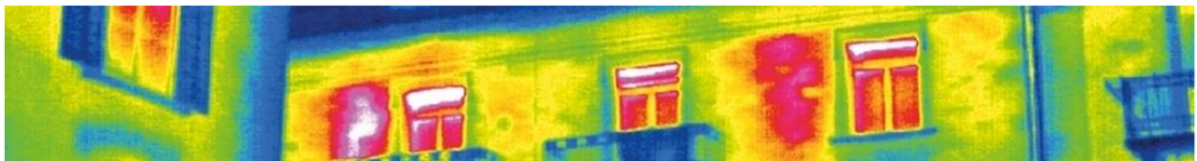


30. November 2018

Wärmekollektiv Bremgarten

Umzug Förderstation und Variantenstudien Erneuerung 2025

Strategische Planung



Energietechnik



Gebäudetechnik



Auftraggeber:
Einwohnergemeinde Bremgarten
Fachbereich Bau und Betriebe
Markus Hodler
Chutzenstrasse 12
3047 Bremgarten

Projekt-Nr: 2014.3319.00
Verfasser: Bernhard Eggen / Eric Mühlemann / Richard Agiotis

Inhalt

Kurzfassung	3
Ausgangslage	3
Variantenvergleich	4
Wärmepreis	4
Umweltbelastung	4
Gesamtbewertung	5
Teil 1: Umzug Förderstation und Variantenstudie Erneuerung 2025	7
1 Ausgangslage	7
1.1 Das Wärmekollektiv Bremgarten	7
1.2 Ausbau ARA Region Bern	8
1.3 Grundlagen	9
1.4 Wärmebezüger	9
1.5 Wärmepotentiale der ARA Region Bern	11
2 Variantenvergleich	12
2.1 Varianten Umzug Förderstation für Übergangsbetrieb	12
2.2 Varianten Erneuerung Wärmekollektiv	15
2.3 Wirtschaftlichkeit der Varianten	20
2.4 Umwelt	21
3 Empfehlung und weiteres Vorgehen	22
3.1 Fazit	22
3.2 Weiteres Vorgehen	22
Teil 2: Dezentrale Varianten private Bezüger (am Beispiel Siedlung Belvédère)	23
1 Grundlagen	23
2 Anlagedaten Siedlung Belvédère heute	23
3 Varianten	23
4 Variantenvergleich	24
4.1 Wärmepreis	24
4.2 Umweltbelastung	24
4.3 Bewertung der Varianten	26
Teil 3: Dezentrale Varianten Gemeindeligenschaften	27
1 Grundlagen	27
2 Gebäudedaten heute	27
4 Variantenvergleich dezentrale Erneuerung	28
4.1 Variante A: Pellet	28
4.2 Variante B: Erdsonden	28
4.3 Fazit	29

Kurzfassung

Ausgangslage

Das Wärmekollektiv Bremgarten (WKB) wurde seit 1984 in mehreren Etappen erstellt. Mit der Realisierung des Wärmekollektivs wollte die Gemeinde insbesondere die Situation der lokalen Luftverschmutzung infolge der in Bremgarten bestehenden Inversionslage verbessern.

Ursprünglich förderten die Pumpen in der ARA Region Bern das gereinigte Abwasser in einem offenen System direkt zu den Wärmepumpen der Bezüger. Dies führte zu erheblichen Problemen wegen Verunreinigungen und Druckschwankungen. Im Jahre 2005 wurde die Anlage deshalb umgebaut. Seither wird die Abwärme des Abwassers in der ARA in grossen Wärmetauschern gefasst und in ein geschlossenes Verteilnetz (Sekundärnetz) übertragen.

Im Jahre 2024 sind die wichtigsten Leitungen des Wärmekollektivs 40-jährig. Die eingesetzten gestossenen Faserzementrohre sind grundsätzlich für offene Wasserversorgungen ausgelegt. Seit der Erneuerung im Jahre 2005 werden sie in einem geschlossenen System betrieben. Die Wasserverluste halten sich bisher im Rahmen. Es besteht aber das Risiko, dass mit der Alterung die Übergänge der Rohre undicht werden. Auch der Aaredücker weist mit der Alterung erhebliche Risiken auf. Deshalb sollte in den nächsten Jahren eine Erneuerung des Verteilsystems eingeplant werden.

Um in Zukunft sog. Mikroverunreinigungen eliminieren zu können, wird die ARA Bern in den nächsten Jahren weiter ausgebaut. Wegen der dafür notwendigen - ab 2020/21 vorgesehenen - baulichen Erweiterung muss die Förderstation des Wärmekollektivs Bremgarten weichen. Die ARA Bern stellt jedoch für die Förderstation einen anderen Raum zur Verfügung.

Bei einer Erneuerung des Systems ist auch die Umwandlung in einen „warmen Wärmeverbund“ in die Betrachtungen zu ziehen. Deshalb hat der Gemeinderat auf Antrag der Bau- und Betriebskommission entschieden, mit einer Machbarkeitsstudie die ökologischen und ökonomischen Folgen der drei Varianten „warmer Wärmeverbund“, „kalter Wärmeverbund“ und „Ausstieg aus dem WKB“ klären zu lassen.

Für den Gemeinderat ist klar, dass ein neues System nicht durch die Gemeinde finanziert und betrieben werden soll. Mit den vorhandenen Rahmenbedingungen kommt als Contractor in erster Linie Energie Wasser Bern (ewb) in Frage. Die Abklärungen der Gemeinde haben gezeigt, dass eine direkte Vergabe an ewb in Form einer Konzession nach den öffentlichen Vergabevorschriften möglich ist.

In der Folge hat Energie Wasser Bern auf Basis der Vorstudie (siehe Teil 1) und eigenen Beurteilungen Angebote für einen kalten und warmen Wärmeverbund erarbeitet. Dabei wurde zusammen mit der ARA Region Bern ein besserer Standort für die neue Förderstation resp. Energiezentrale gefunden, als in der folgenden Vorstudie aufgezeigt ist. ewb sichert zudem für einen warmen Verbund einen namhaften Förderbeitrag aus dem Ökofonds zu mit der Auflage, dass die Gemeinde Bremgarten den gleichen Betrag einbringt.

Nach Vorliegen der Vorstudie und dem ewb-Angebot sowie Gesprächen mit den Bezüger wurden mögliche dezentrale Varianten bei einem „Ausstieg aus dem WKB“ detaillierter untersucht.

Im Folgenden sind diese Abklärungen dokumentiert:

Teil 1: Umzug Förderstation und Variantenstudie Erneuerung 2025

Teil 2: Dezentrale Varianten private Bezüger (am Beispiel Siedlung Belvédère)

Teil 3: Dezentrale Varianten Gemeindeligenschaften

Variantenvergleich

Wärmepreis

In der folgenden Tabelle sind die zu erwartenden Wärmepreise der Teilstudien zusammengestellt worden. In diesen Preisen sind sämtliche anfallenden Aufwendungen der Wärmeerzeugung (Investitions-, Kapital-, Wartungs/Unterhalts-, Betriebs- und Energiekosten - Genauigkeit: $\pm 25\%$) enthalten. Die Preise der neuen Wärmeverbünde (kalt oder warm) wurden beispielhaft für die Siedlung Belvédère berechnet. Dies auch für eine Erdsondenlösung, obwohl das Abteufen von Erdsonden im Bereich Belvédère/Bündacher nicht erlaubt ist.

	dezentrale Lösungen			Wärmeverbund neu	
	Sonne /Gas	Pellet/Gas	Erdsonden/Gas	kalt	warm
Spez. Wärmepreis (Rp./kWh)	20.1	15.3 - 18.5	20.9 - 22.2	19.9	17.7

Tabelle 1: Berechnete Wärmepreise der Varianten

Es hat sich gezeigt, dass die Variante mit einem «warmen Wärmeverbund» einem solchen mit «kalter Verteilung» aus Kostensicht besser abschneidet. Bei dezentralen Lösungen im Fall eines Ausstiegs aus dem Wärmekollektiv ist – bei einem vergleichbaren Anteil an erneuerbarer Energie – in der Siedlung Belvédère einzig eine Heizung mit Holzpellets und Gas kostengünstiger (15.3 Rp./kWh). In diesem Preis ist aber kein Elektrofilter zur weiteren Reduktion von Feinstaubemissionen enthalten. Um der Luftreinhalteverordnung auch in Zukunft zu genügen, wird ein solcher möglicherweise nötig.

Umweltbelastung

In den folgenden Grafiken sind die Luftschadstoffbelastung (Bild 1) und die CO₂-Emissionen (Bild 2) der Siedlung Belvédère beispielhaft aufgezeigt.

