

Bericht und Antrag

864

Sanierung Dorfhalle Wärmeverbund, Etappe 5.1 / Projektänderung

Orientierung

Ausgangslage

An der Gemeindeversammlung vom 14. Dezember 2011 wurde ein Kredit für die Sanierung der Dorfhalle in Höhe von 5 Millionen Franken gesprochen. Die Sanierung soll über mehrere Jahre und Etappen erfolgen. An der Gemeindeversammlung vom 13. Juni 2023 informierte Christof Walker Ressort Bau über die Notwendigkeit die Heizung (Wärmeverbund) zu sanieren.

Gemäss kantonaler Sanierungsverfügung vom 16. Dezember 2013 wurde die Einwohnergemeinde Neuendorf aufgefordert die Holzfeuerungsanlage bis zum 31. August 2023 umfassend, lufthygienisch zu sanieren oder stillzulegen. Das Sanierungsprojekt sei bis zum 31. August 2022 der Abteilung Luft/Lärm des Amtes für Umwelt zur Genehmigung vorzulegen.

Die Einwohnergemeinde beantragte der kantonalen Verfügungsbehörde "Amt für Umwelt" gemäss Antrag vom 16. Februar 2023 eine Fristverlängerung bis 2026.

Mit Verfügung vom 23. Februar 2023 wurde der Einwohnergemeinde eine Fristerstreckung **bis zum 31. August 2025** gewährt. Die Verfügung ist rechtskräftig.

Erwägungen

Das Fachplanungsbüro AESCHLIMANN ENGINEERING AG / BRUNNER ENGINEERING AG erstellte im Auftrag der Baukommission/Gemeinderat eine Variantenstudie (*siehe beiliegendes Dokument vom 12. Juli 2023, Strategische Planung: Ersatz Wärmeerzeugung*) Dieses Dokument soll als Entscheidungsgrundlage für die Variantenauswahl des Heizsystems dienen. Daraus geht hervor, dass die Variante 2 Demontage Holz / zusätzliche Grundwasser-WP sich als wirtschaftlichste Lösung ausweist. Mit der bevorstehenden Dachsanierung könnten zukünftig weitere Synergien für die Stromerzeugung mit einer PV-Anlage sinnvoll genutzt werden. Hiermit könnten die langfristigen Stromkosten für den Betrieb der Grundwasserwärmepumpe gesenkt werden.

Mit dem Entscheid, die Schnitzelanlage durch eine Grundwasserwärmepumpe zu ersetzen, kann auf den geplanten Sanierungsbetrag gemäss Gemeindeversammlungsbeschluss vom 14. Dezember 2011 von Fr. 231'500.00 verzichtet werden. Entspricht der Etappe 10 gemäss Gemeindeversammlungsbeschluss.

Weiteres Vorgehen:

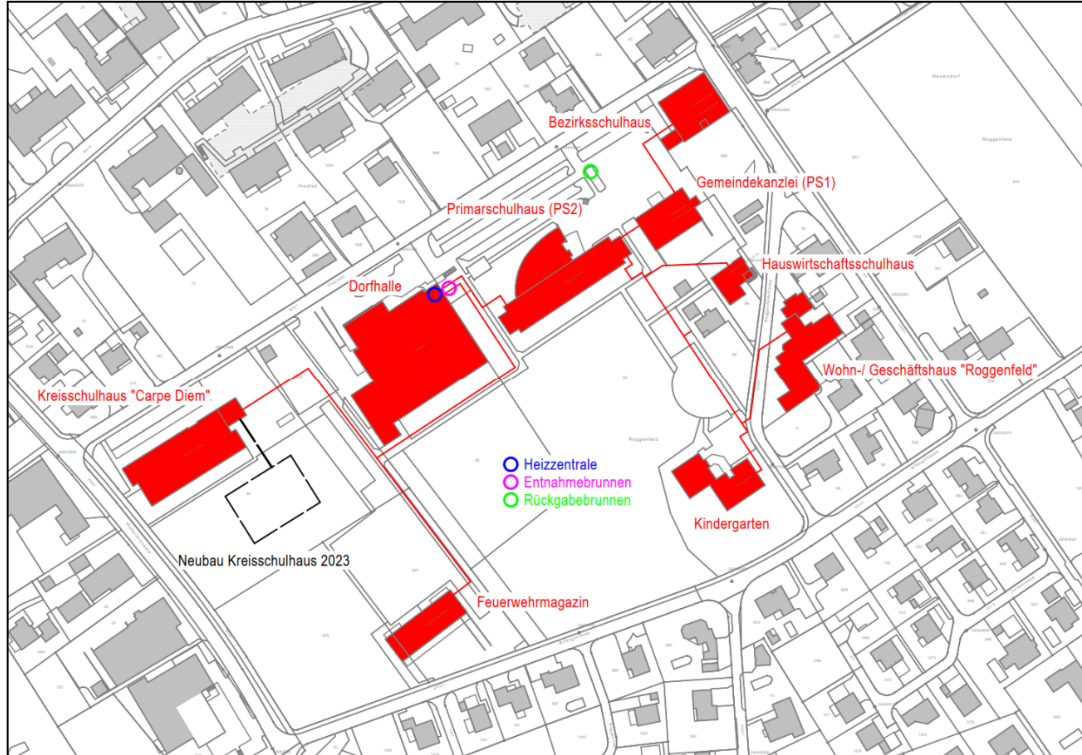
- Beschluss zu Projektänderung in der Gemeindeversammlung vom 5. Dezember 2023
- Umbau der Heizzentrale bis August 2025

Antrag

1. Die Baukommission beantragt dem Gemeinderat, der Projektänderung zuzustimmen. Der benötigte Ausführungskredit von Fr. 830'000.00 inkl. 8,1 % MwSt (+/- 20 %) wird der Gemeindeversammlung vom 5. Dezember 2023 zur Beschlussfassung vorgelegt.
 - Die bestehende Schnitzelheizung soll aufgehoben und rückgebaut werden.
 - Anstelle der Schnitzelheizung soll eine neue Grundwasserwärmepumpe erstellt werden.
2. Der Gemeinderat genehmigt diesen Antrag der Baukommission und beantragt der Gemeindeversammlung einstimmig die geplante Vorgehensweise.

