

Publizierbarer Endbericht

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Projekttitle:	Big Solar Wörgl
Programm inkl. Jahr:	Solare Großanlagen 2021
Dauer:	12.02.2021 bis 31.12.2021
Kontaktperson Name:	DI Moritz Schubert
Kontaktperson Adresse:	Am Pfangberg 117, 8045 Graz
Kontaktperson Telefon:	0316 2928 4081
Kontaktperson E-Mail:	m.schubert@solid.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	SOLID Solar Energy Systems (Stmk.), CES clean energy solutions (Wien), Stadtwerke Wörgl (Tirol)
Schlagwörter:	Solarthermie-Großanlage, Saisonspeicher, Wärmepumpe
Auftragssumme:	97.500 €
Klimafonds-Nr:	KR20ST1K17869
Erstellt am:	21.12.2021

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

Die Studie zur zur Integration der Solarenergie in die Fernwärmeversorgung der Stadt Wörgl hat gezeigt, dass diese technisch und wirtschaftlich machbar ist. 16,3 GWh/a oder 30 % des Fernwärme-Bedarfs können solar bereitgestellt werden. Hiefür ist eine Solarthermie-Großanlage von 22,4 MW (35.000 m² brutto), ein Erdbecken-Wärmespeicher von 150.000 m³ Wasservolumen und eine Wärmepumpe mit 5 MW Wärmeleistung vorgesehen.

Die Solar- und Speicheranlage könnte auf einer Fläche im Westen der Stadt Wörgl, in der Nähe des Wertstoffhofes, errichtet werden. Aufgrund des dort oberflächennahen Grundwasserspiegels muss der Speicher in die Höhe und nicht in die Tiefe gebaut werden. Das dafür notwendige Erdmaterial könnte von Infrastrukturvorhaben der österr. Bundesbahnen in der Umgebung kommen.

Die Gesamtinvestitionskosten liegen bei 18,79 Mio EUR. Unter Berücksichtigung von Klimafonds-Förderung und CO₂-Zertifikaten lässt sich somit ein Wärmepreis von 59 €/MWh erreichen.

Zusätzlich zur Saisonspeicherungs-Variante wurde eine kleinere Solarthermie-Variante zur Sommerlast-Abdeckung untersucht. Diese kommt auf eine Anlagengröße von 3.255 kW (4.650 m² brutto) und einen Tagesspeicher von 300 m³ Wasservolumen.

Hier liegen die Investitionskosten bei 1,98 Mio EUR und der errechnete Wärmepreis liegt bei 32 EUR/MWh.

2 Hintergrund und Zielsetzung

Nicht nur die Republik Österreich, sondern auch das Land Tirol hat sich Klimaziele gesetzt. So will man den Energiebedarf um 37 Prozent senken und die im Land verfügbaren erneuerbaren Energieressourcen von derzeit 43 auf 100 Prozent ausbauen – das sind die Zielvorgaben zur Erreichung der Energieautonomie Tirols bis zum Jahr 2050. Festgeschrieben wurde diese im Energie-Zielszenario 2050¹. „Wir richten in Tirol unsere Energiepolitik darauf aus, dass wir den Ausstieg aus Öl und Gas schaffen und dabei nicht zu Nettoimporteuren erneuerbarer Energie werden. Damit wollen wir das Klima schützen und bis zu zwei Milliarden Euro an Wertschöpfung zurück nach Tirol holen“, erklärte Energielandesrat LHStv Josef Geisler. Auch wenn die Energiestrategie des Landes Tirol sehr stromlastig ist, so zahlt die in dieser

¹ Wasser Tirol: https://www.wassertirol.at/fileadmin/user_upload/Wasser_Tirol_-_Dienstleistungs-GmbH/Unternehmen/News/2021/21-10-13_LAND_TIROL_-_LHStv_Geisler_-_Wir_wollen_in_Tirol_keine_Nettoimporteure_erneuerbarer_Energie_sein/21-10-13_LAND_TIROL_-_LHStv_Geisler_-_Wir_wollen_in_Tirol_keine_Nettoimporteure_erneuerbarer_Energie_sein.pdf

Studie untersuchte Solarthermie-Großanlage doch perfekt auf das Ziel der Gasverbrauchs- und Energieimportsreduktion ein.

Die untersuchte Solarthermie-Großanlage soll den Einsatz an Erdgas für die Wärmeerzeugung der Fernwärme („Stadtwärme Wörgl“) reduzieren. Dafür wurde eine Anlage entworfen, welche große Teile der im Sommer gewonnenen Solarwärme für die winterliche Nutzung in einem Großwasserwärme-Speicher speichert (Saisonalspeicher).

Die Studie wurde federführend von der SOLID Solar Energy Systems GmbH (SSES, Graz) bearbeitet, unterstützt von CES (clean energy solutions, Wien).

3 Projektinhalt und Ergebnis(se)

1.1 Variante 1 „BigSolar Wörgl mit saisonaler Wärmespeicherung“

1.1.1 Dimensionierung, Anlagen- und Betriebskonzept

Die Basis für die Dimensionierung eines BigSolar-Systems bildet generell die Heizlastkurve des Fern-/Nahwärmesystems, welches die jeweiligen Wärmeabnehmer mit Heizenergie versorgt. Um die Heizlastkurve im Detail (Stundenwerte) erstellen zu können wurden zunächst vom Fernwärme-versorger, Stadtwerke Wörgl, die jeweiligen zukünftig erwarteten Monatswärmeenergiebedarfswerte (Bezugsjahr 2025) zur Verfügung gestellt. Der nachfolgenden Abbildung können diese Basiswerte entnommen werden.

Monat	Waerme MWh	Gas Spitzenlastkessel MWh	Industrieabwaerme MWh
Jan	8 643	5 354	3 289
Feb	8 352	5 502	2 850
Mär	7 364	4 179	3 185
Apr	3 134	1 680	1 453
Mai	1 985	1 041	944
Jun	668	351	317
Jul	1 111	583	529
Aug	1 071	563	508
Sep	2 389	1 336	1 053
Okt	3 634	1 937	1 697
Nov	6 440	3 680	2 760
Dez	8 701	5 339	3 361

Summe	53 493	31 545	21 947
-------	--------	--------	--------

Abbildung 1: Jahrs-/Monatswärmeenergiebedarf 2025

Somit ergibt sich ein künftiger Jahreswärmeenergiebedarf für das Fernwärmesystem in der Höhe von 53,5GWh. Ein Teil dieses künftigen Wärmeenergiebedarfs soll, regenerativ, durch das potenzielle BigSolar-System gedeckt werden können. In weitere Folge wurde unter Zuhilfenahme von meteorologischen Langzeitdaten (Meteonorm 8.0, Jahr 2000 bis 2019) das folgende Stundenlastprofil ermittelt. Im nachfolgenden Stundenlastprofil ist auch die Außentemperatur ersichtlich.

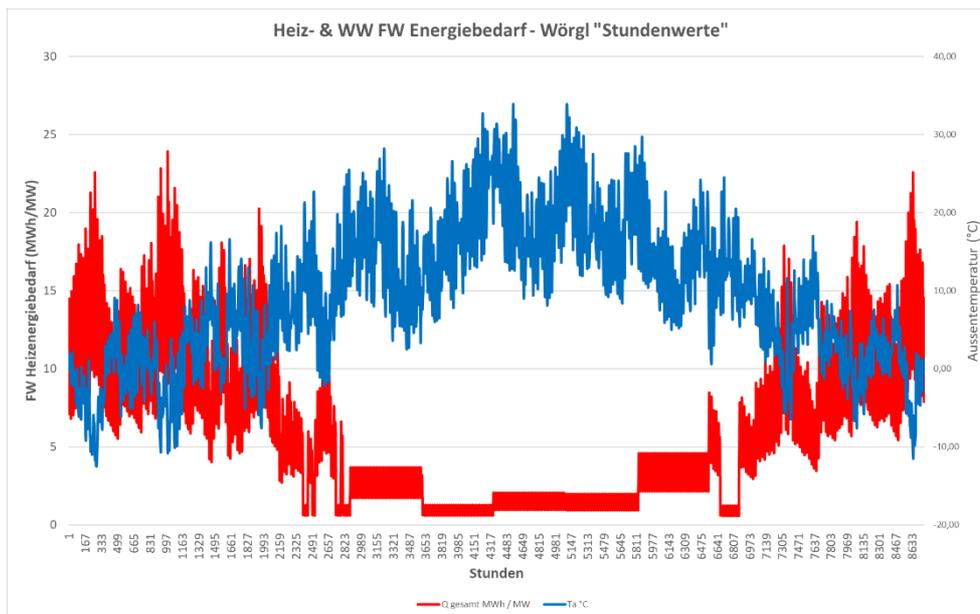


Abbildung 2: Jahreslastkurve FW Wörgl 2025

Der nachfolgenden Abbildung kann zusätzlich die entsprechend ermittelte Jahresdauerlinie des Fernwärmesystems (FW) entnommen werden.

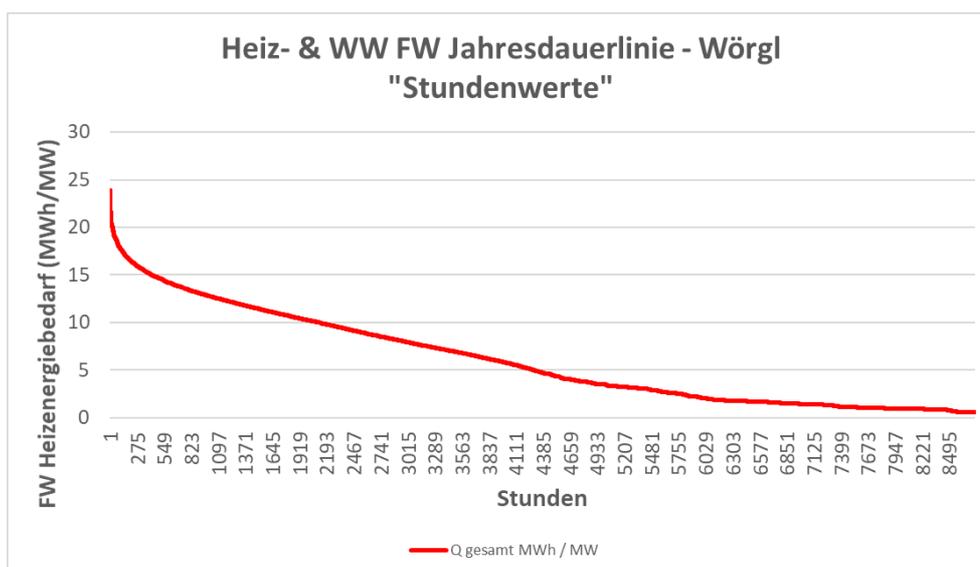


Abbildung 3: Jahresdauerlinie FW Wörgl 2025

Um das BigSolar-System entsprechend designen zu können, wurden seitens Stadtwerke Wörgl auch die korrespondierenden Netz Vor- /Rücklaufnetzttemperaturen bekannt gegeben (siehe nachfolgende Abbildung).

