

Wellis Willisau

Energiekonzept

Luzern, 10. März 2025

s.brücker gmbh
Energie am Bau

Sagenmattstrasse 30
6003 Luzern

M: +41 76 794 23 20
T: +41 41 511 16 15

www.sbruecker.ch
sb@sbruecker.ch
CHE-257.239.108 MWST

Impressum

Auftraggeber

Bereich Nord
 Progredis Baumanagement AG
 Herr Franz Glanzmann
 6130 Willisau

Architekten

Herzog & de Meuron
 Herr Michel Frei und Frau Sofie Hoyer
 Rheinschanze 6
 4056 Basel

Auftragnehmer

s.brücker gmbh
 Sagenmattstrasse 30
 6003 Luzern

Verfasser

Stefan Brücker

Verteiler

- Bauherr
- Architekt
- intern

Dateiname

250306_Wallis_Willisau_Energiekonzept

Version	Datum	Änderungen	Visum
1.0	29.06.2022	Erstversion	sb/pb
2.0	10.3.2025	Überarbeitung Perimeter Nord	sb

Inhalt

1.	Zusammenfassung	4
2.	Fragestellung	5
3.	Grundlagen	6
3.1	gesetzliche Anforderungen	6
3.1.1	Wärmeerzeuger	6
3.1.2	30 % Regel Kanton Luzern	6
4.	Energie- und Leistungsbedarf	8
4.1	Richtprojekt	8
4.2	Energiebezugsflächen	9
4.3	Wärme und Kälte im Richtprojekt	10
4.3.1	Raumheizung und Brauchwarmwasser	10
4.3.2	Brauchwarmwasser	11
4.3.3	Wärme inkl. Verluste für Nord und Süd	12
4.3.4	Kälte	13
5.	Potenzialstudie Wärmeversorgung und Fotovoltaik (PV)	14
5.1	Potenziale	14
5.1.1	Grundwasser	14
5.1.2	Erdwärme	15
5.1.3	Aussenluft	15
5.1.4	Abwasser	16
5.1.5	Holz	17
5.1.6	Thermische Netze (Nahwärme, Fernwärme, Fernkälte)	18
5.1.7	Abwärmennutzung Distillerie Diwisa	18
5.1.8	Thermische Netze in der Umgebung	18
5.2	Wirtschaftlichkeit	21
5.2.1	Grundlagen & Annahmen	21
5.2.2	Vollkostenrechnung & Wärmegestehungskosten	21
5.3	Empfehlung	22
6.	Energiekonzept	23
6.1	Wärme	23
6.1.1	Erzeugung	23
6.1.2	Verteilung	23
6.2	Brauchwarmwasser	24
6.2.1	Erzeugung	24
6.3	Kälte & sommerliches Raumklima	24
6.4	Abwärme	24
6.5	PV-Potenzial und Eigenstromerzeugung	25

1. Zusammenfassung

Gesamtareal

Die vorliegende Studie weist aus, dass sich für den Projektperimeter aufgrund der Anforderungen der Gebäude (tiefe Vorlauftemperaturen), der verfügbaren Energieträger, der Wirtschaftlichkeit und unter ökologischen Gesichtspunkten sich Grundwasser oder eine Holzheizung (über Fernwärme) anbietet. Ob eine eigene Grundwassernutzung oder ein Anschluss an das Fernwärmennetz umgesetzt wird, ist durch die Bauherrschaft zu entscheiden.

Der gesamte Wärmeleistungsbedarf (nach Umsetzung aller Neubauten und energetischen Sanierungsmassnahmen auf dem Areal) beläuft sich auf ca. 1'210 kW und der Wärmeenergiebedarf kann approximativ mit ca. 1'820 MWh/Jahr beziffert werden.

Für eine genaue Dimensionierung der Heiz- und Kühlleistung empfehlen wir thermische Simulationen bei der Umsetzung. Damit können die Leistungen präziser definiert werden als bei klassischer, stationärer Betrachtung und damit werden Überdimensionierungen der Anlagen und unnötige Investitionen vermieden.

Die Lüftung erfolgt natürlich, zu den Strassen hin kann auch mit Lüftungsgeräten (Komfortlüftung) gearbeitet werden. Bei den Nicht-Wohnnutzungen kann die Lüftung auch mechanisch erfolgen, insbesondere bei den Läden und den Büroräumlichkeiten. Bei einer allfälligen Umsetzung eines MINERGIE-Labels sind kontrollierte Lüftungen Pflicht.

Ein angenehmes sommerliches Raumklima soll mittels geeigneter baulicher Massnahmen ermöglicht werden. Bei der Nutzung Verwaltung (Büros) und Verkauf kann zusätzlich aktiv über Grundwasser gekühlt werden, sofern ein Bedarf vorhanden ist. Mittels eines aussenliegenden Sonnenschutzes, thermischer Speichermasse und Nachtauskühlung können angenehme sommerliche Raumtemperaturen gewährleistet werden.

Die Brauchwarmwassererzeugung kann bei einem Anschluss an Grundwasser oder Fernwärme mittels Brauchwarmwasserspeichern in der Nähe der Steigzonen erzeugt werden.

Mittels einer PV-Anlage auf den Dächern der Gebäude bei rund 50% der Dachbelegung mit einer installierten Leistung von bis zu 1'020 kWp und einem Jahresertrag von ca. 1'070 MWh/Jahr kann ein Teil des Elektrizitätsbedarfs durch eigens erzeugten Strom gedeckt werden (Kap.6.5). Um die bestehenden Solaranlagen optimal einzubinden und eine Maximierung des Eigenverbrauchs zu erzielen, empfiehlt sich ein ZEV (Zusammenschluss zum Eigenverbrauch) oder vZEV (virtueller Zusammenschluss zum Eigenverbrauch).

Mittels eines Lastmanagements kann der Eigenverbrauch der PV Anlage mit der Wärmepumpe und der Elektromobilität optimiert werden.

2. Fragestellung

Auf dem Perimeter der Wellis in Willisau soll in den nächsten Jahren Neubauten erstellt und bestehende Gebäude (energetisch) saniert werden. Aufgrund der Optimierungen Richtprojekt wurden das Energiekonzept aus 2022 entsprechend angepasst.

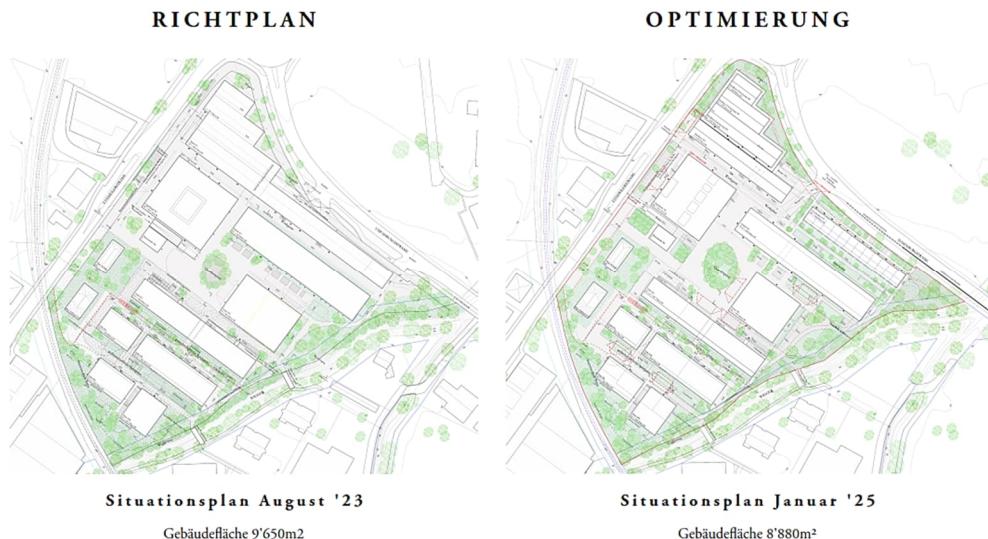


Abbildung 1 Optimierung des Projektes gemäss Herzog&DeMeuron vom 21.1.2025 (Quelle)



Abbildung 2 Optimierung des Projektes gemäss Herzog&DeMeuron vom 21.1.2025 (Quelle)

Das Areal setzt sich aus einem Bereich Nord und Süd zusammen. Im Perimeter Nord sind die Gebäude N1 bis N8 (grau Bestand). Im Perimeter Süd sind die vier Gebäude S1a, S1b, S2a, S2b Neubauten in Holz.

Zum heutigen Zeitpunkt erfolgt die Heizung des Gewerbeareals mittels einer zentralen Hack-schnitzel- und Oelheizung. Im Rahmen des vorliegenden Energiekonzepts sollen die Möglichkeiten zur künftigen Energieversorgung des Gesamtareals evaluiert werden.

3. Grundlagen

Die nachfolgenden wesentlichen Grundlagen bilden die Basis des vorliegenden Energiekonzepts:

- Richtprojekt Herzog & de Meuron, 17.Februar 2025
- Workshop Dokument vom 23.März 2022
- Verbrauchsdaten bestehende Heizung

3.1 gesetzliche Anforderungen

Nachfolgend werden die massgeblichen, aktuellen gesetzlichen Anforderungen erläutert.

