

## PUBLIZIERBARER Endbericht

(gilt für die Programm Mustersanierung und große Solaranlagen)

### A) Projektdaten

<b>Titel:</b>	Solarthermie –Tiroler Flughafenbetriebs GmbH
<b>Programm:</b>	Solare Großanlagen – Solare Prozesswärme
<b>Dauer:</b>	Oktober 2013 – Mai 2014
<b>Koordinator/ Projekteinreicher:</b>	Tiroler Flughafenbetriebsgesellschaft m.b.H. In Zusammenarbeit mit Heinz Peter Stössel GmbH
<b>Kontaktperson Name:</b>	Florian Flunger / Heinz Peter Stössel
<b>Kontaktperson Adresse:</b>	Fürstenweg 180, 6020 Innsbruck
<b>Kontaktperson Telefon:</b>	0512 22525 114
<b>Kontaktperson E-Mail:</b>	florian.flunger@innsbruck-airport.com
<b>Projekt- und Kooperationspartner (inkl. Bundesland):</b>	Hauptauftragnehmer: Paradigma Österreich Energietechnik GmbH & Co KG (Vorarlberg) Elektro Schiller GmbH (Tirol) Strabag Niederlassung Innsbruck (Tirol)
<b>Adresse Investitionsprojekt:</b>	Fürstenweg 180 6020 Innsbruck
<b>Projektwebsite:</b>	
<b>Schlagwörter:</b>	Solarthermie
<b>Projektgesamtkosten:</b>	295.104,27 € exkl Eigenleistungen
<b>Fördersumme:</b>	101.387,00 €
<b>Klimafonds-Nr:</b>	KR13ST4K11303
<b>Erstellt am:</b>	21.12.2015

## B) Projektübersicht

### 1 Executive Summary

Das Projekt Solarthermie hat es zum Ziel, den Einsatz von Primärenergieträgern, wie Gas und Strom, zu verringern. Hierfür wird für die Erwärmung des Heißwassers die Sonnenenergie herangezogen. Diese Energie wird in mehreren Speichern gepuffert und schlussendlich an das Brauchwasser weitergegeben.

Das für diese Aufgabe gewählte System ist ein Vakuumröhrenkollektorsystem, welches als Arbeitsmedium entsalztes Wasser nutzt. Die Besonderheit dieses Systems ist neben einem hohen Kollektorwirkungsgrad vor allem auch bei Streulicht und nicht optimalen Sonneneinstrahlungswinkel, ist eben der Verzicht auf ein Frostschutzmittel im Arbeitsmedium. Dadurch kommen die Nachteile der Frostschutzmedien nicht zum Tragen. Die Frostsicherheit wird regeltechnisch gewährleistet.

Eine weitere Aufgabenstellung an die Kollektoren war, dass gewährleistet werden musste, dass Luftfahrzeuge nicht durch zurückgeworfenes Sonnenlicht geblendet werden. Dies ist für den reibungslosen Flugbetrieb unabdingbar, da sich die Anlage auf einem Flughafengebäude und damit im Blickfeld von einer der Anflugrouten, welche südlich des Flughafengeländes entlang führt, befindet. In diesem Zusammenhang hat die Anlage einen Vorbildcharakter für weitere Flughäfen, da der Nachweis dessen einen der Schlüsselfaktoren für ein derartiges Projekt darstellt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Gestaltung dieser Anlage war, dass das neue System als einfache hydraulische Einbindung in das bestehende Versorgungsnetz für Heißwasser integriert werden musste, wobei ein derartiges Projekt bei der ursprünglichen Planung nicht vorgesehen war, ein derartiges Projekt bei der ursprünglichen Planung des Altbestandes nicht vorgesehen war. Auf Grund der Größe des bestehenden Systems war bei der Planung zu beachten, dass einerseits mit Temperaturen zwischen 55°C und 65°C als Arbeitstemperatur gearbeitet werden muss und andererseits mit entsprechenden Transporteffekten gerechnet werden muss. Daraus ergibt sich auch, dass eine entsprechende Vorlauftemperatur seitens des Solarkreislaufes notwendig ist. Dieses Netz versorgt die Großküche für den Restaurantbetrieb als ganzjährigen Hauptabnehmer. Zusätzlich werden die Sanitärgruppen im gesamten Hauptbereich des Flughafengebäudes gespeist. Auf Grund der ganzjährigen Betriebszeiten von 5 Uhr bis 23 Uhr ist eine hohe Verfügbarkeit zwingend erforderlich.

