



1. Zwischenbericht

Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm "Solarthermie - Solare Großanlagen 2012"



1. Zwischenbericht zum Projekt

**WISSENSCHAFTLICHE
BEGLEITFORSCHUNG ZUM
FÖRDERPROGRAMM
„SOLARTHERMIE – SOLARE
GROßANLAGEN 2012“**

Autoren

Prok. Ing. Christian Fink, Projektleitung
Samuel Knabl, Bsc.
Ing. Waldemar Wagner
DI Roman Stelzer

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

DI Bernd Windholz
DI (FH) Petra Schöfmann
DI Dr. Michael Hartl

Austrian Institut of Technology (AIT)

Gleisdorf, im März 2014

Auftraggeber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien



Beauftragt im Rahmen des Förderprogramms „Solarthermie – Solare Großanlagen“.

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 -14
Fax: +43-3112 5886 -18
E-Mail: c.fink@aee.at
www.aee-intec.at



Projektpartner:

Austrian Institut of Technology (AIT)
A-1210 Wien, Giefinggasse 2
www.ait.ac.at



Austria Solar Innovation Center (ASiC)
A-4600 Wels, Roseggerstraße 12
www.asic.at



Inhalt

1	KURZFASSUNG	4
2	EINLEITUNG	6
3	ÜBERBLICK ÜBER DIE BEGLEITFORSCHUNGSPROJEKTE	8
4	BESCHREIBUNG DER TÄTIGKEITEN IN VERBINDUNG MIT DEN MESSANLAGEN IM BERICHTSZEITRAUM	10
5	VERBREITUNGSAKTIVITÄTEN	12
6	KENNZAHLEN AUS SIMULATION UND MESSUNG IM ANLAGENVERGLEICH	13
7	BESCHREIBUNG DER PROJEKTE UND DARSTELLUNG DER RELEVANTEN MESSERGEBNISSE	15
	7.1 Trotec Marchtrenk, OÖ	15
	7.2 Autohaus Esthofer, OÖ	21
	7.3 Biowärme Mallnitz, Kärnten	28
8	LITERATURVERZEICHNIS	33

1 Kurzfassung

Große solarthermische Anlagen besitzen ein enormes Potenzial zur Einsparung von fossilen Energieträgern und somit zur Reduktion der CO₂-Emissionen. Eine breite Umsetzung großer solarthermischer Anlagen als Standardwärmeversorgung in Österreich bedarf im ersten Schritt aber einerseits eines speziellen Markteinführungsprogramms mit entsprechenden Anreizmechanismen und andererseits eine verstärkte Technologieentwicklung in diesem Bereich. Aus diesem Grund definierte der Klima- und Energiefonds im Arbeitsprogramm 2010 erstmals einen Förderschwerpunkt für große solarthermische Anlagen in gewerblichen Anwendungen („Solare Prozesswärme in Produktionsbetrieben“, „Solare Einspeisung in netzgebundene Wärmeversorgung“, „Hohe solare Deckungsgrade in Gewerbe und Dienstleistungsgebäuden“ und „Kombinierte Anwendungen zum solaren Kühlen und Heizen“). Als zentrale Instrumente 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 (bis 28.02.2014) mit allen 10 schlussendlich in der Begleitforschung verbliebenen Förderwerbern in intensivem Kontakt. Dabei galt es im ersten Schritt neben dem Projektstatus (Umsetzungszeitplan) insbesondere die technischen Details (wie z.Bsp. Anlagenhydraulik) und die Details zum Monitoringkonzept abzuklären. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass nach heutigem Stand die Umsetzung von 8 solarthermischen Anlagen sehr konkret erscheint und somit für die Begleitforschung relevant ist. Bei 3 Projekten ist die solarunterstützte Wärmeversorgung bereits in Betrieb.

Die durchgeführten Arbeiten und Resultate können wie folgt zusammengefasst werden:

- Kontakthaltung mit 10 schlussendlich in der Begleitforschung verbliebenen Förderwerbern und dessen Partnern (Anlagenbetreiber, Planer, ausführende Unternehmen, Regelungsfirmen, etc.)
- Unterstützungsleistungen bei der technischen Projektumsetzung (Umsetzung des „Stand der Technik“)
- Systemhydraulik und Monitoringkonzept – Erstellung von harmonisierten Blockschaltbildern für bisher 3 Projekte
- Begleitung bei der Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems bei insgesamt 3 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.
- Die technologierelevanten Erkenntnisse bildeten in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2010“ sowie „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2011“ die Basis für zahlreiche

Technologieentwicklungen bei Unternehmen, führten zu einer Vielzahl kooperativer Forschungsprojekte und gaben gezielten Input zu bestehendem Forschungsbedarf.

- Durch das Begleitforschungsteam konnten die gewonnenen Erkenntnisse in Neuauflagen des gegenständlichen Förderprogramms eingebracht werden.
- Fünf Beiträge bei einschlägigen Veranstaltungen (in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2010“ sowie „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2011““) zeigen deutlich die geleisteten Beiträge des Begleitforschungsteams zur Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse in der Branche und tragen damit gleichzeitig zur Steigerung des Bekanntheitsgrades des Förderprogramms bei.

2 Einleitung

Große solarthermische Anlagen besitzen ein enormes Potenzial zur Einsparung von fossilen Energieträgern und somit zur Reduktion der CO₂-Emissionen. Untermauert wird diese Feststellung durch Ausführungen in der österreichischen Energiestrategie (BMWfJ und BMLUFW, 2010) als auch in der Technologie- und Umsetzungsroadmap „Solarwärme 2020“ (Fink et al., 2008).

Eine breite Umsetzung großer solarthermischer Anlagen als Standardwärmeversorgung in Österreich bedarf aber einerseits eines speziellen Markteinführungsprogramms mit entsprechenden Anreizmechanismen und andererseits eine verstärkte Technologieentwicklung in diesem Bereich. Aus diesem Grund definierte der Klima- und Energiefonds bereits im Arbeitsprogramm 2010 und 2011 einen Förderschwerpunkt für große solarthermische Anlagen in gewerblichen Anwendungen. Als zentrale Instrumente wurden einerseits eine spezielle Anreizförderung und andererseits eine wissenschaftliche Programmbegleitung gewählt.

Das Förderprogramm

Das Förderprogramm richtet sich an gewerbliche Anwendungen in vier speziellen Kategorien und Systemgrößen zwischen 100 und 2.000 m² Bruttokollektorfläche:

- Solare Prozesswärme in Produktionsbetrieben
- Solare Einspeisung in netzgebundene Wärmeversorgung
- Hohe solare Deckungsgrade in Gewerbe und Dienstleistungsgebäuden (>20%)
- Kombinierte Anwendungen zum solarunterstützten Kühlen und Heizen

Die wissenschaftliche Programmbegleitung

Ziel der wissenschaftlichen Programmbegleitung ist die Umsetzung von Anlagen nach dem letzten Stand der Technik, 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
- 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 Monitoring-systems
- 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.

- Durchführung von Systemsimulationen, sofern relevante Abweichungen im Vergleich zu den Einreichunterlagen auftraten (Erstellung von Benchmarks)
- 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 Technologieanbietern und Haustechnikplanern im Zuge der Optimierungsarbeiten – In diesem Zuge konnte in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2010“ (Fink et al., 2013, 3. Zwischenbericht) und „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2011“ (Fink et al., 2013, 1. Zwischenbericht) eine Vielzahl von Erkenntnissen als Basis für zahlreiche Technologieentwicklungen bei Unternehmen eingesetzt werden bzw. führten zu einer Vielzahl kooperativer Forschungsprojekte.
- Regelmäßige Gespräche mit der Programmleitung beim Klima- und Energiefonds – Dadurch kann einerseits direkt Rückmeldung zum Status Quo der Technologie gegeben werden sowie können andererseits gewonnene Erkenntnisse in Neuauflagen des gegenständlichen Förderprogramms eingebracht werden.
- Disseminierungsaktivitäten in der Branche (Workshops und Tagungen der Branche) - Insgesamt konnten innerhalb des gegenständlichen Projekts bisher fünf Beiträge bei einschlägigen Veranstaltungen geleistet werden (in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2010“ (Fink et al., 2013, 3. Zwischenbericht) und „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2011“ (Fink et al., 2013, 1. Zwischenbericht).
- Aufzeigen von bestehendem Forschungsbedarf und Kommunikation an die ASTTP (Austrian Solar Thermal Technology Platform) bzw. dem Klima- und Energiefonds betreffend die Möglichkeit der Auslobung in zukünftigen Forschungsausschreibungen (in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2010“ (Fink et al., 2013, 3. Zwischenbericht) und „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2011“ (Fink et al., 2013, 1. Zwischenbericht).

Das Interesse am Programm erwies sich in den jeweiligen Programmausschreibungen mit 41 Fördereinreichungen im Jahr 2010, 58 Einreichungen im Jahr 2011, 46 im Jahr 2012 sowie 39 im Jahr 2013 als enorm. Zum Zeitpunkt der Berichtslegung stand die Programmausschreibung für das Jahr 2014 unmittelbar bevor.

Im gegenständlichen Zwischenbericht werden die Aktivitäten und Erfahrungen zur Programmausschreibung 2012 im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zusammengefasst. Dieser wurde in Anlehnung an die Zwischenberichte zu den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2010“ (Fink et al., 2013, 3. Zwischenbericht) und „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2011“ (Fink et al., 2013, 1. Zwischenbericht) erstellt.

3 Überblick über die Begleitforschungsprojekte

Seitens des Begleitforschungsteams wurde zu Beginn des Berichtszeitraums mit allen Förderwerbern (15 Projekte) Kontakt aufgenommen. Dabei galt es neben dem Projektstatus (Umsetzungszeitplan) auch technische Details (wie z.Bsp. die schlussendliche Anlagenhydraulik) und Details zum Monitoringkonzept abzuklären. Bei einigen Projekten war eine wiederholte Kontaktaufnahme für den Erhalt der notwendigen Informationen erforderlich. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass nach heutigem Stand die Umsetzung von 8 solarthermischen Anlagen sehr konkret erscheint (siehe Abbildung 1). Bei zwei Anlagen (Betonteilerwärmung Oberndorfer Franz GmbH & CO KG sowie Vossen GmbH & Co KG) ist die Umsetzung noch ungewiss, die Entscheidung hierzu fällt laut Förderwerber für alle Anlagen im Laufe des Jahres 2014.

