

## 7.3 Beschlägefabrik Julius Blum, VlbG.

### 7.3.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Beschlägefabrik Julius Blum
<u>Adresse:</u>	6973 Gaißau-Höchst
<u>Art der Anwendung:</u>	Solare Prozesswärme
<u>Wärmeverbraucher:</u>	Beschichtungsbecken und Raumwärmeversorgung
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	460 m <sup>2</sup> , Vakuumröhrenkollektor
<u>Energiespeichervolumen:</u>	2 x 8 m <sup>3</sup>
<u>Hauptheizungssystem:</u>	4 Gaskessel (3 x 1.750 kW, 1 x 1.300 kW); Abwärmenutzung von zwei Kompressoren (1 x 330 kW, 1 x 250 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	6,3 % (Messwert)
<u>Spezifischer Ertrag:</u>	442 kWh/m <sup>2</sup> a (Messwert bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus</u>	Monitoringphase beendet mit September 2012
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Bei dem Projekt „Beschlägefabrik Blum“ handelt es sich um eine Einspeisung einer solarthermischen Anlage in die Wärmeversorgung eines produzierenden Betriebes (insbesondere Küchenbeschläge) in Vorarlberg. Die Solaranlage ist in die Erwärmung zweier Reinigungsbecken der Pulverbeschichtungsanlage, in die Erwärmung von Warmwasser für die Sanitäreinrichtungen und in die Heizungsunterstützung für Produktionshallen und Bürogebäude eingebunden. Die Reinigungsbecken der Pulverbeschichtungsanlage als Hauptwärmeabnehmer der solarthermischen Anlage erfordern eine max. Aufheizleistung von 500 kW bei einer Vorlauftemperatur von 70 °C. Zur Erhaltung des Temperaturniveaus im Produktionsbetrieb werden laut Betreiber 100 kW benötigt. Bei den verwendeten Kollektoren handelt es sich um direkt durchströmte Vakuumkollektoren mit Reflektoren des Unternehmens Ritter XL Solar. Die Kollektoren (460 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche) wurden am Dach des Betriebsgebäudes (39° Neigung und 19° Südabweichung nach Osten) montiert (siehe Abbildung 25). Eine zentrale Abwärmequelle (Abwärme aus zwei Druckluft-Kompressoren) steht in den Betriebszeiten durchgehend zur Verfügung und wurde in das Wärmeversorgungssystem integriert. Das Wärmeverteilsystem ist in 2 Verteilerstränge aufgeteilt. Über den Niedertemperaturverteiler (60/35°C) wird die Raumwärme sowie das Warmwasser versorgt, über den Hochtemperaturverteiler (80/55°C) erfolgt die Erwärmung der Reinigungsbecken.



Abbildung 25: Ansicht des Betriebsgebäudes (rechts, Bildquelle: AEE INTEC) und Ansicht des 460 m<sup>2</sup> umfassenden Kollektorfeldes am Dach des Betriebsgebäudes der Anlage „Beschlägefabrik Julius Blum“ (links, Bildquelle: Ritter XL Solar)

Die Solaranlage ersetzt im Betrieb den Energieträger Erdgas. In Verbindung mit zwei Energiespeichern von je 8 m<sup>3</sup> liegt der vorhergesagte solare Deckungsgrad übers Jahr bei rund 8 %.

### 7.3.2 Hydraulik- und Messkonzept

Bei dem gewählten hydraulischen Konzept handelt es sich um ein spezielles Betriebssystem des Unternehmens Ritter XL Solar, das auch im Primärkreis auf Wasser als Wärmeträger setzt und Glykol als Frostschutzmittel als nicht notwendig erachtet („Aqua System“). Um einen Frostschutz auch an kalten Tagen ohne Einstrahlung gewährleisten zu können, wird temperaturgesteuert die Primärkreispumpe taktweise in Betrieb genommen und Wärme aus dem Energiespeicher in Richtung Kollektorfeld gepumpt. Laut Aussagen der Techniker von Ritter XL Solar wird die hierfür benötigte Wärmemenge durch die Vorteile einer höheren Wärmekapazität von Wasser im Vergleich zu einem Glykolgemisch leicht kompensiert. Somit speisen die 460 m<sup>2</sup> Vakuumkollektoren ohne Systemtrennung in einen 8 m<sup>3</sup> fassenden Energiespeicher. Erst zwischen diesem neuen Speicher und einem bereits bestehenden 8 m<sup>3</sup> Speicher wurde eine Systemtrennung installiert. Laut Aussagen des Unternehmens Ritter XL Solar wäre auch ein Verzicht dieses Wärmetauschers möglich gewesen, wogegen man sich aber schlussendlich ausgesprochen hat. Neben dem Solarsystem werden noch zwei Abwärmequellen aus dem Betrieb zweier Kompressoranlagen im System genutzt. Erst wenn durch Solarenergie und Abwärme die gewünschten Temperaturen nicht erreicht werden können, wird die Gaskesselanlage (4 Gaskessel) in Betrieb genommen. Aus der oberen Speicherhälfte heraus erfolgt dann die Versorgung der Verbraucher über eine Verteilerschiene mit höheren Temperaturen (80/55°C) und aus der unteren Speicherhälfte heraus die Versorgung der Verbraucher mit niedrigeren Temperaturen (60/35°C). Fünf Wärmemengenzähler, 22 Temperatursensoren sowie ein Globalstrahlungssensor in Kollektorebene und ein Drucksensor im Solarprimärkreis bilden in diesem Projekt die messtechnische Bestückung (siehe Abbildung 26).

