

7.12 Unfallkrankenhaus Graz, Stmk.

7.12.1 Allgemeine Anlagenbeschreibung

<u>Projektname:</u>	Unfallkrankenhaus Graz
<u>Adresse:</u>	8010 Graz
<u>Art der Anwendung:</u>	Solare Einspeisung in Wärmenetz (Mikronetz des Unfallkrankenhauses Graz)
<u>Wärmeverbraucher:</u>	Warmwasserversorgung UKH Graz (145 Betten)
<u>Bruttokollektorfläche:</u>	210 m ² , Flachkollektor
<u>Energiespeichervolumen:</u>	9 x 1,8 m ³
<u>Nachheizungssystem:</u>	2 Gaskessel (2 x 700 kW)
<u>Solarer Deckungsgrad:</u>	9 % (Messung)
<u>Spezifischer Ertrag:</u>	475 kWh/m ² a (Messung bezogen auf die Aperturfläche)
<u>Projektstatus:</u>	Monitoringphase beendet mit Juli 2013
<u>Zuständigkeit Begleitforschung:</u>	AEE INTEC

Im Rahmen des Projektes „Solare Einspeisung in das Warmwasserversorgungssystem des UKH Graz“ sollte laut Einreichung das UKH Graz (ca. 145 Betten) einschließlich Schwimmbad, auch das LKH-West (265 Betten), die AUVA Landesstelle (ca. 10.000 m² Büro) sowie das AUVA Personalhaus (ca. 1.350 m² Wohnungen) mit Warmwasser aus einem Mikronetz versorgt werden. Daraus resultierte ein in der Einreichphase prognostizierter durchschnittlicher Warmwasserbedarf von 20.000 Liter pro Tag. Entgegen dieser Prognose wird über das Mikronetz aktuell nur die Warmwasserbereitung des UKH selbst (Warmwasserbedarf von ca. 6.000 Liter pro Tag) versorgt. Neben dem Solarsystem galt es die Abwärme aus zwei Kompressionskältemaschinen (KKM) in die zentrale Warmwasserbereitung einzubinden bzw. die Nachheizung mit dem vorhandenen Kesselanlagen (Gas) vorzunehmen.

Für die Aufstellung der solarthermischen Anlage wurde die Dachfläche der Energiezentrale, mit einer gesamt zur Verfügung stehenden Fläche von rund 800 m² gewählt (siehe Abbildung 149). Es wurden drei Kollektorfelder mit insgesamt 210 m² Bruttokollektorfläche unter einem Aufstellungswinkel von 45° montiert. Die Ausrichtung der drei Kollektorfelder weicht etwas voneinander ab. Zwei der insgesamt drei Kollektorfelder (167 m² Bruttokollektorfläche) weisen eine vollständige Südausrichtung auf. Ein Kollektorfeld, mit einer Bruttokollektorfläche von knapp 43 m², wurde aus Platzgründen um 33° nach Osten ausgerichtet.

Im Zuge der Sanierung des Heizhauses (ab Mai 2011) wurden unter anderem Rohrdämmungen erneuert, Pufferspeicher errichtet, neue Gaskessel in Betrieb genommen sowie die Abwärmenutzung aus den Kältemaschinen und die solarthermische Anlage an die zentrale Warmwasserbereitung angeschlossen. Das UKH Graz bzw. die anderen Warmwasserverbraucher befinden in einer Entfernung von etwa 500 m zum Heizhaus, weshalb die Warmwasserverteilleitung und die Zirkulationsleitung als eigenes Wärmenetz (parallel zur Raumwärmeversorgung) betrieben werden. Die Warmwasser- sowie Zirkulationsrohre verlaufen unterirdisch in einem Schacht zwischen Heizzentrale und Krankenhaus.



Abbildung 149: Ansicht des "Unfallkrankenhauses Graz" (links, Bildquelle: AUVA) und Ansicht des 210 m² umfassenden Kollektorfelds am Dach des Heizhauses (rechts, Bildquelle: AEE INTEC)

7.12.2 Hydraulik- und Messkonzept

Das aktuell gültige Hydraulikkonzept kann in Abbildung 150 eingesehen werden. Das Solarsystem (Low Flow) speist in 9 Pufferspeicher zu je 1.750 Liter. Eine Intervention des Begleitforschungsteams zur Reduktion der Speicheranzahl bereits in der Planungsphase verlief leider erfolglos. Drei Speicher wurden jeweils in Gruppen parallel verschaltet. Die daraus resultierenden drei Gruppen wurden in weiterer Folge in Serie miteinander verbunden. Die Regelstrategie sieht vor, dass die Ladung der Pufferspeicher bei einer Temperaturdifferenz zwischen Kollektorfeld und Pufferspeicher größer 8 K erfolgt. Sinkt die Temperaturdifferenz auf unter 5 K wird die Speicherladung unterbrochen. Die maximale Speichertemperatur ist mit 80 °C begrenzt. Die Übertragung der Solarwärme auf das Frischwasser erfolgt im Durchflussprinzip als Vorwärmstufe. Die Nacherwärmung über das Gaskesselsystem auf rund 60°C erfolgt ebenfalls im Durchflussprinzip. Ursprünglich war die Abwärmenutzung als erste Vorwärmstufe ausgeführt. Durch Analysen des Begleitforschungsteams konnte nachgewiesen werden, dass aufgrund der Reduktion des tatsächlichen Warmwasserverbrauchs im Vergleich zur Planung (um mehr als zwei Drittel) die Solaranlage als zweite Vorwärmstufe durch die Abwärmenutzung zu großen Teilen blockiert wurde. Noch im August 2012 wurde aus diesem Grund die Abwärmenutzung aus dem Warmwasserbereitungssystem geschaltet und stattdessen in den Raumheizungskreislauf integriert. Ein dem Nachheizungswärmetauscher in Serie geschalteter Bereitschaftsspeicher mit 1.750 Liter soll die Versorgungssicherheit gewährleisten und Leistungsspitzen reduzieren.