Einspeisung in Wärmenetze		m²
Biowärme Mallnitz, Ktn.	438	
Bioenergie Binder, Bgld.	260	
Heimat Österreich, Sbg.	480	
Nahwärme Maria Gail, Ktn.	175	

Hohe solare Deckungsgrade		m²
Autohaus Esthofer, OÖ	278	
Hotel Cryston, W	157	
Trodat Holding, OÖ	193	

Solare Prozesswärme		m²
Schickmaier, OÖ	217	
Ottakringer Brauerei, W	1086	
Betonteilerwärmung Oberndorfer, NÖ	974	
Triple A Aqua Service, Stmk.	214	
European Green Energy Park Wipptal, T	1279	
Greiner Multifoam, OÖ	108	

Klimatisierung		m²
Vossen, Bgld.	241	
Zotter Schokoladen, Stmk.	300	

Anlage wird realisiert
Anlagerealisierung ungewiss
Anlage wird nicht realisiert.

Abbildung 1: Status Quo der Annahme der Förderverträge aufgeteilt nach den vier Einreichkategorien (Förderprogramm 2012)

Von den 8 konkreten Anlagen ist bei 3 Projekten die Solaranlage schon in Betrieb, bei einem Projekt befindet sich die Solaranlage in der Bauphase und bei 4 weiteren in der Detailplanungsphase. Wie bereits oben erwähnt, ist bei 2 weiteren Projekten die Entscheidung zum Bau der Anlage seitens des Förderwerbers noch nicht fixiert.

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

Tabelle 1: Übersicht und Umsetzungsstatus zu den 8 konkreten Projekten sowie den noch nicht definitiv entschiedenen Projekten (Förderprogramm 2012)

Nr.	Projektname und Bruttokollektorfläche	Projektstatus	Zuständigkeit Begleitforschung
1)	Trotec Marchtrenk, OÖ 160 m ² Kollektorfläche	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
2)	Autohaus Esthofer, OÖ 260 m ² Kollektorfläche	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AIT
3)	Biowärme Mallnitz, K 438 m ² Kollektorfläche	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
4)	Schickmaier, OÖ 217 m ² Kollektorfläche	Anlage in Bau	AEE INTEC

5)	Hotel Cryston, W 158 m ² Kollektorfläche	Anlage in Detailplanungsphase	AIT
6)	European Green Energy Park Wipptal, T 1279 m ² Kollektorfläche	Anlage in Detailplanungsphase	AIT
7)	Heimat Österreich, S 480 m ² Kollektorfläche	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
8)	Nahwärme Maria Gail, K 175 m ² Kollektorfläche	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
9)	Vossen, B 241 m ² Kollektorfläche	Noch unklar, ob Anlage gebaut wird	AEE INTEC
10)	Betonteilerwärmung Oberndorfer, NÖ 974 m ² Kollektorfläche	Noch unklar, ob Anlage gebaut wird	AEE INTEC

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 noch kein Projekt in der einjährigen Monitoringphase, dementsprechend wurden bis dato keine Bestätigungen ausgestellt. Der Status der Anlagen aus dem Förderprogramm 2012 ist Abbildung 2 zu entnehmen. Bei AEE INTEC werden 5 (oder 7) Projekte begleitet, bei AIT sind es 3.

AEE INTEC					
Jahr	Projektname	Bestätigung		Start	Ende
		1.	2.		
2012	Trodatholding, OÖ				
	Blowärme Mallnitz, K				
	Schickmaier, OÖ				
	Heimat Österreich, S				
	Nahwärme Maria Gail, K				
	Vossen, B				
Betonteilerwärmung Oberndorfer, NÖ					

AIT					
Jahr	Projektname	Bestätigung		Start	Ende
		1.	2.		
2012	Autohaus Esthofer, OÖ				
	Hotel Cryston, W				
	European Green Energy Park Wipptal, T				

Abbildung 2: Status Quo der ausgestellten offiziellen Bestätigungen zu den 8 (bzw. 10) Messprojekten - unterteilt in Zuständigkeiten von AEE INTEC oder AIT (Förderprogramm 2012)

4 Beschreibung der Tätigkeiten in Verbindung mit den Messanlagen im Berichtszeitraum

Kontakthaltung mit Anlagenbetreibern und dessen Partnern

Um die Basis für die Durchführung der wissenschaftlichen Begleitforschung zu schaffen (Hydraulik- und Messkonzept, Spezifikation der Messtechnik, Bestellung und Montage, Inbetriebnahme, erste Auswertungen, etc.), mussten zahlreiche Informationen zu den Messanlagen gesammelt werden sowie ein reger Austausch zwischen den Anlagenbetreibern 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 manche Verbesserungsvorschläge bereits im Zuge der Umsetzung berücksichtigt werden.

Systemhydraulik und Monitoringkonzept – Erstellung von harmonisierten Blockschaltbildern

Des Weiteren erfolgte für bisher 3 Messprojekte die Festlegung des Monitoringkonzeptes in Anlehnung an die Vorgaben im speziell definierten Monitoringleitfaden (Fink et al., 2010) 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.

Begleitung bei der Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems

Die Anlageneigentümer und deren Partner wurden hinsichtlich der Beschaffung, der richtigen Positionierung, der Montage als auch der Verkabelung umfangreich betreut. Zum Zeitpunkt der Berichtslegung konnten diese Leistungen für 4 Anlagenbetreiber erbracht werden. Bei 3 Anlagen steht die Inbetriebnahme des Anlagenmonitorings kurz bevor, was 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. erfordert. Im Zuge des für die Messtechnikinbetriebnahme notwendigen Vororttermins erfolgt auch der Vergleich der seitens der Anlagenbetreiber übermittelten Hydraulikkonzepte mit den tatsächlich erfolgten Installationen. Gegebenenfalls vorhandene Abweichungen werden am Planstand vermerkt und auch an den Anlageneigentümer kommuniziert.

Vorbereitung zur Herstellung einer automatisierten Ausleseroutine und Integration in eine Datenbank

Befinden sich die Messdatenerfassung der Anlagen in Betrieb, werden die Messdaten am Datenlogger zwischengespeichert und 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 Einreichung“, „Solarer Deckungsgrad – Messung vs. Einreichung“, „Verbraucherverhalten – Messung vs. Einreichung“.

5 Verbreitungsaktivitäten

Das Team der wissenschaftlichen Begleitforschung hat innerhalb des Berichtszeitraums fünf Vorträge bei einschlägigen Veranstaltungen gehalten (in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2010“ und „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen 2011“).

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

Tabelle 2: Übersicht zu durchgeführten Verbreitungsaktivitäten im Berichtszeitraum

Art der Veranstaltung	Titel der Veranstaltung	Vortragstitel	Teilnehmer
Themenveranstaltung	Themenveranstaltung der WKO Vorarlberg 23. Mai 2013, Dornbirn, Österreich	Solarthermische Großanlagen in gewerblichen Anwendungen – Aktivitäten in Österreich	ca. 40
Themenveranstaltung	Energy Talk – Eine Veranstaltung des Unternehmens Odörfner und des TB Hammer 16. Oktober 2013, Graz, Österreich	Solarthermische Großanlagen – Märkte, Potenziale und Chancen für österreichische Unternehmen	ca. 300
Wokshop	IEA Workshop 24. Oktober 2013, Leoben-Göss Österreich	Solarthermische Großanlagen in Österreich- Ergebnisse zu einem Förderprogramm inkl. wissenschaftlicher Begleitung	ca. 50
Symposium	Sonnensymposium- eine Veranstaltung des Unternehmens Odörfner 15. Jänner 2014 Graz, Österreich	Umsetzungserfahrungen und messtechnisch unterstützte Betriebsanalysen zu großen Solarwärmeanlagen in österreichischen Industriebetrieben	ca. 80
Weiterbildung	Präsentationsbeitrag im Rahmen der verpflichtenden Weiterbildung für zertifizierte Solarwärmeplaner und Solarwärmeinstallateure am WIFI Graz 3. März 2014, Graz, Österreich	Solarthermische Großanlagen in gewerblichen Anwendungen – Aktivitäten in Österreich	ca. 10

6 Kennzahlen aus Simulation und Messung im Anlagenvergleich

Von den 8 (oder im besten Fall 10) messtechnisch zu begleitenden Projekten aus dem Großanlagenprogramm 2012 stehen drei Projekte kurz vor dem Beginn der einjährigen Monitoringsphase. Zur Darstellung der prognostizierten Ergebnisse aus der Begleitforschung werden in den nachfolgenden drei Abbildungen die wesentlichen Kennzahlen dieser drei solarunterstützten Wärmeversorgungsanlagen dargestellt. Abbildung 3 zeigt dazu die aus der Einreichphase prognostizierten jährlichen spezifischen Solarerträge (kWh/m^2 Aperturfläche und Jahr), Abbildung 4 die prognostizierten solaren Deckungsgrade und Abbildung 5 die prognostizierten Wärmeverbräuche.

Können bei Projekten die Dimensionierungseckdaten aus der Einreichphase (Kollektorfläche, Verbrauchsangaben, etc.) in der Realität nicht eingehalten werden, wird im Bedarfsfall das Team der Begleitforschung Simulationsrechnungen (T-SOL, Polysun) durchführen. Das bedeutet, dass schlussendlich die gemessenen Werte mit den Prognosewerten aus den Einreichunterlagen oder aus Simulationsrechnungen der Begleitforschung verglichen werden.

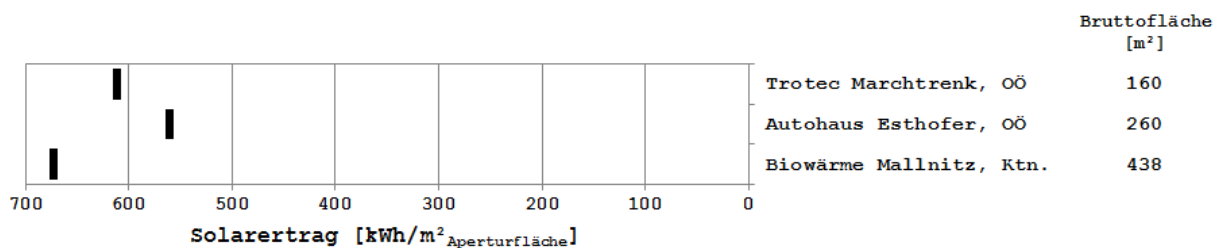


Abbildung 3: Darstellung der prognostizierten spezifischen Solarerträge (schwarze Striche) von drei Projekten, die sich kurz vor Beginn des einjährigen Betrachtungszeitraums befinden.

