
Tabelle 6: Auslegungswerte Wärmeverbünde	18
Tabelle 7: Variante 1 – GEVAG Klein-Wärmeverbund (Kennzahlen)	19
Tabelle 8: Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund (Kennzahlen)	20
Tabelle 9: Variante 3 – ARA-Wärmeverbund (Kennzahlen)	21
Tabelle 10: Variante 4 – GW-Wärmeverbund (Kennzahlen).....	22
Tabelle 11: Standort Energiezentralen - Optionen und Bewertung	24
Tabelle 12: Leitungsführungen – Betrachtete Varianten und Bewertung	26
Tabelle 13: Parameter Wirtschaftlichkeitsrechnung	28
Tabelle 14: Förderbeiträge gemäss Förderinstrument "Wärmeverbund ab 70 kW Heizleistung", Amt für Energie und Verkehr Graubünden, Version 1/18	32

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung	Einheit
ARA	Abwasserreinigungsanlage	-
GW	Grundwasser	-
WP	Wärmepumpe	-
KM	Kältemaschine	-
GEVAG	Kehrichtverbrennungsanlage in Trimmis	-
MW	Grössenordnung (Leistung)	MW
MWh	Grössenordnung (Energie)	MWh
EBF	Energiebezugsfläche	-

1 Zielsetzung

1.1 Ausgangslage

Energiebewusstsein und ein aktives Handeln für eine lebenswerte Zukunft haben in Landquart Tradition. So hat die Gemeinde als Erste einen Energierichtplan entwickeln lassen und früher als viele andere Gemeinden in der Schweiz ihre Strassenbeleuchtung auf LED umgestellt. Auch deshalb ist die Gemeinde seit 2008 Trägerin des Energiestadtlabels und führt ihre Bemühungen bezüglich Energieeffizienz und erneuerbaren Energien stetig fort.

Die Gemeinde Landquart möchte dabei die natürlichen Lebensgrundlagen schonen und fördert mit einer umweltfreundlichen Politik die Lebensgrundlage und den Erholungswert für die Bevölkerung. Konkret verfolgen die Verantwortlichen das **langfristige Ziel den Anteil erneuerbarer Energien auf dem Gemeindegebiet zu steigern**. Hierfür sollen lokale erneuerbare Energiequellen entweder selbst erschlossen oder deren Erschliessung aktiv unterstützt werden.

Aktuell sind der Energierichtplan in Revision sowie ein neues kommunales Energiegesetz in Arbeit.

1.2 Aufgabenbeschrieb

Der Anteil fossiler Energien im Gemeindegebiet soll reduziert und lokale erneuerbare Energiepotentiale erschlossen werden. Hierfür soll eine **thermische Vernetzung** des Gebietes zwischen Bahnhof und Plantahof geprüft werden, welches im Energierichtplan als Prioritätsgebiet für «Abwärme Niedertemperatur» ausgewiesen ist.

1.3 Ziele

In dieser Machbarkeitsstudie werden folgende Fragestellungen beantwortet:

- Ist ein Energieverbund technisch und wirtschaftlich machbar?
- Welches Konzept eignet sich am besten für den Verbund (zentrale / dezentrale Erzeugung, eine/mehrere Energiezentralen)?
- Mögliche Leitungsführung und Standort Energiezentralen

Ein Augenmerk liegt dabei auf innovativen Lösungen, z.B. eine optimierte Einbindung der Abwärme einer allfälligen Holzpyrolyse am Plantahof.

2 Grundlagen

2.1 Perimeter / Übersicht

Die folgende Abbildung stellt den im Rahmen der Totalrevision des Energierichtplans Landquart für eine thermische Vernetzung definierten Untersuchungsperimeter der vorliegenden Machbarkeitsstudie (grün) dar.



Abbildung 1: Projektperimeter in grün

2.2 Dokumente

Die der Studie zugrundeliegenden Grundlagendokumente sind in Kapitel 7.1 aufgeführt.

3 Analyse

3.1 Wärme- / Kältebedarf

3.1.1 Grundlagendaten

Die folgenden Grundlagen wurden für die Abschätzung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs im Perimeter verwendet:

Wärme:

- Erdgas Verbrauchszusammenstellung IBC 2012 – 2015
- Feuerungskontrolldaten Statistik Igis Stand Mai 2019
- GWR (Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister), Stand 22.05.2019
- GVG Solaranlagen Stand 06.06.2019
- Erdwärmeanlagen Gemeindegebiet, Stand Mai 2019
- Direkte Kontaktaufnahme mit potenziellen Kunden im Perimeter

Kälte:

- Direkte Kontaktaufnahme mit bestimmten potenziellen Kunden im Perimeter

3.1.2 Berechnungsparameter

Um die Daten der Feuerungskontrolle auf Objektebene zu vergleichen und zu verifizieren wurden die folgenden Annahmen getroffen:

Tabelle 1: Berechnungsparameter

Berechnungsparameter (Annahmen)	
Jahresnutzungsgrad Öl- / Gas- / Pelletkessel	80%
Heizwert Heizöl	10 kWh/l
Faktor Überdimensionierung bei Anlagen ohne Verbrauchsangabe	200%
Vollbetriebsstunden Wohnen mit WW	2'200 h
Vollbetriebsstunden Wohnen nur Heizen	2'000 h
Vollbetriebsstunden Schulen/Büro/Gewerbe	1'600 h
Faktor EBF (Energiebezugsfläche) / BGF (Bruttogeschossfläche)	0.85

Ausgehend von der Datenanalyse ergeben sich die in Tabelle 2 aufgeführten Werte.

Tabelle 2: Ergebnisse Datenanalyse

Faktor	Wert
Faktor Überdimensionierung bei Anlagen mit Verbrauchsangabe (Ø)	275%
Durchschnittliche Wärmebezugsleistung im Perimeter	60 W/m ² _{EBF}

Der Kältebedarf wurde in Relation zu den vorhandenen Daten des Wärmebedarfs anhand der Kennwerte in der SIA 2024:2015, sowie über direkte Befragung von bestimmten potenziellen Kunden abgeschätzt.

3.1.3 Anschlusswahrscheinlichkeit (ASW)

Es wurden folgende Annahmen in Bezug auf die Anschlusswahrscheinlichkeit von potenziellen Kunden getroffen. Die Annahmen beruhen auf typischen technischen Lebensdauern von Heizungssystemen.

Tabelle 3: Anschlusswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Art und des Alters des Wärmeerzeugers

Alter bestehende Wärmeerzeugung (Basisjahr 2020)	Anschlusswahrscheinlichkeit Wärme
Kesselalter $\geq$ 20 Jahre	75%
Kesselalter zw. 10 und 20 Jahren	50%
Kesselalter $<$ 10 Jahre	0%
Kesselalter unbekannt	50%
Fernwärme	0%
Wärmepumpe (Erdwärme / Grundwasser)	0%

3.1.4 Datenverfügbarkeit

Innerhalb des untersuchten Perimeters wurden 267 potentielle Kunden (Gebäudeidentifikator – EGID) ausgemacht. 174 potentielle Kunden (65%) verfügten zum Zeitpunkt der Betrachtung über eine mit Heizöl oder Gas betriebene Heizung. 22 potentielle Kunden (6%) verfügten über eine ab Grundwasser oder Erdwärmesonden gespeisene Wärmepumpe oder einen Fernwärmeanschluss. Für die restlichen 71 potentiellen Kunden (27%) war der genutzte Energieträger zur Wärmebereitstellung aus den Daten nicht ersichtlich. Es wird davon ausgegangen, dass diese potentiellen Kunden entweder über eine Luft-Wasser-Wärmepumpe oder einen fossil betriebenen Kessel (überwiegend Heizöl) verfügten.

Bei 166 potentiellen Kunden (63%) war die installierte Kesselleistung bekannt. Bei 79 potentiellen Kunden (30%) konnte der Wärmeverbrauch anhand der Gasversorgungsmengen abgeschätzt werden. Insgesamt war bei 237 potentiellen Kunden (89%) entweder die installierte Leistung oder der Wärmebedarf bekannt, oder konnte anhand der Gebäudegrundfläche, sowie der Geschossanzahl aus den GWR-Daten abgeschätzt werden. Von 30 potentiellen Kunden (11%) waren keinerlei Informationen vorhanden. Da unter anderem davon ausgegangen wird, dass es sich hierbei vornehmlich um kleinere Liegenschaften handelt, wurden diese in der weiteren Analyse nicht betrachtet.