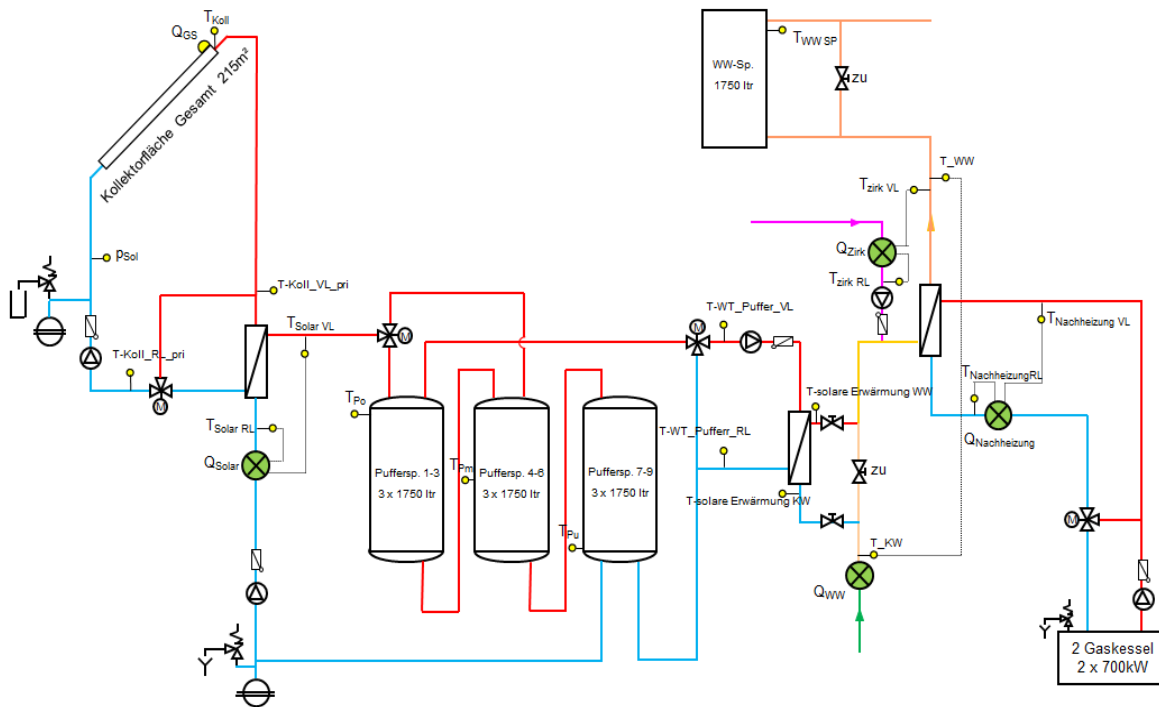


Abbildung 150: Hydraulik- und Messkonzept der Anlage „Unfallkrankenhaus Graz“ (grün: Volumenstromzähler; gelb: Temperatur-, Druck- und Einstrahlungssensoren)

Die Beschreibung der einzelnen Messpunkte ist nachfolgend zusammengefasst:

Solar-Primärkreis

- Q_{GS} Globalstrahlungssensor
- T_{Koll} Kollektortemperatur
- P_{sol} Drucksensor Primärkreis
- $T_{Koll-VL-pri}$ Solarvorlauftemperatur Primärkreis
- $T_{Koll-RL-pri}$ Solarrücklauftemperatur Primärkreis

Solar-Sekundärkreis & Speicher

- $T_{Solar VL}$ Solarvorlauftemperatur Sekundärkreis
- $T_{Solar RL}$ Solarrücklauftemperatur Sekundärkreis
- Q_{Solar} Wärmemengenzähler Solar
- T_{Po} Pufferspeicher-1-Temperatur Oben
- T_{Pm} Pufferspeicher-4-Temperatur Mitte
- T_{Pu} Pufferspeicher-9-Temperatur Unten
- $T_{WT-Puffer-VL}$ Vorlauftemperatur solare Warmwasserbereitung
- $T_{WT-Puffer-RL}$ Rücklauftemperatur solare Warmwasserbereitung

Warmwasserbereitung

- $T_{Solar VL}$ Solarvorlauftemperatur Sekundärkreis
- $T_{Solar RL}$ Solarrücklauftemperatur Sekundärkreis
- Q_{WW} Wärmemengenzähler Frischwasser
- T_{KW} Kaltwassertemperatur
- T_{WW} Warmwassertemperatur
- $T_{Solare WW-Bereitung WW}$ Frischwassertemperatur nach solarer Aufheizung
- $T_{Solare WW-Bereitung KW}$ Frischwassertemperatur vor solarer Aufheizung
- $T_{Zirk VL}$ Zirkulationsleitungstemperatur nach Aufheizung
- $T_{Zirk RL}$ Zirkulationsleitungstemperatur Rücklauf
- Q_{Zirk} Wärmemengenzähler Zirkulationsleitung
- $T_{WW Sp}$ Warmwasserspeichertemperatur Oben

Nachheizung

$T_{\text{Nachheizung VL}}$	Vorlauftemperatur Gaskessel-Nachheizung
$T_{\text{Nachheizung RL}}$	Rücklauftemperatur Gaskessel-Nachheizung
$Q_{\text{Nachheizung}}$	Wärmemengenzähler Gaskessel-Nachheizung
$T_{\text{WRG VL}}$	Vorlauftemperatur WRG-Kältemaschine
$T_{\text{WRG RL}}$	Rücklauftemperatur WRG-Kältemaschine
Q_{WRG}	Wärmemengenzähler WRG-Kältemaschine

7.12.3 Energiebilanz

Die Energiebilanz des UKH Graz ist für den Betrachtungszeitraum August 2012 und Juli 2013 in Abbildung 151 dargestellt. Der für die Erwärmung des Frischwassers bzw. der zur Kompensation der Zirkulationsverluste benötigte Wärmeeintrag findet über die Solaranlage (gelb) sowie über die Gaskessel (grau) statt. Deutlich ist der hydraulische Umbau im August 2012 (Integration der Abwärme in den Raumheizungskreislauf) zu erkennen, denn ab September erfolgte kein Abwärmeeintrag (rot) mehr in das Warmwasserbereitungssystem. Der Wärmeoutput setzt sich aus dem benötigten Energieeintrag für das Erwärmen des Kaltwassers (blau) sowie aus den Zirkulationsverlusten (violett) zusammen. Erwartungsgemäß zeigten sich beim gegenständlichen Warmwasserbereitungssystem enorme Zirkulationsverluste, was auf den dauerhaften Betrieb der Zirkulationspumpe (Vorschriften aus der Hygienenorm ÖNORM B5019) in Verbindung mit der einfachen Verteillitungslänge von rund 500 m zurückgeführt werden kann. Ebenfalls stellen sich auch erhebliche Verluste in der Wärmebereitstellung aus Solarsystem und Gaskessel ein, die aus langen Rohrleitungen und einer Vielzahl von Einzelspeichern resultieren.

