

1. Zwischenbericht zum Projekt

WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITFORSCHUNG ZUM FÖRDERPROGRAMM „DEMOPROJEKTE SOLARHAUS 2016“

Autoren

Walter Becke, Projektleitung
Christian Fink
Waldemar Wagner

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Bernd Windholz
Max Blöchle
Franz Helminger

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Gleisdorf, im Dezember 2017

Auftraggeber

Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien



Beauftragt im Rahmen des Förderprogramms „Solarthermie – Demoprojekte Solarhaus 2016“ – (GZ B675579)

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



FH-OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH

Forschungsgruppe ASiC

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.....	8
5	VERBREITUNGSAKTIVITÄTEN	10
6	KENNZAHLEN AUS SIMULATION UND MESSUNG IM ANLAGENVERGLEICH	11
	6.1 Kennzahlenvergleich	11
7	BESCHREIBUNG DER PROJEKTE UND DARSTELLUNG DER RELEVANTEN MESSERGEBNISSE.....	13
	7.1 Solarhaus Fasching, NÖ.....	13
	7.2 Solarhaus Höfferer, K.....	19
	7.3 Solarhaus Krug, V	25
	7.4 Solarhaus Edl, Stmk	37
	7.5 Solarhaus Schindl, T.....	31
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	43

1 Kurzfassung

Österreich kann im Bereich kleiner Heizung-Warmwasser-Kombinations-Anlagen auf eine lange und sehr erfolgreiche Historie verweisen. Im privaten Bereich gibt es 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 vier erfolgreiche Ausschreibungen durchgeführt und es wurden Förderzusagen an über 60 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 2016 bis November 2017) mit den 7 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. Der aktuelle Status ist, dass 5 Solarhäuser in der Umsetzung sind und bei zwei Solarhäusern aktuell unklar ist, ob sie umgesetzt werden.

Die durchgeführten Arbeiten und Resultate können wie folgt zusammengefasst werden:

- Kontakthaltung mit 7 im Monitoringprogramm befindlichen Projektverantwortlichen und dessen Partnern (Planer, ausführende Unternehmen, Regelungsfirmen, etc.)
- Unterstützungsleistungen bei der technischen Projektumsetzung (Umsetzung des „Stand der Technik“)
- Systemhydraulik und Monitoringkonzept – Erstellung von harmonisierten Blockschaltbildern für 5 Projekte
- Begleitung bei der Planung, Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems bei insgesamt 5 Projekten
- Laufende Verbesserungen betreffend Messkonzept und Messtechnik (Sensorik, Datenlogger, Schnittstellen mit Regelungsgeräten, Datentransfer, automatisierte Ausleseroutine, Datenbankintegration, Plausibilitätsprüfungen, etc.)
- Weiterentwicklung von standardisierten Darstellungen und Abbildungen zur Visualisierung der Messergebnisse
- Einbringen der gewonnenen Erkenntnisse in Neuauflagen des gegenständlichen Förderprogramms
- Wissenstransfer durch 6 Veröffentlichungen und 1 Diplomarbeit

2 Einleitung

Österreich kann im Bereich kleiner Heizung-Warmwasser-Kombinations-Anlagen auf eine lange und sehr erfolgreiche Historie verweisen. Im privaten Bereich gibt es 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 vier erfolgreiche Ausschreibungen durchgeführt und es wurden Förderzusagen an über 60 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 vom Fördergeber 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:

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

¹ OIB Energieausweis

² Passivhaus-Projektierungspaket

- Definition eines Monitoringkonzeptes (Input-Output Bilanzierung) und Spezifikation der Messtechnik
- Unterstützungsleistungen bei der technischen Projektumsetzung (Umsetzung des „Stand der Technik“ und des Monitoringkonzeptes)
- Begleitung bei der Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems
- Laufende Verbesserungen betreffend Messkonzept und Messtechnik (Sensorik, Datenlogger, Schnittstellen mit Regelungsgeräten, Datentransfer, automatisierte Ausleseroutine, Datenbankintegration, Plausibilitätsprüfungen, etc.)
- 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.
- Weiterentwicklung von standardisierten Darstellungen und Abbildungen zur Visualisierung der Messergebnisse – regelmäßige Darstellung aller bereits in Betrieb befindlichen Messanlagen
- Aufzeigen und Umsetzung von Optimierungspotenzial in Zusammenarbeit mit den Förderwerbern bzw. mit dessen Partnern.
- 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.
- 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 2016 im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zusammengefasst.

3 Überblick über die Begleitforschungsprojekte

Zu Beginn des Berichtszeitraums wurde mit den 7 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 noch bei keinem Bauvorhaben (BV) die Monitoringphase begonnen, 5 Solarhäuser sind in der Umsetzung und bei zwei Solarhäusern ist aktuell unklar, ob sie umgesetzt werden.

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

Tabelle 1: Übersicht und Umsetzungsstatus zu den 7 für die Begleitforschung ausgewählten Projekten im Förderprogramm 2016

BV	Speicher		BKF ³	Projektstatus	Zuständigkeit Begleitforschung
	Beton	Wasser			
Fasching	Nein	2 m ³	31,6 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
Höfferer	Nein	12,7 m ³	52,0 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
Krug	69 m ³	1,2 m ³	20,8 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
Schindl	Nein	8,9 m ³	49,6 m ²	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AIT
Edl	Nein	3 m ³	46,3 m ²	Anlage in Umsetzung	AEE INTEC
Achatz	Nein	10 m ³	49,0 m ²	Unklar, ob Anlage gebaut wird	AIT
Zottl	Nein	8,3 m ³	44,3 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, die Messdaten vollständig und plausibel über einen Zeitraum von zwei bis drei Wochen beim jeweils zuständigen Institut der Begleitforschung eintreffen und das Gebäude bewohnt ist. 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 kein Projekt in der einjährigen Monitoringphase. Der Status der Anlagen aus dem Förderprogramm 2016 ist Abbildung 1 zu entnehmen. Bei AEE INTEC werden 4 Projekte begleitet, bei AIT sind es 3.

AEE INTEC				
Projektname	Bestätigung 1.	Bestätigung 2.	Start	Ende
Krug				
Edl				
Fasching				
Höfferer				

AIT				
Projektname	Bestätigung 1.	Bestätigung 2.	Start	Ende
Achatz				
Schindl				
Zottl				

Abbildung 1: Status Quo der ausgestellten offiziellen Bestätigungen zu den 7 Messprojekten - unterteilt in Zuständigkeiten von AEE INTEC oder AIT (Förderprogramm 2016)

³ Bruttokollektorfläche

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 5 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 (aller Förderjahre) 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 Bauherren 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 6 Vorträge bei einschlägigen Veranstaltungen gehalten (in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Demoprojekte Solarhaus“ für die Ausschreibungsjahre 2014, 2015, 2016 und 2017).

Tabelle 2 und Tabelle 3 können die kumulierten Disseminierungsaktivitäten (Veranstaltungen inkl. Vortragstitel und Teilnehmerzahlen, Diplom- und Masterarbeiten) entnommen werden.

Tabelle 2: Übersicht zu durchgeführten Verbreitungsaktivitäten im bisherigen Projektzeitraum

Art der Veranstaltung	Titel der Veranstaltung	Vortragstitel	Teilnehmer
Seminar	Sonnenhaus Intensivseminar LSI Voitsberg (Februar 2017)	Das Spezielle der Sonnenhaustechnik - Umsetzungsbeispiele	Ca. 25
Workshop	Sonnenhaus Kompetenztreffen Schwertberg (März 2017)	Begleitforschung „Demoprojekte Solarhaus“ – erste Messergebnisse	Ca. 20
Workshop	Sonnenhaus Kompetenztreffen Gleisdorf (Mai 2017)	Begleitforschung „Demoprojekte Solarhaus“ – erste Messergebnisse	Ca. 20
Tagung	1. Sonnenhaus-Tagung Wien (Juni 2017)	Begleitforschung „Demoprojekte Solarhaus“ – erste Messergebnisse	Ca. 150
WIFI Kurs	Akademische/r Expert/in für Integrales Gebäude- und Energiemanagement (September 2017)	Modul: Gebäude mit hoher solarer Deckung	Ca. 20
Workshop	Expertenforum Energiespeicher Beton Wien (November 2017)	Monitoringergebnisse zu Projekten aus Wohnbau und Gewerbe mit hohen solaren Deckungsgraden und Bauteilaktivierung	ca. 160

Tabelle 3: Übersicht der im Rahmen des Begleitforschungsprogramms durchgeführten Master- und Diplomarbeiten

Titel der Master- und Diplomarbeiten	Name DiplomandIn	Universität / Fachhochschule
Evaluation Concept for Thermo-Active Building Systems with High Solar Cover Ratios	Franz Strasser 2017	FH Joanneum

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 5 solaren Wärmeversorgungsanlagen dargestellt, welche in Umsetzung oder in der Planungsphase sind. 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.

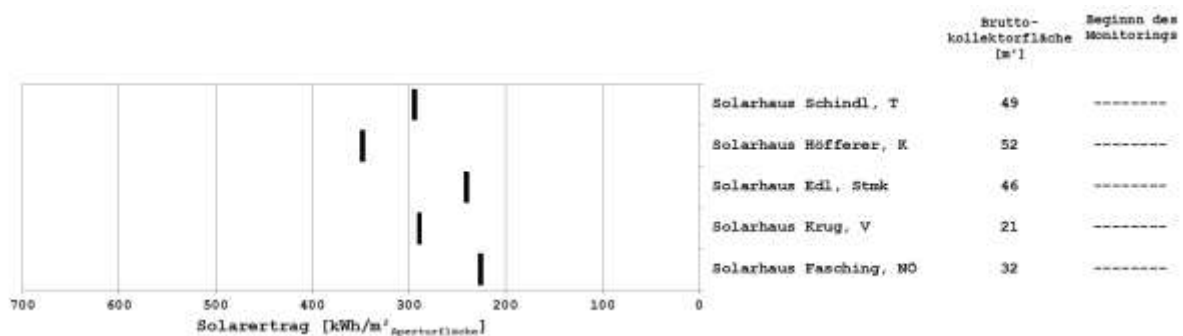


Abbildung 2: Darstellung der prognostizierten spezifischen Solarerträge (schwarze Striche) der 5 Solarhäuser, die gerade umgesetzt werden oder sich in der Planungsphase befinden

Die Bandbreite der prognostizierten spezifischen Solarerträge reicht von 224 bis 346 $\text{kWh/m}^2\text{a}$. Die Solarerträge sind als realistisch anzusehen.

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)

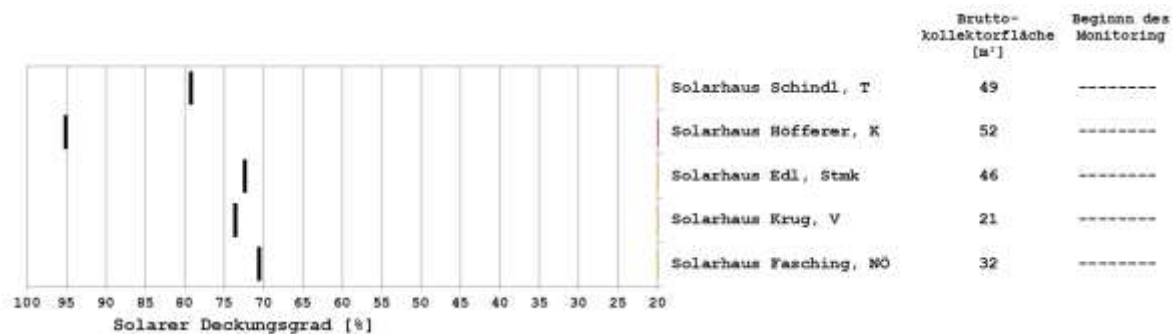


Abbildung 3: Darstellung der prognostizierten solaren Deckungsgrade (schwarze Striche) der 5 Solarhäuser, die gerade umgesetzt werden oder sich in der Planungsphase befinden

Entsprechend der Vorgaben durch den Fördergeber liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade zwischen einem Minimum von 70% und einem Maximum von 95%.

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.

