

1. Zwischenbericht zum Projekt

WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITFORSCHUNG ZUM FÖRDERPROGRAMM „DEMOPROJEKTE SOLARHAUS 2015“

Autoren

Walter Becke, Projektleitung
Christian Fink
Roman Stelzer

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Bernd Windholz
Max Blöchle
Franz Helminger
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Gleisdorf, im Dezember 2016

Auftraggeber

Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien



Beauftragt im Rahmen des Förderprogramms „Solarthermie –
Demoprojekte Solarhaus 2015“ – (GZ B574479)

Programmabwicklung:

Kommunkredit Public Consulting

Türkenstraße 9
1092 Wien



Auftragnehmer und Projektleitung:

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19
Tel.: +43-3112 5886 – 0
Fax: +43-3112 5886 –18
E-Mail: c.fink@aee.at
www.aee-intec.at



Projektpartner:

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

A-1210 Wien, Donau-City-Straße 1
www.ait.ac.at



Forschungsgruppe ASiC

FH-OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH

Ringstraße 43a, A-4600 Wels
www.asic.at



Inhalt

1	KURZFASSUNG	4
2	EINLEITUNG	5
3	ÜBERBLICK ÜBER DIE BEGLEITFORSCHUNGSPROJEKTE	7
4	BESCHREIBUNG DER TÄTIGKEITEN IN VERBINDUNG MIT DEN MESSANLAGEN IM BERICHTSZEITRAUM.....	9
5	VERBREITUNGSAKTIVITÄTEN	11
6	KENNZAHLEN AUS SIMULATION UND MESSUNG IM ANLAGENVERGLEICH	12
6.1	Kennzahlenvergleich	12
7	BESCHREIBUNG DER PROJEKTE UND DARSTELLUNG DER RELEVANTEN MESSERGEBNISSE.....	14
7.1	Solarhaus Bader, V.....	14
7.2	Solarhaus Daxer, S.....	21
7.3	Solarhaus Förster, NÖ	26
7.4	Solarhaus Kröpfl, K	31
7.5	Solarhaus Zeiner, S	35
7.6	Solarhaus Gamauf, NÖ	40
7.7	Solarhaus Wurzer-Rapolter, NÖ	46
7.8	Solarhaus Salchinger, St	51
7.9	Solarhaus Miksche, W	57
7.10	Solarhaus Tomes, St.....	61
7.11	Solarhaus Zündt, V.....	65
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

1 Kurzfassung

Österreich kann im Bereich kleiner Heizung-Warmwasser-Kombinations-Anlagen auf eine lange und sehr erfolgreiche Historie verweisen. Daher gibt es im privaten Bereich ein nicht zu vernachlässigendes Potential für große Solarthermie Anlagen, da laut der EU-Gebäuderichtlinie ab dem Jahr 2020 nur mehr sogenannte „nearly zero energy buildings“ errichtet werden dürfen. Die Richtlinie schreibt vor, dass ein wesentlicher Teil der notwendigen Energie aus erneuerbaren Quellen am Standort stammen soll.

Vor diesem Hintergrund definierte der Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung im Arbeitsprogramm 2014 erstmals einen Förderschwerpunkt für private Ein- und Zweifamilienhäuser mit einem solaren Deckungsgrad von mindestens 70%. Bisher wurden drei erfolgreiche Ausschreibungen durchgeführt und es wurden Förderzusagen an über 50 Projekte vergeben. Als zentrale Instrumente des Förderprogramms wurden einerseits eine spezielle Anreizförderung und andererseits eine wissenschaftliche Programmbegleitung gewählt.

Die Hauptaufgabe der wissenschaftlichen Programmbegleitung liegt dabei in der Durchführung von Einreichberatungen für die Förderwerber, der technischen Unterstützung im Umsetzungsprozess sowie der nachfolgenden messtechnischen Begleitung ausgewählter Projekte über zumindest ein Jahr. Neben der Einleitung von Optimierungsschritten bei den konkreten Projekten, gilt es die Erkenntnisse aus dem Messprogramm gezielt in der Weiterentwicklung der Technologieschwachstellen und beim Aufzeigen von weiterführendem Forschungsbedarf einzusetzen.

Das Begleitforschungsteam war im gegenständlichen Berichtszeitraum (Dezember 2015 bis November 2016) mit den 12 im Monitoringprogramm befindlichen Projektverantwortlichen in intensivem Kontakt. Dabei galt es im ersten Schritt neben dem Projektstatus (Umsetzungszeitplan) insbesondere die technischen Details (wie z.B. Anlagenhydraulik) und die Details zum Monitoringkonzept abzuklären. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass 4 Solarhäuser bereits errichtet wurden, 4 sind in der Umsetzung, der Bau von 3 weiteren wird demnächst beginnen und bei einem Solarhaus ist aktuell unklar, ob es umgesetzt wird.

Die durchgeführten Arbeiten und Resultate können wie folgt zusammengefasst werden:

- o Kontakthaltung mit 12 im Monitoringprogramm befindlichen Projektverantwortlichen und dessen Partnern (Planer, ausführende Unternehmen, Regelungsfirmen, etc.)
- o Unterstützungsleistungen bei der technischen Projektumsetzung (Umsetzung des „Stand der Technik“)
- o Systemhydraulik und Monitoringkonzept – Erstellung von harmonisierten Blockschaltbildern für 11 Projekte
- o Begleitung bei der Planung, Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems bei insgesamt 11 Projekten
- o Laufende Verbesserungen betreffend Messkonzept und Messtechnik (Sensorik, Datenlogger, Schnittstellen mit Regelungsgeräten, Datentransfer, automatisierte Ausleseroutine, Datenbankintegration, Plausibilitätsprüfungen, etc.)
- o Weiterentwicklung von standardisierten Darstellungen und Abbildungen zur Visualisierung der Messergebnisse
- o Einbringen der gewonnenen Erkenntnisse in Neuauflagen des gegenständlichen Förderprogramms
- o Wissenstransfer durch 2 Veröffentlichungen

2 Einleitung

Österreich kann im Bereich kleiner Heizung-Warmwasser-Kombinations-Anlagen auf eine lange und sehr erfolgreiche Historie verweisen. Daher gibt es im privaten Bereich ein nicht zu vernachlässigendes Potential für große Solarthermie Anlagen da laut der EU-Gebäuderichtlinie ab dem Jahr 2020 nur mehr sogenannte „nearly zero energy buildings“ errichtet werden dürfen. Die Richtlinie schreibt vor, dass ein wesentlicher Teil der notwendigen Energie aus erneuerbaren Quellen am Standort stammen soll.

Vor diesem Hintergrund definierte der Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung im Arbeitsprogramm 2014 erstmals einen Förderschwerpunkt für private Ein- und Zweifamilienhäuser mit einem solaren Deckungsgrad von mindestens 70%. Bisher wurden drei erfolgreiche Ausschreibungen durchgeführt und es wurden Förderzusagen an über 50 Projekte vergeben. Als zentrale Instrumente des Förderprogramms wurden einerseits eine spezielle Anreizförderung und andererseits eine wissenschaftliche Programmbegleitung gewählt.

Das Förderprogramm

Das Förderprogramm richtet sich an (Mit-)Eigentümer, Bauberechtigte oder Mieter von Ein- und Zweifamilienhäusern im Neubau oder Bestand. Als Fördervoraussetzungen gelten folgende Bedingungen:

- Mindestens 70% solare Deckung des Wärmebedarfs für Warmwasser und Raumwärme
- Ein spezifischer Heizwärmebedarf (HWB) nach OIB¹ kleiner oder gleich 35 kWh/m²_{BGFA}
- Biomassekessel, -ofen oder Wärmepumpe als Nachheizsystem

Die Förderquote variiert je nach erreichtem spezifischem Heizwärmebedarf (HWB) von 40% der umweltrelevanten Investitionskosten bei einem HWB von 35 kWh/m²_{BGFA}, 45% bei einem HWB von 22 kWh/m²_{BGFA} und 50% bei einem HWB von 10 kWh/m²_{BGFA}.

Als Nachweis für den Heizwärmebedarf des Gebäudes wurde der OIB Energieausweis verlangt. Die Verwendung von PHPP² wurde für die Berechnung und Auslegung von Passivhäusern empfohlen.

Die wissenschaftliche Programmbegleitung

Ziel der wissenschaftlichen Programmbegleitung ist die Umsetzung von Anlagen nach dem letzten Stand der Technik sowie die Funktionalität und Effizienz der Anlagen in einem einjährigen Monitoringprozess zu bestimmen, Optimierungspotenziale zu detektieren und umzusetzen sowie basierend auf den Erfahrungen und Erkenntnissen gezielt Anstöße für die strukturierte Weiterentwicklung der Technologie zu geben. Nachfolgend sind die wesentlichen Aktivitäten der Programmbegleitung zusammengefasst:

- o Durchführung von technischen Beratungen vor Fördereinreichung (verpflichtend für jeden Förderwerber)
- o Prüfung der Systemhydraulik und ggf. Rückmeldung von Verbesserungsmaßnahmen – Erstellung von harmonisierten Blockschaltbildern

¹ OIB Energieausweis

² Passivhaus-Projektierungspaket

- o Definition eines Monitoringkonzeptes (Input-Output Bilanzierung) und Spezifikation der Messtechnik
- o Unterstützungsleistungen bei der technischen Projektumsetzung (Umsetzung des „Stand der Technik“ und des Monitoringkonzeptes)
- o Begleitung bei der Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems
- o Laufende Verbesserungen betreffend Messkonzept und Messtechnik (Sensorik, Datenlogger, Schnittstellen mit Regelungsgeräten, Datentransfer, automatisierte Ausleseroutine, Datenbankintegration, Plausibilitätsprüfungen, etc.)
- o Messdatengestützte Analyse des Anlagenbetriebs über die Monitoringphase von einem Jahr. Üblicherweise stellt sich in den ersten Betriebsmonaten eine höhere Analyseintensität (detaillierte Prüfung des Verhaltens aller hydraulischer Kreisläufe und ggf. Detektion von Optimierungspotenzialen) ein.
- o Weiterentwicklung von standardisierten Darstellungen und Abbildungen zur Visualisierung der Messergebnisse – regelmäßige Darstellung aller bereits in Betrieb befindlichen Messanlagen
- o Aufzeigen und Umsetzung von Optimierungspotenzial in Zusammenarbeit mit den Förderwerbern bzw. mit dessen Partnern.
- o Gespräche mit der Programmleitung beim Klima- und Energiefonds – dadurch kann einerseits direkt Rückmeldung zum Status Quo der Technologie gegeben werden und andererseits können gewonnene Erkenntnisse in Neuauflagen des gegenständlichen Förderprogramms eingebracht werden.
- o Aufzeigen von bestehendem Forschungsbedarf und Kommunikation den Klima- und Energiefonds betreffend die Möglichkeit der Auslobung in zukünftigen Forschungsausschreibungen.

Im gegenständlichen Zwischenbericht werden die Aktivitäten und Erfahrungen zur Programmausschreibung 2015 im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zusammengefasst.

3 Überblick über die Begleitforschungsprojekte

Zu Beginn des Berichtszeitraums wurde mit den 12 für die Begleitforschung ausgewählten Förderwerbern Kontakt aufgenommen und der aktuelle Status der Bauvorhaben abgefragt. Gleichzeitig wurde in Erfahrung gebracht, ob es seit der Einreichung zu Planänderungen bez. Hydraulik oder technischen Details gekommen ist. Abhängig vom Baufortschritt wurde in weiterführenden Gesprächen – meist mit den ausführenden Haustechnikern - das endgültige Monitoringkonzept erarbeitet.

Zum Zeitpunkt der Berichtslegung hat bei einem Bauvorhaben (BV) die Monitoringphase bereits begonnen, 4 Anlagen sind in Betrieb und die Umsetzung des Monitoringsystems ist in Arbeit, 3 Anlagen werden gerade errichtet, 3 Anlagen sind noch in der Planungsphase und bei einem Bauvorhaben ist die Umsetzung noch unsicher.

Details zum Umsetzungsstatus der einzelnen Projekte können im Überblick Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Übersicht und Umsetzungsstatus zu den 12 für die Begleitforschung ausgewählten Projekten im Förderprogramm 2015

BV	Speicher		BKF ³	Projektstatus	Zuständigkeit Begleitforschung
	Beton	Wasser			
Bader	48 m ³	1,2 m ³	27,4 m ²	Monitoring läuft	AEE INTEC
Daxer	36 m ³	1,6 m ³	18 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AIT
Förster	38 m ³	1,0 m ³	13,5 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
Kröpfl	Nein	1,5 m ³	23,7 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
Zeiner	26 m ³	1,6 m ³	15,7 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
Gamauf	Nein	10 m ³	42 m ²	Anlage in Umsetzung	AIT
Rapolter	79 m ³	2 m ³	27 m ²	Anlage in Umsetzung	AIT
Salchinger	Nein	4,5 m ³	31 m ²	Anlage in Umsetzung	AIT
Miksche	28 m ³	1,5 m ³	30,3 m ²	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
Tomes	Nein	7,1 m ³	24,9 m ²	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
Zündt	43 m ³	1,2 m ³	28,1 m ²	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
Pranzl	72 m ³	1,3 m ³	40,2 m ²	Unklar, ob Anlage gebaut wird	AIT

Im Zusammenhang mit der Auszahlung von Förderraten durch die KPC übernimmt die Begleitforschung zu zwei Zeitpunkten die Bestätigung zum Status Quo des Anlagenmonitorings. Die erste Bestätigung wird von der Begleitforschung ausgestellt, wenn der Förderwerber das Monitoringkonzept wie vereinbart umgesetzt hat und die Messdaten vollständig und plausibel über einen Zeitraum von zwei bis drei Wochen beim jeweils zuständigen Institut der Begleitforschung eintreffen. Ab diesem Zeitpunkt startet dann die offizielle, einjährige Monitoringphase. Den zweiten relevanten Zeitpunkt bildet der Abschluss der einjährigen Monitoringphase, der ebenso vom Team der Begleitforschung bestätigt wird. Zum Zeitpunkt der Berichtslegung befand sich ein Projekt in der einjährigen Monitoringphase. Der Status der Anlagen aus dem Förderprogramm 2015 ist

³ Bruttokollektorfläche

Abbildung 1 zu entnehmen. Bei AEE INTEC werden 7 Projekte begleitet, bei AIT sind es 4 (oder 5) Projekte.

AEE INTEC				
Projektname	Bestätigung		Start	Ende
	1.	2.		
Bader			Dez. 16	
Förster				
Kröpfl				
Miksche				
Tomes				
Zeiner				
Zündt				

AIT				
Projektname	Bestätigung		Start	Ende
	1.	2.		
Daxer				
Gamauf				
Pranzl				
Rapolter				
Salchinger				

Abbildung 1 Status Quo der ausgestellten offiziellen Bestätigungen zu den 11 (bzw. 12) Messprojekten - unterteilt in Zuständigkeiten von AEE INTEC oder AIT (Förderprogramm 2015)

4 Beschreibung der Tätigkeiten in Verbindung mit den Messanlagen im Berichtszeitraum

Kontakthaltung mit Bauherrn und dessen Partnern

Um die Basis für die Durchführung der wissenschaftlichen Begleitforschung zu schaffen (Hydraulik- und Messkonzept, Spezifikation der Messtechnik, ggf. Bestellung und Montage, Inbetriebnahme, erste Auswertungen, etc.), mussten zahlreiche Informationen zu den Messanlagen gesammelt sowie ein reger Austausch zwischen den Bauherrn und dessen Partnern (Haustechnikplaner, Installationsbetrieb, Elektriker, etc.) betrieben werden.

Unterstützungsleistungen bei der technischen Projektumsetzung (Umsetzung des „Stand der Technik“)

Die von den Anlagenbetreibern übermittelten Hydraulikkonzepte und Unterlagen wurden analysiert, gegebenenfalls vorhandenes Verbesserungspotenzial definiert und mit den Anlagenbetreibern Rücksprache gehalten. So konnten Optimierungspotentiale bereits im Zuge der Umsetzung berücksichtigt werden.

Systemhydraulik und Monitoringkonzept – Erstellung von harmonisierten Blockschaltbildern

Des Weiteren erfolgte für die 11 Messprojekte aus dem Begleitforschungsprogramm die Festlegung des Monitoringkonzeptes in Anlehnung an die Vorgaben im speziell definierten Monitoringleitfaden und die Spezifikation der Messtechnik. Basierend auf diesem Wissensstand wurden zwecks einheitlicher Darstellung im gegenständlichen Forschungsprojekt harmonisierte Blockschaltbilder der gesamten Wärmeversorgungsanlage inkl. eingezeichneter Messpunkte erstellt.

Entwicklung bzw. Weiterentwicklung eines kostengünstigen Datenlogging-Systems

Ähnlich der Kopplung mit Gebäudeleittechniksystemen bei der wissenschaftlichen Begleitung im Förderprogramm „Solare Großanlagen“ konnten auch bei den Einfamilienhäusern Möglichkeiten zur Reduktion der Messtechnikkosten identifiziert werden.

Der Regelungshersteller Technische Alternative (TA) stellt ein „Control and Monitoring Interface“ (C.M.I.) zur Verfügung mit dem Mess- bzw. Regelungsdaten ausgelesen werden können. Bei Einsatz dieser Regelung oder ähnlicher Produkte, kann ggf. auf das Standard-Datenlogging-System verzichtet werden, sofern Sensoren mit ausreichender Genauigkeit (lt. Monitoringleitfaden) eingesetzt werden und eine korrekte Datenübertragung durch den Anlagenbetreiber sichergestellt werden kann. Die Erprobung der Funktion und die Bewertung der Eignung für die Begleitforschung werden aktuell bei einzelnen Solarhäusern durchgeführt.

Messkonzept für Biomasse-Wohnraumgeräte

Etwa die Hälfte der Solarhäuser in der Begleitforschung nutzt als Nachheizung einen wassergeführten Kachelofen oder ein ähnliches, feste Biomasse nutzendes Gerät mit Aufstellungsort Wohnraum. Der Wärmeeintrag in den Pufferspeicher wird in allen Fällen von einem Wärmemengenzähler erfasst. Die Messung des über Strahlung an den Raum abgegebenen Wärmeanteils erweist sich etwas komplexer.

Hier wird unter Einbeziehung des Förderwerbers die gesamte Holzmenge über eine Heizsaison bestimmt und durch repräsentative Messungen auch der Feuchtegehalt des Holzes ermittelt. Zur Bestimmung des Strahlungsanteils sind spezifische Messungen an repräsentativen Tagen in der Heizperiode geplant.

Begleitung bei der Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems

Die Bauherrn und deren Partner wurden hinsichtlich der Beschaffung, der richtigen Positionierung, der Montage als auch der Verkabelung umfangreich betreut. Bei der Inbetriebnahme des Anlagenmonitorings werden Arbeitsschritte wie z.B. Prüfung der Sensorpositionen, die Programmierung der Datenloggersoftware, das Klemmen aller Sensorkabel am Datenlogger, die Inbetriebnahme des Datenloggings, die Aufzeichnungsüberprüfung aller Sensoren, die Überprüfung der Datenübertragung (Fernübertragung), etc. erforderlich. Im Zuge des für die Messtechnik-Inbetriebnahme notwendigen Vorort-Termins erfolgt auch der Vergleich der seitens der Anlagenbetreiber übermittelten Hydraulikkonzepte mit den tatsächlich erfolgten Installationen. Gegebenenfalls vorhandene Abweichungen werden am Planstand vermerkt und an den Anlageneigentümer kommuniziert.

Herstellung einer automatisierten Ausleseroutine und Integration in eine Datenbank

Bei Anlagen mit in Betrieb befindlicher Messdatenerfassung werden die Messdaten am Datenlogger oder in der Regelung zwischengespeichert, einmal täglich per Fernzugriff (je nach örtlicher Gegebenheit über Festnetz, GSM-Netz, Internet) ausgelesen und in weiterer Folge in einer eigens definierten Datenbank für Messdaten abgelegt. Beim Einspielen in die Datenbank erfolgt eine erste automatisierte Plausibilitätsprüfung der Messdaten (Vollständigkeit, Messdatenformat, Grenzwertüberschreitung, etc.).

Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von standardisierten Darstellungen und Abbildungen zur Visualisierung der Messergebnisse

Hinsichtlich einer harmonisierten Darstellung der Messergebnisse zu den einzelnen Messanlagen wurden einzelne standardisierte Darstellungen und Abbildungen definiert. Zu erwähnen sind dabei insbesondere die Darstellungen „Energiebilanz – Input/Output/Analyse“, „Spezifischer Jahressolarertrag – Vergleich Messung und Simulation“, „Solarer Deckungsgrad – Messung vs. Simulation“, „Verbraucherverhalten – Messung vs. Simulation“ sowie eine Vielzahl „Ausgewählter Temperaturverläufe“.

5 Verbreitungsaktivitäten

Das Team der wissenschaftlichen Begleitforschung hat innerhalb des Projektzeitraums zwei Vorträge bei einschlägigen Veranstaltungen gehalten (in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Demoprojekte Solarhaus“ für die Ausschreibungsjahre 2014, 2015 und 2016).

In der nachfolgenden Tabelle 2 können die kumulierten Disseminierungsaktivitäten (Veranstaltungen inkl. Vortragstitel und Teilnehmerzahlen) entnommen werden.

Tabelle 2: Übersicht zu durchgeführten Verbreitungsaktivitäten im bisherigen Projektzeitraum

<i>Art der Veranstaltung</i>	<i>Titel der Veranstaltung</i>	<i>Vortragstitel</i>	<i>Teilnehmer</i>
<i>Symposium</i>	<i>OTTI 2016 – Symposium Thermische Solarenergie</i>	<i>Mit dem Solar-Aktivhaus zum Nearly-Zero-Emission-Building - Wissenschaftliche Begleitforschung</i>	<i>ca. 250</i>
<i>Symposium</i>	<i>Gleisdorf Solar 2016</i>	<i>Mit dem Solar-Aktivhaus zum Nearly-Zero-Emission-Building Wissenschaftliche Begleitforschung verschiedener Gebäudetypologien mit hohem solaren Deckungsgrad</i>	<i>ca. 150</i>

6 Kennzahlen aus Simulation und Messung im Anlagenvergleich

6.1 Kennzahlenvergleich

Zur Darstellung der prognostizierten Ergebnisse zum Zeitpunkt der Einreichung werden in den nachfolgenden drei Abbildungen die wesentlichen Kennzahlen der 12 solaren Wärmeversorgungsanlagen dargestellt. Abbildung 2 zeigt dazu die in der Einreichphase prognostizierten jährlichen spezifischen Solarerträge (kWh/m^2 Aperturfläche und Jahr), Abbildung 3 die prognostizierten solaren Deckungsgrade und Abbildung 4 die prognostizierten Wärmeverbräuche.

Zu beachten ist, dass eine isolierte Interpretation bzw. ein direkter Vergleich des spezifischen Solarertrags der untersuchten Anlagen nicht möglich ist. Vielmehr müssen die speziellen Rahmenbedingungen jedes Projektes (Höhe des solaren Deckungsgrades, Speicher- und Kollektortyp, etc.) genauso berücksichtigt werden wie die tatsächlichen Verbrauchsverhältnisse.

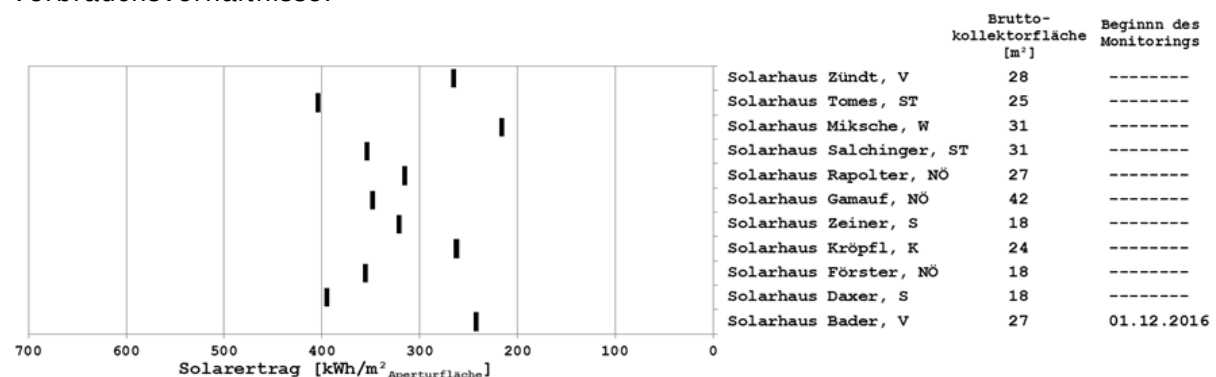


Abbildung 2: Darstellung der prognostizierten spezifischen Solarerträge (schwarze Striche) der 11 Solarhäuser, die schon umgesetzt sind oder sich in der Planungsphase befinden

Die Bandbreite der prognostizierten spezifischen Solarerträge reicht von 213 bis 401 $\text{kWh/m}^2\text{a}$. Die Solarerträge bis um 300 $\text{kWh/m}^2\text{a}$ sind als realistisch anzusehen. Ein spezifischer Solarertrag von 400 $\text{kWh/m}^2\text{a}$ (Solarhaus Tomes) bei einem prognostizierten solaren Deckungsgrad von rund 79% (vgl. Abbildung 3) erscheint entsprechend bisherigen Erfahrungen als zu optimistisch.

Betreffend die Darstellung des solaren Deckungsgrades wird folgende mathematische Definition verwendet:

$$SD = \frac{Q_{\text{Solar}}}{Q_{\text{konv We}} + Q_{\text{Solar}}} \quad \text{Gleichung 1}$$

Q_{Solar} jährlicher Wärmeinput des Solarsystems, gemessen auf der Sekundärseite des Solarkreises (nach Möglichkeit in der Systemhydraulik)

$Q_{\text{konv We}}$ jährlicher Wärmeinput des konventionellen Wärmeerzeugers, gemessen zwischen Energiespeicher und Wärmeerzeuger (nach Möglichkeit in der Systemhydraulik)

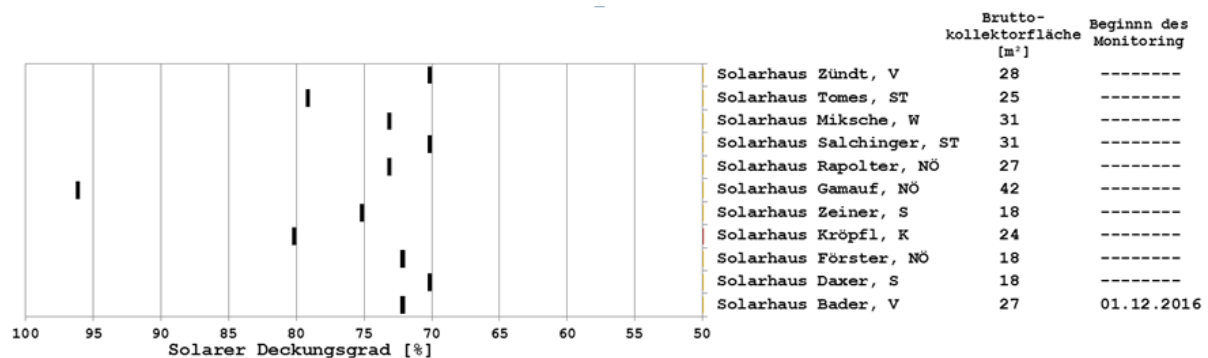


Abbildung 3: Darstellung der prognostizierten solaren Deckungsgrade (schwarze Striche) der 11 Solarhäuser, die schon umgesetzt sind oder sich in der Planungsphase befinden

Entsprechend der Vorgaben durch den Fördergeber liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade zwischen einem Minimum von 70% und einem Maximum von 96%.