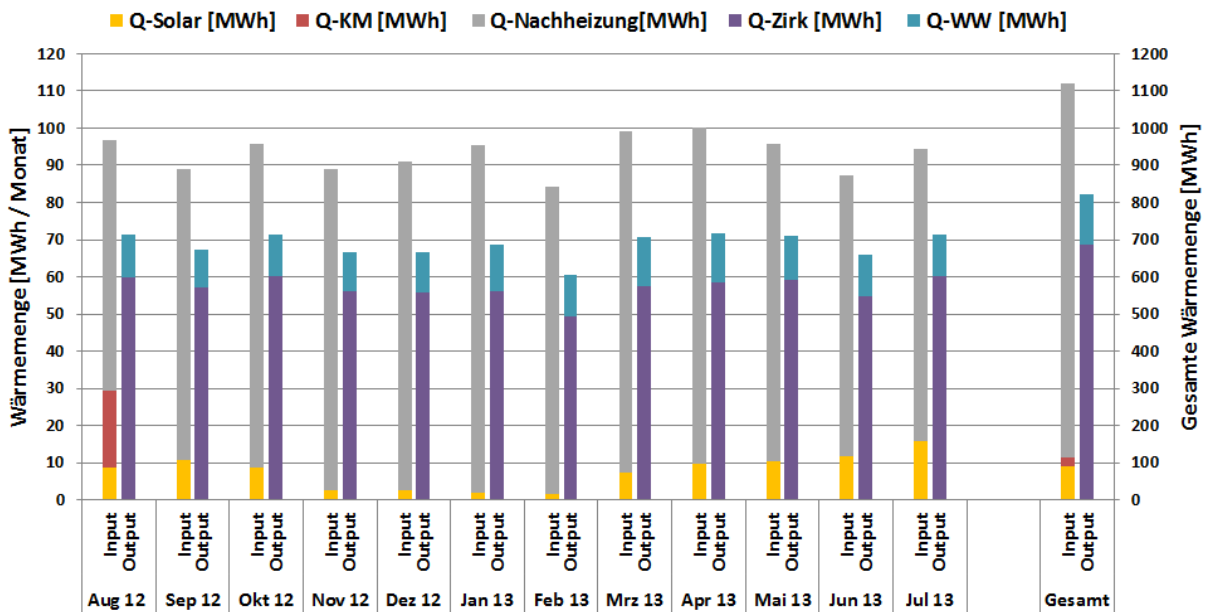


Abbildung 151: Energiebilanz der Anlage „Unfallkrankenhaus Graz“ (August 2012 bis Juli 2013)

7.12.4 Vergleich Simulation – Messwerte

Bei den im Rahmen des Monitoring durchgeführten Messungen des Warmwasserverbrauchs zeigte sich dieser deutlich niedriger als ursprünglich in der Planungsphase (und auch der Einreichung zum Förderprogramm) angenommen wurde. Im Gegensatz zum prognostizierten Warmwasserverbrauch von 20.000 Liter pro Tag, liegt der im Tagesmittel gemessene Warmwasserverbrauch bei rund 6.000 Liter. Infolgedessen wurde auf Basis des gemessenen Warmwasserverbrauchs eine erneute Simulation mit T*Sol

durchgeführt. Die Simulation wurde auf Basis der tatsächlich umgesetzten Anlagenauslegung und einem für den Standort Graz durchschnittlichen Klimadatensatz durchgeführt. Die aus dieser Simulation erhaltenen Vergleichswerte (Solarertrag, Solarer Deckungsgrad, Warmwasserverbrauch) werden in weiterer Folge für die Beurteilung der Anlage herangezogen.

Ein Vergleich des gemessenen Solarertrags (rote Linie) mit dem Simulationswert (blau schraffierte Fläche) zeigt Abbildung 152. Es ist ersichtlich, dass die Messwerte nach dem Ende der einjährigen Monitoringphase mit 475 kWh/m²a geringfügig unter dem Simulationswerten von 498 kWh/m²a. liegen. Das in Abbildung 152 erkennbare Absinken des gemessenen Solarertrags in den Monaten Jänner 2013 und Februar 2013 ergibt sich aus der geringeren Einstrahlungsleistung dieser Monate, im Vergleich mit dem für die Simulation verwendeten Klimadatensatz (vgl. Abbildung 153).

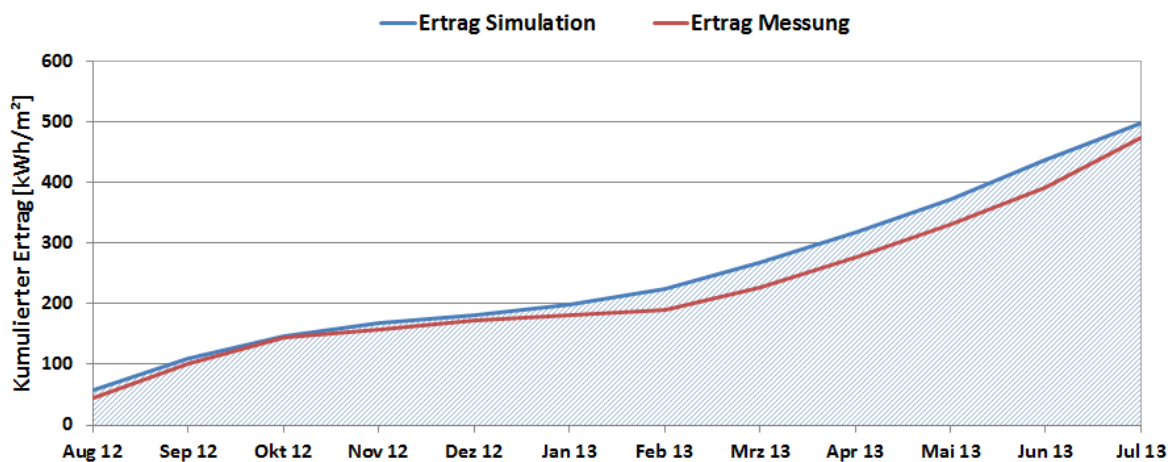


Abbildung 152: Vergleich des gemessenen spezifischen Solarertrags mit dem Simulationswert für die Anlage „Unfallkrankenhaus Graz“ (August 2012 bis Juli 2013)