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, Temperaturniveau der Anwendung, Kollektortype, etc.) genauso berücksichtigt werden wie die tatsächlichen Verbrauchsverhältnisse. Zu erwähnen bleibt, dass bei allen drei Anlagen die Planungsphase sehr optimistische Berechnungsergebnisse mit sich brachte.

Betreffend die Darstellung des solaren Deckungsgrades wird für den Großteil der Projekte die gleiche mathematische Definition verwendet, nämlich wie folgt:

$$SD = \frac{Q_{Solar}}{Q_{konv We} + Q_{Solar}}$$

Gleichung 1

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

$Q_{konv We}$ jährlicher Wärmeinput des konventionellen Wärmeerzeugers, gemessen zwischen Energiespeicher und Wärmeerzeuger

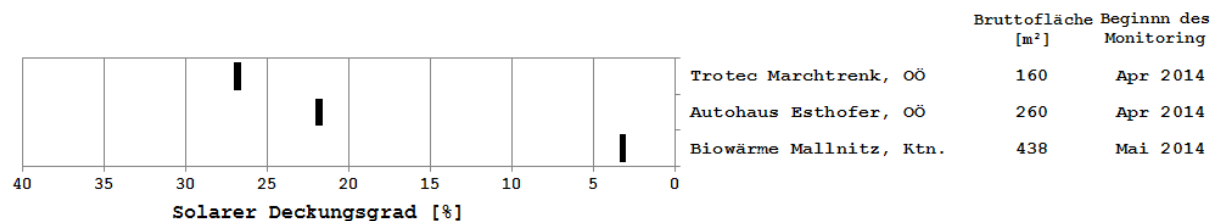


Abbildung 4: Darstellung der prognostizierten solaren Deckungsgrade (schwarze Striche) von drei Projekten, die sich kurz vor Beginn des einjährigen Betrachtungszeitraums befinden.

Eine entscheidende Einflussgröße auf die vorherigen Kennzahlen für solarunterstützte Wärmeversorgungssysteme bildet der tatsächlich vorherrschende Wärmeverbrauch. Abbildung 5 zeigt hierzu die Prognosewerte der Wärmeverbräuche der kurz vor der einjährigen Monitoringphase befindlichen Anlagen.

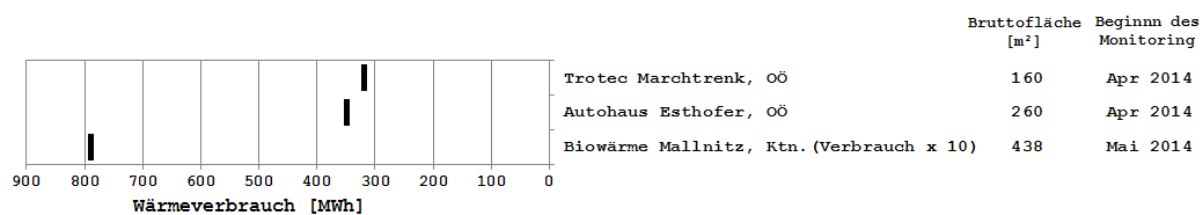


Abbildung 5: Darstellung der prognostizierten Wärmeverbräuche (schwarze Striche) von drei Projekten, die sich kurz vor Beginn des einjährigen Betrachtungszeitraums befinden.

7 Beschreibung der Projekte und Darstellung der relevanten Messergebnisse

7.1 Trotec Marchtrenk, OÖ

7.1.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Trotec Marchtrenk
<u>Adresse:</u>	4614 Marchtrenk
<u>Art der Anwendung:</u>	Hohe solare Deckungsgrade
<u>Wärmeverbraucher:</u>	Raumheizung (252 MWh/a), WW-Bereitung (6,8 MWh/a)
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	160 m ² Flachkollektor (IMMOSOLAR IS-PRO 2H)
<u>Ausrichtung:</u>	Süd
<u>Neigung:</u>	60° auf dem Dach der Fertigungshalle aufgeständert
<u>Energiespeichervolumen:</u>	2 m ³ und 1 m ³ Pufferspeicher für Heizung und Warmwasserbereitung, 0,5 m ³ Pufferspeicher für Kühlung, 271 m ³ Löschwasserbecken, 2700 m ² EMS-Erdspeicher (einlagig verlegt)
<u>Nachheizungssystem:</u>	Wasser/Wasser-Wärmepumpe IS-WW 80 kW, Sole/Wasser-Wärmepumpe IS-SW 86 kW
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	26,6 % (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	607 kWh/m ² a (Einreichung bezogen auf die Apertufläche)
<u>Projektstatus:</u>	Beginn der Monitoringphase mit März 2014
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Beim Projekt „Trotec Marchtrenk“ handelt es sich um einen Neubau des Büro- und Fertigungsgebäudes in Marchtrenk (siehe Abbildung 6). Die Firma Trotec beschäftigt rund 200 Mitarbeiter in 13 internationalen Vertriebsniederlassungen und zählt zu den weltweit bedeutendsten Herstellern für Lasergeräte zum Gravieren, Schneiden und Markieren.

Im Zuge des Neubaus des Firmengebäudes war es ein erklärtes Ziel der Unternehmensleitung, ein zukunftsfähiges und nachhaltiges Energieversorgungskonzept umzusetzen und den Energiebedarf für die Wärmeversorgung nahezu vollständig mit regenerativen Energiequellen abzudecken. Dabei kam schlussendlich ein Konzept zur Umsetzung, bei dem neben dem Einsatz einer solarthermischen Anlage eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe, eine Sole-Wasser-Wärmepumpe als auch ein Erdspeicher, mit dem Ziel der saisonalen Speicherung, realisiert wurde. Die Abbildung 7 (linkes Bild) zeigt das auf dem Dach des Neubaus installierte Kollektorfeld mit einer Bruttokollektorfläche von 160 m². Die Neigung der Kollektoren beträgt 60°.

Als sekundärer Wärmeerzeuger wurde neben einer Sole-Wasser-Wärmepumpe eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe installiert. Der Erdkollektorspeicher für die saisonale Speicherung (siehe Abbildung 8, rechtes Bild zeigt die Verrohrung der Erdregister) wurde ca. 15 cm unterhalb der Bodenplatte der Fertigungs- und Lagerhalle verlegt. Laut Anlagenplaner sollte mittels der solaren Beladung des Erdreichs eine Temperatur im Erdspeicher von etwa 20 – 25 °C erreicht werden können. In Kombination mit der Sole-Wasser-Wärmepumpe ermöglicht der Erdspeicher quellseitig eine höhere Vorlauf-temperatur und somit eine Steigerung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe. Zusätzlich können große Teile der überschüssigen Wärmeenergie der Sommermonate in diesen Speicher geleitet werden.



Abbildung 6: Büro- und Fertigungsgebäude der Firma Trotec (Quelle: EcoProjekt).



Abbildung 7: Aufständigung der Kollektorreihen am Dach des Büro- und Fertigungsgebäudes (linkes Bild). Pufferspeicher für Heizung und Warmwasserbereitung (rechtes Bild) (Bildquelle: AEE INTEC).



Abbildung 8: Wärmepumpen (linkes Bild); Verteiler und Verrohrung der Rohrregister für den Erdspeicher (rechtes Bild) (Bildquelle: AEE INTEC).



Abbildung 9: Energy Management System (EMS) (Bildquelle: AEE INTEC).

7.1.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zur Anlage „Trotec Marchtrenk“ ist als Blockschaltbild in Abbildung 10 dargestellt. Die solarthermische Anlage kann die gewonnene Wärme je nach Temperaturniveau in einem 2 m³ Pufferspeicher für die Warmwasserbereitung, einem 1 m³ Pufferspeicher für die Raumheizung (siehe Abbildung 7, rechtes Bild), einem 271 m³ Löschwasserbecken oder in einem etwa 2700 m² großen Erdspeicher, mit dem Ziel der saisonalen Speicherung, einspeisen. Die Steuerung der Beladung erfolgt zentral mittels eines Energy Management System (EMS) (siehe Abbildung 9). Weiters kann zur effizienteren Ausgestaltung des Systems, die Sole-Wasser-Wärmepumpe, bei Temperaturen unter 30 °C, direkt über die Solaranlage beaufschlagt werden. Neben der Sole-Wasser-Wärmepumpe wurde eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe installiert, für welche quellseitig eine Grundwasserbohrung mit einer Quelltemperatur von 8°C im Winter und 10°C im Sommer realisiert wurde. Diese Grundwasserbohrung kann im Bedarfsfall zur Kühlung der Räume herangezogen werden.

Die Warmwasserbereitung erfolgt mittels eines Frischwassermoduls, die Verteilung der Wärme für die Raumheizung wird im gesamten Neubau über eine Fußbodenheizung (35/28 °C) bewerkstelligt. Die Kühlung erfolgt in den Büroräumen über die Fußbodenheizung, in der Fertigungshalle über Lüftungsregister.

Das Monitoringkonzept umfasst 9 Wärmemengenzähler, 26 Temperatursensoren sowie zwei Stromzähler für die Wärmepumpen, einem Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene und einem Drucksensor im Solarprimärkreis.