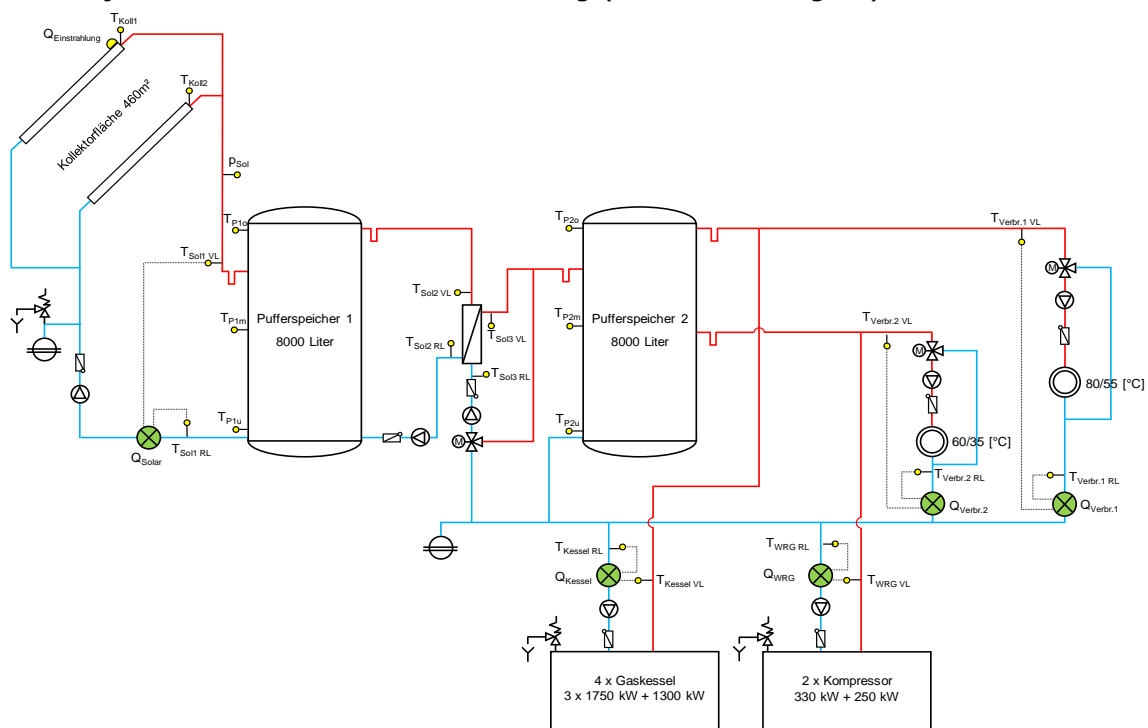


Abbildung 26: Hydraulik- und Messkonzept der Anlage „Beschlägefabrik Julius Blum“ (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur-, Druck- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

### Solar-Primärkreis

$Q_{\text{Einstrahlung}}$	Globalstrahlungssensor in Kollektorebene
$T_{\text{Koll1}}$	Kollektortemperatur Nr. 1
$T_{\text{Koll2}}$	Kollektortemperatur Nr. 2
$T_{\text{Sol1 VL}}$	Solarvorlauftemperatur vor Puffer 1
$T_{\text{Sol1 RL}}$	Solarrücklauftemperatur vor Puffer 1
$T_{\text{Sol2 VL}}$	Solarvorlauftemperatur nach Puffer 1
$T_{\text{Sol2 RL}}$	Solarrücklauftemperatur nach Puffer 1
$P_{\text{Sol}}$	Drucksensor im Solar-Primärkreis
$Q_{\text{Solar}}$	Wärmemengenzähler Solar-Primär

### Solar-Sekundärkreis

$T_{\text{Sol3 VL}}$	Solarvorlauftemperatur vor Puffer 2
$T_{\text{Sol3 RL}}$	Solarrücklauftemperatur vor Puffer 2

### Pufferspeicher

$T_{\text{P1o}}$	Pufferspeichertemperatur 1 oben
$T_{\text{P1m}}$	Pufferspeichertemperatur 1 mittig
$T_{\text{P1u}}$	Pufferspeichertemperatur 1 unten
$T_{\text{P2o}}$	Pufferspeichertemperatur 2 oben
$T_{\text{P2m}}$	Pufferspeichertemperatur 2 mittig
$T_{\text{P2u}}$	Pufferspeichertemperatur 2 unten

### Nachheizung

$Q_{\text{Kessel}}$	Wärmemengenzähler im Kesselkreis der vier Gaskessel
$T_{\text{Kessel VL}}$	Vorlauftemperatur im Kesselkreis
$T_{\text{Kessel RL}}$	Rücklauftemperatur im Kesselkreis
$Q_{\text{WRG}}$	Wärmemengenzähler, Wärmerückgewinnung der Kompressoren
$T_{\text{WRG VL}}$	Vorlauftemperatur - Wärmerückgewinnung der Kompressoren
$T_{\text{WRG RL}}$	Rücklauftemperatur - Wärmerückgewinnung der Kompressoren

### Verbraucher

$Q_{\text{Verbr.1}}$	Wärmemengenzähler im Verbraucherkreis 80/55°C
$T_{\text{Verbr.1 VL}}$	Vorlauftemperatur Verbraucherkreis 80/55°C
$T_{\text{Verbr.1 RL}}$	Rücklauftemperatur Verbraucherkreis 80/55°C
$Q_{\text{Verbr.2}}$	Wärmemengenzähler im Verbraucherkreis 60/35°C
$T_{\text{Verbr.2 VL}}$	Vorlauftemperatur im Verbraucherkreis 60/35°C
$T_{\text{Verbr.2 RL}}$	Rücklauftemperatur im Verbraucherkreis 60/35°C