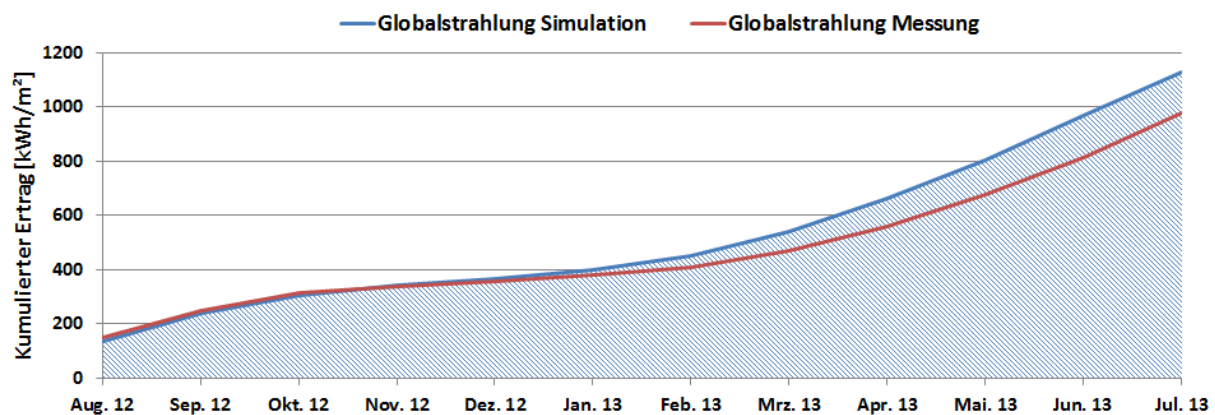


Abbildung 153: Vergleich des gemessenen Globalstrahlung mit dem Simulationswert für den Standort Graz (August 2012 bis Juli 2013)

Abbildung 154 stellt den Monatsvergleich des simulierten solaren Deckungsgrades (Solarertrag bezogen auf Summe aller Inputs) mit dem gemessenen solaren Deckungsgrad dar. Es zeigte sich, dass die gemessenen solaren Deckungsgrade in den Monaten September 2012 und Oktober 2012 über den Simulationsprognosen (blauer Balken) lagen. In den Monaten Jänner 2013 und Februar 2013 blieb der gemessene solare Deckungsgrad deutlich unter dem Erwartungswert der Simulation, verursacht durch geringere Solarerträge in Folge einer geringen tatsächlichen Solareinstrahlung und überdurchschnittlich hoher Schneelage. Ab März 2013 wurde der prognostizierte solare Deckungsgrad zum Teil deutlich überschritten und nach Ende der einjährigen

Monitoringphase liegt der gemessene solare Jahresdeckungsgrad mit 8,7 % geringfügig über den Simulationsprognosewert.

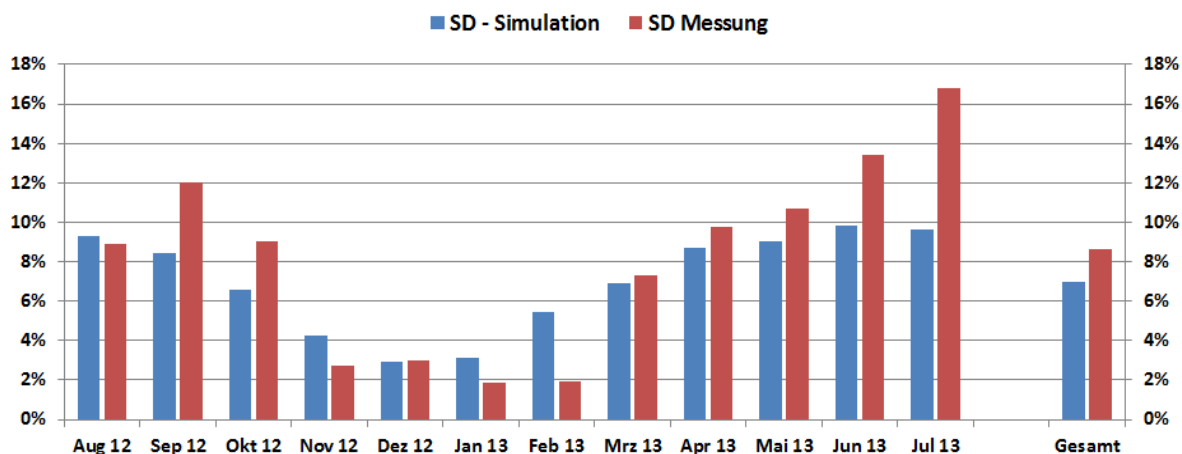


Abbildung 154: Vergleich des gemessenen solaren Deckungsgrades mit dem Simulationswert für die Anlage „Unfallkrankenhaus Graz“ (August 2012 bis Juli 2013)

Der gemessene (blau schraffiert) sowie der simulierte (rote Linie) Verbrauch der Warmwasserbereitung des „UKH Graz“ wird in Abbildung 155 dargestellt. Der gemessene monatliche Wärmeverbrauch der Warmwasserbereitung stellt sich als äußerst konstant dar und deckt sich ganzjährig mit dem zu Beginn der Monitoringphase neuerlich bestimmten Prognoseverbrauchswert (6.000 Liter bei 60°C/Tag).

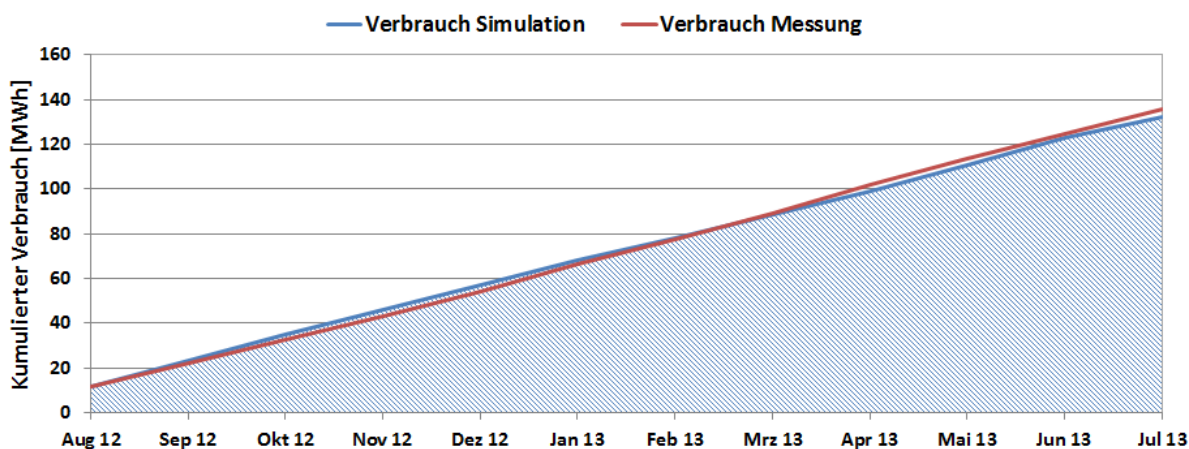


Abbildung 155: Vergleich des gemessenen Verbrauchs mit dem prognostizierten Verbrauch für die Anlage „Unfallkrankenhaus Graz“ (August 2012 bis Juli 2013)