Beilage:

- Machbarkeitsstudie Strategische Planung: Ersatz Wärmeerzeugung, Stand, 12. Juli 2023



1533 Wärmeverbund Dorfhalle, 4623 Neuendorf

Strategische Planung: Ersatz Wärmeerzeugung

Stand 12. Juli 2023 / V 1.0

Verfasser Brunner Engineering AG
E-Mail stefan.klaentschi@a-b-engineering.ch
Telefon 062 / 205 10 10

Verfasser Stefan Kläntschli
Datei 1533 Strategische Planung.docx

Bürogemeinschaft
AESCHLIMANN ENGINEERING AG
BRUNNER ENGINEERING AG
Leberngasse 15
CH-4600 Olten
Telefon +41 (0) 62 205 10 10
Telefax +41 (0) 62 212 03 33
office@a-b-engineering.ch
www.a-b-engineering.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeiner Beschrieb	3
1.1	Objekt	3
1.2	Bauherrschaft	3
1.3	Auftrag	3
1.4	Grundlagen	3
1.5	Kostenschätzung für Variantenstudie	3
1.6	Fremdarbeiten	3
2.	Heizzentrale Konradstrasse 33 / Ringstrasse 45	4
2.1	Technischer Zustand	4
2.2	Heizlast- und Energiebedarf	6
3.	Gesetzliche Leitplanken	7
3.1	Gültiges Energiegesetz	7
3.2	Luftreinhalteverordnung	7
3.3	Förderprogramm des Kantons Solothurn	7
4.	Variantenstudie Wärmeerzeugung	8
4.1	Grundlagen Heizung	8
4.2	Ausgeschlossene Varianten	8
4.3	Untersuchte Varianten	9
4.4	Bemerkungen Wirtschaftlichkeitsrechnung	10
5.	Empfehlung und Bemerkungen	11
5.1	Weiteres Vorgehen	11

1. Allgemeiner Beschrieb

1.1 Objekt

Heizzentrale Wärmeverbund «Dorfhalle» Neuendorf
Chäsiweg 20
4623 Neuendorf

1.2 Bauherrschaft

Einwohnergemeinde Neuendorf
Roggenfeldstrasse 2
4623 Neuendorf

1.3 Auftrag

Strategische Planung, Variantenvergleich Wärmeerzeugung.
Studium Lösungsmöglichkeiten, Grobschätzung Baukosten.
Planung Heizungsersatz bis und mit Vorprojekt
Auftrag gem. Offerte vom 28.04.2023

1.4 Grundlagen

- Bestandsaufnahmen vor Ort vom Wärmeverbund-Projekt 2022
- Energieverbräuche vom 01.06.2010 bis 29.05.2020 von Thomas Uebelhard vom 22.12.2020
- Diverse Besprechungen mit der Arbeitsgruppe

1.5 Kostenschätzung für Variantenstudie

Die Kostenschätzung wurde anhand von Erfahrungszahlen erstellt.
Der Genauigkeitsgrad beträgt +/- 20 %.

1.6 Fremdarbeiten

Die für den Vergleich der verschiedenen Varianten relevanten Arbeiten (z.B. Bauarbeiten, Schreinerarbeiten, Elektroarbeiten, Kernbohrungen, etc.) sind in den Investitionskosten eingerechnet.

2. Heizzentrale Konradstrasse 33 / Ringstrasse 45

2.1 Technischer Zustand

Die Heizzentrale ist unterirdisch neben der Dorfhalle angebaut. Der Zugang erfolgt durch den Treppenabgang der Zivilschutzanlage.

Holzschnitzelfeuerung Müller Typ MRU 400 mit 450 kW, Baujahr 1992.

Seit ca. 1998 ist als Bivalent-Erzeuger eine Grundwasser-Wärmepumpe Fabrikat KAPAG Typ WW-260/2B-2 mit 260 kW ins System eingegliedert. Die Wärmepumpe wurde 2019 revidiert und wird mit dem Kältemittel R134-a (2x 23 kg) betrieben.

Die total installierte Wärmeleistung beträgt somit **710 kW**, wobei die Einsatzgrenze der Wärmepumpe (max. 55°C Vorlauftemperatur) kaum einen vernünftigen Spitzenlastbetrieb zulässt.

Die Wärmepumpe wird denn auch vorwiegend in der Übergangszeit betrieben, wenn die Leistungsabnahme für den Holzkessel zu gering ausfällt.

Der Energiespeicher mit 3'000 Liter Inhalt wird gemeinsam vom Holzkessel wie auch von der Grundwasser-WP genutzt. Nach der heutigen Luftreinhalteverordnung (LRV) sind pro kW Feuerungswärmeleistung 25 Liter Speichervolumen gefordert. Alleine der Holzschnitzelkessel braucht zukünftig bei gleichbleibender Leistung bereits ein Speichervolumen von ca. 11'000 Litern. Die Wärmepumpe benötigt weiteres Speichervolumen. Wichtig ist, dass beide Wärmeerzeuger ihr Speichervolumen unabhängig voneinander bewirtschaften können.