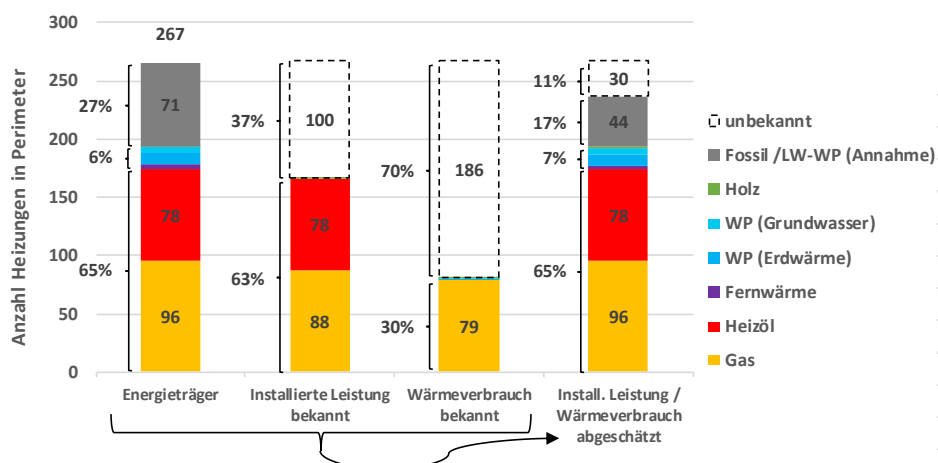


Abbildung 2: Datenverfügbarkeit im Perimeter

3.1.5 Schlüsselkunden

Grosse oder relevante potentielle Kunden im Betrachtungsperimeter wurden als Schlüsselkunden definiert

Die Schlüsselkunden wurden im Projektverlauf kontaktiert und hinsichtlich ihres zu erwartenden Wärmeleistungsbedarfs, sowie zum aktuellen Zustand der Heizung oder etwaiger in naher Vergangenheit vorgenommener Heizungssanierungen befragt. Anhand der Informationen und des Gesprächsverlaufs wurden die Anschlusswahrscheinlichkeiten abgeschätzt.

Auf eine detaillierte Auflistung der Schlüsselkunden inklusive Kennwerte wird an dieser Stelle aus Datenschutzgründen verzichtet.

3.1.6 Zusammenstellung Wärmebedarf

Die insgesamt im Perimeter installierte Wärmeleistung betrug, inklusive der potentiellen Kunden, zu denen keine Informationen vorhanden waren, zum Zeitpunkt der Analyse schätzungsweise **16 MW** (vgl. Abbildung 3).

Die realistisch benötigte Anschlussleistung im Perimeter (nach Korrektur von Kesselüberdimensionierung (vgl. Tabelle 1)) wurde auf ca. **10 MW** geschätzt.

Unter Berücksichtigung der Anschlusswahrscheinlichkeiten (vgl. Tabelle 3) wurde von einer Anschlussleistung aller potentiellen Kunden von ca. **5 MW** ausgegangen.

Die realistische Anschlussleistung der Schlüsselkunden (vgl. Abbildung 3) (nach Korrektur von Kesselüberdimensionierungen) betrug ca. **2 MW**. Nach Berücksichtigung der Anschlusswahrscheinlichkeiten betrug die zu erwartende und zu versorgende Anschlussleistung dieser Schlüsselkunden noch ca. **1 MW** (vgl. Abbildung 3), d.h. ca. **20%** der mit der Anschlusswahrscheinlichkeit gewichteten Anschlussleistung aller potentiellen Kunden.

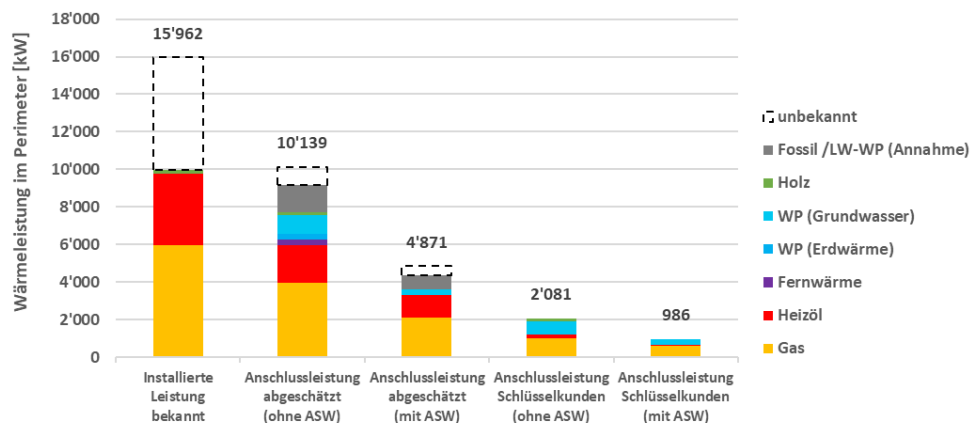


Abbildung 3: Wärmeleistungsbedarf im Untersuchungsperimeter

3.1.7 Zusammenstellung Kältebedarf

Der Kältebedarf von Industrie- und Gewerbebauten ist erfahrungsgemäss wesentlich höher als der Kältebedarf in der Wohnnutzung. Während im Untersuchungsperimeter nur sehr wenig Industrie vorzufinden ist, fokussiert sich ein Grossteil der Gewerbenutzung auf die Bahnhofstrasse. Entsprechend ist das Potential einer Kälteversorgung im Rahmen eines Energieverbundes dort am grössten. Zur Vertiefung dieser Hypothese wurden, neben allen Schlüsselkunden, zusätzlich noch weitere potentielle Kunden in der Bahnhofstrasse nach einem etwaigen Kältebedarf sowie nach dem Interesse an einer Kälteversorgung ab einem Verbund befragt.

Die Abklärungen ergaben, dass nur ein Teil der Gebäude in der Bahnhofsstrasse einen Kältebedarf aufwies. Sofern ein Kältebedarf vorhanden war wurde dieser jedoch meist bereits durch eine Alternativlösung (insb. Grundwasser) abgedeckt.

Es wurde deshalb beschlossen, dass eine **etwaige Kälteversorgung durch einen Energieverbund aufgrund fehlenden Bedarfs nicht weiter betrachtet werden soll¹**.

Auf eine detaillierte Auflistung der Abklärungen und Ergebnisse inklusive Kennwerte wird an dieser Stelle aus Datenschutzgründen verzichtet.

¹ Entscheid an der 3. Projektsitzung vom 29.01.2020

3.2 Räumliche Darstellung Wärmebedarf

3.2.1 Wärmeleistungsbedarfsdichte

Zum besseren Verständnis interessanter Versorgungsgebiete im Untersuchungsperimeter wurden die Strassenzüge hinsichtlich der Wärmeleistungsbedarfsdichte angrenzender Liegenschaften ausgewertet und entsprechend ihres Potentials einer wirtschaftlichen Vernetzung eingefärbt (vgl. Tabelle 4 und Abbildung 4).

Tabelle 4: Einteilung Vernetzungspotential Strassenzüge; Bewertung gemäss Empfehlung "Fernwärme-Schweiz" ²

Wärmeleistungsbedarfsdichte	Farbcode und Bewertung
> 1.2 kW / Trassenmeter	erfahrungsgemäss wirtschaftlich
0.7 – 1.2 kW / Trassenmeter	individuell zu prüfen
< 0.7 kW / Trassenmeter	kaum wirtschaftlich

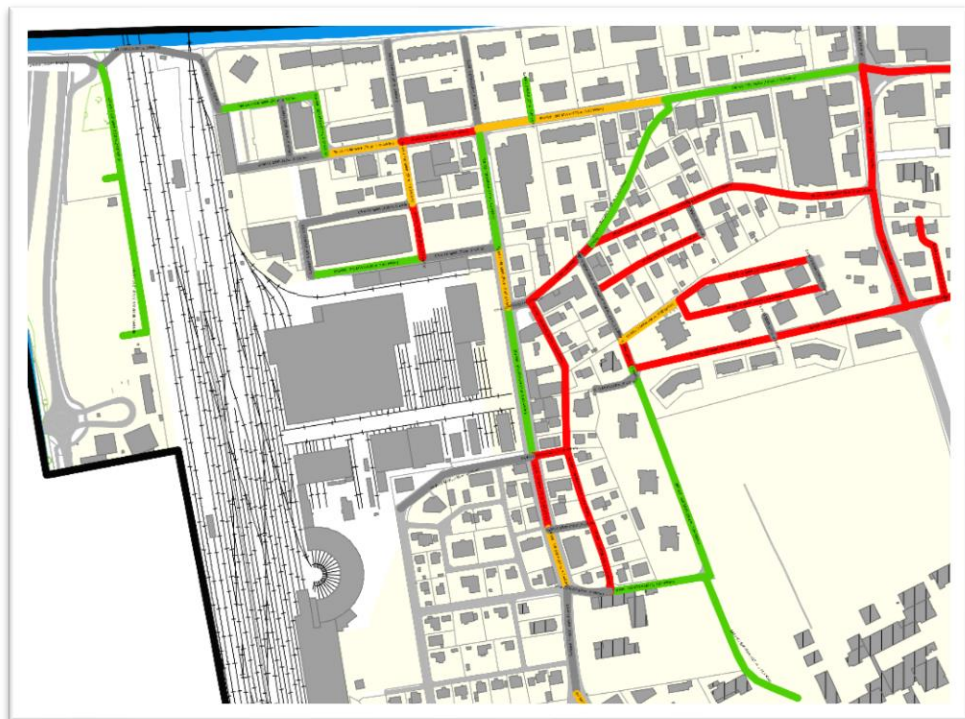


Abbildung 4: Ausschnitt Wärmebedarfsdichte nach Strassenzügen ³

Jeder potentielle Kunde (Gebäude) wurde zudem über einen Punkt auf der Karte dargestellt.

² Quelle: <https://www.fernwaerme-schweiz.ch>

³ Diese Grafik dient lediglich dem Verständnis zur Vorgehensweise.