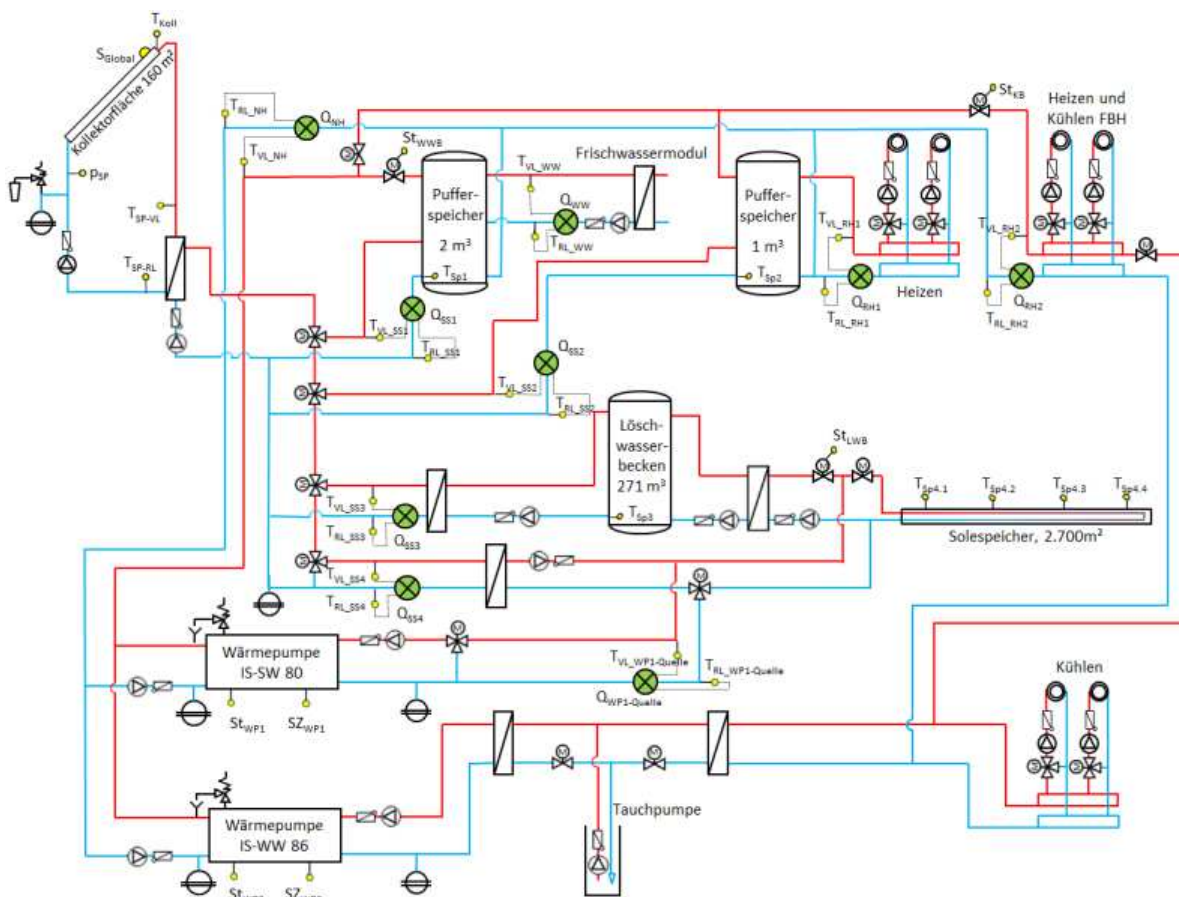


Abbildung 10: Hydraulik- und Messkonzept zum Projekt „Trotec Marchtrenk“ (grün: Volumenströmungszähler; gelb: Temperatur-, Druck- und Einstrahlungssensoren sowie Stromzähler und Statusmeldungen)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solar-Primärkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene
p_{SP}	Drucksensor Primärkreis
T_{Koll}	Kollektortemperatur
$T_{\text{SP_VL}}$	Vorlauftemperatur Solarprimärkreis
$T_{\text{SP_RL}}$	Rücklauftemperatur Solarprimärkreis

Solar-Sekundärkreis

$T_{\text{VL_SS1}}$	Vorlauftemperatur Pufferspeicher 1
$T_{\text{RL_SS1}}$	Rücklauftemperatur Pufferspeicher 1
Q_{SS1}	Wärmemengenzähler Pufferspeicher 1
$T_{\text{VL_SS2}}$	Vorlauftemperatur Pufferspeicher 2
$T_{\text{RL_SS2}}$	Rücklauftemperatur Pufferspeicher 2
Q_{SS2}	Wärmemengenzähler Pufferspeicher 2
$T_{\text{VL_SS3}}$	Vorlauftemperatur Löschwasserbecken
$T_{\text{RL_SS3}}$	Rücklauftemperatur Löschwasserbecken
Q_{SS3}	Wärmemengenzähler Löschwasserbecken
$T_{\text{VL_SS4}}$	Vorlauftemperatur Solespeicher/Wärmepumpe
$T_{\text{RL_SS4}}$	Rücklauftemperatur Solespeicher/Wärmepumpe
Q_{SS4}	Wärmemengenzähler Solespeicher/Wärmepumpe

Speicher

T_{Sp1}	Warmwasserspeichertemperatur
T_{Sp2}	Pufferspeichertemperatur
T_{Sp3}	Löschwasserbeckentemperatur
$T_{\text{Sp4.1}}$	Solespeichertemperatur 1
$T_{\text{Sp4.2}}$	Solespeichertemperatur 2
$T_{\text{Sp4.3}}$	Solespeichertemperatur 3
$T_{\text{Sp4.4}}$	Solespeichertemperatur 4

Vorwärmung

$T_{\text{VL_WP1-Quelle}}$	Vorlauftemperatur Primär Wärmepumpe
$T_{\text{RL_WP1-Quelle}}$	Rücklauftemperatur Primär Wärmepumpe
$Q_{\text{WP1-Quelle}}$	Wärmemengenzähler Primär Wärmepumpe

Verbraucher Raumheizung

$T_{\text{VL_RH1}}$	Vorlauftemperatur Raumheizung
$T_{\text{RL_RH1}}$	Rücklauftemperatur Raumheizung
Q_{RH1}	Wärmemengenzähler Raumheizung
$T_{\text{VL_RH2}}$	Vorlauftemperatur RH und Fußbodenheizung
$T_{\text{RL_RH2}}$	Rücklauftemperatur RH und Fußbodenheizung
Q_{RH2}	Wärmemengenzähler RH und Fußbodenheizung

Warmwasserbereitung

$T_{\text{VL_WW}}$	Vorlauftemperatur Frischwassermodul
$T_{\text{RL_WW}}$	Rücklauftemperatur Frischwassermodul
Q_{WW}	Wärmemengenzähler Frischwassermodul

Nachheizung

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

T_{VL_NH}	Vorlauftemperatur Wärmepumpen
T_{RL_NH}	Rücklauftemperatur Wärmepumpen
Q_{NH}	Wärmemengenzähler Wärmepumpen
SZ_{WP1}	Stromzähler Wärmepumpe 1
SZ_{WP2}	Stromzähler Wärmepumpe 2

7.1.3 Vergleich Simulation – Messwerte

Folgende Abbildungen (Abbildung 11 bis Abbildung 13) 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 die Anlage „Trotec Marchtrenk“. Zusätzlich wird zur Analyse und Beurteilung der Betriebsweise der Wärmepumpe die Leistungszahl bestimmt.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wurde ein Jahressolarertrag von 607 kWh/m² prognostiziert.

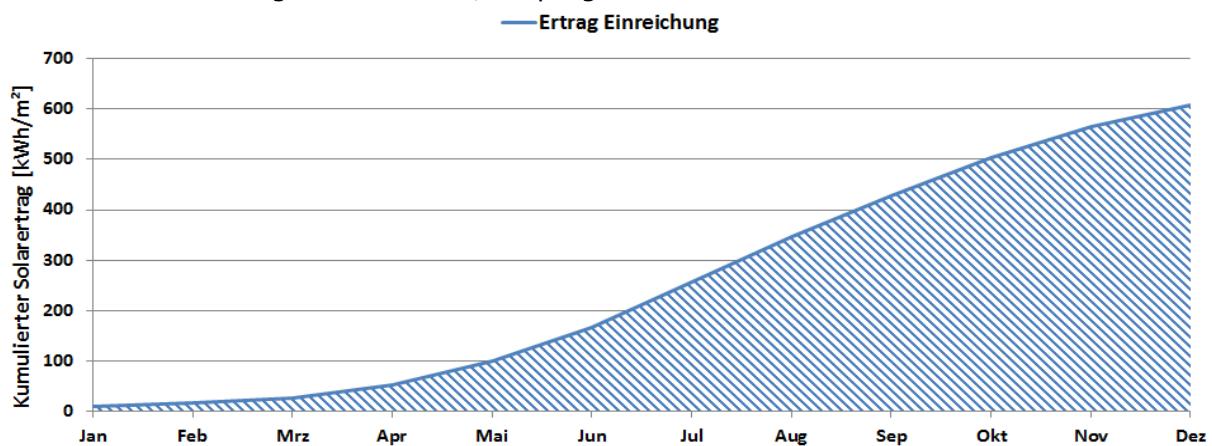


Abbildung 11: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags für die Anlage „Trotec Marchtrenk“

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 27 % angegeben. In den Monaten Mai bis August liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei 100% (siehe Abbildung 12).

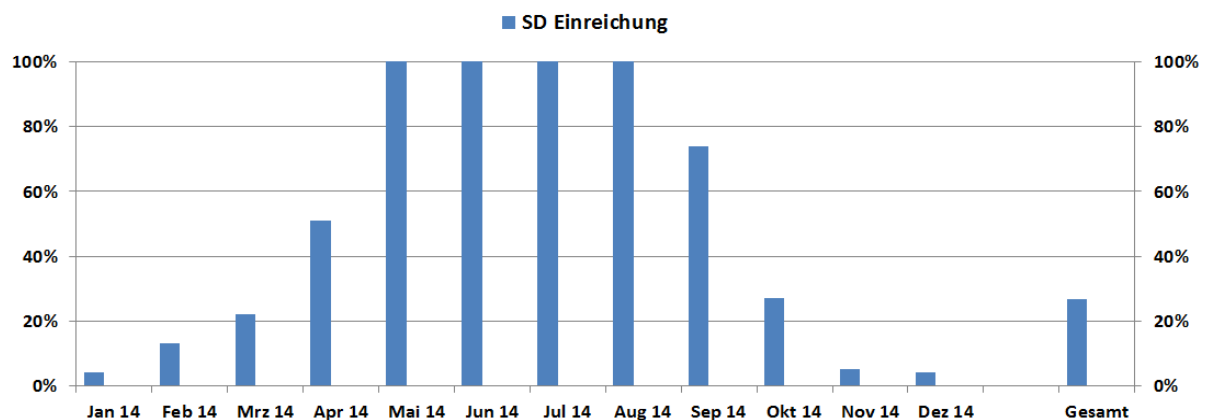


Abbildung 12: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für die Anlage „Trotec Marchtrenk“

Der jährliche Gesamtwärmebedarf der Anlage „Trotec Marchtrenk“ wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 313 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme ist Abbildung 13 zu entnehmen.