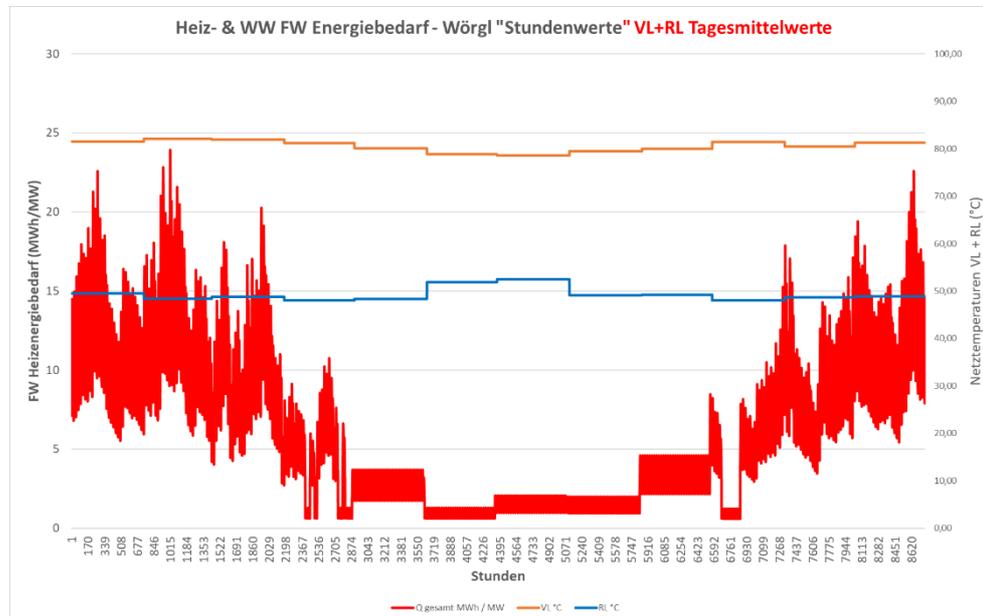


Abbildung 4: Jahreslastkurve FW Wörgl 2025 inkl. Vor- und RL Netzttemperaturen

Anhand der folgenden übermittelten Vor- und Rücklaufnetzttemperaturen wurden in weiterer Folge Funktionen in Abhängigkeit der Außentemperaturen ermittelt, welche wiederum in die Berechnungen des BigSolar-Systems Eingang fanden.

Monat	VL °C	RL °C	Ta C
1	81,53	49,52	-1,8
2	82,09	48,36	-0,2
3	81,92	48,78	4,5
4	81,21	48	9,5
5	80,11	48,33	14,2
6	78,84	51,86	17,9
7	78,57	52,47	19,8
8	79,49	49,1	19,3
9	79,97	49,21	13,9
10	81,44	48,01	9,6
11	80,46	48,67	4,0
12	81,27	48,87	-0,2

Abbildung 5: Vor- und RL Netzttemperaturen Wörgl

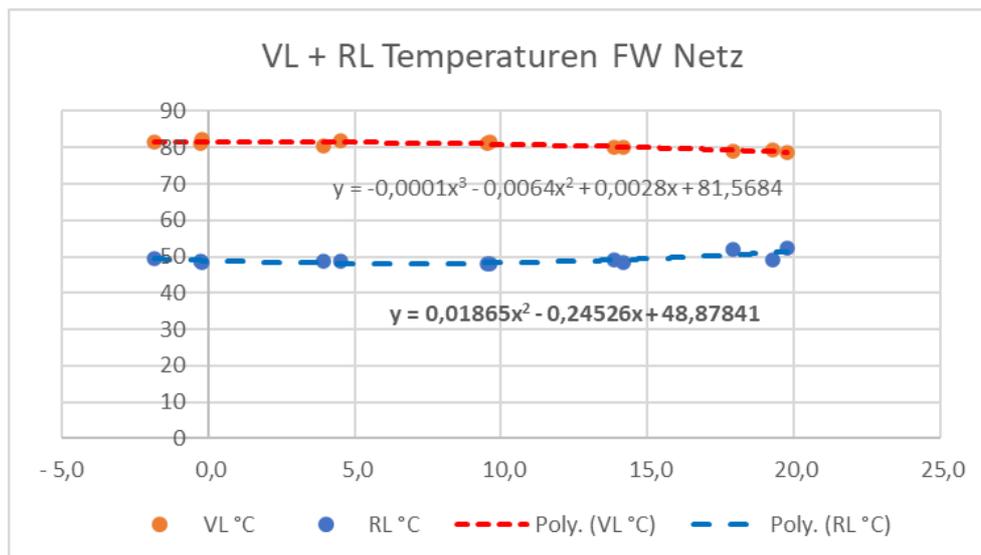


Abbildung 6: Vor- und RL Netztemperaturen (Funktionen) Wörgl

Im Zuge der Projektbearbeitung wurden zusätzlich die jeweiligen Netztemperaturen (Vor- und Rücklauf) um 5K reduziert, um die möglichen Auswirkungen auf die erzeugte solare Jahreswärme-energie darstellen zu können.

Netzanschluss

Um in weitere Folge das BigSolar-System an das FW Netz im Westen von Wörgl anschließen zu können wurden die zukünftigen Netzausbaupläne seitens Stadtwerke Wörgl bekannt gegeben. Die im Bereich des BigSolar-Standortes befindliche FW Bestandsleitung (siehe nachfolgende Abbildung) wird hierbei gegen eine neue FW Leitung mit größerem Durchmesser ausgetauscht, um eine künftige zweiseitige Anspeisungsmöglichkeit der Stadt sicherstellen zu können. Die jeweiligen Netzpumpen sind aufgrund der künftigen zweiseitigen Wärmeversorgung der Stadt: Osten - Tirolmilch, Gasheizwerk. Westen – BigSolar und ev. Biomasse HW steuerungstechnisch aufeinander abzustimmen. Der nachfolgenden Abbildung können die jeweiligen FW Erzeuger und deren Situierung entnommen werden.

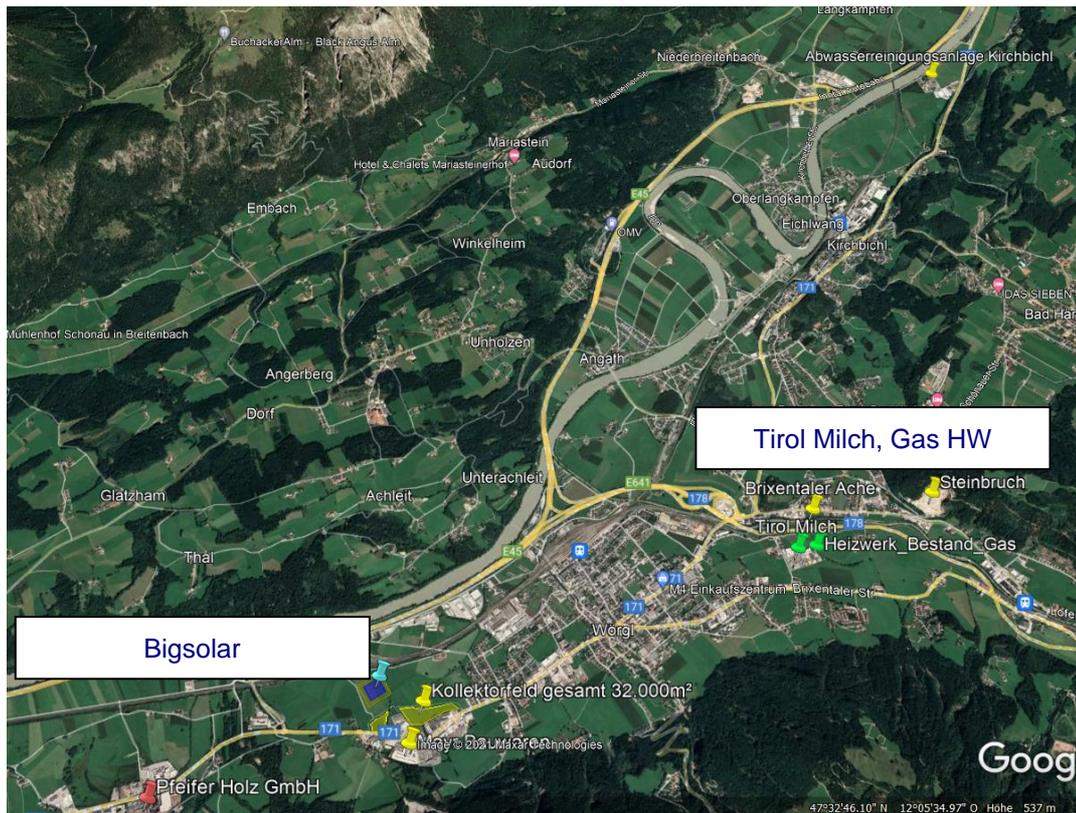


Abbildung 7: FW zweiseitige Anspeisung (Google Earth)

Der Austausch dieser Bestandsleitung ist nach Absprache mit den Stadtwerken Wörgl nicht im Projektumfang des Bigsolarprojektes zu berücksichtigen. Den nachfolgenden beiden Abbildungen ist der mögliche Anschlussbereich an das FW Netz zu entnehmen. Eine Anlagenübersicht ist weiters dem beigefügten Prozessflussdiagramm (PFD) zu entnehmen.

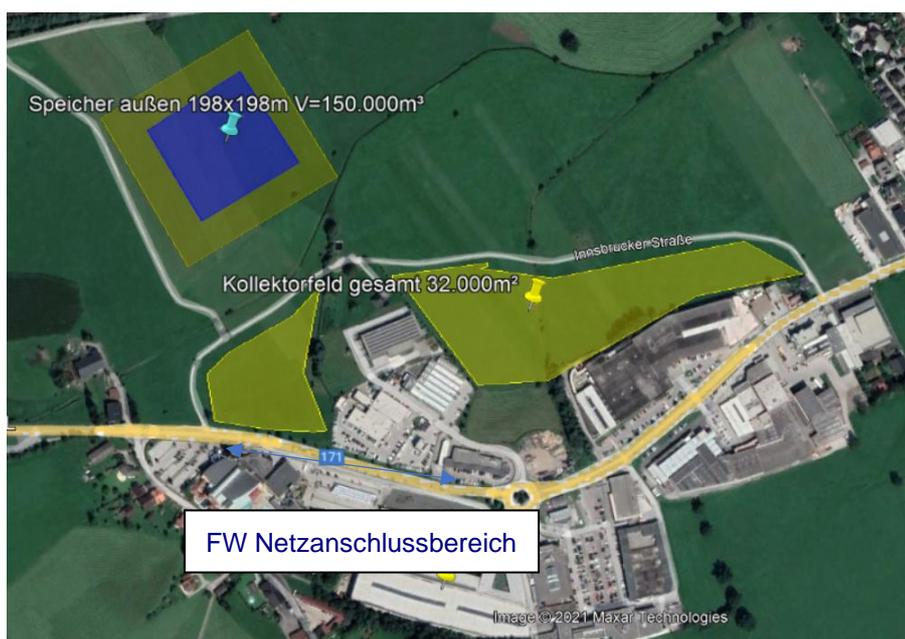


Abbildung 8: FW Netzanschlussbereich inkl. Bigsolar system (Google Earth)