Heizkessel



Energiespeicher



Wärmepumpe



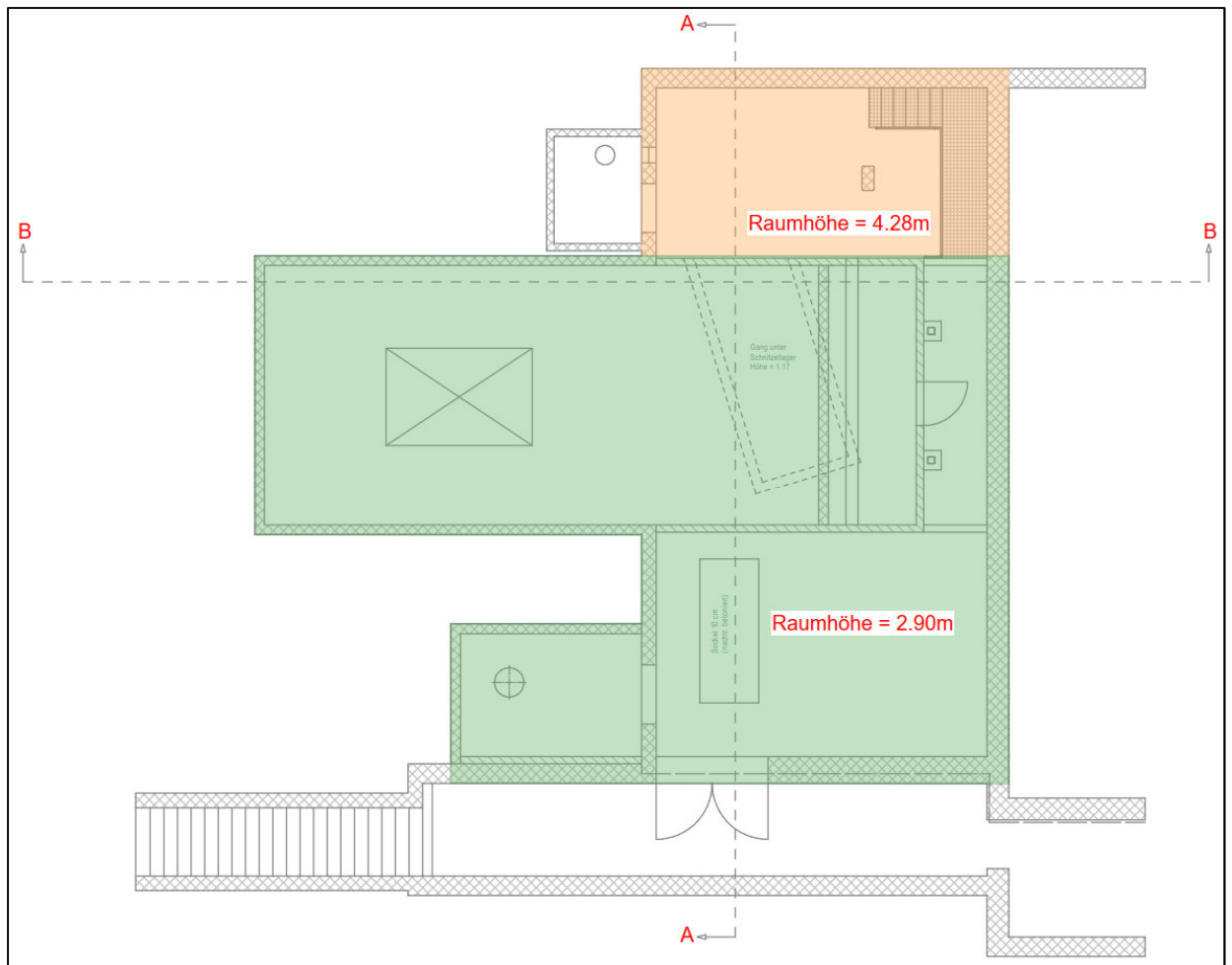
Hydraulik Schnitzelaustrag



Schnitzelsilo mit Verteilrechen (oben) und Kratzboden (unten)

Die Heizzentrale ist generell sehr eng und verwinkelt, was eine Sanierung der Anlage erschwert. Es ist kaum Platzreserve vorhanden. Die Raumhöhe ist für eine Technikzentrale eher gering.

Das Schnitzelsilo wurde einst an- resp. eingebaut. Es ragt weit unter das eigentliche Gebäude der Mehrzweckhalle und ist daher nicht optimal zu befüllen. Die Befüllung dauert sehr lange, da die Hackschnitzel zuerst mit der Verteilkette unters Gebäude gezogen werden müssen.



Die Steuerung der Anlage ist ebenfalls sanierungsbedürftig, Ersatzteile dürften immer schwieriger zu erhalten sein.

2.2 Heizlast- und Energiebedarf

Am bestehenden Wärmeverbund «Dorfhalle» sind vorwiegend die gemeindeeigenen Gebäude angeschlossen. Hinzu kommen das Kreisschulhaus «Carpe Diem» und das Wohn-/ und Gewerbegebäude «Roggenfeld» als externe Wärmeabnehmer. Alle bestehenden Wärmebezügler sind bereits mit den nötigen Systemtrennungen ausgestattet.

Gebäude	Heizleistung	Jahresenergiebedarf
Mehrzweckhalle	ca. 85 kW	ca. 125'000 kWh
Primarschulhaus (PS2)	ca. 65 kW	ca. 57'000 kWh
Gemeindekanzlei (PS1)	ca. 35 kW	ca. 60'000 kWh
Bezirksschulhaus	ca. 50 kW	ca. 70'000 kWh
Feuerwehrmagazin	ca. 25 kW	ca. 23'000 kWh
Kindergarten	ca. 20 kW	ca. 25'000 kWh
Kochschulhaus	ca. 30 kW	ca. 34'000 kWh
Kreisschulhaus «Carpe Diem»	ca. 70 kW	ca. 155'000 kWh
WGH Roggenfeld	ca. 55 kW	ca. 88'000 kWh
Neubau Kreisschulhaus	ca. 45 kW	ca. 123'000 kWh
TOTAL	ca. 480 kW	ca. 760'000 kWh

Die bisher installierte Holzfeuerung müsste somit die Heizleistung im Winter alleine bewerkstelligen können.

Die Dorfhalle selbst wird lediglich mit Umluftanlagen beheizt. Diese Anlagen besitzen noch keine Wärmerückgewinnung (kurz WRG). Wir schlagen deshalb eine Sanierung dieser Anlagen vor, um die Leistung sowie den Energieverbrauch der Dorfhalle reduzieren zu können. Siehe dazu auch den Bericht von Basler & Hofmann vom 14.09.2011.

Für die Studie rechnen wir mit folgenden Werten weiter:

Heizleistung : ~ 450 kW
Energiebedarf Heizen + Warmwasser : ~ 750'000 kWh/a

Diese Zahlen sind erste Abschätzungen und müssen für die Dimensionierung der Heizung zwingend nochmals geprüft werden!

Für die spätere Auslegung der Anlage ist es wichtig, dass die Leistung genauer geprüft werden kann. Wir empfehlen deshalb im Winter 2023/2024 eine Leistungsmessung bezogen auf die Aussentemperatur vorzunehmen. Wir haben entsprechende Messgeräte (Aufschnall-Wärmezähler) und können eine solche Messung gerne inklusive Auswertung anbieten.

3. Gesetzliche Leitplanken

3.1 Gültiges Energiegesetz

Das Energiegesetz für den Kanton Solothurn hat zurzeit keine speziellen Auflagen betreffend erneuerbarer Energien beim Ersatz einer Heizzentrale.

- Da die Heizzentrale auch heute bereits auf sehr fortschrittlichen Energieträgern aufbaut ist gesetzlich kein Problem vorhanden resp. zu erwarten.

3.2 Luftreinhalteverordnung

- Holzfeuerungen ab 70 kW bis 500 kW Feuerungswärmeleistung müssen amtlich durch eine zertifizierte Messfirma gemessen werden.
- Grenzwert Staub 50 mg/m³
- Grenzwert CO₂ 500 mg/m³

3.3 Förderprogramm des Kantons Solothurn

Der Kanton Solothurn fördert energieeffiziente Massnahmen wie den Ersatz einer Öl-/ Gasheizung durch erneuerbare Lösungen.

- Da die Heizzentrale bereits mit erneuerbaren Energien betrieben wird, sind Fördergelder ausgeschlossen. Auch andere Förderprogramme leisten nur Beiträge, wenn fossile Energieträger abgelöst werden.

