

**1. Zwischenbericht zum Projekt**

**WISSENSCHAFTLICHE  
BEGLEITFORSCHUNG ZUM  
FÖRDERPROGRAMM  
„SOLARTHERMIE – SOLARE  
GROßANLAGEN 2019“**

**Autoren**

Christian Fink, Projektleitung

Walter Becke

Reinhard Pertschy

**AEE – Institut für Nachhaltige Technologien**

**Gleisdorf, im Juni 2021**

## Auftraggeber

### Klima- und Energiefonds

Leopold-Ungar-Platz 2/ Stiege 1/4. OG/Top 142  
1190 Wien



Beauftragt im Rahmen des Förderprogramms „Solarthermie – Solare Großanlagen“ – (GZ C063862)

## 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](mailto:c.fink@aee.at)  
[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)



## Projektpartner:

### FH-OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH Forschungsgruppe ASiC

Ringstraße 43a, A-4600 Wels  
[www.asic.at](http://www.asic.at)



## Inhalt

<b>1</b>	<b>KURZFASSUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ÜBERBLICK ÜBER DIE BEGLEITFORSCHUNGSPROJEKTE .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>BESCHREIBUNG DER TÄTIGKEITEN IN VERBINDUNG MIT DEN MESSANLAGEN IM BERICHTSZEITRAUM.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>VERBREITUNGSAKTIVITÄTEN .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>KENNZAHLEN AUS SIMULATION UND MESSUNG IM ANLAGENVERGLEICH ....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>BESCHREIBUNG DER PROJEKTE UND DARSTELLUNG DER RELEVANTEN MESSERGEBNISSE.....</b>	<b>14</b>
	<b>7.1 Trocknungsanlage Dachs, OÖ.....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>18</b>

## 1 Kurzfassung

Österreich kann im Bereich kleiner Heizung-Warmwasser-Kombinations-Anlagen auf eine lange und sehr erfolgreiche Historie verweisen. Große Solarthermieanlagen stellen hier ein bisher wenig genutztes Potential dar. Um eine verstärkte Erschließung dieses Potentials erreichen zu können, bedarf es technologischer Weiterentwicklungen und eine Reduktion der Endkundenpreise.

Vor diesem Hintergrund 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“). Bisher wurden zehn erfolgreiche Ausschreibungen durchgeführt und es wurden Förderzusagen an 308 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 2019 bis November 2020) mit den 8 im Monitoringprogramm befindlichen Projektverantwortlichen in intensivem Kontakt. Dabei galt es im ersten Schritt neben dem Projektstatus (Umsetzungszeitplan) insbesondere die technischen Details (wie z.B. Anlagenhydraulik) und die Details zum Monitoringkonzept abzuklären. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass nach heutigem Stand eine Anlage in Betrieb ist und 7 Projekte in der Detailplanungsphase sind.

Die durchgeführten Arbeiten und Resultate können wie folgt zusammengefasst werden:

- Kontakthaltung mit 8 im Monitoringprogramm befindlichen Projektverantwortlichen 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 1 Projekt
- Begleitung bei der Umsetzung und Durchführung der Inbetriebnahme des Monitoringsystems bei insgesamt 1 Projekt
- 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 den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen“, für die Ausschreibungsjahre 2010 bis 2019 die Basis für

zahlreiche Technologieentwicklungen bei Unternehmen, führten zu kooperativen Forschungsprojekten und gaben gezielten Input zu bestehendem Forschungsbedarf.

- Durch das Begleitforschungsteam konnten die gewonnenen Erkenntnisse in Neuauflagen des gegenständlichen Förderprogramms eingebracht werden
- 2 Beiträge bei einschlägigen Veranstaltungen und eine Diplomarbeit (in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie – Solare Großanlagen“ für die Ausschreibungsjahre 2012 bis 2019) 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

Österreich kann im Bereich kleiner Heizung-Warmwasser-Kombinations-Anlagen auf eine lange und sehr erfolgreiche Historie verweisen. Große Solarthermieanlagen stellen hier ein bisher wenig genutztes Potential dar. Um eine verstärkte Erschließung dieses Potentials erreichen zu können, bedarf es technologischer Weiterentwicklungen und eine Reduktion der Endkundenpreise.