Des Weiteren wird die Anlage als Pilotprojekt für weitere Nutzung gesehen. Beispielsweise ist derzeit eine Nutzung in Kombination mit einer Absorptionskälteanlage für den Kühlbetrieb angedacht, da die derzeitige Grundwasserkühlung an die Kapazitätsgrenzen stößt, die einen hohen Grad an Multiplizierbarkeit für vergleichbare Flughäfen bzw. Großküchen in der Unterstützung bestehender Heißwasserprozesse angedacht.

### 2 Hintergrund und Zielsetzung

Die Ausgangslage war in den bestehenden Prozess eine solarthermische Anlage zu integrieren und mittels und mittels solaren Deckungsgrades die konventionellen Primärenergieträger Strom und Erdgas zu mehr 65% zu substituieren. Ausgehend von den bestehenden Energiemessungen, welche ergeben haben, dass im Durchschnitt 8 m<sup>3</sup>/Tag Brauchwasser bei 55°C verbraucht wird, wurde die Anlage dimensioniert.

Basierend auf der Situierung der Anlage innerhalb des Flughafengeländes in einer Entfernung von ca. 370m zur Start- und Landepiste ergibt sich eine für den Flughafenbetrieb spezifische Anwendung – die Blendungsfreiheit für Luftfahrzeuge. Neben der betriebsinternen Vorgabe kommt diesem Punkt einer besonderen Bedeutung im Errichtungsbescheid der österreichischen Zivilluftfahrtbehörde zu, da dieser vorsieht bei jeglicher Beeinträchtigung des Flugverkehrs, Maßnahmen zu ergreifen, diese Störungen zu unterbinden.

Ein weiterer Aspekt bei der Konzeption der Anlage ist, dass die Heißwasserversorgung ganzjährig gewährleistet werden muss. Dementsprechend hat bei der Planung die Ausfalls- und Betriebssicherheit oberste Priorität. Zusätzlich ist es notwendig, dass sowohl die Primärseite (Solarkreislauf entspricht dem Pufferladekreis) als auch die Sekundärseite (Entladekreis), sowie die Tertiärseite (Heißwasserkreis) vollautomatisch ohne manuellen Eingriff betrieben wird.

Eine weitere Vorgabe, welche sich aus dem Verwendungszweck heraus ergibt, ist, dass für die Speisung des Versorgungsnetzes eine relativ hohe Vorlauftemperatur notwendig ist. Daher muss bereits bei der Planung berücksichtigt werden, dass für diesen Anwendungszweck kein Niedertemperatursystem in Frage kommt, sondern einerseits ein hoher Kollektorwirkungsgrad notwendig ist und die Regelung dahingehend optimiert wird, dass das Arbeitsmedium nur aus dem Kollektor genommen wird, wenn eine hohe Temperatur vorliegt.

### 3 Projektinhalt

Das bereits existierende System für die Heißwasserversorgung basiert auf der Konzeptionierung aus Mitte der 90er Jahren. In diesem Konzept ist eine zentrale Heißwasserversorgung mit einem Verteilungsnetz auf einem hohen Temperaturniveau von bis zu 65 °C vorgesehen. Mittels des darin geplanten Netzes werden der gesamte Passagierbereich, der Mannschaftsbereich inklusive Mannschaftsküche und Sanitärgruppen (mit Dusch- und WC-Anlagen), sowie die für den Restaurantbetrieb notwendige Großküche versorgt. In diesem Konzept erfolgt die Energiebereitstellung über ein System von zwei verschiedenen Versorgungsmöglichkeiten. Die genutzten Primärenergieträger sind Erdgas und Elektrizität, sodass zwischen dem Erdgaskessel und den elektrischen Heizpatronen gewählt werden kann.