Eine entscheidende Einflussgröße auf den solaren Deckungsgrad und den spezifischen Solarertrag bildet der Wärmeverbrauch. Abbildung 4 zeigt hierzu die Prognosewerte der Wärmeverbräuche der Solarhäuser in der Begleitforschung.

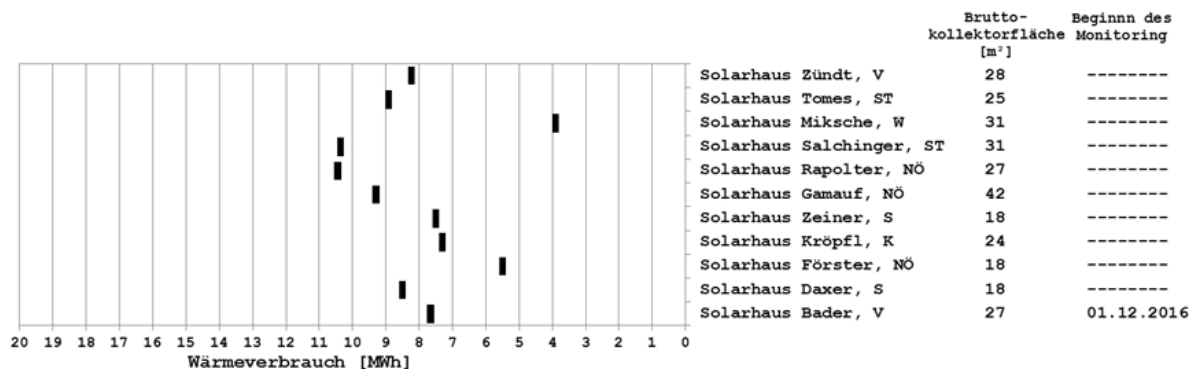


Abbildung 4: Darstellung der prognostizierten jährlichen Wärmeverbräuche (schwarze Striche) für Warmwasser und Raumheizung der 11 Solarhäuser, die schon umgesetzt sind oder sich in der Planungsphase befinden

Die prognostizierten Wärmeverbräuche für Warmwasser und Raumheizung liegen zwischen 3,8 und 10,35 MWh, wobei sich 7 der 12 Gebäude im Bereich von 7 bis 9 MWh befinden.

7 Beschreibung der Projekte und Darstellung der relevanten Messergebnisse

7.1 Solarhaus Bader, V

7.1.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Bader
<u>Standort:</u>	6822 Satteins
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	33,9 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	172,8 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	27,4 m ² Flachkollektor (DOMA Flex Holz)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	23,84 m ²
<u>Neigung:</u>	44,2°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.200 Liter Pufferspeicher, 48,25 m ³ Bauteilaktivierung
<u>Nachheizungssystem:</u>	Stückholzofen - Ganzhausheizung
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	72% (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	229,82 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Monitoring-Beginn: 1.12.2016
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Bader handelt es sich um ein zweigeschoßiges Einfamilienhaus mit 173 m² Brutto-Grundfläche und asymmetrischem Satteldach (Abbildung 5).



Abbildung 5: Südansicht des Solarhauses Bader
(Quelle: AEE INTEC)

Die Bodenplatte sowie die Zwischendecke sind thermisch aktiviert, der 1.200 Liter fassende Pufferspeicher dient der Warmwasserbereitung und der Versorgung der Fußbodenheizung.

Für die primäre Wärmeversorgung dient die am Dach montierte Solaranlage. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von rund 72% erreicht werden. Als Nachheizung dient ein wassergeführter Wohnraumofen.

In den folgenden Abbildungen ist der Grundriss von Erdgeschoss (Abbildung 6) und Untergeschoss (Abbildung 7) dargestellt. Die beiden außenliegenden Bauteilaktivierungen („BTA OG ext: Garage“ und „BTA UG ext: Außenlager“) sind gelb markiert. Die Bereiche mit Fußbodenheizung sind orange hervorgehoben. Im Erdgeschoss befindet sich nur entlang der großen Fensterflächen eine 1 m breite Fußbodenheizung, im Untergeschoß sind der Gang, das Bad und das Arbeitszimmer mit vollständig mit Fußbodenheizung versehen. Der Technikraum ist blau dargestellt (UG).

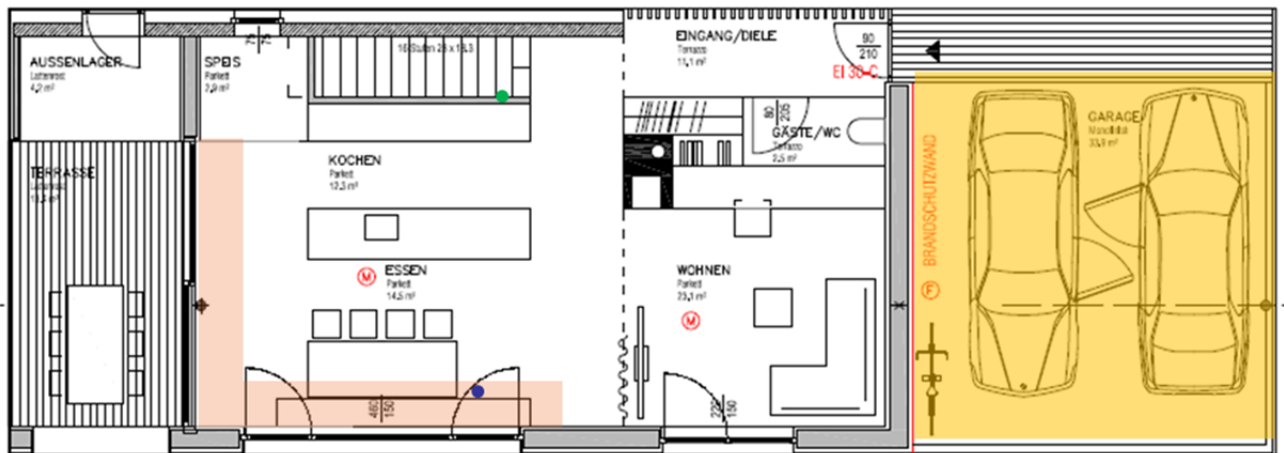


Abbildung 6: Grundriss des Erdgeschosses (Quelle: Einreichplan, Architekt DI T. Getzner)

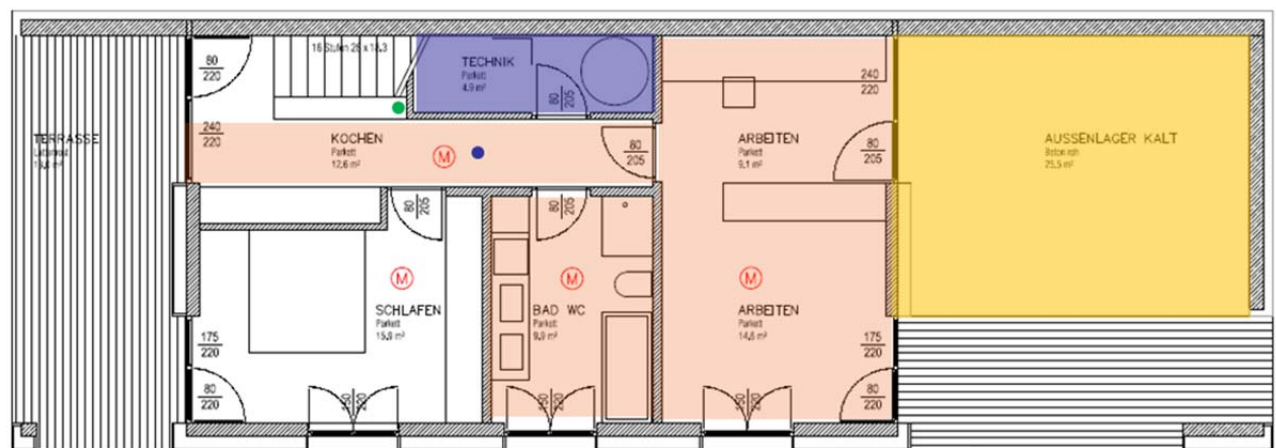


Abbildung 7: Grundriss des Untergeschosses, blau: Technikraum (Quelle: Einreichplan, Architekt DI T. Getzner)

Die Raumtemperaturfühler sind als grüne Punkte eingezeichnet, die Temperaturfühler in den bauteilaktivierten Platten sind mit blauen Punkten markiert.

Die Bauteilaufbauten sind in den folgenden Abbildungen skizziert. Abbildung 8 zeigt den Aufbau der Fundamentplatte. Unterhalb des Gebäudes befindet sich eine 12 cm dicke aktivierte Betonplatte, deren Rohre mit 20 cm Abstand auf der untersten Bewehrungsebene montiert sind. Nach einem 80 cm dicken Kieselpolster folgt die eigentliche Fundamentplatte des Gebäudes (Stärke: 25 cm). Auch hier ist der Rohrabstand der Bauteilaktivierung rund 20 cm und die Einbringungshöhe entspricht der ersten Bewehrungsebene. Der Fußbodenaufbau besteht aus einer doppelten Lattung (6 + 6 cm) mit Split verfüllt, gefolgt von einer 1 cm dicken Trittschalldämmung und einem 3 cm starken Holzbelag. Temperaturfühler sitzen in der Ebene der Leitungsrohre, genau in der Mitte zwischen 2 Rohrbahnen. Bei der Bodenplatte wird zusätzlich die Temperatur an der Oberfläche des Betonbauteils gemessen. Die Fühler sitzen vertikal übereinander.

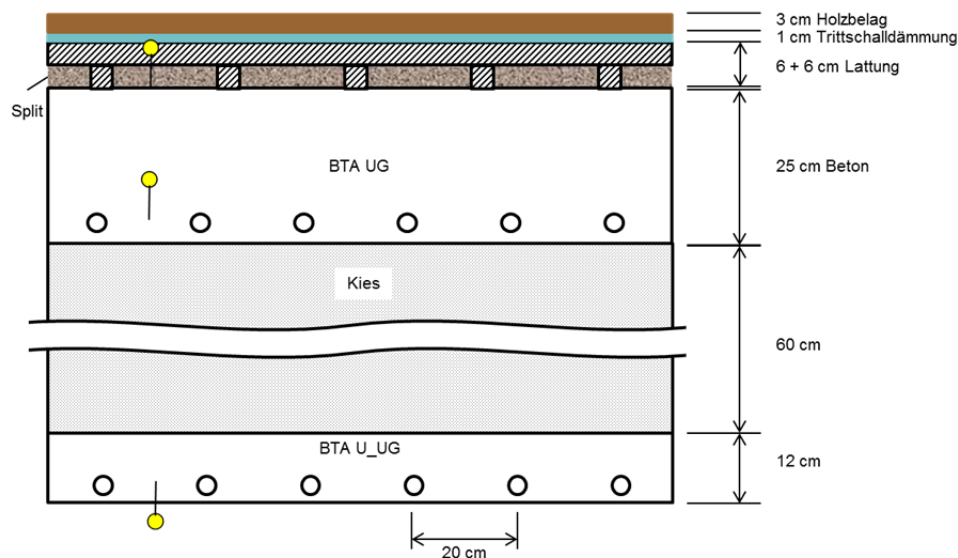


Abbildung 8: Aufbau der Fundamentplatte des Gebäudes (Quelle: Planer, eigene Darstellung)

Abbildung 9 zeigt den Aufbau der bauteilaktivierten Zwischendecke. Der Aufbau ist praktisch gleich wie jener der Bodenplatte. Nur der Fußbodenaufbau ist hier um 2 cm höher (8 + 6 cm Lattung). Auch hier sind 2 Temperaturfühler verbaut.

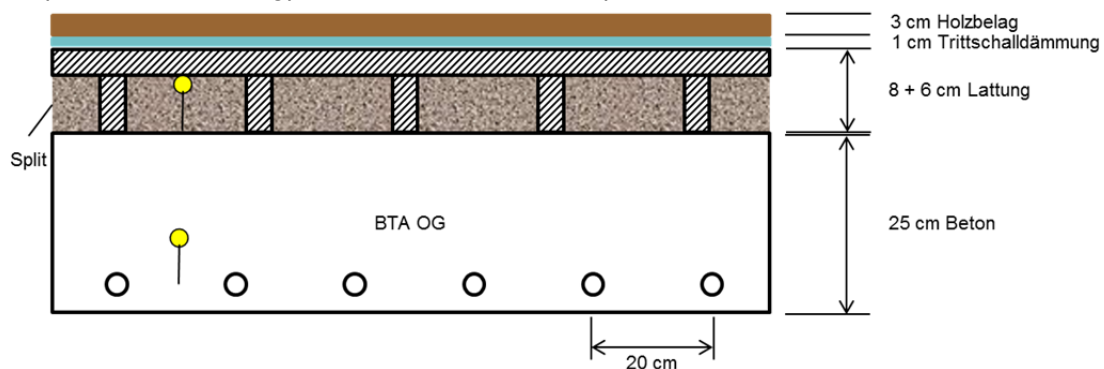


Abbildung 9: Aufbau der Zwischendecke des Gebäudes (Quelle: Planer, eigene Darstellung)



Abbildung 10 zeigt nur den, von der Türe aus gesehen, rechten Teil des Technikraumes. Links von der Tür hat der Raum nicht mehr volle Höhe (aufgrund der Treppe, vgl. Abbildung 7). Dieser Platz reicht gerade aus, um das Ausdehnungsgefäß der Heizung zu beherbergen. Das Ausdehnungsgefäß für die Solaranlage befindet sich links neben dem Technikraum unter Treppe. Die gesamte Haustechnik findet also auf rund 5 m² Platz.

Abbildung 10: Technikraum (Quelle: AEE INTEC)

7.1.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Bader ist als Blockschaltbild in Abbildung 11 dargestellt. Die Solaranlage bedient entweder den Pufferspeicher über einen internen Wendelwärmetauscher oder die Bauteilaktivierung, welche direkt in den solaren Primärkreis eingebunden ist, mit Energie. Überschüssige Solarenergie in der einstrahlungsreichen Zeit kann auf folgende Arten abgeführt werden:

- Bauteilaktivierung im Carport (BTA OG ext) und im Außenlager (BTA UG ext)
- Bauteilaktivierung unter der Gebäudebodenplatte (BTA U_UG)

Während die Bauteilaktivierung in Carport und Außenlager ausschließlich als Rückkühler dienen, kann die Bauteilaktivierung unter der Gebäudebodenplatte die thermischen Gebäudeverluste nach unten ggf. reduzieren. Die Warmwasserbereitung erfolgt über einen im Pufferspeicher integrierten Boiler. Es gibt keine Zirkulation. Die Nachheizung erfolgt über einen wassergeführten Wohnraumofen, der sowohl den Pufferspeicher nachladen, als auch die Fußbodenheizung (ausschließlich im UG im Gang, Bade- und Arbeitszimmer verbaut) direkt beliefern kann. Als Notheizung ist ein elektrischer Heizstab im Pufferspeicher integriert. Fünf Wärmemengenzähler, 4 Ventilstellungen, 2 Stromzähler, 25 Temperatursensoren und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

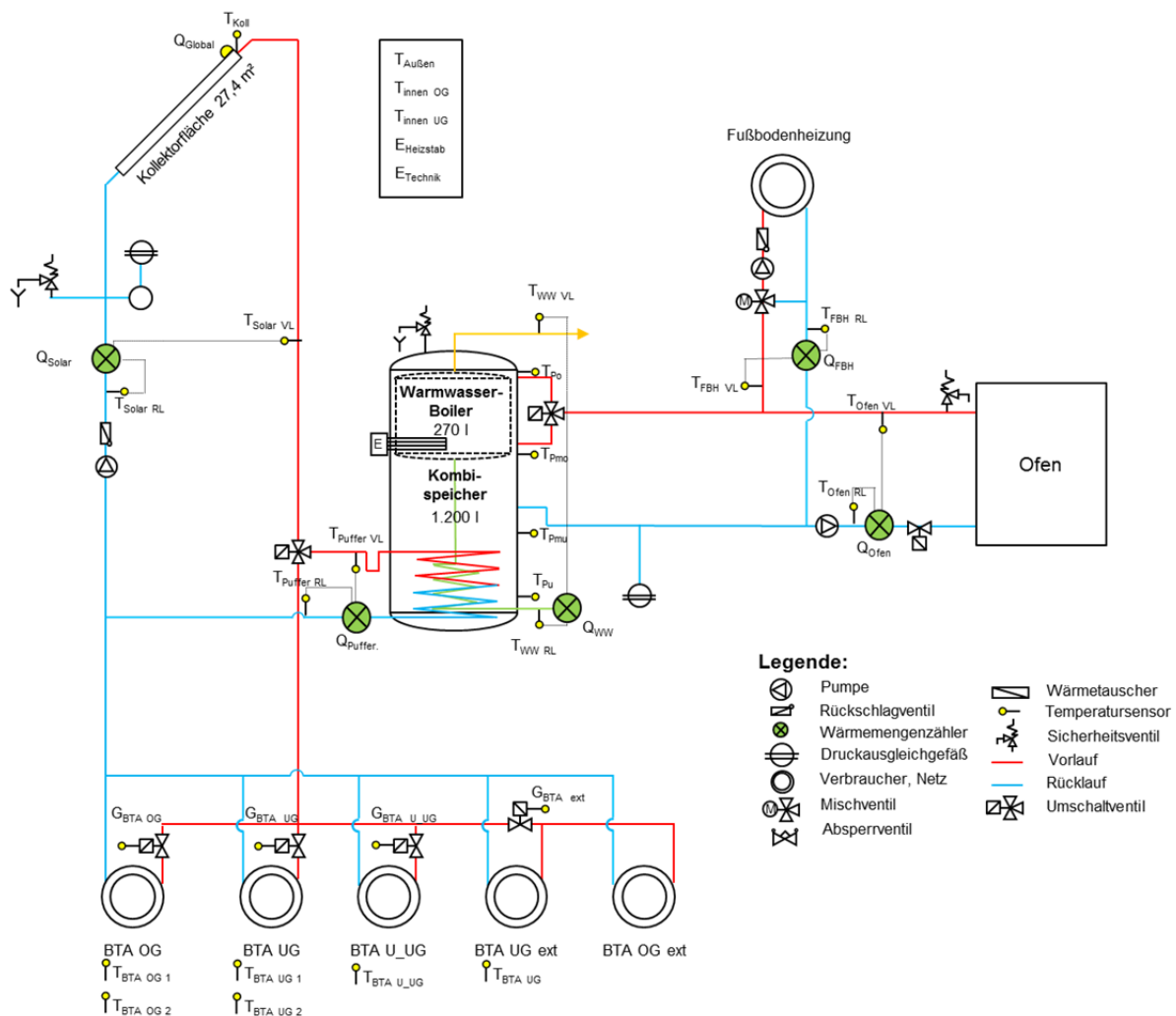


Abbildung 11: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Bader (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

Q_{Global}	Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
$T_{\text{Sol VL}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis
$T_{\text{Sol RL}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis
V_{Solar}	Durchfluss Solarkreis
Q_{Solar}	Wärmemengenzähler Solarkreis
$T_{\text{Puffer VL}}$	Vorlauftemperatur Solarenergie in Puffer
$T_{\text{Puffer RL}}$	Rücklauftemperatur Solarenergie in Puffer
V_{Puffer}	Durchfluss Solarenergie in Puffer
Q_{Puffer}	Wärmemengenzähler Solarenergie in Puffer

Bauteilaktivierung

$T_{\text{BTA OG 1}}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung OG
$T_{\text{BTA OG 2}}$	Oberflächentemperatur Bauteilaktivierung OG
$T_{\text{BTA UG 1}}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung UG
$T_{\text{BTA UG 2}}$	Oberflächentemperatur Bauteilaktivierung UG
$T_{\text{BTA U_UG}}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung unter Bodenplatte
$T_{\text{BTA UG}}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung UG extern
$G_{\text{BTA OG}}$	Stellung des Absperrventils BTA OG
$G_{\text{BTA UG}}$	Stellung des Absperrventils BTA UG
$G_{\text{BTA U_UG}}$	Stellung des Absperrventils BTA U_UG
$G_{\text{BTA ext}}$	Stellung des Absperrventils BTA ext

Speicher 1

T_{P1o}	Pufferspeichertemperatur oben
T_{P1mo}	Pufferspeichertemperatur mitte oben
T_{P1mu}	Pufferspeichertemperatur mitte unten
T_{P1u}	Pufferspeichertemperatur unten

Wohnraumofen

$Q_{\text{Nachheizung}}$	Wärmemengenzähler Nachheizung
$V_{\text{Nachheizung}}$	Durchfluss Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung VL}}$	Vorlauftemperatur Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung RL}}$	Rücklauftemperatur Nachheizung

Warmwasserbereitung

$T_{\text{WW_VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW_RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
V_{WW}	Durchfluss Warmwasserbereitung
Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung

Fußbodenheizung

Q_{FBH}	Wärmemengenzähler Fußbodenheizung
V_{FBH}	Durchfluss Fußbodenheizung
$T_{\text{FBH VL}}$	Vorlauftemperatur Fußbodenheizung
$T_{\text{FBH RL}}$	Rücklauftemperatur Fußbodenheizung

Sonstiges

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
$T_{\text{Innen OG}}$	Wohnraumtemperatur OG
$T_{\text{Innen UG}}$	Wohnraumtemperatur UG
E_{Technik}	Strombedarf der Haustechnik
E_{Heizstab}	Strombedarf elektr. Heizstab

7.1.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 12 bis Abbildung 14) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings werden die Simulationsergebnisse mit den aus den Messergebnissen ermittelten relevanten Kennzahlen (Solarertrag, solarer Deckungsgrad und Wärmeverbrauch) verglichen. Da die Simulation der Bauteil- und Erdreichaktivierung mit den gängigen Solar-Simulationswerkzeugen nicht möglich ist, wurde das System vom Förderwerber unter der Annahme eines vorhandenen Wasser-Heizungspufferspeichers mit einem Volumen von 37 m³ (Wasseräquivalent) zur Abbildung des Beitrags der Bauteilaktivierung mit T*Sol simuliert.

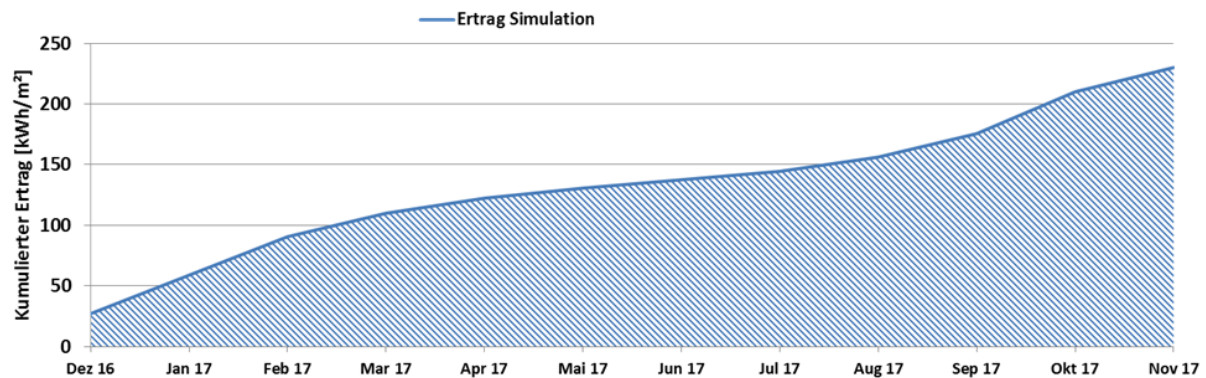


Abbildung 12: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Bader

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu 71,6% prognostiziert. In den Monaten Februar bis Oktober liegen die prognostizierten Monatswerte bei über 90 % (Abbildung 13).

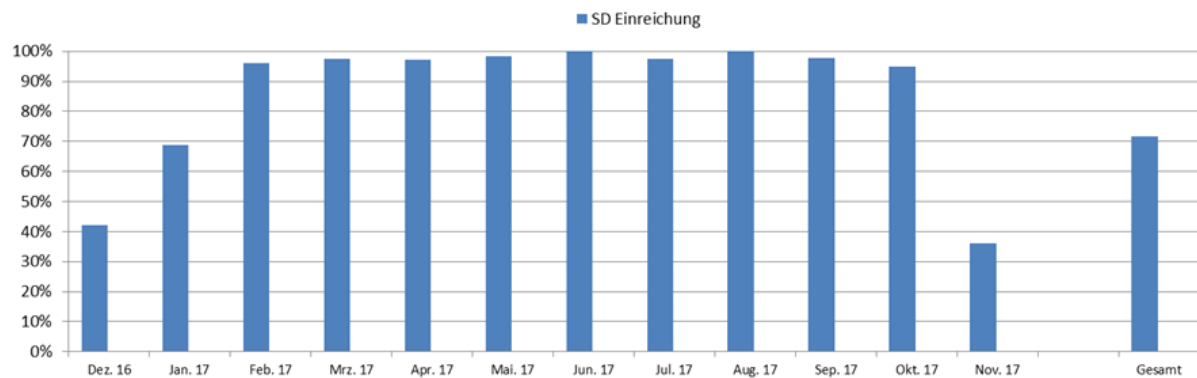


Abbildung 13: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Bader

Der mit der Simulationsrechnung ermittelte Gesamtwärmeverbrauch wurde zu 7,6 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 14 zu entnehmen.

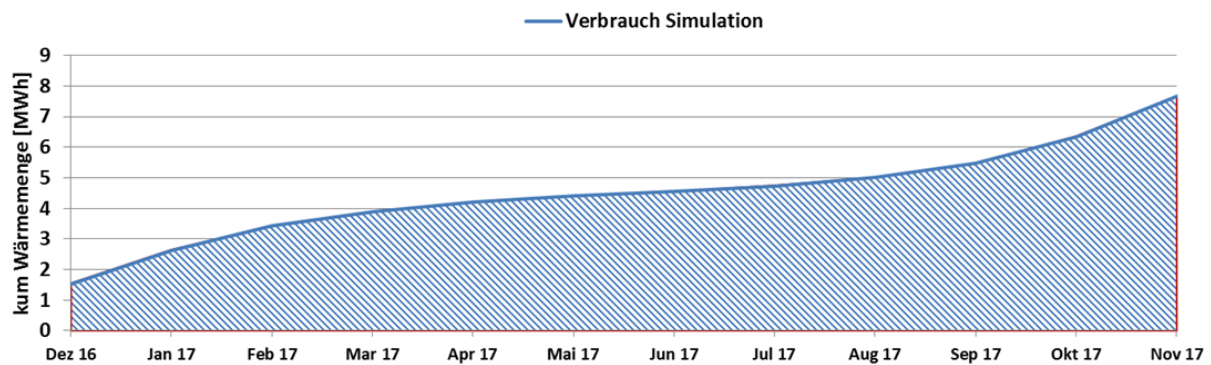


Abbildung 14: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Bader

7.1.4 Anlagen Status Quo

Die einjährige Monitoringphase hat am 1.12.2016 begonnen.