Vor diesem Hintergrund 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“). Bisher wurden acht erfolgreiche Ausschreibungen durchgeführt und es wurden Förderzusagen an 308 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 gewerbliche Anwendungen in fünf speziellen Kategorien und Systemgrößen zwischen 100 und 2.000 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche (außer Themenfeld 5: ab 50 m<sup>2</sup> bis 250 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche):

1. Solare Prozesswärme in Produktionsbetrieben
2. Solare Einspeisung in netzgebundene Wärmeversorgung
3. Hohe solare Deckungsgrade in Gewerbe und Dienstleistungsgebäuden (>20%)
4. Solarthermie in Kombination mit Wärmepumpe
5. Neue Technologien und innovative Ansätze

### 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
- 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 Technologieanbietern und Haustechnikplanern im Zuge der Optimierungsarbeiten – In diesem Zuge konnte eine Vielzahl von Erkenntnissen als Basis für zahlreiche Technologieentwicklungen bei Unternehmen eingesetzt werden bzw. führten zu einzelnen kooperativen Forschungsprojekten.
- 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 2 Beiträge bei einschlägigen Veranstaltungen geleistet werden (in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen“ für die Ausschreibungsjahre 2012 bis 2019).
- Aufzeigen von bestehendem Forschungsbedarf und Kommunikation an Industrieverbände (z.B. Austria Solar) bzw. den Klima- und Energiefonds betreffend die Möglichkeit der Auslobung in zukünftigen Forschungsausschreibungen.

Im gegenständlichen Zwischenbericht werden die Aktivitäten und Erfahrungen zur Programmausschreibung 2019 im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zusammengefasst. Dieser wurde in Anlehnung an den Endbericht des Projektes „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen“ für die Ausschreibungsjahre 2010, 2011, 2012 und 2013 (Fink et al., 2015; Fink et al., 2016a; Fink et al., 2019a; Fink et al., 2019b) sowie für die Zwischenberichte der Projekte „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen“ für die Ausschreibungsjahre 2014, 2015, 2016, 2017 und 2018 (Fink et al., 2018a; Fink et al., 2018b; Fink et al., 2019a; Fink et al., 2019b; Fink et al., 2020) erstellt.

### 3 Überblick über die Begleitforschungsprojekte

Seitens des Begleitforschungsteams wurde zu Beginn des Berichtszeitraums mit allen Förderwerbern im Monitoringprogramm (8 Projekte) Kontakt aufgenommen. Dabei galt es neben dem Projektstatus (Umsetzungszeitplan) auch technische Details (wie z.B. 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 alle Anlagen in der Detailplanungsphase sind (siehe Abbildung 1).

Prozesswärme		Neue Technologien	
	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>
Dachs, OÖ	213	Hotel Riederhof, T	140
Gutsverwaltung Illmau GmbH, NÖ	197	Schachermayer Großhandels GmbH, OÖ	153
		TEERAG ASDAG GmbH, S	153
		Diözesane Immobilien Stiftung, OÖ	244
Solaranlagen und Wärmepumpen			
	m <sup>2</sup>		
Wiegert Fresh Convenience GmbH, W	515		
Wilder Kaiser Golfhotel-ErrichtungsgmbH, T	395		

Anlage wird realisiert
Anlagenrealisierung ungewiss
Anlage wird nicht umgesetzt

Abbildung 1: Status Quo der Annahme der Förderverträge aufgeteilt nach Einreichkategorien (Förderprogramm 2019)

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

Tabelle 1: Übersicht und Umsetzungsstatus zu den 8 Projekten im Förderprogramm 2019

Nr.	Projektname und Bruttokollektorfläche	Projektstatus	Zuständigkeit Begleitforschung
1)	Dachs, OÖ	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit	AEE INTEC
2)	Diözesane Immobilien Stiftung, OÖ	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
3)	Gutsverwaltung Illmau GmbH, NÖ	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
4)	Hotel Riederhof, T	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
5)	Schachermayer Großhandels GmbH, OÖ	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
6)	TEERAG ASDAG GmbH, S	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
7)	Wiegert Fresh Convenience GmbH, W	Anlage in Detailplanungsphase	AEE INTEC
8)	Wilder Kaiser Golfhotel-ErrichtungsgmbH, T	Anlage in Detailplanungsphase	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 kein Projekt in der einjährigen Monitoringphase, dementsprechend wurde bis dato keine Bestätigung ausgestellt.