3.1.1 Wärmeerzeuger

Bei Neubauten gilt es, die Anforderungen an den gewichteten Energiebedarf nach EN-101 zu erfüllen. Dabei gelten je nach Nutzung unterschiedliche Grenzwerte und die verschiedenen Energieträger werden anhand politischer Faktoren gewichtet, siehe Abbildung 3. Dabei wird der Einsatz fossilfreier und erneuerbarer Energieträger begünstigt.

Als Neubau gelten auch Aufstockungen und Anbauten, sofern die neu geschaffene Energiebezugsfläche > 20 % der bestehenden Energiebezugsfläche, oder > 1'000 m² beträgt.

Gebäudekategorie	Grenzwert für Neubauten E _{HWLKII} in kWh/m ²
I Wohnen MFH	35
II Wohnen EFH	35
III Verwaltung	40
IV Schule	35
V Verkauf	40
VI Restaurant	45
VII Versammlungslokal	40
VIII Spital	70
IX Industrie	20
X Lager	20
XI Sportbaute	25
XII Hallenbad	keine Anforderung an E _{HWLK}

Energieträger	Nationaler Gewichtungsfaktor								
Elektrizität	2,0								
Heizöl, Gas, Kohle	1,0								
Biomasse (Holz, Biogas, Klärgas)	0,5								
Fernwärme: Anteil fossil erzeugte Wärme	<table> <tr> <td>≤ 25%</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>≤ 50%</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>≤ 75%</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>> 75%</td> <td>1,0</td> </tr> </table>	≤ 25%	0,4	≤ 50%	0,6	≤ 75%	0,8	> 75%	1,0
≤ 25%	0,4								
≤ 50%	0,6								
≤ 75%	0,8								
> 75%	1,0								
Sonne, Umweltwärme, Geothermie	0								

Abbildung 3 links: Grenzwerte für den gewichteten Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung. rechts: Politische Gewichtungsfaktoren verschiedener Energieträger. Quelle: EN-101, EnDK

Beim Ersatz eines bestehenden Wärmeerzeugers (ohne bauliche Erweiterungen des Gebäudes) gelten bei Gebäuden mit Wohnnutzung gemäss EN-120 eine Anforderung von 10% an den Einsatz fossilfreier und erneuerbarer Energieträger.

3.1.2 30 % Regel Kanton Luzern

Bei Umbauten mit Baukosten über 30 % des Gebäudeversicherungswerts sind die Minimalanforderungen an das Gebäude (Dämmstandard) und die gebäudetechnischen Anlagen (Heizung, Lüftung etc.) zu erfüllen, siehe Abbildung 4. Dies bedeutet insbesondere, dass bei Überschreiten der 30 % Schwelle die Umbauanforderungen an den Dämmstandard für alle Bauteile der thermischen Gebäudehülle gelten und nicht nur für diejenigen, für die eine energetische

Ertüchtigung vorgesehen ist. Dies ist im weiteren Projektverlauf für das Sanierungsprojekt der Produktionshalle durch den Bauphysiker im Detail zu prüfen.

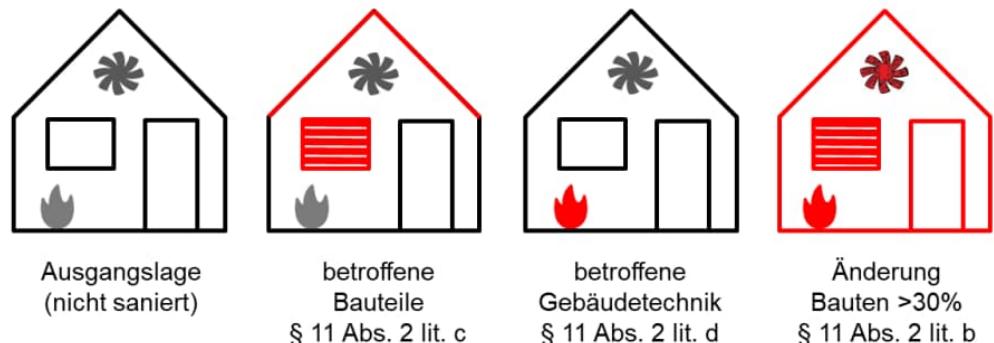


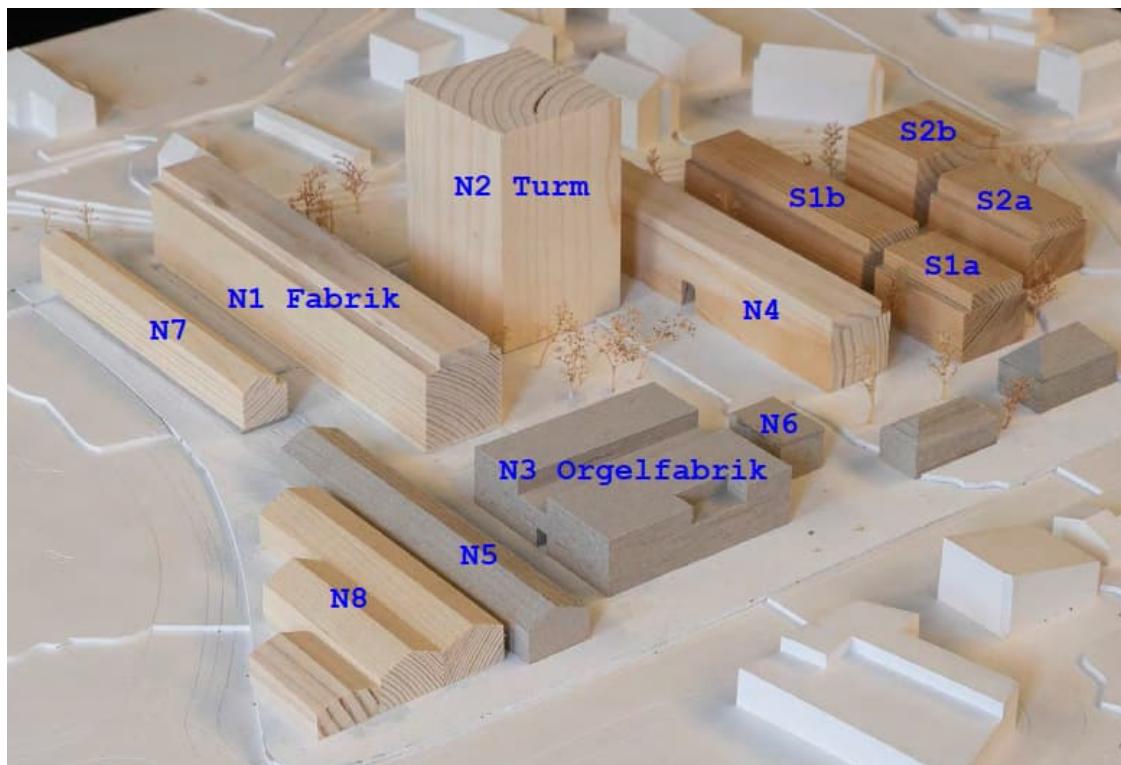
Abbildung 4 30 % Regel gemäss Energiegesetz des Kantons Luzern

4. Energie- und Leistungsbedarf

4.1 Richtprojekt

Über das Richtprojekt von Herzog & de Meuron wurden die Energiebezugsflächen für die Nutzungen Wohnen MFH, Verwaltung (Büros) und Gewerbe bestimmt. Diese Flächen dienten zur Bestimmung des Heizwärme- und Warmwasserbedarfs gemäss SIA 2024 (Standardnutzungen), wie auch der Kühlbedarf für Nichtwohn-Nutzungen.

Annahmen für die Berechnung der Raumheizung und Brauchwarmwasser: aufgrund der 30% Regel des Kantons (vgl. 3.1.2) und der Tatsache, dass keine Anforderungen des Denkmalschutzes bestehen, gehen wir davon aus, dass die Umbauten ebenfalls die energetischen Anforderungen (Neubau / Umbauanforderungen) gemäss SIA 380/1 erfüllen müssen (gemäss Email mit Herrn Glanzmann vom 20.Juni 2022). Daher wird es im Bestand Dämmmassnahmen entlang der ganzen, thermischen Hülle geben. Dies bedeutet, dass der Bestand im Bereich Heizleistung und -energie nur leicht über den Neubauten sein wird.