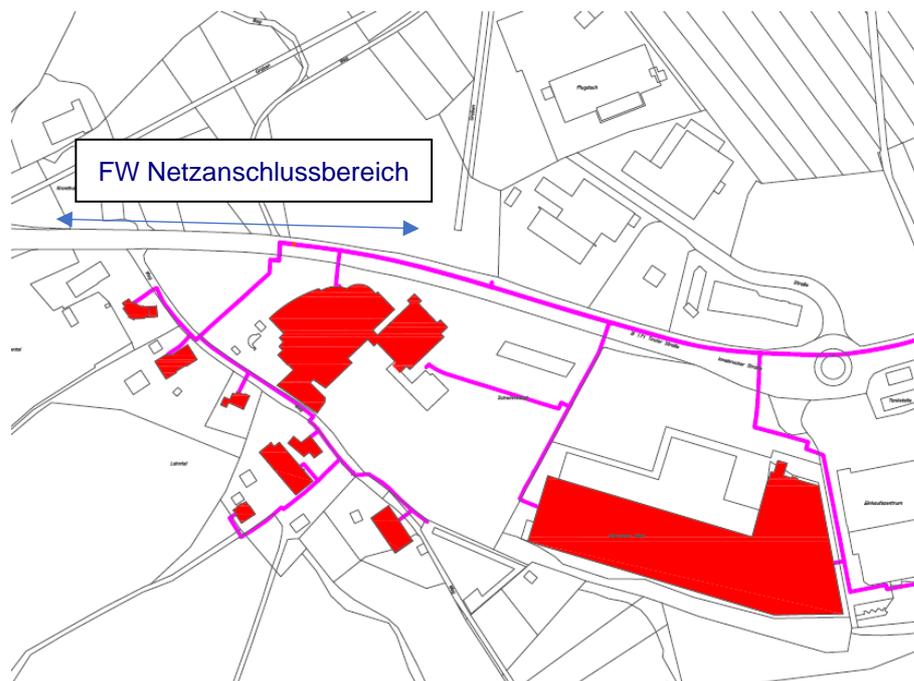


Abbildung 9: FW Netzanschlussbereich

Basierend auf einer Gesamtsystembetrachtung der Fernwärme Wörgl inkl. anderer Wärmeeinspeiser, der Prognose für die nächsten Jahre und den verfügbaren Flächenpotentialen wurde das in Abbildung 1 ersichtliche System konzipiert. Es besteht aus zwei Solarkollektorfeld von insgesamt 31.992 m² Bruttokollektorfläche. Aufgrund des Temperaturniveaus wurden doppelt verglaste Großflächen-Flachkollektoren ausgewählt. Einfach verglaste Kollektoren, wie z.B. bei Anlagen im Einfamilienhaus-Bereich üblich, hätten bei dieser Anwendung zu hohe Wärmeverluste und wären somit wirtschaftlich ungünstiger und würden mehr Fläche benötigen. Großflächen-Kollektoren von 13-16 m² Bruttokollektorfläche haben den Vorteil, dass sie sich zu großen Einzelfeldern von über 150 m² verschalten lassen. Somit sind insgesamt sehr große Kollektorfelder möglich. In diesem Fall je 16.996 m² Bruttokollektorfläche.

Die solar erzeugte Wärme wird in den Erdbecken-Saisonalwärmespeicher eingespeist, mit bis zu 90°C. Eine höhere Temperatur ist aufgrund der Langzeit-Beständigkeit der Deckelfolie nicht möglich.

Hohe Temperaturen des Speichers, oberhalb der FW-Netzurücklaufemperatur, können direkt in das FW-Netz von Wörgl eingespeist werden. Eine weitere

Entleerung des Speichers erfolgt durch eine elektrisch angetriebene Kompressionswärmepumpe (Abbildung 4).

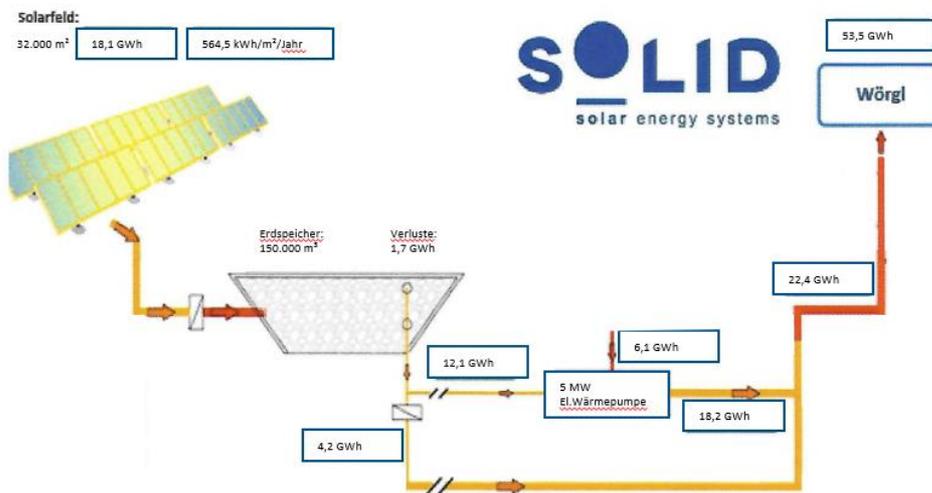


Abbildung 1: Fließbildschema von Variante 1 „Big Solar Wörgl“

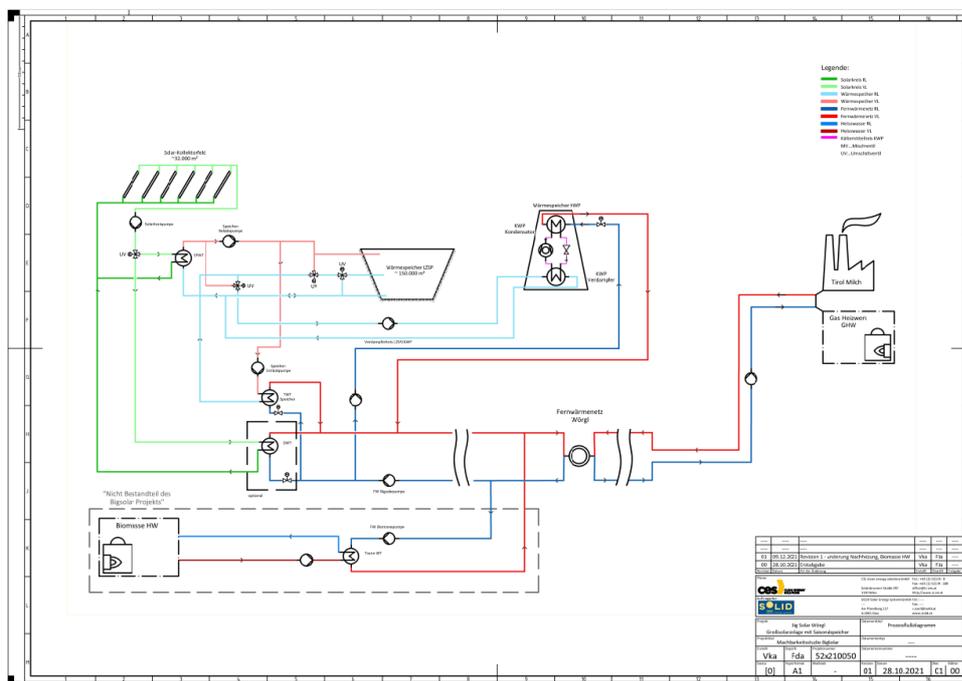


Abbildung 2: Prozessflussdiagramm der Fernwärme Wörgl inkl. BigSolar



Abbildung 3: Energiebilanz auf monatlicher Ebene

In Abbildung 3 ist ersichtlich, dass das gesamte Jahr über, auch im Winter, bedeutende Mengen an Solarwärme in die Wörgler Fernwärme eingespeist werden.

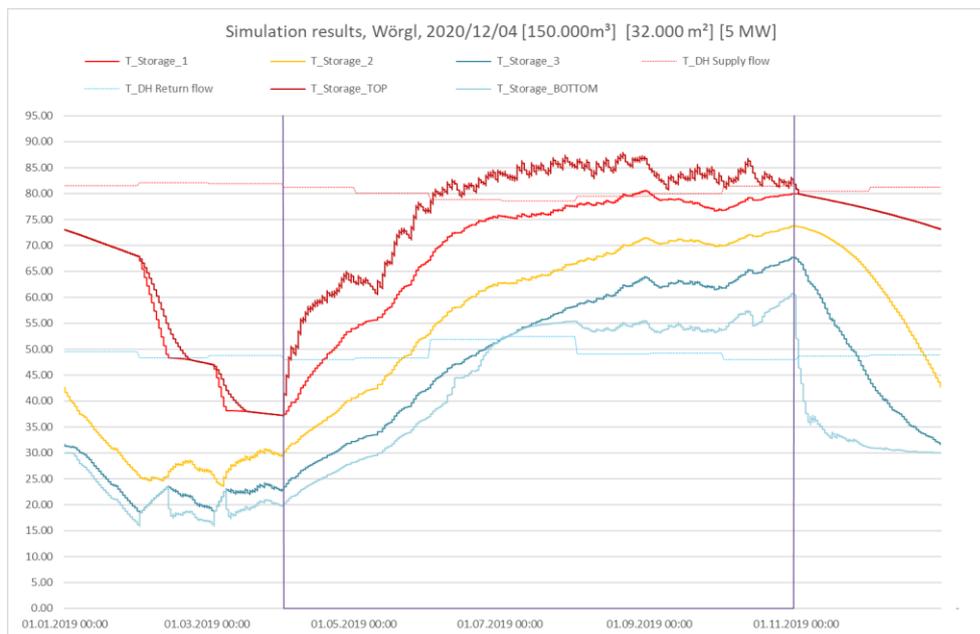


Abbildung 4: Durchschnittliche Energiespeichertemperaturen auf Monatsebene basierend auf Ergebnissen dynamischer Simulation

Saisonal Erdbeckenspeicher

Für die Positionierung des Saisonal Erdbeckenspeichers und der Solaranlage wurden mit Unterstützung des Stadtbaumeisters der Stadt Wörgl und der Stadtwerke geeignete Standorte gesucht. Vor allem auch solche, an denen sich der Speicher sowohl in die Höhe als auch in die Tiefe bauen ließe. Um eine möglichst ausgeglichene Massenbilanz zu erreichen, und Erdmaterial weder hin-

noch fortführen zu müssen. Leider stellte sich nur der Grund in der Umgebung des Wertstoffhofes Wörgl als geeignet heraus. Diese Fläche hat, laut Wasserwirtschaft der Stadt Wörgl, das Grundwasser in einer Tiefe von nur 1m Tiefe. Daher ist der Speicher ausschließlich in die Höhe zu bauen.