## **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. In zahlreichen Projekten gelang es, Verbesserungsvorschläge auch tatsächlich umzusetzen, in manchen Projekten aber auch nicht (z.B. wenn das Projekt zeitlich in einer fortgeschrittenen Phase; Mehrkosten angefallen wären; bauliche Maßnahmen notwendig wären, etc.)

### **Systemhydraulik und Monitoringkonzept – Erstellung von harmonisierten Blockschaltbildern**

Des Weiteren erfolgte für bisher 1 Messprojekt aus dem Begleitforschungsprogramm 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 stand bei einer Anlage 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. erforderlich machte. Im Zuge des für die Messtechnikinbetriebnahme notwendigen Vororttermins erfolgt 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.

### **Herstellung einer automatisierten Ausleseroutine und Integration in eine Datenbank**

Bei Anlagen mit in Betrieb befindlicher Messdatenerfassung 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.).

### **Messdatengestützte Analyse des Anlagenbetriebs**

Ziel der messdatengestützten Anlagenanalyse ist eine Plausibilitätsüberprüfung der Vorgänge in allen hydraulischen Kreisläufen (Solarsystem, Nachheizung und Wärmeverbraucher). Zu diesem Zwecke werden Temperaturverläufe als auch Energiebilanzen erstellt und analysiert. In den ersten Betriebsmonaten (der sogenannten Optimierungsphase) erfolgen diese Analysen sehr detailliert. Danach gehen die Anlagen in die Phase der Routineüberwachung über.

### **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“.

### **Aufzeigen und Umsetzung von Optimierungspotenzial**

Ergeben sich aus den Anlagenanalysen Verbesserungspotenziale, wird in weiterer Folge versucht, diese in Zusammenarbeit mit den Anlageneigentümern und deren Partnern (Haustechnikplaner, Installateure, Regelungsunternehmen, Elektriker, etc.) auch zu erschließen. Die Messdatenanalyse schafft hier gute Möglichkeiten, getätigte Modifikationen hinsichtlich ihrer Wirkung zu überprüfen.

## 5 Verbreitungsaktivitäten

Das Team der wissenschaftlichen Begleitforschung hat innerhalb des bisherigen Projektzeitraums (Dezember 2019 bis November 2020) 2 Beiträge zu einschlägigen Veranstaltungen geleistet (in unmittelbarem Zusammenhang mit den Projekten „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm „Solarthermie – Solare Großanlagen“ für die Ausschreibungsjahre 2012 bis 2019).

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

*Tabelle 2: Übersicht zu durchgeführten Verbreitungsaktivitäten im Berichtszeitraum*

<i>Art der</i>	<i>Titel der Veranstaltung</i>	<i>Vortragstitel</i>	<i>Teilnehmer</i>
Vorlesung	Akademische/r Expert/in für Integrales Gebäude- und Energiemanagement, FH Wien (Mai 2020)	Modul E10: Nachhaltige Gebäudekonzepte im Bau und Klima Aktiv	15
Webinar	Vortragsreihe von Austria Solar (18.6.2020)	Lernen aus der Praxis: Was Monitoring bringt	30

In unmittelbarem Zusammenhang mit dem Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie – Solare Großanlagen“ für die Ausschreibungsjahre 2012 bis 2019 wurde, wie in Tabelle 3 angeführt, innerhalb des Berichtszeitraums (Dezember 2019 bis November 2020) 1 akademische Arbeit verfasst.