4.2 Energiebezugsflächen

Flächenüber-sicht (EBF)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]
Wohnen MFH	8'620	13'210	1'210	4'580	-	-	2'060	-
Verwaltung	-	-	1'790	-	-	-	-	-
Gewerbe	230	320	940	-	970	140	-	2'220
Total	8'850	13'530	3'940	4'580	970	140	2'060	2'220

Abbildung 5 Energiebezugsflächen Gebäude Nord (gerundet)

Flächenübersicht (EBF)	S1a	S1b	S2a	S2b
	[m2]	[m2]	[m2]	[m2]
Wohnen MFH	1'300	2'850	1'500	2'050
Verwaltung	-	-	-	-
Gewerbe	-	-	-	-
Total	1'300	2'850	1'500	2'050

Abbildung 6 Energiebezugsflächen Gebäude Süd (gerundet)

4.3 Wärme und Kälte im Richtprojekt

4.3.1 Raumheizung und Brauchwarmwasser

Bei angenommenen Speicher- und Verteilverlusten von 10 % (Heizung) bzw. 40 % (Brauchwarmwasser, 12 h/ Tag Ladezeit) beläuft sich der Wärme-Energie- und Leistungsbedarf auf gerundet total

Gebäude Nord	Raumheizung		BWW		Leistung [kW]	Total Energie [MWh]
	Leistung [kW]	Energie [MWh]	Leistung [kW]	Energie [MWh]		
N1	138	129	53	187	191	316
N2	210	197	82	286	292	483
N3	193	312	11	37	204	349
N4	71	68	28	99	99	167
N5	44	87	1	3	45	90
N6	6	13	1	1	7	14
N7	32	31	13	44	45	75
N8	39	6	3	8	42	14
Summe	733	843	192	665	925	1'508
Summe (gerundet)	730	840	190	670	920	1'510

Abbildung 7 Energie [MWh] und Leistung [kW] für die Gebäude Nord

Gebäude Süd	Raumheizung		BWW		Leistung [kW]	Total Energie [MWh]
	Leistung [kW]	Energie [MWh]	Leistung [kW]	Energie [MWh]		
S1a	49	25	8	29	57	54
S1b	73	47	18	62	91	109
S2a	52	28	9	32	61	60
S2b	62	36	13	46	75	82
Summe	236	136	48	169	284	305
Summe (gerundet)	240	140	50	170	290	310

Abbildung 8 Energie [MWh] und Leistung [kW] für die Gebäude Süd

Gebäude Nord + Süd	Raumheizung		BWW		Leistung [kW]	Total Energie [MWh]
	Leistung [kW]	Energie [MWh]	Leistung [kW]	Energie [MWh]		
Summe	970	980	240	840	1'210	1'820

Abbildung 9 Total Energie [MWh] und Total Leistung [kW] für alle Gebäude

Basis für den Energie- und Leistungsbedarf Nutzungsdaten gemäss SIA 2024:2015

- Nutzungszenen nach SIA 2024:2015
 - Wohnen Wohnen MFH
 - Bürogebäude Einzel-, Gruppenbüro 50% und Grossraumbüro 50%
 - Fachgeschäft Fachgeschäft
- Aussenluftvolumenstrom im Heizlast-Auslegefall
 - Wohnen MFH 0.7 m³/m²h (natürliche Lüftung)
 - Büro 2.7 m³/m²h (mechanisch belüftet, mit WRG)
 - Fachgeschäft 3.6 m³/m²h (mechanisch belüftet, mit WRG)

Basierend auf den ausgewiesenen Grundlagen und Annahmen beläuft sich für Raumwärme der gesamte Heizleistungsbedarf energetisch modernisiert / Neubau auf ca. 970 kW und der gesamte Heizwärmeverbrauch auf ca. 980 MWh/Jahr für Raumwärme. Darin sind Verteil- und Speicherverluste enthalten.

Es ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere in Gebäuden mit natürlicher Lüftung der Leistungs- und Energiebedarf massgeblich vom Nutzerverhalten abhängig ist. Erfolgt eine von den Annahmen deutlich abweichende Lüftungsintensität, z.B. durch stetiges Offenhalten der Fenster, können massgeblich höhere Energie- und Leistungskennwerte resultieren.

Es empfiehlt sich, den Heizleistungs- und Heizwärmeverbrauch im weiteren Projektverlauf zu präzisieren und die zugrundeliegenden Annahmen in einer Nutzungsvereinbarung schriftlich festzuhalten.

4.3.2 Brauchwarmwasser

Das Brauchwarmwasser wurde aufgrund Nutzungs-typischer Kennzahlen bestimmt. Es empfiehlt sich, das Brauchwarmwasser in der Nähe der Steigzonen zu speichern. Damit gibt es kurze Leitungswege zu den Zapfstellen und damit kurze Ausstosszeiten und weniger Speicherverluste. Die Brauchwarmwasserspeicherung kann mittels konventioneller Brauchwarmwasserspeicher oder über Frischwasserstationen gelöst werden.

Der Brauchwarmwasserbedarf des Perimeters Nord beläuft sich gemäss der Standardwerte nach SIA 2024:2015 auf ca. 670 MWh/Jahr (mit 40% Verteilverlusten). Bei einer durchschnittlichen Ladedauer des Brauchwarmwasserspeichers von ca. 12 h/d ist eine Leistung von ca. 190 kW für die Brauchwarmwassererwärmung Nord vorzusehen.

Für den Perimeter Süd beläuft sich gemäss der Standardwerte nach SIA 2024:2015 auf ca. 170 MWh/Jahr (mit 40% Verteilverlusten). Bei einer durchschnittlichen Ladedauer des Brauchwarmwasserspeichers ist eine Leistung von ca. 50 kW für die Brauchwarmwassererwärmung Süd vorzusehen.

4.3.3 Wärme inkl. Verluste für Nord und Süd

Gebäude Nord + Süd	Raumheizung		BWW		Leistung [kW]	Total Energie [MWh]
	Leistung [kW]	Energie [MWh]	Leistung [kW]	Energie [MWh]		
Summe	970	980	430	840	1'400	1'820

Abbildung 10 Total Energie [MWh] und Total Leistung [kW] für alle Gebäude

Es wurde beim Brauchwarmwasser 12h Ladezeit angenommen. Eine Verkürzung auf 6h verdoppelt die BWW-Ladeleistung bei gleicher Energie. Die grosse Leistung wird aber nur in der kältesten Zeit Thema sein, sonst reicht die Leistung für eine schnellere Ladung, wenn weniger Raumwärme benötigt wird.

Bei angenommenen Speicher- und Verteilverlusten von 10 % (Heizung) bzw. 40 % (Brauchwarmwasser, 12 h/ Tag Ladezeit) beläuft sich der Wärme-Energie- und Leistungsbedarfs des Nahwärmennetzes auf gerundet total:

Gebäude Nord

- Energiebedarf Wärme ca. 1'510 MWh/Jahr
- Leistungsbedarf Wärme ca. 920 kW

Gebäude Süd

- Energiebedarf Wärme ca. 310 MWh/Jahr
- Leistungsbedarf Wärme ca. 290 kW

Alle Gebäude

- Energiebedarf Wärme ca. 1'820 MWh/Jahr
- Leistungsbedarf Wärme ca. 1'210 kW

Diese Werte dienen als Grundlage für die Potenzialanalyse.

4.3.4 Kälte

Im Sommerfall kann es wünschenswert sein, dass Räumlichkeiten gekühlt werden. Gemäss Standardnutzung SIA 2024 wurde davon ausgegangen, dass aktuell nur Verwaltung/Büros und Geschäfte gekühlt werden. Je nach Wärmequelle (Grundwasser) ist es auch denkbar, für die Wohnnutzungen ein Free-Cooling anzubieten. Dies ist jedoch hier nicht berücksichtigt.

Gebäude Nord	Kälte	
	Leistung [kW]	Nutzenergie [MWh]
N1	9	5
N2	12	8
N3	129	11
N4		
N5	11	0
N6	2	0
N7		
N8	51	42
Summe	214	66
<i>Summe (gerundet)</i>	210	70

Abbildung 11 Energie [MWh] und Leistung [kW] Kälte für die Gebäude Nord

Aufgrund der reinen Wohnnutzung ist kein Kältebedarf für die Gebäude Süd ausgewiesen. Bei einer Wärmeversorgung über Grundwasser wäre möglich, trotzdem im Wohnbereich eine freie Kühlung über Grundwasser anzubieten.

5. Potenzialstudie Wärmeversorgung und Fotovoltaik (PV)

Im Rahmen einer Potenzialstudie werden nachfolgend die verfügbaren Wärme- (& Kälte-)Quellen im Projektperimeter und der näheren Umgebung ausgewiesen und hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit, Ökobilanz und Wirtschaftlichkeit beleuchtet.

5.1 Potenziale

5.1.1 Grundwasser

Am Projektstandort ist prinzipiell ein Grundwasserstrom vorhanden. Dessen Mächtigkeit beträgt bis ca. 10-20 m, siehe Abbildung 12. Gemäss Rücksprache mit dem uwe, Kanton Luzern ist die mögliche Entzugsmenge am Projektstandort plausibel und eine vertiefte Machbarkeit mit einem Geologen zu prüfen. Vor Ort tätige Geologen sind Keller+Lorenz AG, sowie Geotest (Nach Rücksprache mit Herrn Bernegger, uwe).