4. Variantenstudie Wärmeerzeugung

4.1 Grundlagen Heizung

Als Grundlage dient der im Kapitel 2 berechnete Heizlastbedarf des Gebäudes.

4.2 Ausgeschlossene Varianten

Variante	Begründungen
<ul style="list-style-type: none"> Aussenluft-WP 	<p>Aufgrund des hohen Leistungsbedarf müsste eine aussen aufgestellte Anlage installiert werden. Anlagen in dieser Leistungsgrösse weisen eine hohe Geräuschkulisse auf.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Erdsonden-WP 	<p>Auf dem Grundstück der Liegenschaft sind gemäss Geoportal des Kantons Solothurn Erdsonden bis max. 61m erlaubt. Aufgrund des hohen Leistungsbedarfs müssten sehr viele Sonden gebohrt werden.</p> <p><i>Annahme ca. 200 kW mit Erdsonden = ca. 87 Sonden</i> <i>Ein solches Erdsondenfeld wäre total unwirtschaftlich und hätte nicht einmal auf dem gesamten Sportfeld platz. Eine solche Variante ist definitiv nicht wirtschaftlich und auch nicht sinnvoll.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> Wärmekraftkopplung (Blockheizkraftwerk) 	<p>Ein Blockheizkraftwerk dient zur Erzeugung elektrischer sowie thermischer Energie. Das Kraftwerk läuft mit fossilen Brennstoffen, vorwiegend mit Gas. Holzvergaservarianten sind ebenfalls verfügbar, jedoch noch wenig verbreitet. Solche Anlagen machen nur Sinn, wenn ganzjährig wärmebedarf sowie elektrizitätsbedarf als Bandenergie vorhanden ist. Ansonsten können solche Anlagen nicht wirtschaftlich betrieben werden. <u>Wärmebedarf nicht ganzjährig vorhanden!</u></p>
<ul style="list-style-type: none"> Thermische Solaranlagen 	<p>Thermische Solaranlagen werden durch uns nicht mehr empfohlen. Diese Anlagen sind fehleranfällig (Luft einschüsse) und aufgrund folgender Punkte nur schwierig zu dimensionieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Sommer oft stark überdimensioniert da kaum Warmwasserbedarf (Ferienabwesenheiten, kaltes Duschen). Heizungsunterstützung im Winter trägt nicht zu einer kleineren installierten Heizleistung des Kessels bei. <p>Stattdessen empfehlen wir, die Dachfläche mit einer Photovoltaikanlage zu bestücken. Strom ist als Energieträger vielseitiger einsetzbar als Wärme und daher sinnvoller.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Oel/Gas 	<p>Oel und Gas als fossile Energieträger sind als monovalente Anlagen nicht mehr sinnvoll.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Holzpellet 	<p>Räumlich wäre der Platz vorhanden, technisch in etwa gleich teuer wie Schnitzel. Der Energiepreis ist jedoch deutlich teurer als bei Schnitzel.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Wärmeverbund 	<p>Es ist kein externer Wärmeverbund vorhanden an welchen angeschlossen werden könnte. Ein solcher wird auch in Zukunft nicht erwartet, da in dieser Gegend eher mässig wirtschaftlich.</p>

4.3 Untersuchte Varianten

Variante	Begründungen
Referenz	<p>→ Ersatz Holzfeuerung / Weiterbetrieb Grundwasser-WP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Holzkessel mit ca. 450 kW als Direktersatz • Benutzung des bestehenden Schnitzelbunkers • Neue Siloaustragung inkl. Ersatz Schubboden • Sanierung Abgasanlage soweit nötig • Einbau eines Elektrofilters für den Holzkessel • Anbau Heizraum (Platzbedarf für Filter) • Weiterbetrieb der bestehenden Grundwasser-WP • Einbau Grundwasser-Filter und Systemtrennung • Erweiterung Energiespeicher nach LRV • Neue Heizgruppenaufbauten inkl. Regulierung • Neue Expansionsanlage inkl. Entgasung • Neue Wärmemessungen in Zentrale <p>→ Diese Variante dient lediglich als Vergleich und wird nicht empfohlen! Die Baumeisterarbeiten für den neuen Platz wären beachtlich!</p>
Variante 1	<p>→ Ersatz Holzfeuerung / Weiterbetrieb Grundwasser-WP</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 Holzkessel à je ca. 230 kW inkl. Aufsatz-Elektrofilter • Benutzung des bestehenden Schnitzelbunkers • Neue Siloaustragung inkl. Ersatz Schubboden • Ersatz der Abgasanlage durch 2 kleinere • Weiterbetrieb der bestehenden Grundwasser-WP • Einbau Grundwasser-Filter und Systemtrennung • Erweiterung Energiespeicher nach LRV • Neue Heizgruppenaufbauten inkl. Regulierung • Neue Expansionsanlage inkl. Entgasung • Neue Wärmemessungen in Zentrale
Variante 2	<p>→ Demontage Holz / zusätzliche Grundwasser-WP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterbetrieb der bestehenden Grundwasser-WP • Einbau Grundwasser-Filter und Systemtrennung • Neue zusätzliche Grundwasser-WPs mit tot. ca. 200 kW (eine davon als Hochtemperatur-WP für Warmwasser) • Erweiterung Energiespeicher nach neuer WP-Leistung • Neue Heizgruppenaufbauten inkl. Regulierung • Neue Expansionsanlage inkl. Entgasung • Neue Wärmemessungen in Zentrale

4.4 Bemerkungen Wirtschaftlichkeitsrechnung

Im Anhang (Beilage 1) werden die möglichen Wärmeerzeugungsvarianten auf Investitionskosten, Jahreskosten, Payback nach der Kapitalwertmethode genauer untersucht. Die Ökobilanzen CO₂ und Umweltbelastungspunkte UBP (gem. KBOB) werden ebenfalls dargestellt.

Die Wartungs-/ und Unterhaltskosten beinhalten sämtliche Unterhaltsarbeiten wie Service-Abos, Kaminfegerarbeiten, Ascheentsorgung (Holz) sowie auch den Unterhalt durch den Hauswart.

Es wurden die aktuellen Energiepreise der ansässigen Versorgungsunternehmer eingesetzt.

Sämtliche Preise (Energie, Investition, Wartung) verstehen sich exklusive Mehrwertsteuer.

Sind Varianten mit Wärmepumpen gerechnet, so ist deren Elektrozuleitung in der Studienphase noch nicht berücksichtigt worden. Diese Abklärungen müssten in einer weiteren Phase getroffen werden. Die Kostenfolge einer allfälligen Vergrößerung der Elektrozuleitung zum Gebäude ist somit bisher nicht bekannt!