*Tabelle 3: Übersicht zu erstellten Master- und Diplomarbeiten im Berichtszeitraum*

<i>Titel der Master- und Diplomarbeiten</i>	<i>Name DiplomandIn</i>	<i>Universität / Fachhochschule</i>
Operation Analysis and Evaluation of Solar Drying Plants	Silvia Paulina Díaz Rivadeneira	FH OÖ

## 6 Kennzahlen aus Simulation und Messung im Anlagenvergleich

Von den 8 messtechnisch zu begleitenden Projekten aus dem Großanlagenprogramm 2019 steht ein Projekt kurz vor dem Beginn der einjährigen Monitoringsphase, die restlichen 7 befinden sich in der Detailplanungsphase. Zur Darstellung der prognostizierten Ergebnisse zum Zeitpunkt der Einreichung werden grundsätzlich die wesentlichen Kennzahlen Solarertrag, solarer Deckungsgrad und Verbrauch der solarunterstützten Wärmeversorgungsanlagen dargestellt. Für die Anlage, deren Monitoringphase demnächst beginnen soll, ist jedoch nur der solare Ertrag relevant, da keine Nachheizung vorhanden ist. Abbildung 2 zeigt dazu die aus der Einreichphase prognostizierten jährlichen spezifischen Solarerträge ( $\text{kWh/m}^2$  Aperturfläche und Jahr). Nach Abschluss des Monitoringjahres werden die gemessenen Werte mit den Prognosewerten aus den Einreichunterlagen verglichen.

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

Abbildung 2 zeigt den prognostizierten Solarertrag für die Anlage, die sich kurz vor Start der Monitoringperiode befindet.

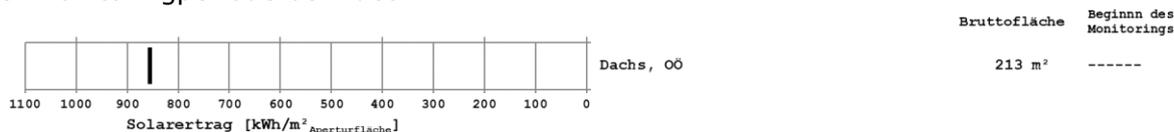


Abbildung 2: Darstellung des prognostizierten spezifischen Solarertrags (schwarzer Strich) von einem Projekt, die sich kurz vor Beginn des einjährigen Betrachtungszeitraums bzw. in der Umsetzung befinden

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

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

$Q_{Solar}$  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

Bei Anlagen wo solare Wärme einerseits als Wärmequelle für den Verdampfer der installierten Wärmepumpen dient als auch andererseits direkt zur Brauchwasserbereitung und Heizungsunterstützung verwendet wird, wird neben dem solaren Deckungsgrad (Gleichung 1) auch der direkte solare Deckungsgradanteil ermittelt. Nach dieser Definition (Gleichung 2) wird nur der Anteil der Solarwärme für die Berechnung herangezogen, welcher direkt zur Brauchwasserbereitung bzw. Heizungsunterstützung in Energiespeicher eingespeist wird:

$$SD_{direkt} = \frac{Q_{Solar-direkt}}{Q_{konv We} + Q_{Solar-direkt}} \quad \text{Gleichung 2}$$

- $Q_{\text{Solar-direkt}}$  jährlicher Wärmeinput des Solarsystems welcher direkt zur Brauchwasserbereitung bzw. Heizungsunterstützung herangezogen wird
- $Q_{\text{konv We}}$  jährlicher Wärmeinput des konventionellen Wärmeerzeugers, gemessen zwischen Energiespeicher und Wärmeerzeuger

Die Darstellung des solaren Deckungsgrades für die Anlage Dachs ist nicht sinnvoll. Die Anlage verfügt über keinerlei Nachheizung.

Aus dem gleichen Grund ist auch die Darstellung des Verbrauchs nicht sinnvoll, er entspricht dem Solarertrag.