Abbildung 12 Grundwasserkarte, Quelle: Geoportal Luzern, 24.06.2022

Als Grundlage für die Abschätzung der Machbarkeit einer Grundwasser-Wärmeversorgung dienen die folgenden Annahmen:

- | | |
|--------------------------|----------------|
| ▪ Wärmeleistungsbedarf | 1'210 kW |
| ▪ Wärmeenergiebedarf | 1'820 MWh/Jahr |
| ▪ JAZ RH (5) + BWW (3.5) | 4.3 |

Für eine alleinige Wärmeversorgung mittels Grundwasser ist bei einer Wärmeleistung von ca. 920 kW für den Bereich Nord und 290 kW für den Bereich Süd, daher rund 1'210 kW Wärmeleistung oder 750 kW Quellleistung (JAZ 4 für RW + BWW).

Grundwasserbedarf Wärme

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| • Nord | 3'300 Liter/min |
| • Süd | 1'040 Liter/min |
| • Summe beider Perimeter | 4'340 Liter/min |

Vorteile einer Grundwasser-Wärmeversorgung:

- Erneuerbar (je nach Strommix für WP-Betrieb bis zu 100 %)
- Hoher COP der Grundwasserwärmepumpe (im Vergleich z. B. mit Luft-Wasser-Wärme-pumpe und damit geringerer Strombedarf bei gleicher Wärmemenge).
- Möglichkeit zur Kühlung / Free Cooling (ohne Kältemaschine, zB über Fussbodenheizung, TABS, Heiz-/Kühldecken)
- Üblicherweise tiefe Wärmegestehungskosten (Investition + Energie / kWh Wärme) über den Lebenszyklus

Nachteile einer Grundwasser-Wärmeversorgung:

- Installationskosten (im Vergleich z. B. mit Luft-Wasser-Wärme pumpe).

Aus den oben genannten Vorteilen wird im vorliegenden Fall zu einer Grundwasser-Wärmeversorgung geraten.

5.1.2 Erdwärme

Gemäss Erdwärmemenutzungskarte des Kantons Luzern ist am Projektstandort eine Erdwärmemenutzung nicht möglich (siehe Abbildung 13), wie dies bei Grundwasserpotenzial der Fall ist.

Erdwärmemenutzung nicht zulässig (genutztes Grundwasser)

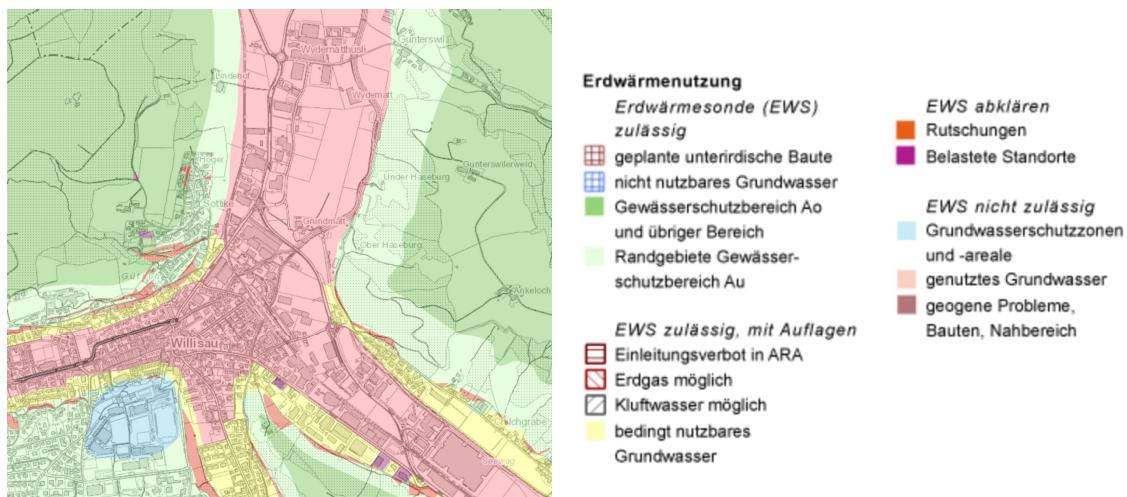


Abbildung 13 Erdwärmemenutzungskarte, Quelle: Geoportal Luzern, 24.06.2022

Es besteht kein Potenzial für eine geothermische Wärmeversorgung. Aus diesem Grund wird es im Projekt nicht weiterempfohlen.

5.1.3 Aussenluft

Die Wärme der Aussenluft kann grundsätzlich mittels einer Luft-Wasser-Wärme pumpe für die Gebäudeheizung nutzbar gemacht werden. Da die Quelltemperatur (Aussenluft) im Vergleich zum Erdreich oder Grundwasser deutlich tiefer liegt, ist die Effizienz einer Luft-Wasser-Wärme pumpe insbesondere auch bei hohen Vorlauftemperaturen sehr schlecht, siehe Abbildung 14.

Typischerweise werden LW-Wärme pumpen nur bis etwa 100 kW installiert, das wäre unterhalb des Bedarfs de Gebäude N1, N2, und N3.

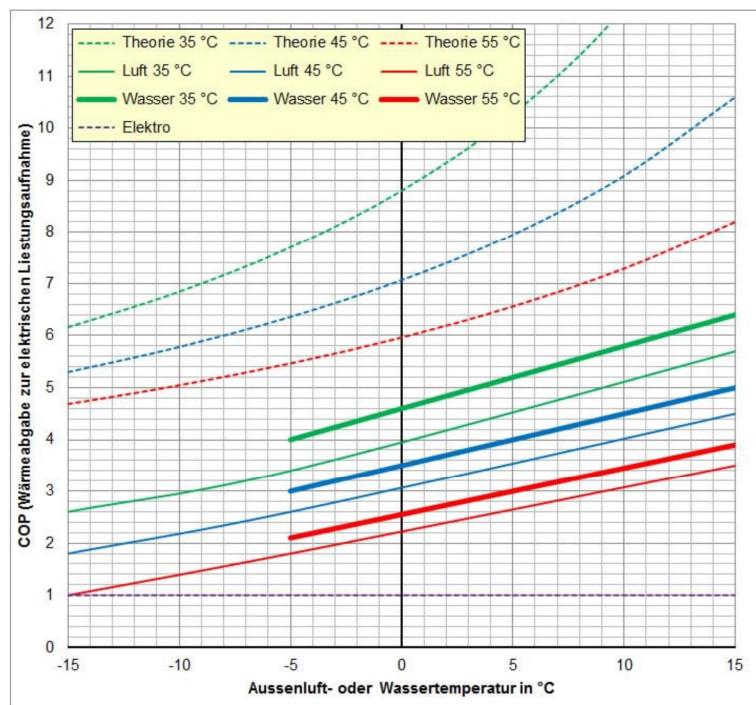


Abbildung 14 Effizienz (COP) verschiedener Wärmepumpen und Vorlauftemperaturen

Vorteile einer Luft-Wasser-Wärmepumpe:

- Erneuerbar (je nach Strommix für WP-Betrieb bis zu 100 %)
- günstig in der Anschaffung, da einfache Erschliessung der Energiequelle

Nachteile einer Grundwasser-Wärmeversorgung:

- Platzbedarf für Ausseneinheit
- Schlechte Effizienz der Wärmepumpe bei hohen Vorlauftemperaturen
- Lärmemissionen

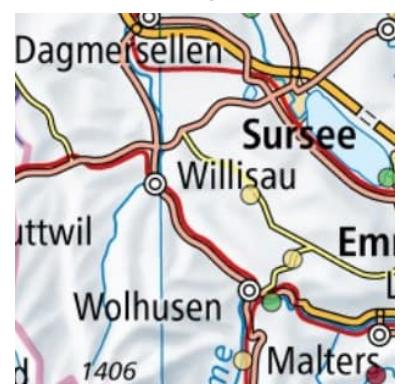
Insbesondere aufgrund der mangelnden Effizienz wird im vorliegenden Fall von einer Wärmeversorgung mittels Luft-Wasser-Wärmepumpe abgeraten.

5.1.4 Abwasser

Abwasser weist eine weitgehend konstante Temperatur auf und enthält ein grosses Wärmepotenzial, welches mittels Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann. In einem grösseren Umkreis des Projektperimeters gibt es keine Abwasserreinigungsanlagen, weshalb von einer Abwasser-Wärmenutzung aufgrund der grossen Verfügbarkeitsunsicherheit und Distanz abgeraten wird.

Denkbar wäre hingegen die Nutzung der Abwärme aus dem lokalen Abwasser (FEKA-Anlage).

Abbildung 15 Abwasserreinigungsanlagen und ihr Wärmepotenzial, Quelle: map.geo.admin, 28.06.2022



5.1.5 Holz

Bei nachhaltiger Forstwirtschaft gilt Holz als erneuerbare Energiequelle. Holz hat zudem eine hohe regionalwirtschaftliche Bedeutung und die Verfügbarkeit nachhaltig verholzter Biomasse in der Gemeinde Willisau ist zur Bedarfsdeckung weitaus ausreichend, siehe Abbildung 16.