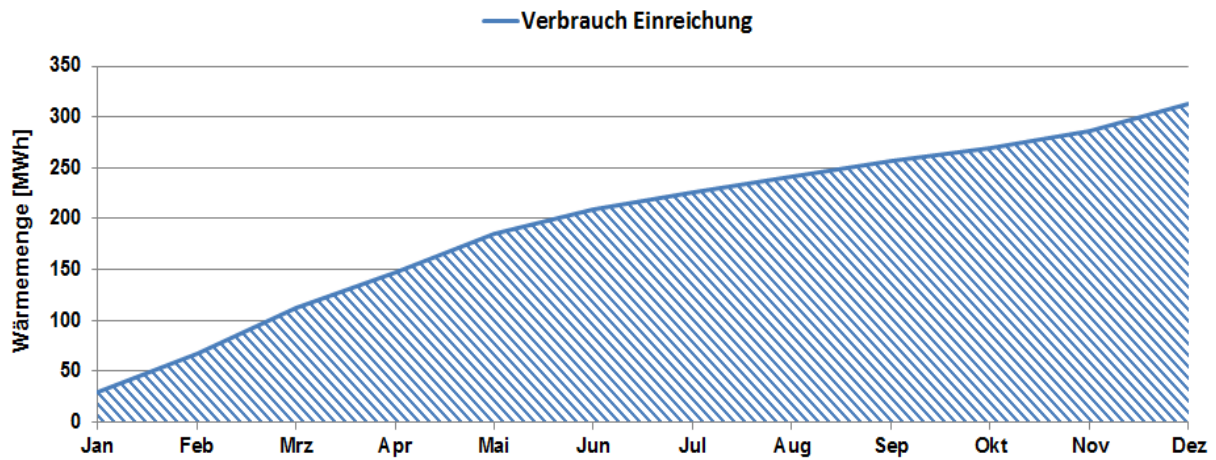


Abbildung 13: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für die Anlage „Trotec Marchtrenk“

7.1.4 Anlagen Status Quo

Die Solarthermieanlage ist seit Jänner 2014 in Betrieb. Die Inbetriebnahme des Messtechnikequipments ist für Februar 2014 geplant. Im Anschluss daran wird die Vollständigkeit der Messdatenaufzeichnung bestimmt und Plausibilitätsprüfungen durch das Team der Begleitforschung durchgeführt. Verlaufen diese Arbeiten erfolgreich, sprich Messtechnik als auch Anlagenverhalten erscheinen plausibel, ist ein Start in die einjährige Monitoringphase beim Projekt „Trotec Marchtrenk“ mit März 2014 möglich.

7.2 Autohaus Esthofer, OÖ

7.2.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Autohaus Esthofer
<u>Adresse:</u>	4844 Regau
<u>Art der Anwendung:</u>	Hohe solare Deckungsgrade in Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben
<u>Wärmeverbraucher:</u>	Raumheizung, Warmluft für Lackiererei inkl. Vorbereitung, Warmwasserboiler
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	260 m ² (130 Stk. x 2 m ²) Flachkollektoren (IMMOSOLAR IS-PRO 2H)
<u>Ausrichtung:</u>	Südwesten
<u>Neigung:</u>	45°
<u>Energiespeichervolumen:</u>	3 x 4 m ³ sowie 2 m ³ Pufferspeicher, 3.300 m ² Erdspeicher unter Fundament, 1,5 m ³ Kältespeicher, 800 l Warmwasserspeicher
<u>Nachheizungssystem:</u>	2 Sole/Wasser-Wärmepumpe IS-SW 86 kW (jeweils 117 kW, eine davon reversibel), Gas-Brennwertkessel (285 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	22 % (Einreichung)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	556 kWh/(m ² *a) (Einreichung bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Fertigstellung Messtechnik
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AIT

Beim Projekt „Autohaus Esthofer“ handelt es sich um die Integration einer 260 m² großen solarthermischen Anlage in die Wärmeversorgung des Autohauses Esthofer in Regau, Oberösterreich (siehe Abbildung 14). Der im Jahr 2013 errichtete Neubau hat eine Grundfläche von etwa 3600 m² und besteht aus zwei Verkaufsräumen, einer Werkstätte inkl. Waschbox und Lackierkabinen, Lager- sowie Technikräumen.

Das 260 m² große Kollektorfeld ist auf den Dachflächen der Gebäude installiert und weist eine Süd-Südwest Orientierung auf. Die Neigung der Kollektoren beträgt 45° (Abbildung 15). Neben der Einspeisung in drei Pufferspeicher kann solar gewonnene Wärme in das Erdreich unter dem Gebäude, mit dem Ziel der saisonalen Speicherung, eingebracht werden (siehe Abbildung 16, rechtes Bild).

Im gegenständlichen Projekt soll mittels der solarthermischen Anlage die Laufzeit und somit die benötigte elektrische Energie zweier Sole/Wasser-Wärmepumpen (siehe Abbildung 16, linkes Bild) reduziert werden. Die Wärmepumpen nutzen den Erdspeicher im Heizfall als Wärmequelle und im Kühlfall als Wärmesenke. Neben der Solarenergie und der Abwärme der Wärmepumpen kann auch die Abwärme aus den Lackierkabinen in den Erdspeicher eingebracht und somit das Temperaturniveau im Erdspeicher längerfristig gehoben werden. Werden höhere Temperaturen benötigt, kann ein Gas-Brennwertkessel eingesetzt werden.



Abbildung 14: Südost-Ansicht des Gebäudes „Autohaus Esthofer“ (Bildquelle: AIT).



Abbildung 15: Aufständerung der Kollektorreihen (Bildquelle: AIT).



Abbildung 16: Wärmepumpen (linkes Bild); Verteiler und Verrohrung der Rohrregister für den Erdspeicher (rechtes Bild) (Bildquelle: AIT).

7.2.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zur Anlage „Autohaus Esthofer“ ist als Blockschaltbild in Abbildung 17 dargestellt. Die Solaranlage kann je nach Temperaturniveau in einen Pufferspeicher für die Lackierkabinen inkl. Vorbereitung (4 m^3), zwei seriell geschaltete Raumheizungspuffer für die anderen Teile des Gebäudes ($2 \times 4 \text{ m}^3$) und in einen etwa 3.300 m^2 großen Erdspeicher (Teile des Erdreichs unter dem Gebäude), mit dem Ziel der saisonalen Speicherung, einspeisen. Um eine langfristige Hebung des

Temperaturniveaus des Erdspeichers erreichen zu können, kann neben solarthermisch gewonnener Energie, Abwärme aus den Lackierkabinen sowie Abwärme einer Wärmepumpe in Zeiten mit Kühlbedarf in den Erdspeicher eingebracht werden.

Zur Sicherstellung des erforderlichen Temperaturniveaus aller Wärmeverbraucher dient ein Gas-Brennwertkessel als Nachheizung für den wärmeren der beiden in Serie geschalteten Pufferspeicher. Der kältere dieser beiden Pufferspeicher wird von den Wärmepumpen erwärmt. Zur Wärmeabgabe stehen eine Fußbodenheizung (40/30 °C), Deckenstrahlplatten (50/40 °C), Heizkörper (55/40 °C) und Heizlüfter (50/30 °C) zur Verfügung. Die Luft-Wärmetauscher der Lackierkabinen werden mit 50/40 °C betrieben. Der Warmwasserverbrauch wird über einen Boiler (800 l) bedient, dessen Heizpatrone zum Schutz vor Legionellen regelmäßig eingeschaltet wird.

Für den Kühlfall kann eine der beiden Wärmepumpen reversibel betrieben werden, sodass wie bereits angeführt, der Erdspeicher als Wärmesenke für die Kühllast der Galerie dient. Ein Kältespeicher (1,5 m³) reduziert die Taktzyklen dieser Wärmepumpe und ermöglicht die kontinuierliche Raumkühlung.

Zwölf Wärmemengenzähler, vier Stromzähler, 36 Temperatursensoren, ein Globalstrahlungssensor und ein Drucksensor im Solarprimärkreis sowie fünf Statusmeldungen bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

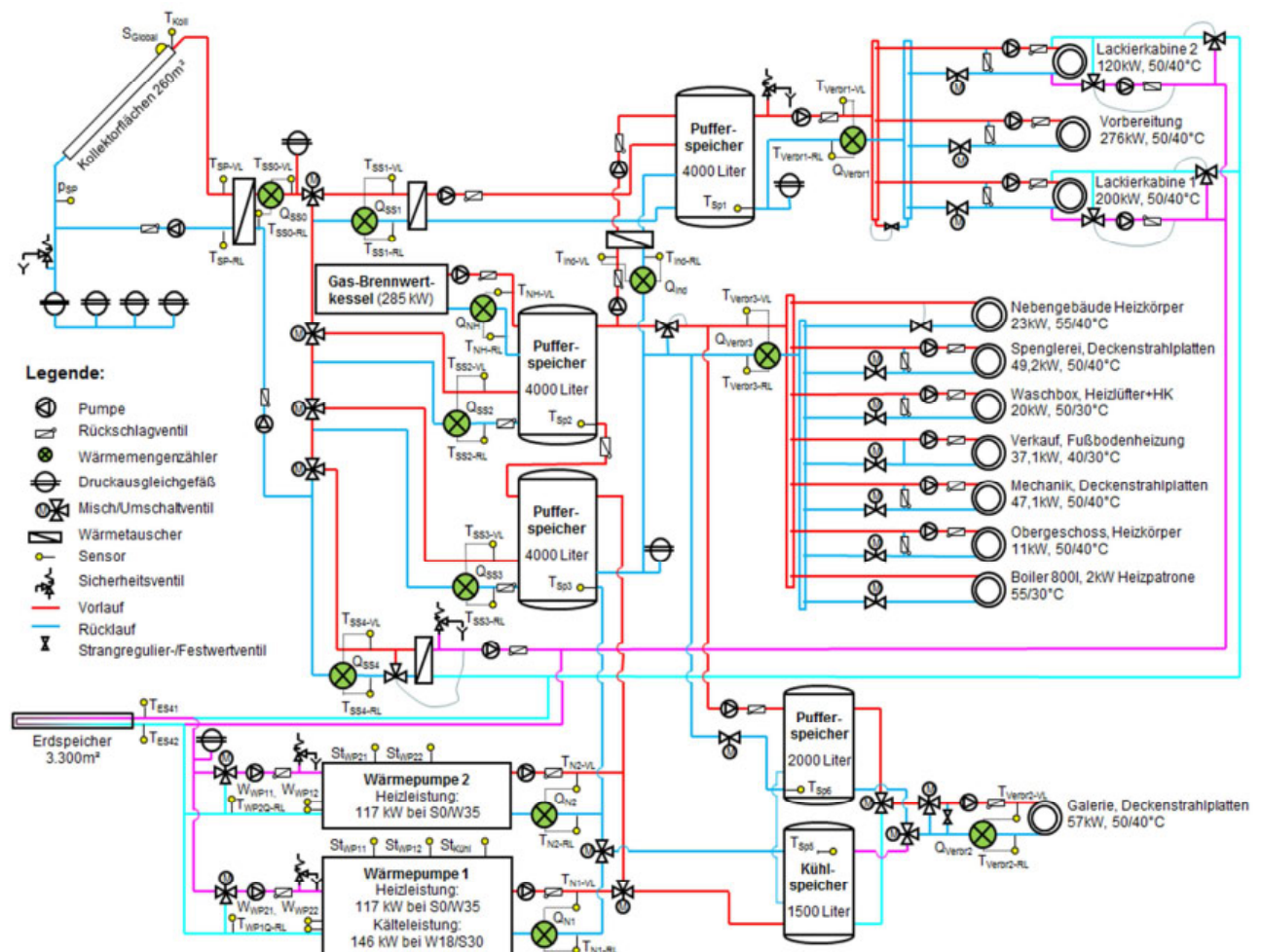


Abbildung 17: Hydraulik- und Messkonzept zum Projekt „Autohaus Esthofer“ (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur-, Druck- und Einstrahlungssensoren sowie Stromzähler und Statusmeldungen)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solar-Primärkreis