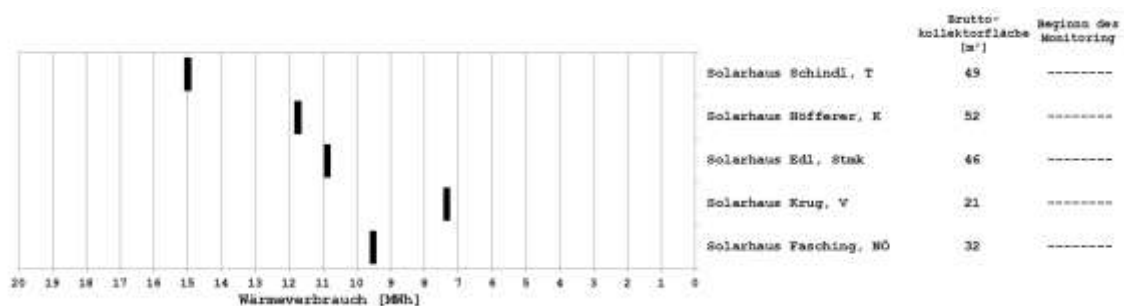


Abbildung 4: Darstellung der prognostizierten jährlichen Wärmeverbräuche (schwarze Striche) für Warmwasser und Raumheizung der 5 Solarhäuser, die gerade umgesetzt werden oder sich in der Planungsphase befinden

Die prognostizierten Wärmeverbräuche für Warmwasser und Raumheizung liegen zwischen 7,2 und 15 MWh, wobei sich 4 der 5 Gebäude im Bereich von 7 bis 12 MWh befinden.

7 Beschreibung der Projekte und Darstellung der relevanten Messergebnisse

7.1 Solarhaus Fasching, NÖ

7.1.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Fasching
<u>Standort:</u>	2000 Stockerau
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	33,68 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	200,5 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	31,6 m ² 2-fach abgedeckter Flachkollektor (GREENoneTEC GK3803)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	29,6 m ²
<u>Neigung:</u>	65°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süd)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	2x 1.000 Liter Pufferspeicher 500 Liter Warmwasserspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	12 kW elektr. Durchlauferhitzer 12 kW elektr. Heizstab
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	70,3 % (lt. Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	224 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 Fasching handelt es sich um ein zweigeschossiges Einfamilienhaus mit 200,5 m² Brutto-Grundfläche und Flachdach, welches 2016 errichtet wurde (Abbildung 5). Die primäre Wärmeversorgung leistet die am Flachdach aufgeständerte rund 32 m² große Solaranlage. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von 70,3 % erreicht werden. Als zentraler Wärmespeicher dienen zwei je 1.000 Liter fassende Wasser-Pufferspeicher, welche parallel verschaltet sind und ein seriell verschalteter 500 Liter Warmwasserspeicher. Als Nachheizung dient einerseits ein elektrischer Durchlauferhitzer mit einer modulierbaren Leistung von 12 kW, welcher hydraulisch nach dem Pufferspeicher eingebunden ist und bei Bedarf das Temperaturniveau der im Pufferspeicher vorhandenen Wärme auf das Nutztemperaturniveau der Fussbodenheizung anhebt. Hierbei werden keine zusätzlichen Pufferverluste erzeugt. Andererseits ist im Warmwasserspeicher ein elektrischer Heizstab (12 kW) installiert, welcher als Nachheizung für die Warmwasserbereitung dient. Die Wärmeverteilung erfolgt auf niedrigem Temperaturniveau über Fussbodenheizung. Die Auslegungstemperaturen von Vor- und Rücklauf liegen bei 35/28 °C. Warmwasserseitig ist eine Zirkulationsleitung installiert.

Abbildung 6 zeigt den Technikraum. Im Hintergrund ist der Hauptspeicher mit allen hydraulischen Aufbauten erkennbar. Davor stehen der Erweiterungsspeicher und der Warmwasserspeicher mit dem Frischwassermodule.



Abbildung 5: Westansicht des Solarhauses Fasching (Quelle: Bauherr)



Abbildung 6: Technikraum des Solarhauses Fasching (Quelle: Bauherr)

7.1.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Fasching ist als Blockschaltbild in Abbildung 7 dargestellt. Die Solaranlage liefert Energie über einen internen Wendelwärmetauscher in die zwei parallel verschalteten Pufferspeicher. Ein zusätzlicher 500 Liter Speicher dient als Vorhaltevolumen für Warmwasser. Die Warmwasserbereitung und die Versorgung der Zirkulation erfolgt über ein Frischwassermodul. Die Nachheizung für die Fußbodenheizung geschieht mit Hilfe eines elektrischen Durchlauferhitzers welcher direkt in den Basis-Pufferspeicher integriert ist und so keine zusätzlichen Wärmeverluste erzeugt. Für die Sicherstellung der Warmwasserbereitung ist im 500 Liter Puffer ein elektrischer Heizstab montiert.

Vier Wärmemengenzähler, 4 Stromzähler, 15 Temperatursensoren und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

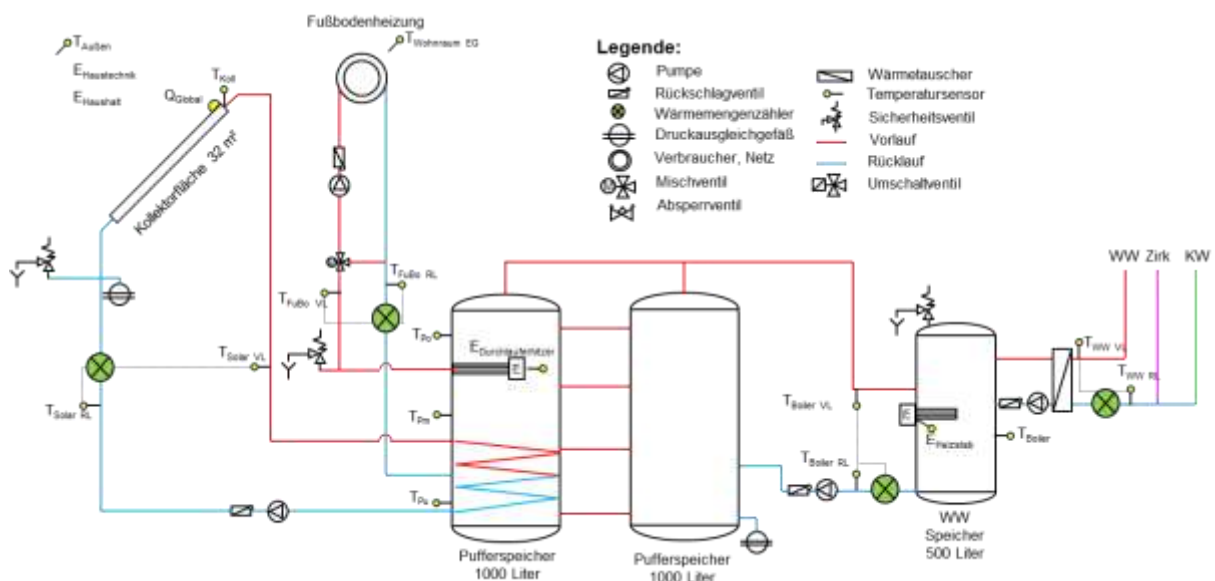


Abbildung 7: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Fasching (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solaranlage

S_{Global}	Globalstrahlung in Kollektorebene
$T_{\text{Kollektor}}$	Kollektortemperatur
Q_{Solar}	Wärmemengenzähler Solarkreis
V_{Solar}	Durchfluss Solarkreis
$T_{\text{Solar RL}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis
$T_{\text{Solar VL}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis

Pufferspeicher

$T_{\text{Puffer o}}$	Puffertemperatur oben
$T_{\text{Puffer m}}$	Puffertemperatur mitte
$T_{\text{Puffer u}}$	Puffertemperatur unten
T_{Boiler}	Boilertemperatur

Warmwasserbereitung

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasser
V_{WW}	Durchfluss Warmwasser
$T_{WW\ RL}$	Rücklauftemperatur Warmwasser
$T_{WW\ VL}$	Vorlauftemperatur Warmwasser
Q_{Boiler}	Wärmemengenzähler Boilerladung
V_{Boiler}	Durchfluss Boilerladung
$T_{Boiler\ RL}$	Rücklauftemperatur Boilerladung
$T_{Boiler\ VL}$	Vorlauftemperatur Boilerladung

Heizkreise

Q_{FuBo}	Wärmemengenzähler Fussbodenheizung
V_{FuBo}	Durchfluss Fussbodenheizung
$T_{FuBo\ RL}$	Rücklauftemperatur Fussbodenheizung
$T_{FuBo\ VL}$	Vorlauftemperatur Fussbodenheizung

Nachheizung

$P_{el\ Durchlauferhitzer}$	Stromzähler Durchlauferhitzer - Nachheizung Fussbodenheizung
$P_{el\ Heizstab}$	Stromzähler Heizstab im Boiler

Sonstige

$T_{Außen}$	Außentemperatur
$T_{Wohnraum\ EG}$	Raumtemperatur Wohnzimmer
$P_{el\ Haustechnik}$	Stromzähler Haustechnik
$P_{el\ Haushalt}$	Stromzähler Haushalt

7.1.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 8 bis Abbildung 10) 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 224 kWh/(m²a) bei einer Jahressumme der Einstrahlung von 1210 kWh/m² erwartet.

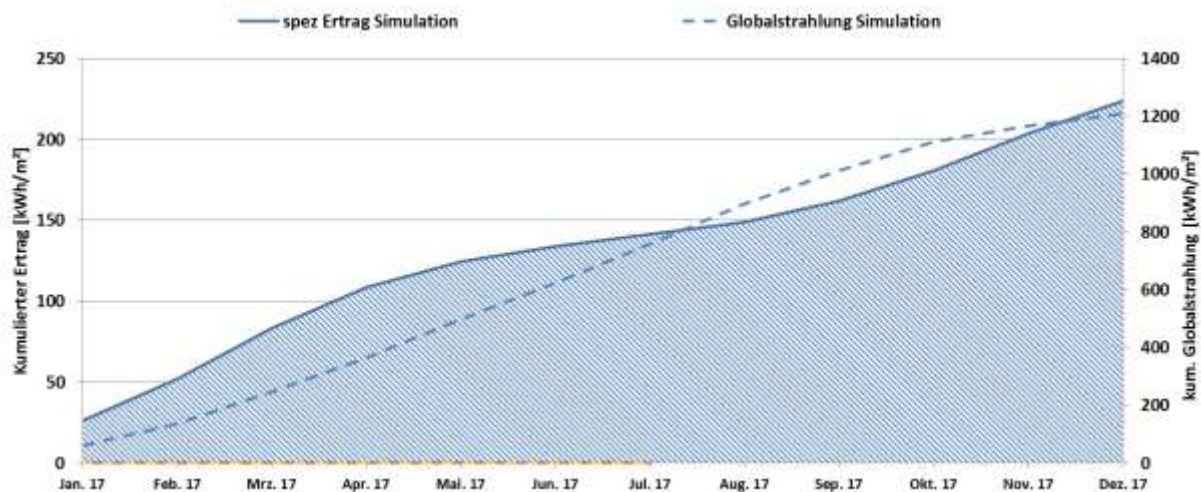


Abbildung 8: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) und der Einstrahlung in Kollektorebene für das Solarhaus Fasching

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu 70,3 % prognostiziert. In den Monaten April bis Oktober liegen die prognostizierten Monatswerte bei über 90 % (Abbildung 9).

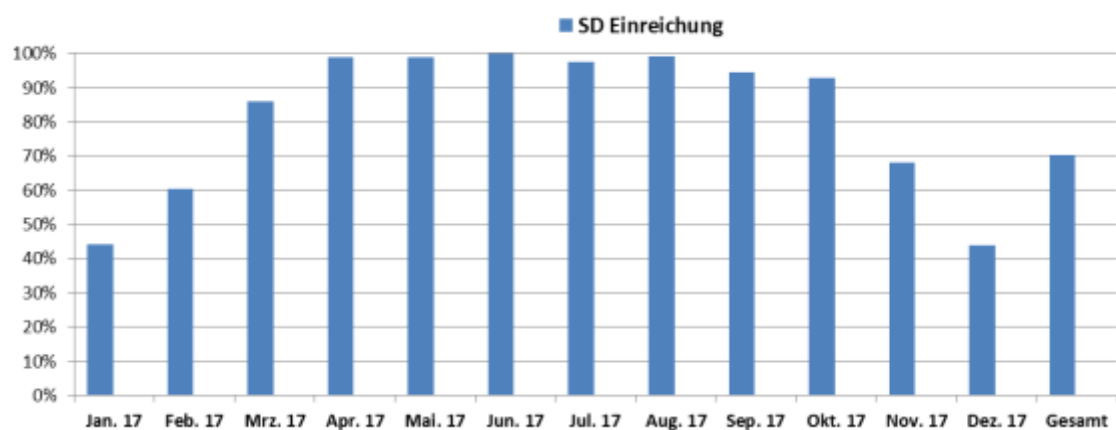


Abbildung 9: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Fasching

Der mit der Simulationsrechnung ermittelte Gesamtwärmeverbrauch wurde zu 9,4 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 10 zu entnehmen.