Mittels des vorliegenden Projekts zur Integration einer solarthermischen Anlage sollen die bisher genutzten Energieträger, welche für den Prozess der Heißwassergenerierung eingesetzt werden, im ganzjährigen Mittel zu mehr als 65% mit solarer Energie substituieren werden. Hierfür werden im Rahmen des Projektes Solarkollektoren im Bereich der Multifunktionshalle des Flughafens Innsbrucks montiert. Dieser Standort wurde auf Grund der räumlichen Nähe zum zentralen Heiz- und Verteilerraum gewählt. Allerdings musste hierfür für die Installationen und Pufferspeicher eine Bauform und Aufstellungsvariante gefunden werden, welche Platz sparend ist und den zukünftige Ausbausritten nicht zuwider steht. Dies ist ein weiterer Aspekt, wieso es wichtig ist, dass die Pufferspeicher auf einem hohen Temperaturniveau betrieben werden können. Daraus folgend kann das Speichervolumen reduziert werden, indem die zulässigen Temperaturen in den Pufferspeichern erhöht wird.

Die gewählte Kollektorbauform ist der Vakuumröhrenkollektor mit parabolischen Spiegeln. Die Reflektoren bewirken, dass das einfallende Licht im Brennpunkt, welcher sich auf der Vakuumröhre befindet, gebündelt wird. Insgesamt wird von diesen Kollektoren eine Gesamtbruttofläche von 207,06 m<sup>2</sup> verbaut. Das gesamte System ist mit entsalztem Wasser gefüllt. Besonders ist hierbei der Verzicht auf Frostschutzmittel wie Glykol. Der Frostschutz wird regelungstechnisch gewährleistet. Dies bedeutet im Detail, dass Wasser aus dem unteren und somit kälteren Bereich der Pufferspeicher im Bedarfsfall entnommen wird. Die Frostgefahr wird zusätzlich durch die Maßnahme verringert, dass wasserführende Rohrleitungen im Innenbereich des Gebäudes geführt werden. Der Anschluss der Kollektorguppen erfolgt über kurze Stichleitungen. Die gewonnene Energie wird in zwei Pufferspeicher zu je 5 m<sup>3</sup> zwischengespeichert, um im Anforderungsfall den Wärmebedarf decken zu können.

Das Arbeitsmedium Wasser bietet gegenüber marktüblichen Frostschutzmitteln folgende Vorteile:

- Wasser ist chemisch stabil: Wasser ist auch bei thermischer Belastung und bei Phasenübergängen (Evaporieren und Kondensieren) chemisch stabil. Im Gegensatz dazu kommt es bei organischen Frostschutzmitteln zu Vorgängen, welche vergleichbar mit dem Cracken aus der Petrochemie sind. Dadurch verlieren diese Mittel die Eigenschaften des tiefen Gefrierpunktes.

- Wasser ist nicht aggressiv gegenüber Werkstoffen: Bei wasserbasierenden Systemen können verschweißte Stahlleitungen verbaut werden.
- Wasser hat eine höhere spezifische Wärmekapazität und eine niedrigere Viskosität als marktübliche Frostschutzmittel: Es kann mehr Energie mit dem gleichen Massenstrom von Wasser als von Glykol transportiert werden. Gleichzeitig ist weniger Energie nötig, um die gleiche Menge Wasser als Glykol zu befördern.

Die im Rahmen dieses Projektes erbaute Anlage verringert einerseits den Einsatz von nicht erneuerbaren Energieträgern drastisch, dient aber auch andererseits dazu, um Erfahrungswerte und gemessene Daten für mögliche weitere Ausbaustufen zu gewinnen. Ein interessanter Aspekt bei dieser Anlage liegt darin, dass möglicherweise reflektierende Bauteile in unmittelbarer Nähe zur Start- und Landebahn verbaut werden. Es wird zukünftig interessant sein, ob sich die Anlage auf den Flugverkehr nachteilig auswirken wird. Vor der Systementscheidung wurden betriebsinterne Tests durchgeführt, welche nicht auf Auswirkungen auf den Flugbetrieb schließen lassen. Die Blendtests waren durchwegs positiv. Trotzdem wird es zu beobachten sein, ob auf Grund verschiedener Sonnenstände es zu Rückmeldungen seitens der Piloten oder der Fluglotsen kommt. Vom derzeitigen Stand der Erkenntnisse aus ist nicht damit zu rechnen, deshalb wurde auch eine luftfahrtsrechtliche Errichtungsbewilligung erteilt, welche die rechtliche Grundlage für den Bau der Anlage bildet.