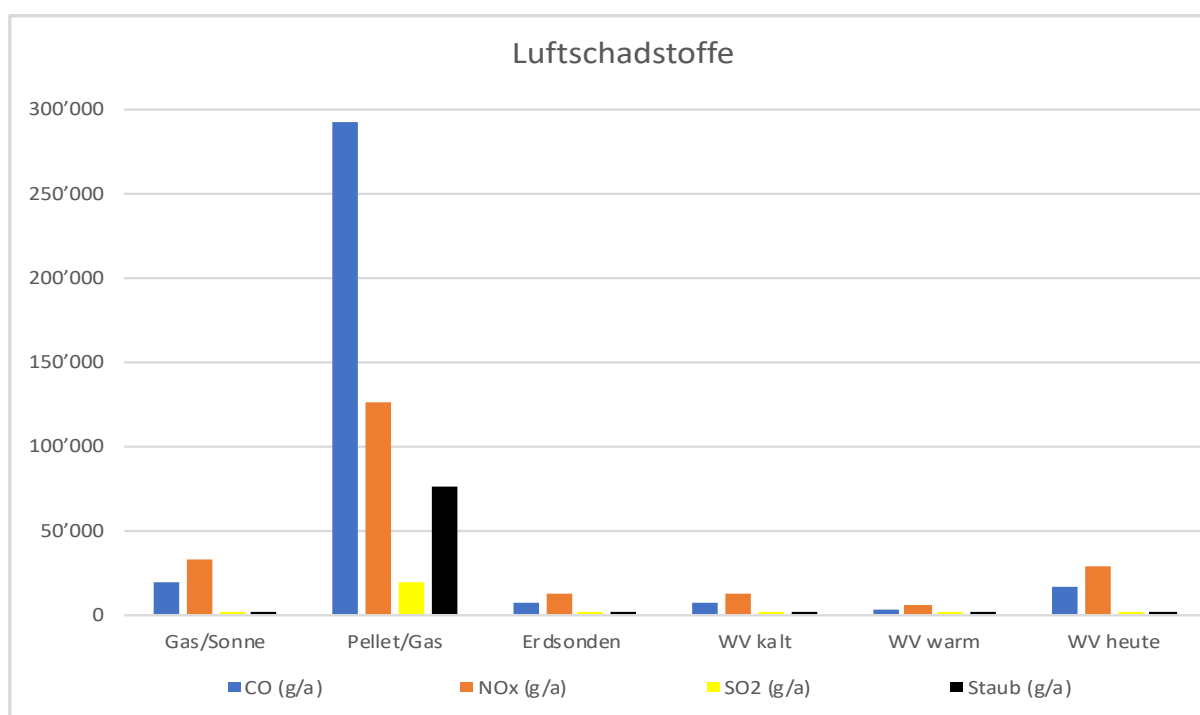
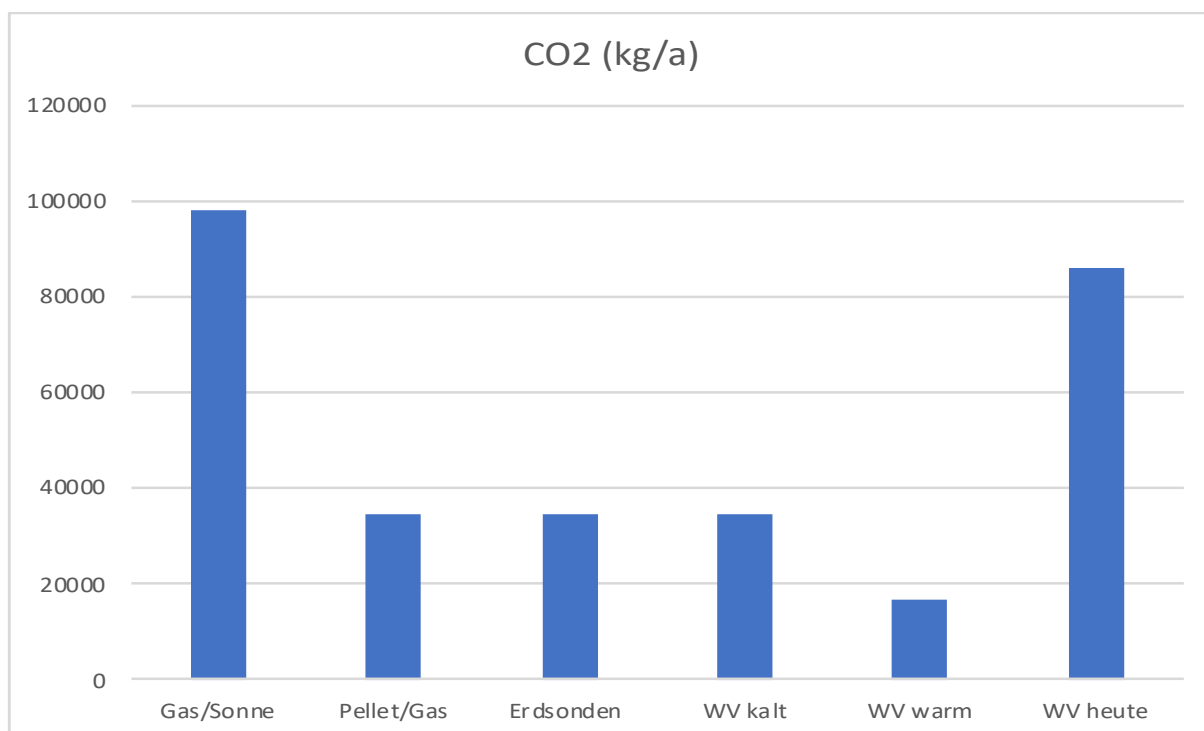


Bild 1: Luftschadstoffbelastung am Beispiel der Siedlung Belvédère

Bild 2: CO₂-Emissionen am Beispiel der Siedlung Belvédère

Wie Bild 1 deutlich zeigt, weisen die Varianten mit Holzverbrennung massiv höhere Schadstoffemissionen auf. Beim CO₂ sind die Emissionen im Wesentlichen vom Anteil fossiler Energie (Erdgas/Erdöl) abhängig.

Gesamtbewertung

Tabelle 2 zeigt eine Gesamtbeurteilung der Varianten. Dabei sind Werte und Beurteilungen rot eingefärbt, die gegen eine Umsetzung dieser Varianten sprechen.

	dezentrale Lösungen			Wärmeverbund neu	
	Sonne /Gas	Pellet/Gas	Erdsonden/Gas	kalt	warm
Spez. Wärmepreis (Rp./kWh)	20.1	15.3 - 18.5	20.9 - 22.2	19.9	17.7
Anteil erneuerbare Energie	25%	75%	75 - 100%	75%	>75%
Vorgaben Priorität erfüllt	nein	nein	ja	ja	ja
Luftschadstoffbelastung	mittel	gross	klein	klein	klein
CO ₂ -Belastung	gross	klein	klein	klein	klein

Tabelle 2: Vergleich der Varianten

- Ein «warmer Wärmeverbund» oder dezentrale Lösungen mit dem Einsatz von Holzpellets schneiden wirtschaftlich am besten ab. Die anderen Varianten führen zu Wärmepreisen von 20 Rp./kWh und mehr.
- Das kantonale Energiegesetz (Art. 2.3b) verfolgt das Ziel, den gesamtkantonalen Wärme- und Strombedarf möglichst mit CO₂-neutralen, erneuerbaren Energien zu decken. Um bis 2050 eine möglichst CO₂-freie Wärmeversorgung zu erreichen, kommen Systeme mit einem Anteil erneuerbarer Energie von weniger als 75% heute kaum mehr in Betracht. Bei den dezentralen Lösungen ist somit eine Kombination von Sonnenkollektoren und Gasheizung zur Wärmeerzeugung auszuschliessen.

- Die Kantonale Energieverordnung (KE nV) gibt den Gemeinden bei der Energieplanung folgende Priorisierung der Energieträger vor:
 - Erste Priorität: Ortsgebundene, hochwertige Abwärme
 - Zweite Priorität: Ortsgebundene, niederwertige Abwärme und Umweltwärme
 - Dritte Priorität: Bestehende leitungsgebundene, erneuerbare Energieträger
 - Vierte Priorität: Regional verfügbare, erneuerbare Energieträger
 - Fünfte Priorität: Örtlich ungebundene UmweltwärmeDie «örtlich ungebundene Umweltwärme» wie Holzpellets wird in letzter Priorität aufgeführt. Ein Wärmeverbund mit ortsgebundener, hochwertiger Abwärme hat aus dieser Optik Vorrang gegenüber einer dezentralen Lösung.
- Wie Bild 1 zeigt, ist die Luftschadstoffbelastung von Holzpellet-Anlagen im Vergleich zu den anderen Systemen massiv grösser und sollte mit der vorhandenen Inversionslage in Bremsgarten vermieden werden.
- Die Umstellung auf dezentrale Wärmeversorgungen in den am Wärmekollektiv angeschlossenen Liegenschaften der öffentlichen Hand würde zu Investitionen von gegen CHF 2 Mio. und zu entsprechend höheren Heizkosten für die Gemeinde führen.

Basierend auf diesen Grundlagen ist für 2025 die Umsetzung eines «warmen Wärmeverbundes» zu empfehlen. Zu diesem Zeitpunkt haben die meisten Anlagenteile der heutigen Systeme das Ende ihrer Lebensdauer erreicht, sind abgeschrieben und müssten erneuert werden.

Die einzelnen Umsetzungsschritte sind mit den Terminen der ARA Region Bern zu koordinieren. In einem ersten Schritt wird die heutige Förderstation in der ARA - abgestimmt auf das Projekt eines «warmen Wärmeverbundes» - umziehen. Mit den Projektierungsarbeiten ist insbesondere das Verteilnetz noch zu optimieren.

Teil 1:

Umzug Förderstation und Variantenstudie Erneuerung 2025

Eric Mühlemann / Bernhard Eggen

10.02.2018

1 Ausgangslage

1.1 Das Wärmekollektiv Bremgarten

Das Wärmekollektiv wurde seit 1984 in mehreren Etappen erstellt. Ursprünglich förderten die Pumpen in der ARA Region Bern das gereinigte Abwasser in einem offenen System direkt zu den Wärmepumpen der Bezüger. Dies führte zu erheblichen Problemen wegen Verunreinigungen und Druckschwankungen. Im Jahre 2005 wurde die Anlage deshalb umgebaut. Seither wird die Abwärme des Abwassers in der ARA in grossen Wärmetauschern gefasst und in ein geschlossenes Verteilnetz (Sekundärnetz) übertragen.



Bild 1: Wärmetauscher in der Förderstation der ARA

Im Oberstufenzentrum wurde eine weitere Wärmetauscherstation eingebaut und ein Tertiärnetz geschaffen. Damit konnte der statische Druck auf die unteren Leitungsteile verringert und die bestehende Heizkesselanlage als Sicherheit für die monovalenten Anlagen in der Überbauung Chutzen eingebunden werden. Fällt die Vorlauftemperatur des Tertiärkreises unter 8°C hebt die Heizkesselanlage diese automatisch über einen zweiten Wärmetauscher um 3 K an. Im Normalbetrieb sollte dies höchstens ein paar Stunden pro Jahr der Fall sein.

Das Leitungssystem besteht mehrheitlich aus gestossenen Faserzementrohren mit Innendurchmessern von 158 bis 310 mm. Neuere Leitungsteile und die Aarequerung bestehen aus Kunststoff.

1.2 Ausbau ARA Region Bern

Zur Eliminierung von Mikroverunreinigungen wird die ARA Bern in den nächsten Jahren weiter ausgebaut. Wegen der notwendigen - ab 2020 vorgesehenen - baulichen Erweiterung muss die Förderstation des Wärmekollektivs Bremgarten weichen. Die ARA Bern stellt jedoch für die Förderstation einen anderen Raum zur Verfügung.