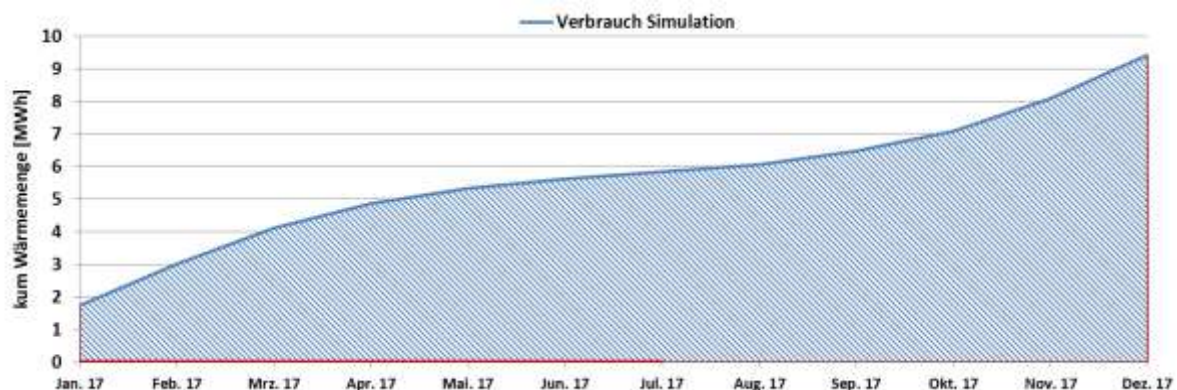


Abbildung 10: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Fasching

7.1.4 Anlagen Status Quo

Die Inbetriebnahme der Haustechnik ist erfolgt und das Gebäude bereits bewohnt. Das Monitoringkonzept befindet sich in der Umsetzung. Die Inbetriebnahme der Messtechnik und der Beginn der Monitoringphase sind mit Anfang 2018 geplant.

7.2 Solarhaus Höfferer, K

7.2.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Höfferer
<u>Adresse:</u>	9556 Liebenfels
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	34,8 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	270,5 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	52 m ² Flachkollektor (Alpin RKAQ2500)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	47,2 m ²
<u>Neigung:</u>	70°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	180° (Süd)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	12,7 m ³ Pufferspeicher, 500 Liter Boiler
<u>Nachheizungssystem:</u>	Stückholz Wohnraumofen (14 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	91,8 % (lt. Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	345,7 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 Höfferer handelt es sich um ein zweigeschossiges Einfamilienhaus mit 270,5 m² Brutto-Grundfläche und Flachdach, welches 2017 errichtet wurde (Abbildung 11). Die primäre Wärmeversorgung leistet die am Flachdach aufgeständerte rund 52 m² große Solaranlage. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von 91,8 % erreicht werden. Als zentraler Wärmespeicher dient ein 12.700 Liter fassender Wasser-Pufferspeicher. Die Nachheizung übernimmt ein Stückholz-Wohnraumofen mit einer Leistung von 14 kW. Die Wärmeverteilung erfolgt auf niedrigem Temperaturniveau über Fussboden- und Wandheizung. Die Auslegungstemperaturen von Vor- und Rücklauf liegen bei 35/28 °C. Die Warmwasserbereitung erfolgt über einen 500 Liter Boiler. Es ist eine Warmwasser-Zirkulation vorgesehen.



Abbildung 11: Südansicht des Solarhauses Höfferer (Quelle: Bauherr)

7.2.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Höfferer ist als Blockschaltbild in Abbildung 12 dargestellt. Die Solaranlage liefert Energie über einen externen Wärmetauscher und eine Schichtladelanze in den 12.700 Liter Pufferspeicher oder über einen internen Wendelwärmetauscher in den 500 Liter Boiler. Die Wärmeverteilung im Gebäude geschieht über Fussbodenheizung, welche sowohl vom Pelletskessel direkt, als auch aus dem Puffer betrieben werden kann. Die Warmwasserbereitung erfolgt über den Boiler (keine Zirkulation vorgesehen). Als Nachheizung steht ein Pelletskessel zur Verfügung, der sowohl den Pufferspeicher als auch den Boiler beladen kann.

Sieben Wärmemengenzähler, 2 Stromzähler, 26 Temperatursensoren, 1 Ventilstellung und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

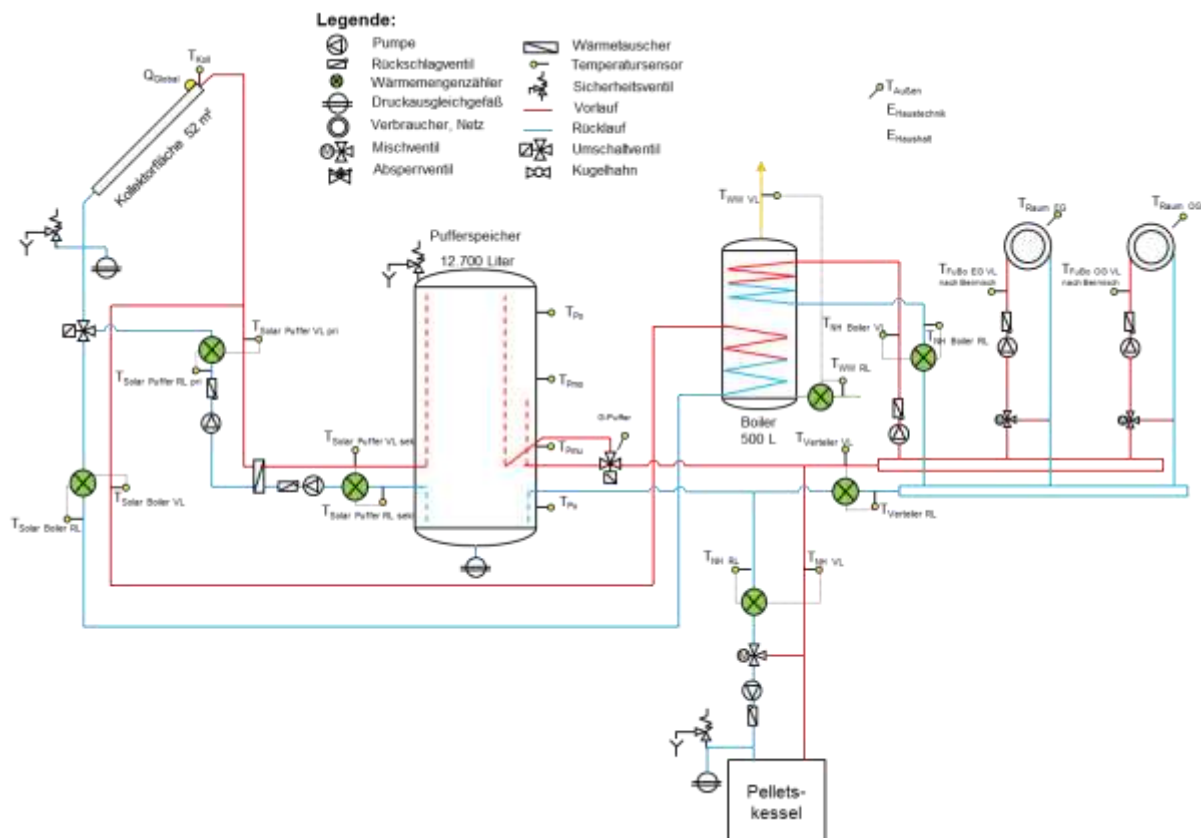


Abbildung 12: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Höfferer (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solkreis

S_{Global}	Globalstrahlung in Kollektorebene
$T_{\text{Kollektor}}$	Kollektortemperatur
$Q_{\text{Solar Boiler}}$	Wärmemengenzähler solare Boilerladung
$V_{\text{Solar Boiler}}$	Durchfluss solare Boilerladung
$T_{\text{Solar Boiler RL}}$	Rücklauftemperatur solare Boilerladung
$T_{\text{Solar Boiler VL}}$	Vorlauftemperatur solare Boilerladung
$Q_{\text{Solar Puffer pri}}$	Wärmemengenzähler Solar primär
$V_{\text{Solar Puffer pri}}$	Durchfluss Solar primär
$T_{\text{Solar Puffer pri RL}}$	Rücklauftemperatur Solar primär

$T_{\text{Solar Puffer pri VL}}$	Vorlauftemperatur Solar primär
$Q_{\text{Solar Puffer sek}}$	Wärmemengenzähler Solar sekundär
$V_{\text{Solar Puffer sek}}$	Durchfluss Solar sekundär
$T_{\text{Solar Puffer sek RL}}$	Rücklauftemperatur Solar sekundär
$T_{\text{Solar Puffer sek VL}}$	Vorlauftemperatur Solar sekundär

Puffer

$T_{\text{Puffer o}}$	Puffertemperatur oben
$T_{\text{Puffer mo}}$	Puffertemperatur mitte oben
$T_{\text{Puffer mu}}$	Puffertemperatur mitte unten
$T_{\text{Puffer u}}$	Puffertemperatur unten
G_{Puffer}	Ventilstellung Pufferentnahme

Warmwasserbereitung

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasser
V_{WW}	Durchfluss Warmwasser
$T_{\text{WW RL}}$	Rücklauftemperatur Warmwasser
$T_{\text{WW VL}}$	Vorlauftemperatur Warmwasser
$T_{\text{Boiler o}}$	Boilertemperatur oben
$T_{\text{Boiler u}}$	Boilertemperatur unten
$Q_{\text{Nachheizung Boiler}}$	Wärmemengenzähler Boiler-Nachheizung
$V_{\text{Nachheizung Boiler}}$	Durchfluss Boiler-Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung Boiler RL}}$	Rücklauftemperatur Boiler-Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung Boiler VL}}$	Vorlauftemperatur Boiler-Nachheizung

Heizkreise

$Q_{\text{Verteiler}}$	Wärmemengenzähler Verteiler
$V_{\text{Verteiler}}$	Durchfluss Verteiler
$T_{\text{Verteiler RL}}$	Rücklauftemperatur Verteiler
$T_{\text{Verteiler VL}}$	Vorlauftemperatur Verteiler
$T_{\text{FuBo VL nachBeimischung EG}}$	Vorlauftemperatur nach Beimischung EG
$T_{\text{FuBo VL nachBeimischung OG}}$	Vorlauftemperatur nach Beimischung OG

Nachheizung

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

Sonstige

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
	AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

$T_{\text{Raum OG}}$	Raumtemperatur OG
$T_{\text{Raum EG}}$	Raumtemperatur EG
$P_{\text{el Haustechnik}}$	Stromzähler Haustechnik
$P_{\text{el Haushalt}}$	Stromzähler Haushalt

7.2.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 13 bis Abbildung 15) 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) bei einer Jahressumme der Einstrahlung von 1243 kWh/m² erwartet.