7.2 Solarhaus Daxer, S

7.2.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Daxer
<u>Adresse:</u>	5453 Werfenweng
<u>spez. HWB (Energieausweis):</u>	39,2 kWh/(m ² a)
<u>Brutto-Grundfläche:</u>	241 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	18 m ² Flachkollektor (Gasokol Gigasol OR)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	16,1 m ²
<u>Neigung:</u>	70°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.000 l Warmwasser-Pufferspeicher, 600 l Heizungspufferspeicher 24 m ³ Bauteilaktivierung
<u>Nachheizungssystem:</u>	Sole/Wasser-Wärmepumpe (4,7 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	70,3 % (Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	393 kWh/(m ² a) (Simulation, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	in Umsetzung
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AIT

Bei dem Demoprojekt handelt es sich um ein nicht unterkellertes, dreigeschoßiges Einfamilienhaus mit 241 m² Brutto-Grundfläche, das an einen Südhang gebaut ist. Zur Raumheizung werden die Betonkerne aller drei Geschoße über einen 600 l Pufferspeicher thermisch aktiviert. Zur Trinkwarmwasserbereitung wird ein Frischwassermodule über einen 1000 l Pufferspeicher versorgt. An einem Teil der westlichen Außenwand ist direkt ein eingeschößiges Carport angebaut. Abbildung 39 zeigt West- und Südansicht des Gebäudes und des angrenzenden Carports.

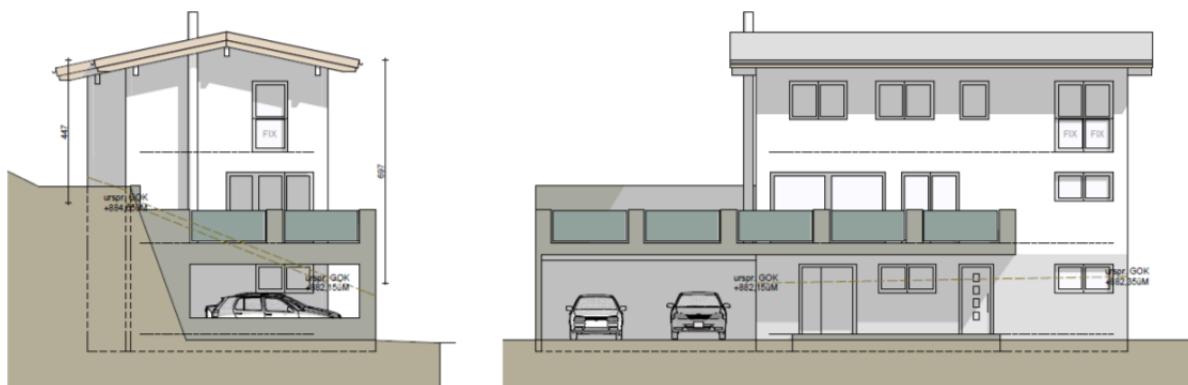


Abbildung 15: West- und Südansicht des Gebäudes (Quelle: Einreichplan, Architekt DI Alfred Pidner)

Die Wärmeversorgung erfolgt zum wesentlichen Teil (70,3 % laut Einreichung) mit Hilfe der solarthermischen Flachkollektoren, welche eine Bruttokollektorfläche von 18 m² aufweisen und am Hang aufgeständert sind. Die Azimut-Ausrichtung des Gebäudes sowie der Kollektorfläche ist nach Süden und die Neigung der Solarthermiekollektoren beträgt 70°. Als Nachheizungssystem wird eine Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Flächenkollektoren eingesetzt. Zusätzlich sind in beiden Wasserspeichern elektrische Heizstäbe zur Notheizung vorhanden.

7.2.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Daxer ist schematisch in Abbildung 16 dargestellt. Über interne Wärmetauscher beheizt die Solaranlage (18 m²) entweder den Warmwasserpuffer (1000 l) oder den Heizungspuffer (600 l). Aus dem Warmwasserpuffer wird ein Frischwassermodul versorgt, über den Heizungspuffer werden die Betonkerne der drei Geschosse thermisch aktiviert. Eine Warmwasserzirkulation ist nicht vorgesehen. Als Nachheizungssystem dient eine Sole/Wasser-Wärmepumpe (4,7 kW), die über Flächenkollektoren das Erdreich als Wärmequelle nutzt. Die Wärmepumpe belädt den Warmwasserpuffer über die gesamte Höhe, oder beheizt direkt die Betonkerne (nicht den Heizungspuffer). Als Notheizungssystem können beide Wasserspeicher elektrisch aufgewärmt werden.

Das Messkonzept umfasst sechs Wärmemengenzähler, vier Stromzähler, 36 Temperatursensoren, zwei Ventilstellungen und einen Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene.

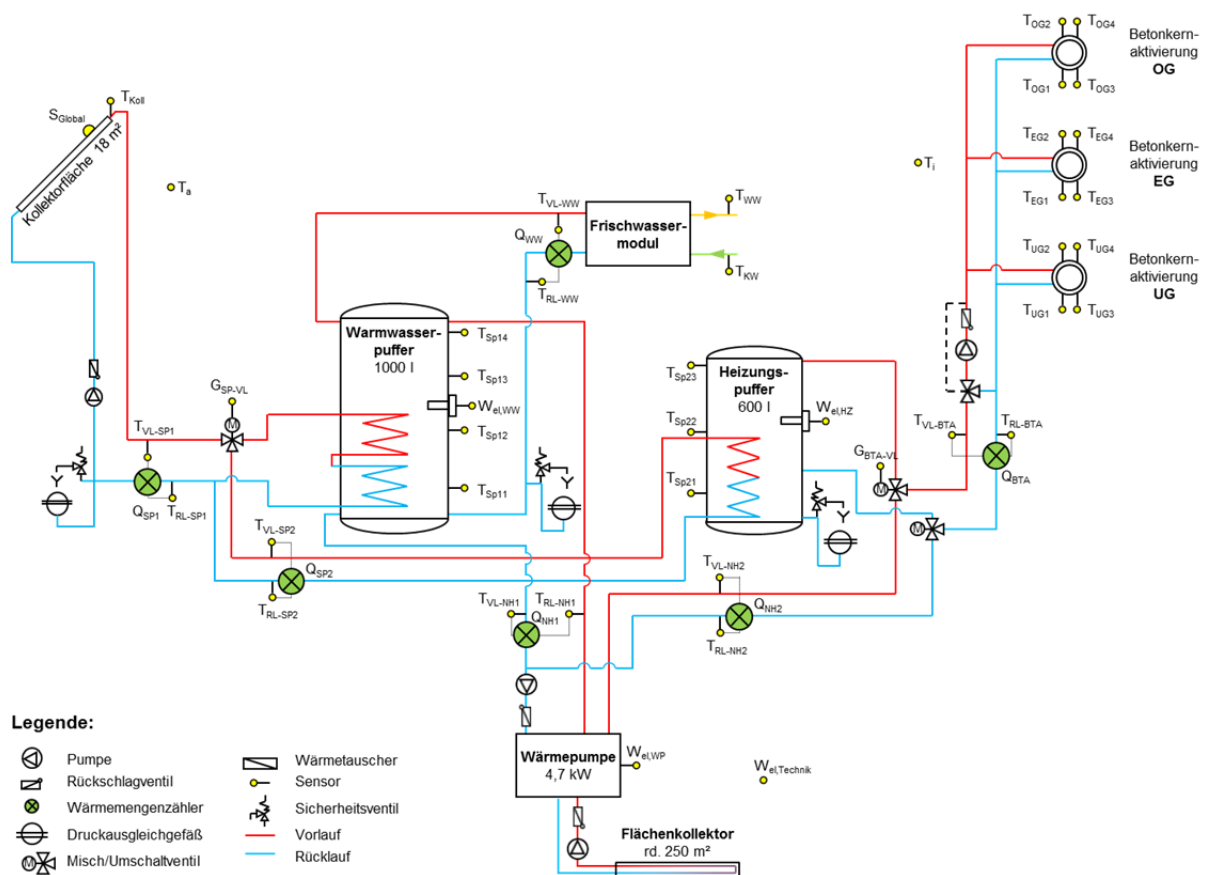


Abbildung 16: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Daxer (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solaranlage

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
$T_{\text{VL-SP1}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis 1
$T_{\text{RL-SP1}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis 1
Q_{SP1}	Wärmemengenzähler Solarkreis 1
$T_{\text{VL-SP2}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis 2

T_{RL-SP2}	Rücklauftemperatur Solarkreis 2
Q_{SP2}	Wärmemengenzähler Solarkreis 2
G_{SP-VL}	Stellung des Ventils zur Umschaltung zwischen Warmwasser und Raumheizung

Pufferspeicher

$T_{Sp11} \dots T_{Sp14}$	Temperatur in vier unterschiedlichen Höhen des Warmwasserpuffers
$W_{el,WW}$	Stromzähler Heizstab im Warmwasserpuffer
$T_{Sp21} \dots T_{Sp23}$	Temperatur in drei unterschiedlichen Höhen des Heizungspuffers
$W_{el,HZ}$	Stromzähler Heizstab im Heizungspuffer

Warmwasserbereitung

T_{VL-WW}	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
T_{RL-WW}	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung
T_{WW}	Warmwassertemperatur
T_{KW}	Kaltwassertemperatur

Bauteilaktivierung

T_{VL-BTA}	Vorlauftemperatur Bauteilaktivierung
T_{RL-BTA}	Rücklauftemperatur Bauteilaktivierung
Q_{BTA}	Wärmemengenzähler Bauteilaktivierung
T_{UG1}	Bauteiltemperatur 1 im Kern (UG)
T_{UG2}	Bauteiltemperatur 2 an der Oberfläche (UG)
T_{UG3}	Bauteiltemperatur 3 im Kern (UG)
T_{UG4}	Bauteiltemperatur 4 an der Oberfläche (UG)
T_{EG1}	Bauteiltemperatur 1 im Kern (EG)
T_{EG2}	Bauteiltemperatur 2 an der Oberfläche (EG)
T_{EG3}	Bauteiltemperatur 3 im Kern (EG)
T_{EG4}	Bauteiltemperatur 4 an der Oberfläche (EG)
T_{OG1}	Bauteiltemperatur 1 im Kern (OG)
T_{OG2}	Bauteiltemperatur 2 an der Oberfläche (OG)
T_{OG3}	Bauteiltemperatur 3 im Kern (OG)
T_{OG4}	Bauteiltemperatur 4 an der Oberfläche (OG)
G_{BTA-VL}	Stellung des Ventils zur Umschaltung zwischen Versorgung aus Heizungspuffer oder durch die Wärmepumpe

Nachheizung

T_{VL-NH1}	Vorlauftemperatur Nachheizung Warmwasserpuffer
T_{RL-NH1}	Rücklauftemperatur Nachheizung Warmwasserpuffer
Q_{NH1}	Wärmemengenzähler Nachheizung Warmwasserpuffer
T_{VL-NH2}	Vorlauftemperatur Nachheizung Heizungspuffer
T_{RL-NH2}	Rücklauftemperatur Nachheizung Heizungspuffer
Q_{NH2}	Wärmemengenzähler Nachheizung Heizungspuffer
$W_{el,WP}$	Stromzähler Wärmepumpe

Heiztechnik

$W_{el,Technik}$	Stromzähler Heiztechnik
------------------	-------------------------

Umgebung

T_A	Außenlufttemperatur
T_{innen}	Wohnraumtemperatur

7.2.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 17 bis Abbildung 19) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings werden die Simulationsergebnisse mit den aus den Messergebnissen ermittelten relevanten Kennzahlen (Solarertrag, solarer Deckungsgrad und Wärmeverbrauch) verglichen. Da die Simulation der Bauteilaktivierung mit den gängigen Solar-Simulationswerkzeugen nicht möglich ist, wurde das System unter der Annahme eines vorhandenen Wasser-Heizungspufferspeichers mit einem Volumen von 22 m³ (Wasseräquivalent) zur Abbildung des Beitrags der Bauteilaktivierung mit T*Sol simuliert.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wird ein Jahressolarertrag von 393 kWh/(m²a) erwartet.

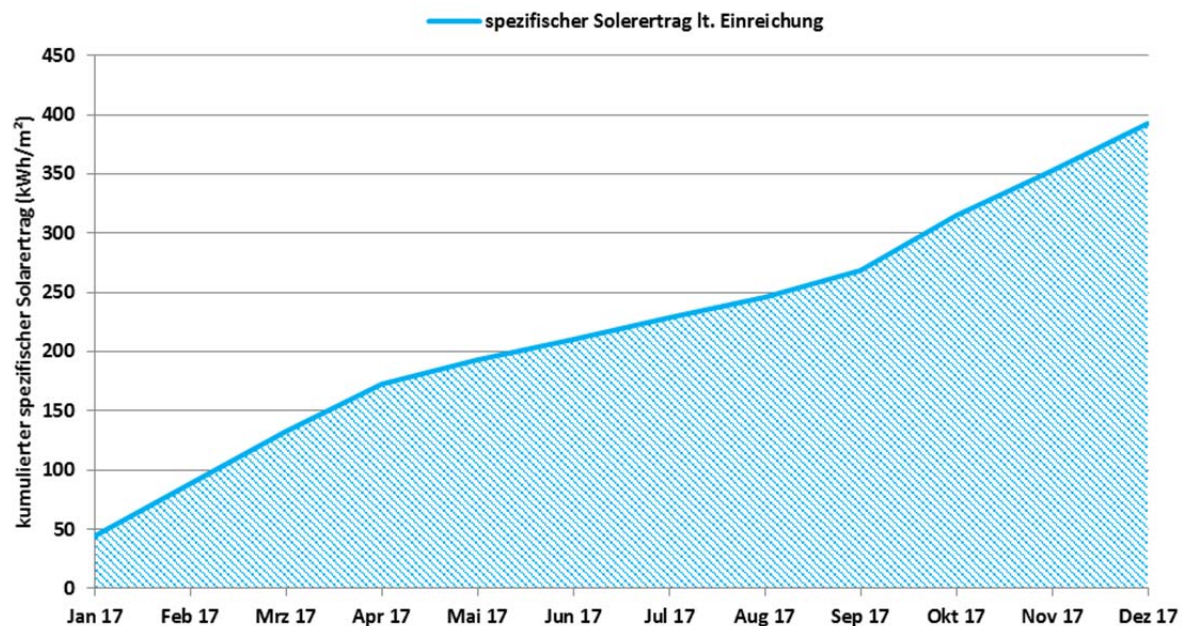


Abbildung 17: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Daxer

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu rund 70 % prognostiziert. In den Monaten April bis Oktober liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei 100 % oder marginal darunter (siehe Abbildung 18).

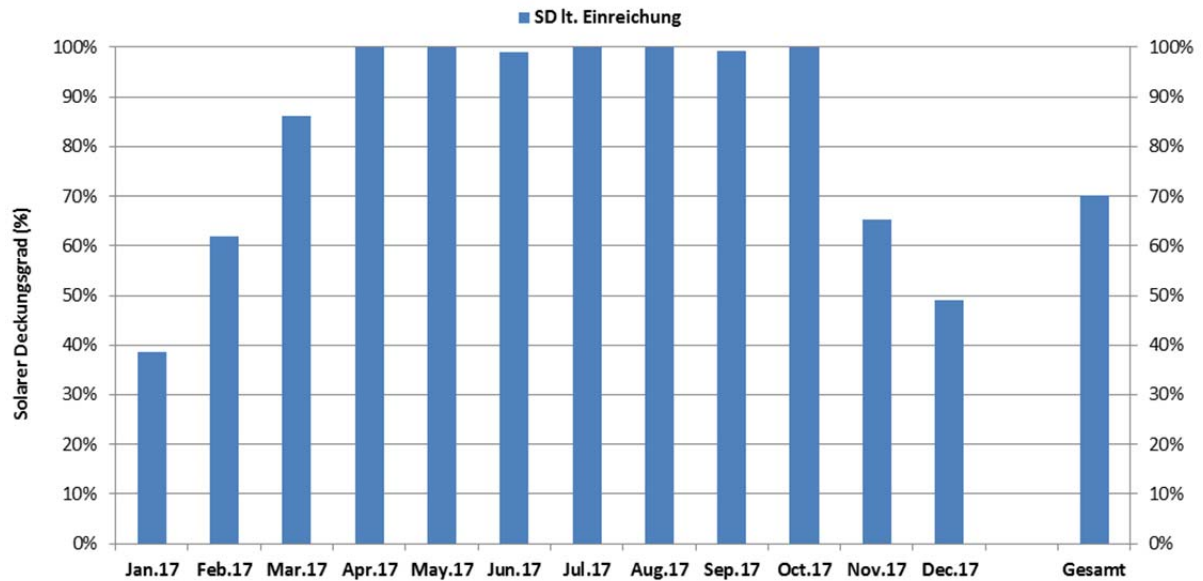


Abbildung 18: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Daxer

Der jährliche Gesamtwärmebedarf wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung zu 8,4 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 19 zu entnehmen.

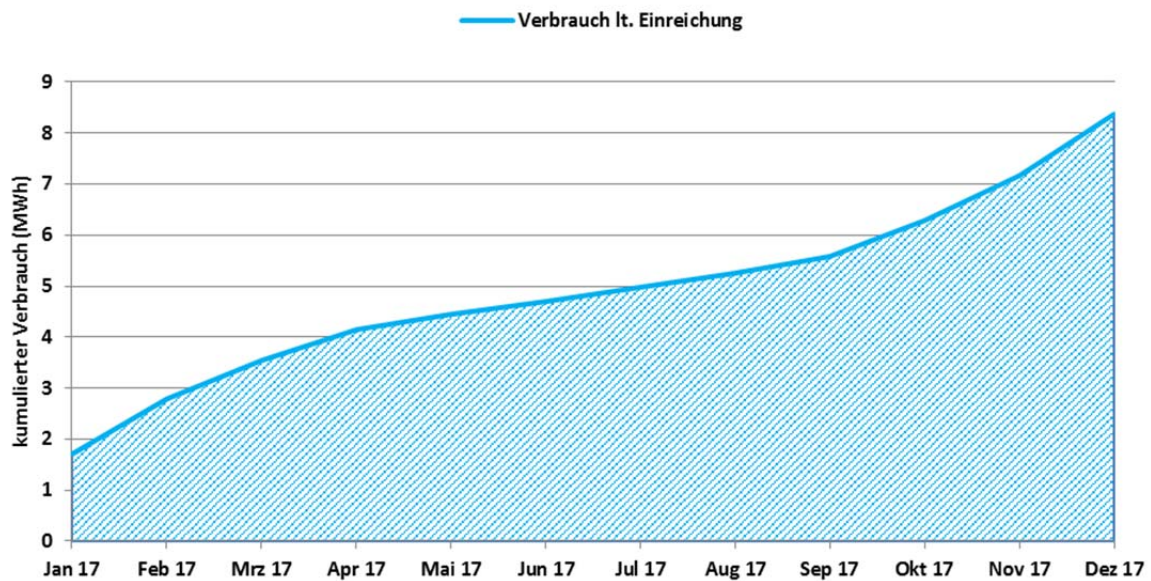


Abbildung 19: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Daxer

7.2.4 Anlagen Status Quo

Die Anlage ist in Betrieb und die Umsetzung des Monitoringsystems ist in Arbeit. Der Beginn der Monitoringperiode ist für Frühjahr 2017 geplant.

7.3 Solarhaus Förster, NÖ

7.3.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Förster
<u>Adresse:</u>	3426 Muckendorf
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	8,43 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	257 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	13,48 m ² Flachkollektor (Gasokol Gigasol OR)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	12,08 m ²
<u>Neigung:</u>	70°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.000 Liter Pufferspeicher, 51 m ³ Bauteilaktivierung
<u>Nachheizungssystem:</u>	Sole/Wasser-Wärmepumpe
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	72,2 % (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	326 kWh/m ² (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Förster handelt es sich um ein zweigeschoßiges Einfamilienhaus mit 257 m² Brutto-Grundfläche und Flachdach.



Abbildung 20: Fertig verlegte Bauteilaktivierung Decke Erdgeschoß (links); Südansicht des Solarhauses Förster (rechts) (Quelle: Bauherr)

Die Bodenplatte, die Zwischendecke sowie die oberste Geschoßdecke sind thermisch aktiviert, der 1.000 Liter fassende Pufferspeicher dient der Warmwasserbereitung, der Versorgung der Fußbodenheizung und als hydraulische Weiche für die Bauteilaktivierung. Für die primäre Wärmeversorgung dient die am Dach montierte Solaranlage. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von rund 72% erreicht werden. Als Nachheizung dient eine Sole/Wasser-Wärmepumpe.

Abbildung 21 zeigt den Aufbau der aktivierten Fundamentplatte. Die Rohrleitungen liegen mit einem Verlegeabstand von 20 cm auf der unteren Bewehrungsebene.

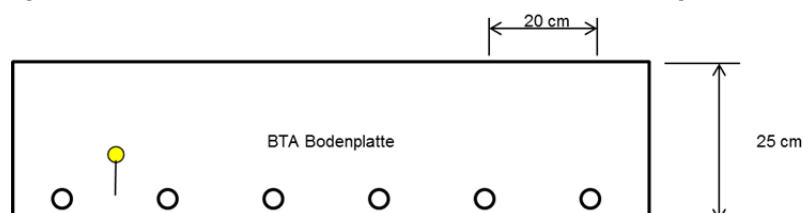


Abbildung 21: Aufbau der Fundamentplatte des Gebäudes (Quelle: Planer, eigene Darstellung)

Abbildung 22 zeigt den Aufbau der bauteilaktivierten Zwischendecke bzw. obersten Geschoßdecke. Diese beiden Bauteile fungieren als Deckenheizung. Daher wurden die Rohre mit einem 20 cm Abstand in die Bauteilmitte eingebracht (vgl. auch Abbildung 20).

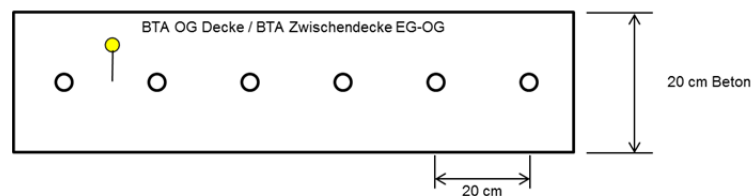


Abbildung 22: Aufbau der Zwischendecke und der obersten Geschoßdecke des Gebäudes
(Quelle: Planer, eigene Darstellung)

7.3.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Förster ist als Blockschaltbild in Abbildung 23 dargestellt. Die Solaranlage schichtet über interne Wärmetauscher auf zwei Ebenen in den Pufferspeicher ein. Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe nutzt einen Erdkollector als Quelle und beliefert den Pufferspeicher ebenso auf zwei Ebenen, sodass das Warmwasser- und Heizungsbereitschaftsvolumen getrennt beschickt werden können. Die Brauchwarmwasserbereitung erfolgt über einen externen Wärmetauscher. Für die Versorgung der Raumheizung wird ausschließlich Bauteilaktivierung eingesetzt, welche über den Pufferspeicher versorgt wird. Sieben Wärmemengenzähler, 1 Stromzähler, 29 Temperatursensoren und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

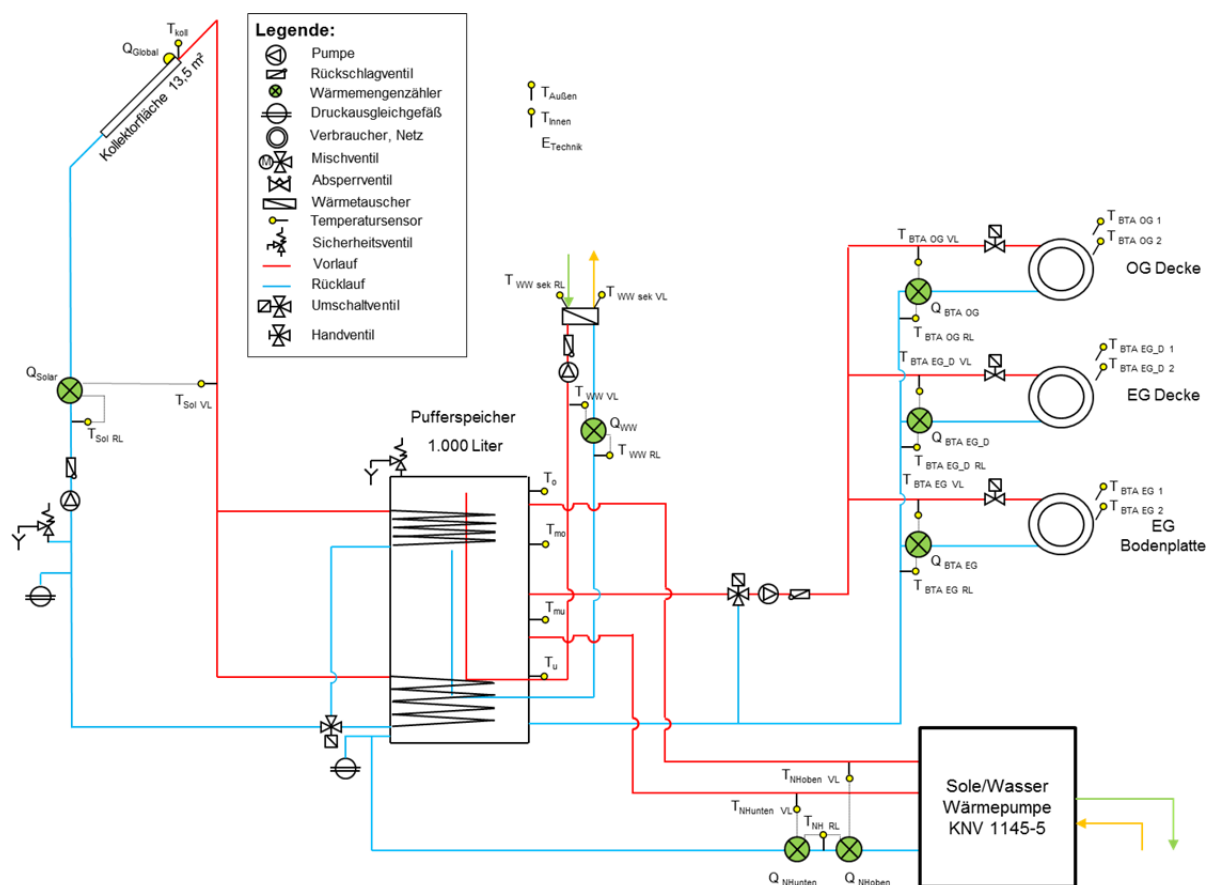


Abbildung 23: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Förster
(grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
Q_{Sol}	Wärmemengenzähler im Solarkreis
V_{Sol}	Durchfluss im Solarkreis
$T_{\text{Sol VL}}$	Solarvorlauftemperatur
$T_{\text{Sol RL}}$	Solarrücklauftemperatur

Speicher

T_{P_o}	Temperatur in Pufferspeicher oben
T_{P_mo}	Temperatur in Pufferspeicher mitte-oben
T_{P_mu}	Temperatur in Pufferspeicher mitte-unten
T_{P_u}	Temperatur in Pufferspeicher unten

Nachheizung

$Q_{\text{Nachheizung oben}}$	Wärmemengenzähler Nachheizung oben
$V_{\text{Nachheizung oben}}$	Durchfluss Nachheizung oben
$T_{\text{Nachheizung oben VL}}$	Vorlauftemperatur Nachheizung oben
$Q_{\text{Nachheizung unten}}$	Wärmemengenzähler Nachheizung unten
$V_{\text{Nachheizung unten}}$	Durchfluss Nachheizung unten
$T_{\text{Nachheizung unten VL}}$	Vorlauftemperatur Nachheizung unten
$T_{\text{Nachheizung RL}}$	Rücklauftemperatur Nachheizung

Warmwasser

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung
V_{WW}	Durchfluss Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW sek VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung sekundär
$T_{\text{WW sek RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung sekundär

Bauteilaktivierung

$Q_{\text{BTA OG}}$	Wärmemengenzähler OG Decke
$V_{\text{BTA OG}}$	Durchfluss OG Decke
$T_{\text{BTA OG VL}}$	Vorlauftemperatur OG Decke
$T_{\text{BTA OG RL}}$	Rücklauftemperatur OG Decke
$Q_{\text{BTA EG}_D}$	Wärmemengenzähler EG Decke
$V_{\text{BTA EG}_D}$	Durchfluss EG Decke
$T_{\text{BTA EG}_D VL}$	Vorlauftemperatur EG Decke
$T_{\text{BTA EG}_D RL}$	Rücklauftemperatur EG Decke
$Q_{\text{BTA EG}}$	Wärmemengenzähler EG Bodenplatte
$V_{\text{BTA EG}}$	Durchfluss EG Bodenplatte
$T_{\text{BTA EG VL}}$	Vorlauftemperatur EG Bodenplatte
$T_{\text{BTA EG RL}}$	Rücklauftemperatur EG Bodenplatte

Sonstiges

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
T_{Innen}	Wohnraumtemperatur
E_{Technik}	Strombedarf der Haustechnik

7.3.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 24 bis Abbildung 26) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Verglichen werden im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings die Simulationsergebnisse mit den Messergebnissen der relevanten Kennzahlen (spezifischer Solarertrag, solarer Deckungsgrad sowie der Wärmeverbrauch) betreffend Solarhaus Förster. Da die Simulation der Bauteil- und Erdreichaktivierung mit den gängigen Solar-Simulationswerkzeugen nicht möglich ist, wurde das System unter der Annahme eines vorhandenen Wasser-Heizungspufferspeichers mit einem Volumen von 25,5 m³ (Wasseräquivalent) zur Abbildung des Beitrags der Bauteilaktivierung mit T*Sol simuliert. Laut der Anlagensimulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wurde ein Jahressolarertrag von 326 kWh/m² prognostiziert.