7.12.5 Detailbetrachtung und Optimierungspotenziale

Das im Förderprogramm eingereichte bzw. zu Beginn des Monitoringprozesses bereits umgesetzte Warmwasserbereitungskonzept sah die Einbindung der Abwärme aus den Kältemaschinen als erste Vorwärmstufe des Frischwassers vor (siehe Abbildung 156, linke Seite). Nach dem Start des Monitoringprozesses und ersten Analysen des Betriebsverhaltens im August 2012 durch das Begleitforschungsteam, konnte in diesem Bereich erhebliches Optimierungspotential detektiert werden. Laut Planung sollte durch die Abwärmenutzung das Frischwasser auf maximal 32 °C vorgewärmt werden. Wie in Abbildung 157 ersichtlich, wurde das Frischwasser aber deutlich höher (im Mittel auf 73 °C) erwärmt. Die Gründe hierfür liegen beim dem um mehr als zwei Drittel (im Vergleich zum Planwert) reduzierten Warmwasserverbrauch begründet. Wie in Abbildung 157 (linke Seite) ersichtlich, hatte die solarthermische Anlage nach der Einbindung der

Abwärme nur mehr begrenzt die Möglichkeit, das Frischwasser weiter zu erwärmen. Dies führte zwangsläufig zur Blockade des Solarsystems, was sich in sehr hohen Temperaturniveaus in den Solarspeichern bzw. im Kollektor zeigte. Daraus resultierten erhöhte Wärmeverluste (Kollektor, Rohrleitungen und Speicher) sowie größere Häufigkeiten für Anlagenstagnation. Nach Rücksprache mit dem Betreiber wurde die hydraulische Positionierung der Abwärmeeinbindung am 22. August 2012 verändert (siehe Abbildung 156, rechte Seite). Als Vorwärmstufe wurde darin das Solarsystem integriert. Die Abwärmenutzung wurde dabei in die Raumheizungsunterstützung integriert. Deutlich können die für den Betrieb des Solarsystems geänderten Rahmenbedingungen und die Auswirkungen in Abbildung 157 (rechte Seite) erkannt werden.

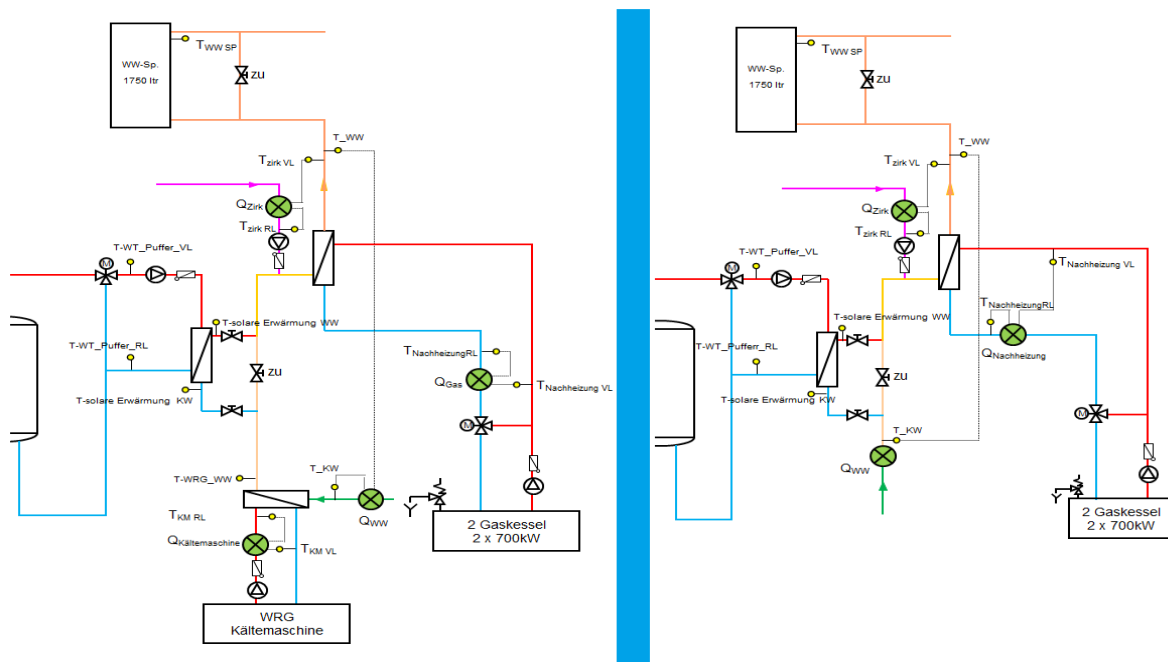


Abbildung 156: Hydraulik- und Messkonzept vor (linkes Schema) bzw. nach (rechtes Schema) dem Umbau der WRG-Einbindung