Bemerkungen Wirtschaftlichkeit:

- NPV (Kapitalwert) muss grösser 0 sein, sonst ist die Variante nicht rentabel
- Dynamischer Payback ca. 65 % der Nutzungsdauer (0.65 x 20 Jahre = ca. 13 Jahre).
- Diskontierungssatz: 5 % entspricht einem normalen Wert, 7 % für Bauherrschaft ohne Kapital, 3 % bei einer Bauherrschaft mit Kapital. **Gewählt wurde 2 %; unter Berücksichtigung der momentanen Wirtschaftslage!**

5. Empfehlung und Bemerkungen

- Die Referenzvariante mit einem 1:1-Ersatz der Holzfeuerung zieht teure Baumeisterarbeiten mit sich, da der Platz für eine neue Holzfeuerung dieser Grösse nicht gegeben ist. Zudem wird der einzubauende Elektrofilterzusätzlichen Platz in Anspruch nehmen. Es müsste der tiefe Heizraum im Bereich der heutigen Abgasanlage angebaut werden, was teure Unterfangungen am Gebäude und dem Schnitzelsilo zur Folge hätte.
- Die Variante mit kleineren Holzkesseln hat den Vorteil, dass diese mit kleineren Elektrofiltern ausgestattet werden können. Die Zentrale müsste entsprechend nicht angebaut werden wodurch hohe Kosten für Baumeisterarbeiten wegfallen.
- Die Variante mit einer reinen Erzeugung aus Grundwasser-Wärmepumpen wäre die günstigste Variante. Es sind keine grossen Baumeisterarbeiten notwendig. Ob die bestehenden Grundwasserbrunnen für die grössere Förderrate ausreichend sind muss zuerst geklärt werden. In der Studie wurden zur Sicherheit zwei neue Brunnen eingerechnet. Diese Variante ist auch im Unterhalt am günstigsten.
- Bei den Ökobilanzierungen würden die Varianten wohl alle gleich abschliessen, wenn die Beton-arbeiten bei den beiden Holzvarianten noch hinzugerechnet würden. Diese sind nicht enthalten.

**Wir empfehlen aus oben genannten Gründen
die Variante 2 Grundwasser-WPs
umzusetzen.**

5.1 Weiteres Vorgehen

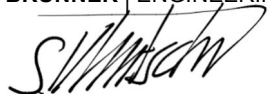
Wir resp. die Arbeitsgruppe stellen uns das weitere Vorgehen folgendermassen vor:

- Untersuchungen Geologie bis ca. Ende August 2023
- 26.07.2023 Beschlussfassung Baukommission
- 22.08.2023 Präsentation Studie im Gemeinderat
- Ab 23.08.2023 Ausarbeitung Contracting-Angebote bis 12.09.2023
- 20.09.2023 Empfehlungsantrag der Baukommission an Gemeinderat
- 03.10.2023 Behandlung/Beschluss Gemeinderat
- 10.10.2023 Budgettag Gemeinde
- 05.12.2023 Gemeindeversammlung
- Umbau Heizzentrale in Sommerperiode 2025
- *(Deadline Stilllegung Holzfeuerung 31.08.2025)*

Wir hoffen Ihnen mit diesen Angaben die nötigen Grundlagen geliefert zu haben und stehen für allfällige weitergehende Auskünfte gerne zur Verfügung.

Olten, 12. Juli 2023

BRUNNER | ENGINEERING AG



Stefan Kläntschi, Dipl. Techniker HF Heizung

Bericht	1533 Wärmeverbund Dorfhalle, 4623 Neuendorf Strategische Planung Ersatz Wärmeerzeugung		
Datum	12. Juli 2023		
Version	Stand 12.07.23 / V1.0		
Status	O in Arbeit X genehmigt zur Nutzung		
Verfasser	Stefan Kläntschi, 062 205 10 10, stefan.klaentschi@a-b-engineerig.ch		
Intern überprüft	12.07.2023/SK		
Intern genehmigt	12.07.2023/SK		
Verteiler			
Geht an	Arbeitsgruppe «Heizung Dorfhalle»		
Zur Kenntnis an	-		
Änderungen			
Datum	Version	Visum	Bemerkungen
12.07.2023	V1.0	SK	Erstellung 1. Fassung

Variantenstudie

Kapitalwertmethode (NPV) mit einheitlicher Abschreibungsdauer (Nutzungsdauer)

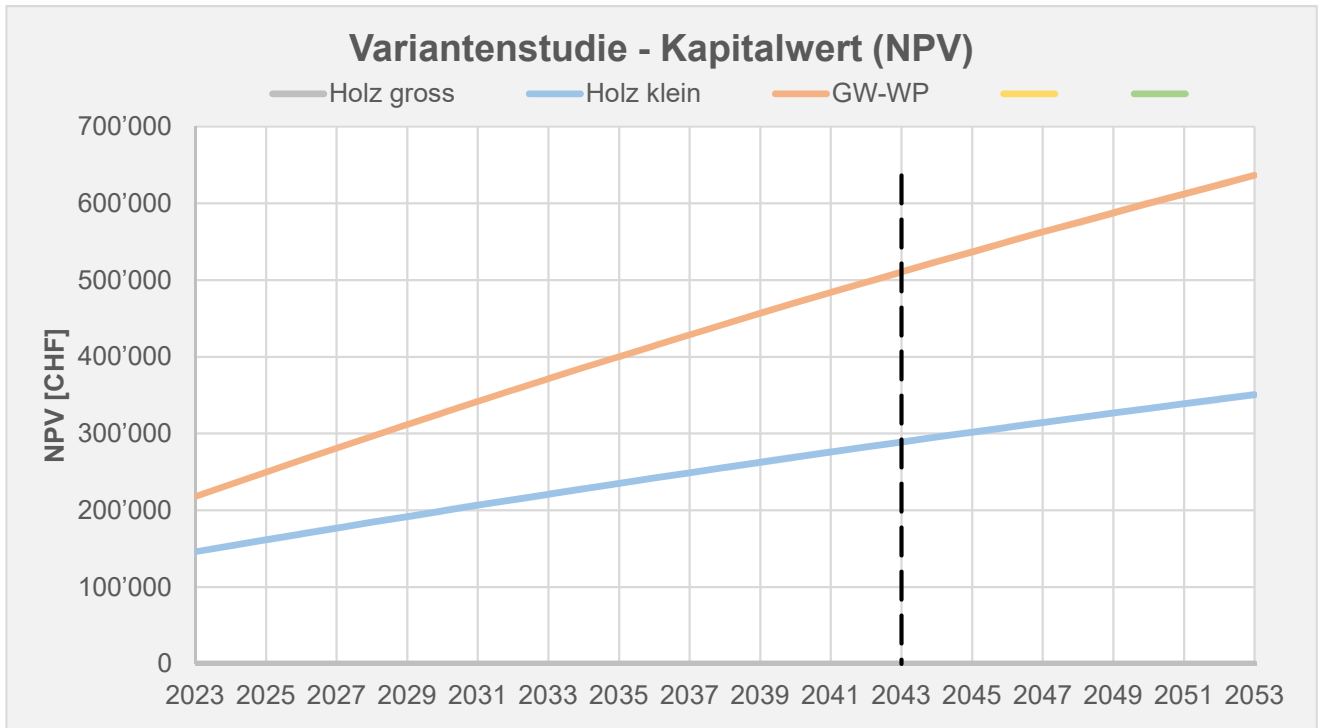
Objekt	1533 WV Dorfhalle	Nutzenergiebedarf H:	750'000 [kWh/a]
	4623 Neuendorf	Leistung H/K:	450 [kW]
Sachbearbeiter	Stefan Kläntschi	Nutzungsdauer:	20 [a]
Stand	12.07.2023	Diskontierungssatz:	2.0% [%]