Ein weiterer entscheidender Vorteil einer holzbasierten Wärmeversorgung sind die hohen Systemtemperaturen, welche bei bestehenden Bauten mit wenig Dämmung ideal sind, um die hohen Vorlauftemperaturen für die Bestandsgebäude (Radiatoren) sicherzustellen.

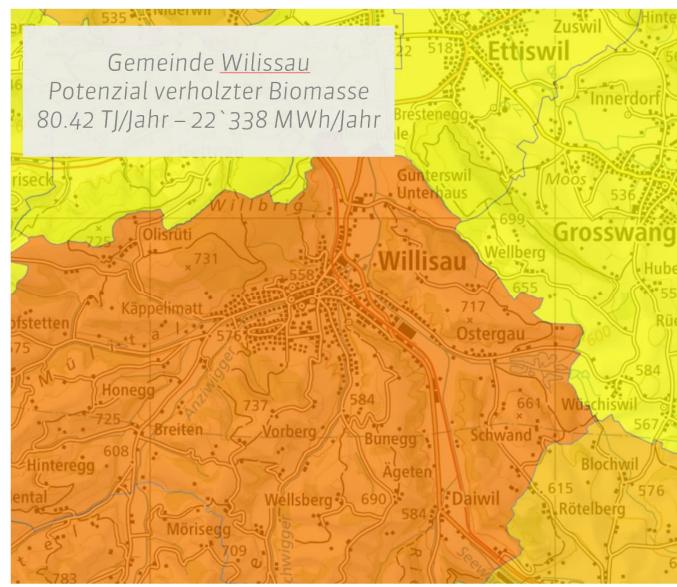


Abbildung 16 Wärmepotenzial verholzter Biomasse in der Gemeinde Willisau, Quelle: map.geo.admin, 24.06.2022

Vorteile einer Holzheizung

- Erneuerbar bei nachhaltiger Forstwirtschaft
- Ideal für ältere Gebäude mit Bedarf an hohen Vorlauftemperaturen
- Ergiebigkeit im Gemeindegebiet ausreichend
- Regionalwirtschaftliche Bedeutung

Nachteile einer Holzheizung

- CO₂ neutral, CO₂-frei
- Platzbedarf für Brennstofflager
- Emissionen
- Unterhalt
- Brennstoffanlieferung

Pelletheizung

Die Umsetzung einer Pelletheizung wurde nicht vertieft betrachtet, da einerseits Fernwärme (über Hackschnitzel) und Grundwasserwärme voraussichtlich zur Verfügung stehen.

Holzschnitzelheizung

Da im vorliegenden Fall die Verfügbarkeit von Holz gegeben ist, wäre eine Wärmeversorgung mittels einer Holzschnitzelheizung eine Alternative zur Fernwärme.

5.1.6 Thermische Netze (Nahwärme, Fernwärme, Fernkälte)

In der Gemeinde Willisau gibt es bereits Fernwärmeverbünde, Wellis ist aber aktuell nicht im Versorgungsperimeter. Die Kooperation Willisau wird in absehbarer Zeit den Perimeter mit Fernwärme bedienen. Eine Anfrage zur WärmeverSORGung über Fernwärme wurde gestartet (Stand 28.6.2022). Der exakte Erschliessungsperimeter, sowie der Standort der Heizzentrale ist noch nicht bekannt.

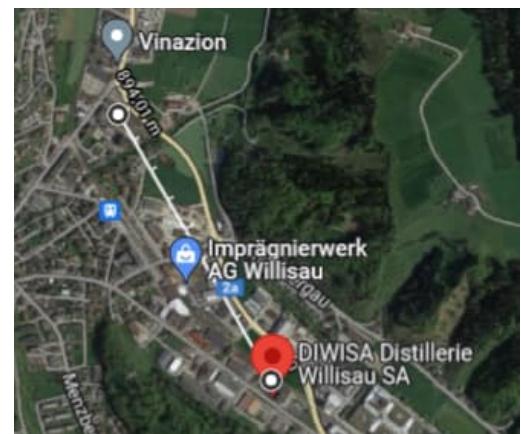
Mit einem Anschluss an die Fernwärme besteht ein «Sorglospaket», indem die Verantwortung für den Betrieb und Unterhalt der Wärmeerzeugungsanlage an Dritte abgegeben wird. Demgegenüber steht eine stärkere zeitliche und finanzielle Abhängigkeit Dritter. Dennoch wird ein Anschluss an die Fernwärme als potenzielle WärmeverSORGungsmöglichkeit in Betracht gezogen.

5.1.7 Abwärmenutzung Distillerie Diwisa

Die Distillerie Diwisa liegt rund 890m Luftlinie vom Perimeter Wellis entfernt. In dicht besiedeltem Gebiet kostet eine Wärmeleitung rund 1000 Fr / Laufmeter, daher wäre bereits für die Wärmeleitung alleine mit Investitionen um 890'000 Fr zu rechnen. Aus diesem Grund wurde die Nutzung der Abwärme der Distillerie nicht tiefer geprüft.

Wir gehen ohne tiefere Prüfung davon aus, dass diese Lösung nicht wirtschaftlich wäre.

Die Abwärme müsste aber in der nahen Umgebung der Diwisa genutzt werden.



5.1.8 Thermische Netze in der Umgebung

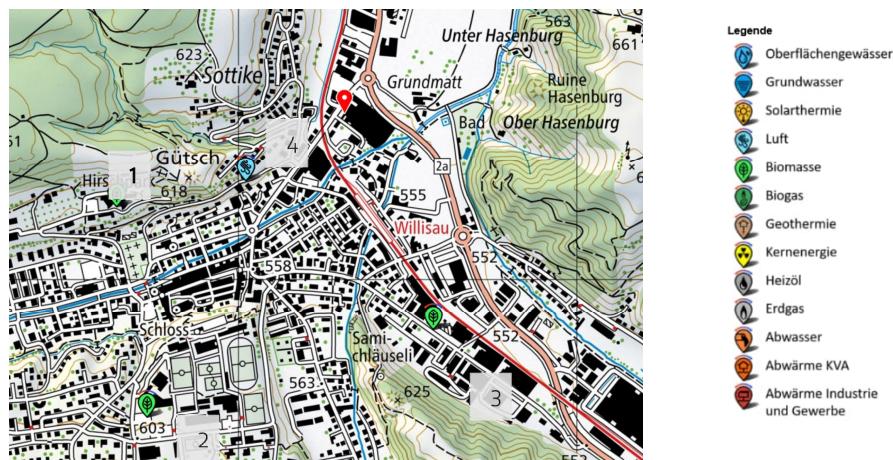


Abbildung 17 Thermische Netze (Nahwärme, Fernwärme) Willisau, Quelle: map.geo.admin, 24.06.2022

Nummer	Hauptenergieträger	Betreiber
1	Pellets	Regionale Alters- und Pflegezentrum Waldruh
2	Holzschnitzel, Heizöl	Wärmeverbund Schlossfeld Willisau AG
3	Holzschnitzel	Gebr. Küng AG, Willisau
4	Luft (+WP)	FernwärmeverSORGung Gutsch

Vorteile einer Fernwärme mit Holzheizung

Umwelt

- Umweltfreundlich
- CO2-neutral produziert
- Ersetzt fossile Energieträger

Komfort

- Mit Fernwärme haben Sie keinen Aufwand mehr. Der Versorger liefert die Wärme direkt zu Ihnen ins Haus.

Nachteile einer Fernwärme mit Holzheizung

Kosten

- Im allgemeinen relativ hohe Wärmegestehungskosten
- Nicht vernachlässigbarer Aufwand für die Erstellung der Leitungen hin zum Perimeter (graue Energie der Erstellung)

Ökobilanz

Im Rahmen eines Vergleichs der Ökobilanz der verschiedenen Wärmeversorgungsmöglichkeiten werden einerseits die nicht erneuerbare Primärenergie als auch die Treibhausgasemissionen betrachtet. Als Grundlage dient die KBOB Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich, Ausgabe 2022. Der Vergleich (siehe Abbildung 18) zeigt deutlich, dass bei einer Wärmeversorgungslösung mittels Holzschnitzel (eigene Lösung oder Fernwärme) eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um > 90 % gegenüber der heutigen fossilen Heizung erzielt werden kann.

Bei den Wärmepumpenlösungen ist das Reduktionspotenzial, insbesondere der nicht erneuerbaren Primärenergie, massgeblich vom Strommix abhängig. Während der Schweizer Strommix einen weiterhin einen hohen Anteil Atomkraft enthält, welche als nicht erneuerbar gilt, kann die Bilanz bei Wärmepumpenlösungen mittels Zukaufs von Ökostrom (z.B. aus Wasserkraft) deutlich verbessert werden.

