
Energetisches Konzept

Wohnbauprojekt „Ehemalige Brauerei Wormser Straße W 105“
Wormser Straße, 55130 Mainz

Süwag Grüne Energien und Wasser AG & Co. KG
Schützenbleiche 9 - 11
65929 Frankfurt am Main

Ansprechpartner: Daniel Richter

T 06482 9125 - 270

F 069 3107 - 49711270

E daniel.richter@suewag.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage / Aufgabenstellung	3
2.	Ausgangsdaten / Annahmen	4
2.1	Flächenberechnung, Nutzwärme und Heizleistung.....	5
3.	Beschreibung des Energiekonzepts	7
3.1	Beschreibung der einzelnen Komponenten	8
3.1.1	PVT-Kollektor	8
3.1.2	Sole-Wasser-Wärmepumpe	9
3.1.3	Eisspeicher	9
3.1.4	Stromspeicher (PRL-fähig)	10
4.	Ermittlung der Investitionskosten	11
5.	Ermittlung der Betriebskosten	11
6.	Fördermöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit.....	12
7.	Jährliche CO ₂ -Emissionen der Wärmeerzeugung	13
8.	Optionen.....	14
8.1	Nutzung der vorhandenen Brunnen.....	14
8.2	Elektro-Mobilität	14
9.	Fazit	15

1. Ausgangslage / Aufgabenstellung

Der Bauträger Fischer & Co. GmbH & Co. KG plant den Bau des Wohnprojekts „Wormser Straße“ in 55130 Mainz, bestehend aus 20 Mehrfamilienhäusern und 2 Stadtvillen mit insgesamt ca. 180 Wohneinheiten.

Für die Wärmeversorgung der Wohnanlage soll ein energetisches Konzept zum Bebauungsplan erstellt werden, dessen Basis eine nahezu CO₂-Neutrale Wärmeversorgung auf Grundlage eines kalten Nahwärmenetzes mit PVT-Kollektoren und Sole-Wasser-Wärmepumpen ist. Optional soll die Einbindung der auf dem Grundstück befindlichen Grundwasserbrunnen als zusätzliche Wärmequelle sowie die Infrastruktur und Nutzung von Elektro-Mobilität geprüft werden.

Mit dem energetischen Konzept sollen die wesentlichen technischen und wirtschaftlichen Grundlagen zur Entscheidungsfindung über die Umsetzung der Maßnahmen für die zukünftige Energieversorgung ausgearbeitet und dargestellt werden.



Abbildung 1: Luftbild des Quartiers mit Abgrenzung des Plangebiets, Quelle: Stadt Mainz

2. Ausgangsdaten / Annahmen

Seitens des Bauträgers Fischer & Co. wurden die folgenden Ausgangsdaten zur Verfügung gestellt bzw. die folgenden Annahmen getroffen. Anhand dieser Vorgaben orientiert sich die weitere Betrachtung:

- Es werden 20 Mehrfamilienhäuser sowie 2 Stadtvillen mit insgesamt ca. 180 Wohneinheiten errichtet.
- Die Mehrfamilienhäuser sollen nach dem KfW 55 Energiestandard gebaut werden.
- Die Bruttogrundfläche (BGF) des gesamten Quartiers beträgt ca. 19.400 m².
- Unter dem Großteil der Gebäude entsteht eine gemeinsame Tiefgarage mit ca. 176 Stellplätzen und ca. 8.100 m² BGF.
- Ca. 4.000 m² Grundfläche stehen in Form von Gewölbekellern zur Verfügung. Die energetische Betrachtung der Keller soll ins Konzept mit einfließen.
- Auf dem Gelände befinden sich mehrere stillgelegte Brunnen, die optional ebenfalls energetisch genutzt werden sollen.
- Es soll eine annähernd CO₂-Neutrale Wärmeversorgung realisiert werden.
- Es soll ein hinreichend niedriger Primärenergiefaktor der Wärmeerzeugung zur Erfüllung des Energiestandards KfW 55 erreicht werden.
- Des Weiteren sollen alle gesetzlichen Richtlinien wie z. B. EnEV, EEWärmeG, etc. eingehalten werden.
- Eine energetisch günstige Möglichkeit zur Kühlung der Wohneinheiten im Sommer soll geschaffen werden.
- Die Kosten der Wärmeversorgung für die Bewohner soll auf einem Niveau liegen, welches vergleichbare Quartiere mit konventioneller Energieversorgung haben.

2.1 Flächenberechnung, Nutzwärme und Heizleistung

Das Quartier teilt sich durch den Verlauf der Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße in einen nördlichen Teil (Hauptteil) und einen südlichen Teil (Eiskeller).