3.2.2 Räumliche Gliederung Wärmebedarf

Der Wärmebedarf im Untersuchungsperimeter wurde folgendermassen gegliedert:

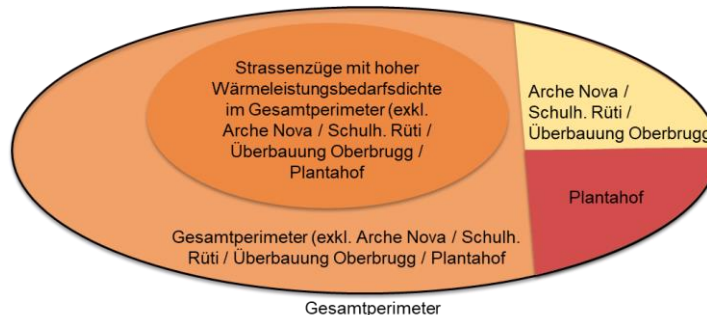


Abbildung 5: Gliederung Wärmebedarf im Untersuchungsperimeter

Der Wärmeleistungsbedarf im gesamten Untersuchungsgebiet beträgt gemäss Abbildung 1, unter Berücksichtigung der Anschlusswahrscheinlichkeiten, ca. 4'900 kW (vgl. Abbildung 3).

Das Untersuchungsgebiet wird wie folgt unterteilt:

Tabelle 5: Unterteilung Perimeter

Teilbereich	Wärmebedarf
Gesamtperimeter, exkl. Arche Nova, Schulhaus Rüti, Überbauung Oberbrugg, Plantahof	3.9 MW
Plantahof	0.5 MW
Arche Nova / Schulhaus Rüti / Überbauung Oberbrugg	0.5 MW
Strassenzüge mit hoher Wärmeleistungsbedarfsdichte um Bahnhofstrasse	2.7 MW

- Gesamtperimeter (exkl. Arche Nova / Schulh. Rüti / Überb. Oberbrugg / Plantahof):
 - Abzüglich der oben genannten vier Grossverbraucher im Südbereich des Perimeters beträgt der verbleibende Wärmeleistungsbedarf im Untersuchungsperimeter ca. 3.9 MW.
- Plantahof:
 - Der Plantahof benötigt insgesamt eine Wärmeleistung von ca. 500 kW.
- Arche Nova / Schulhaus Rüti / Überbauung Oberbrugg:
 - Im Gebiet um den Plantahof benötigen die drei weiteren Grossverbraucher Arche Nova, Schulhaus Rüti und die Überbauung Oberbrugg zusammen ca. 500 kW.
- Strassenzüge mit hoher Wärmeleistungsbedarfsdichte um Bahnhofstrasse:
 - Unter ausschliesslicher Berücksichtigung der Strassenzüge mit hoher Wärmeleistungsbedarfsdichte, die gleichzeitig durch ein sinnvolles Verbundnetz erschlossen werden können, ergibt sich ein verbleibender Wärmeleistungsbedarf im nördlichen Gemeindegebiet um die Bahnhofstrasse von ca. 2'700 kW (vgl. Abbildung 12 und Abbildung 14).

3.2.3 Temperaturniveau Wärmebedarf

Die jeweiligen Temperaturbedarfe der potentiellen Kunden wurden nicht explizit ermittelt. Da für den gesamten Wärmeverbund eine gemeinsame Temperatur gewählt werden muss, ist diese Analyse auch nicht zwingend erforderlich. Grundsätzlich muss das Temperaturniveau des Gesamtverbundes so hoch gewählt werden, dass der «kritischste» Bezüger, sprich der Bezüger mit der höchsten benötigten Temperatur, bedient werden kann.

Die potentiellen Kunden im Gemeindegebiet stellen eine Mischung aus Bestandsbauten und Neubauten dar. Die **höchsten benötigten Temperaturen sind diesbezüglich bei der Heizwärmeverteilung der Bestandsbauten, insbesondere jedoch für die Brauchwarmwasserbereitstellung aller Bauten zu erwarten.** Erfahrungsgemäss wird die Vorlauftemperatur in einem Verbund in der vorliegenden Situation bei ca. 70°C gewählt, um alle geschilderten Bedarfe abdecken zu können.

Eine Ausnahme stellt der Plantahof dar, der mit der Käserei einen kritischen Verbraucher auf dem Areal aufweist, der auf ein Temperaturniveau >80°C angewiesen ist.

3.3 Energiequellen

3.3.1 Wärmeangebot und Temperaturniveau

Im Untersuchungsperimeter wurden vier mögliche **Wärmequellen** ausgemacht:

1. Fernwärme (GEVAG)

- Gemäss Aussage der GEVAG (Stand 19.12.2019) verfügt das Fernwärmenetz in der Gemeinde Landquart noch über ein Ausbaupotential von **> 5 MW** Wärmeleistung (sowohl auf den Leitungen, als auch ab der KVA). Das in das Gemeindegebiet Landquart verlaufende Netz soll, aufgrund von gestiegenen Temperaturanforderungen der RhB, mittelfristig auf **>100 °C** angehoben werden.

2. Pyrolyseabwärme (INEGA)

- Die INEGA baut (Stand 16.12.2019) eine Pyrolyseanlage in Maienfeld mit einer geplanten Inbetriebnahme im März 2020, die dort **ca. 400 kW** Abwärme auf einem Temperaturniveau von **85 – 90 °C** in einen Wärmeverbund einspeist. Der Bau einer oder mehrerer vergleichbarer Anlagen wäre auch auf dem Gemeindegebiet Landquart denkbar.

3. (Niedertemperatur-) Wärme ab Abwasserreinigungsanlage (ARA)

- Die Abflusstemperaturen des gereinigten Abwassers der ARA betrugen in 2018 minimal 5.4 °C im Januar und maximal 26.8 °C im August.
- Unter Berücksichtigung einer maximalen Temperaturreduktion von 8 K und einer minimalen Abflusstemperatur von 3 °C nach Wärmeentnahme, stand 2018 aufgrund von temporären Abflussengpässen jedoch nur eine gesicherte Quellenleistung ab dem Abwasser von ca. 300 kW zur Verfügung. Dies entspricht einer Heizleistung nach der Wärmepumpe von ca. 450 kW.
- Unter Berücksichtigung eines **Speicherbeckens** zur Glättung der Abflussmengen mit einer Grösse von **200 m³** liesse sich die gesicherte Quellenleistung jedoch bereits auf **950 kW** bzw. die **Heizleistung** nach der Wärmepumpe auf ca. **1400 kW** erhöhen.
- Die Vorlauftemperaturen ab der Wärmepumpe wurden dabei auf **70°C** mit einem angenommenen durchschnittlichen COP von 3.0 ausgelegt.

4. (Niedertemperatur-) Wärme ab Grundwasser (GW)

- Der Untergrund des Gemeindegebietes Landquart wird relativ stark von einem Grundwasserstrom durchflossen. Eine Studie zur Grundwasseranalyse in der Region wurde durch das Konglomerat der Gemeinden Landquart, Zizers, Malans und Maienfeld bereits budgetiert und soll zeitnah in Auftrag gegeben werden.
- In einer ersten vorläufigen Abschätzung wurde davon ausgegangen, dass eine **quellenseitige Entnahmeleistung** von mind. **2 MW** über das Grundwasser bereitgestellt werden könnte. Dies entspricht einer **Heizleistung** nach der **Wärmepumpe** von ca. **3 MW**, bei einer Auslegungsvorlauftemperatur ab der Wärmepumpe von **70°C** und einem angenommenen durchschnittlichen COP von 3.

Biomasse oder fossile Brennstoffe wurden nicht betrachtet.

3.3.2 Gegenüberstellung Wärmebedarf und Wärmeangebot

Zur Definition möglicher Versorgungskonzepte wurde das Wärmeangebot und Temperaturniveau unterschiedlicher «Wärmequellen» dem Wärme- und Temperaturbedarf gegenübergestellt (vgl. Abbildung 6).

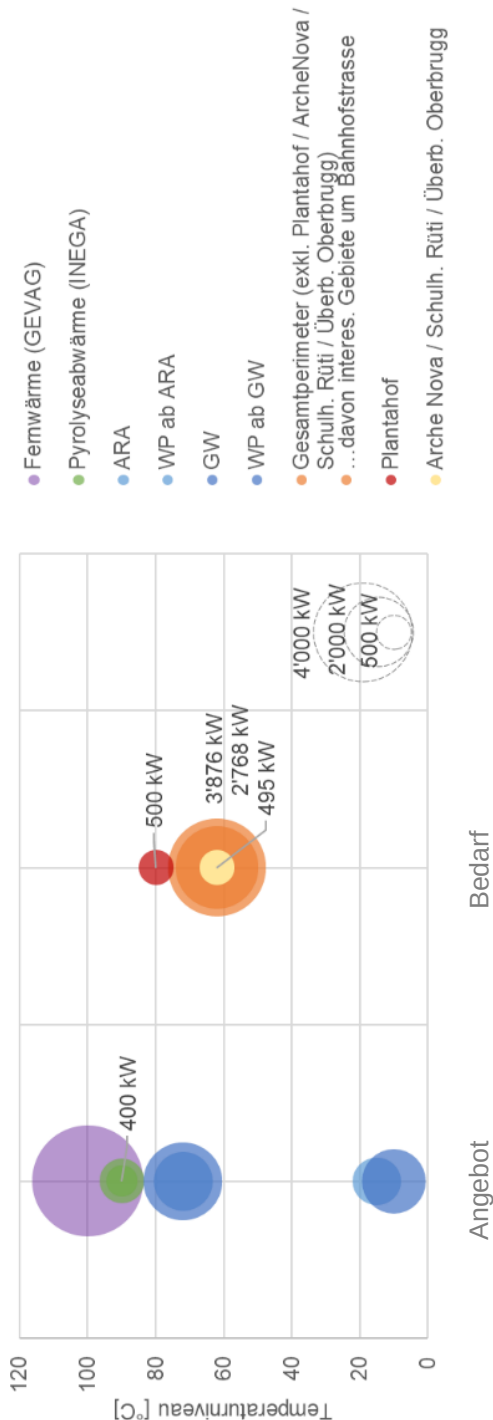


Abbildung 6: Gegenüberstellung Wärmeleistungsangebot- und bedarf inkl. Temperaturniveau

4 Versorgungskonzepte

In Absprache mit dem Projektteam wurden folgende vier Energieverbundvarianten vertieft analysiert. Darüber hinaus wurde eine Rückfallvariante (vgl. Kapitel 4.5) definiert aber im Rahmen dieser Studie aufgrund der jeweilig individuellen Abhängigkeit von örtlichen Gegebenheiten und Nicht-Verallgemeinerbarkeit nicht vertieft analysiert.