Für das Design eines Saisonalerdbeckenspeichers spielt prinzipiell die Höhe (h) eine wesentliche Rolle. Aus diesem Grunde wurden Speicher mit verschiedenen Höhen beim ermittelten Volumenbedarf von 150.000m³ eruiert. Bei der Variante mit 10m Höhe ergibt sich resultierend der geringste Grundstücksflächenbedarf (A) und bei 15m Höhe die geringste Speicherabdeckungsfläche (A Deckel). Bei der Variante mit der geringsten Deckelfläche (h=15m) sind die Wärmeverluste des Speichers prinzipiell am geringsten und auch die Kosten für den Speicherdeckel. Bei der Variante mit 10m Höhe sind wiederum die Grundstückskosten am geringsten. Im Anhang befinden sich zu beiden Varianten die entsprechenden Layoutpläne. Je weniger hoch der Speicher, desto geringer auch die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes.

Für die Betrachtungen für BigSolar Wörgl wurde ein 10m hoher Speicher ausgewählt.

h	6	7	8	9	10	11	12	13	15	m
a	170	160	153	147	142	138	135	132	128	m
a1	146	132	121	111	102	94	87	80	68	m
b	170	160	153	147	142	138	135	132	128	m
b1	146	132	121	111	102	94	87	80	68	m
V	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	m ³
A Deckel	28 887	25 652	23 292	21 515	20 144	19 067	18 209	17 520	16 509	m ²
A	41 601	39 268	37 876	37 126	36 837	36 895	37 226	37 777	39 398	m ²
a1.1	204,0	198,2	194,6	192,7	191,9	192,1	192,9	194,4	198,5	m
b1.1	204,0	198,2	194,6	192,7	191,9	192,1	192,9	194,4	198,5	m

Abbildung 10: Bigsolar Saisonalspeicher Grundstücksflächenbedarf

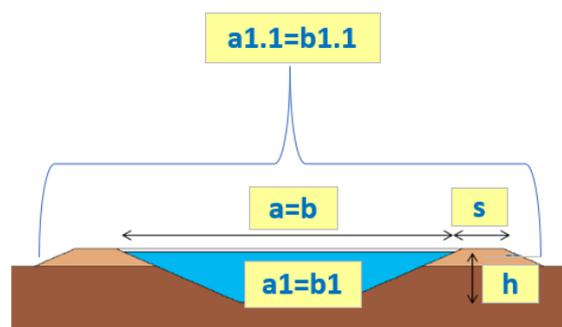


Abbildung 11: Bigsolar Saisonalspeicher Zuordnung Längen

Wärmepumpe

Im ursprünglichen Konzept war geplant, eine thermisch angetriebene Wärmepumpe zur tieferen Entleerung des Wärmespeichers zu verwenden und somit von höheren Solarkollektoreffizienzen aufgrund der niedrigeren

Temperaturen zu profitieren. Absorptionswärmepumpen (AWP) werden entweder von einem heißen Medium wie Heißwasser oder Dampf bei 170 °C angetrieben oder der Absorptionswärmepumpe wird Gas zugeführt. Dieses Gas wird in der AWP verbrannt und somit werden hohe Temperaturen am Austreiber der AWP bereitgestellt. Letzteres, eine Gas-befeuerte AWP, angetrieben mit Klärgas, war für BigSolar Wörgl geplant. Aufgrund der nicht verfügbaren Flächen in der Umgebung der Kläranlage Wörgl/Kirchbichl konnte dieses Konzept nicht umgesetzt werden. Stattdessen wurde ein Standort in der Nähe des Wertstoffhofes Wörgl ausgewählt. An diesem Standort ist keine Hochtemperaturquelle oder Gas zum Antrieb einer AWP vorhanden.

Daher wird in der konzipierten Anlage eine elektrisch angetriebene Kompressionswärmepumpe (KWP) eingesetzt. Eine KWP hat den Vorteil, dass sie von Strom angetrieben wird und somit „nur“ eine Stromleitung benötigt und keinen Gasanschluss oder eine aufwändige Biomasse-Logistik wie bei thermisch angetriebenen Wärmepumpen.

Standortspezifische Sonnengangs- und Verschattungssituation

Im Folgenden wird die standortbezogene Verschattung der Kollektorfelder / des Kollektorfeldes näher beleuchtet.

Aus dem geografischen Informationssystem des Landes Tirol wurden die Sonnengangsberechnung des in Betracht gezogenen Standorts für die solarthermische Anlage ermittelt. Die Datengrundlage für die Sonnengangs- und Horizontdarstellung basiert auf dem Laserscanning Höhenmodell 2020 – geoland.at. Befliegungsjahr im Abfragepunkt 2012-2014.

Abfragehöhe entspricht 499,6 m Seehöhe + 4m vertikal. Entsprechende Abfragekoordinaten: Nord 47° 28' 49"; Ost 12° 2' 45"

In Abbildung 5 ist die punktgenaue Standortabfrage entsprechend dargestellt.

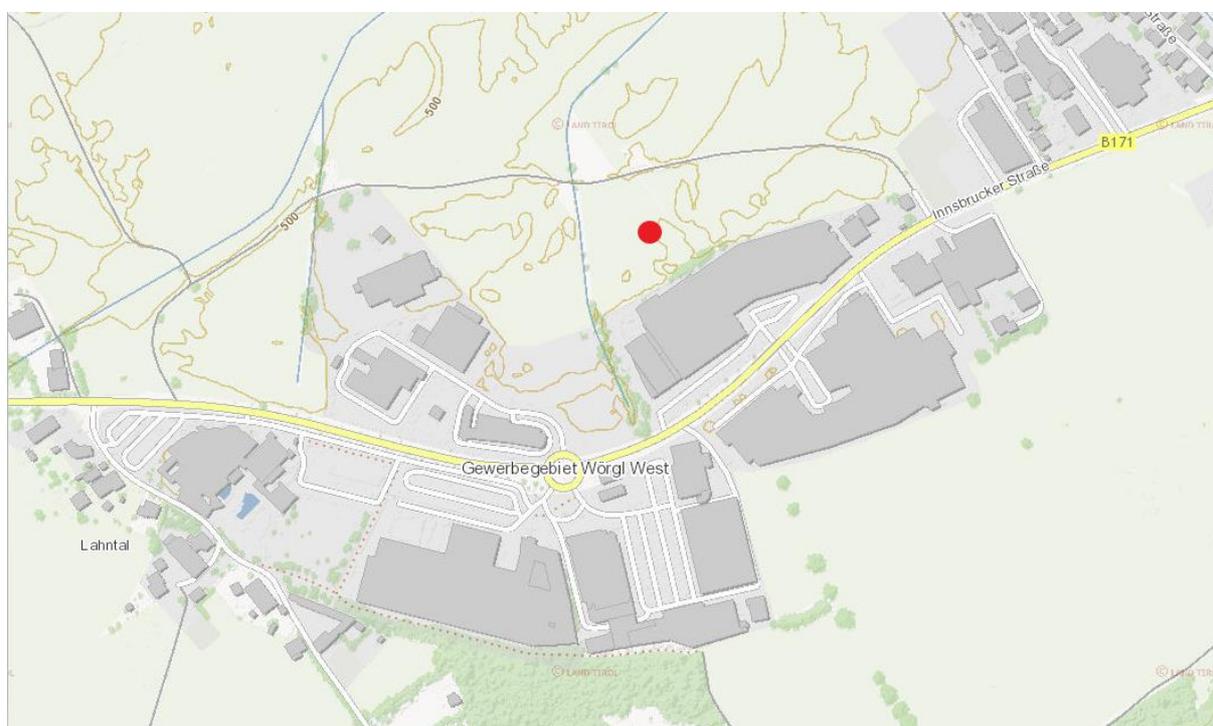


Abbildung 5 Standortabfrage (Quelle: tiris Kartendienst, Land Tirol)

Die in Abbildung 6 dargestellte Sonnengangberechnung gibt Angaben zur Sonnenbahn und der Sonnenscheindauer für den Anlagenstandort mit der entsprechenden Nah- und Fernverschattungssituation an.

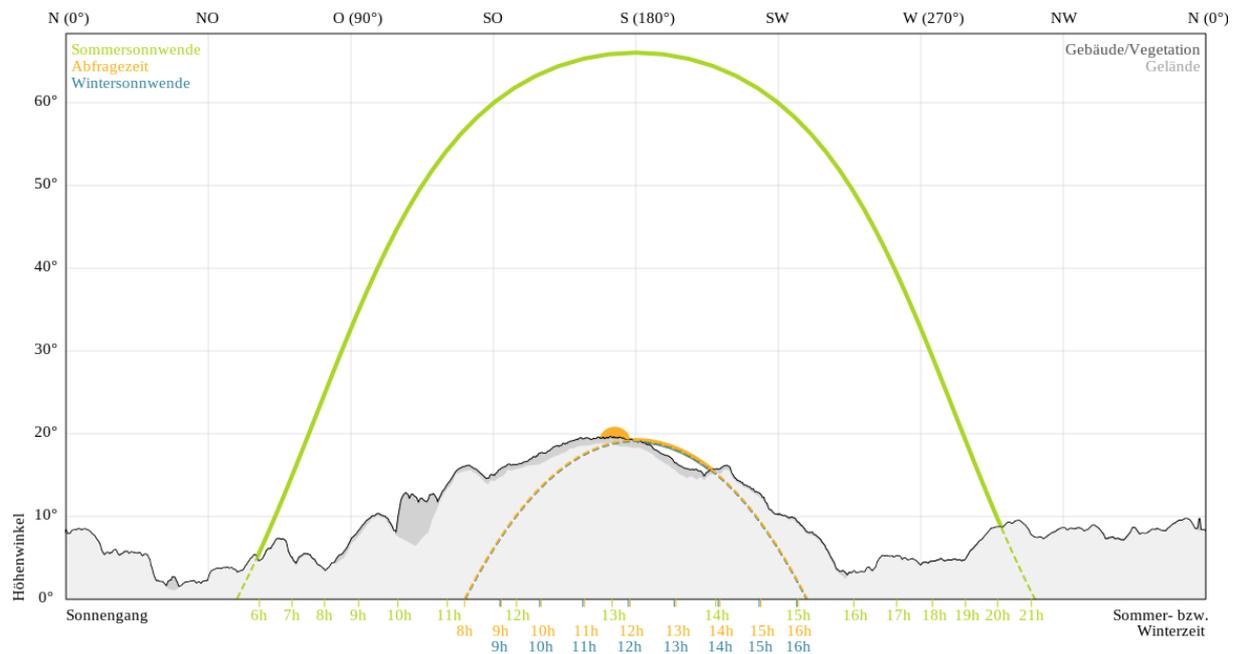


Abbildung 6: Sonnengang mit Horizontdarstellung am Anlagenstandort (Quelle: tiris Kartendienst, Land Tirol)

In Abbildung 7 sind die täglichen Sonnenstunden pro Tag im Monatsmittel ersichtlich.

