

## 7.15 Holztrocknung Reich, OÖ

### 7.15.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Holztrocknung Reich
<u>Adresse:</u>	4942 Gurten
<u>Art der Anwendung:</u>	Solare Prozesswärme
<u>Verbraucher:</u>	Holztrocknung, Warmwasser, Raumheizung
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	102 m <sup>2</sup> , Flachkollektor
<u>Energiespeichervolumen:</u>	10 m <sup>3</sup>
<u>Zusätzliche Wärmequellen:</u>	Hackgutkessel 30 kW
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	60% (Messwert)
<u>Spezifischer Solarertrag:</u>	473 kWh/m <sup>2</sup> a (Messwert bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Monitoringphase beendet mit Januar 2014
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Für die Trocknung von Hackgut sowie zur untergeordneten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung wurde 2012 vom Unternehmen „Holztrocknung Reich“, zusätzlich zu einer bereits 1986 errichteten 12 m<sup>2</sup> Solaranlage und einer 72 m<sup>2</sup> Luftkollektoranlage (Fertigstellung 2005), eine weitere solarthermische Anlage mit 102 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche errichtet.

Das neu errichtete Kollektorfeld (rechte Dachhälfte) sowie das Luftkollektorfeld als auch eine Photovoltaikanlage zur Versorgung der Hackguttrocknungsanlage sind in Abbildung 198 dargestellt. Hintergrund war laut Betreiber, dass mit der bestehenden Anlage das Hackgut nur unmittelbar und nur bei ausreichend hoher Sonneneinstrahlung getrocknet werden konnte. Die Anforderung an eine Hackguttrocknung sind allerdings eine durchgehende Trocknung über einen Zeitraum von ca. 20 Tagen (bei Trocknungstemperaturen von mind. 5 °C über Umgebungstemperatur). Mit der neu errichteten Anlage kann die solar gewonnene Wärme im 10 m<sup>3</sup> umfassenden Pufferspeicher zwischengespeichert werden und die Hackguttrocknung kann nun auch in Zeiten ohne Solareinstrahlung bzw. bei Solaranlagenstillstand über die im Pufferspeicher gespeicherte Wärme beschickt werden. Weiters wurde bei der Umsetzung der Anlagenhydraulik darauf geachtet, dass die Hackguttrocknung mittels der neu errichteten thermischen Solaranlage direkt betrieben werden kann.



Abbildung 198: Ansicht des neu errichteten 102 m<sup>2</sup> umfassenden Kollektorfelds der Anlage „Holztrocknung Reich“ (linkes Bild, rechte Dachhälfte) sowie des Hackgutlagers und der Trocknungsanlage (rechtes Bild), Bildquelle: Rupert Reich

Ziel des Betreibers ist es, mit Hilfe der Hackguttrocknung eine Qualitätsverbesserung des Hackgutes (Erzeugung von Hackgut mit konstant ca. 12 % Feuchtigkeitsgehalt) durch eine Erhöhung des Heizwertes je kg Hackschnitzel zu erreichen. Die Leistung der bestehenden Anlage konnte durch den Bau der 102 m<sup>2</sup> thermischen Solaranlage von

1500 SRM auf 4500 SRM erweitert werden. Zur Trocknung des Hackguts wurde ein Schrägrosttrockner installiert (siehe beispielhafte Darstellung in Abbildung 199) umgesetzt. Da die solare Hackgutttrocknung nur in den Monaten März bis November erfolgt, kann bzw. wird im Winter die gewonnene solare Wärme ausschließlich für die Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung verwendet. Laut Betreiber wird ausschließlich solare Wärme zur Trocknung von Hackgut herangezogen. Eine Nachheizung über einen Kessel ist nicht vorgesehen.



Abbildung 199: Beispielhafte Darstellung eines für das Projekt "Hackgutttrocknung Reich" installierter Schrägrost-Hackgutttrockner (Quelle: [www.cona.at](http://www.cona.at))

### 7.15.2 Hydraulik- und Messkonzept

Abbildung 200 zeigt das Hydraulik- bzw. Messkonzept der Anlage „Holztrocknung Reich“. Die Regelungsstrategie der 102 m<sup>2</sup>-thermischen Solaranlage sieht vor, dass bei direktem Bedarf im Prozess der Hackgutttrocknung der Luft-Wasser-Wärmetauscher des Trockners direkt versorgt werden kann. Besteht direkt von der Trocknungsanlage kein Bedarf, wird der 10 m<sup>3</sup> fassende Pufferspeicher temperaturorientiert in zwei möglichen Höhen beladen. Aus dem Pufferspeicher heraus kann bei Bedarf und bei nicht ausreichender Solareinstrahlung wieder der Trocknungsprozess bedient werden. Die Nachheizung des Pufferspeichers erfolgt mittels Hackgutkessel bzw. besteht die Möglichkeit mit dem Kessel direkt in den 500 Liter Boiler sowie direkt in den Heizkreis einzuspeisen. Der 500 l Trinkwasserspeicher wird weiters über eine bereits bestehende, 12 m<sup>2</sup> große und unabhängig von der Neuanlage funktionierende, solarthermische Anlage beladen.