Die Auslegung der Verbundvarianten basiert auf folgenden Auslegungswerten (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Auslegungswerte Wärmeverbünde

Parameter	Wert
Netzverlust Variante 1 / 2 / 3 / 4 (Energie & Leistung)	8%
Gleichzeitigkeitsfaktor Variante 1 / 2 (Leistung)	100%
Gleichzeitigkeitsfaktor Variante 3 / 4 (Leistung)	80%
Faktor fossile Spitzenabdeckung Variante 3 / 4 (Leistung)	50%
Faktor fossile Spitzenabdeckung Variante 3 / 4 (Energie)	5%

4.1 Variante 1 – GEVAG Klein-Wärmeverbund

Der «GEVAG Klein-Wärmeverbund» sieht die Versorgung der vier Liegenschaften Plantahof, Überbauung Oberbrugg, Schulhaus Rüti und Arche Nova mit Wärme ab dem GEVAG-Fernwärmenetz vor (Abbildung 7). Hierzu würde die Wärme ab dem bestehenden GEVAG-Netz, auf einem in Zukunft für die Versorgung der RhB angehobenen Temperatur von $>100^{\circ}\text{C}$, an der Ecke Ringstrasse – Rohanweg ausgekoppelt und Richtung Osten an die Verbraucher verteilt (vgl. Abbildung 8).

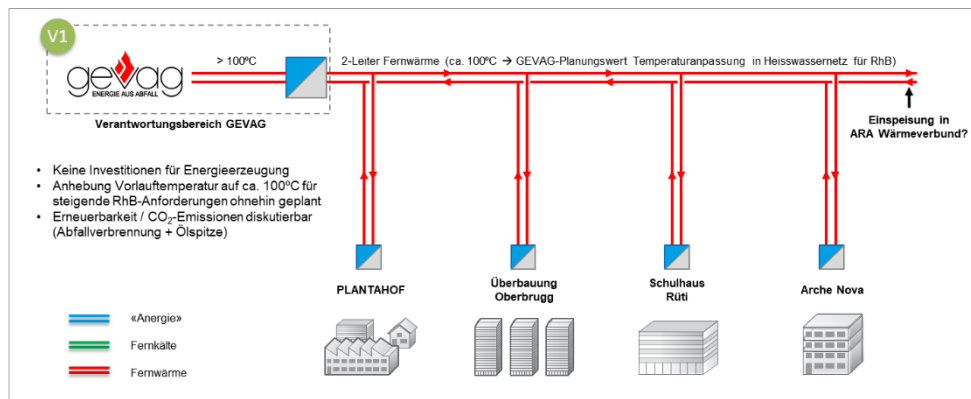


Abbildung 7: Variante 1 – GEVAG Klein-Wärmeverbund (Prinzipiskizze)



Abbildung 8: Variante 1 - GEVAG Klein-Wärmeverbund (Leitungsführung)

Tabelle 7: Variante 1 – GEVAG Klein-Wärmeverbund (Kennzahlen)

Parameter	Wert
Summe der Wärmeleistungen im Verbund	995 kW
Spitzenleistung ab Energiezentrale	995 kW
Jahreswärmeenergie im Verbund	1'862 MWh
Jahreswärmeenergie ab Energiezentrale	2'024 MWh

4.2 Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund

Der «Pyrolyse Klein-Wärmeverbund» sieht die Versorgung der vier Liegenschaften Plantahof, Überbauung Oberbrugg, Schulhaus Rüti und Arche Nova mit Wärme ab einer Fernwärmeauskopplung ab einer etwaigen Pyrolyseanlage vor (vgl. Kapitel 3.3.1). Zur Spitzenabdeckung und / oder aus Redundanzgründen müsste die Wärmebereitstellung ggf. noch mit einem Spitzenlastkessel ergänzt werden (vgl. Abbildung 9). Dieser Spitzenlastkessel sollte wenn möglich mit einem erneuerbaren Energieträger betrieben werden.

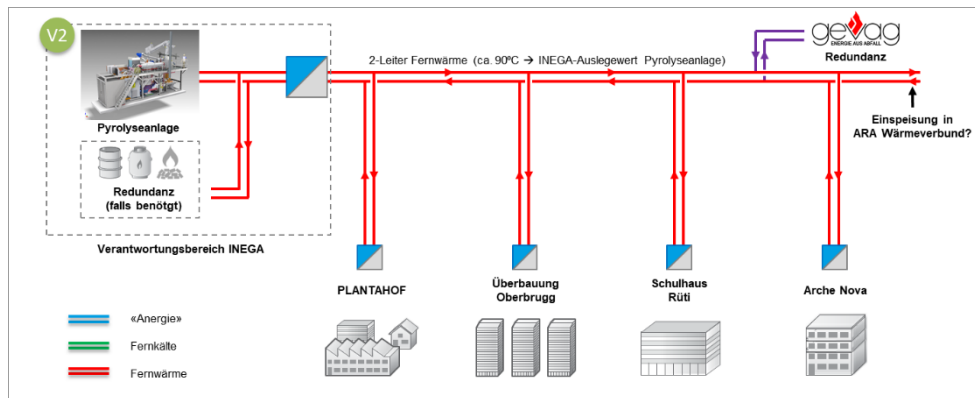


Abbildung 9: Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund (Prinzipskizze)

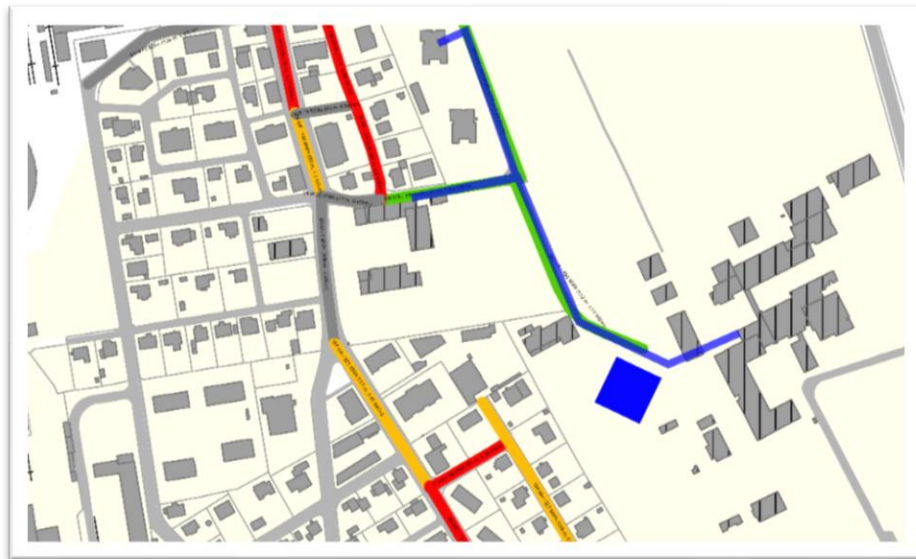


Abbildung 10: Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund (Leitungsführung)

Tabelle 8: Variante 2 – Pyrolyse Klein-Wärmeverbund (Kennzahlen)

Parameter	Wert
Summe der Wärmeleistungen im Verbund	995 kW
Spitzenleistung ab Energiezentrale	995 kW
Jahreswärmeenergie im Verbund	1'862 MWh
Jahreswärmeenergie ab Energiezentrale	2'024 MWh

4.3 Variante 3 – ARA-Wärmeverbund

Der «ARA-Wärmeverbund» sieht die Versorgung der Liegenschaften im nördlichen Gemeindegebiet um die Bahnhofstrasse vor, die an Strassenabschnitten liegen, die eine möglichst hohe Wärmeleistungsbedarfsdichte aufweisen und entsprechend Tabelle 4 das grösste Potential einer wirtschaftlichen Erschliessung mitbringen (vgl. Abbildung 12).

Aufgrund von temporären Abflussengpässen des gereinigten Abwassers der ARA, sowie zur Reduktion der kostenintensiven Anlageninvestitionen (insb. Wärmepumpe), müsste die Wärmebereitstellung ab der Wärmepumpe (gereinigtes ARA-Abwasser als Wärmequelle) ggf. noch mit einem Spitzenlastkessel oder einer Einspeisung ab dem GEVAG-Fernwärmenetz ergänzt werden (vgl. Abbildung 11).