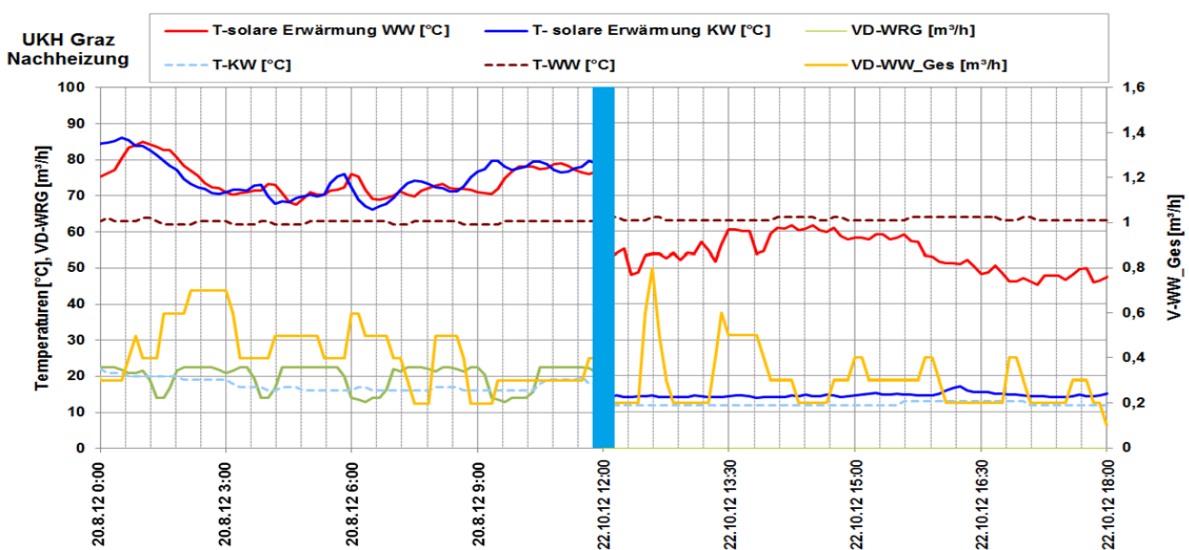


Abbildung 157: Beispielhafter Temperaturverlauf des Warmwasservorwärmungskreises zuzüglich des Verlaufs der Volumenströme vor (links, 20.08.2012) und nach (rechts, 22.10.2012) dem Umbau der WRG-Einbindung

In Abbildung 158 ist die aktuelle Betriebsweise der unterschiedlichen Warmwassererwärmungsstufen (beispielhaft für den 22. Oktober 2012) dargestellt. Das Frischwasser (Abbildung 158, Punkt 1) wird in einer ersten Stufe mittels der solar gewonnenen Wärmeenergie aus den Pufferspeichern vom Kaltwassertemperaturniveau ausgehend auf bis zu 60 °C erwärmt (Abbildung 158, Punkt 2). Nach der solaren Erwärmung wird das Frischwasser mit dem Volumenstrom aus der Zirkulationsleitung zusammengeführt und in weiterer Folge durch die Gaskesselanlage nacherwärmt. Die Temperatur des Zirkulationsvolumenstroms beträgt dabei im Mittel rund 56 °C (entspricht dabei der Hygienenorm ÖNORM B5019). Die schlussendliche Eintrittstemperatur in den Spitzenlastspeicher bzw. die Warmwasserverteilung liegt bei ca. 64 °C (Abbildung 158, Punkt 3).

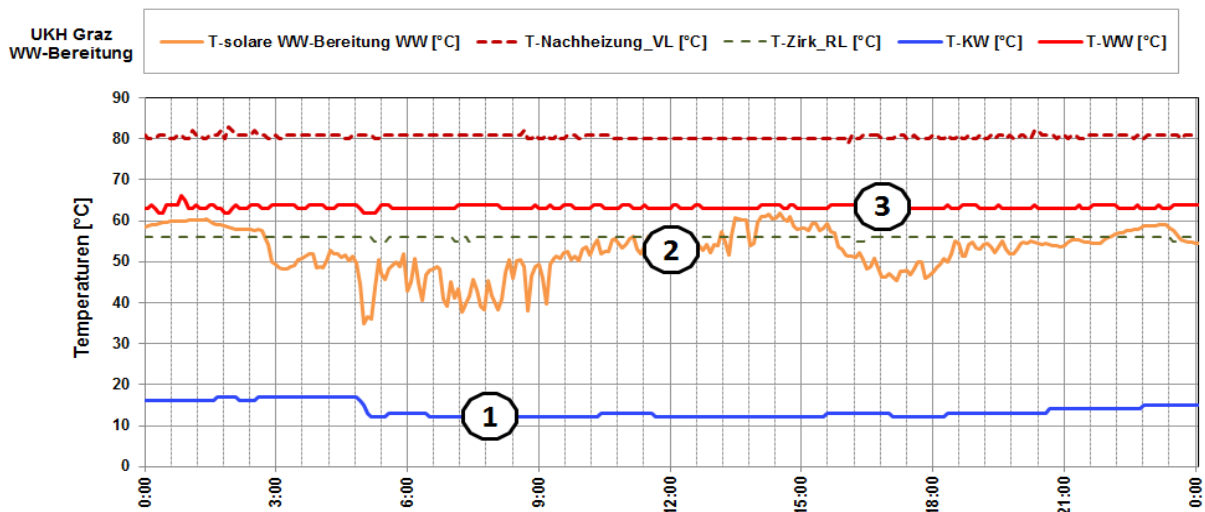


Abbildung 158: Beispielhafter Temperaturverlauf der Warmwasserbereitungsstufen (22.10.2012)

Ein weniger schwerwiegender Optimierungspunkt konnte seitens des Begleitforschungsteams im September 2012 festgestellt werden. Eine Analyse der Tagesverläufe des Solarkreislaufs zeigte im September 2012 an mehreren Tagen einen unerklärlichen Betrieb der Solarsekundärkreispumpe auch in den Nachtstunden (siehe Abbildung 159, linke Grafik, schwarze Umrahmung). Nach Rücksprache mit dem Betreiber konnte seitens des beteiligten Regelungsunternehmens ein Fehler in der Parametrierung der Solarsekundärkreispumpe festgestellt werden. Seit dem Zeitpunkt der Neuparametrierung, am 15.10.2012, kann das Betriebsverhalten des Solarkreislaufs als stabil bezeichnet werden (siehe Abbildung 159, rechte Grafik).