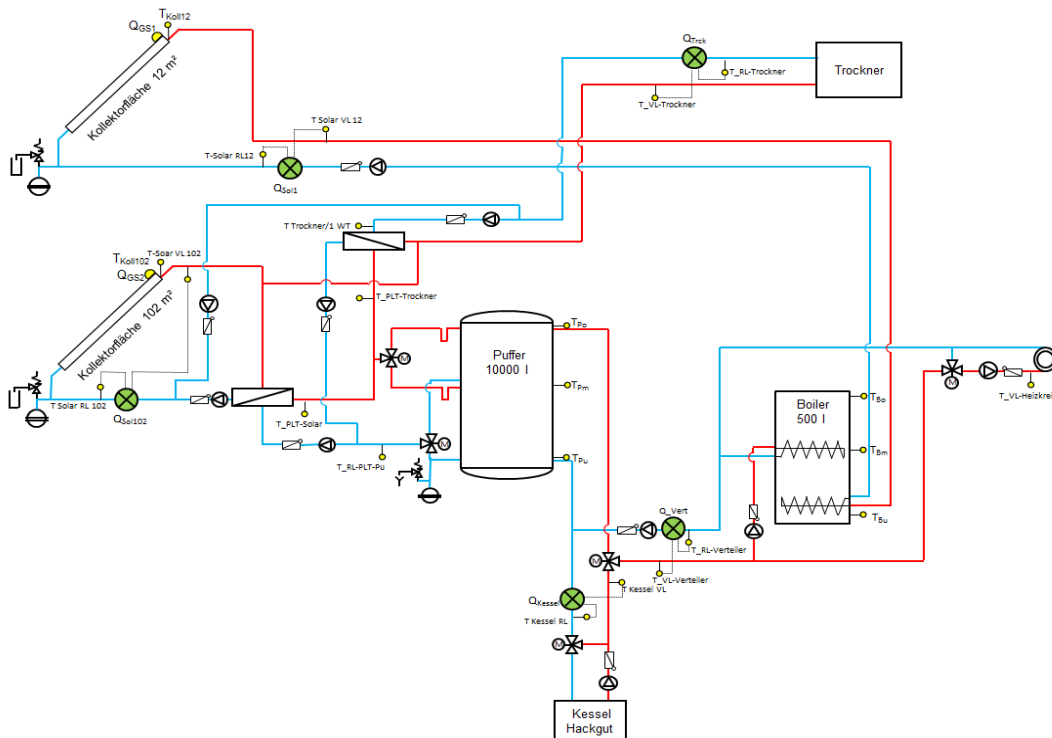


Abbildung 200 Hydraulik- und Messkonzept der Anlage „Holztrocknung Reich“ (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur-, Druck- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

**Solar-Primärkreis 102 m²**

- $Q_{GS}$  Globalstrahlungssensor 102 m²
- $T_{Koll102}$  Kollektortemperatur 102 m²
- $T_{Solar\ VL102}$  Solarvorlauftemperatur Primärkreis 102 m²
- $T_{Solari\ RL\ 102}$  Solarrücklauftemperatur Primärkreis 102 m²

**Solar-Primärkreis 12 m²**

- $Q_{GS1}$  Globalstrahlungssensor 12 m²
- $T_{Koll12}$  Kollektortemperatur 12 m²
- $T_{Solar\ VL12}$  Solarvorlauftemperatur Primärkreis 12 m²
- $T_{Solari\ RL\ 12}$  Solarrücklauftemperatur Primärkreis 12 m²

**Solar-Sekundärkreis & Speicher**

- $T_{PLT-Solar}$  Solarvorlauftemp. 102 m² Sekundärkreis zu Pufferspeicher
- $T_{RL-PLT-Pu}$  Solarrücklauftemp. 102 m² Sekundärkreis von Pufferspeicher
- $T_{PLT-Trockner}$  Solarrücklauftemp. 102 m² Sekundärkreis zu WT Trocknung
- $T_{P\ o}$  Pufferspeichertemperatur Oben
- $T_{P\ m}$  Pufferspeichertemperatur Mitte
- $T_{P\ u}$  Pufferspeichertemperatur Unten

**Nachheizung**

- $T_{Kessel\ VL}$  Vorlauftemperatur Hackgut-Nachheizung
- $T_{Kessel\ RL}$  Rücklauftemperatur Hackgut-Nachheizung
- $Q_{Kessel}$  Wärmemengenzähler Hackgut-Nachheizung

**Verbraucher**

- $T_{Trockner/1 - WT}$  Rücklauftemp. von Trockner zu Pufferspeicher vor WT
- $T_{VL-Trockner}$  Vorlauftemperatur Trocknung
- $T_{RL-Trockner}$  Vorlauftemperatur Trocknung
- $Q_{Trck}$  Wärmemengenzähler Trocknung