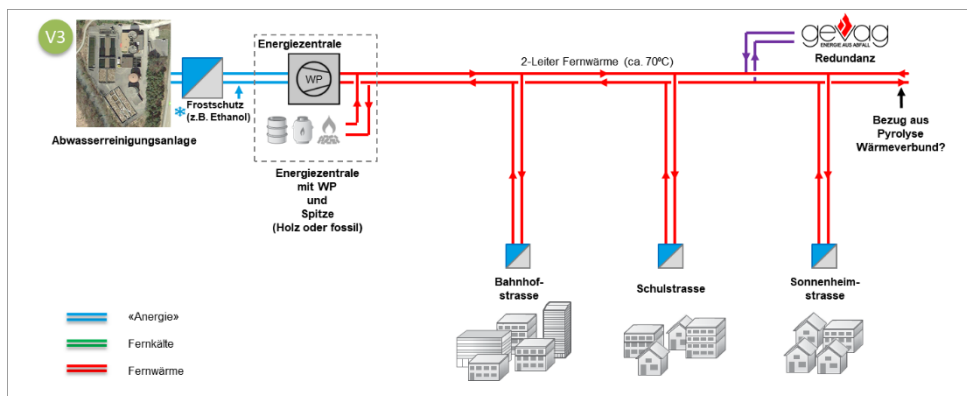


Abbildung 11: Variante 3 – ARA-Wärmeverbund (Prinzipskizze)



Abbildung 12: Variante 3 – ARA-Wärmeverbund (Leitungsführung)

Tabelle 9: Variante 3 – ARA-Wärmeverbund (Kennzahlen)

Parameter	Wert
Summe der Wärmeleistungen im Verbund	2'768 kW
Spitzenleistung ab Energiezentrale	2'400 kW
Jahreswärmeenergie im Verbund	4'337 MWh
Jahreswärmeenergie ab Energiezentrale	4'714 MWh

4.4 Variante 4 – GW-Wärmeverbund

Der «GW-Wärmeverbund» sieht, ebenso wie der ARA-Wärmeverbund, die Versorgung der Liegenschaften im nördlichen Gemeindegebiet um die Bahnhofstrasse vor, die an Strassenabschnitten liegen, die eine möglichst hohe Wärmeleistungsbedarfsdichte aufweisen und entsprechend Tabelle 4 das grösste Potential einer wirtschaftlichen Erschliessung mitbringen (vgl. Abbildung 12).

Aufgrund einer eventuell limitierten Entzugsleistung aus dem Grundwasser, sowie zur Reduktion der kostenintensiven Anlageninvestitionen (insb. Wärmepumpe), müsste die Wärmebereitstellung ab der Wärmepumpe (Grundwasser als Wärmequelle) ggf. noch mit einem Spitzenlastkessel oder einer Einspeisung ab dem GEVAG-Fernwärmenetz ergänzt werden (vgl. Abbildung 11).

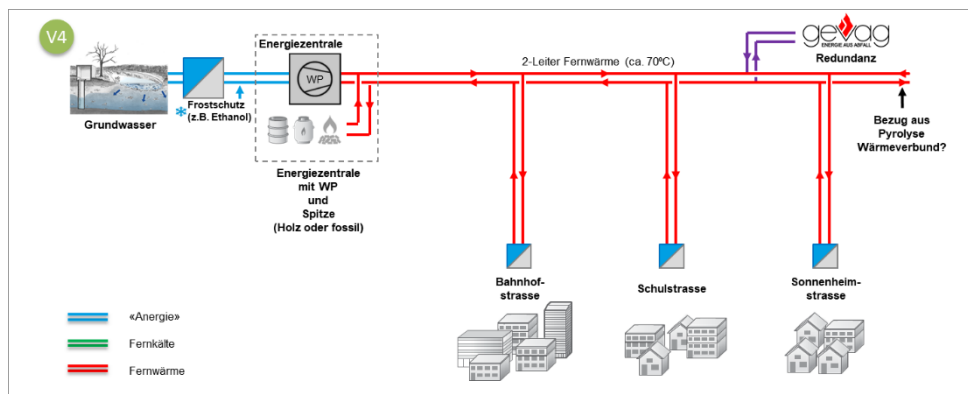


Abbildung 13: Variante 4 – GW-Wärmeverbund (Prinzipskizze)

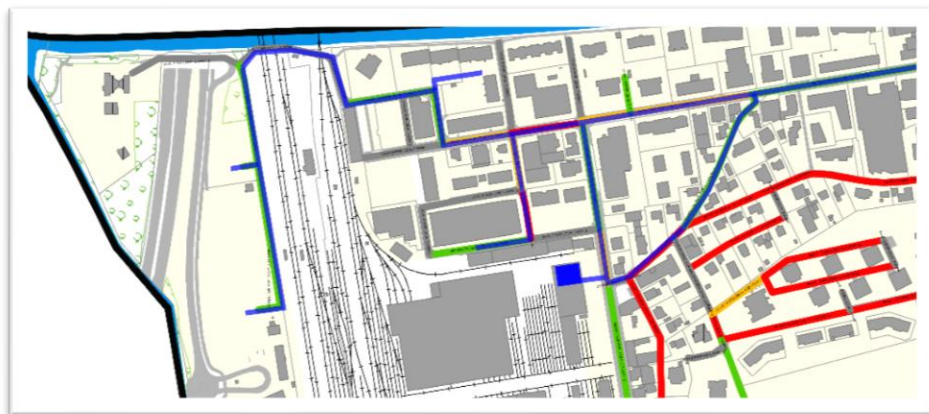


Abbildung 14: Variante 4 – GW-Wärmeverbund (Leitungsführung)

Tabelle 10: Variante 4 – GW-Wärmeverbund (Kennzahlen)

Parameter	Wert
Summe der Wärmeleistungen im Verbund	2'768 kW
Spitzenleistung ab Energiezentrale	2'400 kW
Jahreswärmeenergie im Verbund	4'337 MWh
Jahreswärmeenergie ab Energiezentrale	4'714 MWh

4.5 Variante 5 – GW-Kleinwärmeverbund (Rückfalloption)

Als Rückfalloption für den Fall, dass weder Variante 3, noch Variante 4 als gesamthafte Versorgungsoption für das nördliche Gemeindegebiet in Betracht kommen, wurde die Möglichkeit einer Vernetzung über Grundwasser-Kleinwärmeverbünde diskutiert.

Diese Verbünde, die entweder als Klein-Fernwärmeverbünde mit zentraler Wärmeaufbereitung (vgl. Abbildung 15, links) oder als Klein-Anergieverbünde (vgl. Abbildung 15, rechts) mit dezentraler Wärmeaufbereitung ausgeführt werden können, existieren vereinzelt bereits heute im Gebiet der Bahnhofstrasse.

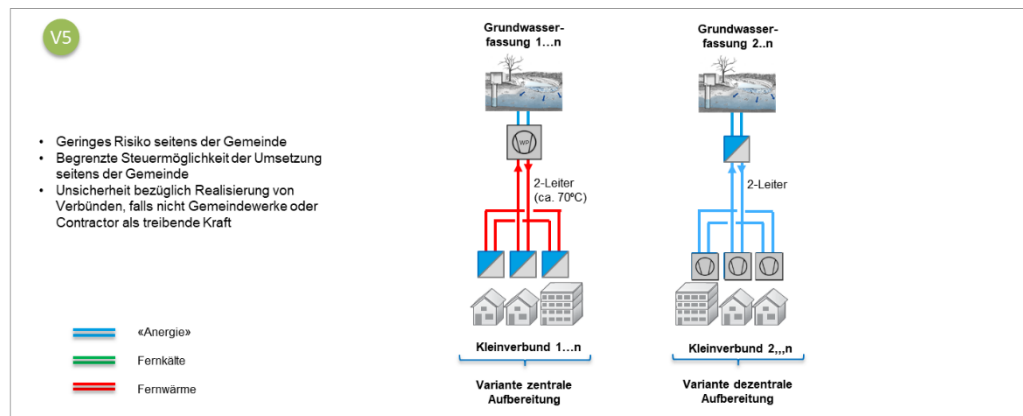


Abbildung 15: Rückfallvariante 5 – GW-Kleinwärmeverbund (Prinzipische Skizze)

5 Konzeptbewertung

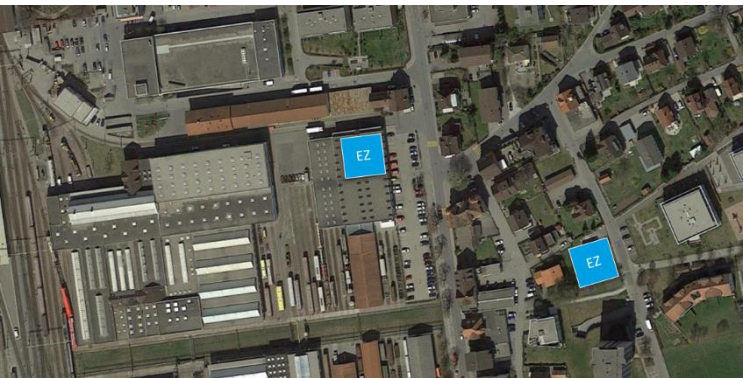
5.1 Technische Machbarkeit

In den folgenden Kapiteln wird die technische Machbarkeit der definierten Versorgungskonzepte (vgl. Kapitel 4) in Bezug auf mögliche Standorte für die Energiezentralen (vgl. Kapitel 5.1.1) sowie die Leitungsführung (vgl. Kapitel 5.1.2) hin untersucht.