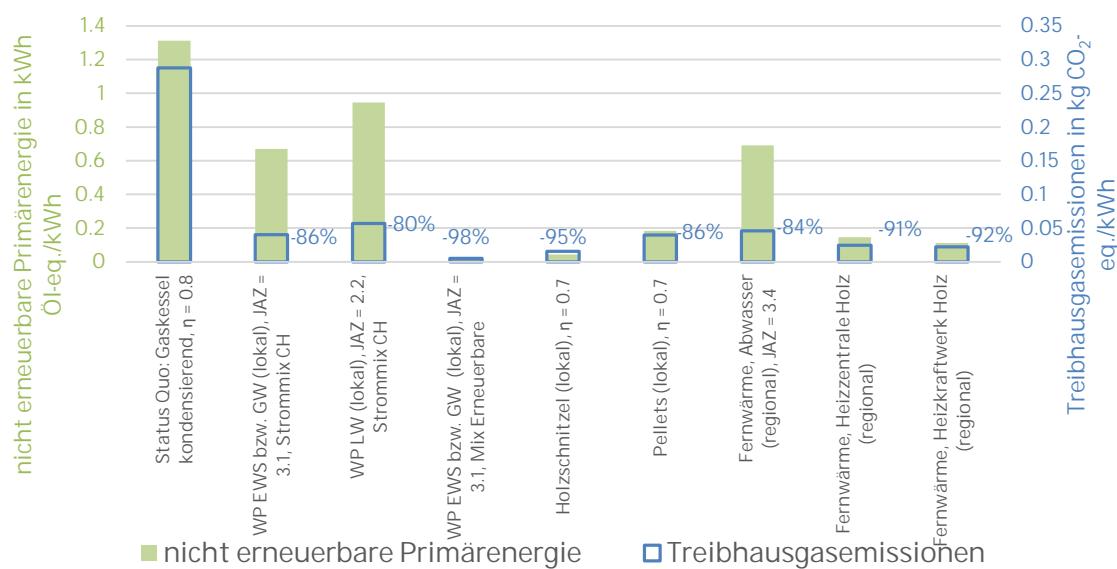


Abbildung 18 Ökobilanz der Wärmeversorgungsmöglichkeiten

Bei einem Wärmebedarf von ca. 1170 MWh/Jahr, können mittels eines Wechsels von z.B. Erdgas auf z.B. Holzschnitzel CO₂-Emissionen im Umfang von ca. 480 Tonnen pro Jahr eingespart werden. Diese Einsparungen entsprechen in etwa einer 37-fachen Erdumrundung in einem Mittelklassewagen oder den CO₂-Emissionen einer Flugreise von 490 Personen von Zürich nach New York.



37 x pro Jahr



490 Personen

5.2 Wirtschaftlichkeit

5.2.1 Grundlagen & Annahmen

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit bzw. der Wärmegestehungskosten erfolgt mittels eines Heizkostenvergleichsrechners der Hochschule Luzern. Es wird jeweils von einer Neuanlage ausgegangen, wobei die folgenden Grundlagen und Annahmen berücksichtigt werden:

▪ Zinssatz	3 %	
▪ Teuerung	1 %	
▪ Leistung	1'210 kW	
▪ Energiebedarf	1'820 MWh/Jahr	
▪ Erdöl	Energiepreis = 10 Rp./kWh Amortisationszeit = 20 Jahre	HSLU
▪ Holzschnitzel	Energiepreis = 3.9 Rp./kWh Holzschnitzelsilo = 300'000 CHF Amortisationszeit = 15 Jahre	Holzenergie Schweiz Annahme HSLU
▪ Grundwasser	Jahresarbeitszahl = 4 Strompreis = 20 Rp./kWh Amortisationszeit WP = 20 Jahre	Annahme PV vor Ort; CKW HSLU
▪ Fernwärme	Energiepreis = 18 Rp./kWh	Abschätzung

5.2.2 Vollkostenrechnung & Wärmegestehungskosten

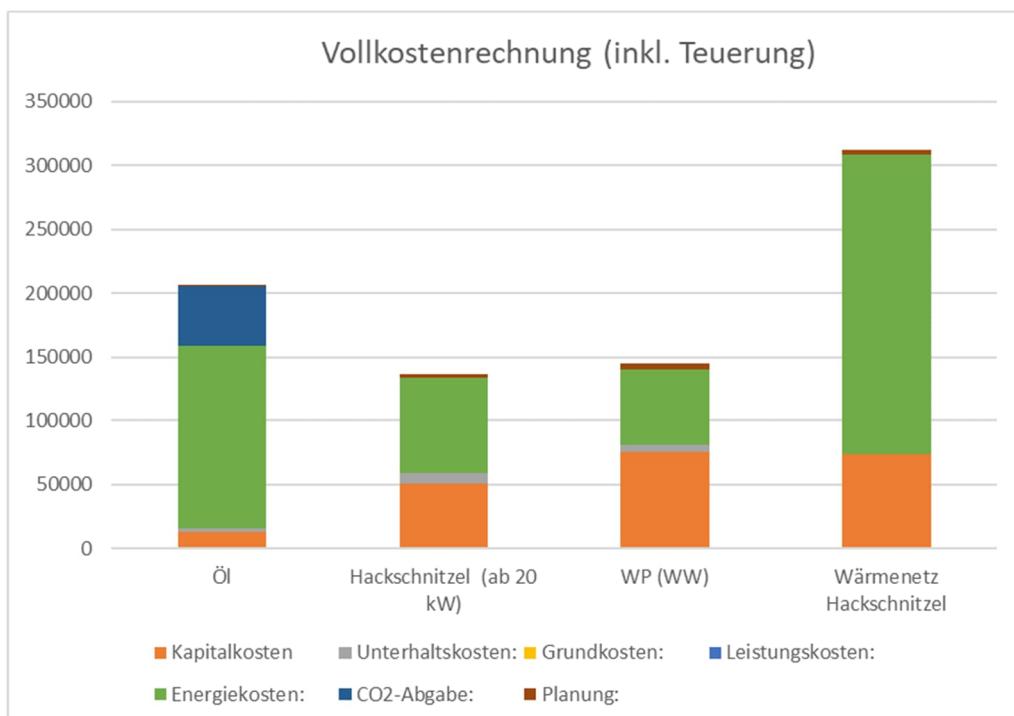


Abbildung 19 Vollkostenrechnung inkl. Zinssatz und Teuerung, amortisiert

Wie in Abbildung 19 zu entnehmen ist, resultieren bei einer Oelheizung die geringsten Investitionskosten (Kapitalkosten), während bei einer Grundwasser-WärmeverSORGUNG aufgrund

der verhältnismässig teuren Grundwasserbrunnen die höchsten Investitionskosten resultieren. Die Kosten wurden im HSLU-Tool gerechnet, wir gehen davon aus, dass die Grundwasserbrunnen kostenmässig etwas überschätzt sind. Der (moderat berücksichtigte) Ölpreis führt dazu, dass insgesamt die Oelheizung die höchsten jährlichen Kosten generiert.

Die Grundwasserwärmepumpe ist insbesondere in Kombination mit Fotovoltaik (PV) auf den eigenen Dächern attraktiv, da der Eigenstrom deutlich günstiger als der Strom vom Netz ist.

Zur Ermittlung der Wärmegestehungskosten werden die jährlichen Vollkosten gemäss Abbildung 19 auf den jährlichen Wärmebezug von 1'820 MWh/Jahr heruntergerechnet, siehe Abbildung 20. Da gegenwärtig der exakte Erschliessungsperimeter der Fernwärme und damit die Wärmegestehungskosten noch nicht konkret spezifiziert werden können, wird hier mit typischen Werten für Fernwärme gemäss Oekowatt gerechnet. Es zeigt sich, dass die Fernwärme allenfalls konkurrenzfähige Preise mit einer eigenen Holzschnitzelheizung aufweisen wird und die Grundwasser-Wärmeversorgung (WP (WW) vermutlich etwas günstiger ausfallen würde.

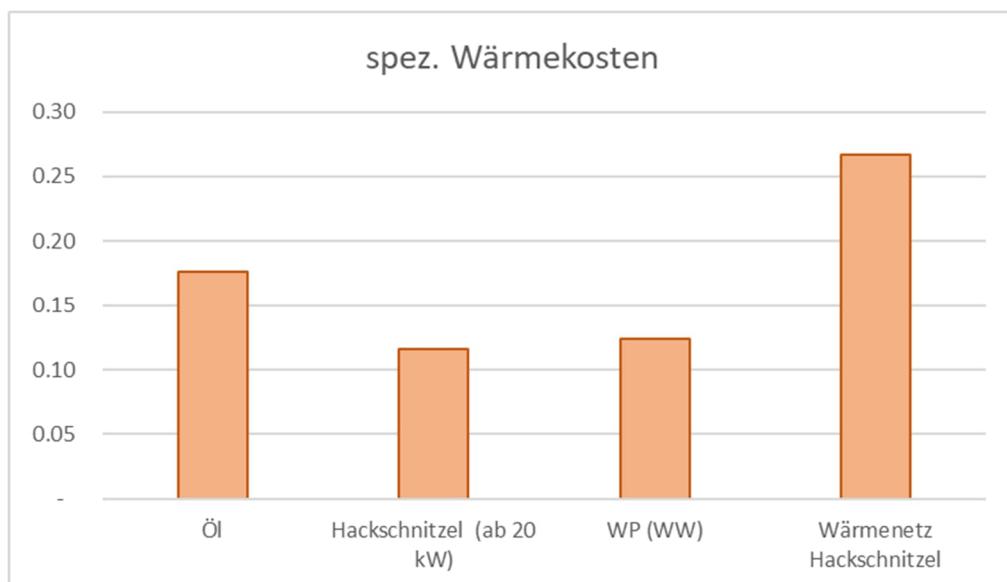


Abbildung 20 Wärmegestehungskosten (Fr./kWh Wärme)

5.3 Empfehlung

Auf Basis der durchgeföhrten Potenzialstudie, des Vergleichs der Ökobilanz und der Wärmegestehungskosten wird im vorliegenden Fall eine Wärmeversorgung basierend auf Grundwasser empfohlen. Die massgeblichen Vorteile:

- Effiziente, eigene Lösung über Grundwasser
- Voraussichtlich ausreichende Ergiebigkeit Grundwasser
- über den gesamten Lebenszyklus betrachtet wirtschaftlichste Lösung
- Anschluss der bestehenden Gebäude möglich, allenfalls Anpassungen an der Wärmeabgabe
- Möglichkeit, Kühlung anzubieten.