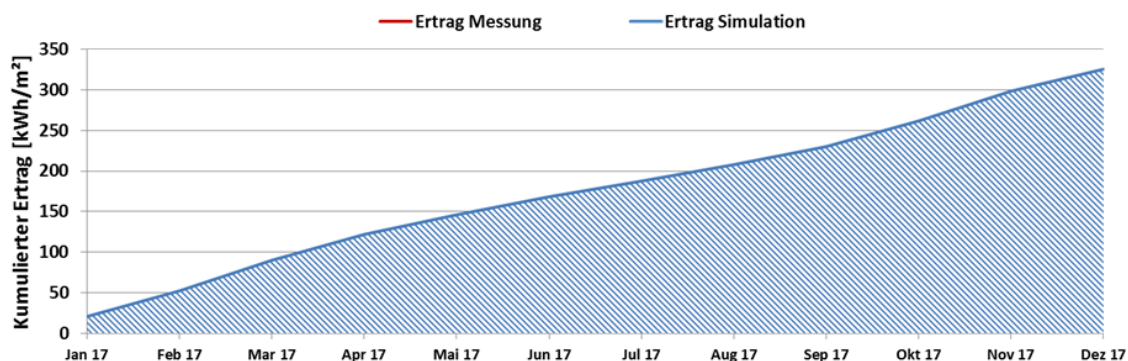


Abbildung 24: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Förster

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 72,2% angegeben (siehe Abbildung 24). Praktisch das ganze Jahr über kann die Solaranlage den gesamten Wärmebedarf decken. In den Monaten Mai bis September wird eine vollständig solare Deckung prognostiziert.

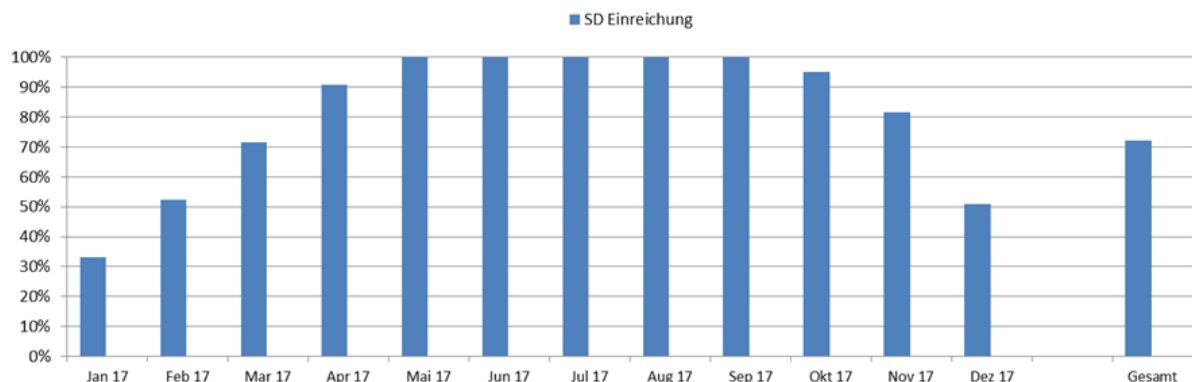


Abbildung 25: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Förster

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Solarhauses Förster wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 5,5 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme ist Abbildung 26 zu entnehmen.

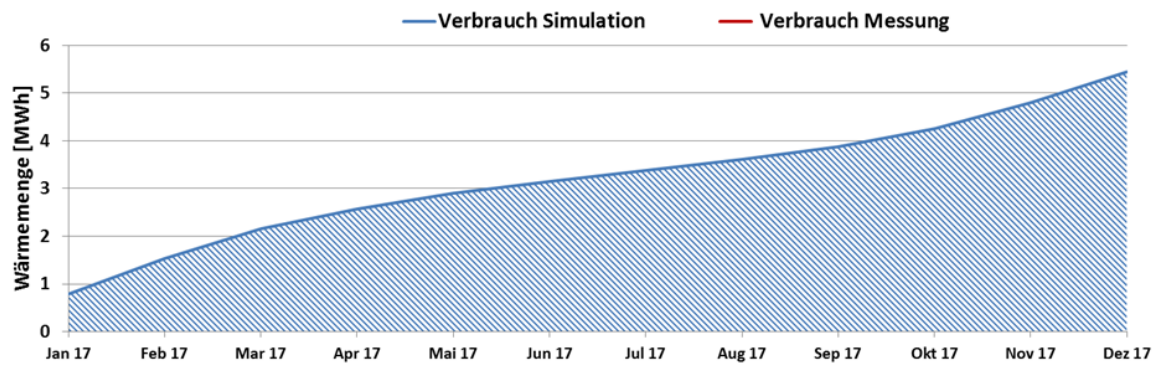


Abbildung 26: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für das Solarhaus Förster

7.3.4 Anlagen Status Quo

Die Anlage ist in Betrieb und die Umsetzung des Monitoringsystems ist in Arbeit. Der Beginn der Monitoringperiode ist für Frühjahr 2017 geplant.

7.4 Solarhaus Kröpfl, K

7.4.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Kröpfl
<u>Adresse:</u>	9300 St. Veit/Glan
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	34,7 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	126 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	23,73 m ² Flachkollektor (GreenOneTec GK3803)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	22,23 m ²
<u>Neigung:</u>	65°
<u>Azimet-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.500 Liter Pufferspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	Elektr. Durchlauferhitzer
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	80,1% (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	259,8 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Kröpfl handelt es sich um ein Einfamilienhaus in Bungalow-Bauweise (Abbildung 27) mit 126 m² Brutto-Grundfläche.

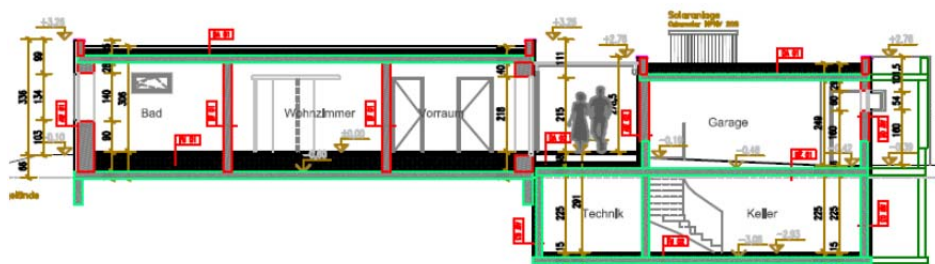


Abbildung 27: Schnitt durch das Solarhaus Kröpfl - links: Wohngebäude, rechts: Garage mit Keller (Quelle: Einreichplan Bauherr)

In Abbildung 28 ist das fertig umgesetzte Bauvorhaben inkl. Solar- und PV-Anlage zu sehen.



Abbildung 28: Süd-West-Ansicht (links) und Detailansicht des Kollektorfelds (rechts) des Solarhauses Kröpfl (Quelle: Bauherr)

Der 1.500 Liter fassende Pufferspeicher ist ausschließlich der Solaranlage vorbehalten, welche auf dem Dach des Carports installiert ist. Die Nachheizung erfolgt über einen

elektrischen Durchlauferhitzer, der hydraulisch nach dem Pufferspeicher eingebunden ist. Auf diese Weise produziert die Nachheizung keine Pufferverluste. Für die primäre Wärmeversorgung dient die am Dach montierte Solaranlage. Laut Simulation ist ein Deckungsgrad von 80,1% prognostiziert.

Weiters ist auf dem Vordach des Wohngebäudes (20° Neigung) und auf dem Dach des Carports (30° Neigung) eine PV-Anlage mit insgesamt 5 kWp Leistung installiert.

7.4.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem des Solarhauses Kröpfl ist als Blockschaltbild in Abbildung 29 dargestellt. Die Solaranlage kann auf 2 Ebenen Energie in den Pufferspeicher liefern, welcher Energie für Warmwasserbereitung und Heizwärmebedarf zur Verfügung stellt. Ein elektrischer Durchlauferhitzer im Frischwasserkreis hebt die Energie aus dem Pufferspeicher bei Bedarf auf das notwendige Temperaturniveau. Über den Wärmetauscher dient der Durchlauferhitzer als Nachheizung für die Fußbodenheizung. Regelungstechnisch wird der Warmwasserbereitung der Vorrang eingeräumt. Es gibt keine Zirkulationsleitung. Der Heizstab im Pufferspeicher dient als Notheizung und kann von der PV-Anlage versorgt werden. Drei Wärmemengenzähler, 3 Stromzähler, 16 Temperatursensoren und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

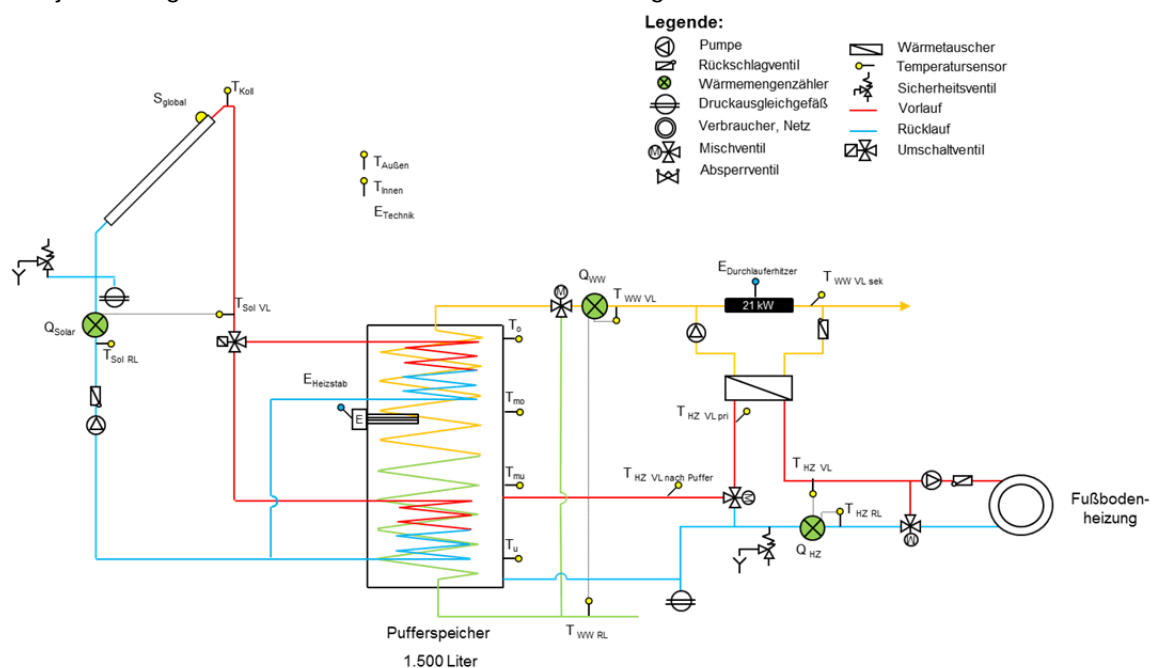


Abbildung 29: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Kröpfl
(grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
Q_{Sol}	Wärmemengenzähler im Solarkreis
V_{Sol}	Durchfluss im Solarkreis
$T_{\text{Sol VL}}$	Solarvorlauftemperatur
$T_{\text{Sol RL}}$	Solarrücklauftemperatur

Speicher

T_{P_o}	Temperatur in Pufferspeicher oben
T_{P_mo}	Temperatur in Pufferspeicher mitte-oben
T_{P_mu}	Temperatur in Pufferspeicher mitte-unten
T_{P_u}	Temperatur in Pufferspeicher unten

Nachheizung

$E_{\text{Durchlauferhitzer}}$	Strombedarf Durchlauferhitzer
E_{Heizstab}	Strombedarf Heizstab

Warmwasser

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung
V_{WW}	Durchfluss Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW VL sek}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung nach Durchlauferhitzer

Fussbodenheizung

$T_{\text{HZ VL nach Puffer}}$	Vorlauftemperatur Fussbodenheizung direkt nach Puffer
$T_{\text{HZ VL pri}}$	Vorlauftemperatur Fussbodenheizung nach Beimischung, vor WT
Q_{HZ}	Wärmemengenzähler Fussbodenheizung
V_{HZ}	Durchfluss Fussbodenheizung
$T_{\text{HZ VL}}$	Vorlauftemperatur Fussbodenheizung
$T_{\text{HZ RL}}$	Rücklauftemperatur Fussbodenheizung

Sonstiges

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
T_{Innen}	Wohnraumtemperatur
E_{Technik}	Strombedarf der Haustechnik

7.4.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 30 bis Abbildung 32) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Verglichen werden im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings die Simulationsergebnisse mit den Messergebnissen der relevanten Kennzahlen (spezifischer Solarertrag, solarer Deckungsgrad sowie der Wärmeverbrauch) betreffend Solarhaus Kröpfl.

Laut der Anlagensimulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wurde ein Jahressolarertrag von 260 kWh/m² prognostiziert.

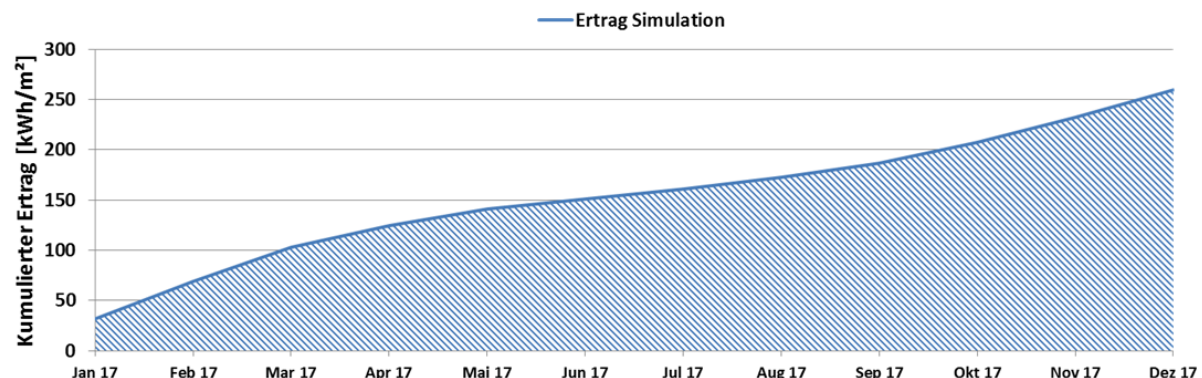


Abbildung 30: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Kröpfl

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 80% angegeben (siehe Abbildung 31). Praktisch das ganze Jahr über kann die Solaranlage den gesamten Wärmebedarf decken. In den Monaten März bis Oktober wird eine vollständig solare Deckung prognostiziert.

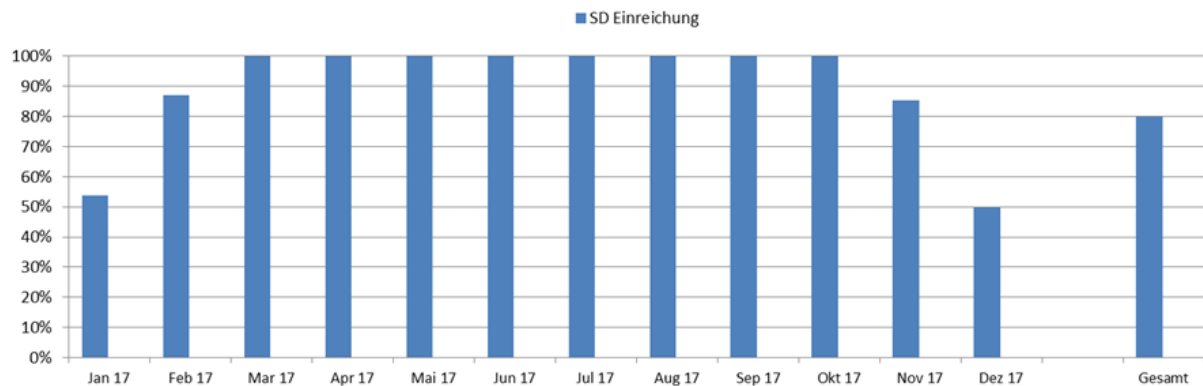


Abbildung 31: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Kröpfl

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Solarhauses Kröpfl wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 7,2 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme ist Abbildung 32 zu entnehmen.

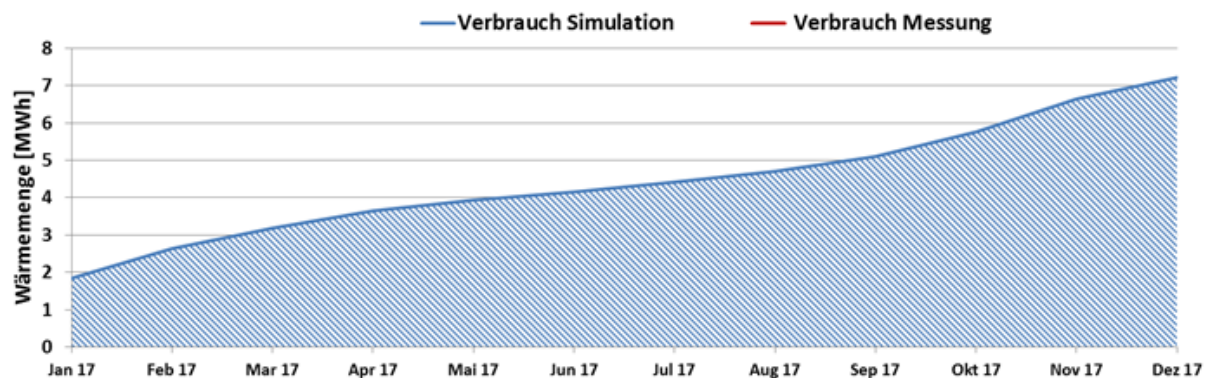


Abbildung 32: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für das Solarhaus Kröpfl

7.4.4 Anlagen Status Quo

Die Anlage ist in Betrieb und die Umsetzung des Monitoringsystems ist in Arbeit. Der Beginn der Monitoringperiode ist für Frühjahr 2017 geplant.

7.5 Solarhaus Zeiner, S

7.5.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Zeiner
<u>Adresse:</u>	5110 Oberndorf b. Salzburg
<u>spez. HWB (nach PHPP)</u>	26 kWh/m ² a
<u>EBF</u>	136 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	18 m ² Flachkollektor (Gasokol Gigasol OR)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	16,24 m ²
<u>Neigung:</u>	90°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.600 Liter Pufferspeicher, 56 m ³ Bauteilaktivierung
<u>Nachheizungssystem:</u>	4,7 kW Sole/Wasser-Wärmepumpe
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	75,4% (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	296,6 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Zeiner handelt es sich um ein zweigeschoßiges Einfamilienhaus mit 136 m² Brutto-Grundfläche und Satteldach.



Abbildung 33: Südansicht des Solarhauses Zeiner (Quelle: Einreichplan Bauherr)

Die Bodenplatte und die Zwischendecke sind thermisch aktiviert, der 1.000 Liter fassende Pufferspeicher dient der Warmwasserbereitung. Ein 600 Liter Pufferspeicher versorgt die Fußbodenheizung und dient als hydraulische Weiche für die Bauteilaktivierung.

Für die primäre Wärmeversorgung dient die in die Südfassade integrierte Solaranlage. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von rund 75,4% erreicht werden. Als Nachheizung dient eine Sole/Wasser-Wärmepumpe.

Abbildung 34 zeigt den Aufbau der aktivierten Fundamentplatte. Die Rohrleitungen liegen mit einem Verlegeabstand von 20 cm auf der unteren Bewehrungsebene.

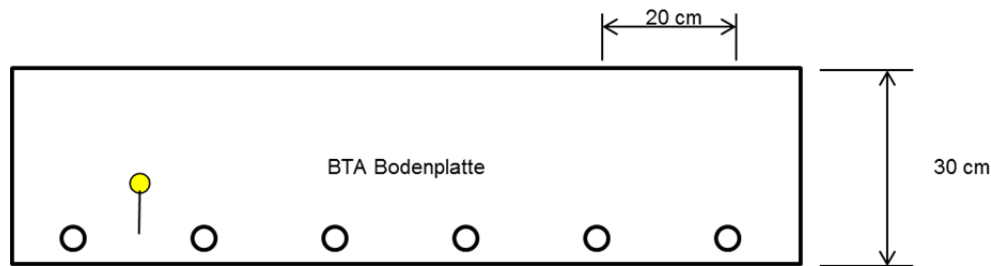


Abbildung 34: Aufbau der Fundamentplatte des Gebäudes (Quelle: Planer, eigene Darstellung)

Auch die Zwischendecke ist aktiviert. Sie ist 20 cm dick und der Aufbau ist gleich wie jener der Fundamentplatte.

7.5.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Zeiner ist in Abbildung 35 dargestellt. Über interne Wärmetauscher beheizt die Solaranlage (18 m²) entweder den Warmwasserpuffer (1000 l) oder den Heizungspuffer (600 l). Aus dem Warmwasserpuffer wird ein Frischwassermodule versorgt, über den Heizungspuffer wird die Bauteilaktivierung bedient. Als Nachheizungssystem dient eine Sole/Wasser-Wärmepumpe (4,7 kW), die über Flächenkollektoren das Erdreich als Wärmequelle nutzt. Die Wärmepumpe belädt den Warmwasserpuffer über die gesamte Höhe, oder beheizt direkt die Betonkerne (nicht den Heizungspuffer).

Das Messkonzept umfasst sieben Wärmemengenzähler, zwei Stromzähler, 29 Temperatursensoren und einen Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene.

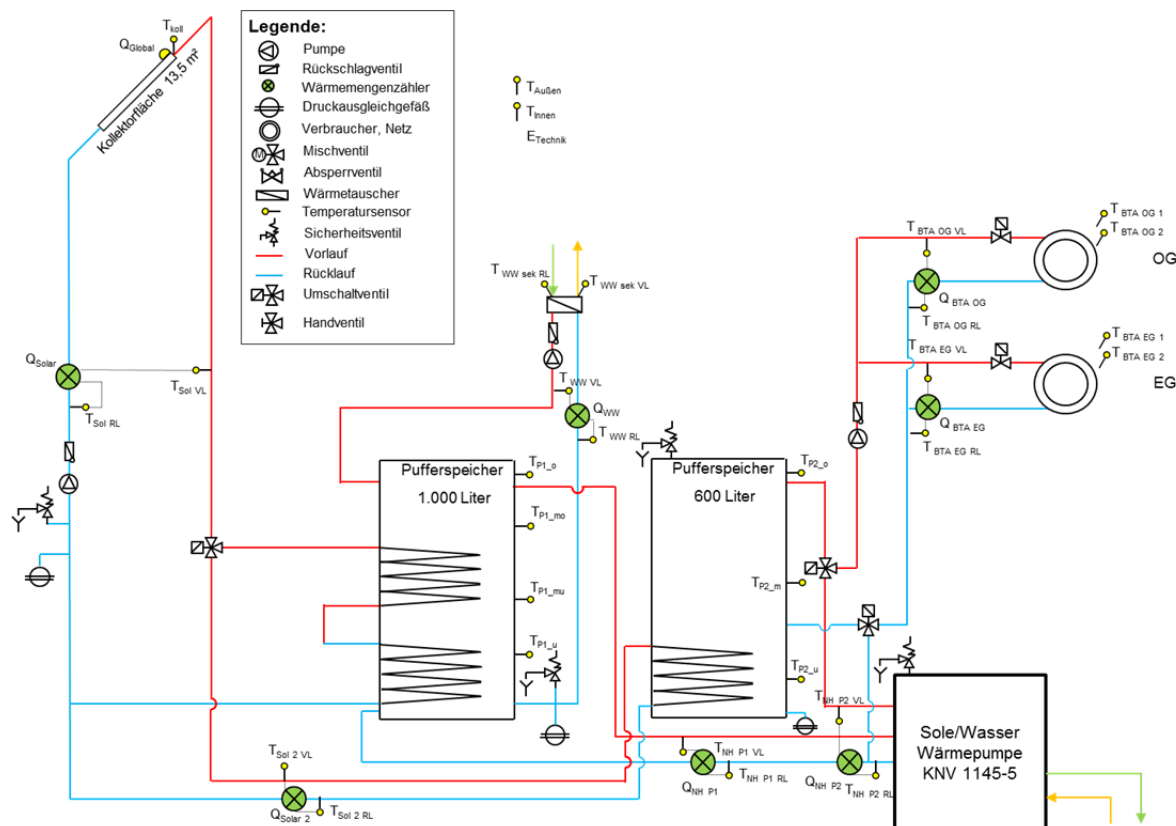


Abbildung 35: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Zeiner (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
Q_{Sol}	Wärmemengenzähler im Solarkreis zu Puffer 1
V_{Sol}	Durchfluss im Solarkreis zu Puffer 1
$T_{\text{Sol VL}}$	Solarvorlauftemperatur zu Puffer 1
$T_{\text{Sol RL}}$	Solarrücklauftemperatur zu Puffer 1
$Q_{\text{Sol 2}}$	Wärmemengenzähler im Solarkreis zu Puffer 2
$V_{\text{Sol 2}}$	Durchfluss im Solarkreis zu Puffer 2
$T_{\text{Sol 2 VL}}$	Solarvorlauftemperatur zu Puffer 2
$T_{\text{Sol 2 RL}}$	Solarrücklauftemperatur zu Puffer 2

Speicher

$T_{\text{P1_o}}$	Temperatur in Pufferspeicher 1 oben
$T_{\text{P1_mo}}$	Temperatur in Pufferspeicher 1 mitte-oben
$T_{\text{P1_mu}}$	Temperatur in Pufferspeicher 1 mitte-unten
$T_{\text{P1_u}}$	Temperatur in Pufferspeicher 1 unten
$T_{\text{P2_o}}$	Temperatur in Pufferspeicher 2 oben
$T_{\text{P2_m}}$	Temperatur in Pufferspeicher 2 mitte
$T_{\text{P2_u}}$	Temperatur in Pufferspeicher 2 unten

Nachheizung

$Q_{\text{NH P1}}$	Wärmemengenzähler Nachheizung P1
$V_{\text{NH P1}}$	Durchfluss Nachheizung P1
$T_{\text{NH P1 VL}}$	Vorlauftemperatur Nachheizung P1
$Q_{\text{NH P2}}$	Wärmemengenzähler Nachheizung P2
$V_{\text{NH P2}}$	Durchfluss Nachheizung P2
$T_{\text{NH P2 VL}}$	Vorlauftemperatur Nachheizung P2
$T_{\text{NH RL}}$	Rücklauftemperatur Nachheizung

Warmwasser

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung
V_{WW}	Durchfluss Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW sek VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung sekundär
$T_{\text{WW sek RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung sekundär

Bauteilaktivierung

$Q_{\text{BTA OG}}$	Wärmemengenzähler OG
$V_{\text{BTA OG}}$	Durchfluss OG
$T_{\text{BTA OG VL}}$	Vorlauftemperatur OG
$T_{\text{BTA OG RL}}$	Rücklauftemperatur OG
$T_{\text{BTA OG 1}}$	Bauteil Kerntemperatur OG 1
$T_{\text{BTA OG 2}}$	Bauteil Kerntemperatur OG 2
$Q_{\text{BTA EG}}$	Wärmemengenzähler EG
$V_{\text{BTA EG}}$	Durchfluss EG
$T_{\text{BTA EG VL}}$	Vorlauftemperatur EG
$T_{\text{BTA EG RL}}$	Rücklauftemperatur EG
$T_{\text{BTA EG 1}}$	Bauteil Kerntemperatur EG 1

$T_{\text{BTA EG 2}}$

Bauteil Kerntemperatur EG 2

Sonstiges $T_{\text{Außen}}$

Außentemperatur

 T_{Innen}

Wohnraumtemperatur

 E_{Technik}

Strombedarf der Haustechnik

 E_{Haushalt}

Strombedarf des gesamten Haushalts

7.5.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 36 bis Abbildung 38) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Verglichen werden im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings die Simulationsergebnisse mit den Messergebnissen der relevanten Kennzahlen (spezifischer Solarertrag, solarer Deckungsgrad sowie der Wärmeverbrauch). Da die Simulation der Bauteilaktivierung mit den gängigen Solar-Simulationswerkzeugen nicht möglich ist, wurde das System unter der Annahme eines vorhandenen Wasser-Heizungspufferspeichers mit einem Volumen von 28 m³ (Wasseräquivalent) zur Abbildung des Beitrags der Bauteilaktivierung mit T*Sol simuliert. Laut der Anlagensimulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wurde ein Jahressolarertrag von 297 kWh/m² prognostiziert (Abbildung 36).