S_{Global}	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
T_{Koll}	Kollektortemperatur
p_{SP}	Drucksensor im Solar-Primärkreis
$T_{\text{SP-VL}}$	Solarvorlauftemperatur primär
$T_{\text{SP-RL}}$	Solarrücklauftemperatur primär

Solar-Sekundärkreis

Q_{SS0}	Wärmemengenzähler Solarsekundärkreis gesamt
$T_{\text{SS0-VL}}$	Solarvorlauftemperatur sekundär gesamt
$T_{\text{SS0-RL}}$	Solarrücklauftemperatur sekundär gesamt
Q_{SS1}	Wärmemengenzähler Solar in den Pufferspeicher für Lackierkabinen
$T_{\text{SS1-VL}}$	Solarvorlauftemperatur sekundär in den Pufferspeicher für Lackierkabinen
$T_{\text{SS1-RL}}$	Solarrücklauftemperatur sekundär aus dem Pufferspeicher für Lackierkabinen
Q_{SS2}	Wärmemengenzähler Solar in den Pufferspeicher für Raumheizung ohne Galerie
$T_{\text{SS2-VL}}$	Solarvorlauftemperatur sekundär in den Pufferspeicher für Raumheizung ohne Galerie
$T_{\text{SS2-RL}}$	Solarrücklauftemperatur sekundär aus dem Pufferspeicher für Raumheizung ohne Galerie
Q_{SS3}	Wärmemengenzähler Solar in den Pufferspeicher für Raumheizung ohne Galerie
$T_{\text{SS3-VL}}$	Solarvorlauftemperatur sekundär in den Pufferspeicher für Raumheizung ohne Galerie
$T_{\text{SS3-RL}}$	Solarrücklauftemperatur sekundär aus dem Pufferspeicher für Raumheizung ohne Galerie
Q_{SS4}	Wärmemengenzähler Solar in den Erdspeicher
$T_{\text{SS4-VL}}$	Solarvorlauftemperatur sekundär in den Erdspeicher
$T_{\text{SS4-RL}}$	Solarrücklauftemperatur sekundär aus dem Erdspeicher

Raumheizungspuffer an Pufferspeicher für Lackierkabinen

Q_{Ind}	Wärmemengenzähler Raumheizungspuffer an den Pufferspeicher für Lackierkabinen
$T_{\text{Ind-VL}}$	Vorlauftemperatur Raumheizungspuffer an den Pufferspeicher für Lackierkabinen
$T_{\text{Ind-RL}}$	Rücklauftemperatur Pufferspeicher für Lackierkabinen zu Raumheizungspuffer

Nachheizung

Q_{NH}	Wärmemengenzähler Gas-Brennwertkessel
$T_{\text{NH-VL}}$	Vorlauftemperatur Gas-Brennwertkessel
$T_{\text{NH-RL}}$	Rücklauftemperatur Gas-Brennwertkessel
Q_{N1}	Wärmemengenzähler Nutzerseite Wärmepumpe 1
$T_{\text{N1-VL}}$	Vorlauftemperatur Nutzerseite Wärmepumpe 1
$T_{\text{N1-RL}}$	Rücklauftemperatur Nutzerseite Wärmepumpe 1
W_{WP11}	Stromaufnahme Kompressor 1 der Wärmepumpe 1

W_{WP12}	Stromaufnahme Kompressor 2 der Wärmepumpe 1
St_{WP11}	Status Kompressor 2 der Wärmepumpe 1
St_{WP12}	Status Kompressor 2 der Wärmepumpe 1
$St_{Kühl}$	Kühlbetrieb Wärmepumpe 1
$T_{WP1Q-RL}$	Rücklauftemperatur Quellenseite Wärmepumpe 1
Q_{N2}	Wärmemengenzähler Nutzerseite Wärmepumpe 2
T_{N2-VL}	Vorlauftemperatur Nutzerseite Wärmepumpe 2
T_{N2-RL}	Rücklauftemperatur Nutzerseite Wärmepumpe 2
W_{WP21}	Stromaufnahme Kompressor 1 der Wärmepumpe 2
W_{WP22}	Stromaufnahme Kompressor 2 der Wärmepumpe 2
St_{WP21}	Status Kompressor 2 der Wärmepumpe 2
St_{WP22}	Status Kompressor 2 der Wärmepumpe 2
$T_{WP2Q-RL}$	Rücklauftemperatur Quellenseite Wärmepumpe 2
<u>Verbraucher</u>	
Q_{Verbr1}	Wärmemengenzähler Lackierkabinen und Vorbereitung
$T_{Verbr1-VL}$	Vorlauftemperatur Lackierkabinen und Vorbereitung
$T_{Verbr1-RL}$	Rücklauftemperatur Lackierkabinen und Vorbereitung
Q_{Verbr2}	Wärmemengenzähler Raumheizung ohne Galerie
$T_{Verbr2-VL}$	Vorlauftemperatur Raumheizung ohne Galerie
$T_{Verbr2-RL}$	Rücklauftemperatur Raumheizung ohne Galerie
Q_{Verbr3}	Wärmemengenzähler Raumheizung/-kühlung Galerie
$T_{Verbr3-VL}$	Vorlauftemperatur Raumheizung/-kühlung Galerie
$T_{Verbr3-RL}$	Rücklauftemperatur Raumheizung/-kühlung Galerie
<u>Speicher</u>	
T_{Sp1}	Temperatur in Pufferspeicher 1 unten
T_{Sp2}	Temperatur in Pufferspeicher 2 unten
T_{Sp3}	Temperatur in Pufferspeicher 3 unten
T_{Sp5}	Temperatur in Kältespeicher 5 oben
T_{Sp6}	Temperatur in Pufferspeicher 6 unten
T_{ES41}	Temperatur an wärmerem Erdspeicheranschluss
T_{ES42}	Temperatur an kälterem Erdspeicheranschluss

7.2.3 Vergleich Simulation – Messwerte

Folgende Abbildungen (Abbildung 18 bis Abbildung 20) 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 die Anlage „Autohaus Esthofer“. Zusätzlich wird zur Analyse und Beurteilung der Betriebsweise der Wärmepumpe die Leistungszahl bestimmt.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wird ein Jahressolarertrag von 556 kWh/m² prognostiziert.

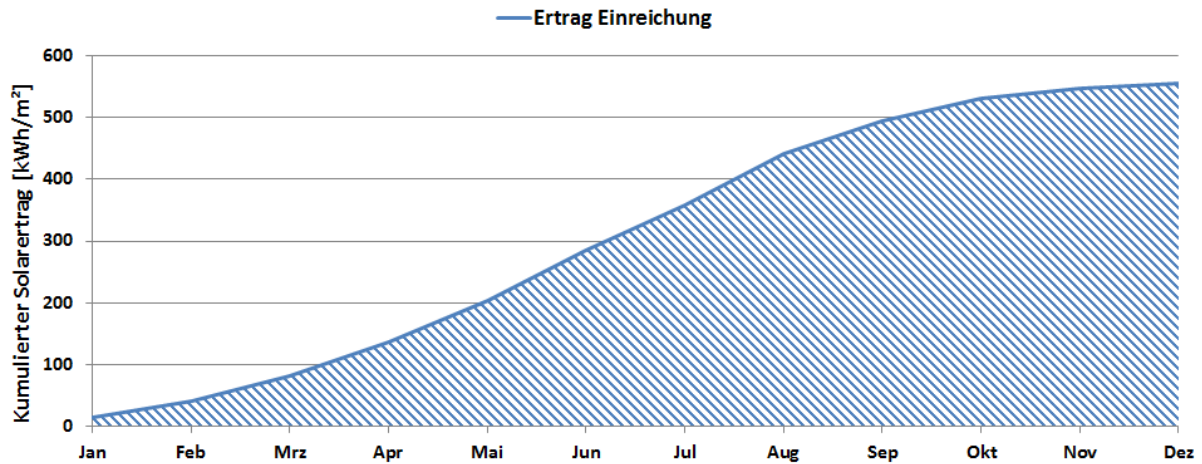


Abbildung 18: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags für die Anlage „Autohaus Esthofer“

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 22 % angegeben. In den Sommermonaten Juni und Juli liegen die prognostizierten solaren Deckungsgrade bei über 80% (siehe Abbildung 19).

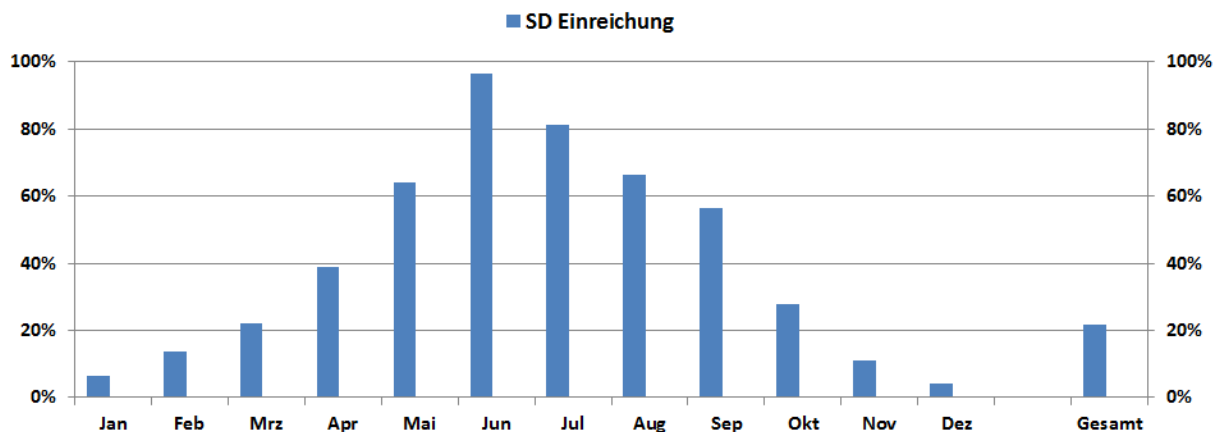


Abbildung 19: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für die Anlage „Autohaus Esthofer“

Der jährliche Gesamtwärmebedarf wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 344 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch die Verbraucher ist Abbildung 20 zu entnehmen.