Eine weitere Funktion der Anlage wird die Erhebung von Messdaten sein, um eine solide Basis für die Entscheidungsfindung für die mögliche Ausweitung auf andere Wärmeprozesse am Flughafen Innsbruck. Besonders von Interesse wird hierbei die Möglichkeit der Kombination der Heizungsunterstützung und der Gewinnung von Kühlenergie mittels Absorptionskälteanlagen sein. Dies ist zukünftig ein interessanter Ansatz, um auf ökologische Art und Weise Kühlenergie für die Gebäudeklimatisierung zu gewinnen. Speziell in diese Richtung wird es notwendig sein, weitere Daten zu gewinnen und es ist die Möglichkeit in Erwägung zu ziehen, ausgehend von jenen aus dieser Anlage gewonnenen Daten eine Pilotanlage zu errichten. Die Anforderungen an die Gebäudeklimatisierung werden künftig weiter steigen, seien es aus der Sicht des erhöhten Komforts oder aus rechtlicher Sicht, wie beispielsweise der Vorschriften über die Gestaltung von Arbeitsplätzen. Gerade in diesem Bereich ist es für Flughafenbetriebe im Allgemeinen wichtig, ökologische und ökonomische Wege zu finden.

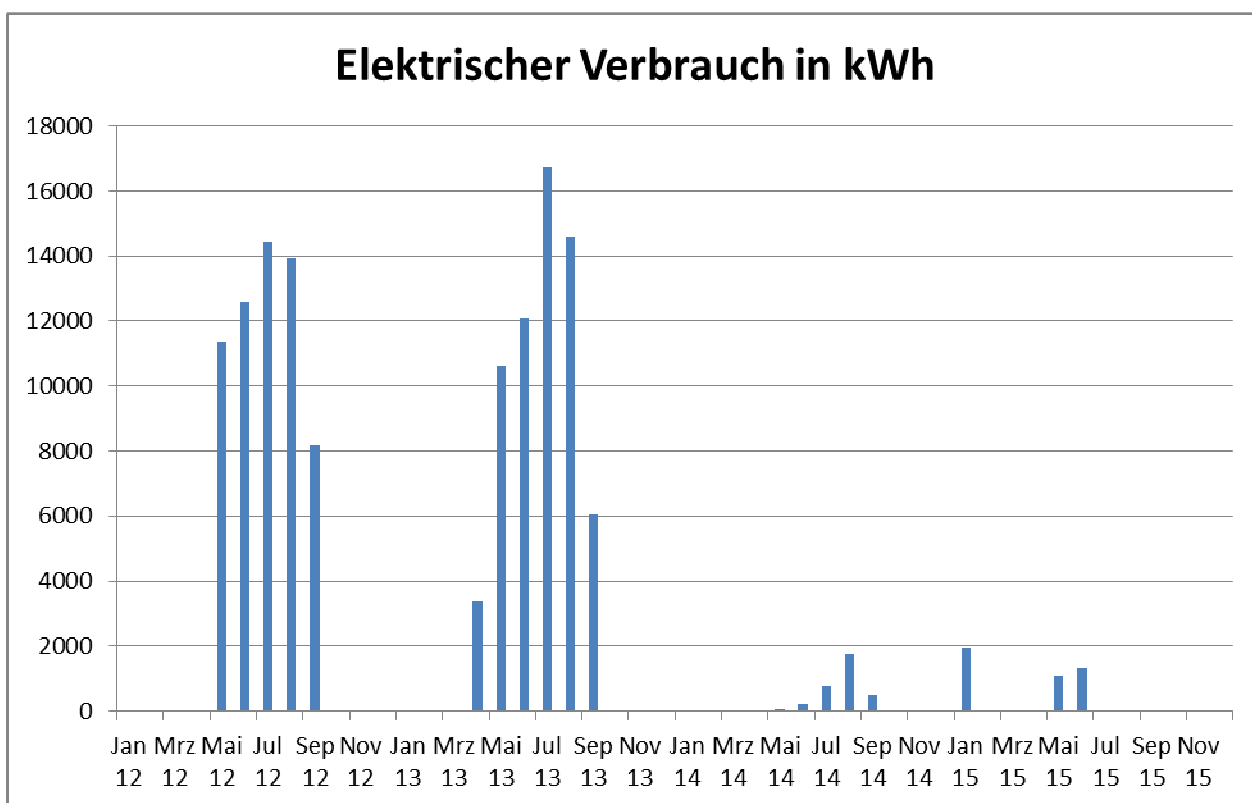
## 4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Aufgabenstellungen an dieses Projekt waren sowohl organisatorischer als auch technischer Natur. Die grundlegenden Fragen waren folgende:

1. Kommt es zu einer Veränderung der Sichtverhältnisse im Landeanflug der Luftfahrzeuge? Sollte es zu Rückmeldungen seitens der Piloten oder der Austria Control kommen, müssen diese entsprechend dokumentiert, ausgewertet und aus den Ergebnissen die notwendigen Maßnahmen abgeleitet werden.
2. Wie ist der Wirkungsgrad bei nicht optimaler Sonneneinstrahlung? Dies ist besonders von Interesse, da der Flughafen Innsbruck einen ganzjährigen Betrieb hat und das größte Passagieraufkommen in den Wintermonaten vorweist.
3. Wie verhält sich das eingespeiste Temperaturniveau über das gesamte Jahr gesehen? Diese Messreihe soll eine Aussage dahingehend treffen, ob eine solarthermische Anlage eine mögliche Ergänzung zum für das betriebsinterne Hochtemperaturnetz sein kann. Da sich das Heiznetz über das gesamte südseitige Flughafenareal erstreckt, muss dieses mit Temperaturen von ca. 80 °C gespeist werden.
4. Wie lässt sich im Sommer überschüssige Energie in weiteren Prozessen nutzen? Eine an dieser Anlage durchgeführte Messreihe soll Aufschluss über das Nutzungspotential der Solarthermie in Kombination mit Absorptionskälteanlagen geben. Besonders von Interesse ist hierbei neben der Gesamtleistung auch das nutzbare Temperaturniveau, da sekundäre Prozesse von einer hohen Temperatur profitieren.