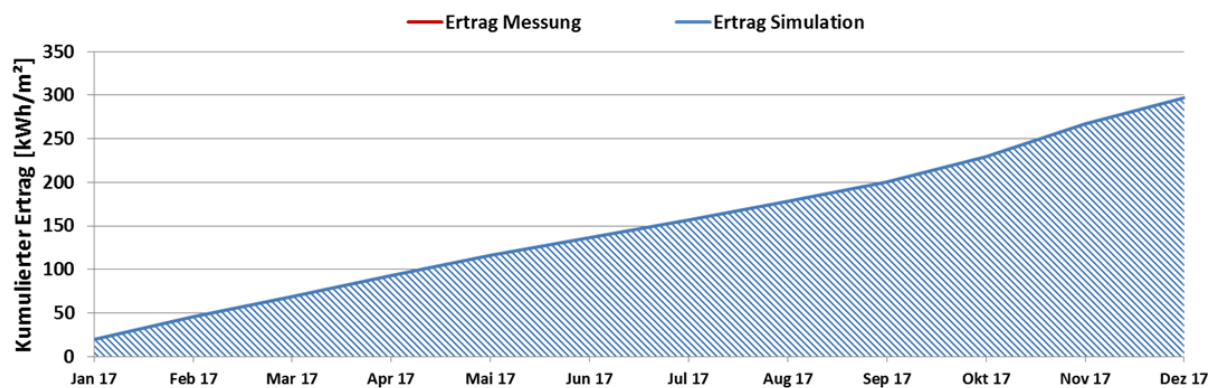


Abbildung 36: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Zeiner

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 75,4 % angegeben (Abbildung 37). Von März bis November ist eine praktisch vollständige solare Deckung prognostiziert.

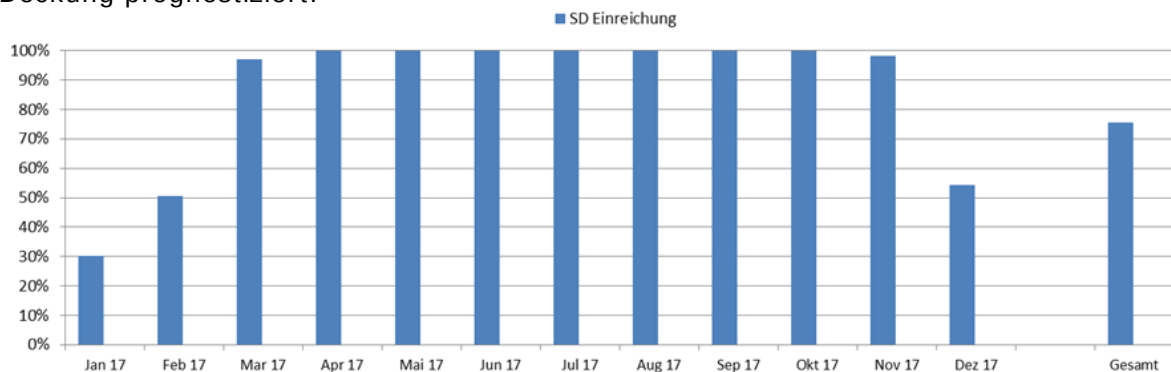


Abbildung 37: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Zeiner

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Solarhauses Zeiner wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 5,5 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme ist Abbildung 38 zu entnehmen.

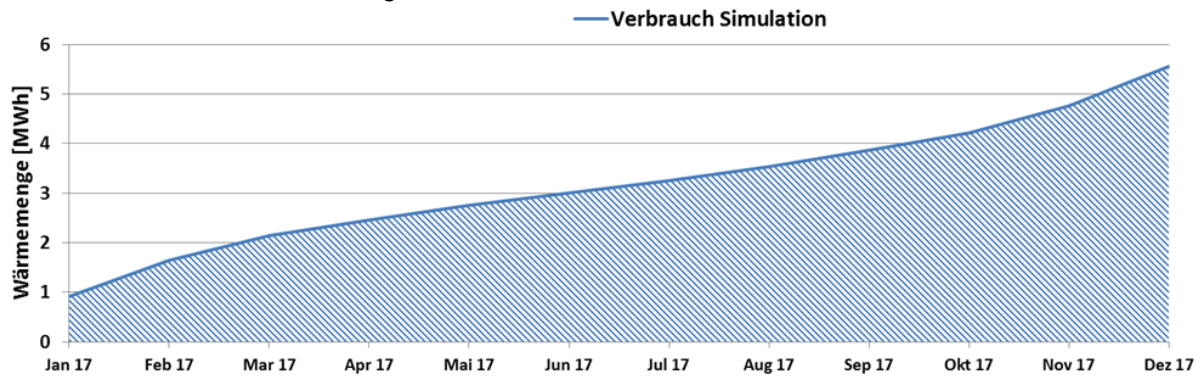


Abbildung 38: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für das Solarhaus Zeiner

7.5.4 Anlagen Status Quo

Die Anlage ist in Betrieb und die Umsetzung des Monitoringsystems ist in Arbeit. Der Beginn der Monitoringperiode ist für Frühjahr 2017 geplant.

7.6 Solarhaus Gamauf, NÖ

7.6.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Gamauf
<u>Adresse:</u>	2852 Hochneukirchen-Gscheidt
<u>spez. HWB (Energieausweis):</u>	24 kWh/(m²a)
<u>BGF:</u>	254,4 m²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	42 m² Flachkollektor (ökoTech GS)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	38,4 m²
<u>Neigung:</u>	60°
<u>Azimet-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	10 m³ Wasserpufferspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	Stückholz-Kachelofen (12 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	96 % (Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	346 kWh/(m²a) (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	in Umsetzung
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AIT

Bei dem Bauvorhaben Gamauf handelt es sich um ein nicht unterkellertes, zweigeschoßiges Einfamilienhaus (Abbildung 39) mit 254,4 m² Bruttogrundfläche. An der Westseite des Hauses schließen eine Doppelgarage und Technikräume eingeschößig an. Als zentraler Energiespeicher dient der 10 m³ fassende Pufferspeicher, der in einem der zwei Technikräume aufgestellt ist. Aufgrund der Höhe des Pufferspeichers (4,6 m) ist das Fundament dieses Raumes mehr als 2 m tiefer als alle anderen Fundamente.

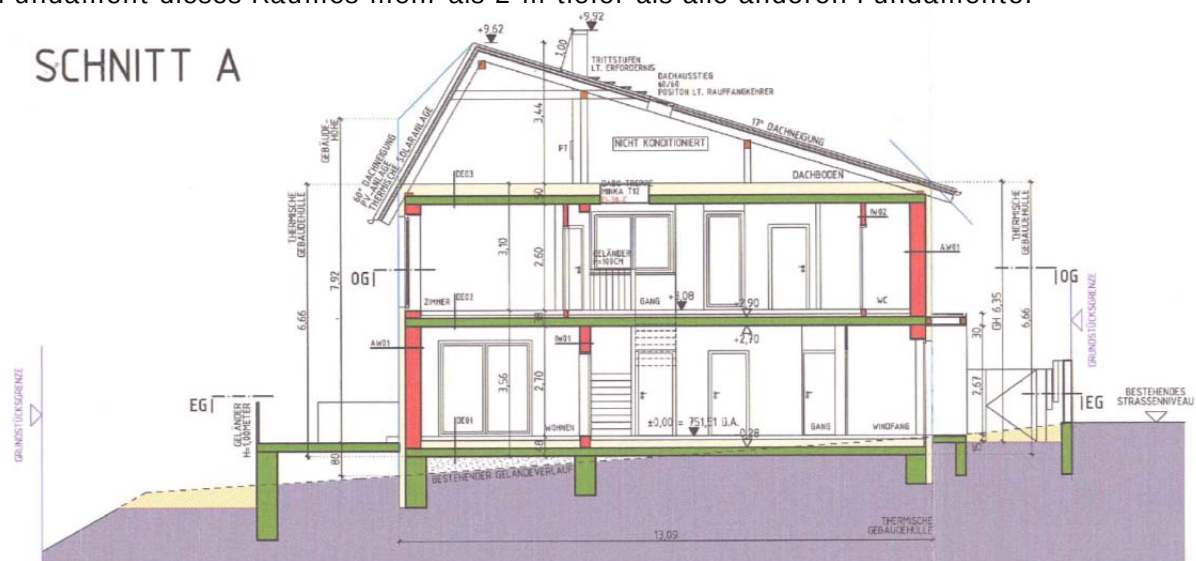


Abbildung 39: Ostansicht mit schematischem Schnitt durch das Gebäude (Quelle: Einreichplan DI Alexander Beisteiner)

Die Wärmeversorgung erfolgt zum wesentlichen Teil (96 % laut Einreichung) mit Hilfe der solarthermischen Flachkollektoren, welche eine Bruttokollektorfläche von 42 m² aufweisen. Die Azimut-Ausrichtung des Gebäudes sowie der Kollektorfläche ist nach Süden und die Neigung der Solarthermiekollektoren beträgt 60° (siehe Abbildung 40). Als Nachheizsystem wird ein Stückholz-Kachelofen eingesetzt, der sich im Wohnzimmer befindet. Die zentrale, kontrollierte Wohnraumlüftung ist mit einem elektrischen Nachheizregister ausgestattet, das jedoch nicht aktiviert wird. Zur Eigenstromversorgung ist neben den Solarthermiekollektoren eine Photovoltaikanlage vorgesehen.

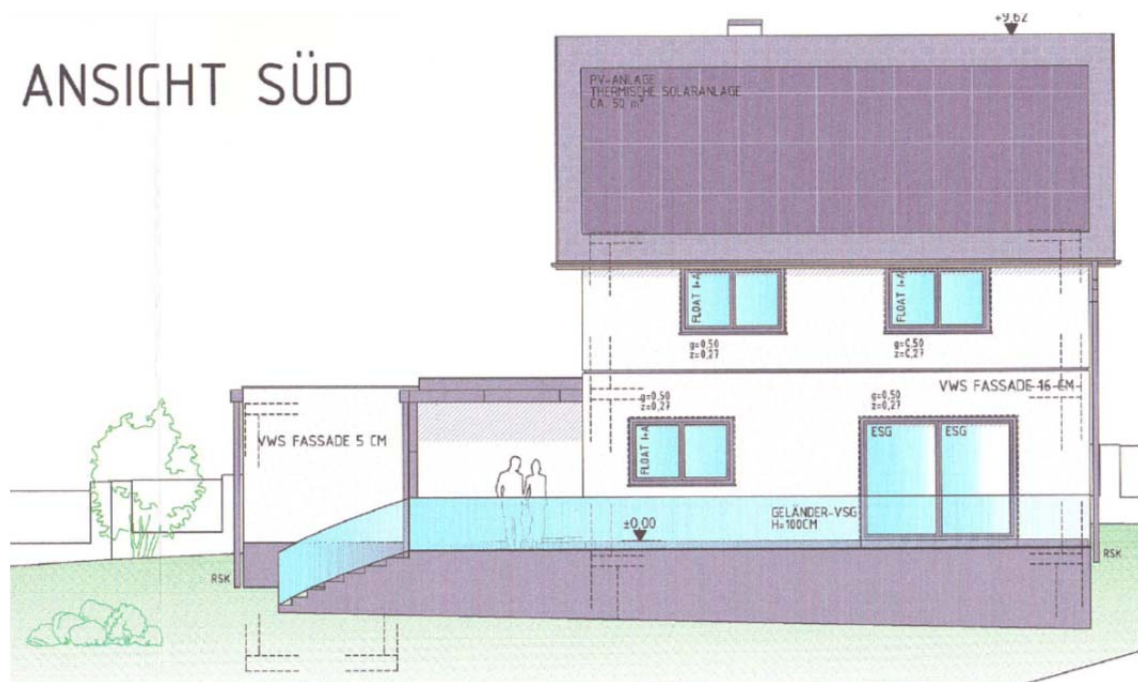


Abbildung 40: Südansicht des Gebäudes (Quelle: Einreichplan DI Alexander Beisteiner)

7.6.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Gamauf ist schematisch in Abbildung 41 dargestellt. Die Solaranlage (42 m² Bruttokollektorfläche) belädt über einen externen Wärmeübertrager und eine Schichtladelanze den Pufferspeicher (10 m³). Zur Nachheizung erwärmt der Stückholz-Kachelofen (12 kW) ebenfalls mit einer Schichtladelanze entweder nur den obersten Bereich oder den gesamten Schichtspeicher (Umschaltung des Rücklaufs an der Rücklaufmischergruppe). Die vom Stückholz-Kachelofen abgegebene Nutzwärme wird lt. Datenblatt zu weniger als 20 % direkt an das Wohnzimmer und die anschließenden Räume abgegeben. Mehr als 80 % der Wärme wird wasserseitig zum Schichtspeicher übertragen. Aus dem obersten Bereich des Pufferspeichers wird ein Frischwassermodule versorgt, dessen Rücklauf in den untersten Bereich des Puffers eingeleitet wird. Zur Vermeidung von Zirkulationsströmungen sind die Rohrleitungen des Frischwassermoduls siphoniert ausgeführt. Die Raumwärme wird über die Fußböden bereitgestellt, zusätzlich sind in den beiden Badezimmern Handtuchtrockner installiert. Die Raumheizungskreise werden aus einer mittleren Höhe des Schichtspeichers versorgt. Über einen 3-Wege bivalent Mischer kann die Fußbodenheizung jedoch auch aus dem obersten Bereich des Schichtspeichers versorgt werden, wenn in der Übergangszeit der mittlere Bereich des Puffers zu kalt wird, die Nachheizung aber nur den oberen Pufferbereich erwärmt. Der Rücklauf der Heizkreise wird in den untersten Bereich des Puffers eingeleitet.

Das Messkonzept umfasst fünf Wärmemengenzähler, zwei Stromzähler, 24 Temperatursensoren, zwei Ventilstellungen und einen Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene.

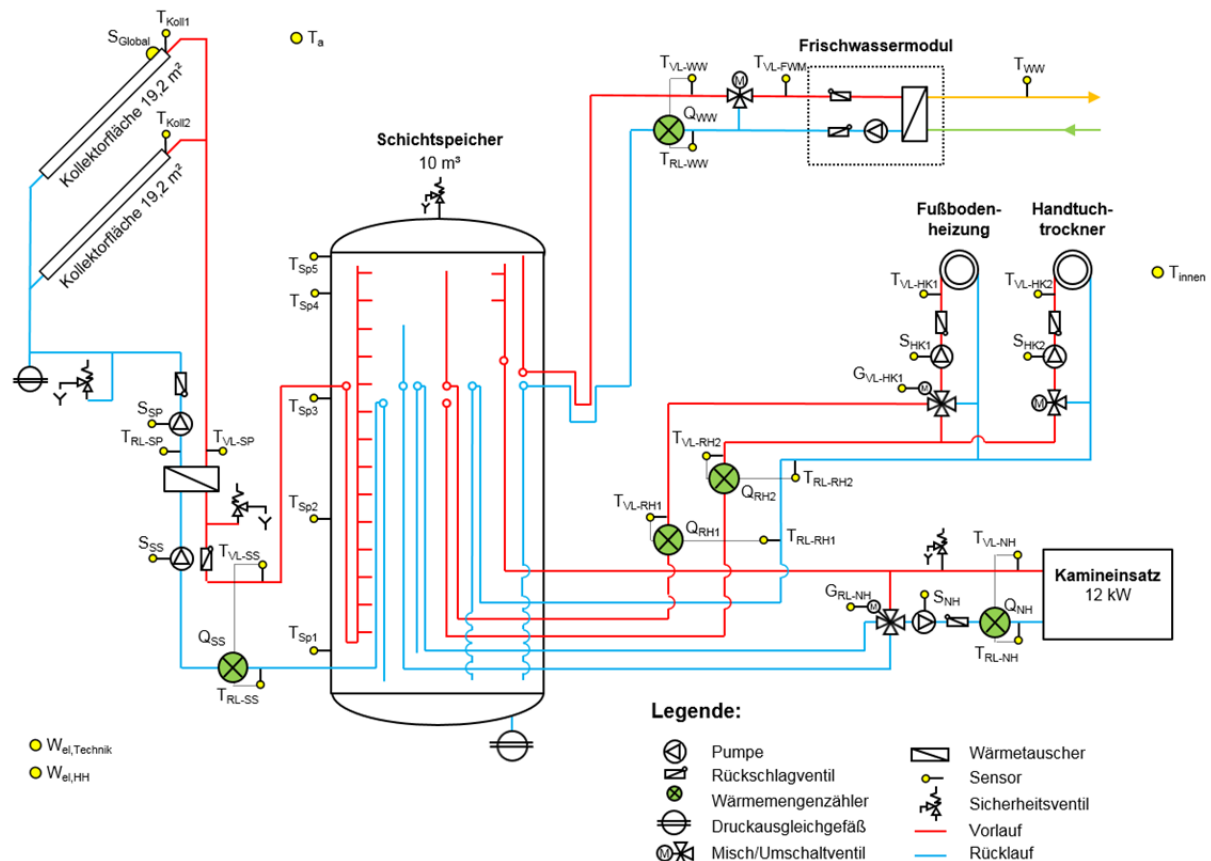


Abbildung 41: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Gamauf
(grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solaranlage

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll1}	Kollektortemperatur des Kollektorfelds 1
T_{Koll2}	Kollektortemperatur des Kollektorfelds 2
$T_{\text{VL-SP}}$	Vorlauftemperatur Solarprimärkreis
$T_{\text{RL-SP}}$	Rücklauftemperatur Solarprimärkreis
$T_{\text{VL-SS}}$	Vorlauftemperatur Solarsekundärkreis
$T_{\text{RL-SS}}$	Rücklauftemperatur Solarsekundärkreis
Q_{SS}	Wärmemengenzähler Solarsekundärkreis

Schichtspeicher

$T_{\text{Sp1}} \dots T_{\text{Sp5}}$	Temperatur in fünf unterschiedlichen Höhen des Schichtspeichers
---------------------------------------	---

Stückholz-Kachelofen (Nachheizung)

$T_{\text{VL-NH}}$	Vorlauftemperatur Stückholz-Kachelofen
$T_{\text{RL-NH}}$	Rücklauftemperatur Stückholz-Kachelofen
Q_{NH}	Wärmemengenzähler Stückholz-Kachelofen
$G_{\text{RL-NH}}$	Stellung des Ventils zur Entnahme aus dem Schichtspeicher

Warmwasserbereitung

$T_{\text{VL-WW}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung vor der Beimisch-Schaltung
$T_{\text{RL-WW}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung
T_{VL-FWM}	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung nach der Beimisch-Schaltung
T_{WW}	Warmwassertemperatur

Versorgung der Heizkreise

T_{VL-RH1}	Vorlauftemperatur Raumheizung 1
T_{RL-RH1}	Rücklauftemperatur Raumheizung 1
Q_{RH1}	Wärmemengenzähler Raumheizung 1
T_{VL-RH2}	Vorlauftemperatur Raumheizung 2
T_{RL-RH2}	Rücklauftemperatur Raumheizung 2
Q_{RH2}	Wärmemengenzähler Raumheizung 2

Heizkreise

T_{VL-HK1}	Vorlauftemperatur Heizkreis 1 (Fußbodenheizung)
G_{VL-HK1}	Stellung des Ventils zur Versorgung des Heizkreises 1 (Fußbodenheizung)
T_{VL-HK2}	Vorlauftemperatur Heizkreis 2 (Handtuchrockner)

Heiztechnik

$W_{el-Technik}$	Stromzähler Heiztechnik
------------------	-------------------------

Haushalt

W_{el-HH}	Stromzähler Haushaltsstrom
-------------	----------------------------

Umgebung

T_A	Außenlufttemperatur
T_{innen}	Wohnraumtemperatur

7.6.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 42 bis Abbildung 44) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings werden die Simulationsergebnisse mit den aus den Messergebnissen ermittelten relevanten Kennzahlen (Solarertrag, solarer Deckungsgrad und Wärmeverbrauch) verglichen.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wird ein Jahressolarertrag von 346 kWh/(m²a) erwartet.

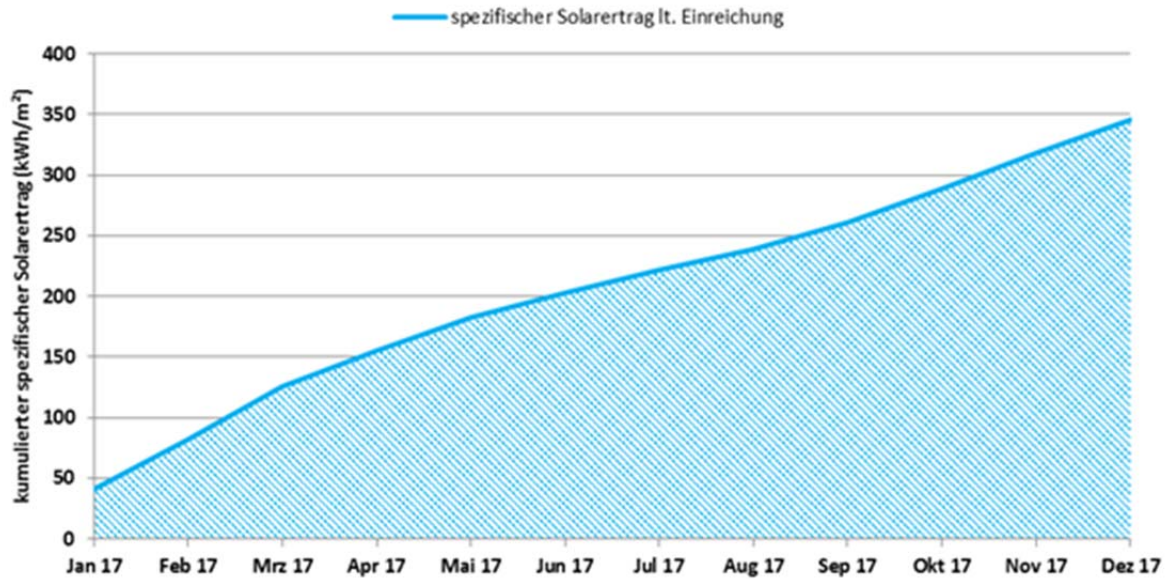


Abbildung 42: Prognostizierter Verlauf des kumulierten spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Gamauf

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu rund 96 % prognostiziert. In den Monaten Februar bis November liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei 100 %. In den Monaten Jänner und Dezember liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei 83 und 82 %, wodurch auch für diese Periode von einer nahezu vollständig solaren Deckung des Wärmebedarfs ausgegangen werden kann (siehe Abbildung 43).

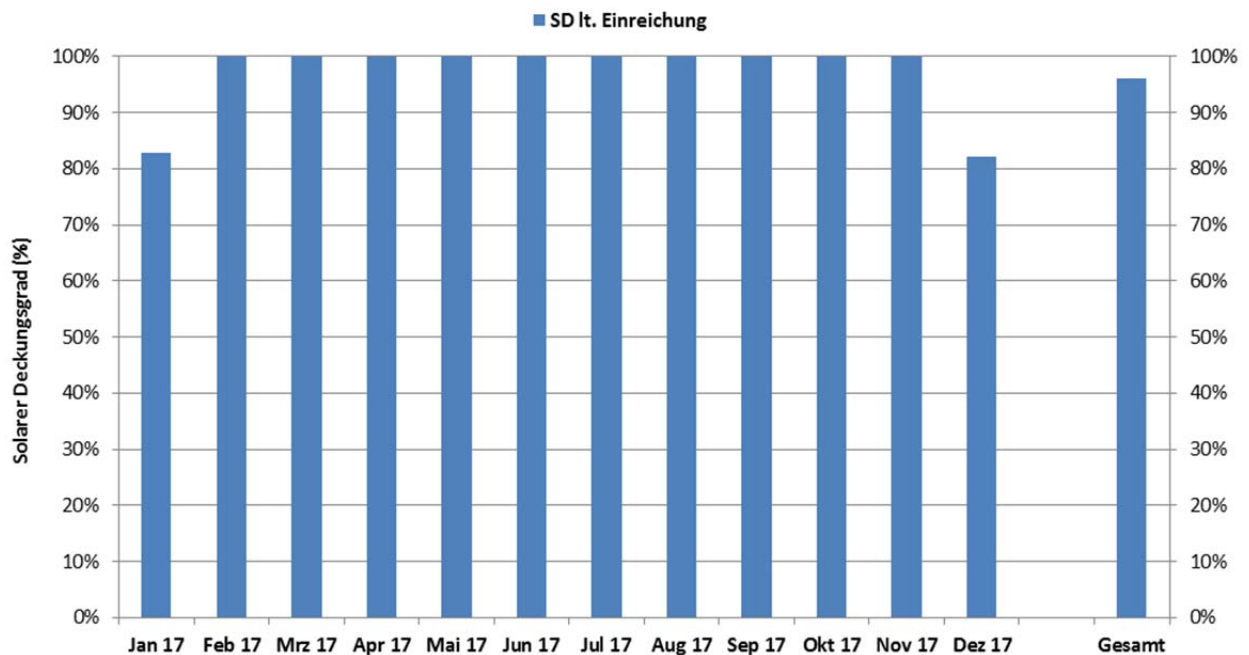


Abbildung 43: Prognostizierter monatlicher und jährlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Gamauf

Der jährliche Gesamtwärmebedarf wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung zu 9,2 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 44 zu entnehmen.