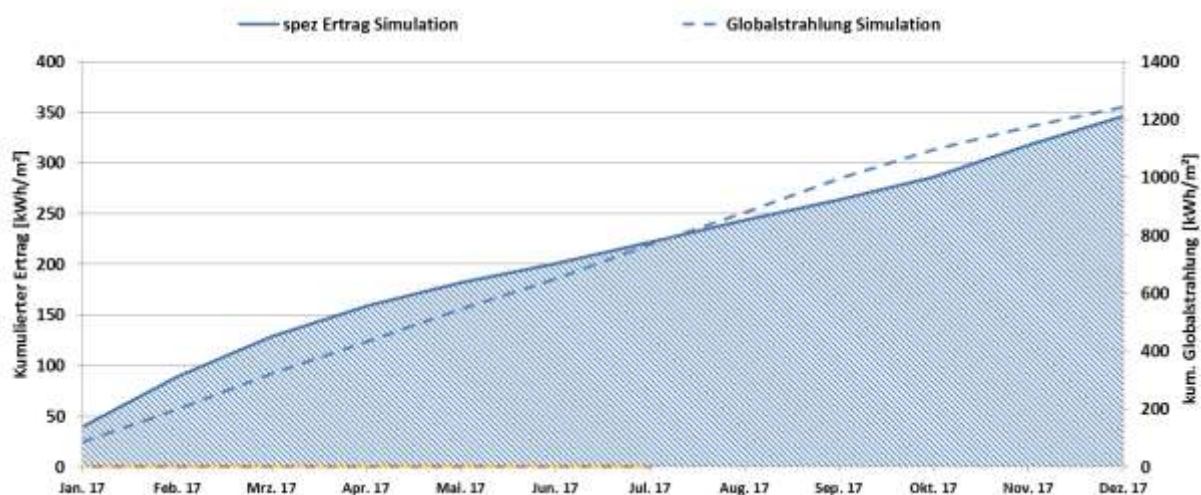


Abbildung 13: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) und der Einstrahlung in Kollektorebene für das Solarhaus Höfferer

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu 91,8 % prognostiziert. In den Monaten Februar bis November liegen die prognostizierten Monatswerte bei 100 % (Abbildung 14).

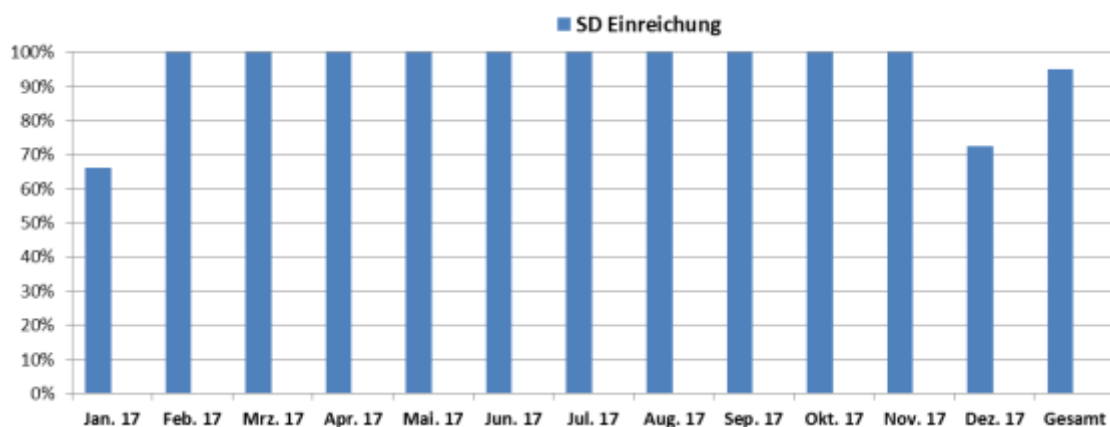


Abbildung 14: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Höfferer

Der mittels Simulation ermittelte Gesamtwärmeverbrauch wurde zu 11,6 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 15 zu entnehmen.

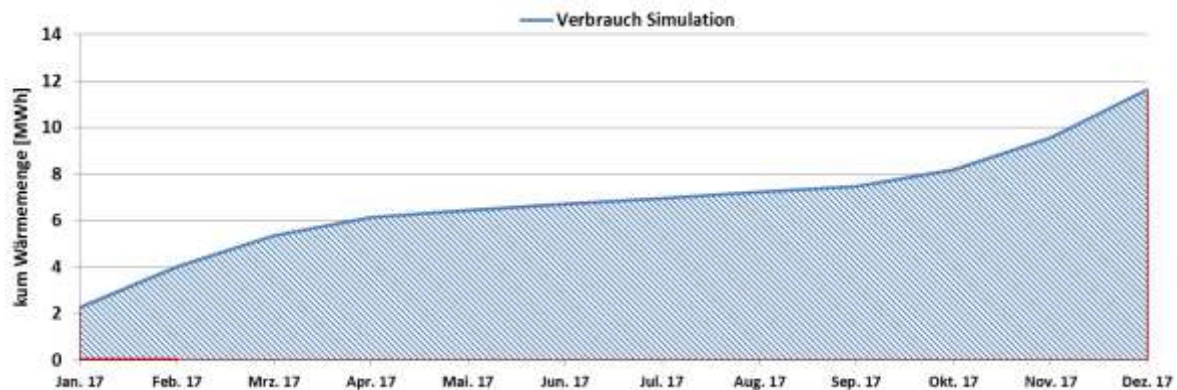


Abbildung 15: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Höfferer

7.2.4 Anlagen Status Quo

Die Anlage ist in Betrieb und das Haus ist seit ca. 3 Monaten bewohnt. An der Programmierung der Regelung und der Umsetzung des Monitoringkonzepts wird aktuell noch gearbeitet. Die Inbetriebnahme der Messtechnik und der Beginn der einjährigen Monitoringphase sind für Anfang 2018 geplant.

7.3 Solarhaus Krug, V

7.3.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Krug
<u>Standort:</u>	6812 Meiningen
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	16,29 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	197 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	20,8 m ² Flachkollektor (DOMA Flex Holz)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	18,5 m ²
<u>Neigung:</u>	65°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	175° (SSO)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	1.200 Liter Pufferspeicher, 69 m ³ Bauteilaktivierung (Beton)
<u>Nachheizungssystem:</u>	5 kW Wohnraumofen, Heizpatrone
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	73,3 % (lt. Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	286,9 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 Krug handelt es sich um ein zweigeschossiges Einfamilienhaus mit 197 m² Brutto-Grundfläche und Flachdach, welches 2016/2017 in Holzbauweise errichtet wurde (Abbildung 16). Die primäre Wärmeversorgung leistet die am Flachdach aufgeständerte rund 20,8 m² große Solaranlage. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von 73,3 % erreicht werden. Als Nachheizung wurde ein Kachelofen installiert, der mit mehreren wasserführenden Absorberelementen ausgestattet ist und so in das hydraulische System eingebunden ist. Als Wärmespeicher dienen die bauteilaktivierte Bodenplatte und die Zwischendecke zwischen Keller und Erdgeschoß mit einer Gesamtmaße von 69 m³ Beton (äquivalent zu 44 m³ Wasser bei gleicher Temperaturdifferenz von 5 K) sowie der 1.200 Liter fassende Pufferspeicher. Abbildung 17 zeigt schematisch den Aufbau der bauteilaktivierten Bauteile und des Fussbodens. Die Bodenplatte ist nach unten hin mit rund 10 cm XPS gedämmt. Der Fussbodenaufbau im Erdgeschoß besteht aus einem Kreuzrost mit KV⁴ Lattung 40/70, dazwischen Split gefolgt von je 20 mm Blindboden und Parkett.

Die Wärmeverteilung für Raumheizung erfolgt über Bauteilaktivierung und über eine Wandheizung im Obergeschoß. Der Betrieb der Wandheizung erfolgt im Schwerkraftbetrieb durch natürliche Konvektion. Da der Pufferspeicher im Keller, der Ofen jedoch im Erdgeschoß steht, ist für die Nachheizung des Pufferspeichers über den Ofen eine Pumpe vorgesehen.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über Tank-in-Tank-Technologie mit einem Warmwasser-Vorratsvolumen von 270 Litern.

⁴ Konstruktionsvollholz



Abbildung 16: Südansicht des Solarhauses Krug (links), Solaranlage am Dach (rechts) (Quelle: Bauherr)

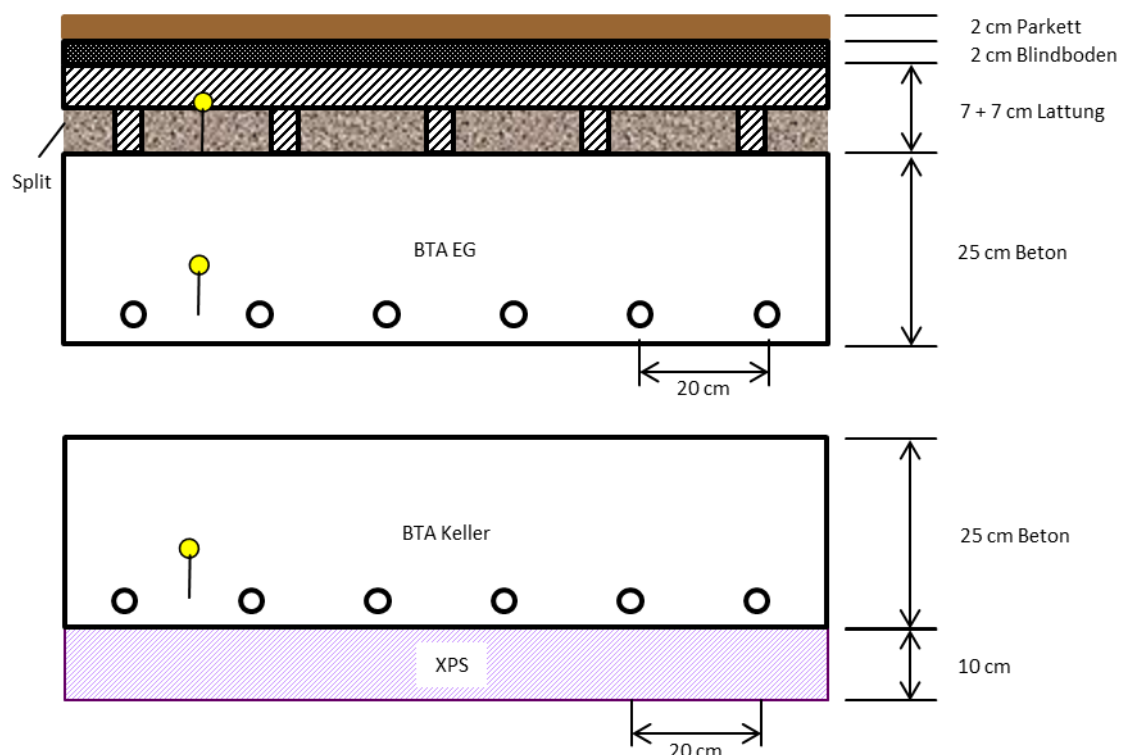


Abbildung 17: Aufbau der bauteilaktivierten Bodenplatte (Keller) bzw. der Zwischendecke (EG) inkl. Fußbodenaufbau (Quelle: Planer, eigene Darstellung)

7.3.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Krug ist als Blockschaltbild in Abbildung 18 dargestellt. Die Solaranlage liefert einerseits Energie über einen internen Wendelwärmetauscher in den 1.200 Liter Pufferspeicher im Keller und bedient andererseits die direkt in den Solarkreis eingebaute Bauteilaktivierung. Die Warmwasserbereitung erfolgt über einen in den Pufferspeicher integrierten Boiler. Als Nachheizung steht ein Kaminofen im Erdgeschoss zur Verfügung, welcher mit Hilfe einer Pumpe den Pufferspeicher laden oder über Naturzirkulation die Wandheizung bedienen kann. Auch der Pufferspeicher kann über Naturzirkulation Energie an die Wandheizung liefern (durch Öffnen der Ventile $G_{P\ WH\ 1}$ und $G_{P\ WH\ 2}$). Als Notversorgung ist ein elektrischer Heizstab im Pufferspeicher installiert.