$T_{VL}$ -Verteiler	Vorlauftemperatur Verteiler
$T_{RL}$ -Verteiler	Vorlauftemperatur Verteiler
$Q_{Vert}$	Wärmemengenzähler Verteiler
$T_{Bo}$	Boilertemperatur Oben
$T_{Bm}$	Boilertemperatur Mitte
$T_{Bu}$	Boilertemperatur Unten
$T_{VL}$ -Heizkreis	Vorlauftemperatur Heizkreis

### 7.15.3 Energiebilanz

Abbildung 201 zeigt die Energiebilanz der Anlage „Holztrocknung Reich“. Der Wärmeeintrag findet über die solarthermischen Anlagen (gelb) sowie über den Hackgutkessel (grün) statt. Die Wärmemengen für den Verteilerkreis (violett) sowie für die Hackguttrocknung (cyan) stellen die Wärmeverbraucher der Anlage dar. Die Differenz zwischen Wärmeinput und Wärmeoutput bedeuten Systemverluste, die bei rund 10% liegen.

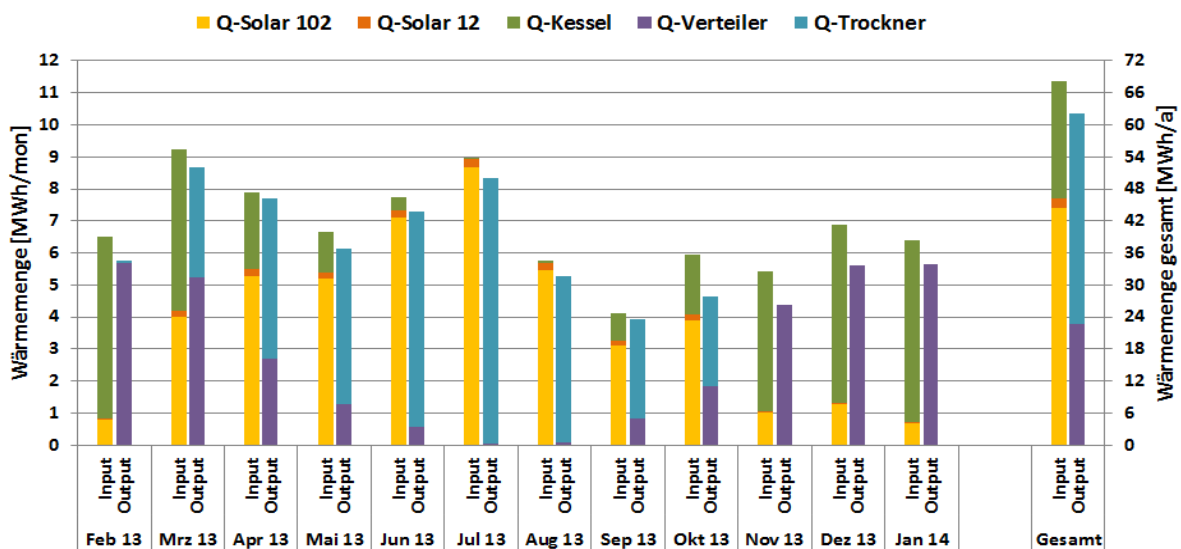


Abbildung 201: Energiebilanz der Anlage „Holztrocknung Reich“ (Februar 2013 bis Januar 2014)

### 7.15.4 Vergleich Simulation – Messwerte

Folgende Abbildungen (Abbildung 202, Abbildung 203 und Abbildung 204) zeigen den Vergleich der Messergebnisse des Solarertrags, des solaren Deckungsgrads (Solarertrag bezogen auf Summe aller Inputs) und des Verbrauchs mit dem zum Zeitpunkt der Einreichung erwarteten Kennzahlen der Anlage „Holztrocknung Reich“.

Der gemessene Solarertrag (rote Linie) sowie der laut Einreichung prognostizierte Solarertrag (blau schraffierte Fläche) im betrachteten Monitoringzeitraum wird in folgender Abbildung 202 dargestellt. Nach Abschluss der einjährigen Monitoringphase konnte der erwartete kumulierte Solarertrag von 390 kWh/m<sup>2</sup>a mit rund 473 kWh/m<sup>2</sup>a deutlich übertroffen wurde.