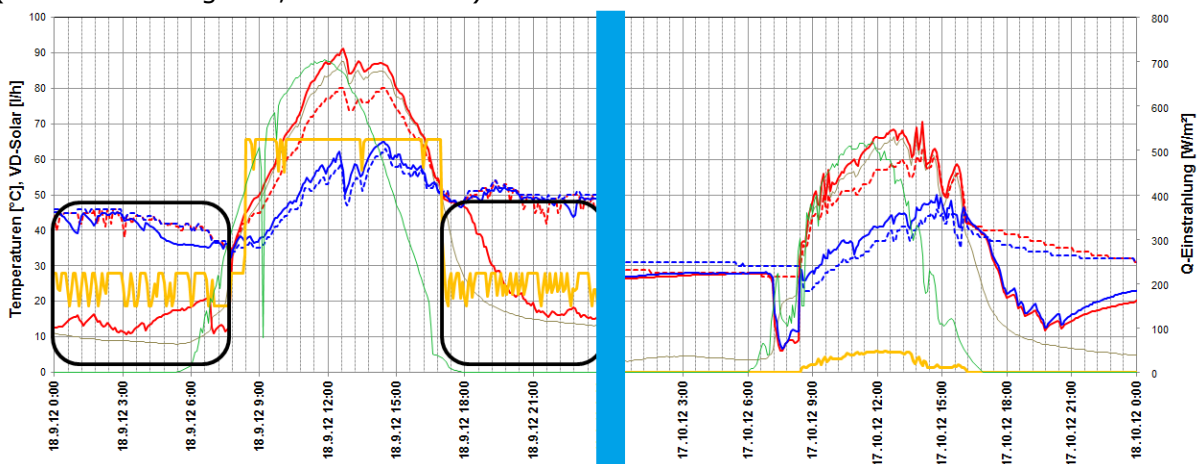


Abbildung 159: Temperaturverlauf im Primär- und Sekundärkreis des Solarsystems zuzüglich des Verlaufs der Globalstrahlung und des Volumenstroms vor (links, 18.09.2012) und nach (rechts, 17.10.2012) der Neuparametrierung der Solarsekundärkreispumpe

Auch auf der Seite der Frischwassererwärmung konnten weitere Optimierungspotenziale detektiert werden. So wird die erste Vorwärmstufe (Solarwärme an Frischwasser) auf der Solarseite (zwischen Pufferspeicher und Durchflusswärmetauscher) sehr ungünstig betrieben, sprich ein nicht auf den aktuellen Warmwasserverbrauch abgestimmter Volumenstrom (konkret ein viel zu hoher Volumenstrom) führt insbesondere bei kleinen Zapfmengen zu einem sehr kleinen Temperaturunterschied zwischen Vorlauf und Rücklauf sowie zu ungünstig hohen Rücklauftemperaturen vom Wärmetauscher hin zu den Pufferspeichern. Die resultierenden Unterschiede in den Temperaturdifferenzen am Wärmetauscher in Folge der Volumenstromdiskrepanzen sind beispielhaft für den 18. September 2012 in Abbildung 160 dargestellt. Liegt die Temperaturdifferenz auf der Frischwasserseite zwischen 30 und 35 K, so liegt die Temperaturdifferenz vor und nach dem Wärmetauscher auf Seiten des Pufferspeichers nur bei rund 10 K. Die Folge ist, dass einerseits alle 9 Pufferspeicher (zu je 1.750 Liter) auf hohen Temperaturen gehalten werden (erhöhte Wärmeverluste) und andererseits die Kollektoranlage mit unnötig hohen Temperaturen beaufschlagt wird (ungünstiger Kollektorwirkungsgrad). Als Optimierungsmaßnahme wurde seitens des Begleitforschungsteams eine Anpassung der Pumpendrehzahlregelung in diesem Kreislauf vorgeschlagen, was sich im konkreten Fall als nicht so einfach herausstellte. Da die betreffende Pumpe auf einen hohen Warmwasserbedarf (Planungswert von 20.000 Liter pro Tag) mit hohen Verbrauchsspitzen dimensioniert wurde und der aktuelle Warmwasserverbrauch aber nur bei 6.000 Liter pro Tag liegt (klarerweise mit wesentlich geringeren Spitzen), kann die Pumpe nicht auf derartige Teillastwassermengen runtergeregelt werden. Da laut Betreiber noch nicht abgeschätzt werden konnte, in wie weit sich der Warmwasserbedarf zukünftig verändert (eine Verdoppelung des Warmwasserbedarfs wird durch die Erschließung eines weiteren Abnehmers in Aussicht gestellt), konnte die Umsetzung des seitens Begleitforschungsteams vorgeschlagenen Lösungsansatzes (die Installation einer zusätzlichen Teillastpumpe) bis zum Ende der einjährigen Monitoringphase nicht umgesetzt werden.

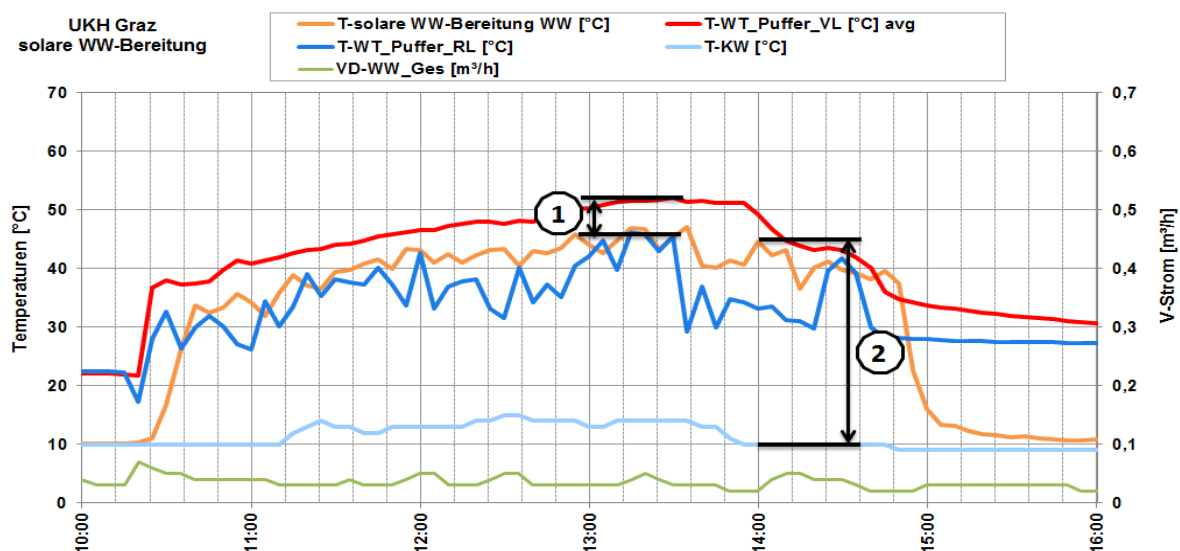


Abbildung 160: Beispielhafter Temperaturverlauf des Warmwasservorwärmungskreises zuzüglich des Verlaufs des Volumenstroms und der Pufferspeichertemperaturen (18.09.2012)

Wie bereits aus der Energiebilanz des Wärmeversorgungssystems ersichtlich (siehe Abbildung 151), treten vergleichsweise hohe Verlustanteile auf. Diese Verluste setzen sich zum einen aus den Zirkulationsleitungsverlusten und zum anderen aus den Verlusten im Heizhaus (Pufferspeicherverluste, Rohrleitungsverluste, etc.) zusammen. Die durchschnittlichen Gesamtverluste betragen pro Monat ca. 81 MWh. Bei einem Gesamtenergieeintrag von im Mittel 92 MWh werden daher nur rund 10 MWh pro Monat für die

Erwärmung des Frischwassers aufgewendet. Dieser hohe Verlustanteil resultiert einerseits aus den örtlichen und gleichzeitig kaum veränderbaren Gegebenheiten bei der Warmwasserbereitungsanlage UKH Graz (geringe Energiedichten, lange Rohrleitungen, örtliche Positionierung der Wärmeerzeuger, etc.) und andererseits aus erschließbaren Optimierungspotenzialen.