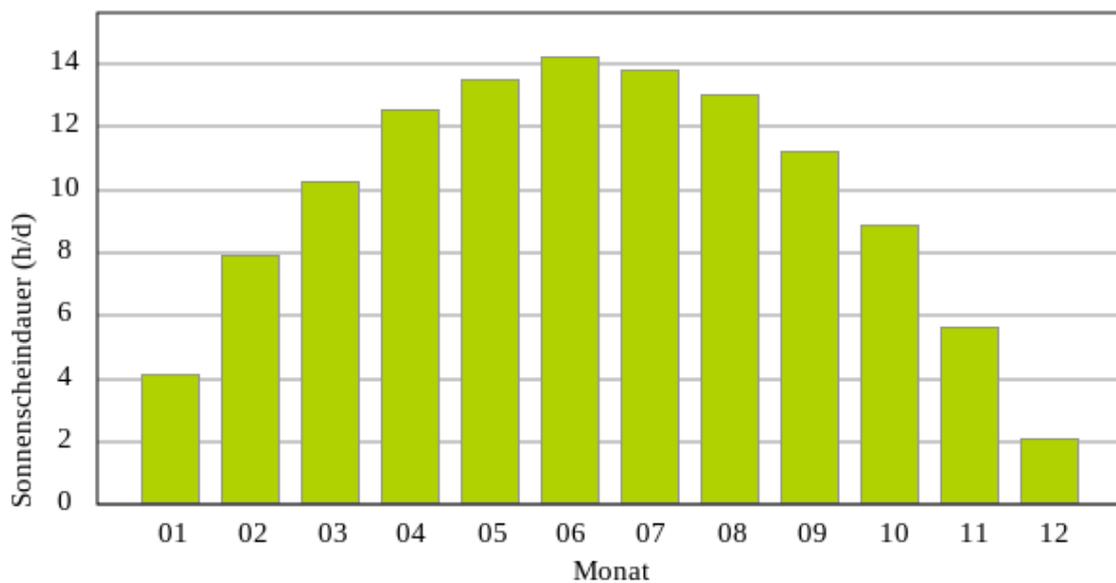


Abbildung 7: Sonnenstunden pro Tag im Monatsmittel (Quelle: tiris Kartendienst, Land Tirol)

Solarstrahlung am Standort

Die standortspezifischen solaren Potenzialen wurden neben Meteonorm 8 als Datenbasis für die Simulation auch standortspezifisch mit dem Online-Tool TirolSolar des Landes Tirol verifiziert und sind im Folgenden dargestellt.



Abbildung 8: Solarstrahlung am Standort (Quelle TirolSolar, Land Tirol)

Folgende standortspezifische Daten wurden ermittelt.

Position: Nord 47° 28' 49"; Ost 12° 2' 45"

Seehöhe: 500m

Solarstrahlung Jahr: 1.190 kWh/m²

Solarstrahlung Apr-Sep: 882 kWh/m²

Solarstrahlung Okt-Mrz: 307 kWh/m²

Eigenverschattung der Kollektoren

Die Wahl des Abstands zwischen den Kollektorreihen wurde unter Berücksichtigung der Verschattung getätigt – bei der gewählten Aufständervariante der Doppeltischmontage wurde ein Abstand von 8m gewählt, was einerseits einer effizienten Flächennutzung Rechnung trägt und andererseits ein entsprechendes Minimum an Eigenverschattung der Kollektoren berücksichtigt. Eine potentielle Vergrößerung des Abstands von 8m auf 9m käme einer marginalen Erhöhung des Energieoutputs von ca. 2% gleich.

1.1.2 Ökonomische Betrachtung

Die größten Kostenfaktoren für die BigSolar-Anlage von insgesamt 18,79 Mio EUR sind Speicher, Kollektorfeld und Wärmepumpe. Die Kosten für den Speicher wurden abgeschätzt aufgrund von Erfahrungen vergangener Projekte, ergänzt um aktuelle Anfragen bei Herstellern von Schlüsselkomponenten wie den Folien.

Für das Erdmaterial zur Aufschüttung des Speicherwalls (169.000 m³) wurde mittels Anfrage an die ÖBB Infrastruktur geprüft, ob Aushubmaterial der verschiedenen in den nächsten Jahren anstehenden Baustellen der Unterinntalbahn genutzt werden können. So wird z.B. im Abschnitt Radfeld-Schaftenau eine neue Bahntrasse errichtet, teilweise in Trogbauweise, und an der Grenze zu Deutschland wird der ca. 13 km lange Laimingtunnel gebaut. Die Nutzung des Erdreiches aus den Bahnbaustellen für den Erdbeckenwärmespeicher wäre sehr vorteilhaft, denn teilweise müssen die Baufirmen für die Entsorgung von Erdreich bezahlen. Die ÖBB haben großes Interesse gezeigt, Aushub und Tunnelausbruch sinnvoll zu verwerten.

Wenn sich solche Einnahmen im Rahmen des Speicherbaus lukrieren ließen, wäre das für die Wirtschaftlichkeit des Projektes sehr zuträglich. Allerdings müssen hier Volumen, Zusammensetzung und Zeitplan etc. der Bauvorhaben gut zusammenpassen. So haben Konsultationen mit einem Geo-Ingenieur ergeben, dass das Erdreich zwischen Aushebung und Wiederverwendung nur einige Monate lagern darf, um die für den Erdbeckenwärmespeicher benötigte Festigkeit nicht zu verlieren.

Für die Förderung wurden die derzeit beim Klimafonds möglichen 30 % Förderung für Solarthermie-Großanlagen größer 5.000 m² angenommen zuzüglich 5 % für Saisonspeicher. Somit ergibt sich ein Gesamtfördersatz von 35 % der Mehrkosten.

Fördergegenstand	Förderbasis	Max. Fördersatz
Solaranlage bis 2.000 m ² inkl. Verrohrung, Montage, Messtechnik, Planungskosten	UIK minus VA	40 % der MK plus Zuschläge: + 5 % KMU und NWT + 5 % Speicherinnovation für KMU und NWT
Solaranlage ab 2.000 m ²	UIK minus VA	Anteilig 30 % der MK + 5 % Speicherinnovation für KMU und NWT
Solaranlage ab 5.000 m ²	UIK minus VA	Anteilig 30 % der MK + 5 % bei Langzeitspeichern (ab 1.000 l/m ² Bruttokollektorfläche) in Kombination mit Wärmepumpe

Tabelle 4: UIK: umweltrelevante Investitionskosten / MK: Mehrkosten / VA: Vergleichsanlage (fossiler Kessel, herkömmliche Kälteanlage)

Abbildung 9: Förderungen des Klimafonds-Programms „Solarthermie - solare Großanlagen“

Den Kosten abzüglich Förderungen werden die Erlöse aus Wärmeverkauf und Verkauf von CO₂-Zertifikaten gegenübergestellt.

HEAT PRODUCTION		Index		
Solar heat	MWh		22,400	0% Risiko
Heat selling price	€/MWh	€	59.00	2.00%
Revenue from heat sales		€		
CO2 savings	t/CO2		5,584 €	16.20 €/MWh
CO2 selling price	€/t	€	65.00	3.00%

Die Wärmegestehungskosten im Jahr 1 der Wärmelieferung wurden nach der Kapitalwertmethode in der Annahme errechnet, dass eine eigens gegründete Betreibergesellschaft die Solaranlage betreibt und die Wärme zu diesem Preis an die Stadtwerke Wörgl verkauft.

Folgende Finanzierungsstruktur wurde angenommen:

35 % Klimafonds-Förderungen

5 % Eigenkapital

60 % Fremdkapital

		25y	30y
Discounted payback period w.o. CAPEX Grant	DPBP	28.0	
Discounted payback period w. CAPEX Grant	DPBP - CG	18.1	
Net present value - w.o. CAPEX Grant	NPV	-€ 1,666,548	€ 1,075,981
Net present value - w. CAPEX Grant	NPV CG	€ 3,969,857	€ 6,712,386
Internal rate of return - w.o. CAPEX Grant	IRR	2.49%	3.66%
Internal rate of return - w. CAPEX Grant	IRR CG	5.62%	6.51%
Benefit-cost ratio w.o. CAPEX Grant	CBR	0.91	1.06
Benefit-cost ratio w. CAPEX Grant	CBR CG	1.30	1.51
Return on Investment	ROI	191%	279%
Marginal Price for Heat incl CO2 (y1)	MP	49.4 €	45.1 €
Marginal Price for Heat without CO2 (y1)	MP -CO2	67.5 €	63.6 €

Abbildung 10 zeigt, dass die Klimafonds-Förderung (CAPEX Grant) sehr wichtig ist, um das Projekt wirtschaftlich darstellen zu können. Ohne die Förderung wäre der Nettobarwert (Net present value) sowohl über 25 als auch über 30 Jahre Betrachtungszeitraum negativ.

Der Marginal Price for Heat incl CO2 (y1) von 49,4 € stellt den Wärmepreis dar, der bei einer internen Verzinsung (internal rate of return) von 0 % erzielbar wäre.

		25y	30y
Discounted payback period w.o. CAPEX Grant	DPBP	28.0	
Discounted payback period w. CAPEX Grant	DPBP - CG	18.1	
Net present value - w.o. CAPEX Grant	NPV	-€ 1,666,548	€ 1,075,981
Net present value - w. CAPEX Grant	NPV CG	€ 3,969,857	€ 6,712,386
Internal rate of return - w.o. CAPEX Grant	IRR	2.49%	3.66%
Internal rate of return - w. CAPEX Grant	IRR CG	5.62%	6.51%
Benefit-cost ratio w.o. CAPEX Grant	CBR	0.91	1.06
Benefit-cost ratio w. CAPEX Grant	CBR CG	1.30	1.51
Return on Investment	ROI	191%	279%
Marginal Price for Heat incl CO2 (y1)	MP	49.4 €	45.1 €
Marginal Price for Heat without CO2 (y1)	MP -CO2	67.5 €	63.6 €

Abbildung 10: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Financial parameters	CAPEX Grant (non-refundable)	€	€ 5,636,404	
	Equity	€/%	€ 939,401	
	Return on Equity	%	15.0%	
	Debt	€/%	€ 11,272,809	
	Debt interest rate (interest rate + commitment charge)	%	3.0%	
	Debt maturity	years	15	
	Corporate tax	%	25.0%	
	Equity share [Equity/(Total CAPEX-CAPEX Grant)]		0.071	
	Debt share [Equity/(Total CAPEX-CAPEX Grant)]		0.857	
	Weighted cost of equity	%	1.1%	
	Weighted cost of Debt	%	2.6%	
	Weighted average cost of capital (WACC) as used Discount factor (DF)	%	3.3%	
Energy and economic parameters	Renewable heat provided by the BigSolar system	MWh/a	22,400	
	CO2 savings by the BigSolar system	t/a	5,584	
	Price for selling renewable heat (HPA rate)	€/MWh	€ 59.0	
	Index for HPA rate	%/a	2.0%	
	Price for selling CO2 (CO2 rate)	€/t	€ 65	
	Index for CO2 rate	%/a	3.0%	
Economic KPIs			25 years	30 years
	Net present value (NPV)	€	-€ 1,666,548	€ 3,969,857
	Internal rate of return (IRR)	%	2.5%	5.6%
	Benefit-cost ratio (BCR)		0.91	1.30
	Discounted payback period (DPP)	years	28.0	28.0
	Levelized cost of heat - CAPEX Grant (LCOH-CG)*	€/MWh	€ 63	€ 58

*LCOH was evaluated by dividing the total discounted cash outflows with the total produced heat over the system's technical lifetime (25 and 30 years)

Abbildung 11: Rahmendaten der ökonomischen Berechnungen

Ökonomisches Potenzial und technische Multiplizierbarkeit

Die aktuellen Entwicklungen im Herbst und Winter 2021 der Großhandelspreise für Österreich von Strom (Spotmarktpreis >300 €/MWh) und Erdgas (Spotmarktpreis >150 €/MWh) zeigen, dass eine fossilfreie Wärmeversorgung nicht nur aus Umweltgründen, sondern auch zur Versorgungssicherheit und Leistbarkeit unabdingbar ist.