## 7.3.3 Energiebilanz

Die Monitoringphase im Rahmen des Begleitforschungsprogramms startete im Oktober 2011 und endete im September 2012. Das gesamte Wärmeversorgungssystem zeigte in diesem Zeitraum ein weitgehend unproblematisches Betriebsverhalten. Die dargestellte Energiebilanz (Abbildung 27) zeigt die drei Wärmeinputs (gelb: Solarwärme; grau: Wärme aus Gaskessel; blau: Kompressorabwärme) der Anlage „Beschlägefabrik Blum“. Die Bilanzierung der Wärmeoutputs erwies sich aus messtechnischen Gründen in diesem Projekt als nicht möglich.

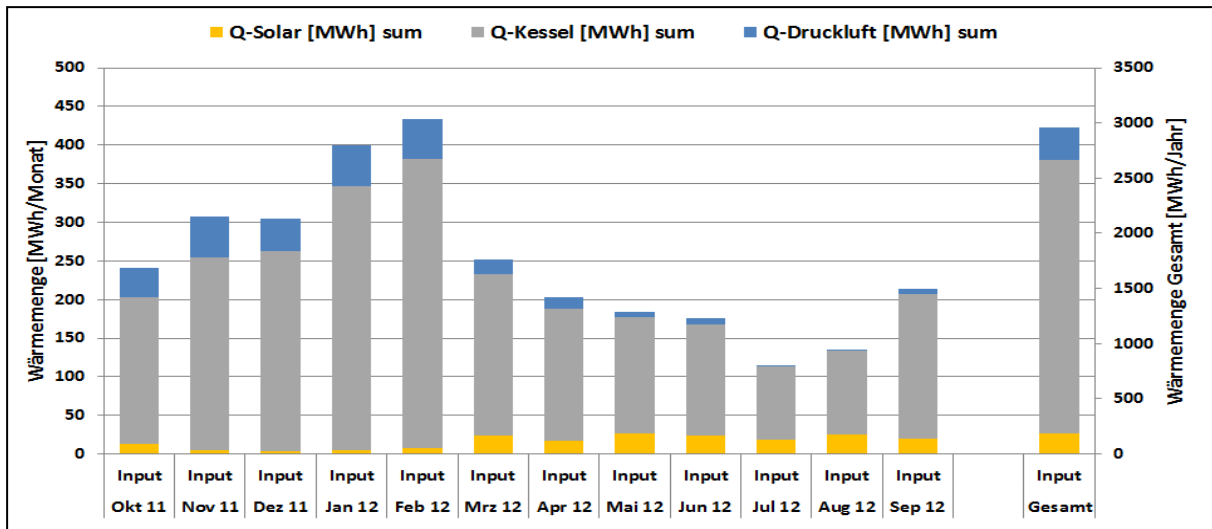


Abbildung 27: Wärmeeintrag in die Energiespeicher der Anlage „Beschlägefabrik Julius Blum“ (Oktober 2011 bis September 2012)

### 7.3.4 Vergleich Simulation - Messwerte

Zur richtigen Einschätzung des Solarertrages in der Monitoringphase (Vergleichswert), entschied sich das Projektteam für die Durchführung einer Anlagensimulation. Die Simulation, welche in T-SOL durchgeführte wurde, basierte auf den Auslegungsannahmen und auf einem durchschnittlichen Klimadatensatz für den Standort Lustenau. Der Vergleich der Simulationsergebnisse (blaue schraffierte Fläche) mit den Messergebnissen (rote Linie) zeigt Abbildung 28. Im Laufe der einjährigen Monitoringphase ergab sich eine gute Übereinstimmung von simuliertem und gemessenem Ertrag. Der Simulations- sowie Messwert betrug im Betrachtungszeitraum, bezogen auf die Aperturfläche, rund 440 kWh/m<sup>2</sup>a (bezogen auf die Aperturfläche).

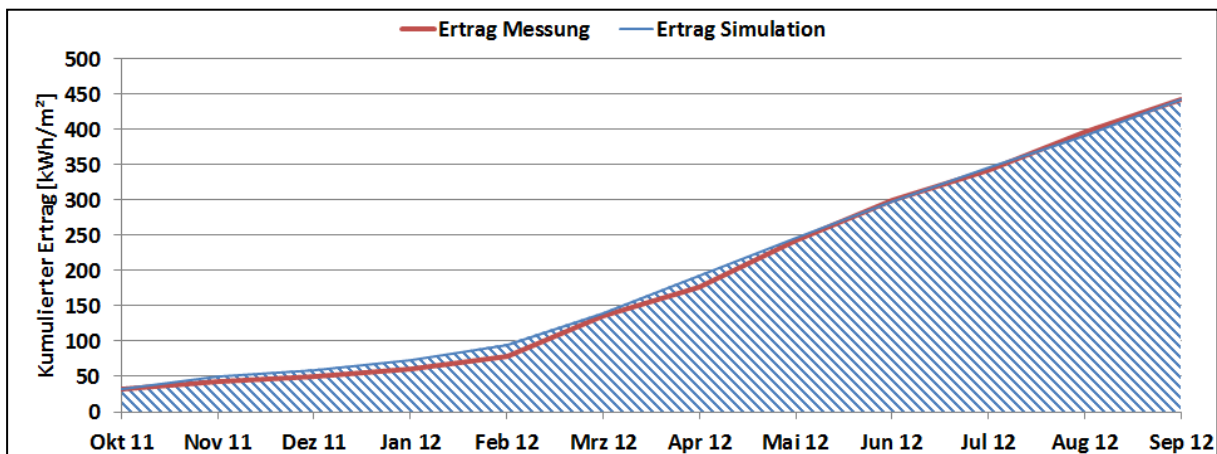


Abbildung 28: Vergleich des gemessenen spezifischen Solarertrags mit dem Simulationwert für die Anlage „Beschlägefabrik Julius Blum“ (Oktober 2011 bis September 2012)