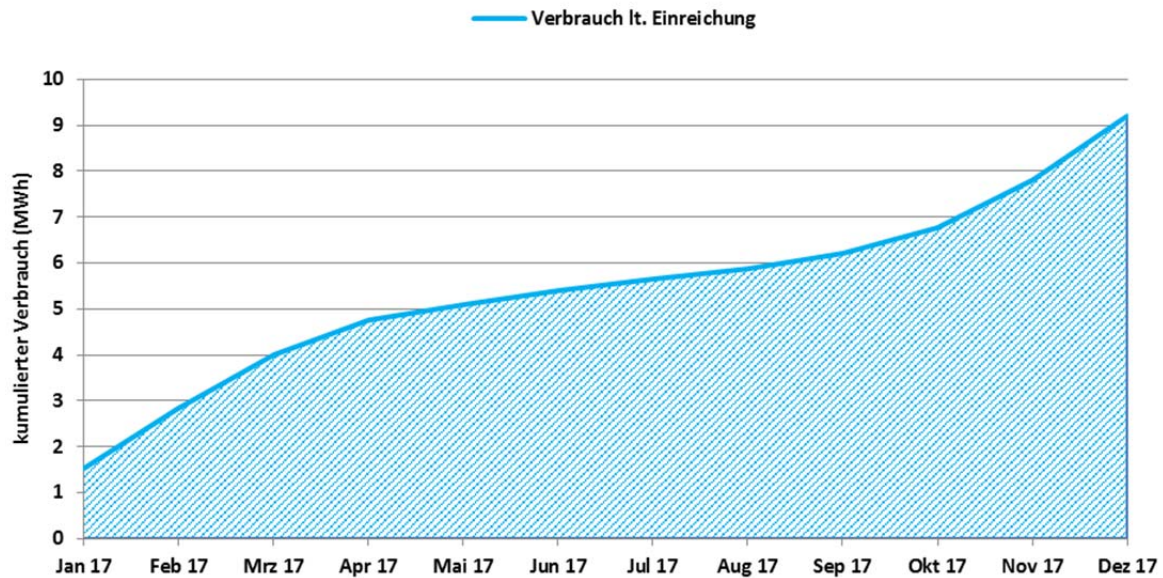


Abbildung 44: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Gamauf

7.6.4 Anlagen Status Quo

Das Projekt befindet sich in der Umsetzungsphase. Die Fertigstellung ist für Frühjahr 2017 geplant.

7.7 Solarhaus Wurzer-Rapolter, NÖ

7.7.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Wurzer-Rapolter
<u>Adresse:</u>	3684 St. Oswald
<u>Spez. HWB (lt. Energieausweis)</u>	20,90 kWh/(m ² a)
<u>BGF</u>	276 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	27 m ² Flachkollektor (Gasokol tecSol)
<u>Aperturkollektorfläche</u>	24,18 m ²
<u>Ausrichtung:</u>	172° (8° aus der Südrichtung nach Osten)
<u>Neigung:</u>	55°
<u>Energiespeichervolumen:</u>	2x1000 l Schichtspeicher, 79 m ³ Bauteilaktivierung
<u>Nachheizungssystem:</u>	Pellets-Zentralheizungsgerät (3-10 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	73,2 % (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	313 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Umsetzungsphase
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AIT

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um ein zweigeschoßiges Einfamilienhaus mit Anbau in Niedrigenergiebauweise mit 276 m² Brutto-Geschoßfläche (BGF), dessen Bodenflächen thermisch aktiviert werden (79 m³). Zusätzlich werden zwei Schichtspeicher mit einem Gesamtvolumen von 2000 l als Pufferspeicher eingesetzt.

Die Wärmeversorgung erfolgt zum wesentlichen Teil (73,2 % laut Simulation) durch solarthermische Flachkollektoren mit einer Bruttokollektorfläche von 27 m². Die Azimut-Ausrichtung der Kollektoren ist 8° aus der Südrichtung nach Osten, die Neigung beträgt 55° (auf dem Dach aufgeständert). Die Kollektoren wurden dabei so geplant, dass keine Verschattung im Winter bei niedrigstem Sonnenstand (15°) auftritt.

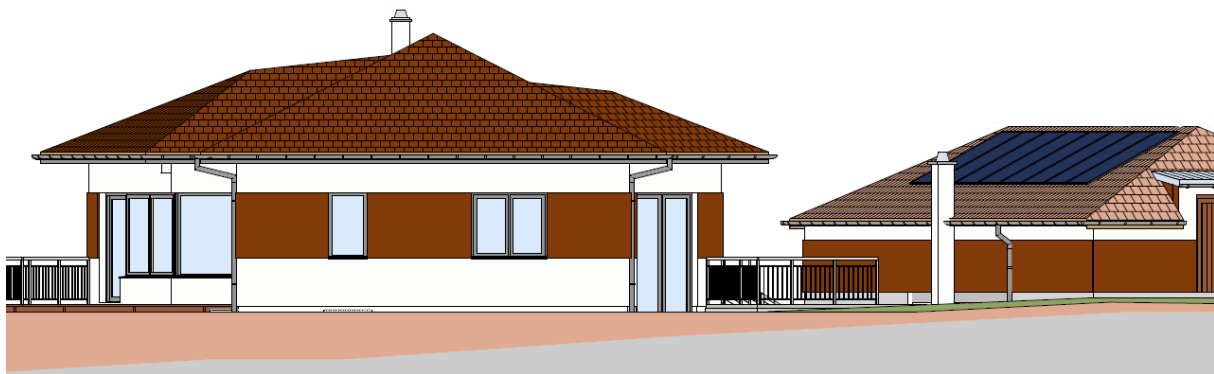


Abbildung 45: 3D Rendering für das Gebäude Wurzer-Rapolter
(Quelle: Einreichplan Bauatelier Schmelz & Salomon)

Als Nachheizungssystem wird ein modulierendes Pellets-Zentralheizungsgerät mit einer Leistung von 3-10 kW verwendet.

7.7.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das Schema des Wärmeversorgungssystems für das Solarhaus Wurzer-Rapolter ist in Abbildung 46 ersichtlich.

Die Solaranlage (27 m² Bruttokollektorfläche) belädt über einen externen Wärmeübertrager je nach Ladezustand den Raumheizungs (RH)-Pufferspeicher (1000 l) oder den Warmwasser (WW)-Pufferspeicher (1000 l). Zur Nachheizung erwärmt das Pellets-Zentralheizungsgerät (3-10 kW) den WW Pufferspeicher. Aus dem obersten Bereich des WW Pufferspeichers wird ein Frischwassermodule versorgt, dessen Rücklauf in den untersten Bereich des RH Pufferspeichers eingeleitet wird. Zur Vermeidung von Zirkulationsströmungen sind die Rohrleitungen des Frischwassermoduls beim Pufferspeicher siphoniert ausgeführt. Eine Warmwasserzirkulation ist nicht vorgesehen. Die Raumwärme wird über Bauteilaktivierung der Fußböden bereitgestellt, wobei der Vorlauf über einen 4-Wege-Mischer aus dem RH Pufferspeicher oder aus dem WW Pufferspeicher entnommen werden kann. Der Rücklauf der Heizkreise wird in den untersten Bereich des RH Pufferspeichers eingeleitet.

Das Messkonzept umfasst vier Wärmemengenzähler, zwei Stromzähler, 28 Temperatursensoren, drei Ventilstellungen und einen Globalstrahlungssensor in Kollektorebene.

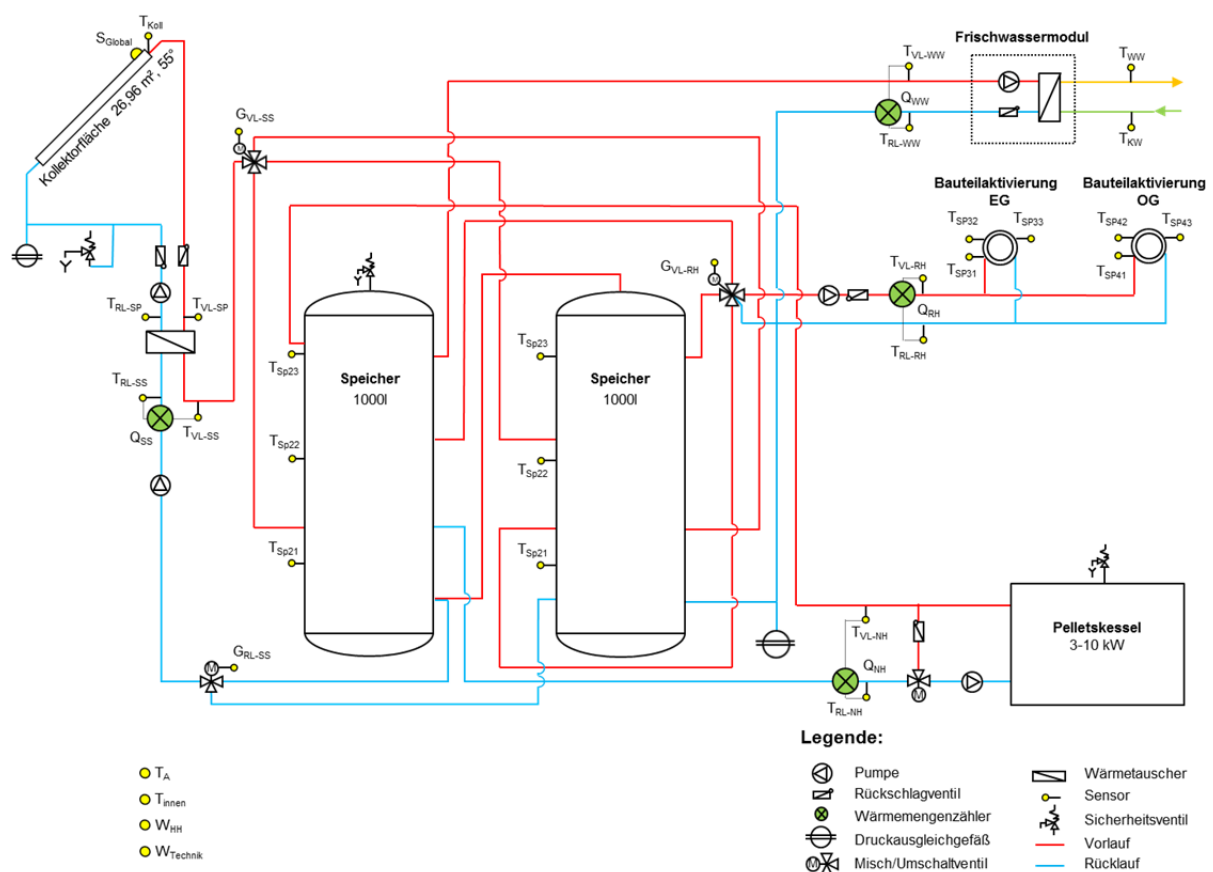


Abbildung 46: Schema Wärmeversorgungssystem für das Solarhaus Wurzer-Rapolter

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
$T_{\text{VL-SP}}$	Vorlauftemperatur Solarprimärkreis
$T_{\text{RL-SP}}$	Rücklauftemperatur Solarprimärkreis

T_{VL-SS}	Vorlauftemperatur Solarsekundärkreis
T_{RL-SS}	Rücklauftemperatur Solarsekundärkreis
Q_{SS}	Wärmezähler Solarsekundärkreis
G_{VL-SS}	Umschaltventil im Vorlauf für solarthermische Pufferladung
G_{RL-SS}	Umschaltventil im Rücklauf für solarthermische Pufferladung

Schichtspeicher (Zwei Stück)

T_{Sp11}	Temperatur Pufferspeicher RH unten
T_{Sp12}	Temperatur Pufferspeicher RH Mitte unten
T_{Sp13}	Temperatur Pufferspeicher RH Mitte oben
T_{Sp14}	Temperatur Pufferspeicher RH oben
T_{Sp21}	Temperatur Pufferspeicher WW unten
T_{Sp22}	Temperatur Pufferspeicher WW Mitte
T_{Sp23}	Temperatur Pufferspeicher WW oben

Pellets- Zentralheizungsgerät (Nachheizung)

T_{VL-NH}	Vorlauftemperatur Stückholzkessel
T_{RL-NH}	Rücklauftemperatur Stückholzkessel
Q_{NH}	Wärmezähler Stückholzkessel

Warmwasserbereitung (Frischwassermodule)

T_{WW}	Warmwassertemperatur
T_{KW}	Kaltwassertemperatur
T_{VL-WW}	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
T_{RL-WW}	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
Q_{WW}	Wärmezähler Warmwasserbereitung

Raumheizung

T_{VL-RH}	Vorlauftemperatur Raumheizung
T_{RL-RH}	Rücklauftemperatur Raumheizung
Q_{RH}	Wärmezähler Raumheizung
G_{VL-RH}	Umschaltventil für Pufferentnahme Raumheizung

Bauteilaktivierung EG

T_{SP31}	Bauteiltemperatur im Betonkern
T_{SP32}	Bauteiltemperatur an der Oberfläche
T_{SP33}	Bauteiltemperatur an der Oberfläche

Bauteilaktivierung OG

T_{SP41}	Bauteiltemperatur im Betonkern
T_{SP42}	Bauteiltemperatur an der Oberfläche
T_{SP43}	Bauteiltemperatur an der Oberfläche

Heiztechnik

W_{el-HH}	Stromzähler Haushaltsstrom
$W_{el-Technik}$	Stromzähler Technik

Umgebung

T_A	Außenlufttemperatur
T_{innen}	Wohnraumtemperatur

7.7.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 47 bis Abbildung 49) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings werden die Simulationsergebnisse mit den aus den Messergebnissen ermittelten relevanten Kennzahlen (Solarertrag, solarer Deckungsgrad und Wärmeverbrauch) verglichen. Da die Simulation der Bauteilaktivierung mit den gängigen Solar-Simulationswerkzeugen nicht möglich ist, wurde das System unter der Annahme eines vorhandenen Wasser-Heizungspufferspeichers mit einem Volumen von 68 m³ (Wasseräquivalent) zur Abbildung des Beitrags der Bauteilaktivierung mit T*Sol simuliert.

Laut Simulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wird ein spezifischer Jahressolarertrag von 313 kWh/(m²a) erwartet.

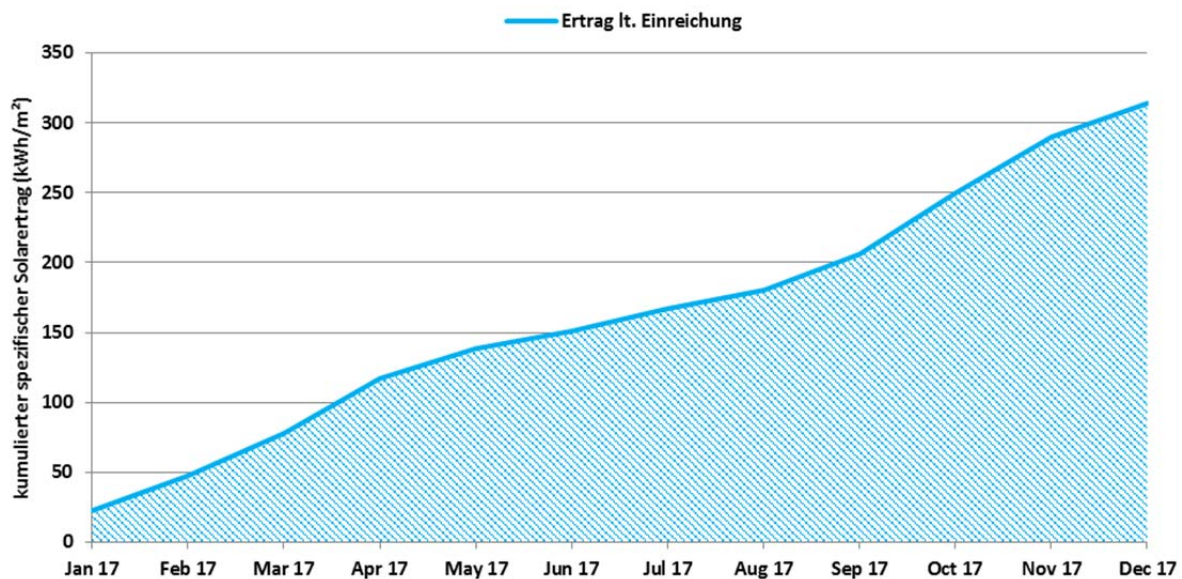


Abbildung 47: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Wurzer-Rapolter

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag bezogen auf den Gesamtwärmeinput) wird basierend auf der Simulationsrechnung des Betreibers mit 73,2 % prognostiziert. In den Monaten März bis November wird eine annähernd vollständige solare Deckung erwartet (siehe Abbildung 48).

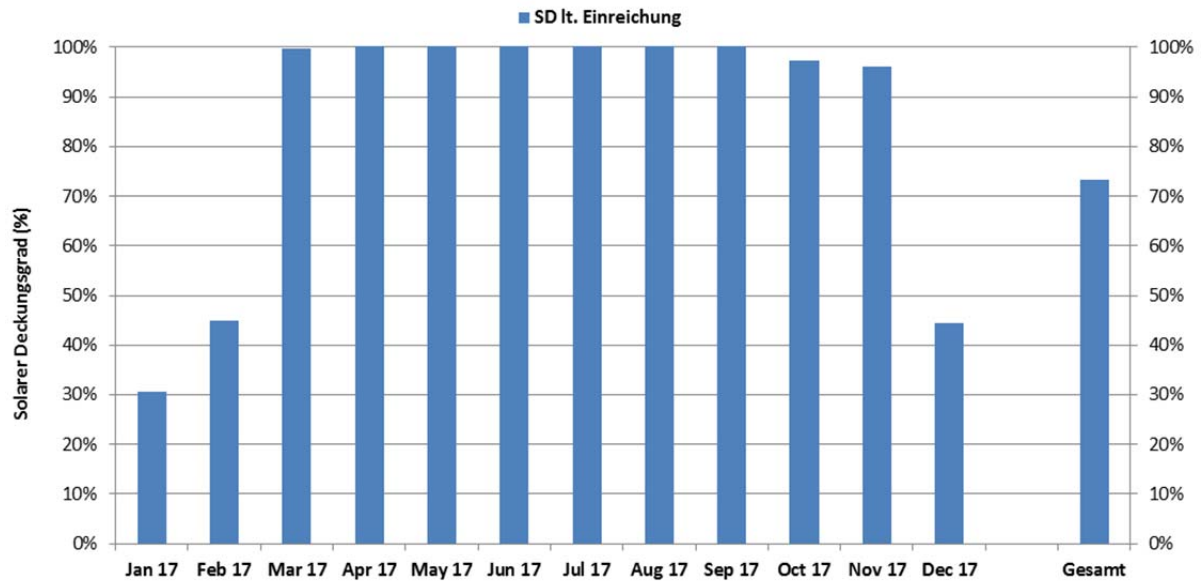


Abbildung 48: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad Solarhaus Wurzer-Rapolter

Der jährliche Gesamtwärmebedarf wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 10,35 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 49 zu entnehmen.

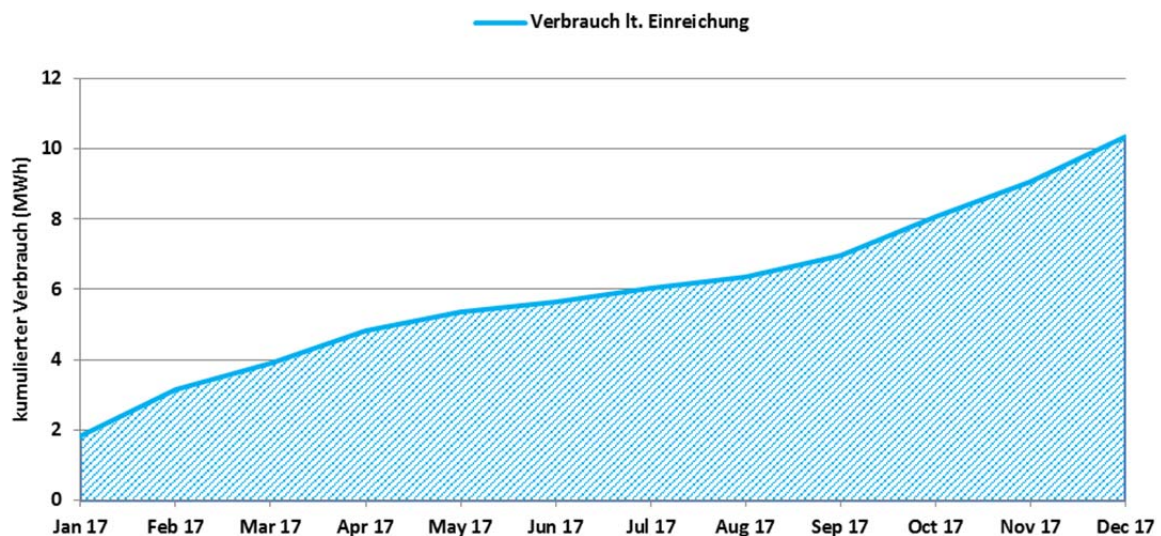


Abbildung 49: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Wurzer-Rapolter

7.7.4 Anlagen Status Quo

Das Projekt befindet sich in der Umsetzungsphase. Die Fertigstellung ist für das 2. Quartal 2017 geplant.

7.8 Solarhaus Salchinger, St

7.8.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Salchinger
<u>Adresse:</u>	8261 Sinabelkirchen
<u>Spez. HWB (lt. Energieausweis)</u>	30,3 kWh/(m ² a)
<u>BGF</u>	230 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	31 m ² Flachkollektor (Ökotech GS)
<u>Aperturkollektorfläche</u>	28,6 m ²
<u>Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Neigung:</u>	55°
<u>Energiespeichervolumen:</u>	4500 l Schichtspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	Kachelofen im Wohnzimmer (14,5 kW, davon etwa 8 kW an wasserführendes Heizsystems und 6,5 kW direkt an die Raumluft)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	77,6 % (Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	352 kWh/m ² a (Simulation bezogen auf Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Umsetzungsphase
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AIT

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um ein zweigeschoßiges Einfamilienwohnhaus in Niedrigenergiebauweise mit 230 m² Bruttogrundfläche (BGF) und Fußbodenheizung. Zusätzlich wird ein Schichtspeicher mit einem Gesamtvolumen von 4500 l als Pufferspeicher eingesetzt. Schichtladelenzen für die Solarthermie und den Rücklauf der Fußbodenheizung sowie niedrige Vorlauftemperaturen der Raumheizungskreise ermöglichen eine effiziente Nutzung des Gesamtsystems.

Die Wärmeversorgung erfolgt zum wesentlichen Teil (77,6 % laut Simulation) durch solarthermische Flachkollektoren mit einer Bruttokollektorfläche von 31 m². Die Azimut-Ausrichtung der Dachintegrierten Kollektoren ist nach Süden mit einer Neigung von 55° (siehe Abbildung 50 und Abbildung 51).



Abbildung 50: 3D Rendering für das Gebäude Salchinger (Quelle: Technische Beschreibung Bauvorhaben Sonnenhaus, Fördernehmer)

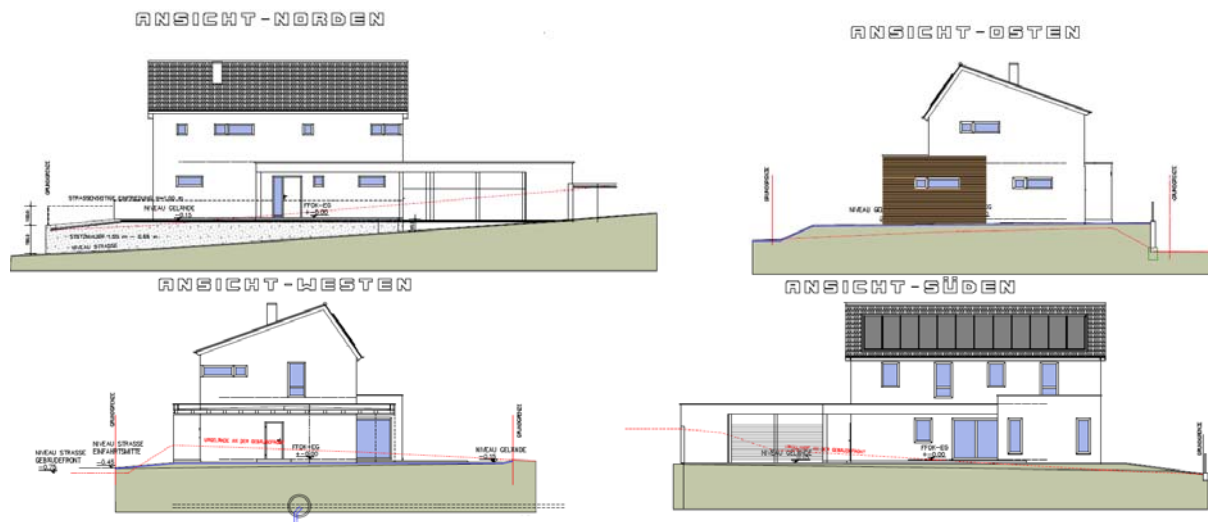


Abbildung 51: Ansichten des Gebäudes Salchinger (Quelle: Einreichplan EP04)

Als Nachheizsystem wird ein wasserführender Kachelofen im Wohnzimmer eingesetzt.

7.8.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das Schema des Wärmeversorgungssystems für das Solarhaus Salchinger ist in Abbildung 52 ersichtlich.

Der Schichtspeicher wird über einen externen Wärmeübertrager von der Solaranlage geladen. Alternativ kann der Schichtspeicher auch manuell von einem Stückholz-Kachelofen nachgeheizt werden.

Die Solaranlage (31 m^2 Bruttokollektorfläche) belädt über einen externen Wärmeübertrager und eine Schichtladelanze den Pufferspeicher ($4,5 \text{ m}^3$). Zur Nachheizung erwärmt der Stückholz-Kachelofen ($14,5 \text{ kW}$) ebenfalls mit einer Schichtladelanze entweder nur den obersten Bereich oder den gesamten Schichtspeicher (Umschaltung des Rücklaufs an der Rücklaufmischergruppe). Die Schichtladelanze im oberen Bereich soll dabei der Abbrandkurve des Ofens Rechnung tragen. Die vom Stückholz-Kachelofen abgegebene Nutzwärme wird lt. Datenblatt zu weniger als 45 %, direkt an das Wohnzimmer und die anschließenden Räume abgegeben, mehr als 55 % der Wärme wird wasserseitig zum Schichtspeicher übertragen. Aus dem obersten Bereich des Pufferspeichers wird ein Frischwassermodule versorgt, dessen Rücklauf in den untersten Bereich des Puffers eingeleitet wird. Zur Vermeidung von Zirkulationsströmungen sind die Rohrleitungen des Frischwassermoduls siphoniert ausgeführt. Eine Warmwasserzirkulation ist nicht vorgesehen. Die Raumwärme wird über die Fußböden bereitgestellt, mit einem höheren Vorlauf für das Badezimmer. Die Raumheizungskreise werden aus einer mittleren Höhe des Schichtspeichers versorgt. Über einen 3-Wege Bivalentmischer kann die Fußbodenheizung jedoch auch aus dem obersten Bereich des Schichtspeichers versorgt werden, wenn in der Übergangszeit der mittlere Bereich des Puffers zu kalt wird, die Nachheizung aber nur den oberen Pufferbereich erwärmt. Der Rücklauf der Heizkreise wird in den untersten Bereich des Puffers eingeleitet.