Die mit BigSolar Wörgl erzielbaren Wärmepreise liegen zwar über jenen aus Erdgas der letzten Jahre, aber deutlich sowohl unter den aktuellen Gasspotmarkt- und Futurepreisen. Daher ist diese Art der Wärmeerzeugung und -speicherung mit ganzjähriger Wärmelieferung wirtschaftlich und technisch zukunftssträftig. Staatliche Förderungen werden zur Markteinführung dieser Technologie unabdingbar sein. Es ist zu beachten, dass Solarthermie-Anlagen zu großen Teilen aus Stahl, Kupfer, Aluminium und Dämmstoff bestehen. Alle diese Materialien haben in den letzten Monaten auch starke Preissteigerungen erlebt, wenn auch nicht so stark wie Strom und Erdgas. Siehe Abbildung 12 und Abbildung 13.

LME COPPER HISTORICAL PRICE GRAPH

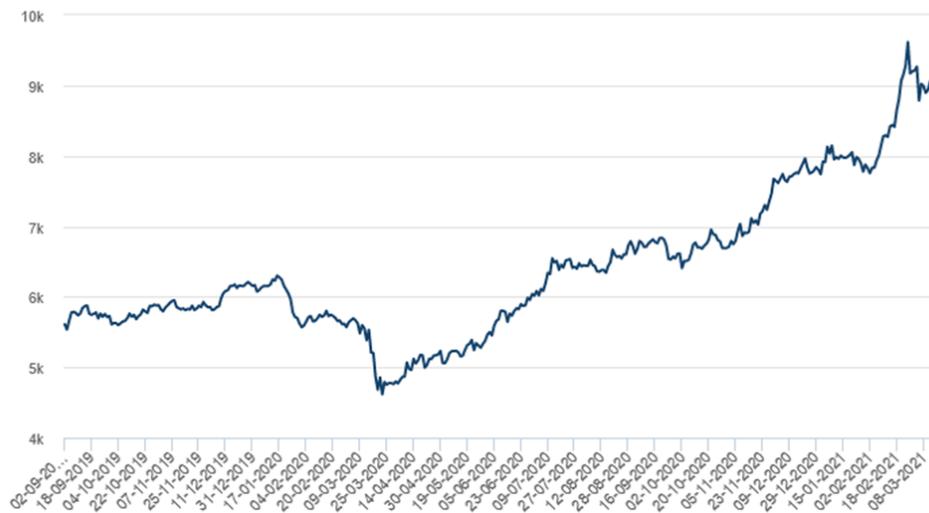


Abbildung 12: Kupferpreis seit 2019. Preis im Dez. 2021: ca. 9600 USD/Tonne

LME ALUMINIUM HISTORICAL PRICE GRAPH



Abbildung 13: Aluminiumpreis seit 2019. Preis im Dez. 2021: ca. 2700 USD/Tonne

Die technische Multiplizierbarkeit der Lösung für Wörgl (14.179 Einwohner) ist sowohl für kleinere aber vor allem auch für größere Gemeinden in Österreich gegeben. Es ist festzuhalten, dass BigSolar-Anlagen, und daher auch die Fernwärme-Netze, in die sie einspeisen, eine gewisse Mindestgröße aus folgenden Gründen haben müssen:

- Der Erdbecken-Saisonalspeicher hat erst ab mehreren 10.000 m³ Speichervolumen ein gutes Oberfläche-Volumen
- Die Solaranlage sollte mind. im mittleren zweistelligen MW-Bereich sein, um Skaleneffekte zu erzielen

- Die fixen Einmalkosten für Planung, Regelung, Finanzierung und Fernwärme-Anbindung sind nicht zu vernachlässigen und lohnen sich nur für große Vorhaben im 7-9-stelligen Euro-Bereich.

1.1.3 Rahmenbedingungen

Die Gespräche mit den zuständigen Behörden haben ergeben, dass folgende Verfahren bzw. Behördengenehmigungen für Projektes notwendig sind:.

- Änderung des Raumordnungskonzeptes inkl. Änderung der Grünzone (Herausnahme der Flächen aus der Grünzone)
- Änderung des Flächenwidmungsplanes (von Freiland in entsprechend definierte Sonderflächen)
- Erlassung eine Bebauungsplanes

Dies sind Verordnungen der Stadtgemeinde Wörgl, bei der es entsprechende Beschlüsse im Gemeinderat bedarf und die von der Aufsichtsbehörde des Landes Tirol genehmigt werden müssen.

Eventuell ist auch eine Stellungnahme der Landwirtschaftskammer notwendig da der überwiegende Teil der Grundstücke derzeit als landwirtschaftlich genutzt und entsprechend gewidmet ist.

Für den Saisonspeicher und für das Technikgebäude sind Baugenehmigungen einzuholen.

Der Saisonspeicher fällt nicht in die Zuständigkeit der Staubeckenkommission, da er weniger als 15 m hoch ist und unter 500.000 m³ Volumen über der Geländeoberkante hat.

Die Pläne des Geländes inkl. Flächenwidmung sind im Anhang ersichtlich.

Die Nachbarschaft kann über Einsprüche den Prozess prinzipiell nur verzögern, da öffentliches Interesse Individualinteresse überstimmt. Mit einer entsprechenden Argumentation und Artikulation öffentlichen Interesses könnte das Projekt somit von dieser Seite nicht verhindert werden. Zumal das äußerste, nordöstlichste Ende der Kollektoranlage über 100 m von der nächsten Wohnbebauung entfernt ist. Der Speicher ist sogar über 500 m davon entfernt. In unmittelbarer Nähe von Kollektoren und Speichern befinden sich nur Gewerbebetriebe.

Umweltschutz/Naturschutz

Folgende Aspekte sind in diesem Bereich als positiv für das Projekt anzuführen:

- Kein Landschaftsschutzgebiet
- Ungünstige Lage für Naherholung und (zwischen Bahnstrecke und Gewerbegebiet)
- Positiver Effekt betreffend Artenvielfalt und Naturlebensräumen, da die Anlage neue Rückzugsorte bringen würde und jedenfalls eine Verbesserung gegenüber der aktuell bestehenden Monokultur bedeuten würde.

- hohes öffentliches Interesse und ökologischer Mehrwert des Projektes gegeben

Wasserrecht

Bez. Wasserrecht ist zu beachten, dass es sich bei den geplanten Flächen um Hochwasser-Retentionsflächen handelt. Daher sind so wenig Flächen wie möglich über das bisherige Niveau aufzuschütten oder zu versiegeln. Betrifft v.a. Speicher, Technikgebäude und evtl. auch asphaltierte Verkehrsflächen.

Seitens der Kollektoranlage stellt dies kein Problem dar. Der Speicher allerdings reduziert die Retentionsflächen. Daher wird dieser in die Höhe gebaut, um sowohl die thermischen als auch die wirtschaftlichen Eigenschaften (Deckelkosten) zu verbessern. Und die Reduzierung der Retentionsflächen wird dadurch minimiert.

Luftfahrtrecht

Die Flugsicherheit wird im Zuge des gewerberechtlichen Verfahrens abgehandelt.

Die Gewerbebehörde stützte sich vormals betreffend der Beurteilung der Flugsicherheit dabei auf die Expertise der zuständigen Bundesbehörde- der Abteilung IV/L 3 Luftfahrt-Infrastruktur des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Das Projektkonzept wurde gemäß §§ 92 und 94 Luftfahrtgesetz mit den entsprechenden Unterlagen mit dem Ansuchen um eine Erstbeurteilung im Zuge dieser Potenzialstudie eingereicht.

Da die Anlage außerhalb einer festgelegten Sicherheitszone zu liegen kommt, ist, falls die Gewerbeordnung nicht anwendbar ist, in Bezug auf die Prüfung in Bezug auf § 85 Abs. 2 Luftfahrtgesetz (LFG) der Landeshauptmann und für die Prüfung von möglichen optischen und oder elektrischen Störwirkungen die Austro Control GmbH (94lfg@austrocontrol.at) zuständig. Dies könnten auch die Zuständigkeiten im Falle eines Gewerbeverfahrens, je nach Verfahren der zuständigen Behörde, sein.

Das BMK ist – vor allem auch seit der Änderung des Luftfahrtgesetzes im August 2021 – lediglich für den Bereich einer festgelegten Sicherheitszone zuständig.

Vergaberecht

Die Stadtwerke Wörgl sind ein gemeindeeigener Betrieb und unterliegen somit dem öffentl. Vergaberecht. Die Anschaffung einer Solaranlage dieser Größenordnung muss somit über eine europaweite Ausschreibung erfolgen.

Anders sieht es bei Abschluss eines Wärmeliefervertrages über die Solarenergie aus. Dieser Wärmeliefervertrag könnte von den Stadtwerken ohne vorige Ausschreibung abgeschlossen werden.

Flächen

Die für die Solaranlage geplanten Flächen stehen derzeit im Eigentum von verschiedenen Personen, u.a. Landwirten. Die Bodenpreise sind im Unteren Inntal

und in Tirol generell sehr hoch, u.a. aufgrund des eingeschränkten Siedlungsraumes. Daher sind langfristige Pachtverträge, über 30 Jahre, über die Flächennutzung anzustreben.

Konzept zur Einbindung der Bevölkerung und der zuständigen Behörden

Die in der Studie beschriebene Großsolaranlage mit Saisonalspeicher stellt einen nicht unwesentlichen Eingriff in das Landschaftsbild innerhalb der Stadtgrenzen von Wörgl dar. Daher wird empfohlen, die Bevölkerung und die zuständigen Behörden (siehe oben) frühzeitig zu informieren und einzubinden. Diese Einbindungsmaßnahmen sollten in enger Abstimmung bzw. durch die Stadtwerke Wörgl und die Stadtgemeinde Wörgl erfolgen.

Das Einbindungskonzept könnte auf 4 Säulen aufbauen:

- Informationsveranstaltungen (Präsenz und/oder online)
- Besucherzentrum vor und während der Baustellenzeit
- Medieninformationen (z.B. Tiroler Tageszeitung, ORF Tirol)
- Eigene Onlinepräsenz für das Projekt (homepage und soziale Medien wie facebook, instagram)

Eine derart große Anlage, vor allem der Saisonalspeicher mit seinem sehr großen Wasserinhalt, kann begründete und unbegründete Widerstände hervorrufen. Daher wird angeraten, die Bürgerinformation und den Bürgerdialog von Professionisten begleiten zu lassen. Diese sollten einschlägige Erfahrung in der Kommunikation von großen Infrastrukturvorhaben vorweisen.