Auch die Vergleiche zwischen gemessenen und simulierten solaren Deckungsgraden (Solarertrag bezogen auf Summe aller Inputs) wurden in Monatswerten dargestellt. Abbildung 29 zeigt hierzu die Messwerte in roten und die Simulationswerte in blauen Balken. Der simulierte solare Jahresdeckungsgrad beläuft sich dabei auf rund 8%. Wie schon vorhin erwähnt, basiert die in T-SOL durchgeführte Simulation auf den Auslegungsannahmen und auf einem durchschnittlichen Klimadatensatz für den Standort. Eine neuerliche Simulation mit tatsächlichen Verbräuchen und Klimadaten wurde nicht durchgeführt.

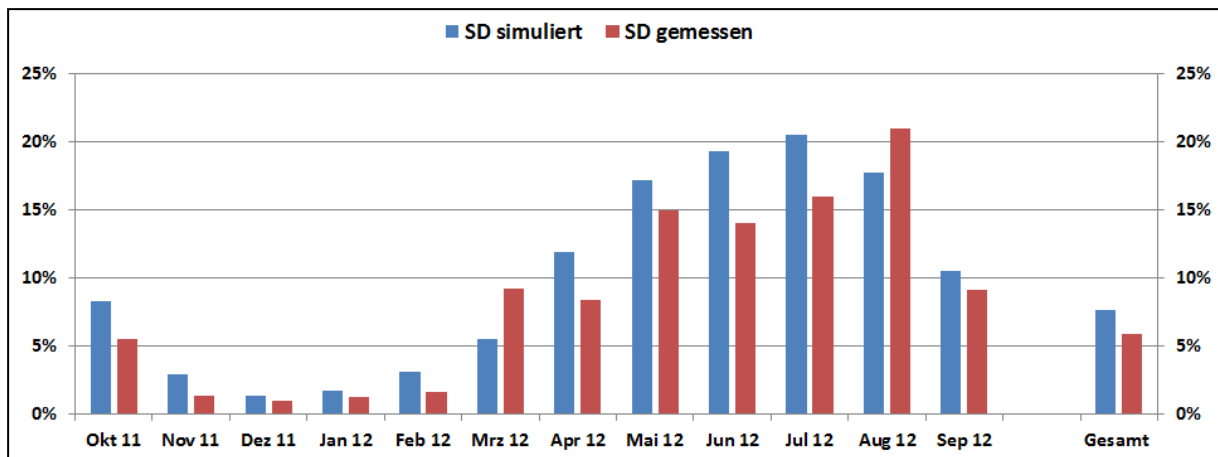


Abbildung 29: Vergleich des gemessenen solaren Deckungsgrades mit dem Simulationswert für die Anlage „Beschlägefabrik Julius Blum“ (Oktober 2011 bis September 2012)

Der gemessene solare Deckungsgrad betrug für das Betrachtungsjahr 6,3 % und liegt damit nur knapp unter dem Simulationswert. Diese Unterschreitung kann auf den im gleichen Zeitraum deutlich höheren Gesamtwärmebedarf zurückgeführt werden (siehe hierzu Abbildung 30).

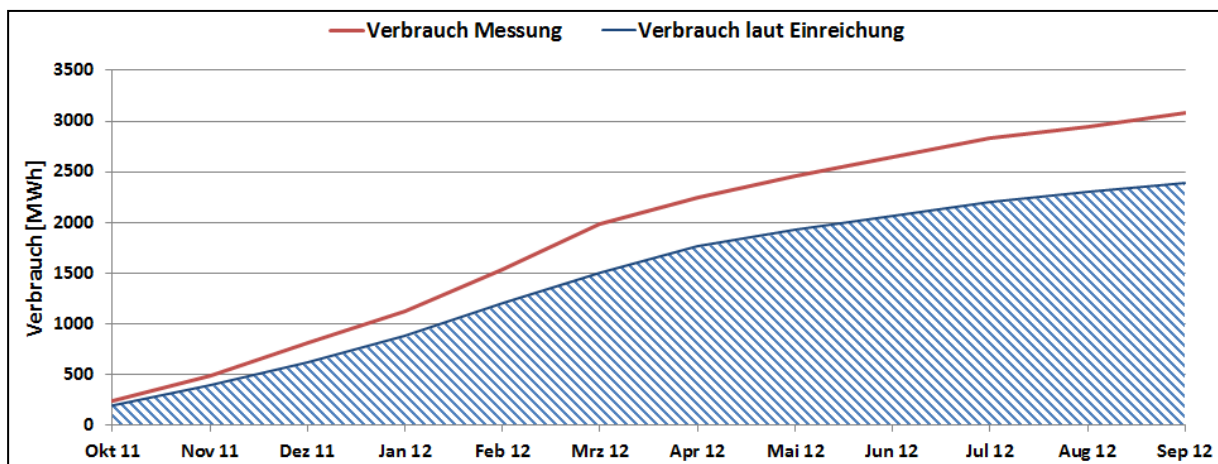


Abbildung 30: Vergleich des gemessenen Verbrauchs mit dem prognostizierten Verbrauch für die Anlage „Beschlägefabrik Julius Blum“ (Oktober 2011 bis September 2012)