Abbildung 2: Lageplan des Quartiers, Quelle: Faerber Architekten

Als Basis für die Ermittlung des Nutzwärmebedarfs dient die Bruttogrundflächenberechnung nach DIN 277 der Häuser 1 - 14 im nördlichen Teil des Quartiers sowie der Häuser 1 - 6 und der 2 Stadtvillen im südlichen Teil.

Zur Ermittlung des Nutzwärmebedarfs wurden Erfahrungswerte aus bereits umgesetzten Projekten für den KfW 55 Energiestandard von 35 kWh/m²a für die Gebäudeheizung sowie 12,5 kWh/m²a für die Warmwasserbereitung angesetzt. Da zum jetzigen Planungsstand noch keine Heizlastberechnung vorliegt, wurde zur Abschätzung der Heizleistung eine spezifische Heizleistung von 35 W/m² angesetzt.

Haus	BGF [m ²]	Beheizte Fläche ca. [m ²]	spez. Wärmebedarf [kWh/m ² a]	spez. WW-Bedarf [kWh/m ² a]	Gesamt Nutzwärmebedarf [kWh/m ² a]	spez. Heizleistung [W/m ²]	Heizleistung [kW]
1	1.879	1.503	35	12,5	71.404	35	53
2	899	719	35	12,5	34.151	35	25
3	1.115	892	35	12,5	42.353	35	31
4	1.111	889	35	12,5	42.212	35	31

5	983	787	35	12,5	37.369	35	28
6	1.132	906	35	12,5	43.016	35	32
7	1.200	960	35	12,5	45.596	35	34
8	1.360	1.088	35	12,5	51.681	35	38
9	1.205	964	35	12,5	45.788	35	34
10	675	540	35	12,5	25.661	35	19
11	1.721	1.377	35	12,5	65.390	35	48
12	1.451	1.161	35	12,5	55.138	35	41
13	2.135	1.708	35	12,5	81.130	35	60
14	841	673	35	12,5	31.959	35	24
Summe	17.707	14.165			672.850		496

Tabelle 1: Flächen-, Wärmebedarfs- und Heizleistungsberechnung des Hauptteils

Haus	BGF [m ²]	Beheizte Fläche ca. [m ²]	spez. Wärmebedarf [kWh/m ² a]	spez. WW-Bedarf [kWh/m ² a]	Gesamt Nutzwärmebedarf [kWh/m ² a]	spez. Heizleistung [W/m ²]	Heizleistung [kW]
1	214	171	35	12,5	8.145	35	6
2	180	144	35	12,5	6.824	35	5
3	201	161	35	12,5	7.646	35	6
4	199	160	35	12,5	7.578	35	6
5	176	141	35	12,5	6.686	35	5
6	179	143	35	12,5	6.793	35	5
Stadtvilla 1	248	198	35	12,5	9.410	35	7
Stadtvilla 2	251	201	35	12,5	9.524	35	7
Summe	1.648	1.318			62.607		46

Tabelle 2: Flächen-, Wärmebedarfs- und Heizleistungsberechnung des Eiskellers

Haus	BGF [m ²]	Beheizte Fläche ca. [m ²]	spez. Wärmebedarf [kWh/m ² a]	spez. WW-Bedarf [kWh/m ² a]	Gesamt Nutzwärmebedarf [kWh/m ² a]	spez. Heizleistung [W/m ²]	Heizleistung [kW]
1	17.707	14.165	35	12,5	672.850	35	496
2	1.648	1.318	35	12,5	62.607	35	46
Summe	19.354	15.483			735.457		542

Tabelle 3: Flächen-, Wärmebedarfs- und Heizleistungsberechnung des gesamten Areals

Die Berechnung der beheizten Fläche von ca. 15.500 m² ergibt einen Gesamt-Nutzwärmebedarf von ca. 735.000 kWh/a und einer Gesamt-Heizleistung von ca. 540 kW auszugehen ist.

3. Beschreibung des Energiekonzepts

Das Energiekonzept zur Wärmeversorgung der Mehrfamilienhäuser besteht aus einer Kombination von PVT-Kollektoren (**PV** [Photovoltaik] und **T** [Thermischer Kollektor]) und Sole-Wasser-Wärmepumpen. Die thermische Energie aus den PVT-Kollektoren wird über eine Soleflüssigkeit zu den Wärmepumpen oder zu einem Latentwärmespeicher geführt. Die Photovoltaikmodule werden auf diese Weise gekühlt und erreichen einen höheren Wirkungsgrad. In jedem Mehrfamilienhaus heben die Wärmepumpen das Medium dann auf die gewünschte Temperatur.