Sechs Wärmemengenzähler, 3 Stromzähler, 22 Temperatursensoren, 7 Ventilstellungen und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

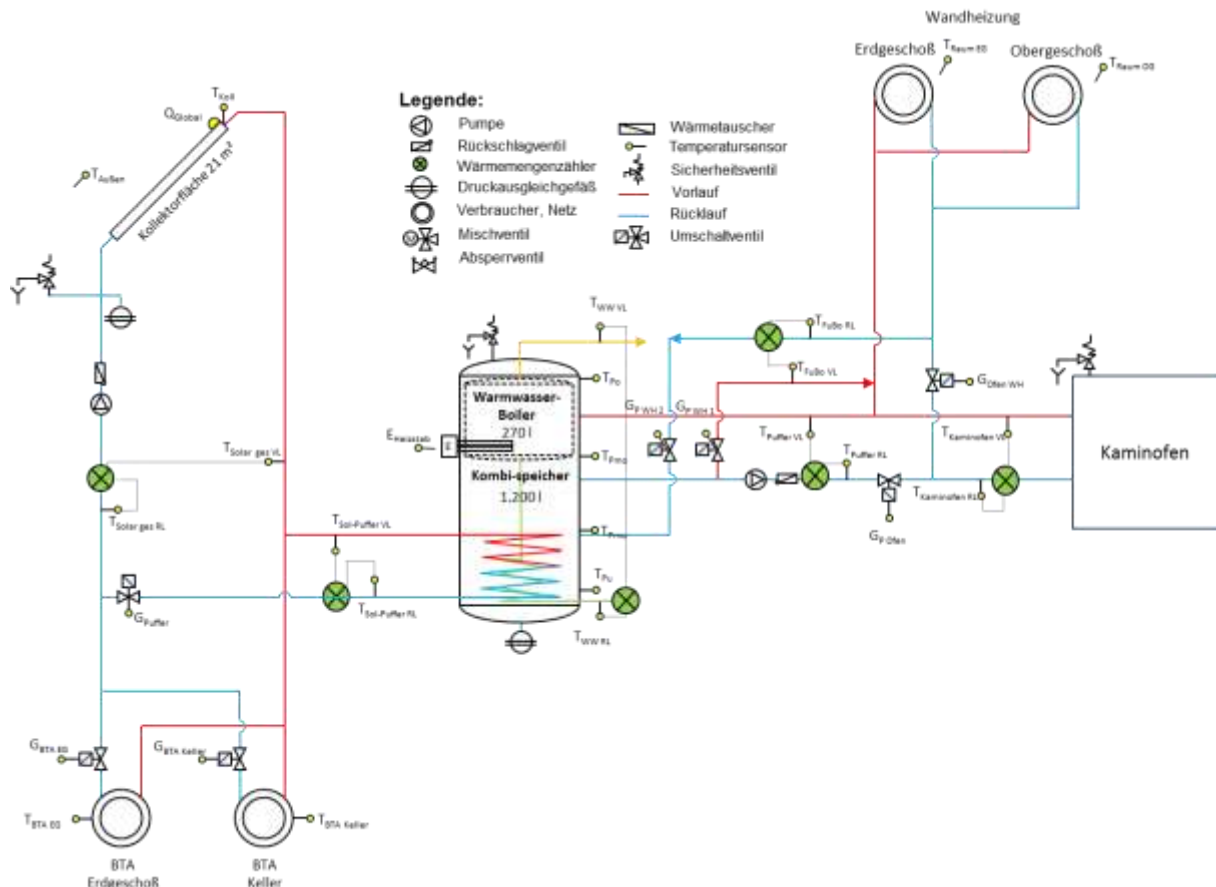


Abbildung 18: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Krug (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solaranlage

S_{Global}	Globalstrahlung in Kollektorebene
$T_{\text{Kollektor}}$	Kollektortemperatur
$Q_{\text{Solar ges}}$	Wärmemengenzähler Solarkreis gesamt
$V_{\text{Solar ges}}$	Durchfluss Solarkreis gesamt
$T_{\text{Solar ges RL}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis gesamt
$T_{\text{Solar ges VL}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis gesamt
$Q_{\text{Solar Puffer}}$	Wärmemengenzähler Solarkreis Puffer
$V_{\text{Solar Puffer}}$	Durchfluss Solarkreis Puffer
$T_{\text{Solar Puffer RL}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis Puffer
$T_{\text{Solar Puffer VL}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis Puffer
G_{Solar}	Ventil solare Pufferbeladung

Pufferspeicher

$T_{\text{Puffer o}}$	Puffertemperatur oben
$T_{\text{Puffer mo}}$	Puffertemperatur mitte oben

$T_{\text{Puffer mu}}$	Puffertemperatur mitte unten
$T_{\text{Puffer u}}$	Puffertemperatur unten

Warmwasserbereitung

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

Heizkreise

Q_{Wand}	Wärmemengenzähler Wandheizung
V_{Wand}	Durchfluss Wandheizung
$T_{\text{Wand RL}}$	Rücklauftemperatur Wandheizung
$T_{\text{Wand VL}}$	Vorlauftemperatur Wandheizung
$T_{\text{BTA EG}}$	Kerntemperatur EG
$T_{\text{BTA Keller}}$	Kerntemperatur Keller

Nachheizung

$Q_{\text{Kaminofen}}$	Wärmemengenzähler Kaminofen
$V_{\text{Kaminofen}}$	Durchfluss Kaminofen
$T_{\text{Kaminofen RL}}$	Rücklauftemperatur Kaminofen
$T_{\text{Kaminofen VL}}$	Vorlauftemperatur Kaminofen
Q_{Puffer}	Wärmemengenzähler Pufferladung
V_{Puffer}	Durchfluss Pufferladung
$T_{\text{Puffer RL}}$	Rücklauftemperatur Pufferladung
$T_{\text{Puffer VL}}$	Vorlauftemperatur Pufferladung
$P_{\text{el Heizstab}}$	Stromzähler Heizstab im Boiler

Sonstige

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
$T_{\text{Wohnraum EG}}$	Raumtemperatur EG
$T_{\text{Wohnraum OG}}$	Raumtemperatur OG
$P_{\text{el Haustechnik}}$	Stromzähler Haustechnik
$P_{\text{el Haushalt}}$	Stromzähler Haushalt
$G_{\text{BTA EG}}$	Ventil Bauteilaktivierung EG
$G_{\text{BTA Keller}}$	Ventil Bauteilaktivierung Keller
$G_{\text{P Ofen}}$	Ventil Pufferladung
$G_{\text{P WH 1}}$	Ventil Puffer zu Wandheizung VL
$G_{\text{P WH 2}}$	Ventil Puffer zu Wandheizung RL
$G_{\text{Ofen WH}}$	Ventil Ofen zu Wandheizung

7.3.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 19 bis Abbildung 21) 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. Die Nutzung von Bauteilaktivierung wurde erst nach Einreichung entschieden. Diese ist daher in der Simulation nicht berücksichtigt.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Förderantragstellung wird ein Jahressolarertrag von 287 kWh/(m²a) bei einer Jahressumme der Einstrahlung von 1175 kWh/m² erwartet.

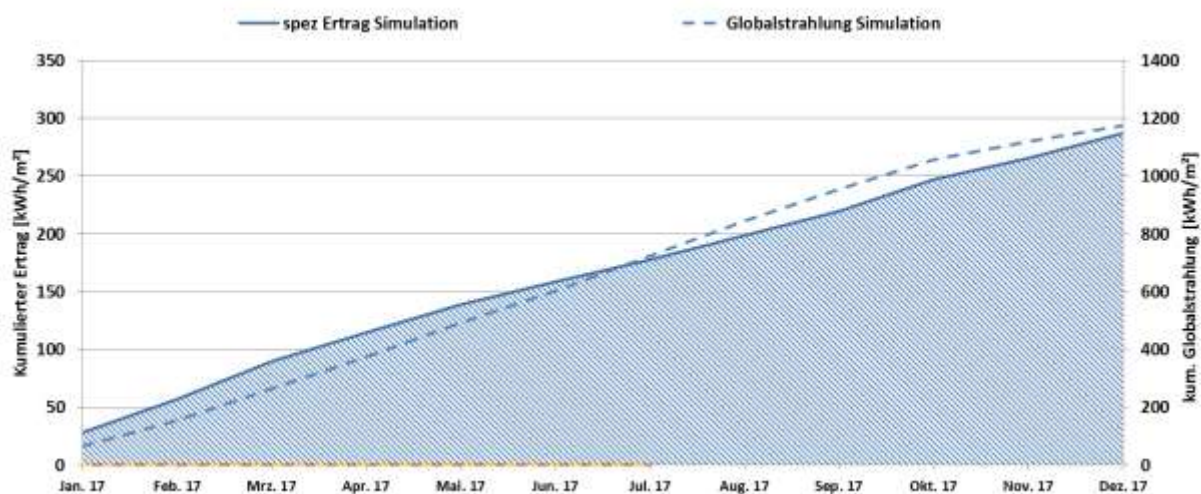


Abbildung 19: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) und der Einstrahlung in Kollektorebene für das Solarhaus Krug

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu 73,3 % prognostiziert. In den Monaten April bis Oktober liegen die prognostizierten Monatswerte bei über 90 % (Abbildung 20).

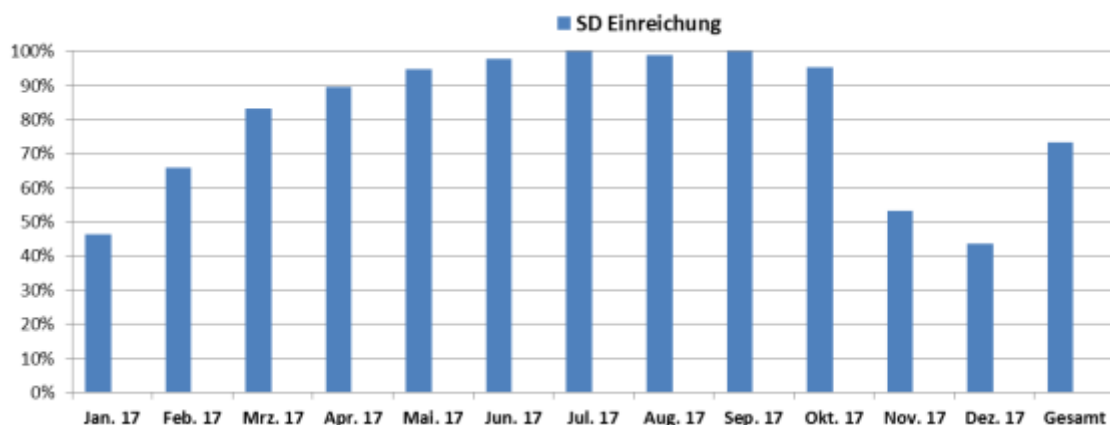


Abbildung 20: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Krug

Der mit der Simulationsrechnung ermittelte Gesamtwärmeverbrauch wurde zu 7,2 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 21 zu entnehmen.

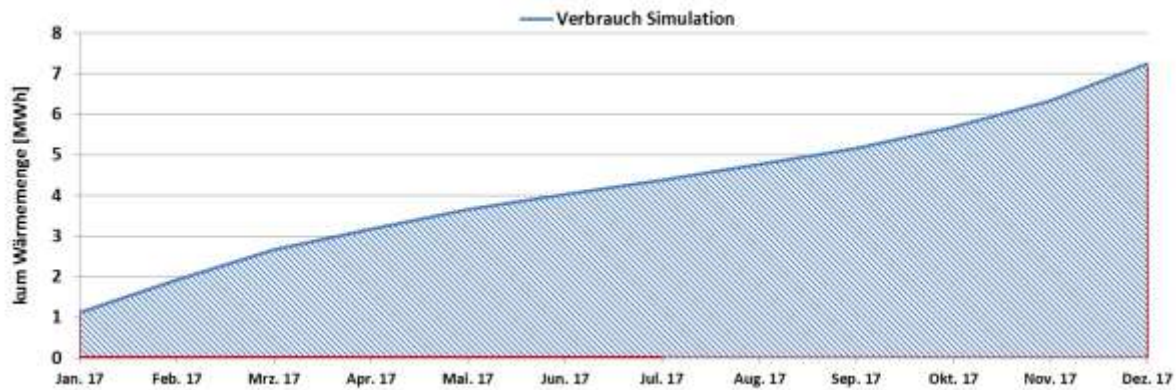


Abbildung 21: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Krug

7.3.4 Anlagen Status Quo

Das Gebäude ist fertig errichtet, jedoch noch nicht bewohnbar da der Innenausbau noch nicht fertiggestellt ist. Die Solaranlage ist bereits in Betrieb, sodass das Gebäude während des Winters 2017/18 bereits beheizt wird. Das Monitoringsystem ist in Umsetzung. Der Bezug des Gebäudes – und damit der Start der einjährigen Monitoringperiode - ist mit Sommer 2018 geplant.

7.4 Solarhaus Schindl, T

7.4.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Schindl
<u>Adresse:</u>	6600 Reutte
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	34,3 kWh/(m²a)
<u>Brutto-Grundfläche:</u>	213 m²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	49,6 m² Flachkollektor (DOMA Flex Holz)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	44,6 m²
<u>Neigung:</u>	90°
<u>Azimut-Ausrichtung:</u>	193° (SSW)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	6 m³ Pufferspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	Stückholz-Kachelofen (8 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	79 % (lt. Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	292 kWh/(m²a) (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AIT

Bei dem Bauvorhaben Schindl handelt es sich um ein nicht unterkellertes, zweigeschossiges Einfamilienhaus (Abbildung 22) mit 213 m² Brutto-Grundfläche. An der Nordseite des Hauses schließt eine Garage eingeschossig an. Als zentraler Energiespeicher dient der 6 m³ fassende Pufferspeicher, der an zwei Seiten von Treppen umgeben und über die Höhe der beiden Geschosse aufgestellt ist.