## 7 Beschreibung der Projekte und Darstellung der relevanten Messergebnisse

### 7.1 Trocknungsanlage Dachs, OÖ

#### 7.1.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Trocknungsanlage Dachs
<u>Adresse:</u>	5272 Treubach
<u>Art der Anwendung:</u>	Neue Technologien
<u>Wärmeverbraucher:</u>	Hackgutd Trocknung
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	213,2 m <sup>2</sup> Luftkollektor (CONA CCS+)
<u>Neigung:</u>	25°
<u>Ausrichtung:</u>	202° (SSW)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	779 kWh/m <sup>2</sup> a (Einreichung, bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Anlage in Betrieb, Umsetzung Monitoringsystem in Arbeit
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Der landwirtschaftliche Betrieb Dachs errichtete 2020 eine Trocknungshalle (Abbildung 3 und Abbildung 4) für loses Heu, Rundballen, Hackgut sowie Getreide und Sämereien. Die Trocknungsenergie soll dabei ausschließlich durch 213 m<sup>2</sup> Luftkollektoren bereitgestellt werden, welche in das Pultdach der neu errichteten Halle integriert ist.

Für den Betreiber der Anlage stellt die solare Trocknung von Heu einen wesentlichen Vorteil dar, da einerseits die Trocknungszeiten für Heu deutlich verkürzt und andererseits die Heuqualität deutlich gesteigert werden kann. Dies bietet die Möglichkeit in die Heumilch-Produktion einzusteigen und sich so ein weiteres wirtschaftliches Standbein aufzubauen.

Es gibt keinerlei Nachheizung oder Speicher, sodass die solare Energie vollständig und ohne Umwege für die Trocknung verwendet wird. Somit beträgt die solare Deckung des Bedarfs 100 %.



Abbildung 3: Kollektoranlage am Dach der Trocknungshalle (Quelle: T. Dachs)



Abbildung 4: Innenraum der Trocknungshalle. Im Hintergrund die beiden Trocknungsroste sowie die Solarleitungen (Quelle: T. Dachs)

### 7.1.2 Luftführungs- und Messkonzept

Das gesamte Wärmeversorgungssystem zum Projekt „Trocknungsanlage Dachs“ ist als Blockschaltbild in Abbildung 5 dargestellt.

Die Solarkollektoren werden mit Luft durchströmt. Die Ansaugöffnungen befinden sich an den Außenrändern des Solarfelds und sind über eine Gesamtlänge verteilt. Die erwärmte Luft wird aus zwei Kollektorfeldern über isolierte Luftsammelschächte in einen Mischkanal geführt, wo im Verhältnis 60 % solar erwärmte Luft zu 40 % Umgebungsluft beigemischt wird. Zuletzt wird die erwärmte Luft zu den beiden Trocknungsböden gebracht, wo das Trocknungsgut von unten nach oben durchströmt wird.

Das Monitoringkonzept der Anlage ist in Abbildung 5 ersichtlich. Zwei Differenzdrucksensoren, 1 Stromzähler, 6 Temperatursensoren, 4 Fühler für relative Luftfeuchte, 2 Klappenstellungen und ein Einstrahlungssensor bilden in diesem Projekt die gesamte messtechnische Bestückung.