Um die Einhaltung der Vorgabe einer annähernd CO₂-Neutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten, beinhaltet das Konzept neben PVT-Kollektoren und Sole-Wasser-Wärmepumpen ein kaltes Nahwärmenetz, einen Eisspeicher sowie Stromspeicher die primärregelungsfähig (PRL) sind.

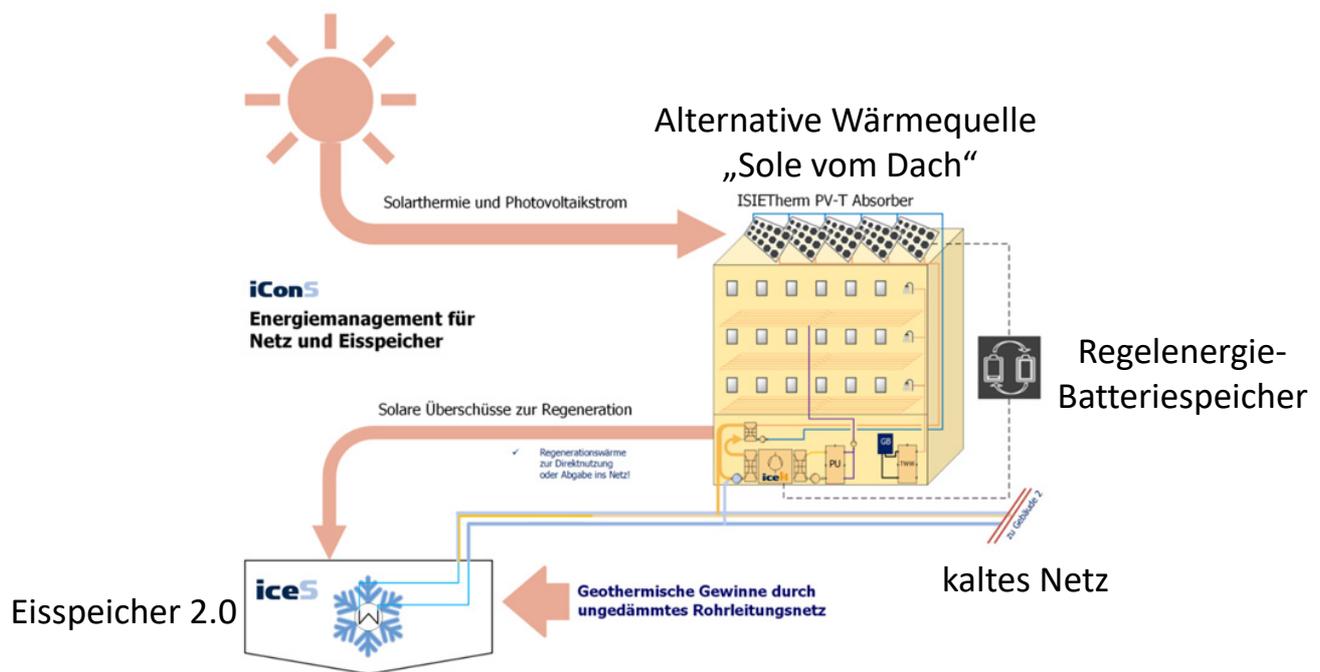


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Energiekonzepts

Das kalte Nahwärmenetz arbeitet in der Regel mit einer Temperatur von 8 bis 10 °C und ist als Ringleitung aufgebaut. Durch die Fahrweise in diesem niedrigen Temperaturniveau entstehen so gut wie keine Netzverluste. Ist die Umgebungstemperatur an der kalten Nahwärmeleitung höher als die Mediumtemperatur kann zusätzlich Energie aus der Umwelt aufgenommen werden. Die einzelnen Mehrfamilienhäuser sind an das Ringnetz angeschlossen. So kann die Sole zu den einzelnen Wärmepumpen geführt werden, die dann mithilfe der elektrischen Antriebsenergie aus den PVT-Kollektoren die gewünschte Temperatur zur Gebäudeheizung und zur Warmwasserbereitung bereitstellen.

Ein weiterer Baustein des Energiekonzepts ist ein Latent- oder Eisspeicher. Er basiert auf dem Prinzip der Kristallisationswärme, die freigesetzt wird, wenn Wasser vom flüssigen in den festen Aggregatzustand wechselt. Der Eisspeicher versorgt die Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Quell-Energie. Regeneriert wird er durch Wärme, die aus den PVT-Modulen zugeführt wird. Zum Ende der Heizperiode kann die Regeneration des Eisspeichers entfallen,

wodurch sich in diesem nach und nach Eis bildet. Damit wiederum ist es möglich im Sommer eine passive Kühlung der Mehrfamilienhäuser über die Fußbodenheizung zu realisieren.