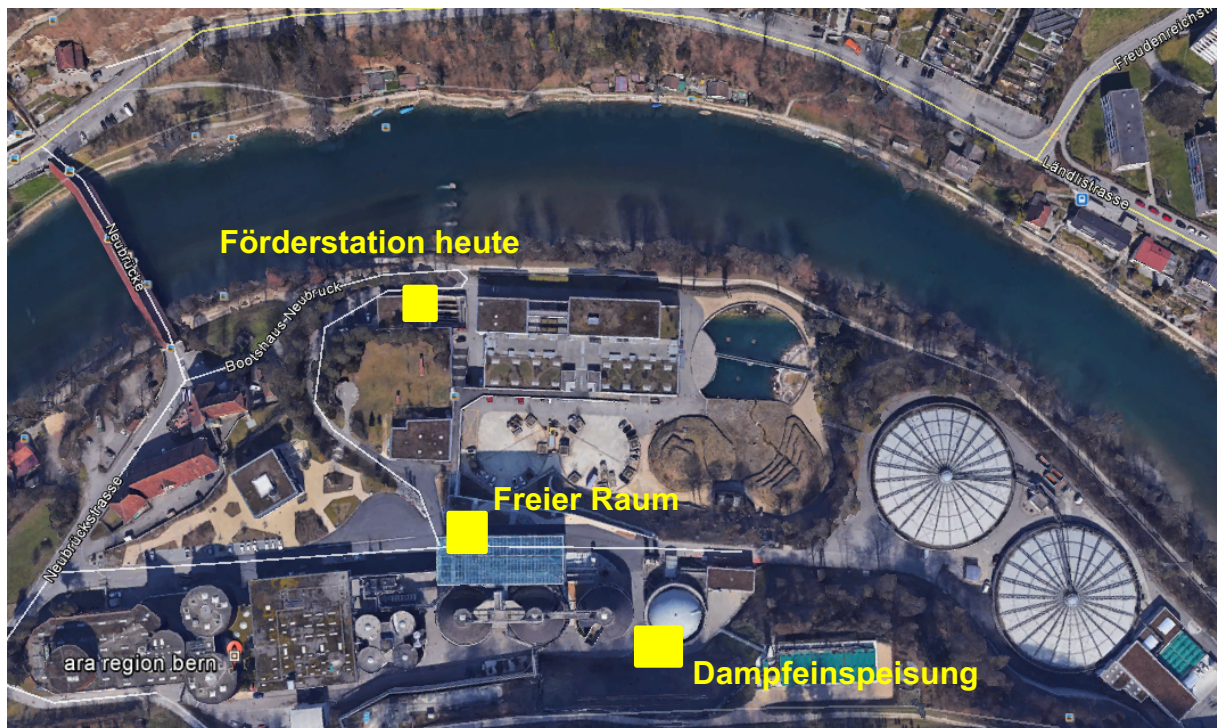


Bild 2: Standorte in ARA Region Bern: Heutige Förderstation, angebotener neuer Raum, Dampfinspeisung aus der KVA Forsthaus

Die ersten Abklärungen haben allerdings gezeigt, dass die grossen Rohrbündelwärmetauscher der heutigen Förderstation nicht im neuen, von der ARA zur Verfügung gestellten Raum Platz fänden. Parallel dazu hat eicher+pauli mit der ARA Region Bern das Potential und die Temperaturen der in Zukunft bestehenden Abwärme geklärt. Diese Abklärungen zeigten, dass im Fall eines Umbaus bzw. Umzugs der Förderstation Klarheit über das zukünftige Versorgungskonzept des WK Bremgarten bestehen soll. Dies nicht zuletzt auch mit Blick auf die Dampfzuführung aus der KVA Forsthaus in die ARA. Andernfalls könnten Fehlinvestitionen entstehen.

Im Jahre 2024 sind die wichtigsten Leitungen des Wärmekollektivs 40-jährig. Die eingesetzten gestossenen Faserzementrohre sind grundsätzlich für offene Wasserversorgungen ausgelegt. Seit der Erneuerung im Jahre 2005 werden sie in einem geschlossenen System betrieben. Die Wasserverluste halten sich bisher im Rahmen. Es besteht aber das Risiko, dass mit der Alterung die Übergänge der Rohre undicht werden. Auch der Aaredüker weist mit der Alterung erhebliche Risiken auf. Deshalb sollte in den nächsten Jahren eine Erneuerung des Verteilsystems eingeplant werden.

An mehreren Sitzungen mit Gemeindevertretern und ewb wurde diese Situation besprochen. Bei einer Erneuerung des Systems ist auch die Umwandlung in einen „warmen Wärmeverbund“ in die Betrachtungen zu ziehen. Deshalb hat der Gemeinderat auf Antrag der Bau- und Betriebskommission am 26.01.2016 entschieden, mit einer Machbarkeitsstudie (Genauigkeit: $\pm 25\%$) die ökologischen und ökonomischen Folgen der drei Varianten „warmer Wärmeverbund“, „kalter Wärmeverbund“ und „Ausstieg aus dem WKB“ klären zu lassen.

Basierend auf diesen Unterlagen wird der Gemeinderat anschliessend über das weitere Vorgehen beraten. Im Vordergrund steht für den Rat nicht die Finanzierung durch die Gemeinde sondern das Suchen eines Investors.

Im Jahr 2021 muss die Förderstation in der ARA Region Bern verschoben werden. Im Folgenden werden deshalb die auf die Erneuerung abgestimmten Umzugsvarianten der Förderstation aufgezeigt.

1.3 Grundlagen

Diese Variantenstudie basiert auf folgenden Grundlagen:

- Leistungen des Wärmekollektivs heute
- Erfolgskontrolle Wärmekollektiv von 2007
- Vorstudie Wärmeverbund „Ländli/Seftau“ vom 20. Juli 2010
- Pläne heutiges Leitungsnetz
- Abwärmepotentiale und -temperaturen ARA Region Bern (kwp 07. Dezember 2015), inkl. revidierten Angaben zur Nutzung von Prozessabwärme
- Grundlagen Dampfversorgung ARA Region Bern vom (Gruneko 12. Juni 2016)
- Diverse Projektbesprechungen im 2015 und 2016 mit Gemeinde, ARA, ewb und Fachspezialisten
- Reglement WK Bremgarten (25.4.2005)
- Energiepreise gem. Mail ewb vom 27. September 2016 und Präzisierung Elektrizität «Naturstrom» vom 25. November 2016.

Die Investitionskosten wurden weitgehend auf Erfahrungswerten basierend geschätzt. Für einzelne grössere Anlageteile wie die Bohrung „Aarequerung“ und grosse Wärmetauscher wurden Richtofferten eingeholt.

1.4 Wärmebezüger

In die folgenden Betrachtungen werden neben den bestehenden Bezüglern auch potentielle Erweiterungen des Wärmekollektivs berücksichtigt. Mit Gemeindevertretern wurden zu diesem Zweck Gebiete ausgeschieden und deren Wärmebedarf grob abgeschätzt.

In der folgenden Abbildung 3 sind die bestehenden Bezüglern, potentielle Erweiterungen und die dem Variantenvergleich zugrunde gelegten Leitungsführungen der neuen Erschliessungen dargestellt.

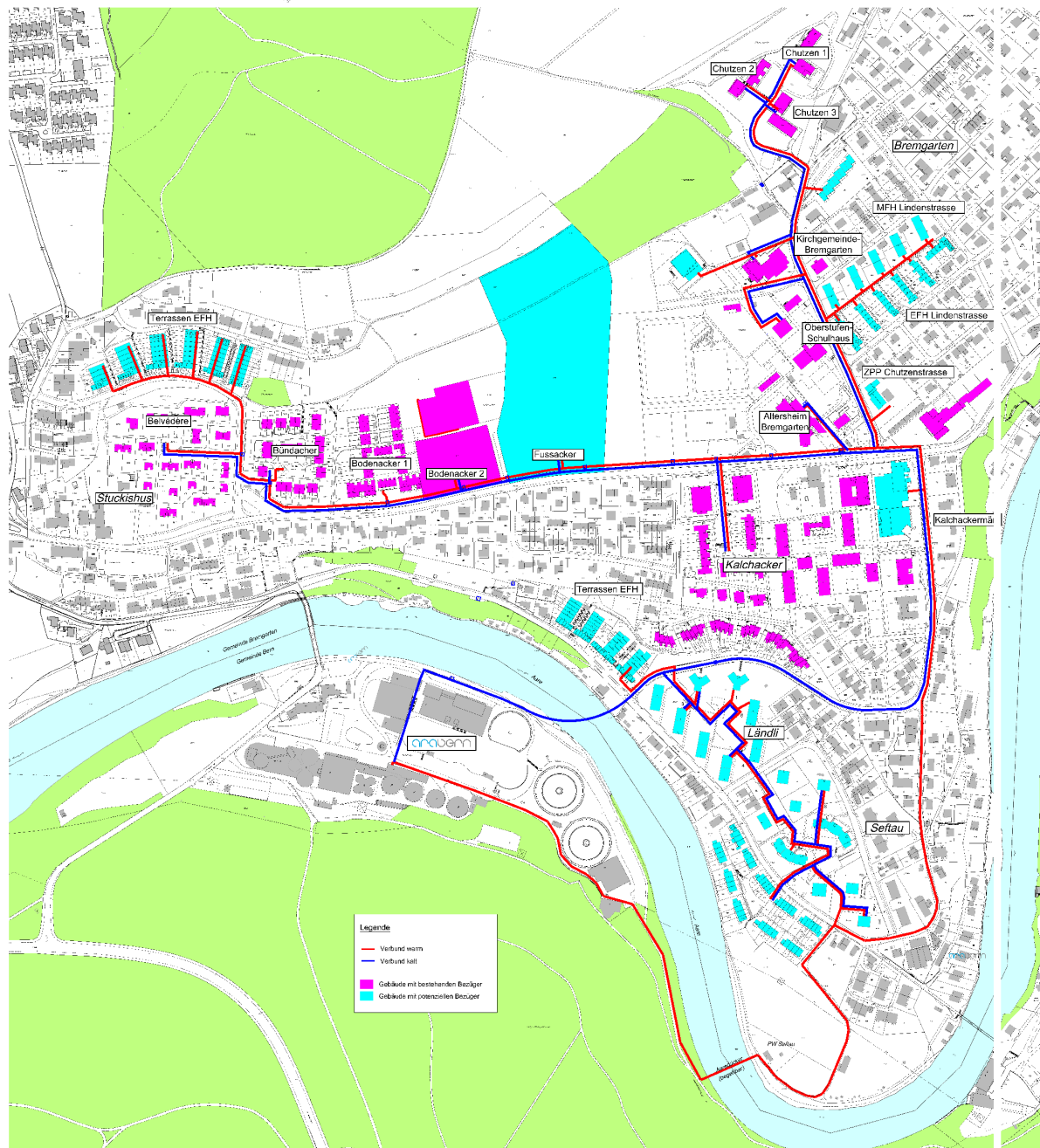


Bild 3: Wärmebezüge und Leitungsführung der Varianten

Für diese erste grobe Betrachtung sind die in Tabelle 1 aufgeführten Wärmeleistungen der Liegenschaften abgeschätzt worden.

	Wärmebezüger	Art der Heizung	Bestehende Verbraucher Nutzwärmebedarf [kW]	Ausbaupotential Nutzwärmebedarf [kW]
1	Belvedere	bivalent	300	
2	Bündacher	bivalent	300	
3	Bodenacher 1	bivalent	250	
4	Bodenacher 2	bivalent	250	
5	Kalchacker	bivalent	1'200	
6	Altersheim	bivalent	250	
7	Oberstufe	bivalent	200	
8	Kirchgemeindehaus	bivalent	200	
9	Chutzen 1	monovalent	40	
10	Chutzen 2	monovalent	35	
11	Chutzen 3	monovalent	35	
12	Parzelle Fussacker			250
13	MFH Lindenstrasse			320
14	EFH Lindenstrasse			240
15	ZPP Chutzenstrasse			80
16	Terrassen EFH Bündacker			275
17	MFH Ländli			1245
18	Terrassen EFH Siedlung Ländli			420
19	Kalchackermärit			240
20	Kath. Kirchgemeindehaus			110
21	Chutzenstrasse 22-40			50
	Total		3'060	3230
Total maximale Wärmeverbrauchsleistung				6'290

Tabelle 1: Wärmebedarf der Bezüger heute

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wird ein Wert von 5'600 kW eingesetzt. Dies ergibt sich aus einer mittleren jährlichen Einsparung von 1% über 20 Jahre. Da ein grosser Anteil der Liegenschaften in einem guten wärmetechnischen Baustandard erbaut wurde, sind höhere Verbrauchseinsparungen kaum zu erwarten.