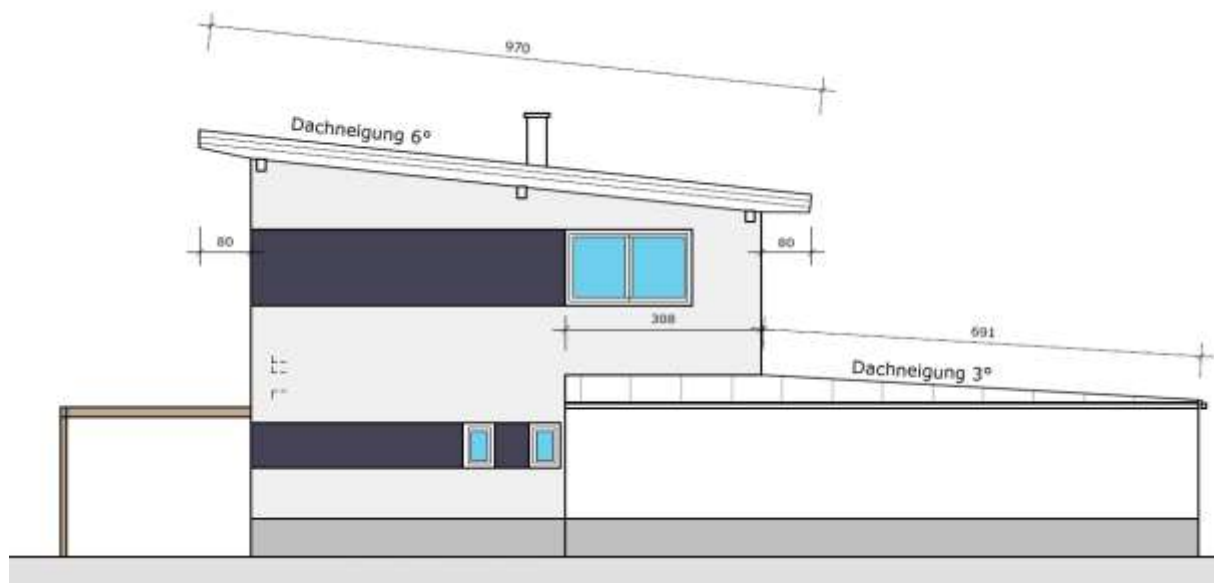


Abbildung 22: Ostansicht des Gebäudes (Quelle: Einreichplan)

Die Wärmeversorgung erfolgt zum wesentlichen Teil (79 % laut Einreichung) mit Hilfe der solarthermischen Flachkollektoren, welche in die Fassade integriert sind (siehe Abbildung 23) und eine Bruttokollektorfläche von 49,6 m² aufweisen. Die Azimut-Ausrichtung des Gebäudes sowie der Kollektorfläche ist 13° von Süden nach Westen verdreht. Als Nachheizungssystem wird ein Stückholz-Kachelofen eingesetzt, der sich im Wohnraum befindet. Zur Sicherstellung der geforderten Speichertemperatur zur Warmwasserbereitung ist ein E-Heizstab im Pufferspeicher vorgesehen.



Abbildung 23: Südansicht des Gebäudes (Quelle: Einreichplan)

7.4.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Schindl ist schematisch in

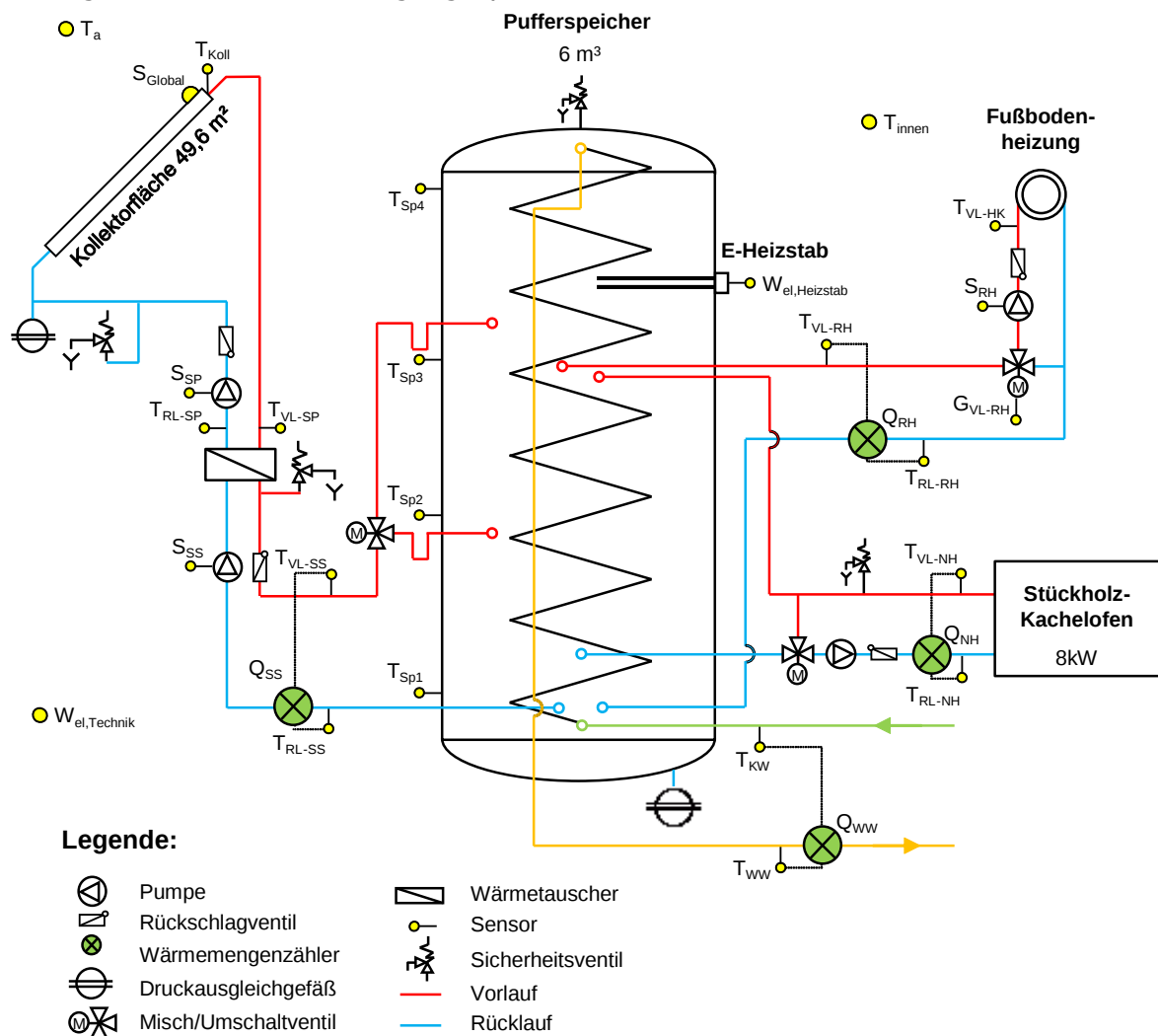


Abbildung 24 dargestellt. Die Solaranlage (49,6 m² Bruttokollektorfläche) belädt über einen externen Wärmeübertrager und ein Schichtlademodul den Pufferspeicher (6 m³). Zur Vermeidung von Zirkulationsströmungen sind die Anschlüsse des Solarsekundärkreises siphoniert ausgeführt. Zur Nachheizung erwärmt der Stückholz-Kachelofen (8 kW) den Pufferspeicher bis zu etwa 2/3 seiner Höhe. Zur Sicherstellung der geforderten Temperatur im oberen Bereich des Pufferspeichers ist ein E-Heizstab vorgesehen, der manuell zugeschaltet werden muss. Die vom Stückholz-Kachelofen abgegebene Nutzwärme wird lt. Datenblatt zu weniger als 25 %, direkt an das Wohnzimmer und die anschließenden Räume abgegeben, mehr als 75 % der Wärme wird wasserseitig zum Pufferspeicher übertragen. Mithilfe des innenliegenden Rohres des Pufferspeichers wird das Warmwasser bereitgestellt. Die Raumwärme wird über die Fußböden bereitgestellt. Der Raumheizungskreis wird aus einer mittleren Höhe des Pufferspeichers versorgt. Der Rücklauf des Heizkreises wird in den untersten Bereich des Speichers eingeleitet.

Das Messkonzept umfasst vier Wärmemengenzähler, zwei Drehstromzähler, 17 Temperatursensoren, drei Pumpenstufen, eine Ventilstellung und einen Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene.

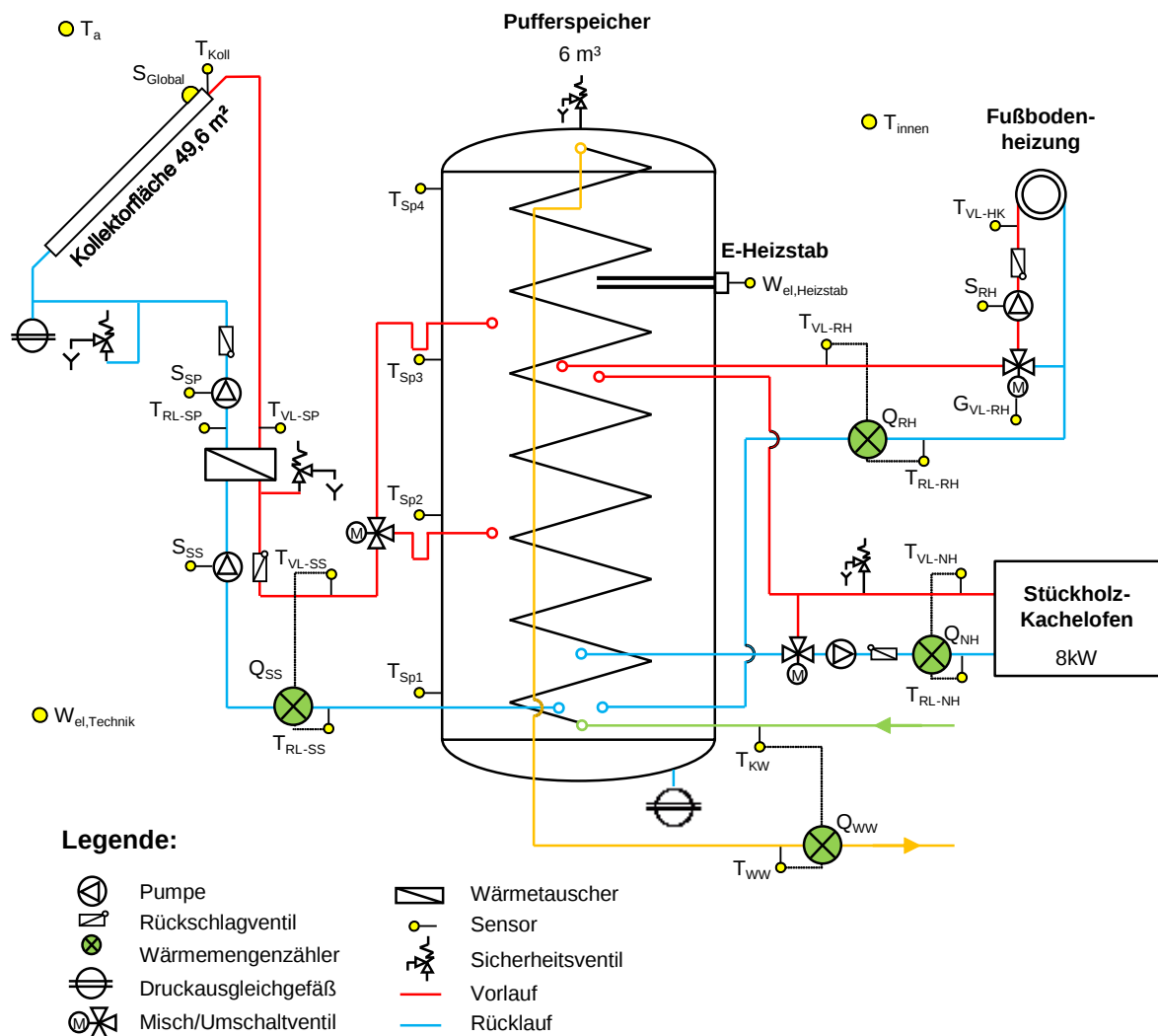


Abbildung 24: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Schindl (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solaranlage