Der letzte Baustein des Energiekonzepts bilden die PRL-fähigen Stromspeicher. Der Übertragungsnetzbetreiber erhält die Möglichkeit, die Speicher aus Gründen der Netzstabilität anzusteuern. Für diese Dienstleistung erhält der Besitzer des Stromspeichers Freistrom im Ausmaß des von der PV-Anlage erzeugten Grünstroms.

3.1 Beschreibung der einzelnen Komponenten

3.1.1 PVT-Kollektor

Als Hybridkollektor wird ein PVT-Kollektor oder ein Flüssigkeit-Luft-Kollektor bezeichnet. Mit dem PVT-Kollektor kann nicht nur elektrische Energie erzeugt, sondern auch Wärme produziert werden.

Durch die Kombination der PV-Module mit thermischen Solarkollektoren in einem Bauteil wird weniger Fläche bei gleicher Energieausbeute benötigt, was gerade bei Mehrfamilienhäusern von Vorteil ist, da dort die verfügbare Dachfläche im Verhältnis zur beheizten Wohnfläche begrenzt ist. Des Weiteren verursacht ein PVT-Kollektor geringere Kosten bei der Produktion und Montage. Pro 1 kW Absorberleistung werden ca. 3 m² Dachfläche benötigt. Dies entspricht, multipliziert mit der benötigten Heizleistungen aus Tabelle 1 & 2, einer benötigten Dachfläche von ca. 15 – 20 m² pro Mehrfamilienhaus für den südlichen Teil (Eiskeller) bzw. ca. 60 – 180 m² pro Mehrfamilienhaus für den nördlichen Teil (Hauptteil).

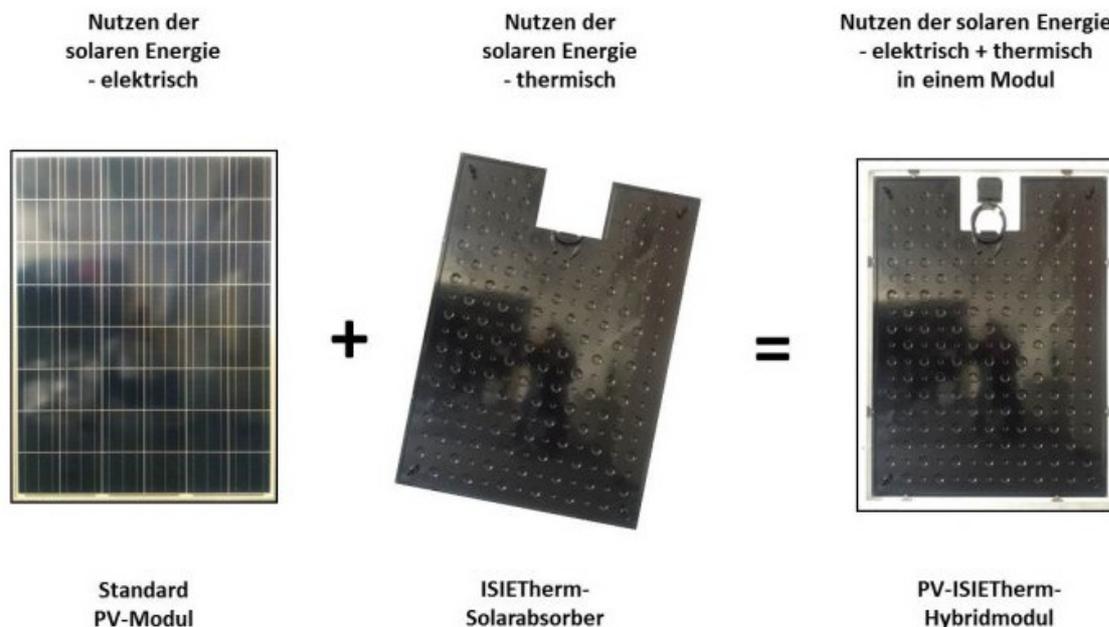


Abbildung 4: Bestandteile eines PVT-Kollektors, Quelle: Evera Energy

3.1.2 Sole-Wasser-Wärmepumpe

Zum Einsatz kommt pro Mehrfamilienhaus eine zentrale, modulierende Sole-Wasser-Wärmepumpe, welche mittels der aus der Sole entzogenen Wärmeenergie, das sekundäre Heizungswasser auf die gewünschte Temperatur zur Raum- und Warmwasserbereitung erwärmt. Hierdurch kann die Warmwasserversorgung sowie der Heizbetrieb realisiert werden.