5.1.1 Standort Energiezentrale

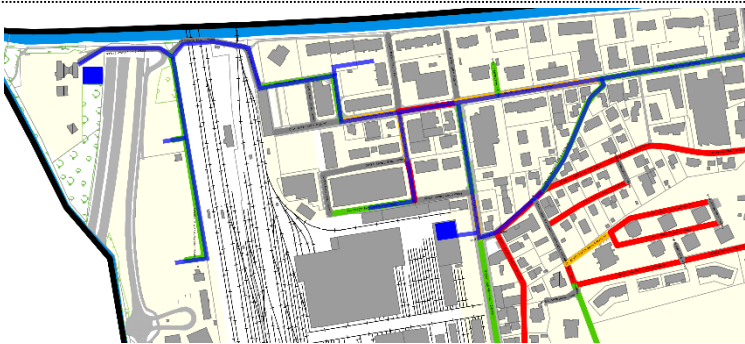
Tabelle 11: Standort Energiezentralen - Optionen und Bewertung

Verbundvarianten	Standortvarianten	
V 1 – GEVAG	Keine Energiezentrale, nur Übergabestation benötigt	
V 2 - Pyrolyse	Standort in direkter Nähe zu Plantahof	Standort in Industriegebiet
		
Bewertung	(+) kurze Leitungswege (-) Standort in Richtung Gemeindegebiet für Gemeinde keine Option (-) Standort im Kernbereich des Plantahofs aufgrund Einschränkung für weitere Entwicklung (Masterplan) für Kanton keine Option	(+) räumliche Trennung zu Wohngebiet (+) einfache Erreichbarkeit für Logistik (-) lange und kostenintensive Leitungswege
Fazit	→ keine Option zur weiteren Vertiefung	→ keine Option zur weiteren Vertiefung

V 3 - ARA	
Bewertung	(+) Wärmeaufbereitung am Ort der Abwasserverfügbarkeit (-) Aufstockung des Gebäudes zwischen Haupthaus und Silos aufgrund Tragfähigkeit und Grösse kritisch (-) Flächenverfügbarkeit auf zentraler Freifläche zwischen Klärbecken und Silos kritisch (-) Oberirdische Erstellung auf Parkplatz aufgrund Flächenbedarf für allfällige Lagerlogistik nicht möglich (-) unterirdische Erstellung zwischen ARA und Autobahn im Konflikt mit dort verlaufender Hochdruckgasleitung
Fazit	→ Standort in direkter ARA-Nähe sehr kritisch, alternative Integration in zukünftige Überbauung «Tardis» ggf. möglich
V 4 - GW	
Bewertung	(+) Grundwasserfassung und EZ auf RhB Areal ermöglicht gleichzeitig Kühlung für zukünftige Überbauung (-) EZ am Standort des aktuellen Kindergartens, wenn überhaupt, erst in Zukunft verfügbar
Fazit	→ Standort auf RhB-Areal aus Planungssicht möglich, jedoch Entscheidung / Diskussion auf politischer Ebene erforderlich

5.1.2 Leitungsführung

Tabelle 12: Leitungsführungen – Betrachtete Varianten und Bewertung

Verbundvarianten	Leitungsführung
V 1/2 – GEVAG / Pyrolyse	
Bewertung / Fazit	Die Vernetzung ab dem GEVAG-Fernwärmenetz war bereits vor einiger Zeit in Prüfung. Entgegen der ursprünglichen Planung wurde in der Zwischenzeit eine neue Leitungsführung über die Ringstrasse und Russhofstrasse definiert (siehe obige Darstellung), die eine Durchleitung durch neu sanierte Strassen umgeht. Entsprechend liegen aktuell keine Informationen vor, die dem Leitungsbau der oben dargestellten Leitungsführung im Wege stünden.
V 3/4 – ARA / GW	
Bewertung / Fazit	Im Bereich der Bahnhofstrasse sind Sanierungsarbeiten an den Werkleitungen und dem gesamten Strassenkörper im Frühjahr 2020 geplant. Insbesondere mit den Arbeiten am oberen Teilstück zwischen der Ecke Sonnenheimstrasse, nach Osten bis zum Kreisverkehr gehend, soll bereits im April 2020 begonnen werden. Aus Sicht der Gemeinde müssten etwaige Fernwärmeleitungen gleichzeitig mit diesen Bauarbeiten in die Strasse eingebracht werden. → Eine Leitungsverlegung der Fernwärmeleitungen zusammen mit den anstehenden Bauarbeiten ist, aufgrund der ausstehenden Entscheidung für oder gegen einen Energieverbund und des damit einhergehenden Zeitbedarfs für Planungen, in der Bahnhofstrasse allgemein als kritisch und im östlichen Abschnitt als nahezu unmöglich einzustufen.

5.1.3 Fazit technische Machbarkeit

Abgesehen von der Variante 1 (GEVAG-Wärmeverbund) sind alle anderen drei Versorgungsvarianten in Bezug auf eine Standortfindung für die Energiezentrale kritisch einzustufen. Aufgrund der Standortproblematik der Pyrolyseanlage (vgl. Tabelle 11) wurde von einer Vertiefung dieser Variante vorzeitig abgesehen⁴.

Die Standortfindung für eine Energiezentrale der Variante 3 (ARA-Wärmeverbund) wird auf dem Gebiet der Abwasserreinigungsanlage als sehr kritisch eingestuft⁵.

Ein Standort für eine Energiezentrale der Variante 4 (GW-Wärmeverbund) auf dem RhB-Areal (Neubaugebiet Schulstrasse) müsste auf politischer Ebene diskutiert werden.

Während die Variante 1 (GEVAG-Wärmeverbund) und Variante 2 (Pyrolyse-Wärmeverbund) hinsichtlich der Leitungsführung als unkritisch eingestuft werden, stehen der geplanten Leitungsführung der Variante 3 (ARA-Wärmeverbund) und Variante 4 (GW-Wärmeverbund) die bereits in Kürze startenden Bauarbeiten in der Bahnhofsstrasse entgegen.

⁴ Gemäss Beschluss in der Projektsitzung 3 vom 29.01.2020

⁵ Ergebnis Begehung vom 02.03.2020

5.2 Wirtschaftlichkeit

Trotz der Unsicherheiten in Bezug auf die Leitungsführung und die Standorte der Energiezentralen wurde eine grobe Kostenschätzung durchgeführt. Aufgrund der genannten Unsicherheiten wurden gewisse Abklärungen nicht mehr vertieft durchgeführt. Entsprechend ist diese Kostenschätzung mit Vorsicht zu geniessen und eher als Grössenordnung zu verstehen.⁶

5.2.1 Parameter Wirtschaftlichkeitsrechnung

Die folgenden Parameter wurden für die Berechnung der Gestehungskosten verwendet:

Tabelle 13: Parameter Wirtschaftlichkeitsrechnung

Parameter	Wert
Kapitalzins	3.0 %
Teuerung und Energiepreissteigerung	1 %
Betriebs- und Unterhaltskosten	10'000 CHF/a (Unterhalt ARA-Auskopplung / GW-Fassung) 3.0 % (Installation Energiezentrale – Erzeugung) 3.0 % (Installation Kunde – Übergabe) 0.5 % (Leitungsbau)
Amortisationszeit	
Installationen Heizung	25 Jahre
Elektro	20 Jahre
Leitungsnetz und Bauliches	60 Jahre
Wirkungsgrad Gas-/Ölkessel	80.0 %
JAZ Wärmepumpe	3.0
Energieverluste Leitungen	8.0 %
Administration	0.5%

⁶ Eine detaillierte Auflistung der Kostenanteile (Kostengenauigkeit +/-25%) und Zusammensetzung der Energiegestehungskosten wird den Projektunterlagen beigelegt.

5.2.2 Investitionskosten

Für die zuvor diskutierten Varianten wurden die Investitionskosten bestimmt.

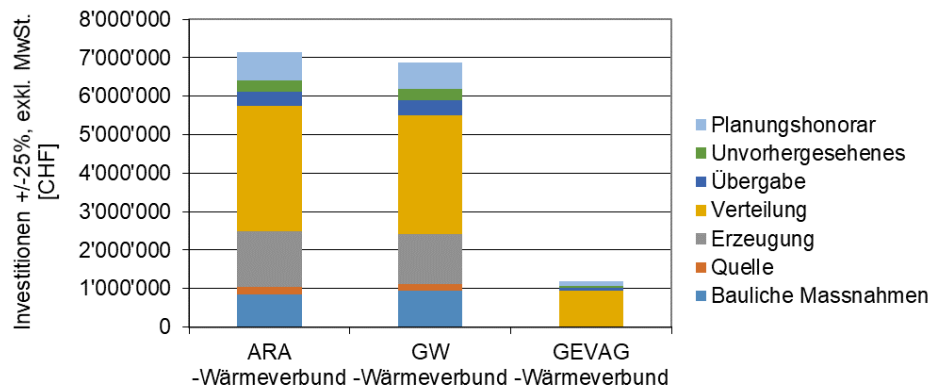


Abbildung 16: Investitionskosten (+/-25%, exkl. MwSt.)