1.5 Wärmepotentiale der ARA Region Bern

Nach Klärung der vorhandenen Potentiale und deren längerfristige Nutzung durch Beauftragte der ARA Region Bern haben sich folgende für das Wärmekollektiv nutzbaren Potentiale ergeben:

- Wärme aus gereinigtem Abwasser 13'500 kW 100% erneuerbare Wärme
- Wärme aus Prozessdampf der
KVA Forsthaus 1'300 kW 80% erneuerbare Wärme

2 Variantenvergleich

2.1 Varianten Umzug Förderstation für Übergangsbetrieb

2.1.1 Variante A: Dampf

Im freien Raum der ARA (siehe Seite 8, Bild 2) wird die neue Tauscher- und Förderstation des Wärmekollektivs aufgebaut. Die zur Verfügung gestellte Dampfmenge wird über zwei bei der Dampfauskopplung von ewb liegende Wärmetauscher gewonnen und über einen Zwischenkreislauf dem Verteilsystem des Wärmekollektivs zugeführt. Mit dem Dampf kann eine Vorlauftemperatur von dauernd 15°C sichergestellt werden.

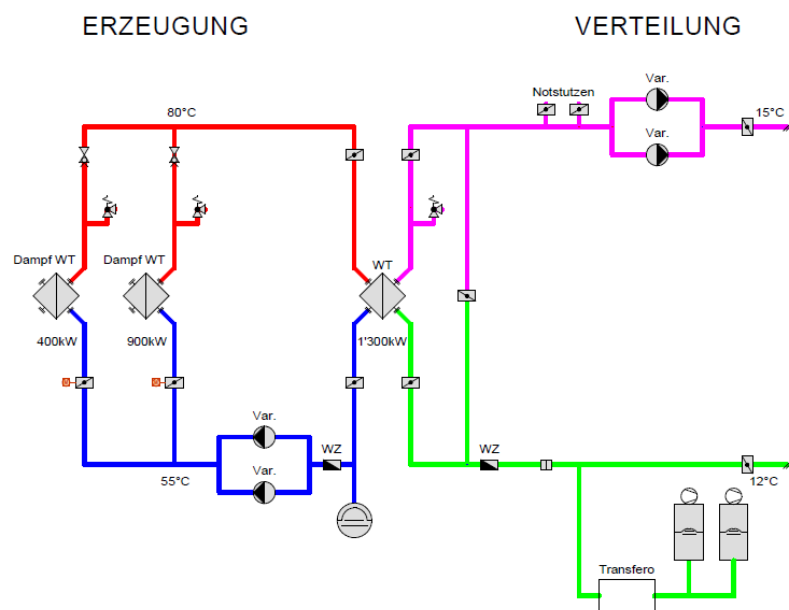


Bild 4: Prinzipschema Übergangsbetrieb mit Dampf

Tabelle 2 gibt eine Übersicht der vorgesehenen Massnahmen.

Wärmetauscher Dampf	Bei Dampfeintritt ewb	400 kW 900 kW
Wärmetauscher Abwasser	Freier Raum ARA	1'300 kW
Förderpumpen Primärkreis		
Förderpumpen Sekundärkreis		
Expansionsanlagen		
Steuerung		
Systemtemperaturen Wärmekollektiv		> 15 °C
Versorgungssicherheit		hoch
Anteil erneuerbare Energie Quelle (Dampf 80 %, Strom 100 %)		82 %
Anteil erneuerbare Energie WKB (mit 100% erneuerbar. Strom)		ca. 65%
Investition (± 25%)		CHF 850'000.-

Tabelle 2: Eckdaten zum Übergangsbetrieb mit Dampf

Bewertung

Diese Variante führt zu folgenden Vor- resp. Nachteilen gegenüber der Variante B „Umzug Förderstation für Übergangsbetrieb – Abwasser“:

- + relativ kleiner Aufwand für Übergangsbetrieb
- + deutlich tiefere Investitionen
- + schon im Übergangsbetrieb höhere Versorgungssicherheit mit minimalen Vorlauftemperaturen von 15°C
- + hoher Freiheitsgrad für spätere Erneuerungsentscheide des Wärmekollektivs (Änderungen in ARA, Anforderungen Bezüger, Auflösung Wärmekollektiv etc.)
- Leicht höhere Wärmegestehungskosten während Übergangszeit
- Etwas kleinerer Anteil erneuerbare Energie der ARA-Abwärme.
Mit der minimalen Vorlauftemperatur von 15°C wird aber dieser Nachteil durch höhere Wirkungsgrade und höhere Anteile der von den Wärmepumpen erzeugten Wärme weitgehend kompensiert.

2.1.2 Variante B: Abwasser

Im freien Raum der ARA (siehe Seite 8, Bild 2) wird die neue Tauscher- und Förderstation des Wärmekollektivs aufgebaut. Neu wird das gereinigte Abwasser mittels Tauchpumpen im Reinwasserkanal gefasst und neuen Wärmetauschern im „freien Raum“ zugeführt. Dies weil die bestehenden Wärmetauscher im „freien Raum“ nicht eingebracht und aufgestellt werden können.

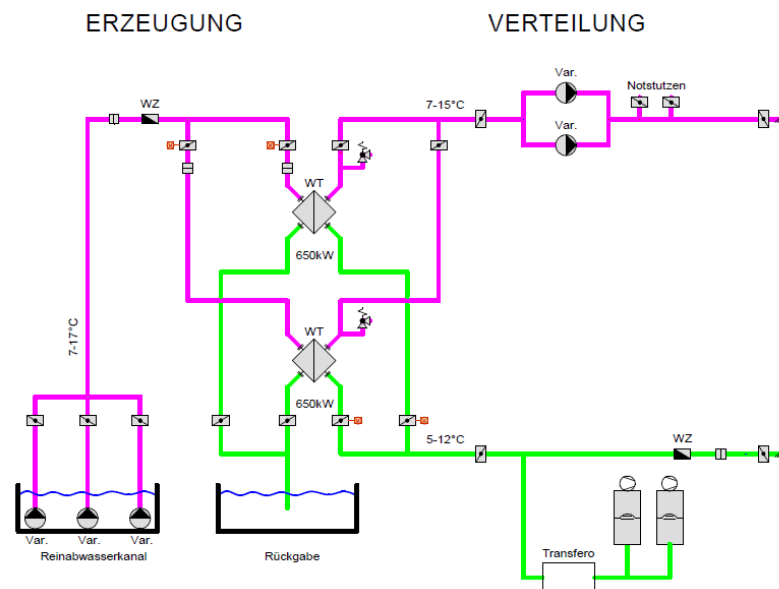


Bild 5: Prinzipschema Übergangsbetrieb mit Abwasser

Tabelle 3 gibt eine Übersicht der vorgesehenen Massnahmen.

Förderpumpen Abwasser	Reinabwasserkanal	3 Stk.
Wärmetauscher Abwasser Förderpumpen Sekundärkreis Expansionsanlagen Steuerung	Freier Raum ARA	2x 650 kW
Systemtemperaturen Wärmekollektiv		7 - >15 °C
Versorgungssicherheit		mittel
Anteil erneuerbare Energie Quelle		100 %
Anteil erneuerbare Energie WKB (mit 100% erneuerbar. Strom)		ca. 50%
Investition ($\pm 25\%$)		CHF 1'630'000.-

Tabelle 3: Eckdaten zum Übergangsbetrieb mit Abwasser

Bewertung

Diese Variante führt zu folgenden Vor- resp. Nachteilen gegenüber der Variante „Umzug Förderstation für Übergangsbetrieb – Dampf“:

- + Leicht tiefere Wärmegestehungskosten während Übergangszeit
- + Unverändert hoher Anteil erneuerbarer Energie der ARA-Abwärme
- grosser Aufwand für Übergangsbetrieb
- deutlich höhere Investitionen
- Kleinere Versorgungssicherheit infolge zeitweise tiefen Vorlauftemperaturen ($< 7^{\circ}\text{C}$)
- kleinerer Freiheitsgrad für spätere Erneuerung des Wärmekollektivs (Änderungen in ARA, Anforderungen Bezüger etc.)

2.2 Varianten Erneuerung Wärmekollektiv

2.2.1 Variante 1: Kalter Verbund – Dampf (3'150 kW)

Die Installationen der Variante „Umzug Förderstation für Übergangsbetrieb – Dampf“ (siehe 2.1.1) werden unverändert übernommen. Das Leitungssystem des Wärmekollektivs wird aber umfassend erneuert, d.h. es wird eine neue Aarequerung gebaut und die Zementfaserrohre werden ersetzt. Diese enthalten Asbest und müssen aufwändig entsorgt werden, sofern sie nicht im Boden belassen werden können. Bei den Bezüglern wird die Erneuerung der Anlagen eingerechnet, da diese zu diesem Zeitpunkt das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben.

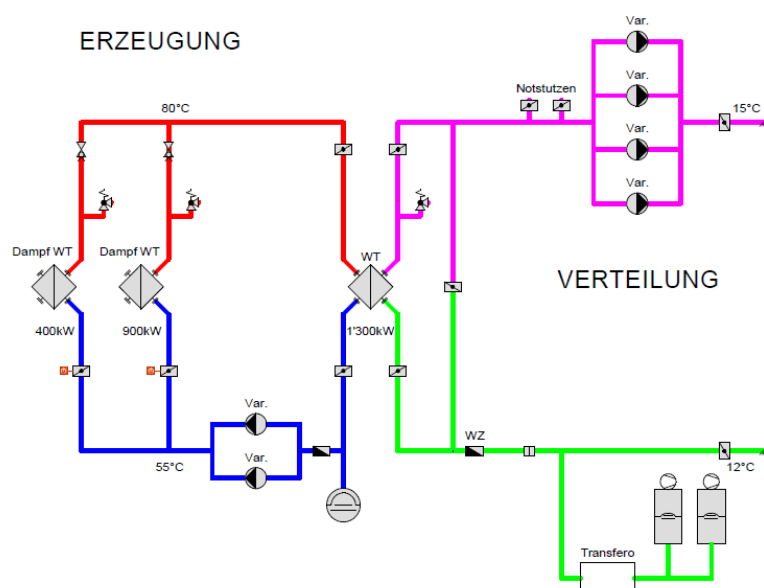


Bild 6: Prinzipschema „kalter Verbund“ mit Dampf

Tabelle 4 gibt eine Übersicht der vorgesehenen Massnahmen.