Bei folgenden Entscheidungen können die Bürger von Wörgl, v.a. die Anrainer, eingebunden werden:

- Gestaltung und Nutzung der Speicherkrone und -flanken (z.B. Aussichtsplattform, energetische Nutzung, Rodelhügel)
- Einfluss auf das Biodiversitätskonzept: welche Art von Flora und Fauna soll bevorzugt angesiedelt werden? (so weit möglich)

Alle oben genannten öffentliche Stellen sollten parallel zur Bevölkerung frühzeitig informiert werden und die entsprechenden Ansuchen gestellt werden.

1.2 Variante 2 „SDH – solar district heating - Solaranlage zur sommerlichen Bedarfsdeckung“

1.2.1 Dimensionierung, Anlagen- und Betriebskonzept

Als weiteres Konzept wurden eine solarthermische Anlage zur effektiven Sommerlastabdeckung konzipiert. Vordergründig soll das System den Warmwasserbedarf im Sommer decken und den Einsatz von Erdgas als fossilem Energieträger reduzieren bzw. ersetzen. Abbildung 14 stellt die schematische Darstellung einer solaren Fernwärmeeinspeisung dar. Die erzeugte solare Wärme wird entweder direkt oder über einen Wärmespeicher in das Fernwärmenetz eingespeist. Der Speicher dient nur zur kurzfristigen Zwischenspeicherung und Bedarfssteuerung. Das Ziel ist mit Solarthermie und Industrie-Abwärme der Tirol Milch die Bandlast der Warmwasserversorgung zu decken und den Einsatz des Brennstoffkessels zu reduzieren.

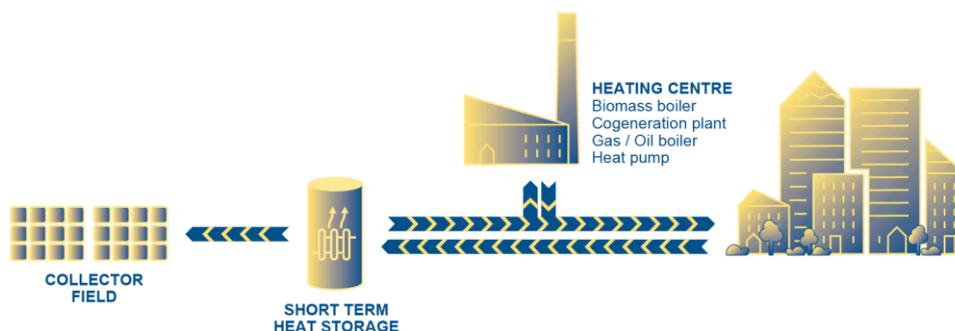


Abbildung 14: schematische Darstellung – Solare Fernwärmeeinspeisung

Die Anlage wurde so ausgelegt, um den Anteil des prognostizierten Gaseinsatz so weit wie möglich zu ersetzen ohne die technisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, speziell hinsichtlich der Dimensionierung des Speichers, zu gefährden.

Unter der Berücksichtigung technischer und energetischer Rahmenbedingungen des Fernwärmenetzes Wörgl und mit Hilfe einer dynamische Systemsimulation wurde ein Freifeldsystem mit 4.650 m² Kollektorfläche (brutto), 3255 kW Nominaleistung, und einem Tagesspeicher von 300 m³ konzipiert. Das Kollektorfeld besteht aus 300 Stück hocheffizienter Großsolarkollektoren mit jeweils 15,5 m² Bruttofläche, die mit einem Reihenabstand von 4 Meter (Vorderkante-Vorderkante) aufgestellt werden. Für die Simulation wurden eine südliche Ausrichtung (0°) und ein Aufständigungswinkel der Kollektoren von 30° gewählt. Die notwendige Freifläche für das System entspricht ca. 8.000 m². Das Kollektorfeld ist mit Rohrleitungen verbunden, Pumpenstationen dienen zur Zirkulation und ein Wärmetauscher trennt das Solarfeld mit dem Fernwärmenetz. Eingespeist wird solare Wärme in das Fernwärmenetz mit 70 – 95°C.

Das effektive Speichermanagement, im Speziellen in Interaktion mit den prognostizierten Industrieabwärmemengen muss einer gesonderten Betrachtung unterzogen werden und wurde hier nicht beachtet.

Tabelle 1: Monatlicher solarer Ertrag und Deckung der Wärmemengen des Gasspitzenlastkessels pro Monat

Monat	Gasspitzenlastkessel	Lieferung an Fernwärme	Deckung
	MWh/m	MWh/m	%
Jan	5 354	26	0%
Feb	5 502	108	2%
Mrz	4 179	230	6%
Apr	1 680	266	16%
Mai	1 041	262	25%
Jun	351	273	78%
Jul	583	297	51%
Aug	563	296	53%
Sep	1 336	202	15%
Okt	1 937	158	8%
Nov	3 680	45	1%
Dez	5 339	12	0%
	2 283	2 176	7%

1.2.2 Ökonomische Betrachtung

Die Investitionskosten von 1,98 Mio EUR teilen sich wie folgt auf:

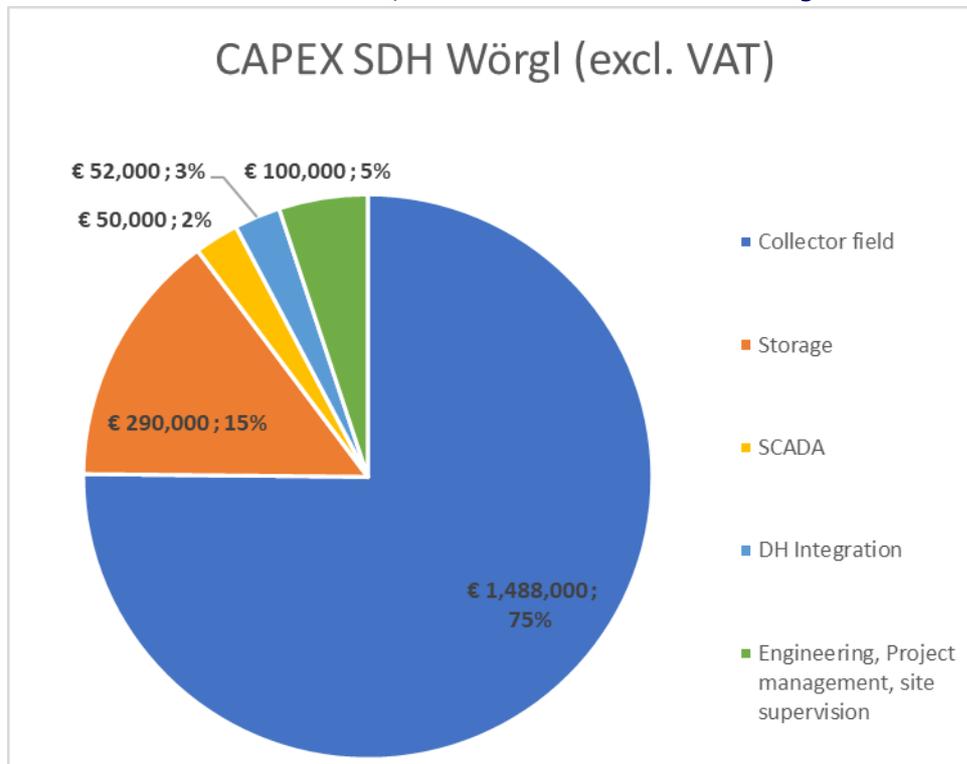


Abbildung 15: Aufschlüsselung der Investitionskosten für SDH Wörgl

OPEX SOLAR	€	Index
Operation	2,611	2.0%
Maintenance	3,699	1.5%
Administration & Management	4,000	2.0%
Insurance	2,500	1.0%
Land lease	800	0.0%
OPEX SOLAR	13,610	

Abbildung 16: Betriebskosten einschließlich Flächenpacht

Obigen Kosten stehen folgende Einnahmen gegenüber:

HEAT PRODUCTION	Index
Solar heat	2,176 MWh (0% Risiko)
Heat selling price	32.00 €/MWh (2.00%)
Revenue from heat sales	
CO2 savings	542 t/CO2 (16.20 €/MWh)
CO2 selling price	65.00 €/t (3.00%)

Die Wärmegestehungskosten im Jahr 1 der Wärmelieferung wurden nach der Kapitalwertmethode in der Annahme errechnet, dass eine eigens gegründete Betreibergesellschaft die Solaranlage betreibt und die Wärme zu diesem Preis an die Stadtwerke Wörgl verkauft.

Folgende Finanzierungsstruktur wurde angenommen:

35 % Klimafonds-Förderungen

5 % Eigenkapital

60 % Fremdkapital

Abbildung 17 zeigt, dass die Klimafonds-Förderung (CAPEX Grant) sehr wichtig ist, um das Projekt wirtschaftlich darstellen zu können. Ohne die Förderung wäre der Nettobarwert (Net present value) sowohl über 25 als auch über 30 Jahre Betrachtungszeitraum negativ.

Der Marginal Price for Heat incl CO2 (y1) von 18,8 € stellt den Wärmepreis dar, der bei einer internen Verzinsung (internal rate of return) von 0 % erzielbar wäre.

		25y	30y
Discounted payback period w.o. CAPEX Grant	DPBP	26.0	
Discounted payback period w. CAPEX Grant	DPBP - CG	16.7	
Net present value - w.o. CAPEX Grant	NPV	-€ 62,558	€ 242,853
Net present value - w. CAPEX Grant	NPV CG	€ 531,442	€ 836,853
Internal rate of return - w.o. CAPEX Grant	IRR	2.99%	4.11%
Internal rate of return - w. CAPEX Grant	IRR CG	6.22%	7.07%
Benefit-cost ratio w.o. CAPEX Grant	CBR	0.97	1.12
Benefit-cost ratio w. CAPEX Grant	CBR CG	1.38	1.60
Return on Investment	ROI	225%	313%
Marginal Price for Heat incl CO2 (y1)	MP	18.8 €	14.1 €
Marginal Price for Heat without CO2 (y1)	MP -CO2	36.9 €	32.6 €

Abbildung 17: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung ohne Saisonalspeicher

Finanzierungs- und Businessmodelle

Den Stadtwerken Wörgl wurden 3 unterschiedliche Businessmodelle zur Projektfinanzierung präsentiert und mit Ihnen diskutiert.

Businessmodell 1 - Kauf der Anlage durch Stadtwerke Wörgl

Pro aus Sicht der Stadtwerke	Contra aus Sicht der Stadtwerke
<ul style="list-style-type: none"> Betriebsführung vollständig in einer Hand (Solaranlage kann in die übergeordnete Betriebsführung integriert werden) 	<ul style="list-style-type: none"> „Ausschreibung“ mit Best/Billigstbieterverfahren (erfüllt nicht alle Qualitätsansprüche) Firmeninterne ROIs mit 6% auf kurzfristigen Zeitraum, teilweise ungünstig für Investitionen in Erneuerbare Energien mit hohen Anfangsinvestitionen und langfristigem Nutzen (ca. 30a) Hausintern wenig Erfahrung/Expertise hinsichtlich Optimierung und Betriebsführung der Anlage

Businessmodell 1 ist für die Stadtwerke Wörgl durchaus vorstellbar. Investitionen in vergleichbarer Größenordnung wurden bereits in den Bau von Wasserkraftwerken sowie in die Errichtung des Fernwärmenetzes der Stadt Wörgl getätigt. Da Wärmeerzeugung und -speicherung im Selbstverständnis der

Stadtwerke zu seinen Kernaufgaben zählt, wäre eine Investition in eine Großsolaranlage durchaus in Erwägung zu ziehen.