Variante		Referenz	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Kurzbeschreibung		Holz gross	Holz klein	GW-WP		
Investitionskosten	[CHF]	1'022'000	876'000	804'000		
Energiekosten	[CHF/a]	45'800	45'800	43'450		
1. Energie-Träger		Schnitzel	Schnitzel	GW-WP		
ID-Nummer nach KBOB		43.011	43.011	44.003		
Nutzenergiebedarf	[kWh/a]	600'000	600'000	750'000		
Wirkungsgrad	[%]	0.88	0.88	3.80		
Endenergiebedarf	[kWh/a]	681'850	681'850	197'400		
Energiekosten	[Rp./kWh]	5.50	5.50	22.00		
Wärmeanteil	[%]	80.0%	80.0%	100.0%		
2. Energie-Träger		GW-WP	GW-WP			
ID-Nummer nach KBOB		44.003	44.003			
Nutzenergiebedarf	[kWh/a]	150'000	150'000			
Wirkungsgrad	[%]	4.00	4.00			
Endenergiebedarf	[kWh/a]	37'500	37'500			
Energiekosten	[Rp./kWh]	22.00	22.00			
Kälteanteil	[%]	20.0%	20.0%			
3. Energie-Träger						
ID-Nummer nach KBOB						
Nutzenergiebedarf	[kWh/a]					
Wirkungsgrad	[%]					
Endenergiebedarf	[kWh/a]					
Energiekosten	[Rp./kWh]					
Wärmeanteil	[%]					
Teuerung Energiepreise	[%]	1.0%	1.0%	1.0%		
Wartungs-/Unterhaltskosten	[CHF/a]	22'000	14'000	8'000		
Teuerung Wartung/Unterhalt	[%]	1.0%	1.0%	1.0%		
Total Jahreskosten (statisch)	[CHF/a]	118'900	103'600	91'650		

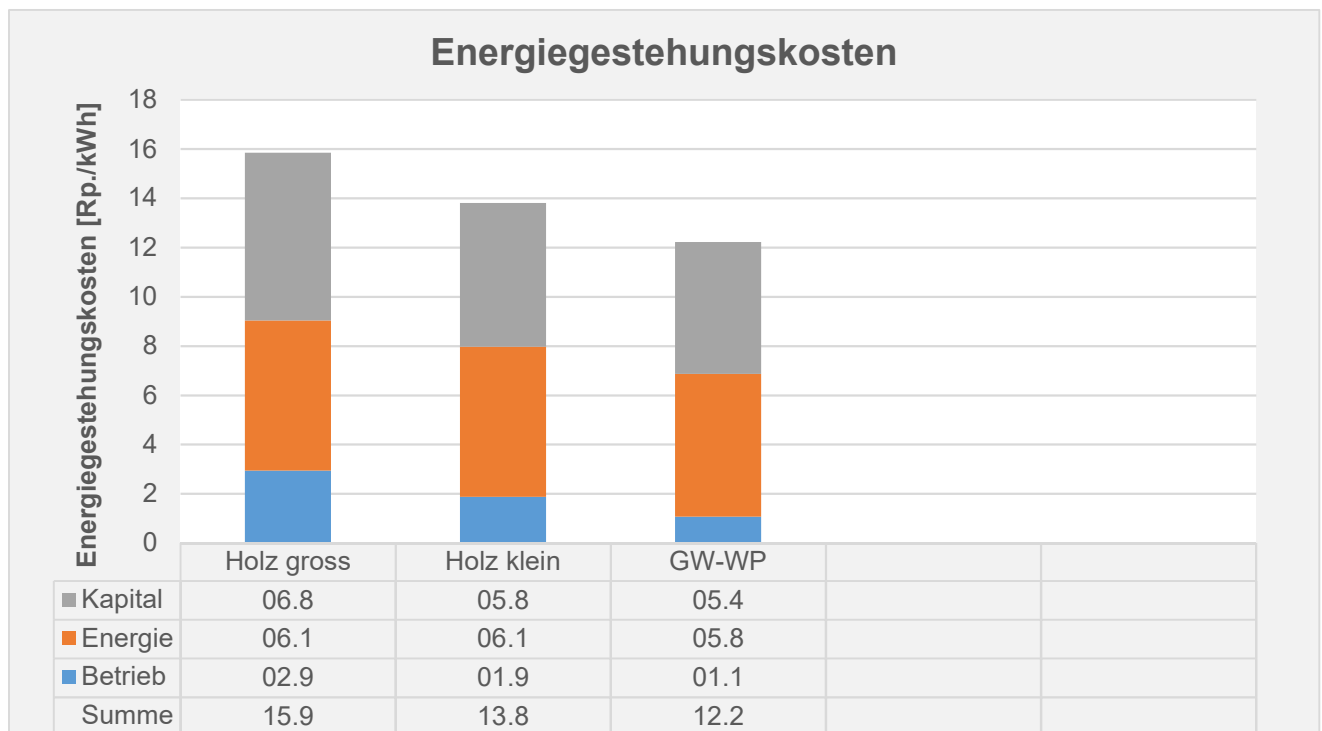
Empfehlung: Wir empfehlen, die Variante 2 GW-WP auszuführen.