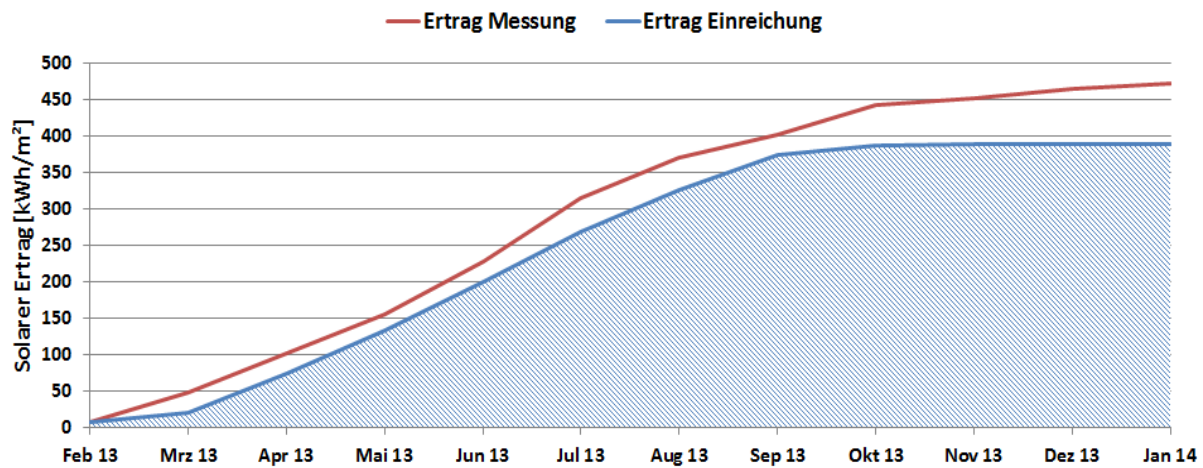


Abbildung 202: Vergleich des gemessenen spezifischen Solarertrags mit dem Simulationswert für die Anlage „Holztrocknung Reich“ (Februar 2013 bis Januar 2014)

Die Messungen der Wärmemengen ergaben, dass der gemessene solare Deckungsgrad (rote Balken) jeden Monat des einjährigen Betrachtungszeitraums über dem prognostizierten solaren Deckungsgrad (blaue Balken) lag. Der erwartete solare Jahresdeckungsgrad von rund 53 %, wurde somit übertroffen und beträgt nach Ende der einjährigen Monitoringphase rund 60%. Die hohen solaren Deckungsgrade in den Sommermonaten Juni, Juli und August von jeweils über 90% ist auf den Betrieb der Hackgut-trocknung zurückzuführen. Laut Anlagenbetreiber wird die Menge des zu trocknenden Hackguts auf das zur Verfügung stehende Angebot solarer Wärme angepasst.

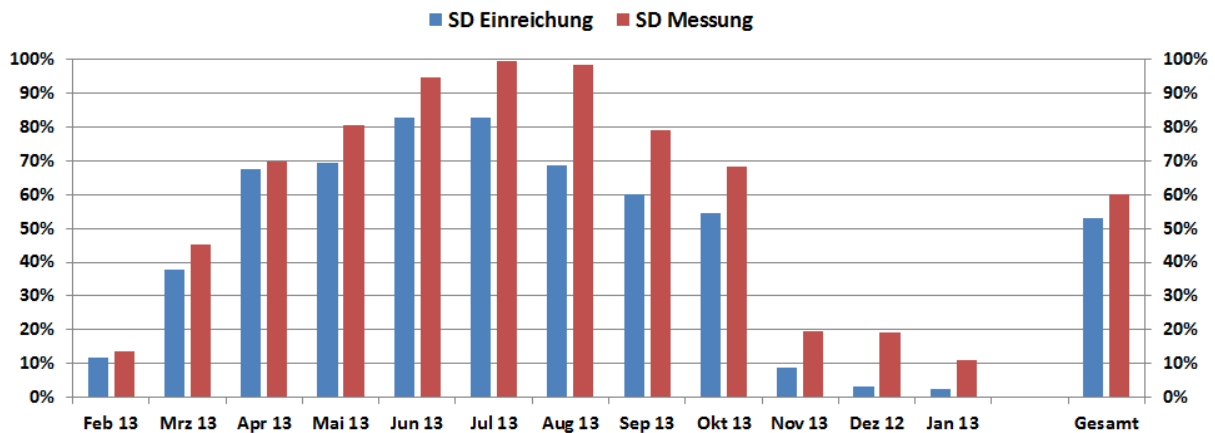


Abbildung 203: Vergleich des gemessenen solaren Deckungsgrades mit dem Simulationswert für die Anlage „Holztrocknung Reich“ (Februar 2013 bis Januar 2014)

Der gemessene (rote Linie) sowie der laut Einreichung erwartete Verbrauch (blau schraffierte Fläche) der Anlage „Holztrocknung Reich“ sind in Abbildung 203 dargestellt. Nach Abschluss des Betrachtungszeitraums liegt der gemessene Verbrauch mit 73 MWh geringfügig über dem erwarteten Verbrauch von 68 MWh.