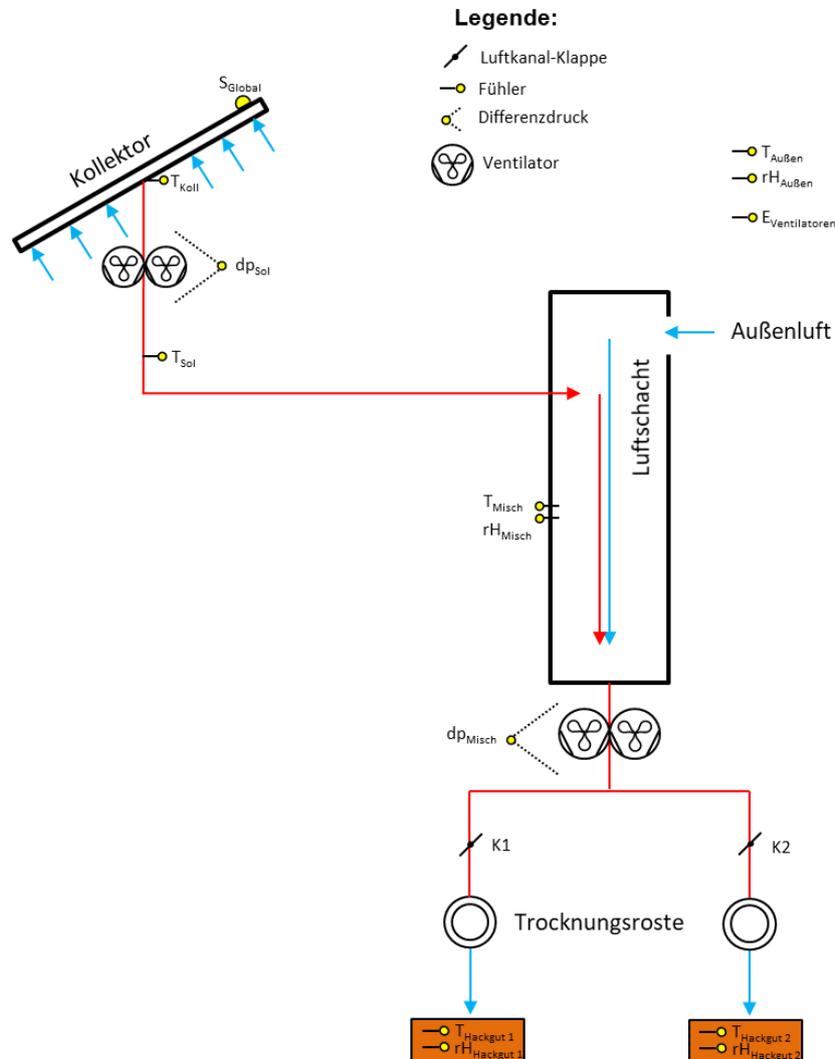


Abbildung 5: Luftführungs- und Messkonzept zum Projekt „Trocknungsanlage Dachs“ (gelb: Temperatur-, Differenzdruck- und Einstrahlungssensoren sowie Stromzähler)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

#### Solaranlage

$S_{\text{Global}}$	Einstrahlungssensor in Kollektorebene
$T_{\text{Koll}}$	Kollektortemperatur
$T_{\text{Sol}}$	Lufttemperatur Solar
$dp_{\text{Sol}}$	Differenzdruck Ventilator Solar

#### Mischkammer

$dp_{\text{Misch}}$	Differenzdruck Ventilator Mischkammer
$T_{\text{misch}}$	Lufttemperatur Ansaugung Mischkammer

$r_{H_{\text{Misch}}}$  relative Feuchte Ansaugung Mischkammer

### Sonstiges

$T_A$  Lufttemperatur Aussen

$r_{H_A}$  relative Feuchte Aussen

$T_{\text{Hackgut 1}}$  Luftaustrittstemperatur nach Hackgut 1

$r_{H_{\text{Hackgut 1}}}$  relative Feuchte nach Hackgut 1

$T_{\text{Hackgut 2}}$  Luftaustrittstemperatur nach Hackgut 2

$r_{H_{\text{Hackgut 2}}}$  relative Feuchte nach Hackgut 2

$E_{\text{Ventilatoren}}$  Stromzähler Ventilatoren

K1 Klappenstellung Trocknungsrost 1

K2 Klappenstellung Trocknungsrost 2

### 7.1.3 Vergleich Simulation - Messwerte

Abbildung 6 gibt einen Überblick über die bei der Einreichung angegebenen Simulationsergebnisse. Verglichen werden im Rahmen des einjährigen Anlagenmonitorings die Simulationsergebnisse mit den Messergebnissen für den spezifischen Solarertrag betreffend die Anlage „Trocknungsanlage Dachs“.

Laut der Anlagensimulation des Betreibers zum Zeitpunkt der Fördereinreichung wird ein Jahressolarertrag von 779 kWh/(m<sup>2</sup>a) bei einer Jahressumme der Einstrahlung von 1.268 kWh/m<sup>2</sup> erwartet.