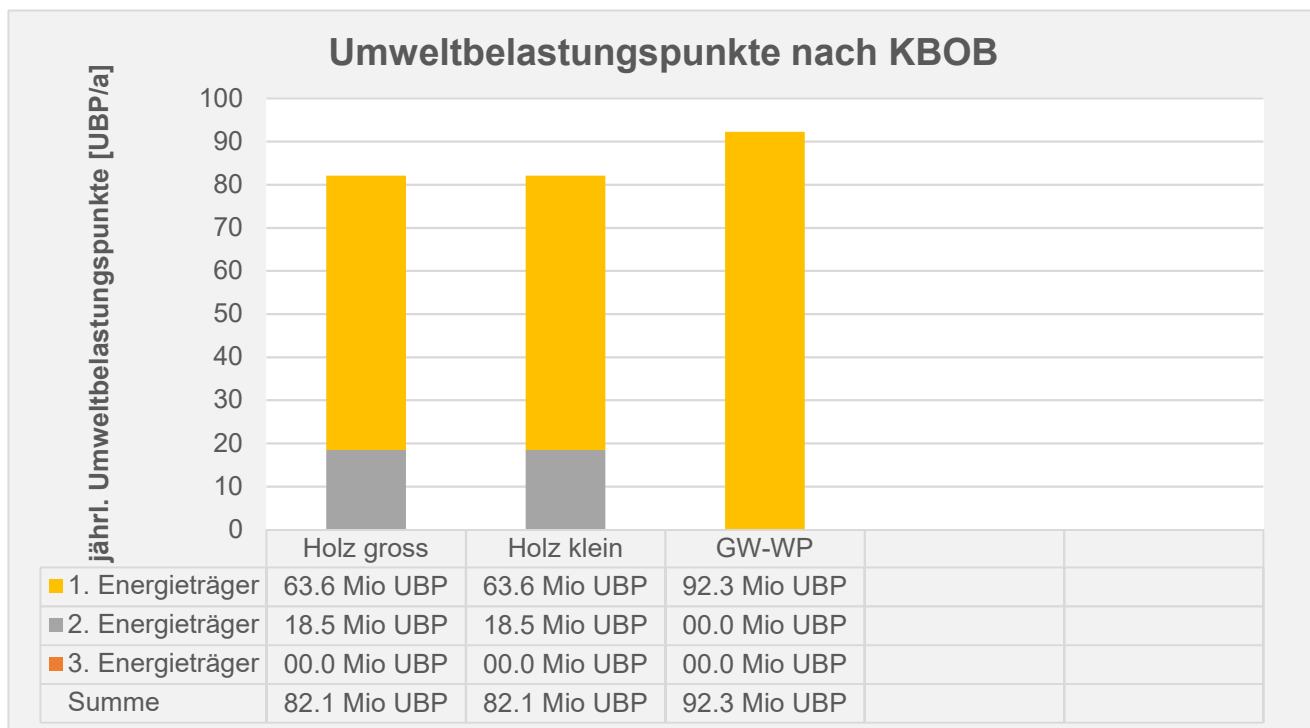
Sämtliche aufgeführten Kosten sind exklusive Mehrwertsteuer zu verstehen!

Bei den Varianten mit Wärmepumpen ist es möglich dass die Elektrozuleitung vergrössert werden muss. Diese Kosten können in der Studienphase noch nicht eruiert werden und sind daher nicht eingerechnet!

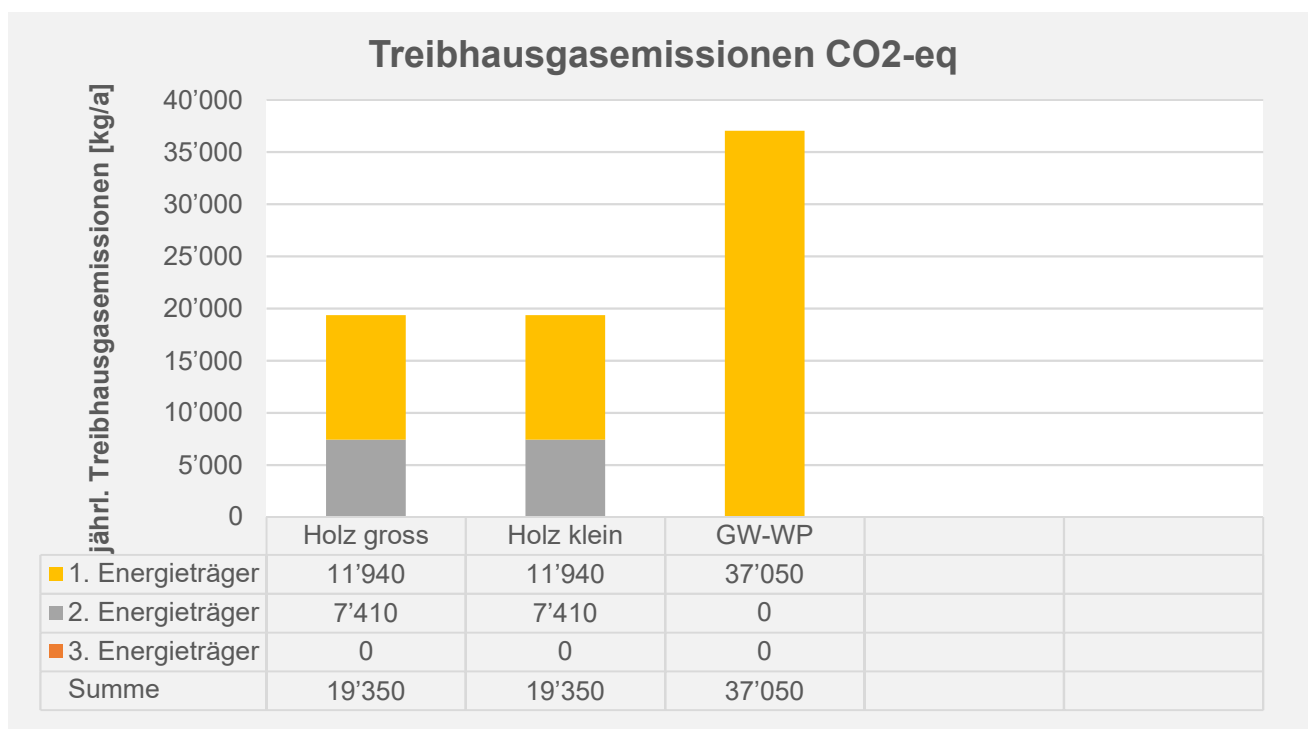


Umweltkosten:
 Bei dem Zuschlag für Umweltkosten wird von einer erweiterten volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise ausgegangen. Dabei werden die Kosten, die nicht vom Verursacher sondern von der Allgemeinheit bezahlt werden, berücksichtigt. Es sind dies z.B. Gesundheitskosten wegen Luftverschmutzung, Schadenskosten Treibhauseffekt, Schäden an Gewässern /Böden, etc. **Diese Kosten wurden nicht berücksichtigt!**
 Umweltkosten: Gas 3.00 Rp./ kWh | Oel 4.50 Rp./ kWh | Holz 1.50 Rp./ kWh | Strom 5.00 Rp./ kWh