Es ist zu beachten, dass die Investitionskosten der Variante GEVAG-Wärmeverbund mit den Investitionskosten der beiden anderen Varianten nicht direkt vergleichbar sind, da die Variante GEVAG-Wärmeverbund ein anderes Versorgungsgebiet als die beiden anderen Varianten erschliesst, weniger Leitungsmeter umfasst und keine Erstellung einer Energiezentrale erfordert. Zudem stellt diese Variante GEVAG-Wärmeverbund weniger Heizleistung und -energie als die beiden anderen Varianten bereit.

5.2.3 Energiegestehungskosten (exkl. Förderung)

Ausgehend von den Investitions- sowie den Energie- und Unterhaltskosten werden mittels der Annuitätenmethode die mittleren Jahreskosten berechnet. Aus diesen können, anhand der verkauften Energiemenge, die mittleren Energiegestehungskosten berechnet werden (vgl. Abbildung 17).

Die abgeschätzten Energiegestehungskosten des untersuchten ARA-Wärmeverbunds und des untersuchten GW-Wärmeverbunds liegen ohne zusätzliche Förderung etwas oberhalb von 16 Rp/kWh.

Die Energiegestehungskosten des GEVAG-Wärmeverbundes können, aufgrund aktuell noch fehlender Informationen nicht final abgeschätzt werden.

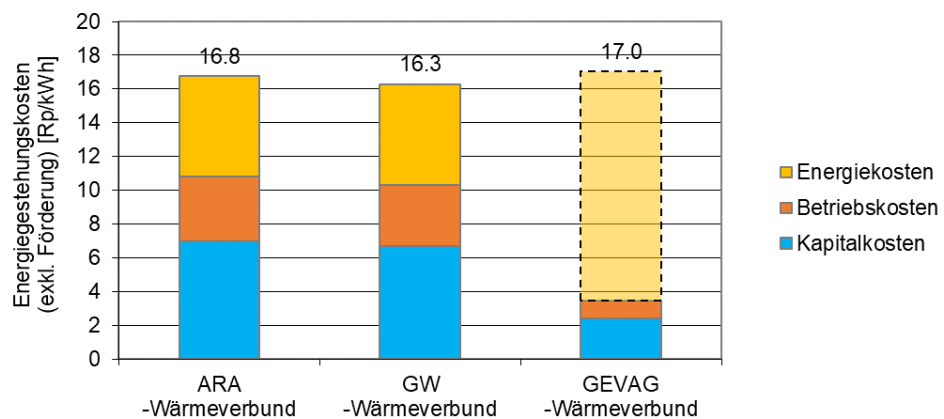


Abbildung 17: Energiegestehungskosten (exkl. Förderung) (+/-25%, exkl. MwSt.)

5.2.4 Energiegestehungskosten (inkl. Förderung)

Das Projekt kann durch verschiedene Programme gefördert werden, da bei einem Grossteil der Gebäude fossile Heizungen ersetzt würden. Diese Förderung würde die Gestehungspreise entsprechend reduzieren. Die beiden im Folgenden näher untersuchten **Fördermöglichkeiten** der «**Stiftung Klik**», sowie des «**Kantons Graubünden**» beanspruchen beide die CO₂-Wirkung der erzielten CO₂-Einsparungen. Entsprechend kann die CO₂-Wirkung nicht aufgeteilt oder der jeweils anderen Organisation abgetreten werden. Dies bedingt einen **gegenseitigen Ausschluss** der beiden Förderungen. Aufgrund der tendenziell etwas höheren zu erwartenden finanziellen Förderung für die Variante 3 [ARA-Wärmeverbund] und Variante 4 [GW-Wärmeverbund] wurden für die Berechnung der **Energiegestehungskosten inkl. Förderung, die Beiträge gemäss der Klik berücksichtigt**. Eine Förderung durch den Kanton Graubünden würde für die Variante 3 [ARA-Wärmeverbund] und Variante 4 [GW-Wärmeverbund] tendenziell nur zu leicht geringeren Einsparungen führen, für die Variante 1 [GEVAG-Wärmeverbund] ggf. zu etwas höheren Einsparungen.

Die «**Stiftung Klik**» fördert teilnahmeberechtigte Wärmeverbünde mit CHF 100 pro reduzierter Tonne CO₂ (Stand 06.04.2020)⁷. Aktuell ist die Zahlung **bis 2030 gesichert**. Während die Stiftung Klik davon ausgeht, dass auch über das Jahr 2030 hinaus Förderungen möglich sind, kann hierfür aktuell keine Sicherheit gegeben werden. In einer ersten telefonischen Abklärung mit dem **Verein für die Energienutzung auf Abwasser, Abfall, Abwärme und Trinkwasser** (08.04.2020) wurden die im Rahmen der Studie vertieften Verbundvarianten als grundsätzlich förderungswürdig eingestuft.

In einer ersten Vorabklärung wurden die eingesparten Emissionen für die **Variante 1 [GEVAG-Wärmeverbund]** auf **ca. 180 Tonnen CO₂ / Jahr** abgeschätzt. Dies entspräche einem Förderzuschuss in Höhe von ca. **CHF 18'000 pro Jahr**. Diese Fördersumme basiert auf der Annahme einer bereitgestellten Energiemenge von 1'862 MWh/a (vgl. Tabelle 7), bereitgestellt zu 100% über KVA-Abwärme, sowie einem energetischen Anteil ersetzter CO₂-freier Heizungen (Überbauung Oberbrugg) von 40% und einem energetischen Anteil ersetzter fossiler Erdgasheizungen von 60%.

Für die **Variante 3 [ARA-Wärmeverbund]** und die **Variante 4 [GW-Wärmeverbund]** wurden die eingesparten Emissionen auf **ca. 660 Tonnen CO₂ / Jahr** abgeschätzt. Dies entspräche einem Förderzuschuss in Höhe von ca. **CHF 66'000 pro Jahr**. Diese Fördersumme basiert auf der Annahme einer bereitgestellten Energiemenge von 4'337 MWh/a (vgl. Tabelle 9 und Tabelle 10), bereitgestellt zu 95% über eine Wärmepumpe und zu 5% über eine fossile Spitzenabdeckung (Annahme hier Heizöl), sowie einem energetischen Anteil Neubauten von 12% (Neubaugebiet Schulstrasse / Neubaugebiet Tardis) und einem energetischen Anteil ersetzter fossiler Öl- bzw. Erdgasheizungen von jeweils 44%.

Darüber hinaus werden Fernwärmenetze, sowie der Anschluss an ein Fernwärmenetz auch vom **Kanton Graubünden** gefördert.⁸ In einer ersten telefonischen Abklärung mit dem **Amt für Energie und Verkehr Graubünden** (08.04.2020) wurden die im Rahmen der Studie vertieften Verbundvarianten als grundsätzlich förderungswürdig eingestuft. Der Kanton sieht verschiedene Fördermöglichkeiten vor (bspw. «Anschlüsse an Fernwärmenetze» oder «Wärmeverbund ab 70 kW Heizleistung»), die sich jedoch gegenseitig ausschliessen.

⁷ Quelle: <https://www.waermeverbuende.klik.ch/>

⁸ Quelle: <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/aev/dokumentation/EnergieeffizienzFoerderformulare/Foerderflyer.pdf>

Die Fördervariante «Wärmeverbund ab 70 kW Heizleistung» stellt die mit folgenden Förderbeiträgen (vgl. Tabelle 14) finanziell lukrativste Variante dar. Der **Höchstbetrag der beiden Förderanteile mit jeweils CHF 200'000 pro Gesuchstellung** wird ab 10'000 m² Energiebezugsfläche (EBF) der Kunden im Verbund erreicht. In einer ersten Abschätzung wird davon ausgegangen, dass dieser Schwellenwert von 10'000 m² EBF in allen drei vertieft untersuchten Verbundvarianten (Variante 1 [GEVAG-Wärmeverbund], Variante 3 [ARA-Wärmeverbund] und Variante 4 [GW-Wärmeverbund] problemlos erreicht wird.

Tabelle 14: Förderbeiträge gemäss Förderinstrument "Wärmeverbund ab 70 kW Heizleistung", Amt für Energie und Verkehr Graubünden, Version 1/18

Betragsbemessung	Datum
Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage	CHF 20/m ² EBF
Maximale Beitragshöhe	CHF 200'000
Neubau/Erweiterung Wärmenetze	CHF 20/m ² EBF
Maximale Beitragshöhe	CHF 200'000

Durch die **zusätzliche Förderung durch die Stiftung Klik** können die **Energiegestehungskosten** für den untersuchten **ARA-Wärmeverbund** und den untersuchten **GW-Wärmeverbunds um ca. 1.5 Rp/kWh**, sowie für den untersuchten **GEVAG-Wärmeverbund um ca. 1 Rp/kWh** gesenkt werden (vgl. Abbildung 18).

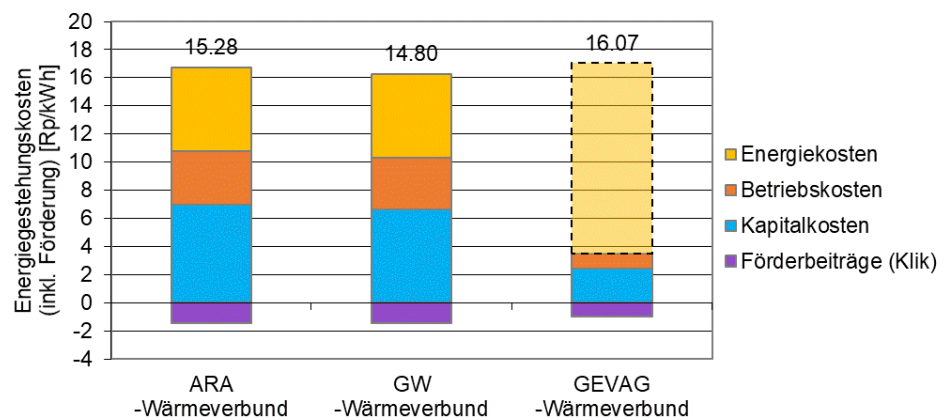


Abbildung 18: Energiegestehungskosten (inkl. Förderung) (+/-25%, exkl. MwSt.)