Ob eine eigene Grundwasser-Wärmepumpe realisiert wird oder an die Fernwärme angeschlossen wird, muss Bauherrschaft entscheiden. Wir gehen aber bei der Fernwärme für Neubauten von einer teureren Variante gegenüber Grundwasser aus.

6. Energiekonzept

Bei den nachfolgenden Konzeptideen zur Wärmeverteilung, Wärmeabgabe, Kühlung bzw. sommerlichem Komfort und Lüftung handelt es sich um eine erste Empfehlung. Insbesondere sind die Temperaturniveaus, Leistungswerte und Erschliessung der Systeme zu spezifizieren und deren Machbarkeit im Detail nachzuweisen.

6.1 Wärme

6.1.1 Erzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt dezentral ab der Grundwasserverteilung UG in den einzelnen Heizzentralen. Bei kleineren Gebäuden kann die Heizzentrale zusammengefasst werden und nur die Brauchwarmwasseraufbereitung im Bereich der Steigzonen situiert werden.

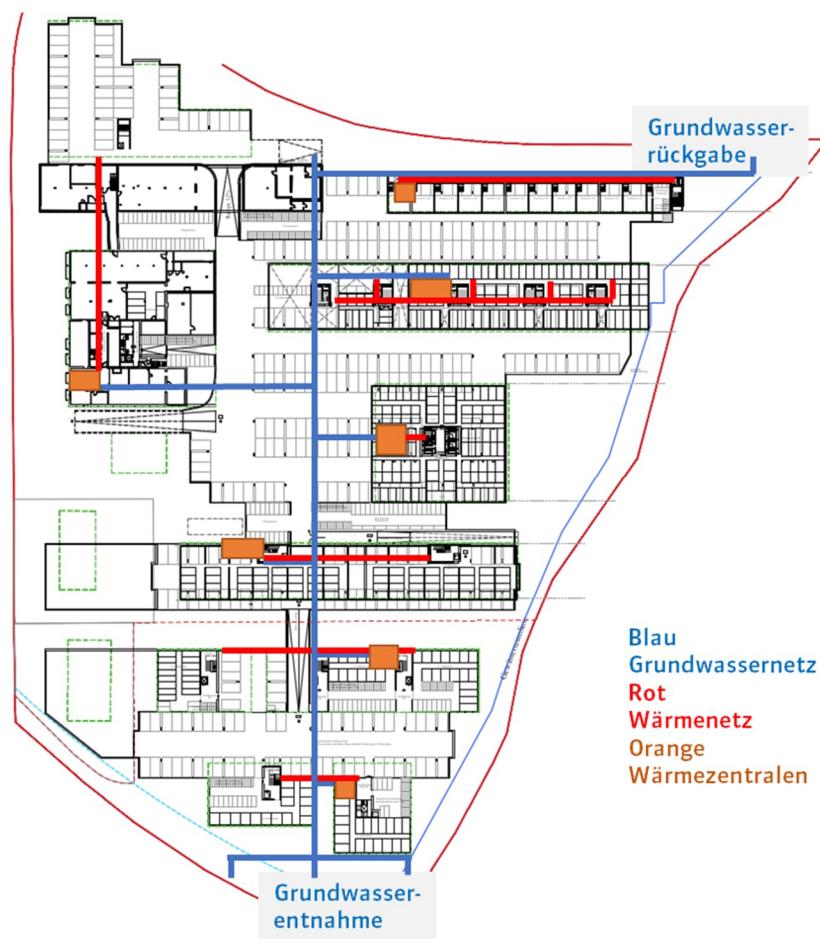


Abbildung 21 Grundwasserentnahme und -rückgabe (blau), sowie Wärmezentralen und -verteilung (rot)
(Lage und Anzahl der Wärmezentralen noch nicht abschliessend)

6.1.2 Verteilung

Bei einer eigenen Grundwasser-Heizzentrale werden die einzelnen Gebäude über ein thermisches Netz Grundwasser erschlossen, wobei je Gebäude eine Wärmezentrale vorzusehen ist.

Bei einem Anschluss an die Fernwärme Hackschnitzel ist mit dem Betreiber zu klären, ob die Gebäude individuell direkt vom Fernwärmennetz erschlossen werden, oder eine zentrale

Wärmeübergabe auf ein arealeigenes Nahwärmennetz realisiert wird. In jedem Fall ist ebenfalls eine Unterstation im Gebäude erforderlich.

Unabhängig von der Wärmeerzeugung erfolgt die Wärmeverteilung im Gebäude mittels tiefer Vorlauftemperaturen (z.B. ca. 30 °C) auf die Fußbodenheizung oder TABS, bei den Bürogebäuden und im Verkauf sind auch Deckensegel denkbar. Die Wärmeabgaben bringen eine Synergie mit der Kühlung im Sommer.

Bei der Planung des Wärmeverteilsystems ist eine individuelle Wärmeverbrauchsmessung gemäss einem definierten Raster (kleinste Nutzflächenunterteilung) vorzusehen, damit eine verbrauchsabhängige Nebenkostenabrechnung möglich wird.

6.2 Brauchwarmwasser

6.2.1 Erzeugung

Die Erzeugung von Brauchwarmwasser erfolgt in den dezentralen Technikzentralen nahe der Steigleitung in die Wohnungen und Büros. Die Ladung der Brauchwarmwasserspeicher erfolgt ab Wärmepumpe.

6.3 Kälte & sommerliches Raumklima

Im Sinne von robusten Gebäuden in Zeiten der Klimaerwärmung empfiehlt es sich, die Gebäude bereits so auszulegen, damit die sommerliche Überhitzung baulich abgefangen werden kann. Dies bedeutet, dass folgende Punkte berücksichtigt werden sollten.

- (1) aussenliegender Sonnenschutz mit $t_{\text{tot}} \leq$ ca. 0.07
- (2) ausreichend dimensionierte Lüftungsflügel der Fenster (min. 3 % der NGF)
- (3) thermische Speichermasse im Fußboden mit ca. 4-6 cm massivem Aufbau (z.B. Anhydrit Estrich)
- Situativer, wo möglich: (4) & (5) mechanisch unterstützte Nachtauskühlung (Betrieb nur im Sommer)

Die Massnahmen zur Gewährleistung eines hohen sommerlichen Komforts sind in der weiteren Projektbearbeitung vertieft zu prüfen und zu präzisieren.

Neben diesen baulichen Massnahmen, kann bei Grundwasser zusätzlich eine aktive Kühlung (freie Kühlung) über die Fußbodenheizung, TABS und Deckensegel angeboten werden.

6.4 Abwärme

Es wird davon ausgegangen, dass allenfalls in den Läden Abwärme anfällt. Diese kann einfach in die Wärmeerzeugung über Wärmepumpen integriert werden.

6.5 PV-Potenzial und Eigenstromerzeugung

Mittels der PV-Anlagen auf den Dächern der Bauten kann ein Teil des Elektrizitätsbedarfs mittels eigens erzeugten Stroms gedeckt werden. Um den Eigenverbrauch unter Einbezug der bestehenden PV-Anlage zu maximieren, empfiehlt sich ein (v)ZEV «Zusammenschluss zum Eigenverbrauch». Der Bedarf an Elektrizität ist vorhanden, zumal die Wärmerzeugung über Wärmepumpen läuft, Elektromobilität in der Einstellhalle vorzusehen und im Verwaltungsbereich eine relativ grosse Bandlast an elektrischer Energie tagsüber vorhanden ist.