Die Wärmepumpen im südlichen Teil des Quartiers (Eiskeller) haben eine Heizleistung von ca. 5 – 10 kW, die Wärmepumpen im nördlichen Teil (Hauptteil) haben eine Heizleistung von ca. 20 – 60 kW.

Die Sole-Wasser-Wärmepumpen sind im Gegensatz zu Luft-Wasser-Wärmepumpen nahezu frei von Geräuschemissionen, was gerade in städtisch eng bebauten Gebieten wie der Wormser Straße vorteilhaft ist. Da als Wärmequelle Eisspeicher bzw. „Sole vom Dach“ über die PVT-Hybridkollektoren genutzt wird, sind die hier zum Einsatz kommenden Sole-Wasser-Wärmepumpen unabhängig von schwankenden Außenlufttemperaturen und dadurch erheblich effizienter, was sich in einem hohen COP von $\geq 4,5$ widerspiegelt.



Abbildung 5: Sole-Wasser-Wärmepumpe, Quelle: Caldoa GmbH

3.1.3 Eisspeicher

Wenn Wärme in einem konventionellen Warmwasserspeicher (oder Heizungs-Pufferspeicher) gespeichert wird, muss dieser Speicher eine gute Wärmedämmung haben, damit wenig Wärme verloren geht. Dies ist insbesondere dann ein Problem, wenn ein sehr großer Wärmespeicher betrieben werden soll, um als saisonaler Speicher zu dienen – beispielsweise um im Sommer überschüssige Wärme von den PVT-Kollektoren aufzunehmen und im Herbst oder Winter wieder abzugeben.

Das Konzept des Eisspeichers löst dieses Problem, indem ein „großer Wassertank“ als Speicher dient, der z. B. mit niedrigen Temperaturen zwischen 0 und 25 °C betrieben wird. Auf eine Wärmedämmung wird komplett verzichtet. Der Speicher wird innerhalb der Gewölbekeller aufgebaut und kann so zusätzlich Umgebungsenergie aus den Kellern beziehen.

Der Eisspeicher für die Wärmeversorgung der Wormser Straße hat in etwa eine Größe von 500 – 800 m³ und kann entweder in einer Einheit zentral oder in mehreren Einheiten dezentral aufgebaut werden. Die Bauweise ist in Zylinder- sowie in Quaderform möglich.



Abbildung 6: Eisspeicher in verschiedenen Bauformen, Quelle: Caldoa GmbH

3.1.4 Stromspeicher (PRL-fähig)

PrimärRegelLeistungsfähige Stromspeicher sind in der Lage, auf Anforderung des Übertragungsnetzbetreibers Strom entweder aus dem Netz aufzunehmen oder einzuspeisen (Teilnahme am Regelenergiemarkt). Im Gegenzug steht dem Besitzer jederzeit, also unabhängig vom Zeitpunkt des Bedarfs, Freistrom in Höhe des von der PVT-Anlage erzeugten „Grünstroms“ zu. Dieses Konzept unterstützt somit auch die Stabilisierung des öffentlichen Stromnetzes.

Aufgrund der jahreszeitenunabhängigen Einspeisung und Entnahme ist es möglich, eine bilanzielle CO₂-Neutralität der Wärmeversorgung darzustellen. Überschüssiger Strom durch die PVT-Anlage aus den Sommermonaten kann im Winter entsprechend des Bedarfs der Wärmepumpen wieder entnommen werden.

Jedes Mehrfamilienhaus erhält einen separaten Stromspeicher der, je nach Strombedarf der Sole-Wasser-Wärmepumpe, eine Kapazität von 5 – 50 kWh benötigt.



Abbildung 7: Stromspeicher im Mehrfamilienhaus, Quelle: Evera Energy

4. Ermittlung der Investitionskosten

Die Ermittlung der erforderlichen Investitionen zur Realisierung der Maßnahmen basieren auf aktuellen Preisanfragen und Angeboten von Zulieferern. Beispielhaft wurden die Investitionskosten, die pro Mehrfamilienhaus anfallen (Wärmepumpe, PVT-Kollektoren, Stromspeicher), für ein Haus mittlerer Größe ermittelt. Die Gesamtkosten werden dementsprechend hochgerechnet. Es wurde die aktuelle Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) zur Ermittlung der Planungskosten herangezogen. Preisstand ist das Q4/2019. Alle Kosten netto.