5.2.5 Fazit Wirtschaftlichkeit

Die Energiegestehungskosten der **Variante 3 (ARA-Wärmeverbund)** und **Variante 4 (GW-Wärmeverbund)** liegen ohne Förderung bei ca. **16 – 17 Rp/kWh** und unter Berücksichtigung einer Förderung durch die Stiftung Klik bei ca. **15 – 16 Rp/kWh**. Der Grund hierfür ist vor allem auf die verhältnismässig geringe Wärmeleistungsbedarfsdichte der erschlossenen Strassenzüge zurückzuführen. Dies ist unter anderem dadurch bedingt, dass eine Reihe relevanter Grossverbraucher, respektive Schlüsselkunden an einer Versorgung ab einem Energieverbund gar nicht oder nur bedingt interessiert sind.

Diese Gestehungskosten sind für Neubauten wahrscheinlich interessant, für den Heizungsersatz in Bestandsgebäuden, insbesondere bei einer reinen wirtschaftlichen Betrachtung, wahrscheinlich tendenziell zu hoch.

Des Weiteren ist die Wirtschaftlichkeit mit Vorsicht zu geniessen, da die für die Zukunft geplanten neuen Überbauungen auf dem aktuellen RhB-Areal (300 kW) (Neubaugebiet Schulstrasse), sowie zwischen Autobahn und Bahntrasse (Neubaugebiet Tardis) (750 kW) als Wärmeabnehmer bereits mitberücksichtigt wurden. Kurzfristig, ohne diese zukünftigen Verbraucher, lägen die Energiegestehungskosten der beiden untersuchten Wärmeverbünde vermutlich noch höher.

Die Energiegestehungskosten der **Variante 1 (GEVAG-Wärmeverbund)** können für einen seitens der GEVAG bereitgestellten Vollanschluss bis ins Gebäude nicht abschliessend bestimmt werden.

6 Zusammenfassung

6.1 Fazit

Aufgrund der Standortproblematik der Pyrolyseanlage wurde von einer Vertiefung des angedachten Pyrolyse-Wärmeverbundes (Variante 2, vgl. Kapitel 4.2) vorzeitig abgesehen.

In Bezug auf die technische Machbarkeit ist für den ARA-Wärmeverbund, wie auch für den GW-Wärmeverbund, die Standortfindung für eine Energiezentrale als kritisch sowie die geplante Leitungsführung in der Bahnhofstrasse (östlichster Teil) als mit den zeitnah startenden Bauarbeiten nicht mehr vereinbar einzustufen.

Die technische Machbarkeit des GEVAG-Wärmeverbundes wird als gegeben eingestuft.

Die Wirtschaftlichkeit des ARA-Wärmeverbundes, wie auch des GW-Wärmeverbundes ist mit geschätzten Energiegestehungskosten um die 15 - 17 Rp/kWh als grenzwertig einzustufen. Hierbei handelt es sich bereits um ein optimistisches Best-Case-Szenario, welches die erst in Zukunft geplanten neuen Überbauungen auf dem aktuellen RhB-Areal (Neubaugebiet Schulstrasse), sowie zwischen Autobahn und Bahntrasse (Neubaugebiet Tardis), trotz Unsicherheit in Bezug auf den Zeitpunkt der Erstellung und den zukünftigen Energiebedarf, bereits als Abnehmer mitberücksichtigt.

Die Wirtschaftlichkeit des GEVAG-Wärmeverbundes konnte nicht abschliessend geklärt werden. Hier beruht die aktuelle Kostenschätzung auf einem Versorgungsmodell ab der Hauptleitung, bei dem, zusätzlich zu den Kosten für die Energie- und Leistungsbereitstellung, die Kosten für die Erschliessung der Liegenschaften (Graben, Leitungen, Übergabestationen etc.) durch den Verbundersteller (bspw. Gemeinde) getragen werden müssten und entsprechend separat kalkuliert wurden. Die Energiegestehungskosten für einen seitens der GEVAG bereitgestellten Vollanschluss bis ins Gebäude liegen nicht vor.

6.2 Empfehlung und weiteres Vorgehen

Wir empfehlen **aktuell keine Weiterverfolgung** der Untersuchungen bezüglich der **ARA- und GW-Wärmeverbünde** im dargestellten Umfang, vor allem aufgrund der aktuell nicht gegebenen technischen Machbarkeit. Darüber hinaus ist die Wirtschaftlichkeit unter bereits sehr optimistischen Bedingungen als grenzwertig einzustufen.

Für den **GEVAG-Wärmeverbund** hingegen empfehlen wir verschiedene spezifische Angebote unterschiedlicher Versorgungsmodelle bei der GEVAG einzuholen und zu bewerten. Sofern die Wirtschaftlichkeit eines GEVAG-Wärmeverbundes gegeben sein sollte und eine Umsetzung angestrebt wird, empfehlen wir die individuelle Prüfung des Anschlusses weiterer potentieller Bezüger im Einzugsgebiet der durch den Verbund neu entstehenden Fernwärmeleitungen. Ob eine Erschliessung möglichst vieler Liegenschaften im Einzugsgebiet durch die GEVAG-Fernwärme angestrebt wird, oder aber die Hochtemperaturwärme für ausschliesslich kritische Verbraucher mit hohen benötigten Vorlauftemperaturen reserviert werden soll, stellt eine strategische Entscheidung dar, die von der Gemeinde getroffen werden sollte.

Aufgrund des aktuell voraussichtlichen Nichtzustandekommens eines ARA- oder GW-Wärmeverbundes im nördlichen Gemeindegebiet empfehlen wir die **Rückfallvariante von GW-Kleinwärmeverbünden**, wie sie bereits im Gemeindegebiet existieren, seitens der Gemeinde weiterzuverfolgen. Während die Initiative zur Realisierung der GW-Kleinwärmeverbünde von den Eigentümern der Liegenschaften ausgehen muss, könnte die Gemeinde dennoch durch bspw. ein Informations- und Beratungsangebot oder die Vereinfachung behördlicher Auflagen

eine unterstützende Rolle einnehmen. Gleichzeitig sollte die Vergabe von neuen Konzessionen jedoch gut überlegt stattfinden. Eine übergeordnete Strategie, sowie bspw. die Definition einer Mindestentnahmeleistung, könnten langfristig eine einheitliche und mit den strategischen Zielen der Gemeinde vereinbare Konzessionsvergabe sicherstellen.

Gleichzeitig sollte die Idee, den Anteil fossiler Energien im Gemeindegebiet zu reduzieren und lokale erneuerbare Energiepotentiale zu erschliessen, weiterverfolgt werden. Hierfür bietet sich einerseits die Nutzung der ARA-Abwasserwärme im Rahmen der geplanten neuen Überbauung zwischen Autobahn und Bahntrasse (Neubaugebiet Tardis) in direkter Nähe zur Abwasserreinigungsanlage an. Andererseits bietet sich eine vergleichsweise grosse Grundwasserfassung für die geplante neue Überbauung auf dem RhB-Areal (Neubaugebiet Schulstrasse) an, die im Winter zu Heizzwecken und im Sommer zu Kühlzwecken gleichermassen genutzt werden kann. In diesem Zuge sollte auch geprüft werden, ob eine Ausweitung der Vernetzung und eine Erschliessung von potenziellen Verbrauchern in direkter Nähe zu den Neubaugebieten in Frage kommt.

7 Anhang / Beilagen

7.1 Grundlagendokumente

Dokument	Datum
Energierichtplanung_Landquart_Richtplan-Text	01.04.2020
Landquart_Energierichtplan_Grundlagenkarte	12.08.2019
Landquart_Energierichtplan_Prioritätsgebiete	01.04.2020
Landquart_Heizungskataster	13.06.2019
Praesentation_GV1_Energieplaung_Landquart	26.09.2019
Jahresbericht_Plantahof	'16/'17 und '17/'18
E-Mail_INEGA AG - Pyrolyse_Pflanzenkohle	14.08.2019
Plantahof_Machbarkeitsstudie_Arealversorgung_2014	16.01.2014
Entscheidungsgrundlage_Arealversorgung_2016	08.07.2016
Telefonat GEVAG	19.12.2019 25.03.2020
Telefonat RhB	02.03.2020

7.2 Beilagen

Dokument	Datum
EV_Landquart_MBS_Karte	11.03.2020
EV_Landquart_MBS_Karte_Verbünde	11.03.2020
EV_Landquart_MBS_Wirtschaftlichkeit_ARA-Wärmeverbund	09.04.2020
EV_Landquart_MBS_Wirtschaftlichkeit_GW-Wärmeverbund	09.04.2020
EV_Landquart_MBS_Wirtschaftlichkeit_GEVAG-Wärmeverbund	09.04.2020