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur des Kollektorfelds
$T_{\text{VL-SP}}$	Vorlauftemperatur Solarprimärkreis
$T_{\text{RL-SP}}$	Rücklauftemperatur Solarprimärkreis
S_{SP}	Pumpenstufe im Solarprimärkreis
$T_{\text{VL-SS}}$	Vorlauftemperatur Solarsekundärkreis
$T_{\text{RL-SS}}$	Rücklauftemperatur Solarsekundärkreis
Q_{SS}	Wärmemengenzähler Solarsekundärkreis
S_{SS}	Pumpenstufe im Solarsekundärkreis

Pufferspeicher

$T_{\text{Sp1}} \dots T_{\text{Sp4}}$	Temperatur in vier unterschiedlichen Höhen des Pufferspeichers
---------------------------------------	--

Stückholz-Kachelofen (Nachheizung)

$T_{\text{VL-NH}}$	Vorlauftemperatur Stückholz-Kachelofen
$T_{\text{RL-NH}}$	Rücklauftemperatur Stückholz-Kachelofen
Q_{NH}	Wärmemengenzähler Stückholz-Kachelofen

E-Heizstab

$W_{\text{el, Heizstab}}$	Drehstromzähler E-Heizstab
---------------------------	----------------------------

Warmwasserbereitung

T_{KW}	Kaltwassertemperatur
T_{WW}	Warmwassertemperatur
Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasserbereitung

Raumheizung

$T_{\text{VL-RH}}$	Vorlauftemperatur Raumheizung
$T_{\text{RL-RH}}$	Rücklauftemperatur Raumheizung
Q_{RH}	Wärmemengenzähler Raumheizung
$G_{\text{VL-RH}}$	Stellung des Ventils zur Raumheizung
S_{RH}	Pumpenstufe Raumheizung
$T_{\text{VL-HK}}$	Vorlauftemperatur Heizkreis (Fussbodenheizung)

Heiztechnik

$W_{\text{el, Technik}}$	Drehstromzähler Heiztechnik
--------------------------	-----------------------------

Umgebung

T_{A}	Außenlufttemperatur
T_{innen}	Wohnraumtemperatur

7.4.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 25 bis Abbildung 27) 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, Globalstrahlung, solarer Deckungsgrad und Wärmeverbrauch) verglichen.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Förderantragstellung wird ein Jahressolarertrag von 292 kWh/(m²a) bei einer Jahressumme der Einstrahlung von 1002 kWh/m² erwartet.

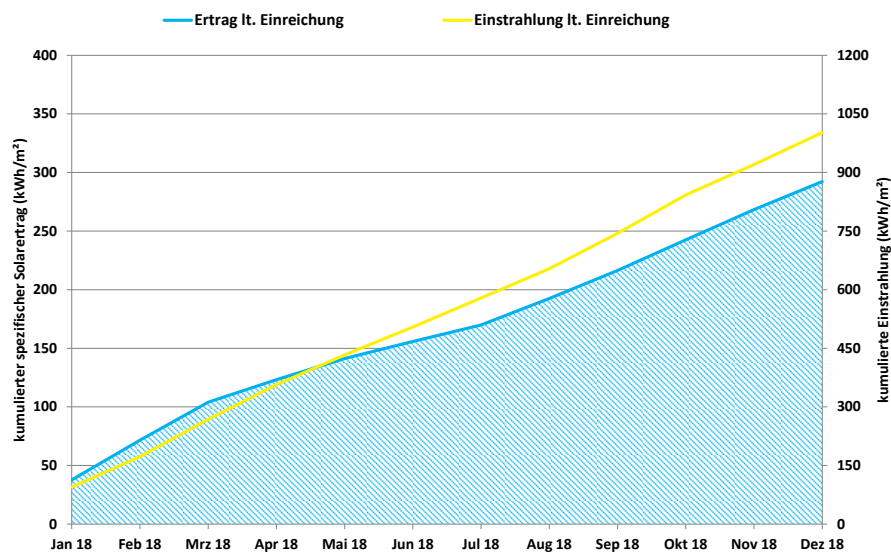


Abbildung 25: Prognostizierter Verlauf des kumulierten spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) und der kumulierten Einstrahlung für das Solarhaus Schindl

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu rund 79 % prognostiziert. In den Monaten Juli bis Oktober liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei 100 %. In den Monaten März bis Juni liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei über 80 % (siehe Abbildung 26).

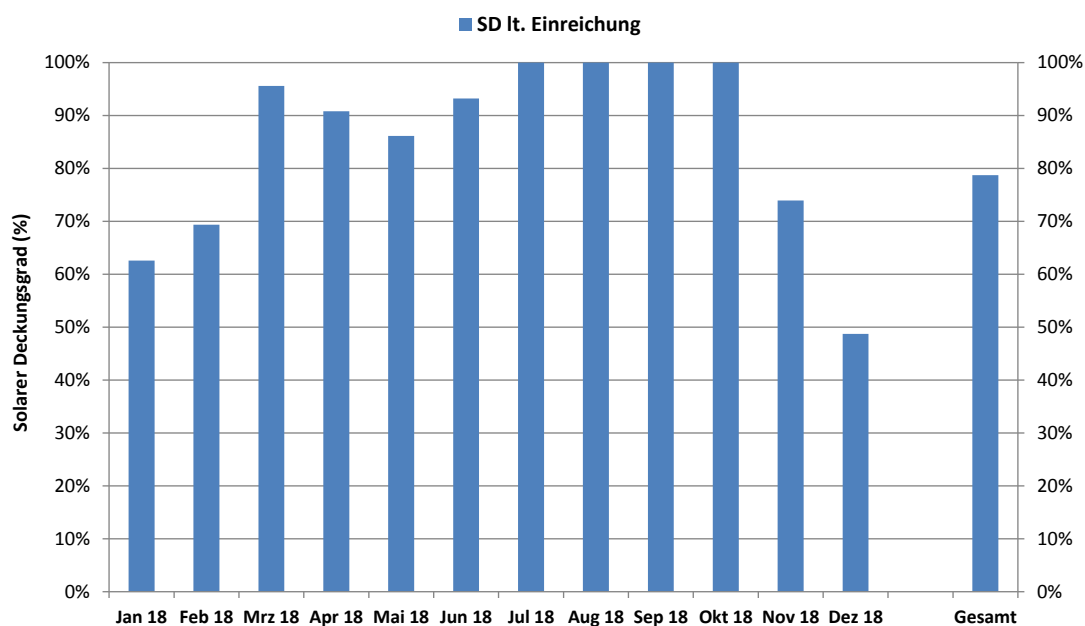


Abbildung 26: Prognostizierter monatlicher und jährlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Schindl

Der jährliche Gesamtwärmebedarf wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung zu 14,9 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 27 zu entnehmen.

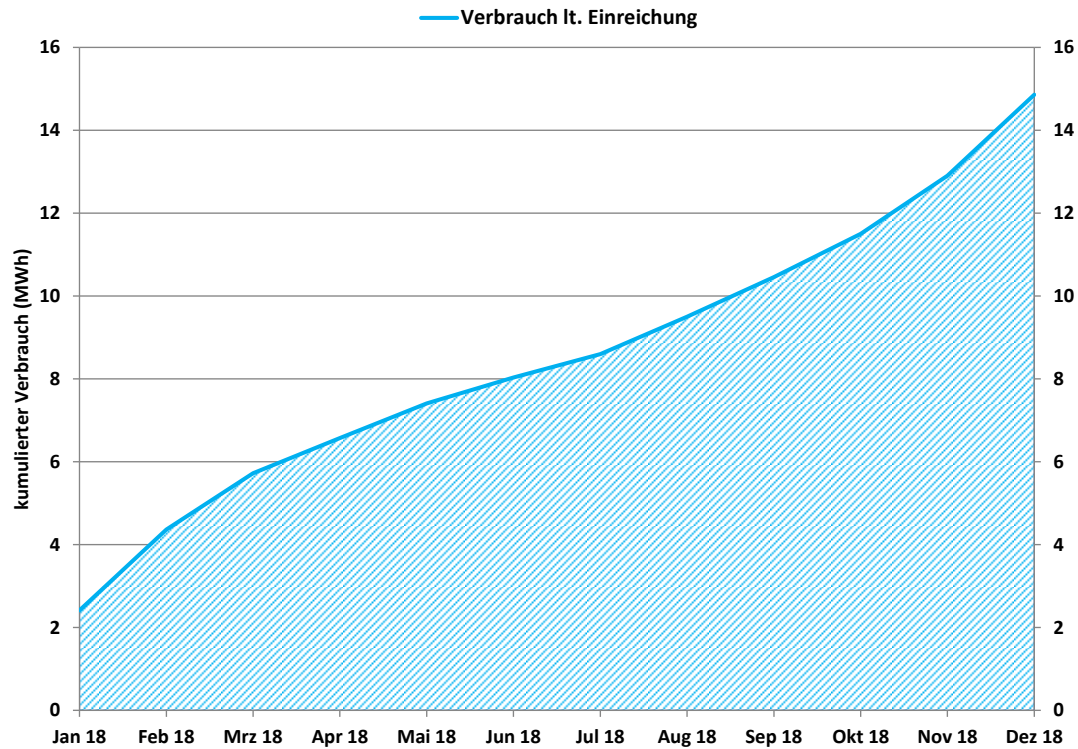


Abbildung 27: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Schindl

7.4.4 Anlagen Status Quo

Das Gebäude ist fertig errichtet und die Solaranlage bereits in Betrieb. Das Monitoringsystem ist in Umsetzung. Der Bezug des Gebäudes – und damit der Start der einjährigen Monitoringperiode - ist mit Frühjahr 2018 geplant.

7.5 Solarhaus Edl, Stmk

7.5.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Solarhaus Edl
<u>Adresse:</u>	8301 Lassnitzhöhe
<u>spez. HWB (lt. Energieausweis):</u>	31,3 kWh/m ² a
<u>BGF:</u>	240 m ²
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	46,3 m ² Flachkollektor (Solimpeks ALS 2510)
<u>Aperturkollektorfläche:</u>	41,6 m ²
<u>Neigung:</u>	75°
<u>Azimet-Ausrichtung:</u>	198° (SSW)
<u>Energiespeichervolumen:</u>	3.000 Liter Pufferspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	28 kW Luft-Wasser Wärmepumpe 20 kW Kaminofen
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	72,1 % (lt. Simulation)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	238 kWh/m ² a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Anlage in Umsetzung
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Bauvorhaben Solarhaus Edl handelt es sich um ein zweigeschossiges Einfamilienhaus mit 240 m² Brutto-Grundfläche und Flachdach, dessen Rohbau 2017 errichtet wurde (Abbildung 28). Die primäre Wärmeversorgung leistet die ins Gelände integrierte rund 46 m² große Solaranlage. Laut Einreichung soll ein Deckungsgrad von 72,1 % erreicht werden. Als Nachheizung dienen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe (28 kW Leistung) und ein Kaminofen mit Wassertasche im Wohnraum (20 kW). Als zentraler Wärmespeicher dient der 3.000 Liter fassende Wasser-Pufferspeicher.

Die Wärmeverteilung erfolgt auf niedrigem Temperaturniveau über Fussbodenheizung. Die Auslegungstemperaturen von Vor- und Rücklauf liegen bei 35/28 °C. Die Warmwasserbereitung erfolgt über ein Frischwassermodule. Es ist eine Zirkulationsleitung vorgesehen.

Das Gebäude verfügt über ein innenliegendes Schwimmbad und einen Whirlpool, welche die sommerlichen Überschüsse zumindest teilweise aufnehmen können.

Auf dem Dach und in die Brüstungen integriert wird eine PV-Anlage mit 20 kWp (bzw. insgesamt 40 kWp in der 2. Ausbaustufe) installiert und mit einem 30 kWh fassenden Bleibatteriespeicher kombiniert.