Wärmetauscher Dampf	Nähe Dampfeintritt ewb	400 kW 900 kW
Wärmetauscher Abwasser	Freier Raum ARA	1'300 kW
Förderpumpen Primärkreis		
Förderpumpen Sekundärkreis		
Expansionsanlagen		
Steuerung		
Ersatz Verteilsystem WKB		
Systemtemperaturen Wärmekollektiv		15 °C fix
Versorgungssicherheit		hoch
Anteil erneuerbare Energie WKB (mit 100% erneuerbar. Strom)		63 %
Anteil erneuerbare Energie Perimeter „warmer Verbund“		46 %

Investition ($\pm 25\%$)	- Umzug CHF 850'000.- - Netz neu CHF 6'400'000.- - Bezüger CHF 4'500'000.-	CHF 11'750'000.-
Wärmegestehungskosten		24.0 Rp./kWh

Tabelle 4: Eckdaten „kalter Wärmeverbund“ mit Dampf

Bewertung

Diese Variante führt zu folgenden Vor- resp. Nachteilen gegenüber den anderen Erneuerungsvarianten:

- + relativ kleiner Aufwand für Übergangsbetrieb und Erneuerung Leitungsnetz
- + Sanierungen können etappiert ausgeführt werden
- Höhere Wärmegestehungskosten als ein „warmer Verbund“
- Ausbau Wärmekollektiv nicht möglich
- Flexibilität für spätere Änderungen klein

2.2.2 Variante 2: Kalter Verbund – Abwasser (3'150 kW)

Die Installationen der Variante „Umzug Förderstation für Übergangsbetrieb – Abwasser“ (siehe 3.1.2) werden übernommen. Zur Sicherung einer konstanten Vorlauftemperatur von 15°C werden zwei Wärmepumpen installiert und das Leitungsnetz analog Variante 2.1.3 erneuert, d.h. es wird eine neue Aarequerung erstellt, und die Zementfaserrohre werden ersetzt. Diese enthalten Asbest und müssen aufwändig entsorgt werden, sofern sie nicht im Boden belassen werden können.

Bei den Bezügern wird die Erneuerung der Anlagen eingerechnet, da diese zu diesem Zeitpunkt das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben.

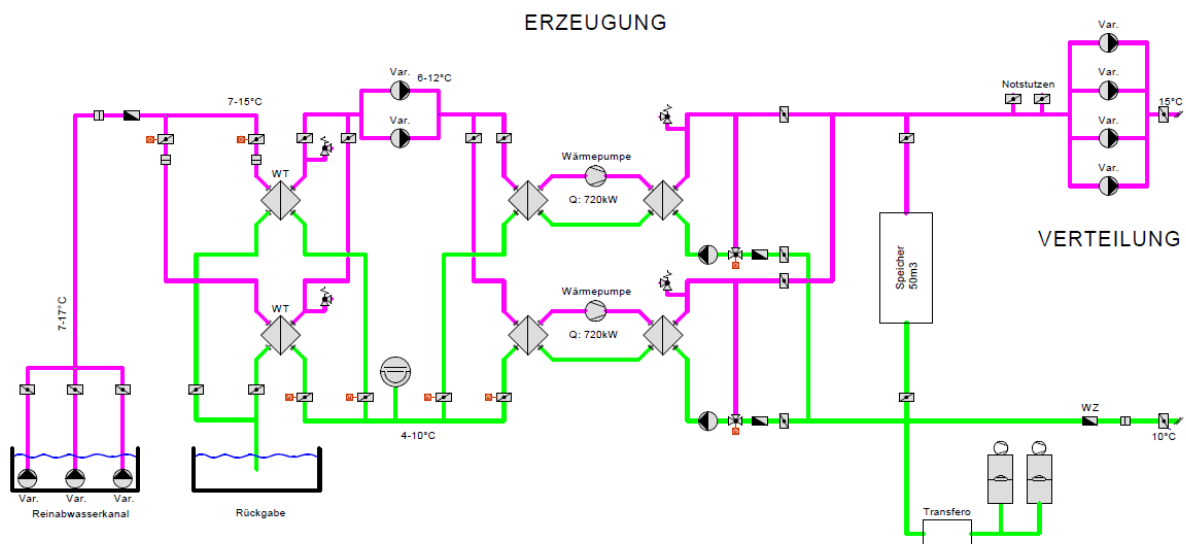


Bild 7: Prinzipschema „kalter Verbund“ mit Abwasser

Tabelle 5 gibt eine Übersicht der vorgesehenen Massnahmen.

Förderpumpen Abwasser	Reinabwasserkanal	3 Stk.
Wärmetauscher Abwasser	Freier Raum ARA	2 x 650 kW
Wärmepumpen		2 x 720 kW
Speicher		50 m ³
Förderpumpen Zwischenkreislauf		
Förderpumpen Sekundärkreis		
Expansionsanlagen		
Steuerung		
Systemtemperaturen Wärmekollektiv		15 °C
Ersatz Verteilsystem WKB mit unisolierten Leitungen		3'100 m
Versorgungssicherheit		hoch
Anteil erneuerbare Energie (mit 100% erneuerbarem Strom)		75 %
Anteil erneuerbare Energie Perimeter „warmer Verbund“		55 %
Investition (± 25%)	- Umzug CHF 1'630'000.- - WP/Netz neu CHF 7'870'000.- - Bezüger CHF 4'500'000.-	CHF 14'000'000.-
Wärmegestehungskosten		23.9 Rp./kWh

Tabelle 5: Eckdaten „kalter Verbund“ mit Abwasser

Bewertung

Diese Variante führt zu folgenden Vor- resp. Nachteilen gegenüber den anderen Erneuerungsvarianten:

- + relativ kleiner Aufwand für Übergangsbetrieb und Erneuerung Leitungsnetz
- + Sanierungen können etappiert ausgeführt werden
- Höhere Wärmegestehungskosten als ein „warmer Verbund“
- Ausbau Wärmekollektiv nicht möglich
- Flexibilität für spätere Änderungen klein

2.2.3 Variante 3: Warmer Verbund (5'600 kW)

Die Installationen der Variante „Umzug Förderstation – Dampf“ (siehe 2.1.1) können übernommen und in eine neue Heizzentrale in der ARA Region Bern eingebaut werden. Zusätzlich werden Wärmepumpen zur Abwärmenutzung und Gasheizkessel als Sicherheit und zur Spitzendeckung eingebaut.

Das Leitungssystem des Wärmekollektivs aber umfassend erneuert und mit isolierten Leitungen für einen Betrieb von 85°C ausgebaut. Wie Bild 3 zeigt, kann diese durch den Aaredücker in der Seftau geführt werden.

Bei den Bezüglern müssen die bestehenden Installationen zur Wärmeerzeugung nicht mehr erneuert, sondern nur noch Abnahmestationen eingebaut werden.

Das Versorgungsgebiet wird erweitert und zusätzliche Bezüglern mit einer Leistung von ca. 2'500 kW versorgt.

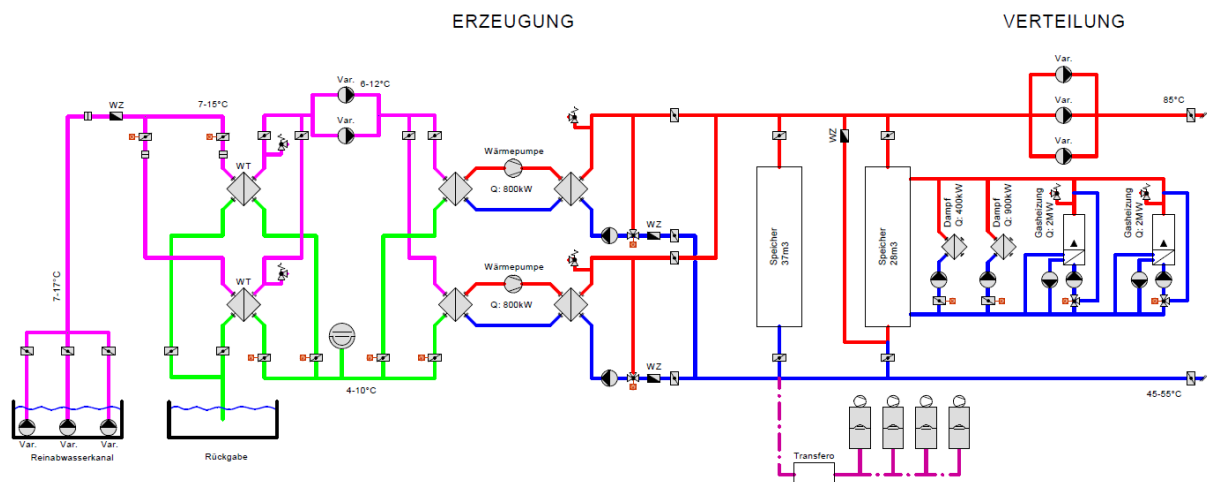


Bild 8: Prinzipschema „warmer Verbund“

Tabelle 6 gibt eine Übersicht der vorgesehenen Massnahmen.

Förderpumpen Abwasser	Reinabwasserkanal	3 Stk.
Wärmetauscher Dampf	Nähe Dampfeintritt ewb	400 kW 900 kW
Wärmetauscher Abwasser	Freier Raum ARA	2 x 650 kW
Wärmepumpen		2 x 800 kW
Speicher		37 m³
Förderpumpen Zwischenkreisläufe		
Förderpumpen Sekundärkreis		
Expansionsanlagen		
Steuerung		
Gasheizkessel	Neuer Heizraum	2 x 2'000 kW
Speicher		28 m³
Systemtemperaturen Wärmekollektiv		85 °C
Versorgungssicherheit		hoch
Ersatz und Ausbau Verteilsystem WKB mit isolierten Leitungen		5'100 m
Anteil erneuerbare Energie	(mit 100% erneuerbarem Strom)	> 75 %
Investition (± 25%)	- Umzug CHF 850'000.- - Zentrale/Netz neu CHF 14'450'000.- - Bezüger heute CHF 1'800'000.- - Bezüger neu CHF 1'400'000.-	CHF 18'500'000.-
Wärmegestehungskosten		17.6 Rp./kWh

Tabelle 6: Eckdaten „warmer Verbund“

Bewertung

Diese Variante führt zu folgenden Vor- resp. Nachteilen gegenüber den anderen Erneuerungsvarianten:

- + tiefere Wärmegestehungskosten als ein „kalter Verbund“
- + Wärmepreis in einem wirtschaftlichen Bereich
- + Ausbau Wärmekollektiv möglich
- + Flexibilität für spätere Änderungen gross
- + Sicherer Betrieb, Bezüger erhalten „Sorglospaket“
- Sanierungen Leitungsnetz können nicht etappiert ausgeführt werden

2.2.4 Stilllegung Wärmekollektiv

Bei einer Stilllegungsentscheid müsste das Wärmekollektiv ca. 2025 abgestellt und die einzelnen Bezüger voraussichtlich eine andere Wärmequelle für den Betrieb von neuen Wärmepumpen erschliessen.