### 7.3.5 Detailbetrachtung und Optimierungspotenziale

Die Analyse mittels Temperaturverläufe in allen hydraulischen Kreisläufen bestätigte bei der Anlage „Beschlägefabrik Blum“ einen soliden Betrieb. Beispielhaft zeigt Abbildung 31 hier den Verlauf der Temperaturen im Solar-Primärkreis an einem nahezu wolkenlosen Tag im Dezember 2011. Die Funktion der Frostschutzschaltung kann deutlich erkannt werden, denn praktisch stündlich wird im Zeitraum zwischen 19:00 Uhr und 09:00 Uhr die Solarpumpe kurz eingeschaltet und somit heißes Medium aus dem Speicher Richtung Kollektor gepumpt.

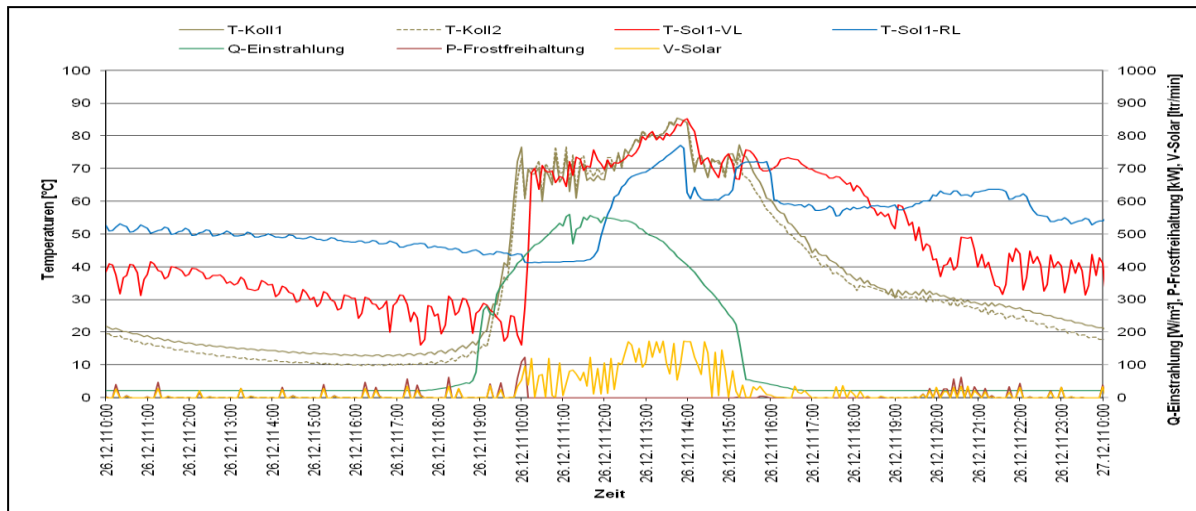


Abbildung 31: Beispielhafter Temperaturverlauf im Primärkreis des Solarsystems zuzüglich des Verlaufs des Volumenstroms, der Leistung der Frostschutzfreihaltung und der Globalstrahlung (26.12.2011)

Dabei ist die Temperatur des Vorlaufes (T-Sol1-VL) von 00:00 Uhr bis etwa 10:00 Uhr tiefer als die Temperatur des Rücklaufes (T-Sol1-RL). Da alternierend auch ein Volumenstrom vorliegt, tritt eine Verlustleistung (P-Frostfreihaltung, schwarze Linie) auf. Ab etwa 10:00 Uhr übersteigt die Temperatur des Vorlaufes die des Rücklaufs, was deutlich auf den Wechsel des Betriebsmodus (vom Modus „Frostfreihaltung“ auf „Normalbetrieb“) schließen lässt. Ab etwa 20:00 Uhr geht die Anlage dann wieder in den Modus „Frostfreihaltung“. Das hier Optimierungspotenzial besteht, zeigen die hohen Betriebstemperaturen (am Rücklauf 50 bis 60°C; am Vorlauf 20 bis 45°C). Aus diesem Grund wurden seitens des Begleitforschungsteams der Betreiber informiert, eine dahingehende Verbesserung ließ sich aber nicht rasch umsetzen, wie eine Jahresenergiebilanz der beiden Betriebsmodi in Abbildung 32 zeigt. Neben dem erheblichen Wärmebedarf für die Frostfreihaltung in den Wintermonaten ist dabei auch ein Wärmebedarf in der Übergangszeit als auch im Sommer zu erkennen. Alleine im Mai 2012 betrug der Wärmebedarf für die Frostschutzschaltung rund 5% (absolut ca. 2 MWh) des Solarertrags.