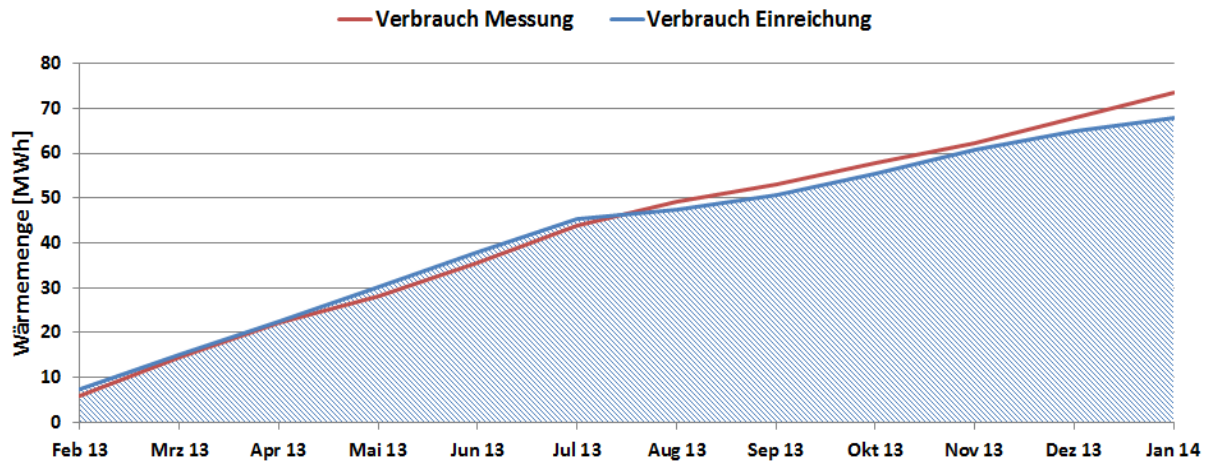


Abbildung 204: Vergleich des gemessenen Verbrauchs mit dem prognostizierten Verbrauch für die Anlage „Holztrocknung Reich“ (Februar 2013 bis Januar 2014)

### 7.15.5 Detailbetrachtung und Optimierungspotenziale

Die Analyse der Temperaturverläufe in allen hydraulischen Kreisläufen bestätigte bei der Anlage „Hackguttrocknung Reich“ einen soliden Betrieb beider Kollektorfelder als auch der Nachheizung und der Hackguttrocknungsanlage.

In Abbildung 205 ist ein beispielhafter Verlauf der Temperaturen im Solarprimär- als auch im Solarsekundärkreis des bereits im Bestand befindenen Kollektorfeldes, mit einer Bruttokollektorfläche von 12 m<sup>2</sup>, an einem nahezu wolkenlosen Tag im Juli 2013 zu sehen.

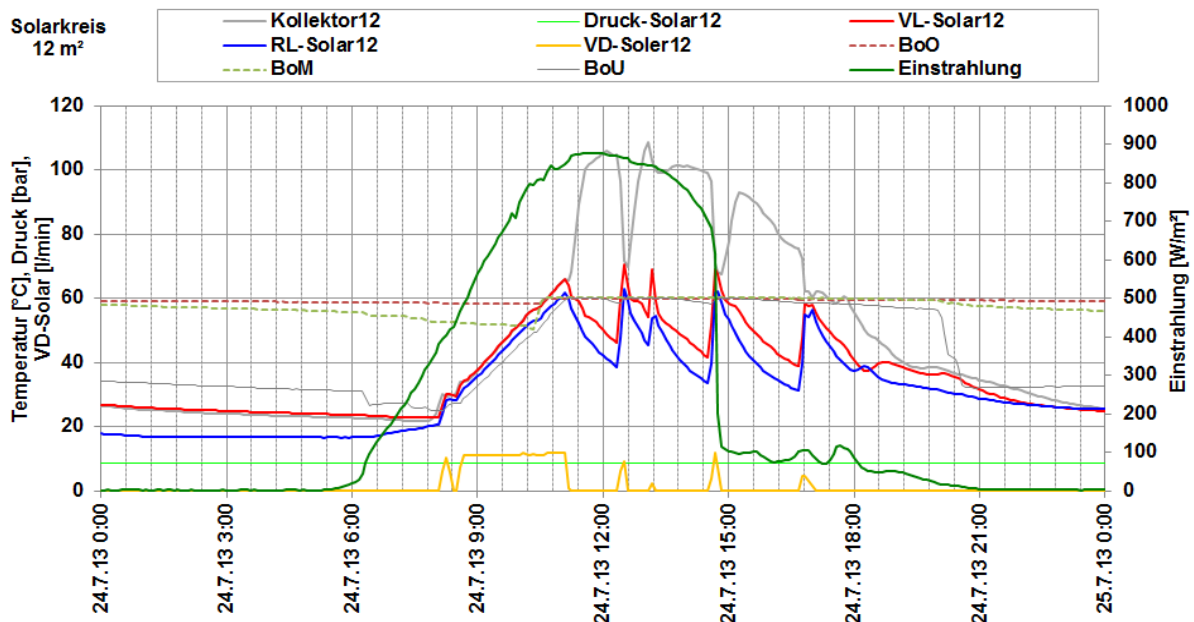


Abbildung 205: Beispielhafter Temperaturverlauf im Primär- und Sekundärkreis des Solarsystems (12 m<sup>2</sup> großes Kollektorfeldes) zuzüglich des Verlaufs des Drucks im Primärkreis, des Volumenstroms im Sekundärkreis und der Globalstrahlung (24.07.2013)