Pos	Anzahl	Einheit	Beschreibung	EP	GP
1. Anlagentechnik pro Mehrfamilienhaus					
1.1	15	Stk	Sole-Wasser-Wärmepumpe inkl. Zubehör (Wärmetauscher PVT, Ausdehnungsgefäß, PVT-Pufferspeicher, Armaturen, Temperaturfühler)	82.700 €	1.240.500 €
1.2	15	Stk	PVT-System	62.585 €	938.775 €
1.3	15	Stk	Steigleitung PVT-Kollektor inkl. Formteile und Isolierung	2.700 €	40.500 €
1.4	15	Stk	Stromspeicher für Wärmepumpe	20.000 €	300.000 €
1.5	15	Stk	Wärmeübergabestation inkl. gemischtem Heizkreis und Frischwasserstation	8.990 €	134.850 €
1.6	15	Stk	Inbetriebnahme	1.800 €	27.000 €
			Summe		2.681.625 €
2. Wärmenetz, Eisspeicher, Sonstiges					
2.1	1	Stk	Eisspeicher	375.000 €	375.000 €
2.2	1	Stk	Inbetriebnahme	10.000 €	10.000 €
2.3	750	m	Wärmenetz	145 €	108.750 €
2.4	750	m	Erdarbeiten / Installation	82 €	61.500 €
2.5	1	Pausch	Sonstiges	50.000 €	50.000 €
			Summe		555.250 €
3. Gesamtsumme Technik					
					3.236.875 €
4. Planungskosten					
4.1			HOAI Phase 1-8, Zone 3, Mindestsatz		485.099 €
			Summe		127.735 €
5. Herstellungskosten					
					3.721.974 €

Tabelle 4: Anlageninvestitionskosten

5. Ermittlung der Betriebskosten

Die Kosten für Bedienung, Wartung und Instandhaltung wurden in Anlehnung an die VDI 2067 Blatt 1 sowie aus Erfahrungswerten bereits umgesetzter Projekte, bei denen Wärmepumpen zum Einsatz kamen, bestimmt.

Bezeichnung	Jahreskosten
Instandhaltung	42.128 €/a
Wartung	27.621 €/a
Bedienung	4.453 €/a
Verwaltungskosten	594 €/a
Sonstiges (Datenübertragung, etc.)	240 €/a
Summe	75.036 €/a

Tabelle 5: Betriebskosten der Wärmeversorgungsanlage

6. Fördermöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit

Um eine Wirtschaftlichkeit für die Errichtung und den Betrieb der innovativen Anlage auf der einen Seite und hinreichend attraktive Kosten einer Wärmeversorgung für die Bewohner auf der anderen Seite zu erreichen stehen verschiedenen Möglichkeiten zur Förderung der Anlagentechnik zur Verfügung.

Vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gibt es seit diesem Jahr das Förderprogramm „Heizen mit Erneuerbaren Energien“, mit dem Sole-Wasser-Wärmepumpen inkl. PVT-Kollektoren, Wärmenetz und Eisspeicher mit bis zu 35 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Ebenfalls vom BAFA werden unter dem Namen „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (Wärmenetzsysteme 4.0)“ bis zu 50 % der förderfähigen Kosten gefördert.

Die Wärmeversorgung soll mittels eines Wärmecontractings durch einen leistungsfähigen Energiedienstleister erfolgen. Hierfür wird eine Vertragslaufzeit von 15 Jahren angestrebt. Der unter Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten sowie verschiedener Fördersätzen von 30, 40 und 50 % resultierende Wärmepreis, wurde mit dem Kalkulationstool der Süwag Grüne Energien und Wasser AG & Co. KG ermittelt. Im Wärmepreis sind somit alle Investitions- und Betriebskosten sowie das Anlagenrisiko enthalten.

Als Vergleichsgrundlage wird der Heizspiegel aus dem Jahr 2019 für eine herkömmliche Wärmepumpe mit einem Preisniveau von 6,90 – 9,80 €/m²a (niedrig – mittel) sowie einer Fernwärmeversorgung mit einem Preisspiegel von 8,30 – 12,30 €/m²a (niedrig – mittel) zugrunde gelegt.

Link Heizspiegel 2019: <https://www.heizspiegel.de/fileadmin/hs/heizspiegel-2019/heizspiegel-2019.pdf>

Bezeichnung	Einheit	30 % Förderung	40 % Förderung	50 % Förderung
Investitionskosten	€	3.721.974	3.721.974	3.721.974
Förderhöhe	€	1.116.592	1.488.790	1.860.987
Betriebskosten	€/a	75.036	75.036	75.036
Wärmepreis (brutto)	€/m ² a	15,80	12,20	8,70
Heizspiegel Wärmepumpe (brutto)	€/m ² a	6,90 – 9,80	6,90 – 9,80	6,90 – 9,80
Heizspiegel Fernwärme (brutto)	€/m ² a	8,30 – 12,30	8,30 – 12,30	8,30 – 12,30

Tabelle 6: Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung

Die Vergleichsrechnung zeigt, dass eine Förderhöhe von mindestens 40 - 50 % der Investitionskosten benötigt wird, um marktgerechte Endkundenpreise zu erzielen.