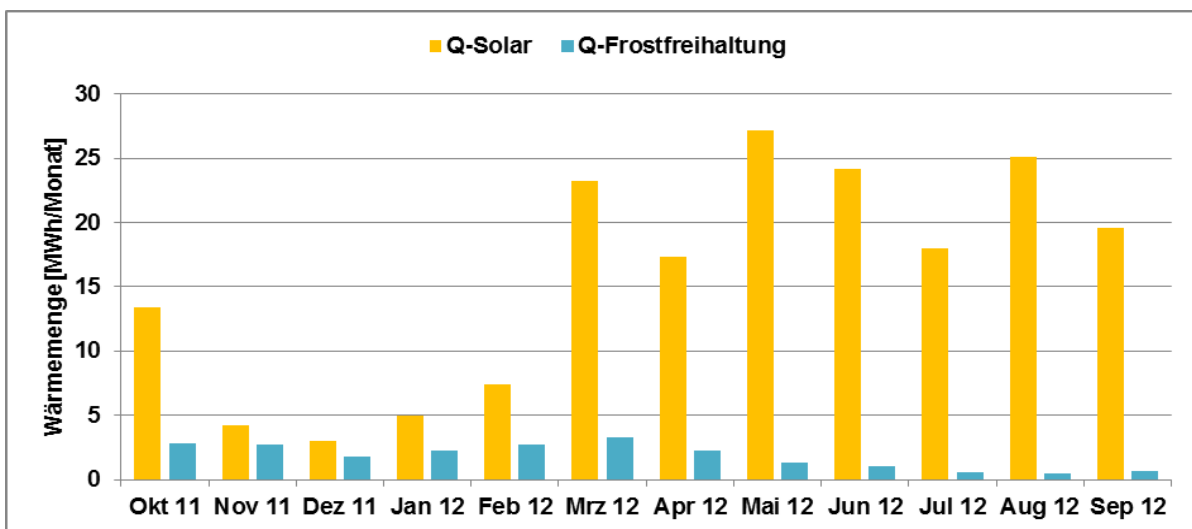


Abbildung 32: Gegenüberstellung der Wärmemengen „Solareintrag im Normalbetrieb“ und „Frostschutzschaltung“ (Oktober 2011 bis September 2012)

Nach mehrfachen Hinweisen durch das Begleitforschungsteam und Diskussionen mit dem Betreiber sowie dessen Partner, konnte die Ursache für das Fehlverhalten detektiert



werden. Aufgrund eines ungeschirmten Sensorkabels (Sensor für die Kollektortemperatur) kam es durch andere Teile der Elektroinstallation zu Beeinflussungen, weshalb nicht korrekte Kollektortemperaturen an den Regler übermittelt wurden. Dadurch schaltete die Regelung die Funktion der Frostfreihaltung ein, obwohl es aufgrund der tatsächlichen Kollektortemperaturen nicht notwendig gewesen wäre. Anfang August 2012 wurde das ungeschirmte Kabel durch ein geschirmtes Kabel ersetzt.

Um die Auswirkungen dieser Maßnahme in Monaten mit tieferen Außentemperaturen quantifizieren zu können, wurde trotz Ende des einjährigen Betrachtungszeitraums im September 2012 noch Messungen im Oktober und November durchgeführt und diese vergleichend mit den benötigten Wärmemengen in den gleichen Monaten im Jahr 2011 dargestellt

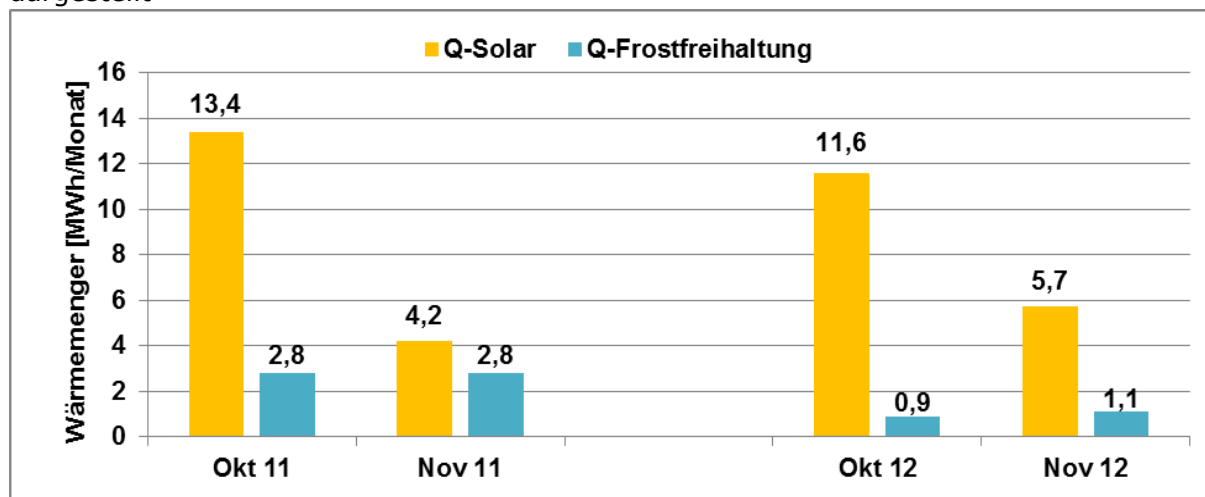


Abbildung 33: Gegenüberstellung der Wärmemengen „Solareintrag im Normalbetrieb“ und „Frostschuttschaltung“ (Oktober und November 2011; Oktober und November 2012)

Eine Verbesserung durch die getätigte Maßnahme ist deutlich ersichtlich, denn die für die Frostfreihaltung aufgewendete Wärme konnte für diese beiden Monate im Jahresvergleich um mehr als 65 % gesenkt werden. Rechnet man diese in zwei Monaten erzielten Reduktionen hoch auf ein ganzes Kalenderjahr, kann der Wärmebedarf für die Frostschuttschaltung von 26 MWh (rund 14% des Solarertrags) auf 8 MWh (rund 4,3% des Solarertrags) reduziert werden. Eine weitere Verbesserung könnte ev. mittels angepasster Regelungseinstellung erreicht werden, sodass zumindest in den Sommermonaten keine Wärme für die Frostschuttschaltung aufgewendet werden muss.