Das Messkonzept umfasst fünf Wärmezähler, zwei Stromzähler, 22 Temperatursensoren, drei Ventilstellungen und einen Globalstrahlungssensor in Kollektorebene.

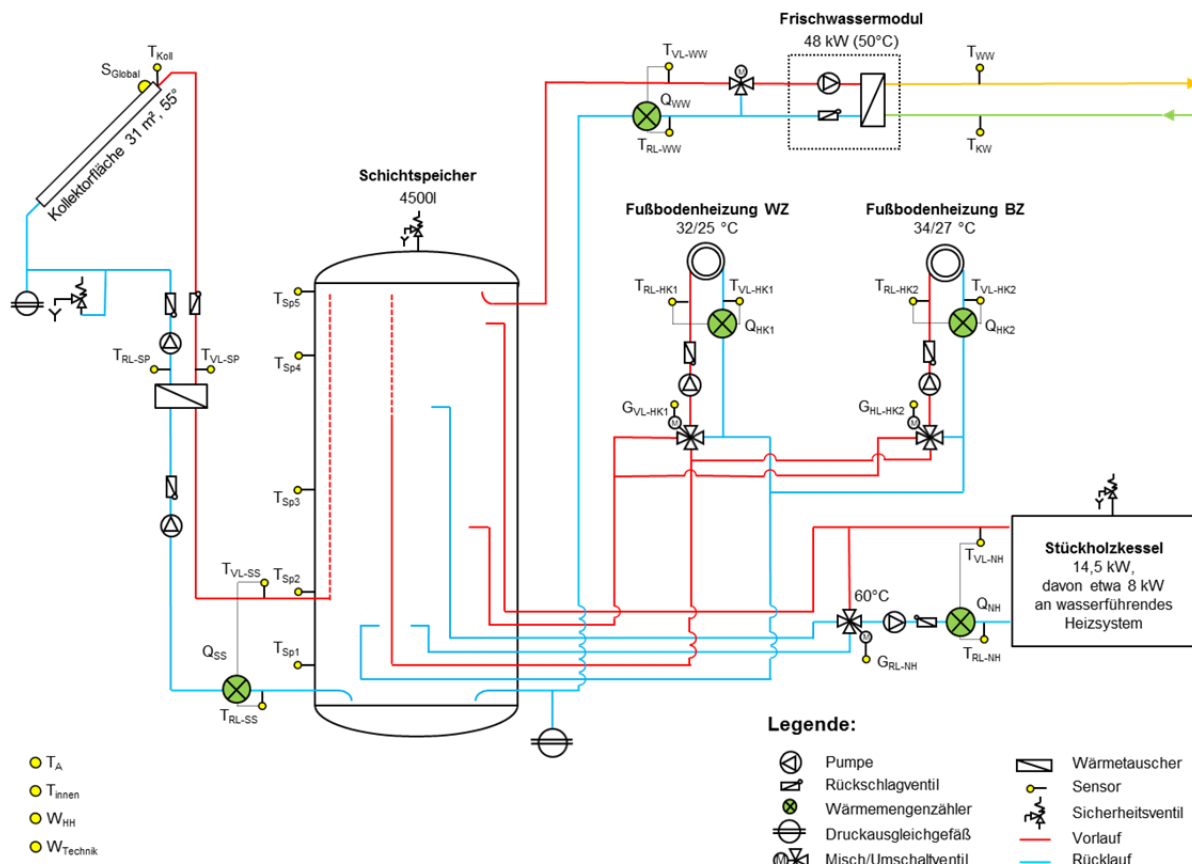


Abbildung 52: Schema Wärmeversorgungssystem für das Solarhaus Salchinger

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
$T_{\text{VL-SP}}$	Vorlauftemperatur Solarprimärkreis
$T_{\text{RL-SP}}$	Rücklauftemperatur Solarprimärkreis
p_{SP}	Druck im Solarprimärkreis
$T_{\text{VL-SS}}$	Vorlauftemperatur Solarsekundärkreis
$T_{\text{RL-SS}}$	Rücklauftemperatur Solarsekundärkreis
Q_{SS}	Wärmezähler Solarsekundärkreis

Schichtspeicher

T_{Sp1}	Temperatur unten
T_{Sp2}	Temperatur Mitte unten
T_{Sp3}	Temperatur Mitte
T_{Sp4}	Temperatur Mitte oben
T_{Sp5}	Temperatur oben

Stückholzkessel (Nachheizung)

$T_{\text{VL-NH}}$	Vorlauftemperatur Stückholzkessel
$T_{\text{RL-NH}}$	Rücklauftemperatur Stückholzkessel
Q_{NH}	Wärmezähler Stückholzkessel
$G_{\text{RL-HK1}}$	Umschaltventil zur Pufferentnahme

Warmwasserbereitung (Frischwassermodule)

T_{WW}	Warmwassertemperatur
T_{KW}	Kaltwassertemperatur
T_{VL-WW}	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
T_{RL-WW}	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
Q_{WW}	Wärmezähler Warmwasserbereitung

Fußbodenheizung Wohnräume

T_{VL-HK1}	Vorlauftemperatur Fußbodenheizung
T_{RL-HK1}	Rücklauftemperatur Fußbodenheizung
Q_{HK1}	Wärmezähler Fußbodenheizung
G_{VL-HK1}	Umschaltventil Vorlauf Fußbodenheizung

Fußbodenheizung Badezimmer

T_{VL-HK2}	Vorlauftemperatur Fußbodenheizung
T_{RL-HK2}	Rücklauftemperatur Fußbodenheizung
Q_{HK2}	Wärmezähler Fußbodenheizung
G_{VL-HK2}	Umschaltventil Vorlauf Fußbodenheizung

Heiztechnik

W_{el-HH}	Stromzähler Haushaltsstrom
$W_{el-Technik}$	Stromzähler Technik

Umgebung

T_A	Außenlufttemperatur
T_{innen}	Wohnraumtemperatur

7.8.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 53 bis Abbildung 55) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings werden die Simulationsergebnisse mit den aus den Messergebnissen ermittelten relevanten Kennzahlen (Solarertrag, solarer Deckungsgrad und Wärmeverbrauch) verglichen.

Laut Simulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wird ein spezifischer Jahressolarertrag von 352 kWh/(m²a) erwartet.

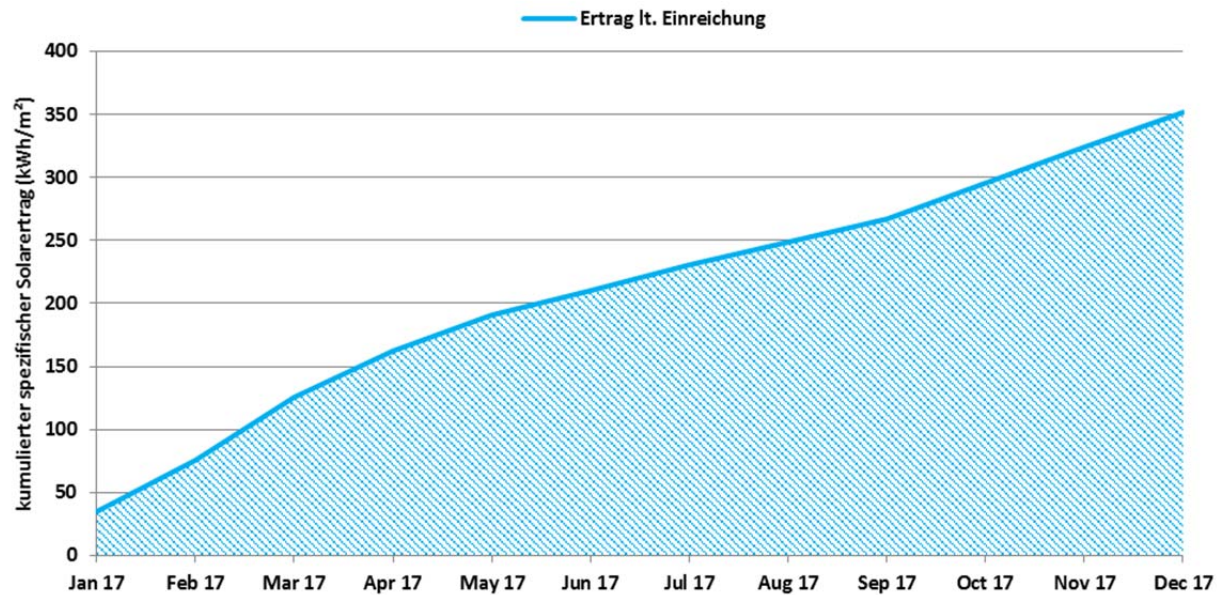


Abbildung 53: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Salchinger

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag bezogen auf den Gesamtwärmeinput) wird basierend auf der Simulationsrechnung des Betreibers mit 77,6 % prognostiziert. In den Monaten April bis Oktober wird eine vollständige solare Deckung erwartet (siehe Abbildung 54).

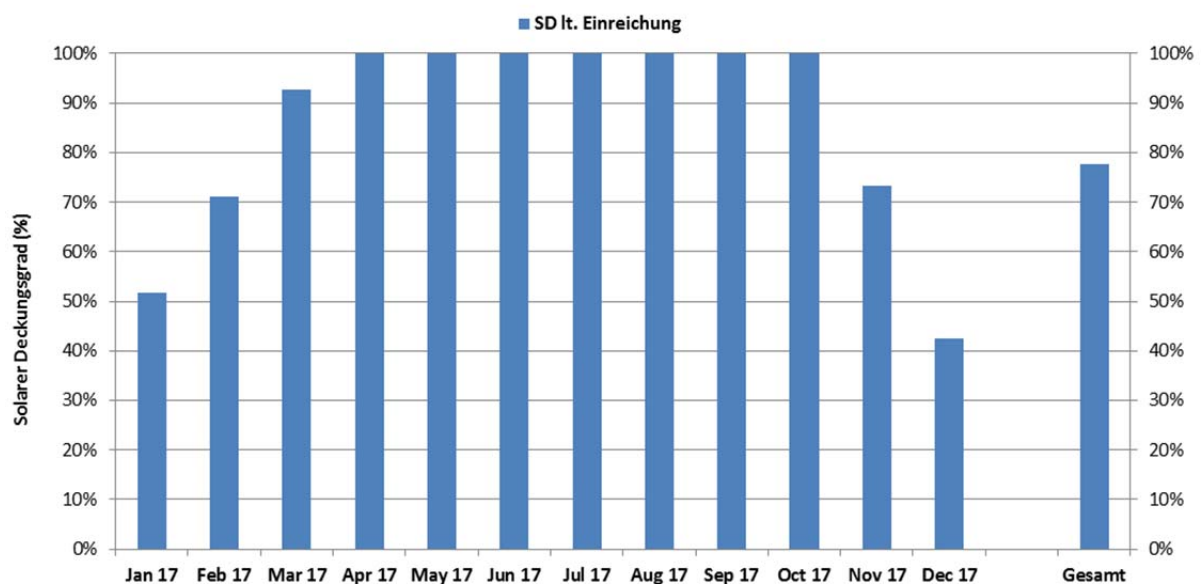


Abbildung 54: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Salchinger

Der jährliche Gesamtwärmebedarf wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 10 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 55 zu entnehmen.

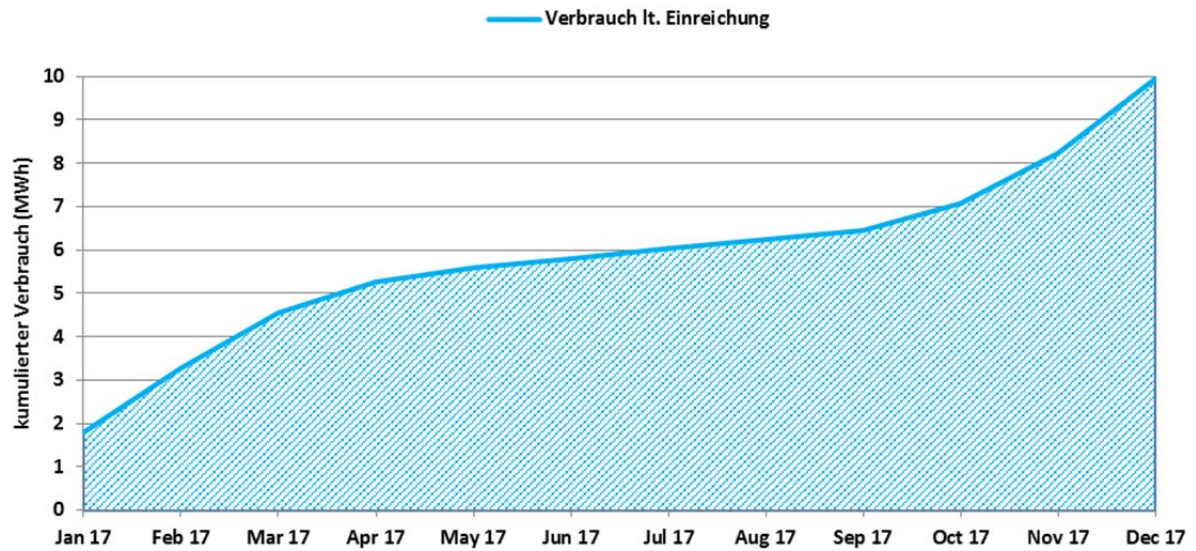


Abbildung 55: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Salchinger

7.8.4 Anlagen Status Quo

Das Projekt befindet sich in der Umsetzungsphase. Die Fertigstellung ist für Frühjahr 2017 und der Bezug des Gebäudes mit Anfang 2018 geplant.

7.9 Solarhaus Miksche, W

7.9.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Miksche
<u>Adresse:</u>	1170 Wien
<u>spez. HWB (nach PHPP)</u>	17 kWh/m ² a
<u>EBF</u>	156 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	30,3 m ² Flachkollektor (DOMA Flex)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	27,65 m ²
<u>Neigung:</u>	90°
<u>Azimut-Ausrichtung</u>	20m ² : 244° (26° aus Westrichtung nach Süden) 10m ² : 154° (26° Südrichtung nach Osten)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.500 Liter Pufferspeicher, 28 m ³ Bauteilaktivierung
<u>Nachheizungssystem:</u>	elektrischer Durchlauferhitzer
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	73,3% (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	213,1 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Detailplanungsphase
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Miksche handelt es sich um ein zweigeschoßiges Einfamilienhaus mit 156 m² Energiebezugsfläche und Flachdach. Die Bodenplatte und die Zwischendecke zwischen Keller und Erdgeschoß sind thermisch aktiviert, der 1.500 Liter fassende Pufferspeicher dient der Warmwasserbereitung und der Versorgung der Wandheizung sowie der Bauteilaktivierung.



Abbildung 56: Grundriss (links); Ansichten der SW- bzw. SO-Fassade (rechts)
(Quelle: Einreichplan)

Für die primäre Wärmeversorgung dient die in die Süd-West- und in die Süd-Ost-Fassade integrierte Solaranlage, welche als Drainback-System ausgeführt werden soll. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von rund 73,3% erreicht werden. Als Nachheizung dienen elektrische Durchlauferhitzer, die nach dem Pufferspeicher eingebaut sind. Auf diese Weise erzeugt die Nachheizung keine zusätzlichen Pufferverluste.

7.9.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem des Solarhauses Miksche ist als Blockschaltbild in Abbildung 57 dargestellt. Die Solaranlagen liefern Energie in den Pufferspeicher, welcher Energie für Warmwasserbereitung und Heizwärmebedarf zur Verfügung stellt. Je

ein elektrischer Durchlauferhitzer für Warmwasser und Raumheizung hebt die Energie aus dem Pufferspeicher bei Bedarf auf das notwendige Temperaturniveau. Es ist keine Zirkulationsleitung vorgesehen. Vier Wärmemengenzähler, 3 Stromzähler, 18 Temperatursensoren und 2 Globalstrahlungssensoren bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

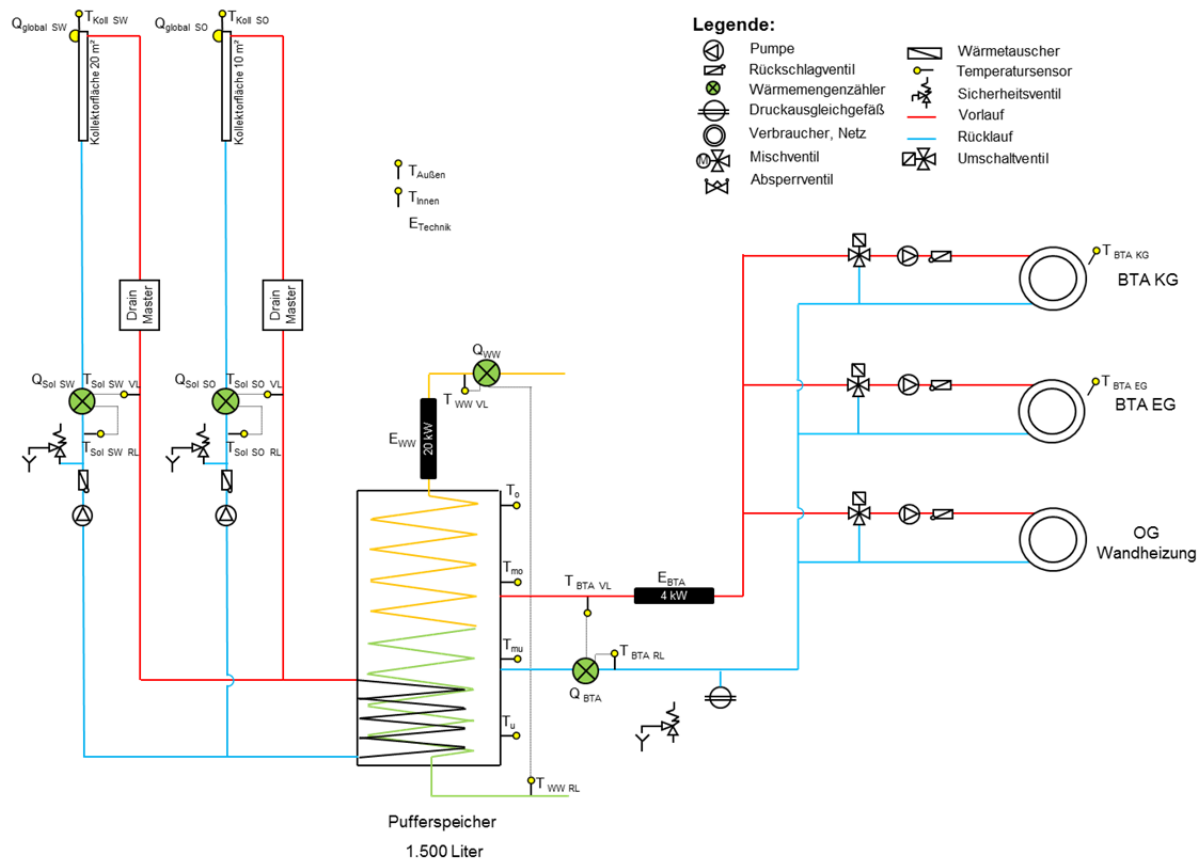


Abbildung 57: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Miksche (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

$S_{\text{Global SW}}$	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene SW
$T_{\text{Koll SW}}$	Kollektortemperatur SW
$Q_{\text{Sol SW}}$	Wärmemengenzähler im Solarkreis SW
$V_{\text{Sol SW}}$	Durchfluss im Solarkreis SW
$T_{\text{Sol SW VL}}$	Solarvorlauftemperatur SW
$T_{\text{Sol SW RL}}$	Solarrücklauftemperatur SW
$S_{\text{Global SO}}$	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene SO
$T_{\text{Koll SO}}$	Kollektortemperatur SO
$Q_{\text{Sol SO}}$	Wärmemengenzähler im Solarkreis SO
$V_{\text{Sol SO}}$	Durchfluss im Solarkreis SO
$T_{\text{Sol SO VL}}$	Solarvorlauftemperatur SO
$T_{\text{Sol SO RL}}$	Solarrücklauftemperatur SO

Speicher

$T_{\text{P_o}}$	Temperatur in Pufferspeicher oben
$T_{\text{P_mo}}$	Temperatur in Pufferspeicher mitte-oben

T_{P_mu}	Temperatur in Pufferspeicher mitte-unten
T_{P_u}	Temperatur in Pufferspeicher unten
<u>Nachheizung</u>	
E_{BTA}	Strombedarf Durchlauferhitzer Bauteilaktivierung
E_{WW}	Strombedarf Durchlauferhitzer Warmwasser
<u>Warmwasser</u>	
Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung
V_{WW}	Durchfluss Warmwasserbereitung
$T_{WW\ VL}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{WW\ RL}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
<u>Bauteilaktivierung</u>	
Q_{BTA}	Wärmemengenzähler Bauteilaktivierung
V_{BTA}	Durchfluss Bauteilaktivierung
$T_{BTA\ VL}$	Vorlauftemperatur Bauteilaktivierung
$T_{BTA\ RL}$	Rücklauftemperatur Bauteilaktivierung
$T_{BTA\ KG}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung KG
$T_{BTA\ EG}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung EG
<u>Sonstiges</u>	
$T_{Außen}$	Außentemperatur
T_{Innen}	Wohnraumtemperatur
$E_{Technik}$	Strombedarf der Haustechnik

7.9.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 58 bis Abbildung 60) geben einen Überblick über die, bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse.

Die Simulationsergebnisse werden im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings mit den Messergebnissen der relevanten Kennzahlen (spezifischer Solarertrag, solarer Deckungsgrad sowie der Wärmeverbrauch) verglichen. Da die Simulation der Bauteilaktivierung mit den gängigen Solar-Simulationswerkzeugen nicht möglich ist, wurde das System vom Förderwerber unter der Annahme eines vorhandenen Wasser-Heizungspufferspeichers mit einem Volumen von 29,1 m³ (Wasseräquivalent) zur Abbildung des Beitrags der Bauteilaktivierung mit T*Sol simuliert. In der dafür notwendigen T*Sol-Vorlage ist es weiters nicht möglich zwei Kollektorflächen unterschiedlicher Ausrichtung zu simulieren. Die Simulationsergebnisse haben daher nur die größere Kollektorfläche mit Ausrichtung Süd-West als Grundlage.

Laut der Anlagensimulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wird ein Jahressolarertrag von 197 kWh/m²a prognostiziert.

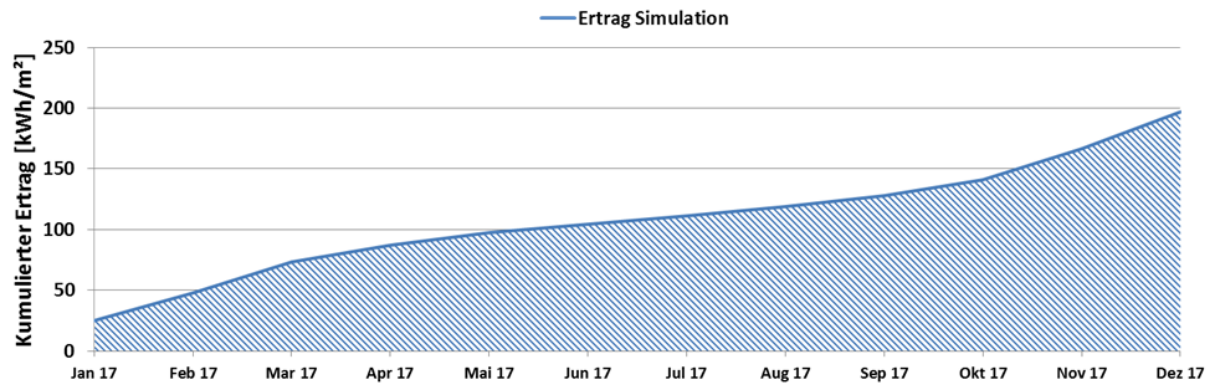


Abbildung 58: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Miksche

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Einreichers mit rund 73 % angegeben. In den Monaten Juni bis September liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei 100% (siehe Abbildung 59).

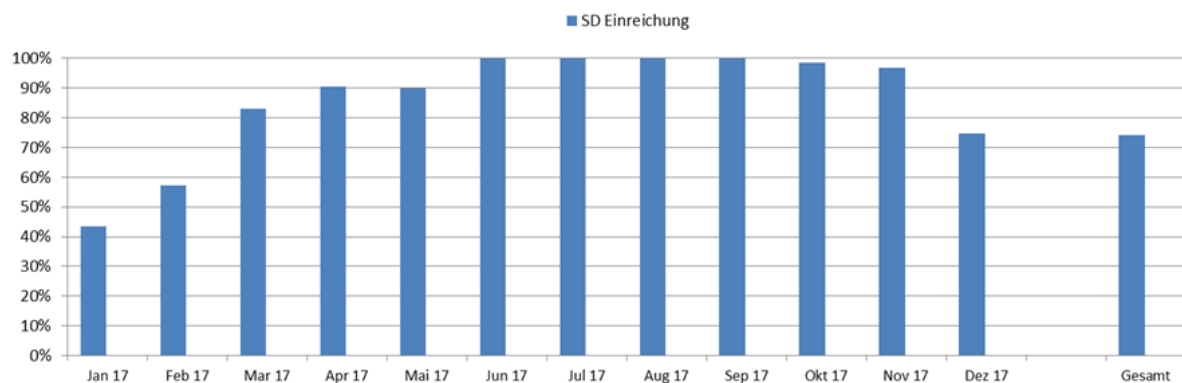


Abbildung 59: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Miksche

Der jährliche Gesamtwärmebedarf wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit rund 4,3 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 60 zu entnehmen.

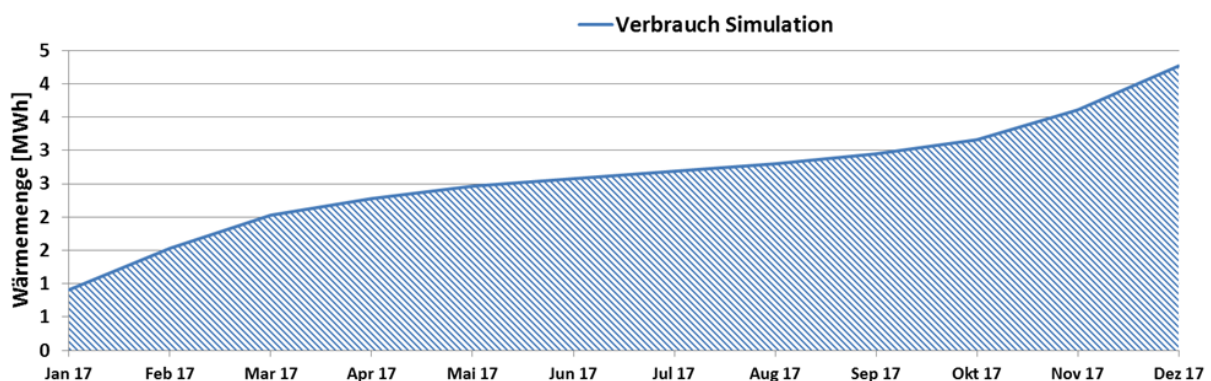


Abbildung 60: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für das Solarhaus Miksche

7.9.4 Anlagen Status Quo

Das Projekt befindet sich in der Detailplanungsphase. Der Baustart ist für das 1. Quartal 2017 geplant.