Noch nicht berücksichtigt wurden hier eventuelle Förderungen auf Landesebene, welche die Attraktivität dieses Projektes mit Leuchtturmcharakter zusätzlich verbessern könnten.

7. Jährliche CO₂-Emissionen der Wärmeerzeugung

Die CO₂-Emissionsberechnung wurde mit dem Laufzeitenberechnungs-Tool der Süwag Grüne Energien und Wasser AG & Co. KG erstellt. Basis der Berechnung sind die in der folgenden Tabelle ersichtlichen Auslegungsdaten sowie die spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren des BAFA sowie des Umweltbundesamts.

Link CO₂-Emissionsfaktoren:

https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_merkblatt_co2.pdf?__blob=publicationFile&v=2
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-10_cc_10-2019_strommix_2019.pdf

CO₂-Emissionsberechnung

Wärmebedarf	735.457 kWh/a	Daten: BAFA & Umweltbundesamt	
Leistung PV-Anlage	191 kWpeak	Erdgas	Erdgas-Hzg. 100 % 0,202 kg CO ₂ /kWh
Arbeitszahl Wärmepumpe	4	Strom (Bundesmix)	Stromnetz-lokal 2017 0,486 kg CO ₂ /kWh

Wärmeversorgung mit PVT-Kollektoren und Wärmepumpen			
CO ₂ -Emissionen Wärmepumpen =	183.864 kWh/a	0,486 kg CO ₂ /kWh	89.358 kg 89,36 t
Stromgutschrift PV =	181.729 kWh/a	0,486 kg CO ₂ /kWh	88.320 kg -88,32 t
Summe			1,04 t

Wärmeversorgung mit Brennwärtekessel und Solarthermie			
Gasverbrauch Heizkessel	735.457 kWh/a	95,0%	774.165 kWh/a Hs
Einsparung Solarthermie	110.318 kWh/a	0,202 kg CO ₂ /kWh	-22.284 kg -22,28 t
CO ₂ -Emissionen vom Heizkessel =	774.165 kWh/a Hs	0,202 kg CO ₂ /kWh	156.381 kg 156,38 t
Summe			134,10 t

CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung

	Mindestanforderung EEWärmeG §5: BW-Kessel + 15 % Solarthermie	Wärmeversorgung mit PVT-Kollektoren und Wärmepumpen
CO ₂ -Emissionen Kessel	156,38 t	
Einsparung Solarthermie	-22,28 t	
CO ₂ -Emissionen Wärmepumpen		89,36 t
Stromgutschrift PVT-Kollektoren		-88,32 t
Summe CO₂ Emissionen	134	1
Einsparung in %		99%