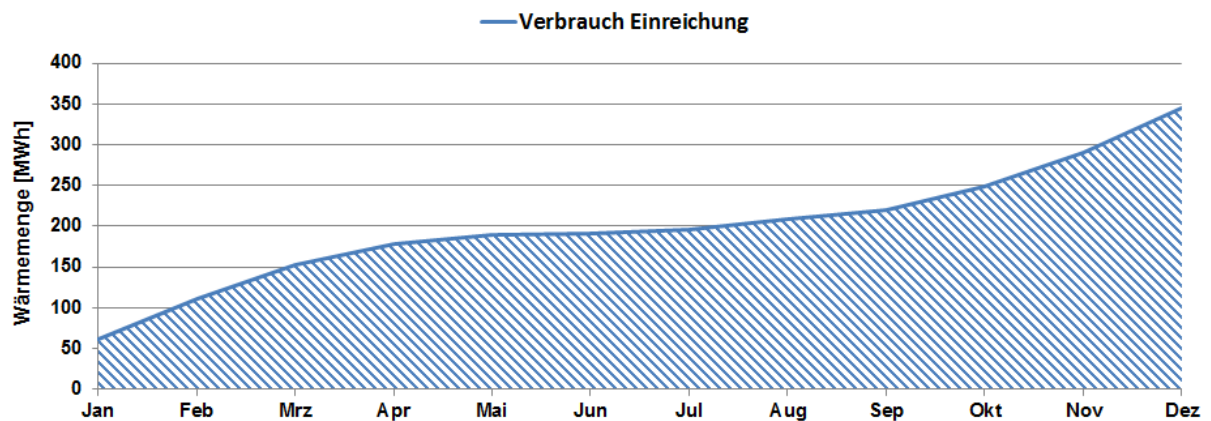


Abbildung 20: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für die Anlage „Autohaus Esthofer“

7.2.4 Anlagen Status Quo

Das Wärmeversorgungssystem des Projekts „Autohaus Esthofer“ wurde im Laufe des Jahres 2013 in Betrieb genommen. Aufgrund von Störungen (Defekte Wärmepumpe, Anpassungen der Anlagenhydraulik) sowie unvollständiger Messtechnik konnte die Monitoring-Inbetriebnahmen bis dato nicht erfolgen. Ist der Umbau fertiggestellt sowie das Monitoringsystem komplett installiert, wird die Vollständigkeit der Messdaten inkl. Plausibilitätsprüfung durch das Team der Begleitforschung durchgeführt. Verlaufen diese Arbeiten erfolgreich, sprich Messtechnik als auch Anlagenverhalten erscheinen plausibel, ist die Bestätigung der Begleitforschung zur Endabrechnung für April 2014 realistisch (Startzeitpunkt in die einjährige Monitoringphase).

7.3 Biowärme Mallnitz, Kärnten

7.3.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Biowärme Mallnitz
<u>Adresse:</u>	9822 Mallnitz
<u>Art der Anwendung:</u>	Solare Einspeisung in ein kommunales Nahwärmenetz
<u>Verbraucher:</u>	Nahwärmenetz mit ca. 8 GWh/a, max. 4 MW Heizlast
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	438 m ² , Flachkollektor (Riposol AK2600)
<u>Ausrichtung:</u>	Süd
<u>Neigung:</u>	45° auf Heizhausdach aufgeständert
<u>Hauptheizungssystem:</u>	Biomassekessel 1.700 kW (Grundlast) Ölkessel 2.000 kW (Spitzenlast) Holzvergaser mit KWK 450 kW _{thermisch}
<u>Energiespeichervolumen:</u>	80 m ³
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	3 % (Einreichung)
<u>Spezifischer Ertrag:</u>	670 kWh/m ² a (Einreichung bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Beginn des Monitoring mit April 2014
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Die Biowärme Mallnitz betreibt ein Fernwärmenetz in Mallnitz zur Versorgung von aktuell 125 Gebäuden als Abnehmer. Die Netzlänge des Fernwärmenetzes wurde seitens des Betreibers mit rund 7 km, bei einem Rohrleitungsdurchmesser von 80 mm, angegeben. Die Anschlussleistung beträgt 4 MW, die prognostizierten Versorgungstemperaturen in der Heizperiode liegen bei 90/52°C bzw. bei 85/42°C in den Sommermonaten.

Im Zuge der Vergrößerung des Fernwärmenetzes um weitere Abnehmer wurde Mitte 2013 mit den Bauarbeiten für die Erweiterung der Anlage begonnen. Im Zuge dessen wurden nach sechsmonatiger Bauzeit eine thermische Solaranlage mit einer Bruttokollektorfläche von insgesamt 438 m² (siehe Abbildung 21), ein Pufferspeicher sowie ein 450 kW Holzvergaserkessel (BHKW) errichtet. Die mittels des BHKWs gewonnene elektrische Energie wird laut Betreiber in das Netz der „Kelag“ eingespeist. Laut Betreiber sollen somit pro Jahr rund 400 Haushalte zusätzlich mit Strom versorgt werden können. In Kombination mit einem 80 m³ fassenden Energiespeicher (siehe Abbildung 22, rechte Abbildung) und dem neu errichteten Holzvergaser soll ein sowohl ökologisch als auch ökonomisch optimierter Sommerbetrieb der Wärmeversorgungsanlage (Vermeidung von Teillastbetriebsstunden des manuell zündenden Biomassekessels als auch Vermeidung von Betriebsstunden des Ölkessels) erreicht werden. Weiters kann bei sommerlichen Wärmeüberschüssen die solarthermisch generierte Wärme in den Trocknungskreislauf für Hackgut eingespeist werden.



Abbildung 21: Ansicht des Heizwerks „Biowärme Mallnitz“ mit den aufgeständerten Kollektoren (Bildquelle: Hoval Gesellschaft m.b.H.)



Abbildung 22: Detailaufnahme der Kollektorreihen (links, Bildquelle: Biowärme Mallnitz) sowie des 80 m³ Pufferspeichers im Zuge der Errichtung (rechts, Bildquelle: Biowärme Mallnitz)

7.3.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zur Anlage „Biowärme Mallnitz“ ist als Blockschaltbild in Abbildung 23 dargestellt. Dabei bildet der 80 m³ fassende Pufferspeicher die hydraulische Zentrale, denn sowohl alle Wärmeinputs (Solaranlage, BHKW, Biomasse- und Ölkessel) als auch der Wärmeoutput (Verbrauch im Nahwärmenetz und Hackguttrockner) erfolgen über den Speicher. Die solarthermische Anlage kann je nach Temperaturniveau den Pufferspeicher in vier unterschiedlichen Höhen beschicken. Die anderen Wärmeerzeuger speisen oben in den Pufferspeicher ein und entnehmen den Rücklauf im untersten Bereich des Speichers. Die Versorgung der Wärmeverbraucher erfolgt über ein für diese Anwendung typisches Zwei-Leiter-Netz. Der Hackguttrockner wird bei sommerlichen Wärmeüberschüssen aus dem Pufferspeicher beaufschlagt.

Das Monitoringkonzept umfasst fünf Wärmemengenzähler, 20 Temperatursensoren und einen Drucksensor im Solarprimärkreislauf sowie einen Globalstrahlungssensor in der Kollektorebene.

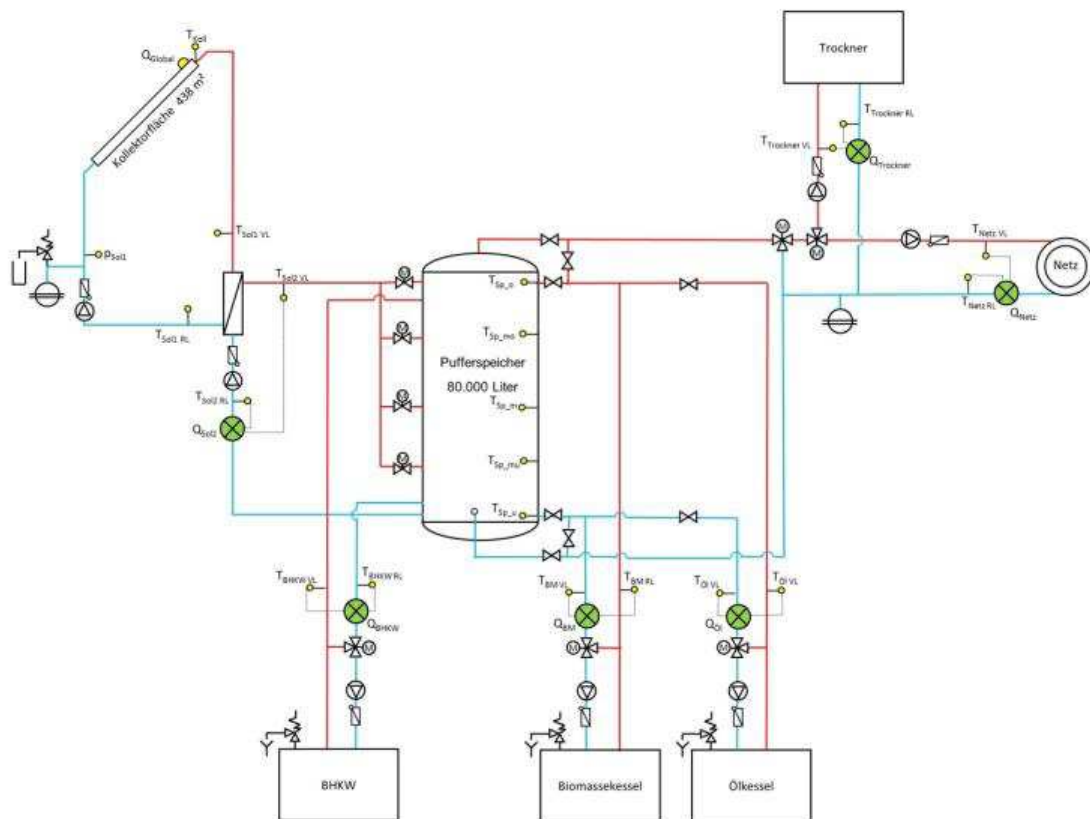


Abbildung 23: Hydraulik- und Messkonzept zum Projekt „Biomasse Mallnitz“ (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur, Druck und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solkreis