Als erwähnenswerte Verbesserungsmöglichkeit zeigt sich das häufige Auftreten von Stagnation im Kollektorkreis. Wie in Abbildung 205 erkennbar, kommt es an diesem Tag zu Anlagenstagnation. Aufgrund des bereits auf Maximaltemperatur befindlichen Speichers schalten die Solarkreisumpen ab und die Anlage geht in Stagnation, sprich die Kollektortemperatur steigt rapide auf rund 100 °C an ohne das die vorhandene Energie aus dem Kollektorfeld nutzbar abgeführt werden kann. Die Gründe hierfür liegen in einem für das 12 m<sup>2</sup> große Kollektorfeld verhältnismäßig kleinem Speichervolumen von 500 Liter sowie der Begrenzung der relativ geringen maximalen Einspeisetemperatur. Im

Betrachtungszeitraum konnte an rund 35 Tagen Anlagenstagnation beobachtet werden. Abhilfe könnte eine Einbindung des Kollektorfelds in den 10 m<sup>3</sup> Pufferspeicher in welchen bereits das 102 m<sup>2</sup>-große Kollektorfeld als auch der Biomassekessel einspeist, schaffen. Zum einen stände damit augenscheinlich ein größeres Speichervolumen zu Verfügung und zum anderen kann der 10 m<sup>3</sup> Pufferspeicher auf ein höheres Temperaturniveau als der Brauchwasserspeicher beladen werden. Unter Berücksichtigung der Anlagenhydraulik und der örtlichen Gegebenheiten als auch den durch den Umbau anfallenden Kosten, ist eine Veränderung der Anlagenhydraulik in Anbetracht des Kosten/Nutzen-Verhältnisses nicht zwingend erforderlich.

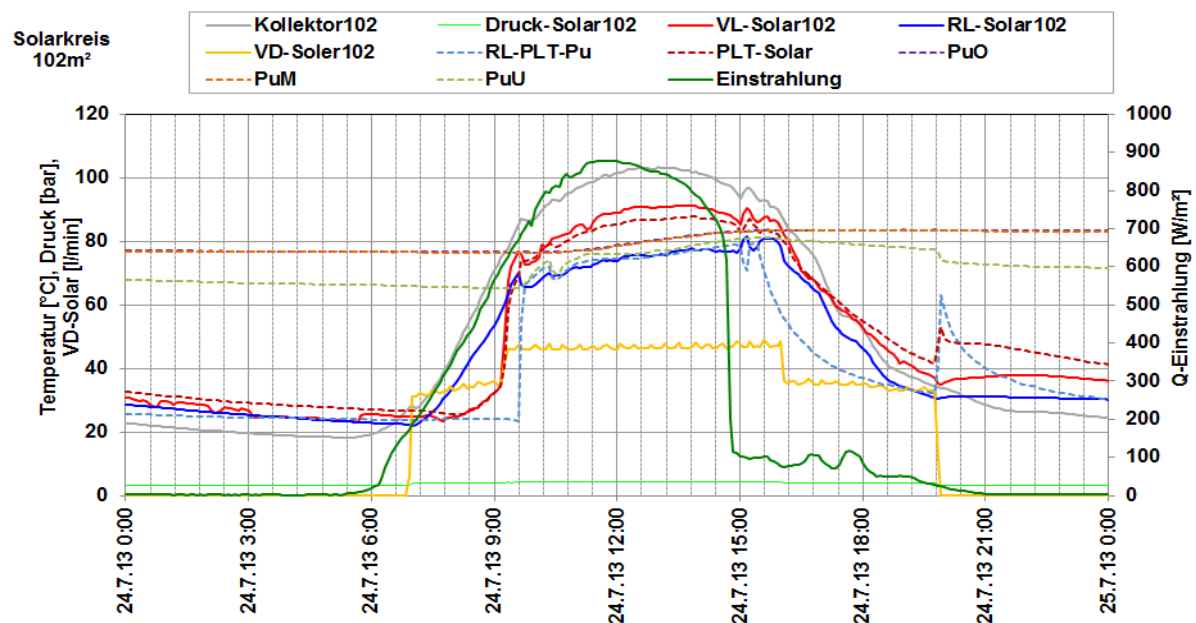


Abbildung 206: Beispielhafter Temperaturverlauf im Primär- und Sekundärkreis des Solarsystems (102 m<sup>2</sup> großes Kollektorfeldes) zuzüglich des Verlaufs des Drucks im Primärkreis, des Volumenstroms im Sekundärkreis und der Globalstrahlung (24.07.2013)