Von besonderem Interesse ist bei Solarintegrationen in produzierenden Betrieben das Systemverhalten zu Zeiten mit geringer Wärmeabnahme, sprich zu produktionsfreien Zeiten an Wochenenden oder Betriebsurlauben. Abbildung 34 zeigt hierzu das Anlagenverhalten im Primärkreis des Solarsystems an einem Samstag im Mai 2012 mit guter Solareinstrahlung. Abbildung 35 zeigt hierzu für den gleichen Tag die Wärmeabnahme. Wie in Abbildung 35 zu erkennen ist, schaltet sich ca. um 09:30 der Niedertemperaturverteiler (V-Verbr.2) weg. Ab etwa 13:30 Uhr folgt die Abschaltung des Hochtemperaturverteilers (V-Verbr.1). Da die Speicher im Projekt Beschlägefabrik Blum mit insgesamt 16 m<sup>3</sup> eher klein dimensioniert wurden, schaltet sich bereits kurze Zeit später (ca. um 13:45 Uhr) die Solarkreispumpe aus und das Solarsystem geht in Stagnation (zu erkennen am Anstieg der Kollektortemperaturen und des Systemdrucks).

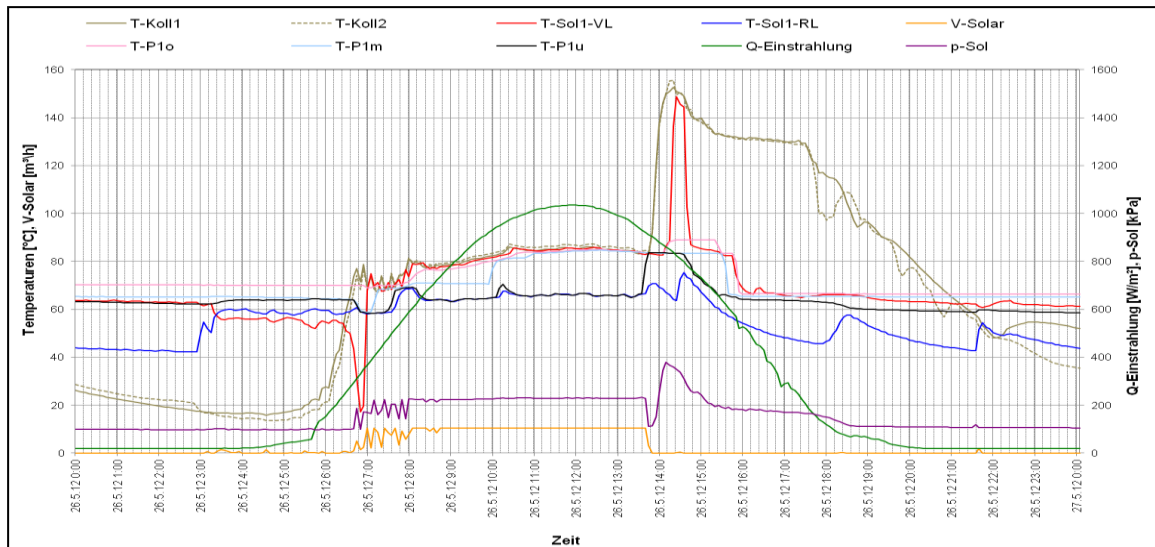


Abbildung 34: Beispielhafter Temperaturverlauf des Solarprimärkreises bei Anlagenstagnation zuzüglich des Verlaufs des Drucks, des Volumenstroms, der Pufferspeichertemperaturen und der Globalstrahlung an einem produktionsfreien Samstag im Mai (26.05.2012)

Allgemein kann trotz des vergleichsweise häufigen Auftretens aber von einem unauffälligen Stagnationsverhalten gesprochen werden, denn auch die Wiederaufnahme des Normalbetriebs in Folge von Anlagenstagnation erfolgte im Betrachtungszeitraum ohne Probleme. Da es sich beim verwendeten Wärmeträger um Wasser handelt, kann auch eine Degradation des Wärmeträgers ausgeschlossen werden.