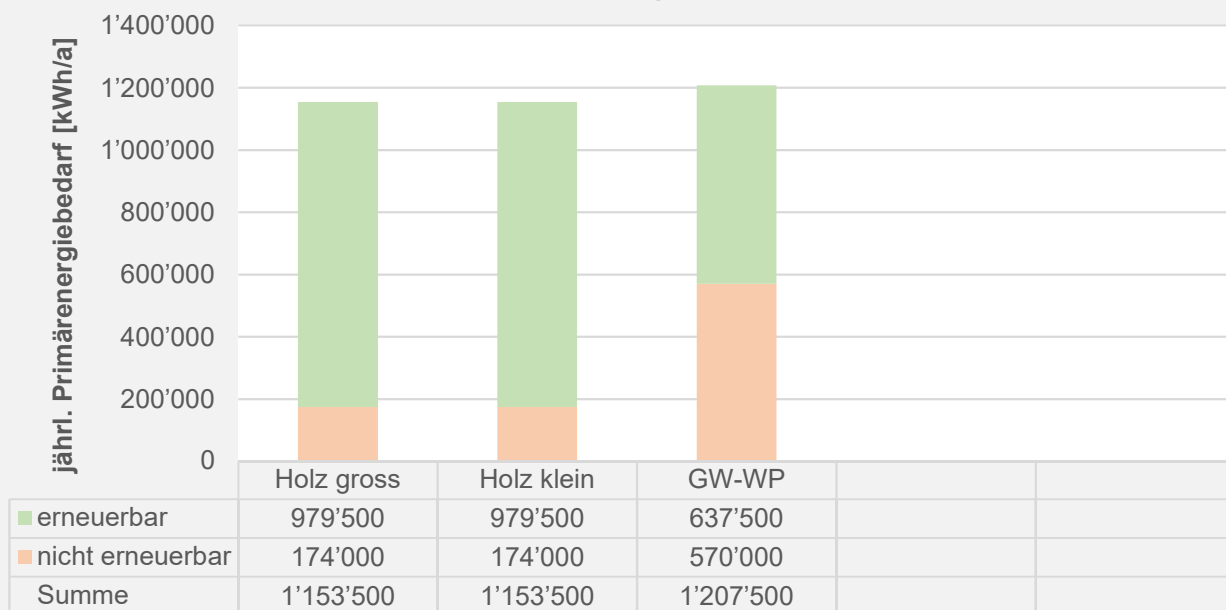


Die Umweltbelastungspunkte quantifizieren die Umweltbelastungen durch die Nutzung von Energieressourcen:
 - von Land und Süßwasser
 - durch Emissionen in Luft, Gewässer und Boden



Diese Zusammenstellung nebst CO₂ auch sämtliche weiteren vorkommenden Treibhausgasemissionen.
 Die Treibhausgasemissionen quantifizieren die kumulierten Wirkungen verschiedener Treibhausgase bezogen auf die Leitsubstanz CO₂.

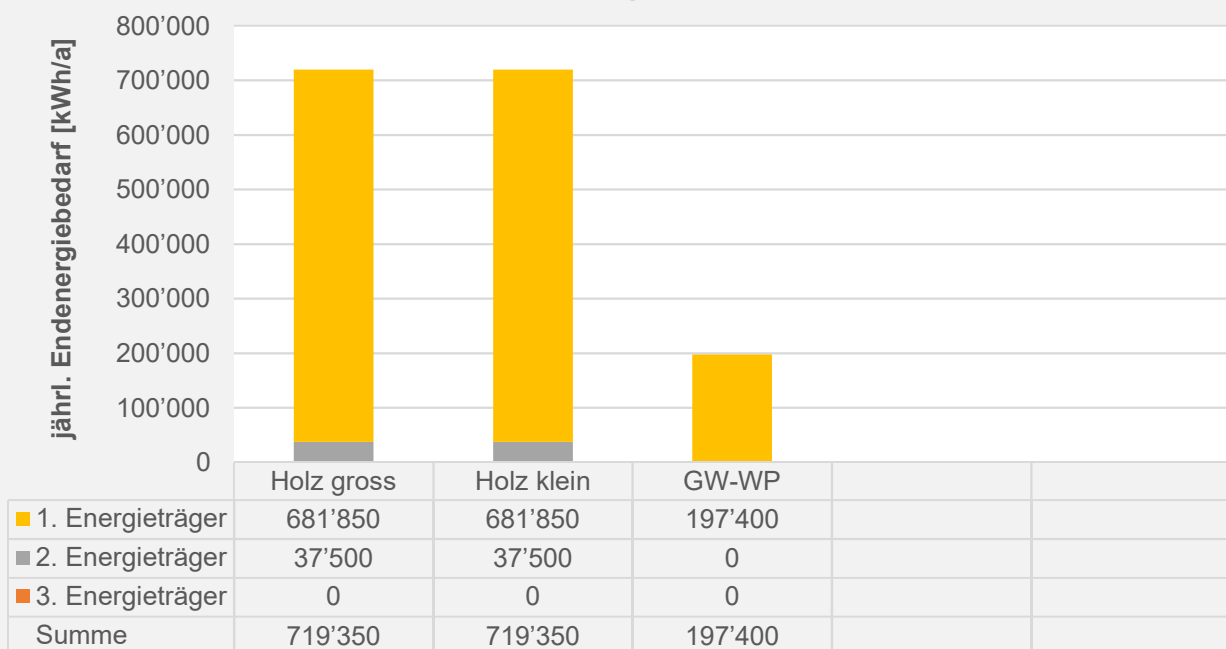
Primärenergiebedarf



Primärenergie:

Die Primärenergie bezeichnet die Energie, welche eingesetzt werden muss (inkl. Umwandlungsverluste), um die gewünschte Endenergie zu erhalten. z.B. bedarf es für 1 kWh elektrische Energie ca. 5 kWh Wärmeenergie.

Endenergiebedarf



Endenergie:

Als Endenergie wird die Energie bezeichnet, welche dem Heizsystem im Form von Brennstoff zugeführt wird. (z.B. Heizoel, Gas, Holz, Strom bei WP, etc.)

Nutzenergie:

Die Nutzenergie kann schlussendlich als Wärme dem Gebäude zugeführt werden.