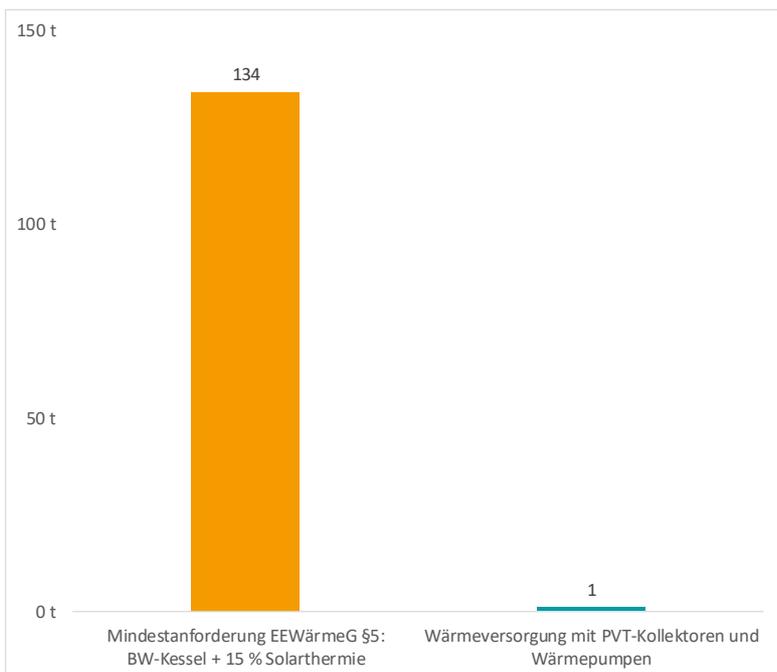


Abbildung 8: CO₂-Emissionsberechnung

Die Darstellung der jährlichen CO₂-Emissionen der Wärmeerzeugung zeigt, dass eine Wärmeversorgung mit PVT-Kollektoren und Sole-Wasser-Wärmepumpen annähernd keine CO₂-Emissionen verursacht. Hierbei wurde die Stromgutschrift der PVT-Kollektoren berücksichtigt. Gegenüber einer Wärmeversorgung mittels Brennkessel und solarthermischer Anlage (15 % Nutzenergieanteil) lassen sich ca. 133.000 kg CO₂ jährlich einsparen.

8. Optionen

8.1 Nutzung der vorhandenen Brunnen

Auf dem Quartier befinden sich mehrere stillgelegte Brunnen, die potentiell für eine geothermische Wärmenutzung reaktiviert werden könnten. Grundsätzlich ist eine Nutzung von Brunnenwasser zum emissionsfreien Heizen oder Kühlen sehr effizient. Das Grundwasser in den Brunnen hat in der Regel eine Temperatur zwischen 8 °C und 12 °C und lässt sich somit optimal über Wärmetauscher in das kalte Nahwärmenetz einspeisen.

Zur Klärung, ob die vorhandenen Brunnen genutzt werden können, müssen einige Voruntersuchungen zum Zustand der Brunnen, der hydrogeologischen Standortbedingungen und insbesondere der Grundwasserchemie durchgeführt werden. Zusätzlich müssten Auflagen der Genehmigungsbehörde abgefragt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt kann mit den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Vorabschätzung auf ca. 250 kW Entzugsleistung vorgenommen werden.

Die Nutzung der Brunnen hätte eine Reduzierung der benötigten PVT-Kollektorfläche sowie des Eisspeichers zur Folge, was einen positiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Projekts hätte.

8.2 Elektro-Mobilität

Legt man die PV-Kollektoren auf die maximale Größe aus (komplette Dachfläche der Mehrfamilienhäuser), kann eine zusätzliche PV-Leistung von ca. 80 kW_{peak} installiert werden, was dann einer Gesamtleistung der PV-Anlagen von ca. 270 kW_{peak} entspricht. Mit den zusätzlichen 80 kW_{peak} kann eine Jahresstrommenge von ca. 76.000 kWh erzeugt werden, die für das Laden von E-Autos verwendet werden könnte.

Bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch eines E-Autos von 17 kWh/100 km und einer Fahrleistung von 10.000 km/a können somit ca. 45 E-Autos pro Jahr mit Strom aus den PV-Anlagen versorgt werden. Dies entspricht einer Gesamtjahresfahrleistung von ca. 450.000 km/a.

9. Fazit

Die Betrachtung hat gezeigt, dass eine Wärmeversorgung mittels PVT-Kollektoren und Sole-Wasser-Wärmepumpen sehr gut in die Wohnanlage „Wormser Straße“ integrierbar ist. Mit seiner nahezu CO₂-Neutralen Wärmeversorgung passt das Konzept optimal zu den Klimazielen der Stadt Mainz, die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 um 95 % zu reduzieren.

Den, verglichen mit einer herkömmlichen Versorgung (z. B. Brennwerttherme mit solarthermischer Anlage), deutlich höheren Investitionskosten müssen Fördermittel in Höhe von ca. 40 – 50 % der Investitionskosten gegenübergestellt werden, um die von den späteren Wohnungseigentümern zu zahlenden Wärmekosten in einen marktgerechten Rahmen zu bringen.

Monetär in diesem Konzept noch nicht bewertet, wurde die von der Bundesregierung beschlossene CO₂-Steuer. Nach den Regierungsplänen soll der CO₂ Preis ab dem Jahr 2021 25 €/t betragen und bis zum Jahr 2025 auf 55 €/t ansteigen. Dies würde zum Beispiel den Arbeitspreis des Energieträgers Erdgas um 0,505 ct/kWh (netto) im Jahr 2021 und 1,111 ct/kWh (netto) im Jahr 2025 steigen lassen, was bei einem derzeitigen Erdgas-Arbeitspreis von 4,96 ct/kWh (netto) einer Preissteigerung von etwa 10 – 22 % entspricht.

Von diesen Preissteigerungen bliebe dieses Konzept unberührt, da durch die PRL-fähigen Stromspeicher bilanziell kein Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen werden müsste.