Ein beispielhafter Verlauf der Temperaturen im Solarprimär- als auch im Solarsekundärkreis des 102 m<sup>2</sup>-großen Kollektorfeldes, ebenfalls an 24. Juli 2013, ist in Abbildung 206 dargestellt. Bei der Umsetzung der Anlagenhydraulik wurde darauf geachtet, dass der Trocknungsprozess mittels der neu errichteten thermischen Solaranlage direkt betrieben werden kann. Diese direkte Nutzung der solarthermischen Anlage zur Hackgutd Trocknung ist in Abbildung 207 erkennbar. Ab 7:00 Uhr wird die Hackgutd Trocknung in Betrieb genommen und solarthermische Energie aus dem Speicher wird zur Trocknung des Hackguts herangezogen. Die Inbetriebnahme der solarthermischen Anlage erfolgt um ca. 9:00 Uhr. Dann wird neben der Hackgutd Trocknungsanlage auch der Pufferspeicher mit Wärme aus dem Kollektorfeld beschickt, erkennbar an dem Ansteigen des Volumenstroms in Abbildung 206. Ab ca. 16:00 Uhr findet die Hackgutd Trocknung wiederum primär aus dem Speicher statt. Die Regelung für die Inbetriebnahme der Hackgutd Trocknung erfolgt zeitgesteuert oder manuell. Die Inbetriebnahme der Solarthermieanlage wird, wie in Abbildung 207 deutlich erkennbar, über den mit der untersten Speichertemperatur gesteuert. Wie aus der Abbildung 207 weiters ersichtlich liegt die Puffertemperatur nach dem Ausschalten der Hackgutd Trocknung um 20:00 Uhr bei rund 70 °C. Dieses relativ hohe Temperaturniveau im Speicher führt infolge dazu, dass auch am Folgetag die solarthermische Anlage mit für den Kollektorfeldwirkungsgrad ungünstig hohen Temperaturen beaufschlagt wird. Eine Ausdehnung der Betriebszeiten der Hackgutd Trocknung zur Entleerung der Speicher wurde jedoch aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen nicht umgesetzt, da der Betrieb der Trocknungsanlage über eine eigene 12,8 kW PV-Anlage gewährleistet wurde. Die

Installation eines Stromspeichers zur Ausdehnung der Betriebszeiten der Hackgutttrocknung ist laut Betreiber für 2015 vorgesehen.

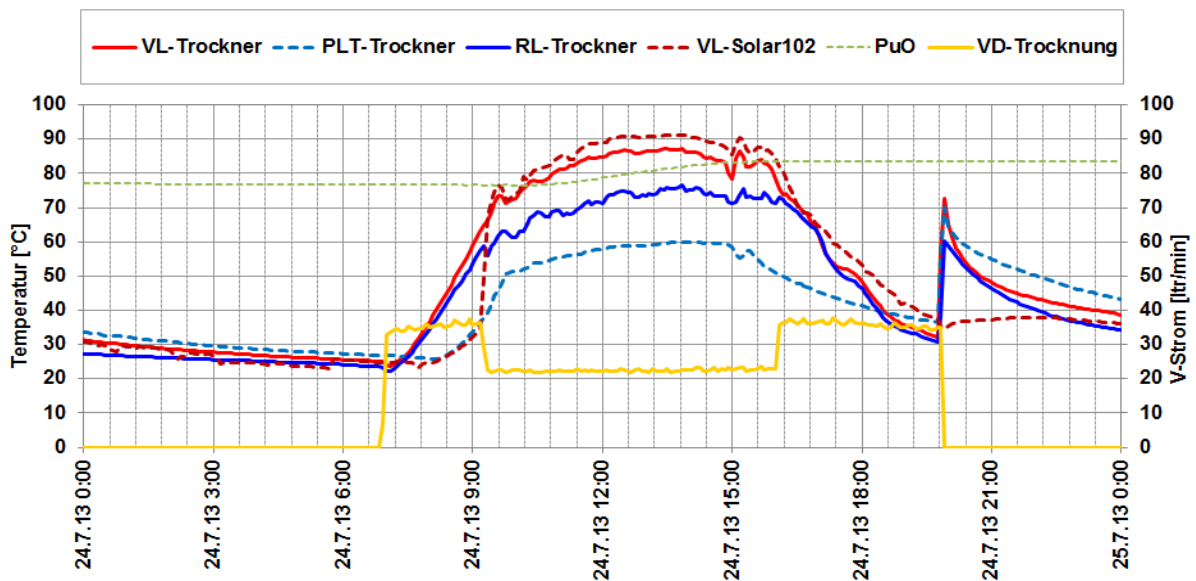


Abbildung 207: Beispielhafter Temperaturverlauf im Hackgutttrocknungskreis zuzüglich des Verlaufs der Volumenströme und der oberen Pufferspeichertemperatur (24.07.2013)

Die Auswertungsarbeiten zu den Temperaturverläufen im Nachheizungs- sowie Verteilerkreis zeigen keine Auffälligkeiten und bestätigten einen unproblematischen Betrieb. Abbildung 208 zeigt hierzu beispielhaft den Verlauf der Temperaturen zuzüglich Volumenstrom des Nachheizungskreises sowie des Verteilerkreises für die Warmwasserbereitung und Raumheizung an einem Wintertag im Jänner 2014. Aufgrund der geringen Einstrahlungsleistung an diesem und den vorangegangenen Tagen des Betrachtungszeitraums fand kein nennenswerter Eintrag an solarthermischer Wärme in den Pufferspeicher statt. Gut erkennbar ist dies in Abbildung 208 an den niedrigen Pufferspeichertemperaturen des betrachteten Tages. Die Versorgung des Verteilerkreises erfolgte dem Hydraulikkonzept entsprechend nicht aus dem Pufferspeicher sondern unmittelbar über die Biomassekesselanlage. Die Verbrauchertemperaturen des Verteilerkreises nach dem Beimischeventil betragen rund 50 °C und bleiben während aktiver Nachheizung nahezu konstant.