Wie Bild 9 zeigt, wäre mehrheitlich der Einsatz von Erdsonden möglich. Die Siedlungen Belvédère und Bündacker müssten eine andere Lösung suchen, da in diesen Bereichen das Erstellen von Erdwärmesonden verboten ist.

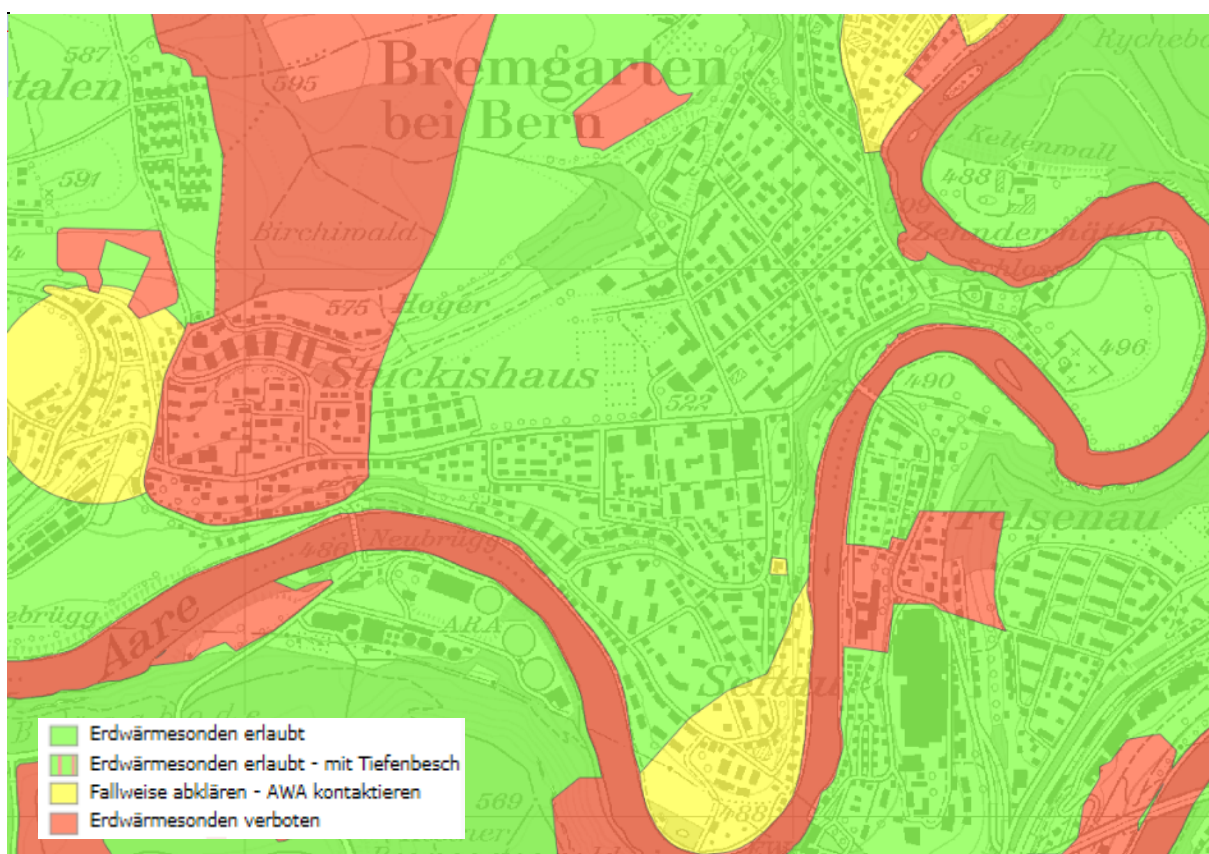


Bild 9: Zulassung Erdwärmesonden gemäss Kanton

Im Jahre 2025 sind noch nicht alle Anschlussbeiträge an das WKB der Bezüger und der Restwert in den Büchern der Gemeinde abgeschrieben. Auch müssen die Investitionen für den Umzug der Förderstation nach 5 Jahren Betrieb voll abgeschrieben werden.

2.3 Wirtschaftlichkeit der Varianten

In den folgenden Tabellen werden die untersuchten Varianten einander gegenübergestellt. Die Kosten (Genauigkeit: $\pm 25\%$) beziehen sich bei allen Varianten auf einen Vollausbau. Nicht berücksichtigt sind Mehrkosten durch einen etappierten Ausbau.

2.3.1 Umzug Förderstation für Übergangsbetrieb

In Tabelle 7 wurden die anfallenden Investitionen sowie die Jahreskosten bestehend aus Investitions-/Kapital-, Wartungs-/Unterhalts- und Energiekosten zusammengestellt.

		Var. A Umzug Förderstation Dampf	Var. B Umzug Förderstation Abwasser
Investition	CHF	845'000.--	1'630'000.--
Förderbeitrag	CHF		
Kapitalkosten	CHF	63'000.--	117'000.--
Kapitalkosten Förderbeitrag	CHF		
Total Kapitalkosten		63'000.--	117'000.--
W/U	CHF	12'000.--	26'000.--
Raummiete Zentrale 1)	CHF	4'500.--	7'000.--
Raumaufwand Bezüger	CHF		
Energie	CHF	206'000.--	81'000.--
Jahreskosten	CHF	286'000.--	231'000.--

Tabelle 7: Wirtschaftlichkeit Umzug Förderstation

Trotz den massiv tieferen Investitionskosten der Variante mit „Dampf“ liegen die Jahreskosten wegen den Energiekosten von Dampf höher. Diese Variante bietet aber für die Zukunft weniger Risiken und weitere Vorteile (vergl. Kap. 3.1).

2.3.2 Erneuerung Wärmekollektiv

In Tabelle 8 wurden die anfallenden Investitionen sowie die Jahreskosten bestehend aus Investitions-/Kapital-, Wartung/Unterhalts- und Energiekosten zusammengestellt. Zudem wurde der mit diesen Jahreskosten berechnete Wärmepreis ausgewiesen.

Bei diesem Vergleich gilt es zu beachten, dass

- die Varianten unterschiedliche Versorgungsgebiete aufweisen. Der „warme Verbund“ versorgt ein nahezu doppeltes Gebiet mit Wärme als die anderen Varianten
- die Variante „Stilllegung“ ist eine theoretische Variante mit Erdsonden-Wärmepumpen zur Deckung etwa des gleichen Anteiles an erneuerbarer Energie wie heute. Wie vorne aufgezeigt, ist im Gebiet Belvédère/Bündacher das Abteufen von Erdsonden nicht erlaubt. Es müssten demnach andere – eventuell teurere – Lösungen gewählt werden.

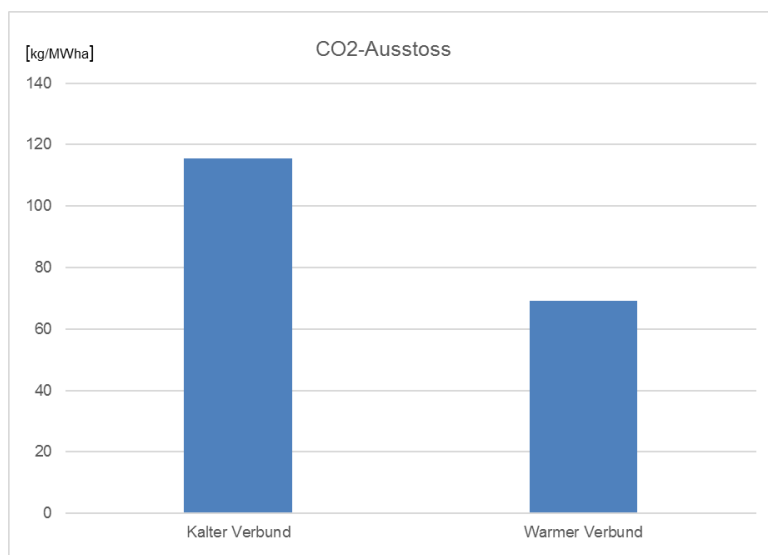
		Var. 1 Kalter Verbund	Var. 2 Kalter Verbund	Var. 3 Warmer Verbund	Var. 4 Stilllegung Wärmeverbu
Investition	CHF	11'750'000.--	14'000'000.--	18'500'000.--	9'900'000.--
Förderbeitrag	CHF	-182'000.--	-182'000.--	-494'000.--	
Kapitalkosten	CHF	724'000.--	889'000.--	1'092'000.--	682'510.--
Kapitalkosten Förderbeitrag	CHF	-11'000.--	-11'000.--	-30'000.--	
Total Kapitalkosten		713'000.--	878'000.--	1'062'000.--	682'510.--
W/U	CHF	105'000.--	145'000.--	170'000.--	120'210.--
Raummiete Zentrale 1)	CHF	4'500.--	13'000.--	25'000.--	
Raumaufwand Bezüger	CHF			-50'000.--	
	CHF				
Energie	CHF	786'000.--	564'000.--	861'000.--	361'000.--
Jahreskosten	CHF	1'609'000.--	1'600'000.--	2'068'000.--	1'164'000.--
Wärmepreis	Rp./kWh	24.0	23.9	17.6	20.5
1) gem. Tel. Hr. Schiller vom 28.09.2016.		137%	136%	100%	117%

Tabelle 8: Wirtschaftlichkeit Erneuerung

Ein warmer Verbund weist bei der Berücksichtigung aller Kosten eine deutlich bessere Wirtschaftlichkeit auf als die Varianten mit kalter Fernwärme oder die Stilllegung des Wärmekollektivs. In der weiteren Planung darf zudem erwartet werden, dass die Investitionen der Verteilungen mit Optimierungen reduziert werden können.

2.4 Umwelt

Für die beiden Hauptvarianten wurde der in Bild 10 abgebildete CO₂-Ausstoss ermittelt. Da die erzeugte Nutzenergie eines warmen Verbundes fast doppelt so gross ist, wird die spezifische Belastung pro MWh und Jahr dargestellt.

Bild 10: spezifischer CO₂-Ausstoss

In Tabelle 9 wurden die Energiewerte der Varianten so zusammengestellt, dass die Auswirkungen verglichen werden können. Dies wird mit der Schätzung des Anteils an erneuerbarer Energie im Perimeter des „warmen Verbundes“ ausgewiesen. Dabei wurde angenommen, dass in Gebieten, die mit einem „warmen Verbund“ versorgt würden, in einem „kalten Verbund“ hingegen nicht, in letzterem Fall über die nächsten Jahre 25% der Einwohner/innen

auf erneuerbare Energien wechseln würden. Der Rest würde weiterhin durch fossile Energie versorgt.

		Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
		Kalter Verbund Dampf	Kalter Verbund Abwasser	Warmer Verbund	Stilllegung Wärmeverbund
Wärmeleistung Wärmeverbund	kW	3'150	3'150	5'600	0
Nutzwärme Wärmeverbund	MWh/a	6'700	6'700	11'700	0
Anteil erneuerbare Energie System	%	63%	75%	> 75%	
Anteil erneuerbare Energie Perimeter "warmer Verbund"	%	46%	55%	> 75%	55%

Tabelle 9: Energiewerte und Anteile erneuerbarer Energie

Ein „warmer Verbund“ hat einen massiv höheren Anteil an erneuerbarer Energie. Damit wird der Verbrauch an fossiler Energie im Perimeter um ca. 250'000 kg Öläquivalent mehr reduziert.