Abbildung 28: Südansicht des Solarhauses Edl (Quelle: Bauherr)

7.5.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Solarhaus Edl ist als Blockschaltbild in Abbildung 29 dargestellt. Die Solaranlage liefert Energie über einen externen Wärmetauscher und Schichtladelanze in den 3.000 Liter Pufferspeicher. Solare Überschüsse können im Schwimmbad oder Whirlpool genutzt werden. Die Wärmeverteilung im Gebäude geschieht über Fussbodenheizung, welche sowohl von der Wärmepumpe direkt, als auch aus dem Puffer betrieben werden kann. Die Warmwasserbereitung erfolgt über eine Frischwasserstation. Als Nachheizung stehen einerseits ein Kaminofen und andererseits eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, welche den Pufferspeicher auf 2 Ebenen beladen kann, zur Verfügung.

Sieben Wärmemengenzähler, 3 Stromzähler, 29 Temperatursensoren, 6 Ventilstellungen und ein Globalstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

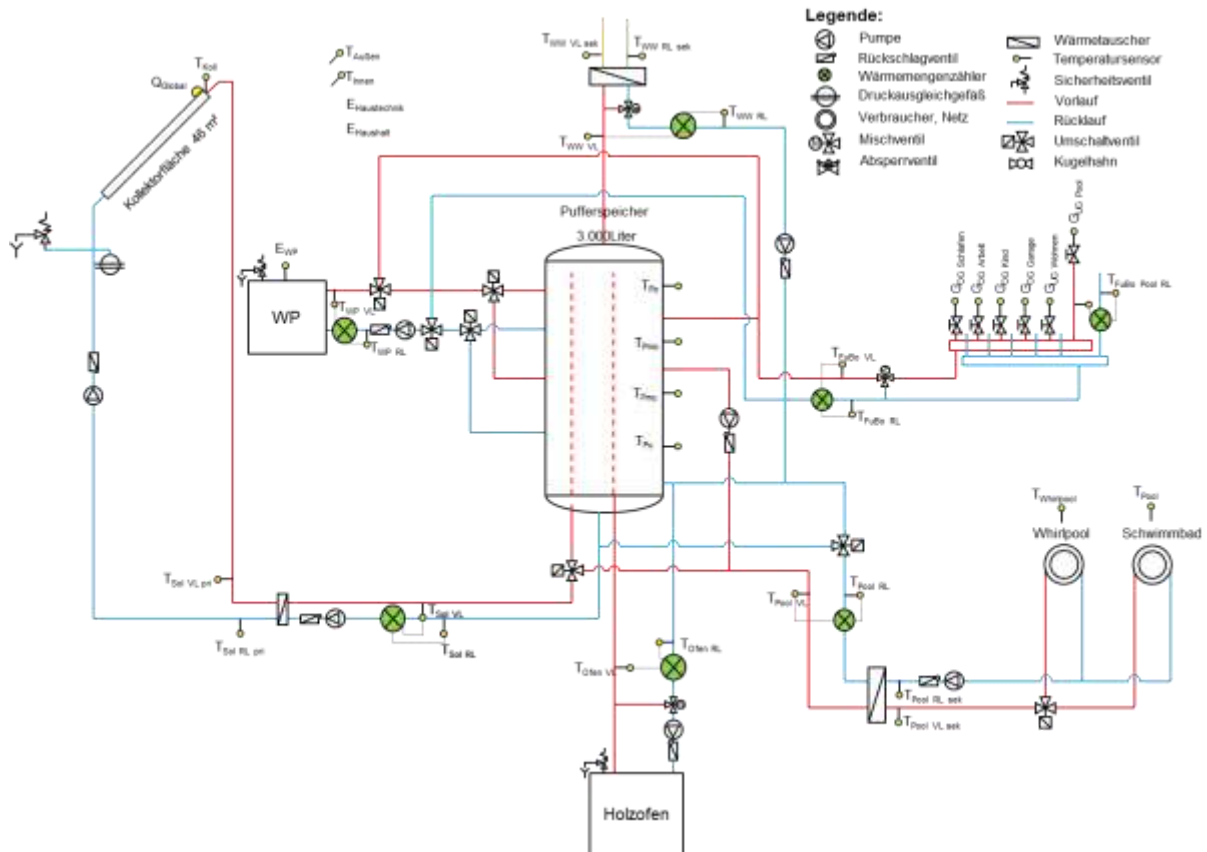


Abbildung 29: Hydraulik- und Messkonzept zum Solarhaus Edl (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solaranlage

S_{Global}	Globalstrahlung in Kollektorebene
$T_{\text{Kollektor}}$	Kollektortemperatur
$T_{\text{Solar RL pri}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis primär
$T_{\text{Solar VL pri}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis primär
Q_{Solar}	Wärmemengenzähler Solarkreis sekundär
V_{Solar}	Durchfluss Solarkreis sekundär
$T_{\text{Solar RL}}$	Rücklauftemperatur Solarkreis sekundär
$T_{\text{Solar VL}}$	Vorlauftemperatur Solarkreis sekundär

Puffer

$T_{\text{Puffer o}}$	Puffertemperatur oben
$T_{\text{Puffer mo}}$	Puffertemperatur mitte oben
$T_{\text{Puffer mu}}$	Puffertemperatur mitte unten
$T_{\text{Puffer u}}$	Puffertemperatur unten

Warmwasserbereitung

Q_{WW}	Wärmemengenzähler Warmwasser
V_{WW}	Durchfluss Warmwasser

$T_{WW\ RL}$	Rücklauftemperatur Warmwasser
$T_{WW\ VL}$	Vorlauftemperatur Warmwasser
$T_{WW\ RL\ sek}$	Rücklauftemperatur Warmwasser sekundär
$T_{WW\ VL\ sek}$	Vorlauftemperatur Warmwasser sekundär

Heizkreise

Q_{FuBo}	Wärmemengenzähler Fussbodenheizung
V_{FuBo}	Durchfluss Fussbodenheizung
$T_{FuBo\ RL}$	Rücklauftemperatur Fussbodenheizung
$T_{FuBo\ VL}$	Vorlauftemperatur Fussbodenheizung
$Q_{FuBo\ Pool}$	Wärmemengenzähler Fussbodenheizung Pool
$V_{FuBo\ Pool}$	Durchfluss Fussbodenheizung Pool
$T_{FuBo\ Pool\ RL}$	Rücklauftemperatur Fussbodenheizung Pool
$T_{FuBo\ Pool\ VL}$	Vorlauftemperatur Fussbodenheizung Pool
$G_{OG\ Schlaf}$	Ventilstellung Schlafzimmer
$G_{OG\ Arbeit}$	Ventilstellung Arbeitszimmer
$G_{OG\ Kind}$	Ventilstellung Kinderzimmer
$G_{OG\ Garage}$	Ventilstellung Garage
$G_{UG\ Wohn}$	Ventilstellung Wohnen
$G_{UG\ Pool}$	Ventilstellung Pool

Pool

Q_{Pool}	Wärmemengenzähler Pool
V_{Pool}	Durchfluss Pool
$T_{Pool\ RL}$	Rücklauftemperatur Pool
$T_{Pool\ VL}$	Vorlauftemperatur Pool
$T_{Pool\ RL\ sek}$	Rücklauftemperatur Pool sekundär
$T_{Pool\ VL\ sek}$	Vorlauftemperatur Pool sekundär
T_{Pool}	Temperatur Pool
$T_{Whirlpool}$	Temperatur Whirlpool

Nachheizung

Q_{WP}	Wärmemengenzähler Wärmepumpe
V_{WP}	Durchfluss Wärmepumpe
$T_{WP\ RL}$	Rücklauftemperatur Wärmepumpe
$T_{WP\ VL}$	Vorlauftemperatur Wärmepumpe
Q_{Ofen}	Wärmemengenzähler Ofen
V_{Ofen}	Durchfluss Ofen
$T_{Ofen\ RL}$	Rücklauftemperatur Ofen
$T_{Ofen\ VL}$	Vorlauftemperatur Ofen

Sonstige

$T_{\text{Außen}}$	Außentemperatur
T_{Wohnraum}	Raumtemperatur Wohnzimmer
$P_{\text{el Haustechnik}}$	Stromzähler Haustechnik
$P_{\text{el Haushalt}}$	Stromzähler Haushalt
$P_{\text{el WP}}$	Stromzähler Wärmepumpe

7.5.3 Kennzahlen der Simulation

Folgende Abbildungen (Abbildung 30 bis Abbildung 32) 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 238 kWh/(m²a) bei einer Jahressumme der Einstrahlung von 1028 kWh/m² erwartet.



Abbildung 30: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags (bezogen auf die Aperturfläche) und der Einstrahlung in Kollektorebene für das Solarhaus Edl

Der solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wird gemäß der Simulationsrechnung des Betreibers zu 72,1 % prognostiziert. In den Monaten April bis Oktober liegen die prognostizierten Monatswerte bei über 90 % (Abbildung 31).

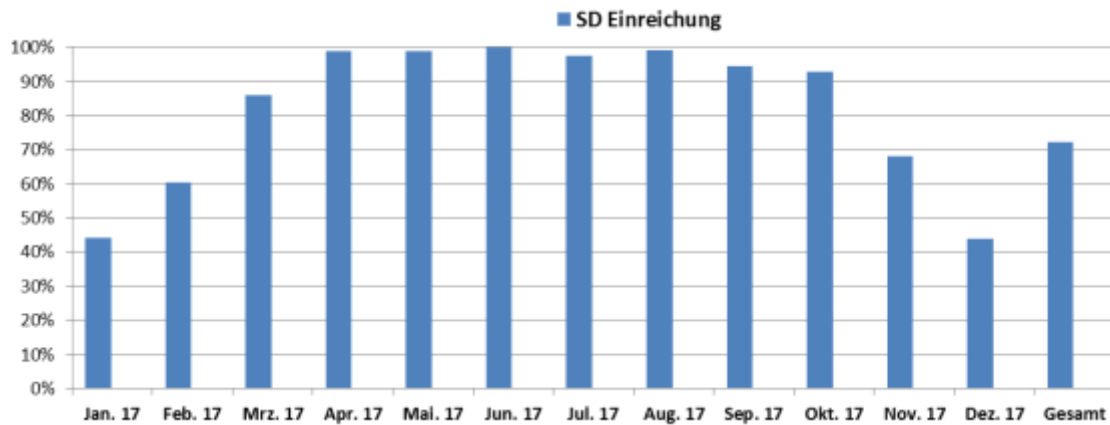


Abbildung 31: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für das Solarhaus Edl

Der mittels Simulation ermittelte Gesamtwärmeverbrauch wurde zu 10,8 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 32 zu entnehmen.

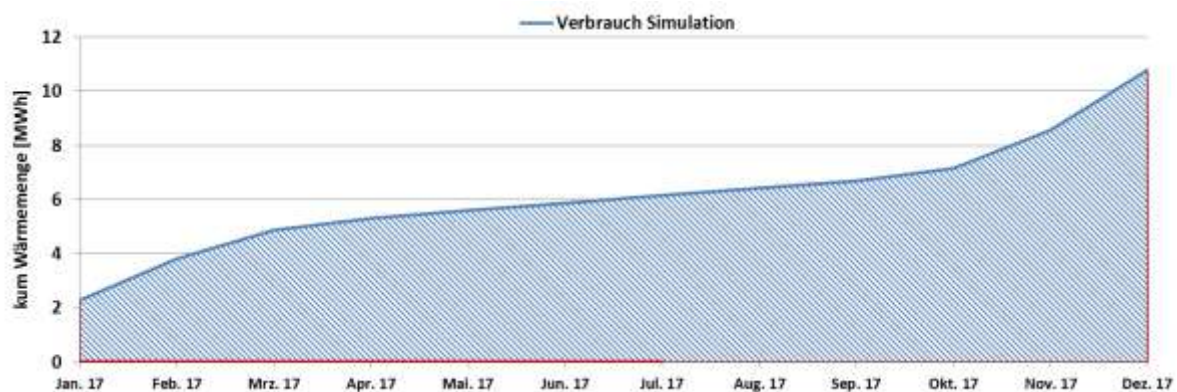


Abbildung 32: Prognostizierter kumulierter Verbrauch des Solarhauses Edl

7.5.4 Anlagen Status Quo

Der Rohbau und die Solaranlage sind fertig errichtet. Mit Ende November soll die Haustechnik für das Ausbringen der Baufeuchte in Betrieb gehen. Die Umsetzung des Monitoringkonzepts ist in Arbeit. Der Bezug des Gebäudes, die Inbetriebnahme der Messtechnik und der Start der Monitoringperiode sind für Ende Jänner 2018 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