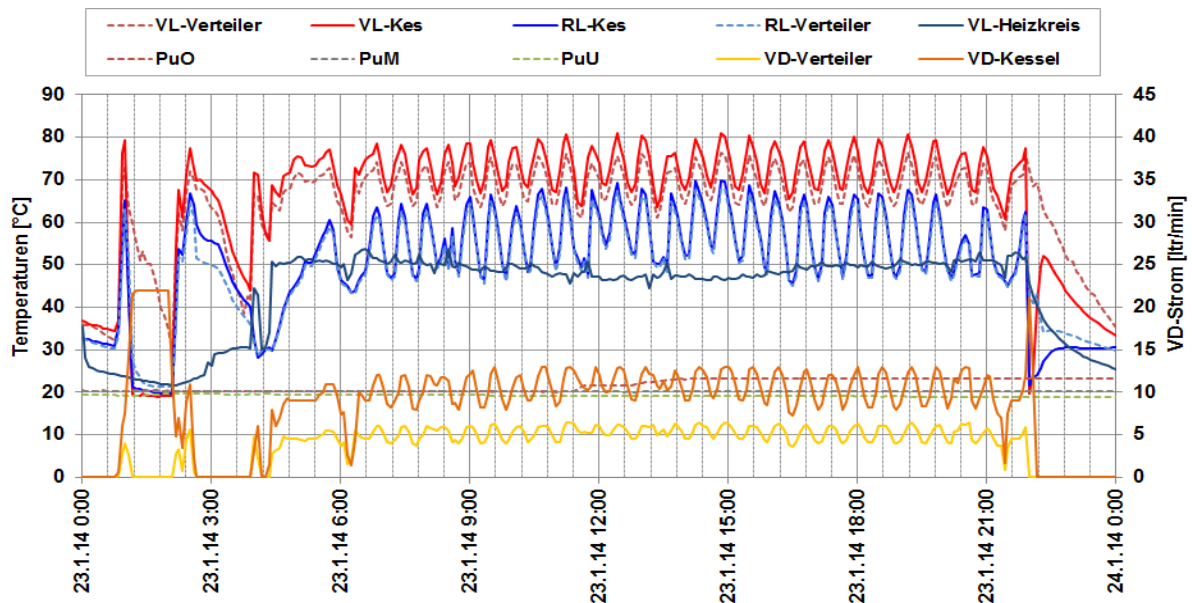


Abbildung 208: Beispielhafter Temperaturverlauf im Nachheizungs-, und Verteiler- und Heizkreis zuzüglich des Verlaufs der Volumenströme und der Pufferspeichertemperaturen (24.07.2013)

### 7.15.6 Anlagen Status Quo

Das Anlagenmonitoring der Anlage „Hackgutttrocknung Reich“ startete mit Februar 2013 und konnte nach einem Jahr im Jänner 2014 abgeschlossen werden. Die Betriebsweise der solarthermischen Anlage als auch die Erreichten solaren Erträge können als zufriedenstellend bezeichnet werden. Durch die Anpassung der Trocknungsmenge an das zur Verfügung Angebot solarer Wärme konnten insbesondere in den Sommermonaten sehr hohe solare Deckungsgrade erreicht werden. Optimierungspotential zeigte sich in der Regelung der Hackgutttrocknung. Durch die ausschließliche Verwendung von Strom aus einer zugehörigen PV-Anlage für den Betrieb der Hackgutttrocknung wurden die Betriebsstunden auf die Tageszeit begrenzt. Infolgedessen konnten vorhandene Überschüsse aus dem Speicher nicht zur Trocknung herangezogen werden. Eine Optimierung wird laut Betreiber für Mitte 2015 durch den Einbau eines Stromspeichers erreicht werden.

Im Zuge des Monitoring des Wärmebereitung- und Wärmeverteilungssystem konnte bei einer zweiten 28 Jahre alten und 12 m<sup>2</sup> großen solarthermischen Anlage (Verwendung ausschließlich zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung) Optimierungspotential aufgrund mehrmaliger Anlagenstagnation detektiert werden. Unter Berücksichtigung der Anlagenhydraulik und der örtlichen Gegebenheiten als auch den durch den Umbau anfallenden Kosten ist eine Veränderung der Anlagenhydraulik als auch der Regelung jedoch nicht zwingend erforderlich bzw. in Anbetracht des Kosten/Nutzen-Verhältnisses nicht angebracht.

Abschließend kann die Betriebsweise der Anlage „Hackgutttrocknung Reich“ als zufriedenstellend bezeichnet werden. Schwerwiegende Anlagenprobleme konnten im Betrachtungszeitraum nicht detektiert werden.