Hinsichtlich Umweltbelastung weist der „warme Verbund“ nur Vorteile auf:

- + Kleinerer Ausstoss an CO₂
- + wesentlich grössere Nutzung an Umweltwärme
- + kleinerer Elektroverbrauch für Förderpumpen als bei einem „kalten Verbund“

3 Empfehlung und weiteres Vorgehen

3.1 Fazit

Mit dem Umzug der Förderstation des Wärmekollektivs werden die Rahmenbedingungen für die Weiterführung des Wärmekollektivs gelegt.

Eine Erneuerung und Weiterführung des Wärmekollektivs mit einem „kalten Verbund“ bietet ein kleineres Ausbaupotential und ist technisch vor allem auf der Verbraucherseite (Wärmepumpen, Spitzenkessel) anspruchsvoll und aufwändig. Bei einer Vollkostenrechnung, inkl. Investitionen der Bezüger liegt der spezifische Wärmepreis rund 30 % höher. Auch die Umweltbelastung ist ebenfalls deutlich höher als bei einem „warmen Verbund“.

Ein „warmer Verbund“ ist wirtschaftlicher, bietet eine grössere Flexibilität für spätere Änderungen und reduziert den Einsatz von fossiler Energie deutlich. Für die Bezüger wird der Betrieb viel einfacher; anstelle einer komplexen Heizanlage erfolgt die Wärmeversorgung über einen Wärmetauscher.

Wir empfehlen die Variante „warmer Verbund“ mit einem Contractor weiter zu verfolgen. Dieser soll das skizzierte Konzept und die Umsetzungsplanung konkretisieren.

3.2 Weiteres Vorgehen

Basierend auf dieser Studie hat die Gemeinde verschiedene Gespräche mit ewb geführt. ewb als Contractor hat weitere Abklärungen vorgenommen, mit der ARA Region Bern eine Lösung mit einer neuen Heizzentrale gefunden und die in diesem Bericht untersuchten Varianten weiter entwickelt. Darauf basierend hat der Contractor Angebote für einen „warmen Verbund“ und „kalten Verbund“ erarbeitet.

Als nächstes hat die Gemeinde eingeplant, die politischen und rechtlichen Voraussetzungen für eine Umsetzung des „warmen Verbundes“ zu schaffen.

Teil 2: Dezentrale Varianten private Bezüger (am Beispiel Siedlung Belvédère)

Bernhard Eggen / Richard Agiotis

21.03.2018

1 Grundlagen

Anlässlich der Besprechung mit Vertretern der Siedlungen Belvédère und Bündacker vom 19.2.2018 wurde die heutige Situation – inkl. Heizenergiebedarf sowie den Wärmeproduktionsanteilen der Wärmepumpe und des Gasheizkessels - besprochen. Gleichzeitig legten die Beteiligten die mögliche Erneuerungsvarianten fest. Es werden je zwei Varianten angeschaut: Bei den zentralen Varianten weist eine Variante einen Anteil erneuerbarer Energie von 37% auf, entsprechend dem heutigen Deckungsanteil der Wärmepumpe. Die zweite Variante hat einen erneuerbaren Anteil von 75%, wie dies heute für Wärmeverbünde minimal vorgeschrieben ist. Im Gebiet der Siedlungen können Erdsonden nach kantonalen Vorgaben nicht eingesetzt werden. Die Varianten wurden aber trotzdem untersucht, damit diese Ergebnisse auch für anderen Bezüger des Wärmekollektivs verwendet werden können.

Darauf basierend hat eicher+pauli die Erneuerungsvarianten beispielhaft für die Siedlung Belvédère grob festgelegt und die entsprechende Grobkostenschätzung der Investitionen und der Jahreskosten erstellt sowie die Umweltbelastung bestimmt.

2 Anlagedaten Siedlung Belvédère heute

Gebäude	24 EFH, 2 MFH à 6 Wohnungen und 1 MFH à 3 Wohnungen		
Heizenergiebedarf	600 MWh/a		
Warmwasserbedarf	95 MWh/a (Schätzung e+p)		
Wärmeerzeugung	EWP	60 kW	220 MWh/a (ca. 37%)
	Gaskessel	300 kW	380 MWh/a

3 Varianten

Sonnenergie	Variante 1:	Solar Warmwasser pro Haus Erdgas zentral für Heizung Elektro Warmwasser Restdeckung	erneuerbar ¹⁾ < 10%
	Variante 2:	Solar Warmwasser/Heizung pro Haus Erdgas zentral für Restdeckung Elektro Warmwasser Restdeckung	ca. 25%
Holzpellet	Variante 3:	Holzheizkessel Pellet (60 kW) zentral Erdgas zentral für Restdeckung Elektro Warmwasser	ca. 37%
	Variante 4:	Holzheizkessel Pellet (150 kW) zentral Erdgas zentral für Restdeckung Elektro Warmwasser	> 75%

Erdsonden	Variante 5:	Erdsonden-EWP (60 kW) zentral Erdgas zentral für Restdeckung Elektro Warmwasser	ca. 37%
	Variante 6:	Erdsonden-EWP pro Doppel-EFH für Heizung und Warmwasser	100%
Eine zentrale Lösung mit Erdsonden und einem hohen Deckungsgrad ist wegen den örtlichen Verhältnissen kaum zu realisieren.			
Die dezentralen Varianten werden mit den Varianten des Wärmekollektivs verglichen.			
Wärmeverbund	Kalt	Wärmepumpe (150 kW) zentral Erdgas zentral für Restdeckung Elektro Warmwasser	> 75%
	Warm	Abnahmestation (300 kW) Elektro Warmwasser	> 75%
	Heute	Wärmepumpe (60 kW) zentral Erdgas zentral für Restdeckung Elektro Warmwasser	37 %

1) Elektro für Wärmepumpen und Warmwasserspeicher wird als erneuerbar angenommen.

4 Variantenvergleich

4.1 Wärmepreis

Für die oben umschriebenen Varianten sind die abgeschätzten Kosten in der folgenden Tabelle zusammengestellt worden (Genauigkeit: $\pm 25\%$). Damit der Vergleich auf der gleichen Systemgrenzen basiert, wird neben der Wärmeversorgung auch die Warmwasserbereitung berücksichtigt. Die Investitionskosten werden pro Wohneinheit abgeschätzt und der spez. Wärmepreis ermittelt, der sämtliche anfallenden Kosten enthält.

	Sonne /Gas		Pellet/Gas		Erdsonden		Wärmeverbund		WV heute
	Warmwasser	WW/Heizung			zentral mit Gas	dezentral	kalt	warm	
Anteil Erneuerbar	<10%	25%	37%	75%	37%	100%	75%	75%	37%
	Pro EFH	Pro EFH	Siedlung	Siedlung	Siedlung	Pro EFH	Siedlung	Siedlung	Siedlung
Investition pro Einheit (Fr./20J)	20'500.-	26'500.-	5'900.-	7'100.-	9'600.-	44'000.-	7'300.-	1'500.-	4'200.-
Kapitalkosten	1'160.-	1'560.-	13'600.-	15'200.-	17'500.-	2'300.-	15'800.-	3'400.-	9'100.-
Wartung/Unterhalt	300.-	300.-	4'200.-	6'100.-	6'500.-	1'100.-	6'800.-	800.-	4'700.-
Energiekosten	2'873.-	2'369.-	78'812.-	79'758.-	70'324.-	1'229.-	113'027.-	118'100.-	74'187.-
Heizwart	100.-	100.-	4'500.-	5'000.-	3'000.-	150.-	3'000.-	600.-	3'000.-
TOTAL Jahreskosten (Fr./a)	4'433.-	4'329.-	101'112.-	106'058.-	97'324.-	4'779.-	138'627.-	122'900.-	90'987.-
Spez. Wärmepreis (Rp./kWh)	20.6	20.1	14.5	15.3	14.0	22.2	19.9	17.7	13.1

Tabelle 1: Zusammenstellung Investitionen, Jahreskosten und Wärmepreise

Da bestehende Infrastrukturen übernommen werden können, weisen die dezentralen Varianten relativ günstige Wärmepreise auf. Abhängig vom Anteil erneuerbare Energie steigen diese deutlich an.

4.2 Umweltbelastung

Basierend auf den berechneten Energieanteilen wurden folgende Umweltbelastungen bestimmt.

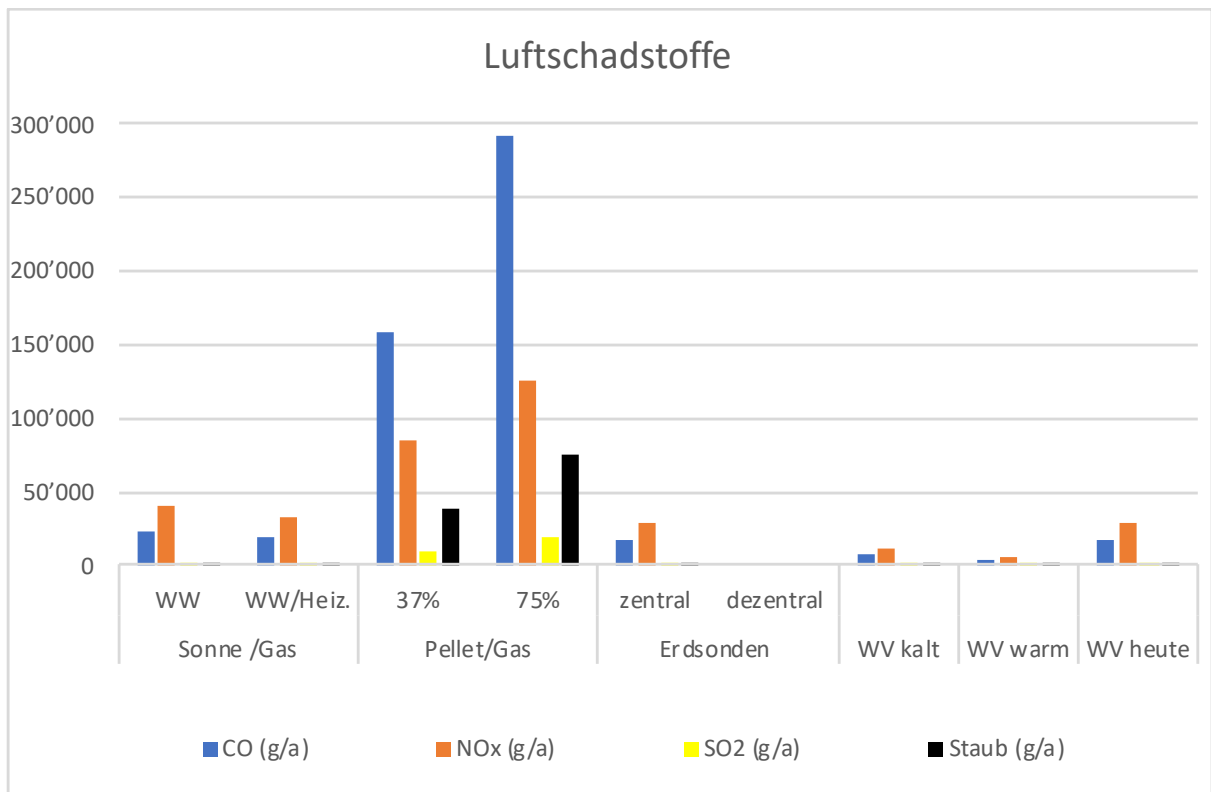


Bild 1: Luftschadstoffbelastung

Die Varianten mit Pelletheizungen weisen massiv höhere Luftschadstoffbelastungen auf. Die CO₂-Fracht zeigt direkt den Erdgas-Anteil der verschiedenen Varianten.