7.10 Solarhaus Tomes, St

7.10.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Tomes
<u>Adresse:</u>	8524 Bad Gams
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	25,68 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	228,12 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	24,92 m ² Flachkollektor (ökoTech HT, doppelt verglast)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	23 m ²
<u>Neigung:</u>	70°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	7.100 Liter Wasser-Pufferspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	Kachelofen
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	79,2% (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	401,4 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Detailplanungsphase
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Tomes handelt es sich um ein Einfamilienhaus mit 228 m² Bruttogrundfläche (Abbildung 61). Als zentraler Wärmespeicher dient ein 7.100 Liter großer Wasser-Pufferspeicher, welcher baulich in das Carport integriert ist.

Die primäre Wärmeversorgung leistet die Solaranlage. Um den Solarertrag weiter zu steigern, wird ein um 11° geneigter Spiegel unter der Solaranlage angebracht. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von rund 79% erreicht werden. Als Nachheizung dient ein wassergeführter Kachelofen.



Abbildung 61: Südost- (links) und Südwest-Ansicht des Solarhauses Tomes
(Quelle: Einreichplan Bauherr)

7.10.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem des Solarhauses Tomes ist als Blockschaltbild in Abbildung 62 dargestellt. Die Solaranlage liefert über einen externen Wärmetauscher und eine Schichtladelanze Energie in den Pufferspeicher. Alle Anschlüsse befinden sich im unteren Pufferbereich und werden im Inneren des Pufferspeichers hochgezogen (durchgezogene Linien). Schichtladelanzen werden als strichlierte Linien dargestellt. Der Kachelofen nutzt eine Schichtladelanze für die Pufferbeladung. Abhängig vom gewählten Rücklauf kann wahlweise das Warmwasser-Vorhaltevolumen oder gesamte Pufferspeicher durchgeladen werden. Die Warmwasserbereitung geschieht hier über ein Frischwassermodule. Es ist keine Zirkulationsleitung geplant. Aus dem Puffer werden – neben der Warmwasserbereitung – auch die Fußbodenheizkreise versorgt, deren Vorlauf je nach Temperaturniveau im Pufferspeicher aus unterschiedlichen Höhen entnommen werden kann.

Fünf Wärmemengenzähler, 1 Stromzähler, 20 Temperatursensoren und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

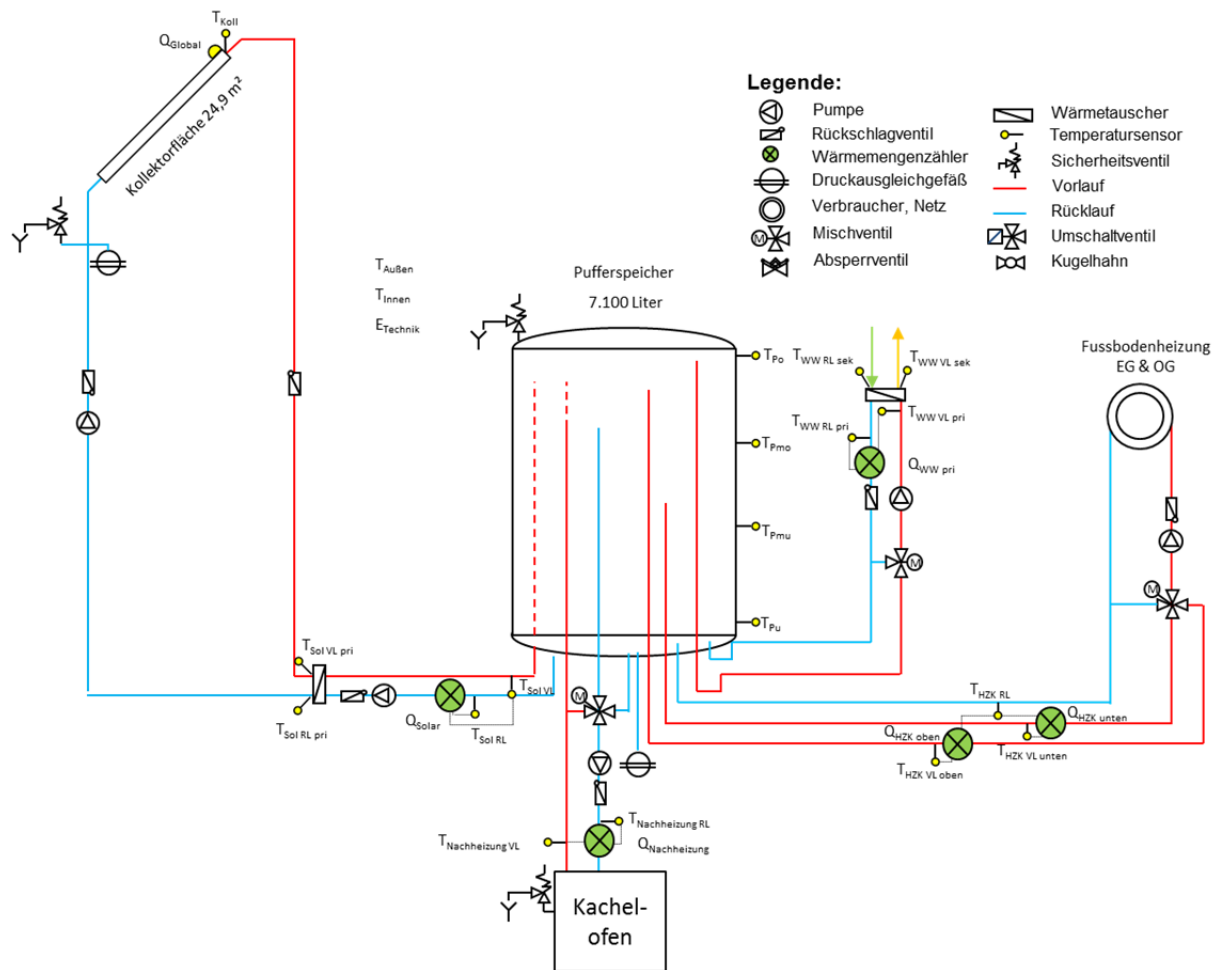


Abbildung 62: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Tomes
(grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
Q_{Sol}	Wärmemengenzähler im Solarkreis
V_{Sol}	Durchfluss im Solarkreis
$T_{\text{Sol VL}}$	Solarvorlauftemperatur
$T_{\text{Sol RL}}$	Solarrücklauftemperatur
$T_{\text{Sol VL pri}}$	Solarvorlauftemperatur im Primärkreis
$T_{\text{Sol RL pri}}$	Solarrücklauftemperatur im Primärkreis

Speicher

$T_{\text{P_o}}$	Temperatur in Pufferspeicher oben
$T_{\text{P_mo}}$	Temperatur in Pufferspeicher mitte-oben
$T_{\text{P_mu}}$	Temperatur in Pufferspeicher mitte-unten
$T_{\text{P_u}}$	Temperatur in Pufferspeicher unten

Nachheizung

$Q_{\text{Nachheizung}}$	Wärmemengenzähler Nachheizung
--------------------------	-------------------------------

$V_{\text{Nachheizung}}$	Durchfluss Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung VL}}$	Vorlauftemperatur Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung RL}}$	Rücklauftemperatur Nachheizung

Warmwasser

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung
V_{WW}	Durchfluss Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW VL pri}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung im Primärkreis
$T_{\text{WW RL pri}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung im Primärkreis
$T_{\text{WW VL sek}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung frischwasserseitig
$T_{\text{WW RL sek}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung frischwasserseitig

Bauteilaktivierung

$Q_{\text{HZK oben}}$	Wärmemengenzähler Heizkreis oben
$V_{\text{HZK oben}}$	Durchfluss Heizkreis oben
$T_{\text{HZK oben VL}}$	Vorlauftemperatur Heizkreis oben
$T_{\text{HZK RL}}$	Rücklauftemperatur Heizkreis
$Q_{\text{HZK unten}}$	Wärmemengenzähler Heizkreis unten
$V_{\text{HZK unten}}$	Durchfluss Heizkreis unten
$T_{\text{HZK VL unten}}$	Vorlauftemperatur Heizkreis unten

Sonstiges

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
T_{Innen}	Wohnraumtemperatur
E_{Technik}	Strombedarf der Haustechnik

7.10.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 63 bis Abbildung 65) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Verglichen werden im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings die Simulationsergebnisse mit den Messergebnissen der relevanten Kennzahlen (spezifischer Solarertrag, solarer Deckungsgrad sowie der Wärmeverbrauch).

Laut der Anlagensimulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wurde ein Jahressolarertrag von 401,4 kWh/m² prognostiziert (Abbildung 63).

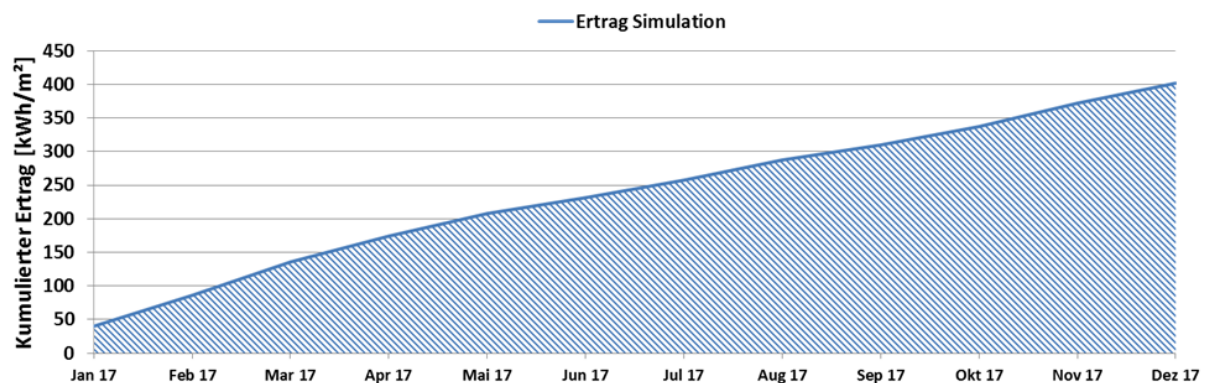


Abbildung 63: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Tomes

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 79,2 % angegeben (Abbildung 64).

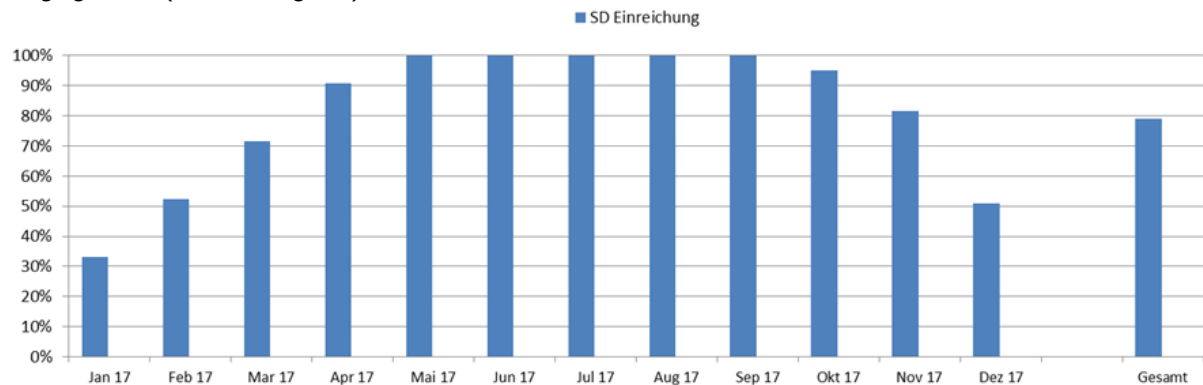


Abbildung 64: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Tomes

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Solarhauses Tomes wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 8,6 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme ist Abbildung 65 zu entnehmen.

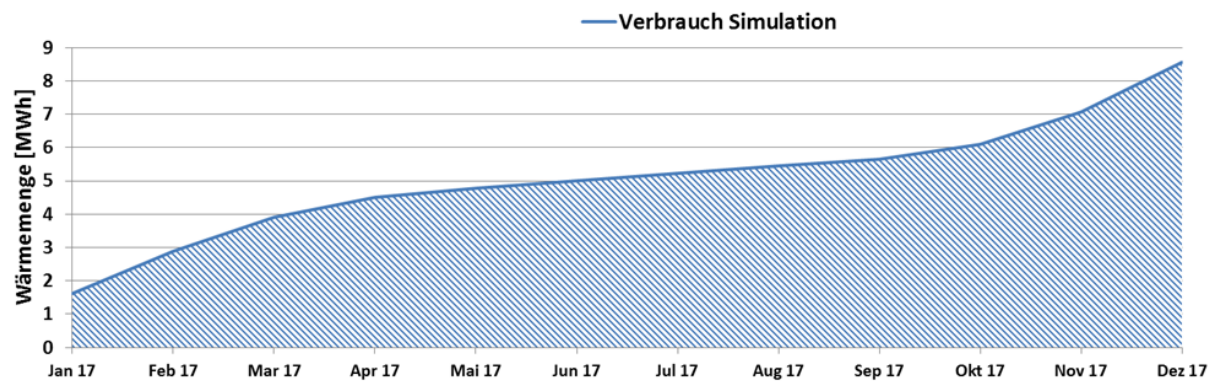


Abbildung 65: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für das Solarhaus Tomes

7.10.4 Anlagen Status Quo

Das Bauvorhaben befindet sich in der Detailplanungsphase. Der Baustart ist für März 2017 geplant.

7.11 Solarhaus Zündt, V

7.11.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Zündt
<u>Adresse:</u>	6830 Rankweil
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	21,28 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	207,7 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	30,5 m ² Flachkollektor (DOMA Flex Holz)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	26,4 m ²
<u>Neigung:</u>	77°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süden)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.200 Liter Pufferspeicher, 43,46 m ³ Bauteilaktivierung
<u>Nachheizungssystem:</u>	Stückholzofen - Ganzhausheizung
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	70,7% (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	224,7 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Detailplanungsphase
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Zündt handelt es sich um ein Zweifamilienhaus in Holzbauweise mit 208 m² Brutto-Grundfläche und sehr flachem Satteldach (5° Neigung).



Abbildung 66: Südansicht des Solarhauses Zündt
(Quelle: Einreichplan Bauherr)

Die Bodenplatte sowie die Zwischendecke sind thermisch aktiviert, der 1.200 Liter fassende Pufferspeicher dient der Warmwasserbereitung und der Versorgung der Fußbodenheizung.

Für die primäre Wärmeversorgung dient die in die Südfassade des Wohngebäudes und der Garage integrierte Solaranlage mit einer Neigung von 77°. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von rund 71% erreicht werden. Als Nachheizung dient ein wassergeführter Wohnraumofen.

7.11.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Zündt ist als Blockschaltbild in Abbildung 67 dargestellt. Die Solaranlage beliefert entweder den Pufferspeicher über einen internen Wendelwärmetauscher oder die Bauteilaktivierung, welche direkt im Primärkreis der Solaranlage eingebunden ist. Die Warmwasserbereitung erfolgt über einen im Pufferspeicher integrierten Boiler. Als Nachheizung kommt ein wassergeführter Wohnraumofen zum Einsatz, der sowohl den Pufferspeicher nachladen, als auch die

Fußbodenheizung im Bad direkt beliefern kann. Als Notheizung ist ein elektrischer Heizstab im Pufferspeicher integriert. Fünf Wärmemengenzähler, 2 Ventilstellungen, 2 Stromzähler, 21 Temperatursensoren und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

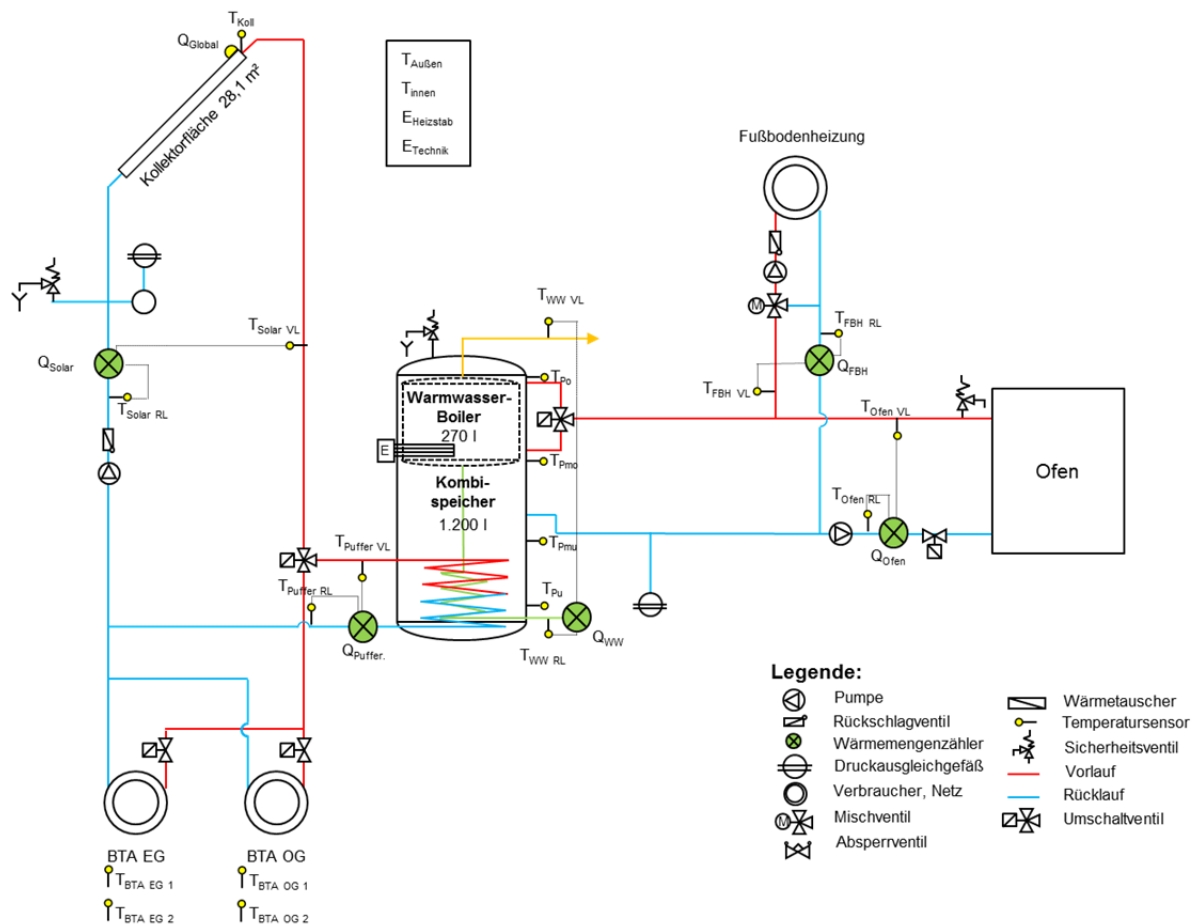


Abbildung 67: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Zündt
(grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solarkreis

Q_{Global}	Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
$T_{\text{Sol VL}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis
$T_{\text{Sol RL}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis
V_{Solar}	Durchfluss Solarkreis
Q_{Solar}	Wärmemengenzähler Solarkreis
$T_{\text{Puffer VL}}$	Vorlauftemperatur Solarenergie in Puffer
$T_{\text{Puffer RL}}$	Rücklauftemperatur Solarenergie in Puffer
V_{Puffer}	Durchfluss Solarenergie in Puffer
Q_{Puffer}	Wärmemengenzähler Solarenergie in Puffer

Bauteilaktivierung

$T_{\text{BTA OG 1}}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung OG
$T_{\text{BTA OG 2}}$	Oberflächentemperatur Bauteilaktivierung OG
$T_{\text{BTA EG 1}}$	Kerntemperatur Bauteilaktivierung EG
$T_{\text{BTA EG 2}}$	Oberflächentemperatur Bauteilaktivierung EG

$G_{\text{Absperrventil BTA OG}}$	Stellung des Absperrventils BTA OG
$G_{\text{Absperrventil BTA EG}}$	Stellung des Absperrventils BTA UG

Speicher 1

T_{P1o}	Pufferspeichertemperatur oben
T_{P1mo}	Pufferspeichertemperatur mitte oben
T_{P1mu}	Pufferspeichertemperatur mitte unten
T_{P1u}	Pufferspeichertemperatur unten

Wohnraumofen

$Q_{\text{Nachheizung}}$	Wärmemengenzähler Nachheizung
$V_{\text{Nachheizung}}$	Durchfluss Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung VL}}$	Vorlauftemperatur Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung RL}}$	Rücklauftemperatur Nachheizung

Warmwasserbereitung

$T_{\text{WW_VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasserbereitung
$T_{\text{WW_RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasserbereitung
V_{WW}	Durchfluss Warmwasserbereitung
Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung

Fußbodenheizung

Q_{FBH}	Wärmemengenzähler Fußbodenheizung
V_{FBH}	Durchfluss Fußbodenheizung
$T_{\text{FBH VL}}$	Vorlauftemperatur Fußbodenheizung
$T_{\text{FBH RL}}$	Rücklauftemperatur Fußbodenheizung

Sonstiges

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
T_{Innen}	Wohnraumtemperatur
E_{Technik}	Strombedarf der Haustechnik
E_{Heizstab}	Strombedarf elektr. Heizstab

7.11.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 68 bis Abbildung 70) geben einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Verglichen werden im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings die Simulationsergebnisse mit den Messergebnissen der relevanten Kennzahlen (spezifischer Solarertrag, solarer Deckungsgrad sowie der Wärmeverbrauch) betreffend Solarhaus Zündt. Da die Simulation der Bauteilaktivierung mit den gängigen Solar-Simulationswerkzeugen nicht möglich ist, wurde das System unter der Annahme eines vorhandenen Wasser-Heizungspufferspeichers mit einem Volumen von 34 m^3 (Wasseräquivalent) zur Abbildung des Beitrags der Bauteilaktivierung mit $T^*\text{Sol}$ simuliert.

Laut der Anlagensimulation zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wurde ein Jahressolarertrag von 225 kWh/m^2 prognostiziert (Abbildung 68).

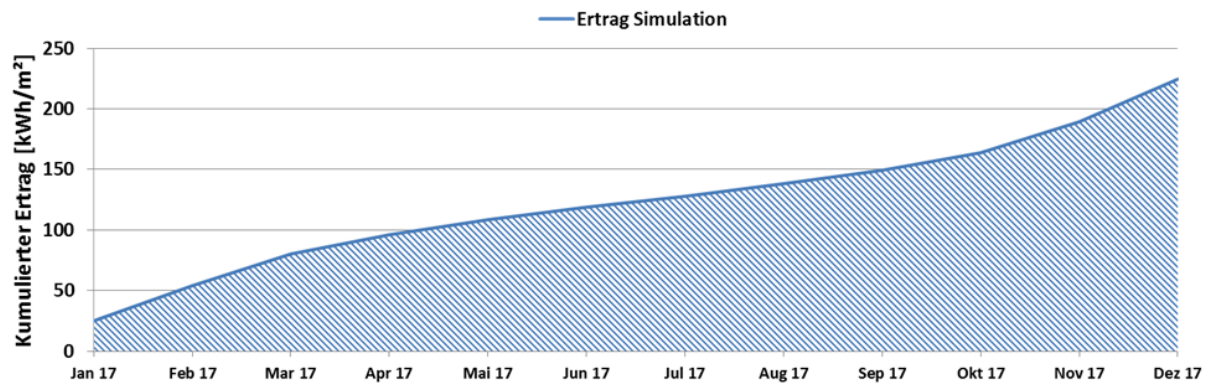


Abbildung 68: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) für das Solarhaus Zündt

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 70,7 % angegeben (Abbildung 69).

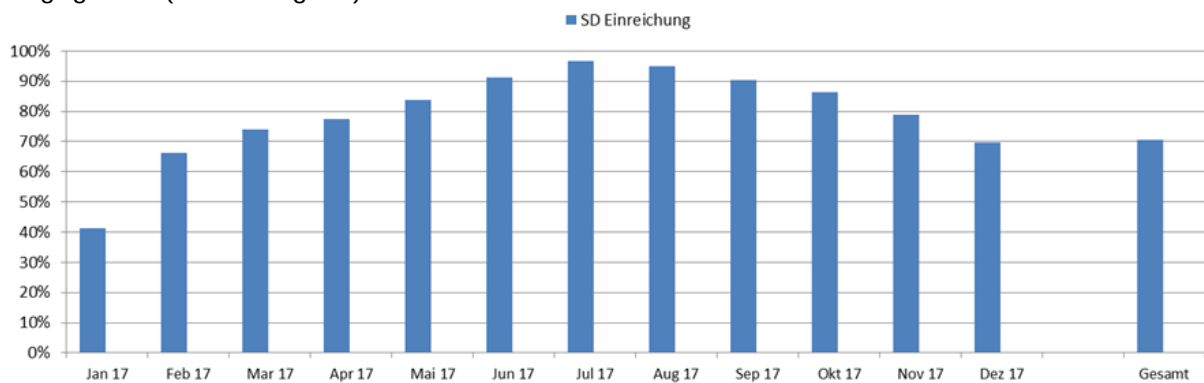


Abbildung 69: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Zündt

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Solarhauses Zündt wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 8,5 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme ist Abbildung 70 zu entnehmen.

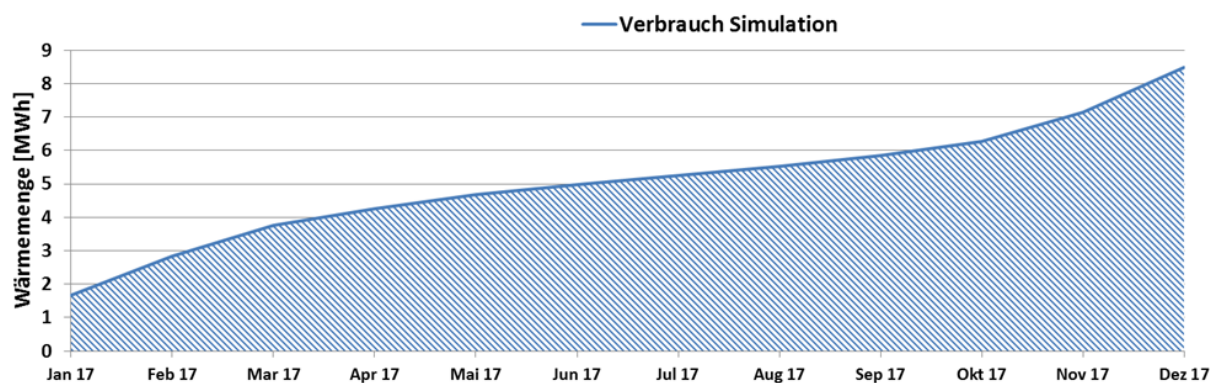


Abbildung 70: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für das Solarhaus Zündt

7.11.4 Anlagen Status Quo

Das Bauvorhaben befindet sich in der Detailplanungsphase. Der Baubeginn des Gebäudes ist für Frühjahr 2017 geplant.

8 Literaturverzeichnis

Becke et al., 2014:

Walter Becke, Christian Fink, Roman Stelzer: Leitfaden zum Monitoringkonzept im Rahmen des Begleitforschungsprogramms zur Förderaktion des Klima- und Energiefonds "Demoprojekte Solarhaus"; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2014

Becke et al., 2016:

Walter Becke, Christian Fink, Roman Stelzer, Bernd Windholz, Max Blöchle, Paul Lampersberger: 1. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Demoprojekte Solarhaus 2014“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2015