Eine endgültige Investitionsentscheidung der Stadtwerke würde aber erst nach einer sorgfältigen Investitions- und Risikoanalyse erfolgen sowie nach politischem Beschluss. Die Stadtwerke stehen mittelbar und unmittelbar im Eigentum der Stadtgemeinde Wörgl.

Businessmodell 2 - Klassisches Contracting- d.h. ein Externer investiert und verkauft Wärme an die Stadtwerke Wörgl

Pro aus Sicht der Stadtwerke	Contra aus Sicht der Stadtwerke
<ul style="list-style-type: none"> • Kein Investor Risiko für die Stadtwerke Wörgl • Externer Spezialist hat eigenes Optimierungsinteresse, führt zu hoher Effizienz der Anlage • Langzeitrisiko bei Contractor (z.B. bei schlechter Anlagenperformance) 	<ul style="list-style-type: none"> • kein/wenig Einblick in Zahlen, • Profit-Chancen bei Contractor, • u.U. Interessensgegensatz Stadtwerke Wörgl/Contractor

Die Stadtwerke Wörgl beziehen bereits Wärme von der Tirol Milch, die über das Fernwärmenetz an die Endkunden geliefert wird. Somit sind die Stadtwerke mit diesem Geschäftsmodell als Contractingnehmer vertraut. Auf Seiten der Contractinggeber gibt es auch interessierte Firmen, wie z.B. die auf Solarthermie-Contracting spezialisierte Firma Solis Calor AB, an der auch die SOLID Solar Energy Systems GmbH beteiligt ist.

Businessmodell 3 - Partnerschafts- Contracting mit Einstiegs/Übernahmeoption für Stadtwerke Wörgl

- Eigene Firma für Errichtung und Betrieb wird gegründet
- Anfangs als KMU mit Beteiligungsmöglichkeit eingeschränkten Ausmaßes für Stadtwerke Wörgl, u.a. wegen Fördermöglichkeiten; restliche Anteile bleiben bei erfahrenen Solarwärme-Contractoren
- Stadtwerke Wörgl können Anteile im Laufe der Jahre aufstocken

Pro aus Sicht der Stadtwerke	Contra aus Sicht der Stadtwerke
<ul style="list-style-type: none"> • Vergabeverfahren leichter qualitativ hochwertig zu gestalten, Anforderungen können von Solarexperten leichter definiert werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Ansatz ist bei vielen EVUs noch wenig bekannt

<ul style="list-style-type: none"> • Projektfinanzierung mit ROI auf 15-20 Jahre, 2-3% Realzinssatz ermöglichen Projekte, die sonst u.U. nicht realisiert würden • partnerschaftliches Optimierungsinteresse, Spezialistenwissen in Projekt als Investor/Betreiber integriert • Volle partnerschaftliche Integration beider Partner 	
--	--

Aufgrund der oben genannten Vorteile wäre das Partnerschaftscontracting für die Stadtwerke durchaus interessant. Allerdings besteht damit noch keinerlei Erfahrung, somit müssten dem umfangreiche, auch juristische, Prüfungen vorausgehen.

Auch erfahrene Solarwärme-Contractoren haben mit diesem Modell noch keine Erfahrung und würden somit Neuland betreten.

Zusätzlich wurde von den Stadtwerken das Interesse an der Möglichkeit einer Bürgerbeteiligung geäußert. Bürgerbeteiligungen wurden in Österreich und anderswo bereits bei zahlreichen Energieprojekten praktiziert. Z.B. in den Bereichen Solar- und Windenergie. Durch eine finanzielle Beteiligung von interessierten Wörgler Bürgern wäre es sicherlich möglich, die Identifikation mit dem BigSolar-Projekt zu erhöhen.

Eine Bürgerbeteiligung wäre mit allen drei Businessmodellen möglich. Für die Umsetzung gibt es verschiedenste Modelle², von denen ein passendes auszusuchen oder zu adaptieren wäre.

1.2.3 Rahmenbedingungen

Die bereits in Kapitel 1.1.3 aufgezeigten behördlichen Auflagen gelten im wesentlichen auch für die kleinere Solaranlage:

- Änderung des Raumordnungskonzeptes inkl. Änderung der Grünzone (Herausnahme der Flächen aus der Grünzone)
- Änderung des Flächenwidmungsplanes (von Freiland in entsprechend definierte Sonderflächen)
- Erlassung eines Bebauungsplanes

² Leitfaden Solarthermie BürgerInnenbeteiligung 2017 (<https://www.aee-intec.at/0uploads/dateien1548.pdf>)

Für die Kollektoranlage würde eine Änderung des Flächenwidmungsplanes ausreichen, für das Technikgebäude mit Stahltank-Wärmespeicher ist aber eine Baugenehmigung erforderlich.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Beide in der Studie beschriebenen Varianten haben ihre Vorzüge. Welche Variante zu bevorzugen ist, hängt von den anderen Wärmeerzeugungsoptionen der Stadtwerke Wörgl ab. Es wird noch einige Monate dauern, bis diese abschließend geklärt sind.

Es hat sich wieder einmal bestätigt, dass passende und erschwingliche Flächen wesentlich für die Realisierung einer Großsolaranlage mit Saisonspeicher sind. Für die Suche und Auswahl von Flächen sollten allen wesentlichen Stakeholder wie Vertreter von Stadtwerken, Gemeinde etc. konsultiert werden. Vorrangig sollte die Nutzung von anderweitig schwer oder nicht nutzbaren Flächen in Betracht gezogen werden. Wie z.B. abgedeckte Deponieflächen, an Verkehrsflächen grenzende Flächen oder Gewerbe- und Industriebrachen.

Zudem hat sich gezeigt, dass die technische und wirtschaftliche Abschätzung von Saisonalwärmespeichern zum Bau in Österreich schwierig ist. Es bestehen Erfahrungen aus anderen Ländern, v.a. aus Dänemark, wo schon einige Großspeicher in den letzten Jahren gebaut wurden. In Anbetracht der Tatsache, dass der Bedarf an saisonaler Energiespeicherung für die kommenden Jahrzehnte als sehr hoch eingeschätzt wird und saisonale Wärmespeicherung wesentlich kostengünstiger als saisonale Stromspeicherung ist, wäre eine dynamische Marktentwicklung mit zahlreichen gebauten Speichern sehr hilfreich. Das Exportpotential dieser Technologie ist nicht zu unterschätzen. Daher ist es sehr begrüßenswert, dass der Klimafonds eine Zusatzförderung für Projekte mit saisonaler Wärmespeicherung gewährt.

Empfehlungen für zukünftige Projekte:

sowohl BigSolar-Lösungen mit saisonaler Wärmespeicherung als auch kleinere Solaranlagen zur Sommerlastabdeckung (SDH – solar district heating) stellen wesentliche Eingriffe in ein Fernwärmesystem dar. Daher ist zu Beginn aller Überlegungen und Planungen die Einbeziehung aller Stakeholder notwendig. Mögliche andere erneuerbare Wärmeeinspeiser sind inklusive Jahresprofil von Energiemengen und Temperaturen zu identifizieren und technisch und wirtschaftlich zu beurteilen. Mögliche Abwärmenutzungen aus Industrien oder Müllverbrennungsanlagen führen z.B. oft dazu, dass kleinere Solaranlagen zur Sommerlastabdeckung (SDH) aufgrund schon durch Abwärme abgedeckter Sommerlast technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll sind. Auch die Suche nach geeigneten Flächen ist so früh wie möglich zu starten.

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Varianten wurde auch, auf Wunsch der Stadtwerke Wörgl, eine Variante mit um 5 Kelvin niedrigeren Fernwärme-

Netztemperaturen gerechnet. Dadurch konnte der jährliche Solarertrag um 4,3 % erhöht werden. Bei gleichem Flächen- und Kapitaleinsatz. Dies zeigt, wie wichtig die Erreichung möglichst niedriger Fernwärme-Netztemperaturen ist. Sehr viele Wärmenetze in Österreich haben relativ hohe Rücklauf-Temperaturen um 60 °C und damit wesentlich schlechtere Voraussetzungen zur Einbindung von nicht-verbrennenden Technologien wie Solarthermie, Industrie-Abwärme, Geothermie, Wärmepumpen. Auch saisonale Wärmespeicher profitieren enorm von niedrigen Netztemperaturen. Daher wird empfohlen, auch immer das Potential zur Netztemperatur-Absenkung zu Projektbeginn zu prüfen. Dass der Betrieb von Wärmenetzen mit Rücklauftemperaturen von 40-50 °C möglich ist, zeigen zahlreiche Wärmenetze in Skandinavien und in Ländern des Westbalkans.

C) Projektdetails

5 Arbeits- und Zeitplan

Der für die Umsetzung erstellte Zeitplan beruht auf der Annahme, dass eine Projektgesellschaft die Anlage BigSolar Wörgl baut und betreibt und die Solarwärme an die Stadtwerke Wörgl verkauft. Wenn die Stadtwerke Wörgl die Anlage selbst errichten würden, sähe der Umsetzungsplan anders aus.

	Start	Ende
1 Machbarkeitsstudie	02/21	12/21
2 Betreiber- und Projektgesellschaft	03/22	05/22
3 Finanzierungsplanung - Projektkentwicklung	04/22	06/22
4 Rahmenbedingungen und Anforderungskatalog	01/22	04/22
5 Vorvertrag mit Kunden (Absichtserklärung)	03/22	06/22
6 Vorplanung	07/22	08/22
7 Entwurfsplanung (Basic Engineering)	08/22	01/23
8 Landsicherung	09/22	12/23
9 Finanzierungsplanung - Bauphase	03/23	02/24
10 Genehmigungsplanung	01/23	12/23
11 Vertrag mit Kunden (Wärmeliefervertrag)	10/23	01/24
12 Ausführungsplanung (Detail Engineering)	01/24	12/24
13 Vergabe bzw. Ausschreibung, Angebotsvergleich u	03/24	12/24
14 Bau der Anlage	01/25	12/25
15 Inbetriebnahme der Anlage	11/25	11/25
16 Probebetrieb & Leistungstest	12/25	06/26
17 Wärmelieferung an Kunden	01/26	05/51
M1 Abschluss Vorvertrag	06/22	06/22
M2 Abschluss endgültige Projektdefinition	08/22	09/22
WB Übergabe der Anlage an den Betreiber	01/26	01/26

BigSolar Wörgl - Projektumsetzungsplan

6 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Seitens der Stadtwerke Wörgl und SOLID ist geplant, die Ergebnisse der Studie mithilfe des Unternehmens Wasser Tirol an verschiedene Gemeinden im Land Tirol zu verbreiten. Wasser Tirol hat u.a. Wärmeraumplanung für Regionen und Energiestrategien für Gemeinden in seinem Portfolio. Beides passt sehr gut für die hier beschriebene Form der erneuerbaren Wärmeherzeugung.

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.