Die Zirkulationsverluste betragen im Monatsmittel rund 58 MWh bzw. 63% des Gesamtenergieeintrags. Diese hohen Verluste sind unmittelbar auf die langen Rohrleitungslängen, rund 500 m, zwischen UKH Graz, als Wärmeverbraucher, und dem Heizhaus zurückzuführen. Da die Dämmung der Verrohrungen bereits im Zuge der Sanierung optimiert wurde, ist aktuell keine weitreichende Verminderung dieser Zirkulationsverluste realisierbar. Ein mögliches Optimierungspotential der Wärmeverluste konnte jedoch beim Eintrag der Solarwärme auf das Frischwasser detektiert werden. Abbildung 161 zeigt einen Vergleich des Solareintrags in die Pufferspeicher mit der schlussendlich an das Frischwasser übertragenen Solarwärme. Gut ersichtlich ist, dass nur etwa 50 % der vom Kollektor generierten Wärme an das Frischwasser übertragen werden.

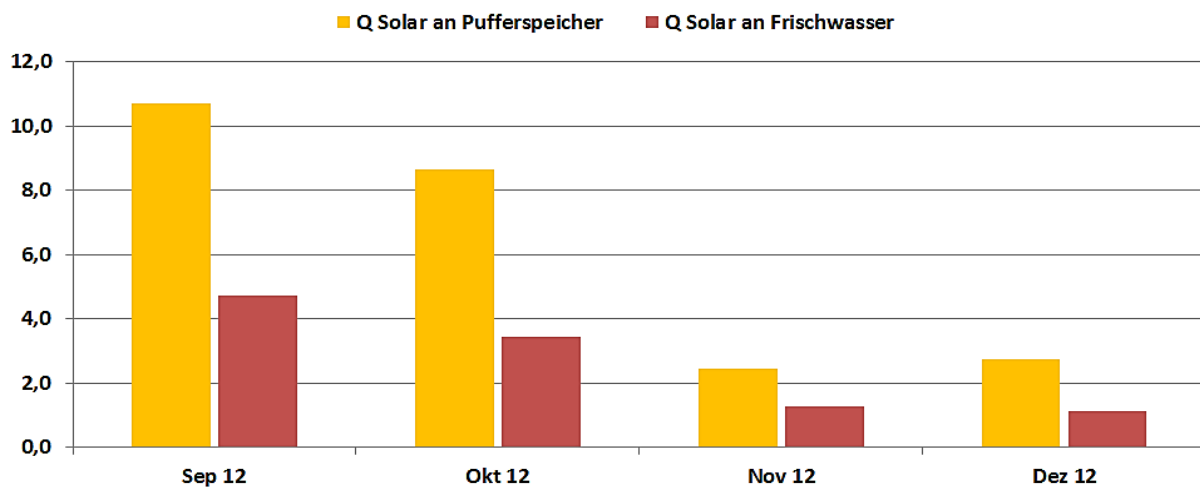


Abbildung 161: Wärmemengen von Solaranlage an Pufferspeicher sowie von Pufferspeicher an Frischwasser (September 2012 bis Dezember 2012)

Die relativ hohen Verluste sind unter anderem auf die Pufferspeicheranzahl (9 Stk. zu je 1.750 Liter) und dem daraus resultierenden, ungünstigen Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen zurückzuführen. Die Problemstellung des um zwei Drittel geringeren Warmwasserverbrauchs in Verbindung mit der Auslegung der Pumpe zwischen Pufferspeicher und Frischwasserwärmeübertrager trägt hier entscheidend zum Nichterreichen einer ausgeprägten Temperaturschichtung und somit zu hohen durchschnittlichen Speichertemperaturen bei. Darüber hinaus liegen auch große Entfernungen zwischen den Positionen der einzelnen Wärmeerzeuger und den jeweiligen Einspeisepunkten in das Warmwassererwärmungssystem vor, was die Wärmeverluste nochmals erheblich ansteigen lässt.

7.12.6 Anlagen Status Quo

Das einjährige Monitoringprogramm konnte bei der Anlage „UKH Graz“ mit Juli 2013 beendet werden. Im Betrachtungszeitraum konnten einzelne Optimierungsmaßnahmen detektiert und umgesetzt werden. Durch den Umbau der Anlagenhydraulik bzw. der Neueinbindung von Abwärmepotentialen konnte deutlich eine Verbesserung in der Betriebsweise der solarthermischen Anlage als auch eine Effizienzsteigerung des gesamten Wärmebereitungssystems erreicht werden. Des Weiteren konnte ein Fehler in der der Pumpenregelung im Solarsekundärkreis detektiert und behoben werden. Nach Abschluss der einjährigen Monitoringphase besteht bei der Anlage dennoch weiteres

Optimierungspotential. Ein zentraler Aspekt gilt hier der Wärmeverlustminimierung im gesamten Versorgungssystem.

Ein Aspekt ist dabei die Umsetzung einer Lösung zur Anpassung des Volumenstroms im Pufferspeicherkreislauf an die jeweilige Warmwasserzapfmenge. Damit könnte eine an die Kaltwassertemperatur angenäherte Rücklaufemperatur erreicht werden, wodurch große Teile des Speichervolumens kühl gehalten werden könnte. Weiters würde dadurch das Temperaturniveau für den Betrieb der Kollektoranlage gesenkt und bessere Kollektorwirkungsgrade könnten erreicht werden. Da laut Betreiber jedoch nicht abgeschätzt werden kann, in wie weit sich der Warmwasserbedarf zukünftig verändert (eine Verdoppelung des Warmwasserbedarfs könnte ev. durch einen weiteren Abnehmer erzielt werden), sind weitere Optimierungsoptionen (z.B. der Einbau einer zusätzlichen, kleineren Schwachlastpumpe) bis zum Ende der einjährigen Monitoringphase nicht umgesetzt worden.