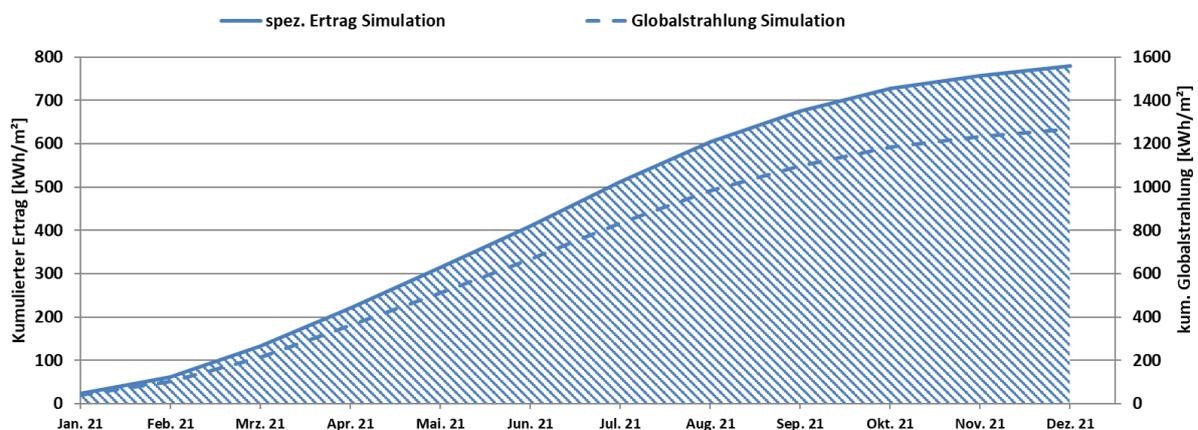


Abbildung 6: Prognostizierter Verlauf des spezifischen Solarertrags und der Globalstrahlung in Kollektorebene für die Anlage „Trocknungsanlage Dachs“

Da es keine Nachheizung gibt, entspricht der Verbrauch dem solaren Ertrag und die solare Deckung liegt immer bei 100 %. Daher werden Verbrauch und solare Deckung nicht in gesonderten Diagrammen dargestellt.

### 7.1.4 Anlagen Status Quo

Die Anlage ist fertig errichtet und ging bereits 2020 in Betrieb. An der Umsetzung des Monitoringsystems wird noch gearbeitet. Der Start der Monitoringperiode ist für das 3. Quartal 2021 geplant.

## 8 Literaturverzeichnis

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., 2015:

Christian Fink, Samuel Knabl, Roman Stelzer, Bernd Windholz: Endbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2010“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2015

Fink et al., 2016a:

Christian Fink, Samuel Knabl, Roman Stelzer, Bernd Windholz: Endbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2011“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2016

Fink et al., 2019a:

Christian Fink, Samuel Knabl, Roman Stelzer, Bernd Windholz: Endbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2012“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2019

Fink et al., 2019b:

Christian Fink, Samuel Knabl, Roman Stelzer, Bernd Windholz: Endbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2013“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2019

Fink et al., ZB 2018a:

Christian Fink, Samuel Knabl, Roman Stelzer, Bernd Windholz: 3. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2014“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2018

Fink et al., ZB 2018b:

Christian Fink, Samuel Knabl, Walter Becke, Bernd Windholz, Max Blöchle, Franz Helminger: 3. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2015“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2018

Fink et al., ZB 2019a:

Christian Fink, Walter Becke, Veronika Hierzer, Jakob Binder, Reinhard Pertschy, Max Blöchle, Franz Helminger, Thomas Natiesta: 3. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2016“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2019

Fink et al., ZB 2019b:

Christian Fink, Walter Becke, Marnoch Hamilton-Jones, Reinhard Pertschy: 2. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum

Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2017“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2019

Fink et al., ZB 2020:

Christian Fink, Walter Becke, Marnoch Hamilton-Jones, Reinhard Pertschy:  
1. Zwischenbericht zum Projekt „Wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm Solarthermie-Solare Großanlagen 2018“; AEE INTEC, Gleisdorf, Österreich, 2020