Q_{Global}	Globalstrahlungssensor
T_{Koll}	Kollektortemperatur
P_{Sol1}	Drucksensor Primärkreis
$T_{\text{Sol1 VL}}$	Solarvorlauftemperatur Primärkreis
$T_{\text{Sol1 RL}}$	Solarrücklauftemperatur Primärkreis
Q_{Sol2}	Wärmemengenzähler Sekundärkreis
$T_{\text{Sol2 VL}}$	Solarvorlauftemperatur Sekundärkreis
$T_{\text{Sol2 RL}}$	Solarrücklauftemperatur Sekundärkreis

Pufferspeicher

T_{Sp_o}	Pufferspeichertemperatur Oben
T_{Sp_mo}	Pufferspeichertemperatur Mitte Oben
T_{Sp_m}	Pufferspeichertemperatur Mitte
T_{Sp_mu}	Pufferspeichertemperatur Mitte Unten
T_{Sp_u}	Pufferspeichertemperatur Unten

Heizungssystem

Q_{BHKW}	Wärmemengenzähler BHKW
$T_{\text{BHKW VL}}$	Vorlauftemperatur BHKW
$T_{\text{BHKW RL}}$	Rücklauftemperatur BHKW
Q_{BM}	Wärmemengenzähler Biomassekessel
$T_{\text{BM VL}}$	Vorlauftemperatur Biomassekessel
$T_{\text{BM RL}}$	Rücklauftemperatur Biomassekessel
$Q_{\text{Öl}}$	Wärmemengenzähler Ölkessel
$T_{\text{Öl VL}}$	Vorlauftemperatur Ölkessel

$T_{\text{Öl RL}}$

Rücklauf­temperatur Ölkessel

Nahwärmenetz & Trockner Q_{Netz}

Wärmemengenzähler Nahwärmenetz

 $T_{\text{Netz VL}}$

Vorlauf­temperatur Nahwärmenetz

 $T_{\text{Netz RL}}$

Rücklauf­temperatur Nahwärmenetz

 Q_{Trockner}

Wärmemengenzähler Trockner

 $T_{\text{Trockner VL}}$

Vorlauf­temperatur Trockner

 $T_{\text{Trockner RL}}$

Rücklauf­temperatur Trockner

7.3.3 Vergleich Simulation – Messwerte

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 die Anlage „Biowärme Mallnitz“.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Fördereinreichung ist mit einem Jahressolarertrag von 670 kWh/m^2 zu rechnen (Abbildung 24). Da dieser Wert seitens des Begleitforschungsteams als höchst ambitioniert erscheint (Strahlungsangebot, Temperaturniveau der Verbraucher, eingesetzter Kollektortyp, etc.), ist zur Erlangung eines Benchmarks eine Neusimulation sehr wahrscheinlich. Die definitive Entscheidung hierzu fällt mit der Analyse der ersten Messdaten.

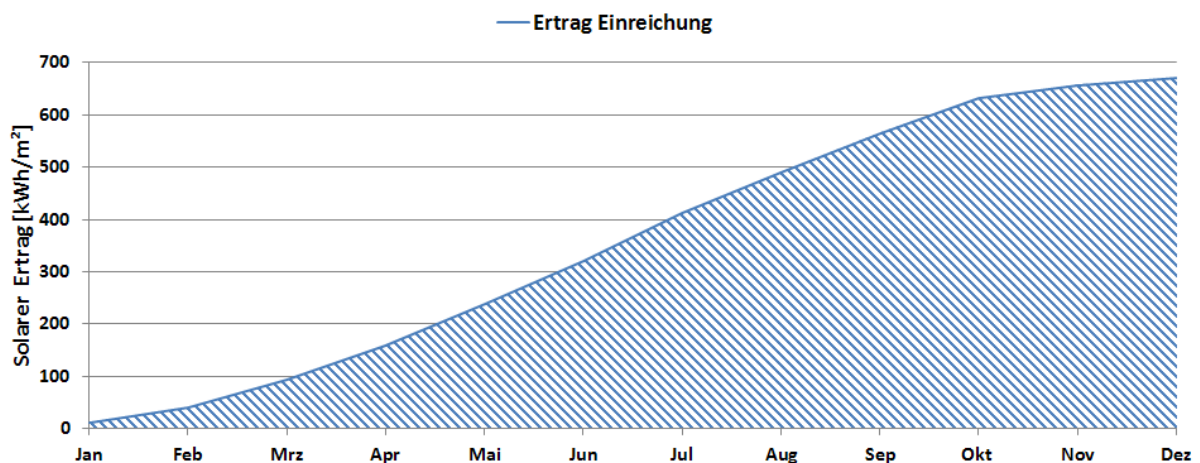


Abbildung 24: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags für die Anlage "Biowärme Mallnitz"

Der prognostizierte solare Jahresdeckungsgrad (Definition: Solarertrag dividiert durch Gesamtwärmeinput) wurde laut Simulationsrechnung des Betreibers mit rund 3 % angegeben.

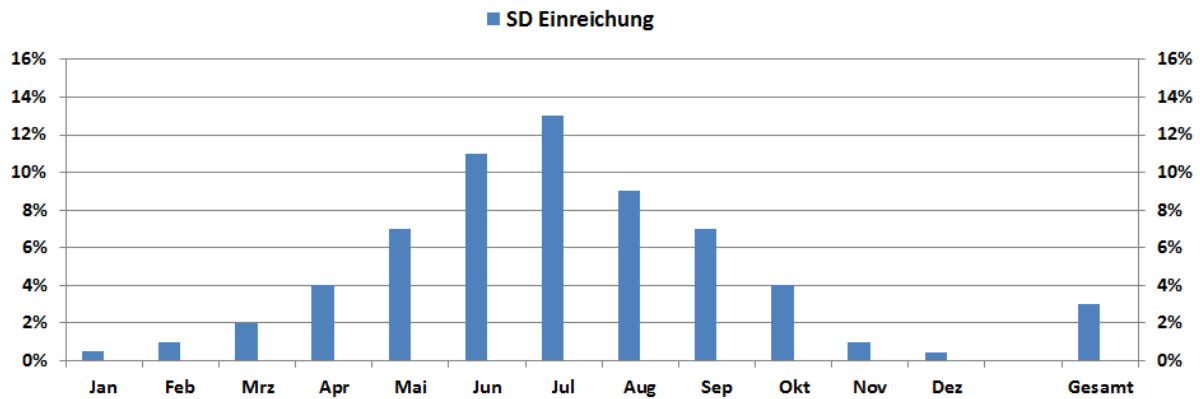


Abbildung 25: Prognostizierter monatlicher solarer Deckungsgrad für die Anlage "Biowärme Mallnitz"

Der jährliche Gesamtwärmebedarf des Nahwärmenetzes Mallnitz wurde zum Zeitpunkt der Fördereinreichung mit 7848 MWh abgeschätzt. Der kumulierte Verlauf der prognostizierten Wärmeabnahme durch das Nahwärmenetz ist Abbildung 26 zu entnehmen.

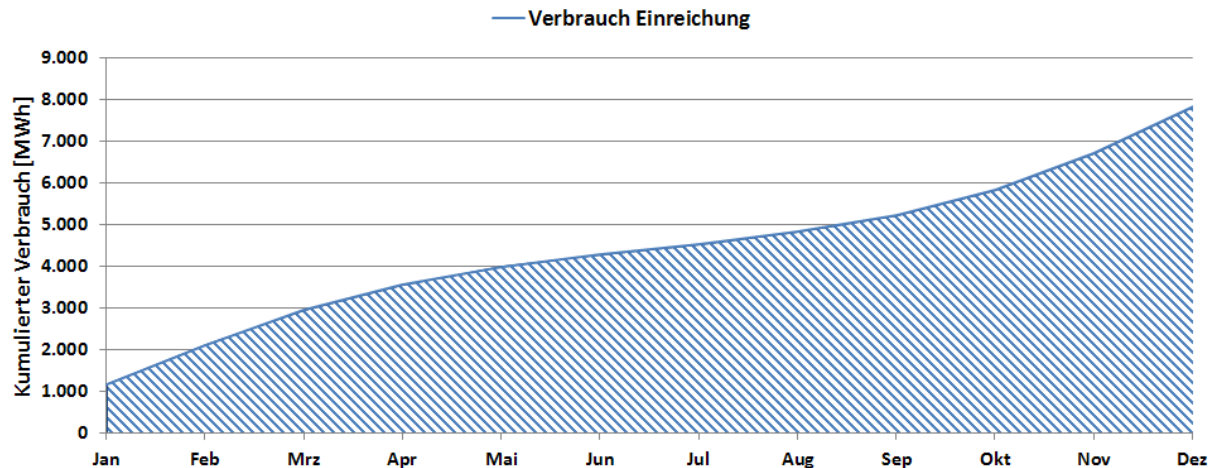


Abbildung 26: Prognostizierter monatlicher Verbrauch für die Anlage "Biowärme Mallnitz"

7.3.4 Anlagen Status Quo

Die Erweiterung der Anlage wurde fertiggestellt und die Inbetriebnahme des Messtechnikequipments ist für März 2014 geplant. Im Anschluss daran wird die Vollständigkeit der Messdaten inkl. Plausibilitätsprüfung durch das Team der Begleitforschung durchgeführt. Verlaufen diese Arbeiten erfolgreich, sprich Messtechnik als auch Anlagenverhalten erscheinen plausibel, ist die Bestätigung der Begleitforschung zur Endabrechnung für April 2014 realistisch. Ab diesem Zeitpunkt startet die Anlage „Biowärme Mallnitz“ in die einjährige Monitoringphase.

8 Literaturverzeichnis

BMWFJ und BMLFUW, 2010:

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend und Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft: EnergieStrategie Österreich; Wien, Österreich, 2010.

Fink et al., 2008:

Christian Fink, Thomas Müller, Werner Weiss: Solarwärme 2020 – Eine Technologie- und Umsetzungsroadmap für Österreich; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2008.

Fink et al., 2010:

Christian Fink, Waldemar Wagner,: Leitfaden zum Monitoringkonzept im Rahmen des Begleitforschungsprogramms zur Förderaktion des Klima- und Energiefonds "Solarthermie - solare Großanlagen"; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2010

Fink et al., 2011:

Christian Fink, Johann Broidler, Waldemar Wagner, Bernd Windholz: 1. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2010“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2011

Fink et al., 2013:

Christian Fink, Samuel Knabl, Waldemar Wagner, Roman Stelzer, Bernd Windholz, Petra Schöffmann, Michael Hartl: 3. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2010“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2013