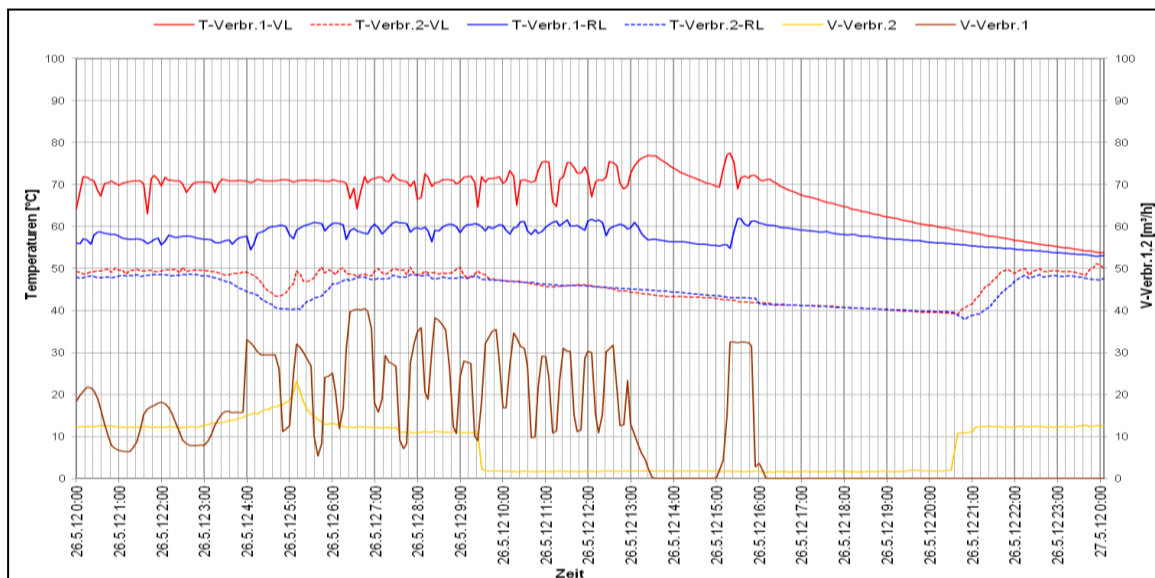


Abbildung 35: Beispielhafter Temperaturverlauf in zwei Wärmeverbraucherkreisen zuzüglich des Verlaufs der Volumenströme an einem produktionsfreien Samstag im Mai (26.05.2012)

Um einen Eindruck über die Dynamik der Wärmeverbräuche an einem repräsentativen Produktionstag bei kalten Außentemperaturen zu geben, wurden in Abbildung 36 beispielhaft Temperaturverläufe und Volumenströme für den 24. Februar 2012 dargestellt. Dabei wurde der Vorlauf des Hochtemperaturverteilers mit 70 °C sowie der Vorlauf des Niedertemperaturverteilers mit 50-55 °C betrieben. Die Volumenströme schwanken dabei im Hochtemperaturkreis zwischen 5 und 50 m<sup>3</sup>/h sowie im Niedertemperaturkreis zwischen 10 und 30 m<sup>3</sup>/h.



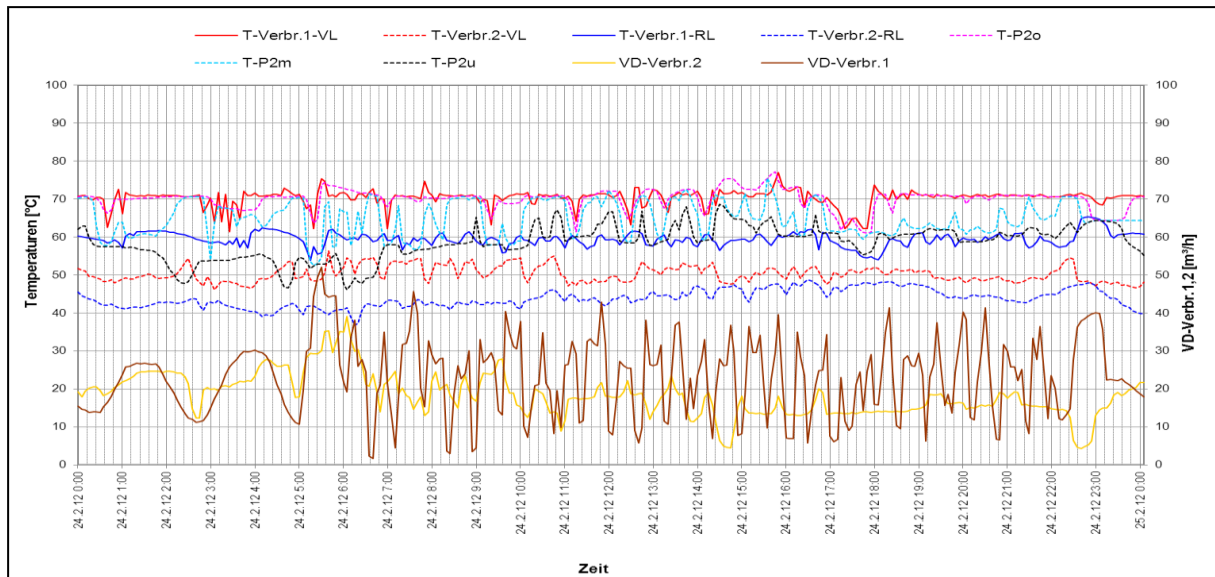


Abbildung 36: Beispielhafter Temperaturverlauf im Pufferspeicher 2 und in den Wärmeverteilkreisläufen zuzüglich des Verlaufs der Volumenströme (24.02.2012)

Trotz der häufig auftretenden niedrigen Rücklauftemperaturen erreicht die Temperatur ganz unten im Pufferspeicher 2 nur selten tiefere Temperaturen als 55 °C, was auf die Dynamik im Pufferspeicher 2 (hohe Massenströme durch Nachheizung und Entladung bei gleichzeitig geringem Volumen) zurückgeführt werden kann.

### 7.3.6 Anlagen Status Quo

Grundsätzlich ist zu sagen, dass die Anlage „Beschlägefabrik Blum“ im Betrachtungszeitraum einen soliden Betrieb zeigte. Trotz erheblicher Verbesserungen im Bereich der Reduktion des Wärmebedarfs im Betriebsmodus „Frostschutzschaltung“ erscheinen weitere Optimierungen (ev. mittels angepasster Regelungseinstellung) möglich, sodass zumindest in den Sommermonaten keine Wärme für die Frostschutzschaltung aufgewendet werden muss. Der Betreiber wurde diesbezüglich seitens der Begleitforschung informiert.