Gebäude Nord	Dachfläche	PV-Potenzial	
		PV-Potenzial [kWp]	PV-Energie [MWh/a]
N1	1'600	160	166
N2	900	90	94
N3	1'420	142	148
N4	1'180	118	123
N5	870	87	90
N6	140	14	15
N7	780	78	81
N8	1'540	154	160
Summe	8'430	840	880

Abbildung 22 PV-Potenzial Energie [MWh] und Leistung [kW] für die Gebäude Nord

Gebäude Süd	Dachfläche	PV-Potenzial	
		PV-Potenzial [kWp]	PV-Energie [MWh/a]
S1a	324	32	34
S1b	723	72	75
S2a	369	37	38
S2b	414	41	43
Summe	1'830	183	190

Abbildung 23 PV-Potenzial Energie [MWh] und Leistung [kW] für die Gebäude Süd

Summe Nord und Süd

Gebäude Nord und Süd	Dachfläche	PV-Potenzial	
		PV-Potenzial [kWp]	PV-Energie [MWh/a]
Summe	10'260	1'020	1'070

ZEV – Zusammenschluss zur Eigenverbrauchsgemeinschaft auf dem Areal

Durch die Bildung einer Eigenverbrauchsgemeinschaft (ZEV) kann die Eigentümer- und Mieterschaft als EIN Kunde gegenüber dem Elektrizitätsversorger auftreten. Fotovoltaik ist aufgrund der neuen Eigenverbrauchsregelung seit 1. Januar 2018 wirtschaftlich sehr attraktiv und kann im Vergleich zum privaten Haushaltsstrom günstiger als vom Energieversorger den Mietern und Stockwerkeigentümern angeboten werden.

Dabei treten die Gebäude und Areale als ein Verbraucher mit einem Zähler gegenüber dem Energieversorger auf und können selber den erzeugten PV-Strom maximal nutzen.

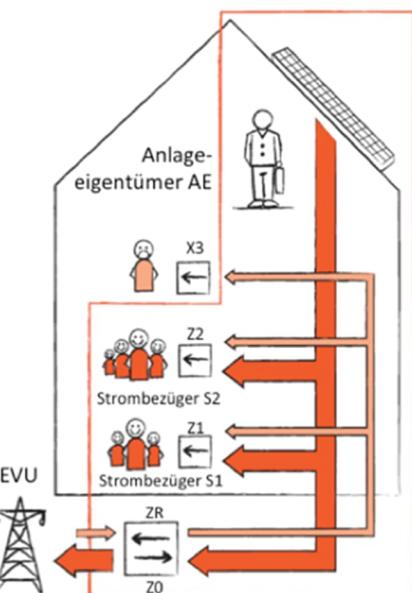
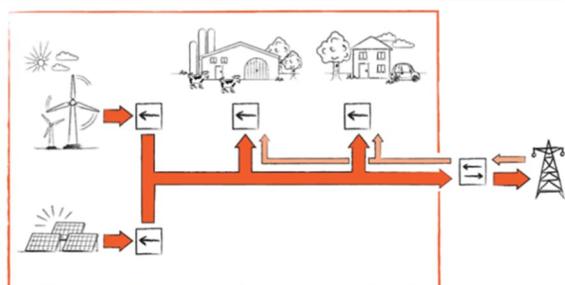


Abbildung 1: Darstellung ZEV; Quelle: BFE

Der Aufwand für die gebäudeinterne Verrechnung vom Eigenstrom und zugekauftem Netzzstrom fällt in die Verantwortung der ZEV. Weiterführende Informationen finden sich auch bei [swissolar.ch \(<https://www.swissolar.ch/topthemen/eigenverbrauch/>\)](https://www.swissolar.ch/topthemen/eigenverbrauch/)

Sofern eine ZEV gebildet wird, wäre abzuklären, ob die Strommessung lokal zusammen mit der Wärmemessung für Raumheizung und Warmwasser über ein Messsystem mit Schnittstelle zur Nebenkostenabrechnung läuft. Es gibt hier verschiedene Systeme, die dies bewerkstelligen können. Allenfalls ist auch die Elektromobilität in die Messung integrierbar. Dies macht eine Nebenkostenabrechnung durch die Verwaltung einfacher.

Elektromobilität – SIA MB 2060

Die Elektromobilität wird zukünftig deutlich an Bedeutung gewinnen. Es sind bereits grosse Bestrebungen im Gange von der fossil betriebenen zu einer elektrisch betriebenen Mobilität zu gelangen. Ab 2025 wird von gleichen Anschaffungskosten wie bei Verbrennungsmotoren, bei tiefem Unterhalt im Betrieb ausgegangen.

Bei Neubauten soll daher die zu erwartende Entwicklung baulich berücksichtigt werden, um spätere, aufwändige bauliche Massnahmen (Gräben und Kanäle), sowie Installationen zu vermeiden. Das SIA Merkblatt 2060:2020, Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden, definiert den zu erwartenden Strombedarf durch die zukünftige Elektromobilität. Dies sind Richtwerte für die Planung.

Zentral ist, genügend Anschlussleistung vom Elektrizitätswerk zum Hausanschluss (HAK) vorzusehen und ebenso die Leerrohre vom Hausanschluss zu einer Unterstation weiter zu den Parkplätzen vorzusehen. Das verhindert kostenintensive Nachrüstungen.

Die SIA-2060 unterscheidet drei grobe Ausbaustufen (B-D) im Gebäude:

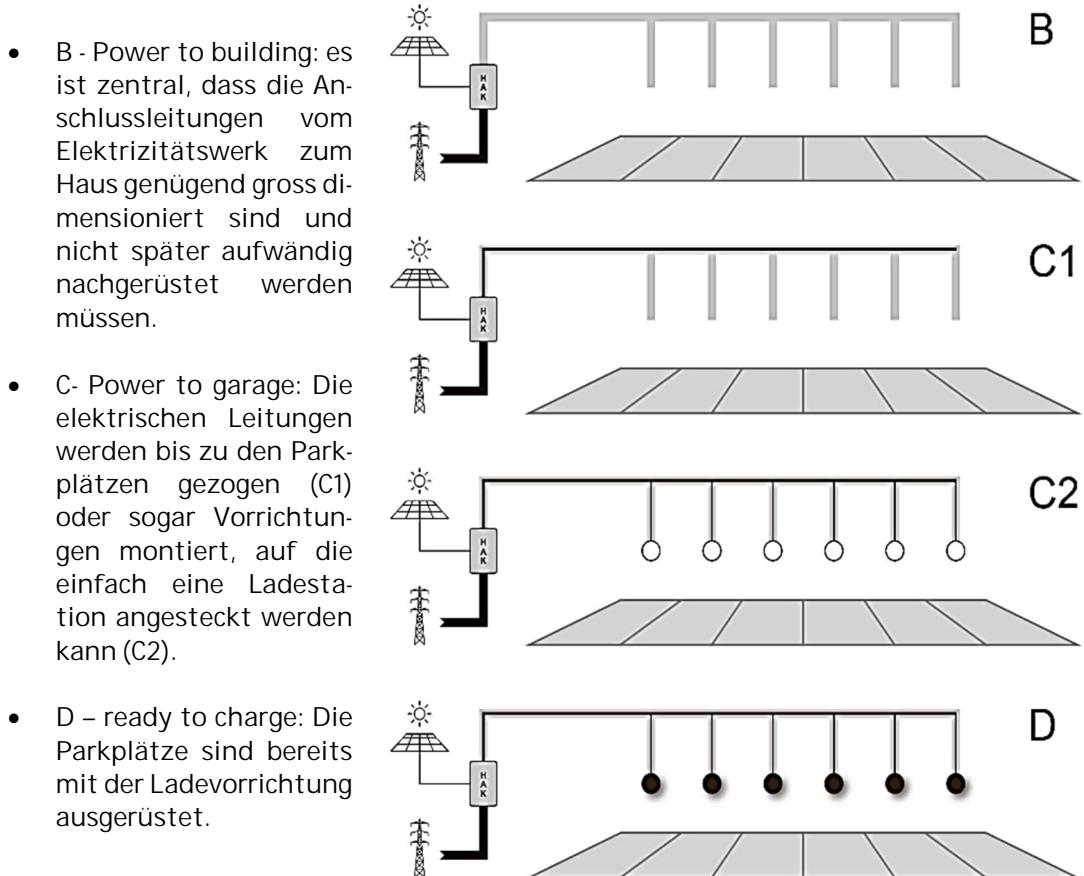


Abbildung 2: Ausbaustufen Elektromobilität; SIA MB 2060

Im Rahmen der Elektromobilität gilt es zu beachten, dass sobald mehrere Ladestationen zum Einsatz kommen, ein (dynamisches oder statisches) Lastmanagement die Ladung der verschiedenen Stationen regelt und damit die Anschlussleistung nicht überlastet, der Eigenverbrauch aus der PV-Anlage vergrössert werden kann und attraktivere Stromtarife zum Zug kommen. Idealerweise kommen die Ladestationen vom gleichen Hersteller, um die Kommunikation untereinander sicherzustellen.

Zukünftig ist denkbar, dass die Elektroautos mit ihren grossen Batteriespeichern zur Pufferung des PV-Stromes dienen können (bidirektonaler Stromfluss).

s.brücker gmbh
Luzern, 10.03.2025



Stefan Brücker
dipl. phys. ETH/SIA
MAS Energieingenieur Gebäude