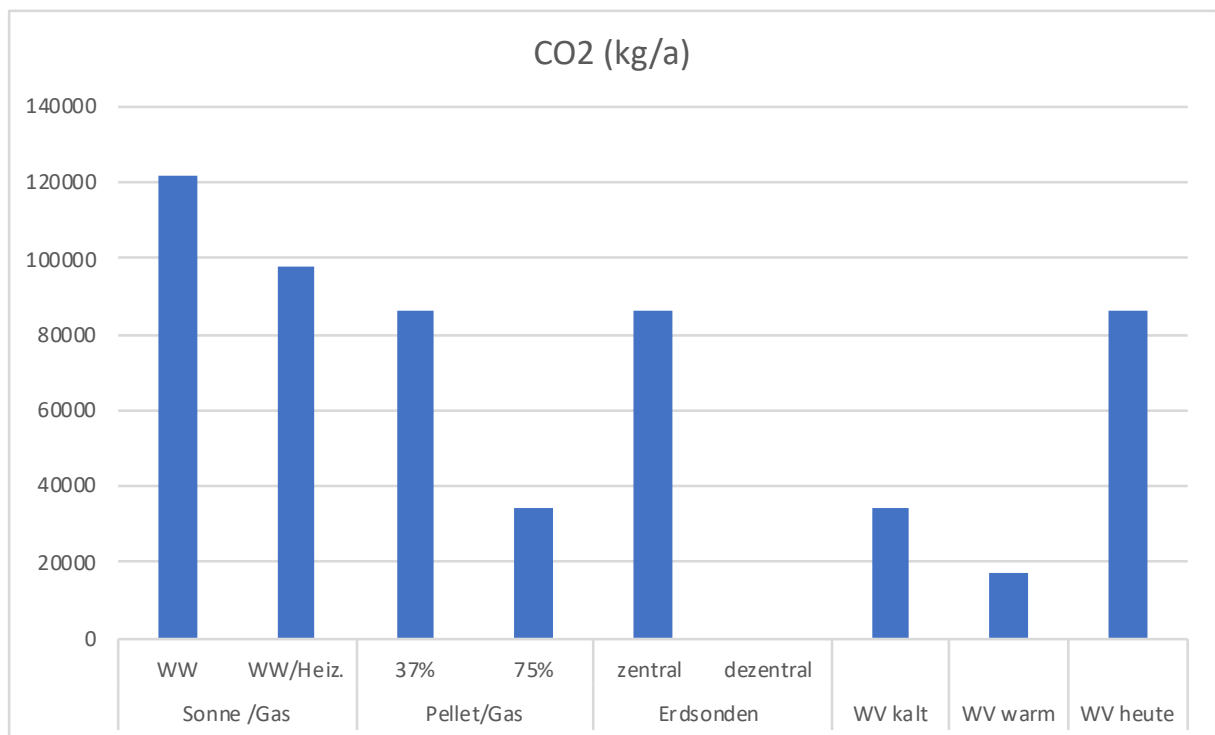


Bild 2: CO₂-Emissionen

4.3 Bewertung der Varianten

Zur Beurteilung der Varianten sind folgende Rahmenbedingungen und Vorgaben zu beachten:

1. Das Energiegesetz des Kantons Bern gibt folgende Ziele vor:
Art. 2.3b
Es bezweckt den gesamtkantonalen Wärme- und Strombedarf möglichst mit CO₂-neutralen, erneuerbaren Energien zu decken.
2. Die Kantonale Energieverordnung (KE nV) gibt den Gemeinde bei der Energieplanung folgende Priorisierung der Energieträger vor:
Art. 4 2. Priorisierung der Energieträger
 - Erste Priorität: Ortsgebundene, hochwertige Abwärme
 - Zweite Priorität: Ortsgebundene, niederwertige Abwärme und Umweltwärme
 - Dritte Priorität: Bestehende leitungsgebundene, erneuerbare Energieträger
 - Vierte Priorität: Regional verfügbare, erneuerbare Energieträger
 - Fünfte Priorität: Örtlich ungebundene Umweltwärme
3. Im Gemeindegebiet von Bremgarten kann die auftretende Inversionslage die Luftqualität beeinträchtigen. Vor allem aus diesem Grunde wurde das Wärmekollektiv aufgebaut. Dementsprechend sollte die Nutzung von Brennstoffen zurückhaltend sein.

In der folgenden Tabelle werden die Varianten einander gegenübergestellt. Rot eingefärbt sind Punkte, die nicht tragbar sind oder einem der obigen Punkte klar widersprechen.

	Sonne /Gas		Pellet/Gas		Erdsonden		Wärmeverbund		WV heute
	Warmwasser	WW/Heizung			zentral mit Gas	dezentral	kalt	warm	
Spez. Wärmepreis (Rp./kWh)	20.6	20.1	14.5	15.3	14.0	22.2	19.9	17.7	13.1
Anteil erneuerbare Energie	<10%	25%	37%	75%	37%	100%	75%	75%	37%
Vorgaben Priorität erfüllt	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Luftschadstoffbelastung	mittel	mittel	gross	gross	mittel	klein	klein	klein	mittel
CO ₂ -Belastung	gross	gross	mittel	klein	mittel	klein	klein	klein	mittel

Tabelle 2: Vergleich der Varianten

Teil 3:

Dezentrale Varianten Gemeindeliegenschaften

Eric Mühlemann / Bernhard Eggen

20.11.2018

1 Grundlagen

Im Rahmen der Erneuerung des Wärmekollektivs Bremgarten ist als weitere Option eine dezentrale Lösung für die am heutigen Verbund angeschlossenen Liegenschaften der Gemeinde zu prüfen, falls dieser stillgelegt würde.

Anlässlich der Besprechung mit Vertretern der Gemeinde vom 20. August 2018 wurde für das Altersheim, Oberstufenzentrum und Kirchgemeindehaus die Varianten und Rahmenbedingungen definiert. Die erste Variante (A) sieht eine bivalente Wärmeerzeugungsanlage mit Pellet und Ölspitzenlastkessel vor. Als weitere Variante (B) ist eine Wärmeerzeugung mit Erdsonden und Ölspitzenlastkessel vorgesehen. Der Deckungsgrad der erneuerbaren Energie soll mindestens 75 % betragen. Die Wärmeabgabeseite der Gebäude bleibt unverändert. Die Überbauung Chutzen, die heute am Tertiärkreis angeschlossen ist, muss in diesem Fall eine eigene autonome Wärmeerzeugung erstellen.

Basierend auf dieser Ausgangslage hat eicher+pauli Bern AG die Erneuerungsvarianten grob festgelegt und die entsprechende Grobkostenschätzung ($\pm 25\%$) der Investitionen und der Jahreskosten erstellt sowie die Umweltbelastung mit den gleichen Parametern wie in der Studie "Umzug Förderstation und Variantenstudie Erneuerung 2025" bestimmt.

2 Gebäudedaten heute

Die Energie- und Leistungsdaten sind dem Bericht "Umzug Förderstation und Variantenstudie Erneuerung 2025" vom 10. Februar 2018 sowie dem Mittelwert der Heizabrechnungen für das Altersheim und das Oberstufenzentrum entnommen.

	Altersheim	Oberstufenzentrum	Kirchgemeindehaus
Energie [MWh/a]	600	360	400
Leistung [kW]	250	200	200

Tabelle 1: Energie- und Leistungsdaten

4 Variantenvergleich dezentrale Erneuerung

Im Folgenden werden für jede der drei Anlagen eine Wärmeerzeugung untersucht und die berechneten Gesamtkosten dargestellt.

4.1 Variante A: Pellet

Die bestehende Wärmeerzeugung wird mit einem Pelletkessel, Speicher, Siloraum < 50 m³, Kamin sowie einem Spitzenlastölkessel und der Regelung ausgerüstet und weist je Gebäude folgende Kenndaten auf:

	Altersheim	Oberstufen- zentrum	Kirchgemeinde- haus
Pelletkessel [kW]	130	100	100
Speicher [m3]	3	2	2
Silo [m3]	50	50	50
Ölkessel [kW]	250	200	200
Investition [CHF]	1'180'000.–		
Jahreskosten [CHF]	Kapital Energie W/U+Hauswart TOTAL	90'000.– 119'000.– 40'000.–	249'000.–
Wärmegestehungskosten	18.5 Rp/kWh		

Tabelle 2: Zusammenstellung Variante Pellet

4.2 Variante B: Erdsonden

Die bestehende Wärmeerzeugung wird einer Erdsondenwärmepumpe, Speicher, sowie einem Spitzenlastölkessel ausgerüstet und weist je Gebäude folgende Kenndaten auf:

	Altersheim	Oberstufen- zentrum	Kirchgemeinde- haus
Erdsonden Wärmepumpe [kW]	130	100	100
Speicher [m3]	10	8	8
Erdsonden à 200 m [Stk]	19	11	13
Ölkessel [kW]	250	200	200
Investition [CHF]	1'975'000.–		
Jahreskosten [CHF]	Kapital Energie W/U+Hauswart TOTAL	163'000.– 82'000.– 39'000.–	284'000.–
Wärmegestehungskosten	20.9 Rp/kWh		

Tabelle 3: Zusammenstellung Variante Erdsonde

4.3 Fazit

Bei einem Wegfall des Wärmekollektivs müssten für die drei Liegenschaften mit Investitionen von total CHF 1.2 bis 2.0 Mio. gerechnet werden. Die Wärmepreise liegen bei 18.5 Rp/kWh für eine Versorgung von 75% mittels Pellet und 20.9 Rp./kWh für eine solche von 75% mittels Erdsonden-Wärmepumpe. Bei einer Versorgung von 100% erneuerbarer Energie liegen die Kosten noch entsprechend höher.

Die CO₂-Belastung der beiden untersuchten Varianten ist in etwa gleich. Wie die Grafik der Luftschadstoffbelastung Seite 4 deutlich zeigt, sind die Emissionen der Pelletanlagen massiv grösser.