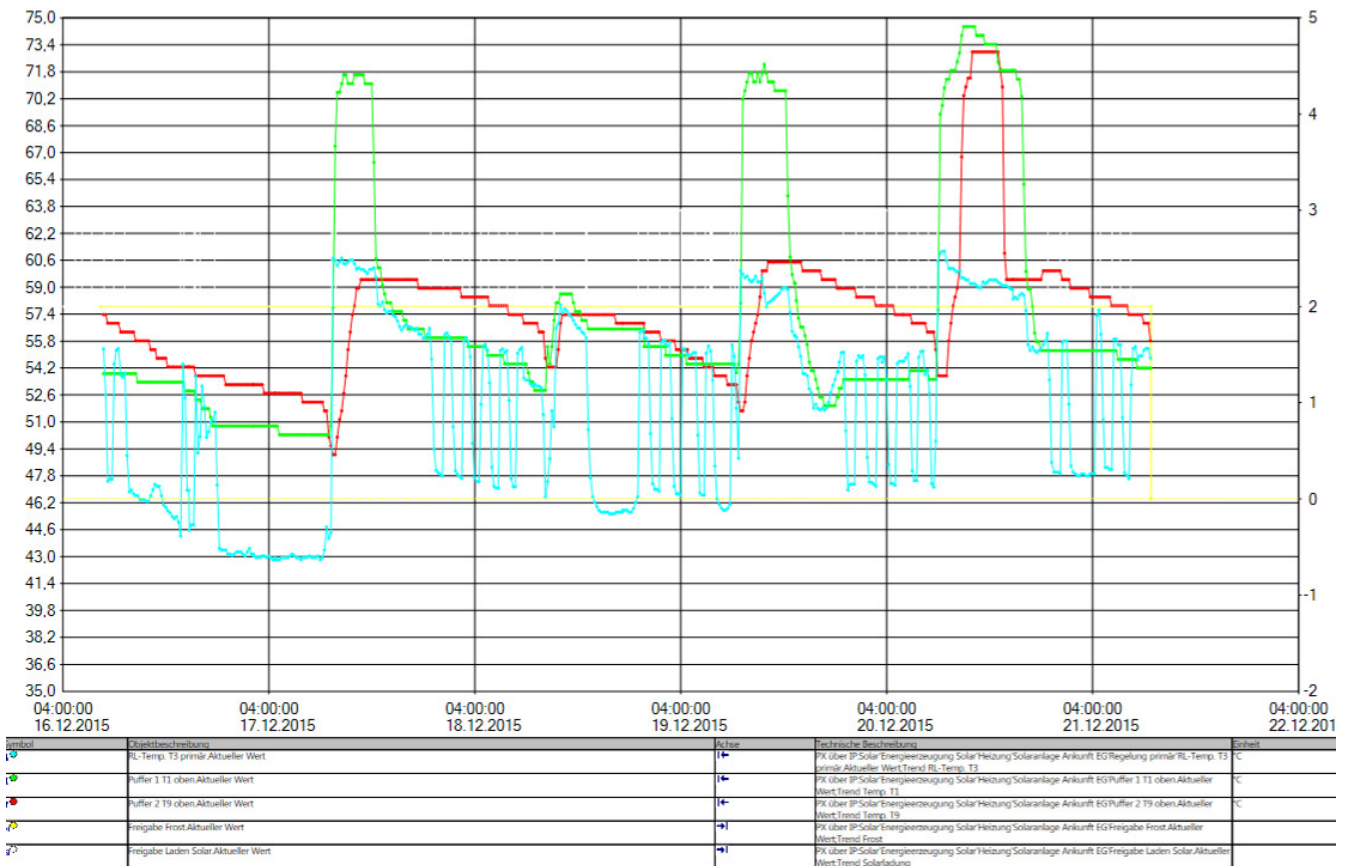
Punkt 1: Hinsichtlich der Fragestellung, ob sich die Sichtverhältnisse für die Luftfahrzeuge geändert haben, kann berichtet werden, dass es seitens der ACG, der Behörde oder anfliegender PilotInnen keine Beschwerden oder Meldungen vorliegen. Dieser Aspekt ist für den Erfolg des Projektes besonders wichtig, da seitens der Genehmigungsbehörde gesondert darauf eingegangen wurde und im Errichtungsbewilligungsbescheid auch festgelegt wurde, dass im Falle von optischen Störwirkungen auf Luftfahrttreibende sowie Angestellte der Flugsicherungsstelle die Anlage rückgebaut werden müsste.

Punkt 2: Bis dato wurden rund 189.854 kWh in das bestehende Netz eingespeist. Im Vergleichszeitraum wurde der Verbrauch der elektrischen Energie von 60.506 kWh im Jahr 2012 bzw. 63.463 kWh im Jahr 2013 auf 3.301 kWh im Jahr 2014 bzw. 4318 kWh im Jahr 2015 drastisch reduziert werden. Das ergibt im Zeitraum 2014 und 2015 eine Ersparnis an elektrischer Energie von etwa 116.350 kWh. Die Schwankungen innerhalb der Jahre kann vor allem dadurch erklärt werden, dass die Umstellung von der kalorischen Energieerzeugung auf elektrische Energie im Jahr 2012 im Mai und im Jahr 2013 bereits im April erfolgte.



Die restlichen 73.504 kWh wurden in der Winterperiode von Oktober bis April eingespart. Die gesamten Sonnenstunden in Innsbruck sind im Zeitraum von Jänner 2014 bis Dezember 2015 3980 Stunden, wobei sich auf die Winterperioden insgesamt 1909 Stunden verteilen. Die Ertragssimulation prognostiziert in der Winterperiode einen Ertrag von 39.000 kWh. Der Vergleich zwischen Prognose und tatsächlichem Ertrag zeigt, dass im Zeitraum von Jänner 2014 bis Dezember 2015 sich die erwartete Menge in etwa bestätigt hat. Zu beachten ist, dass zur Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts keine Werte von zwei vollständigen Winterperioden vorlagen.

Punkt 3: Wie in der nächsten Grafik ersichtlich wird auch in der Winterperiode der Speicher auf bis zu 75 °C aufgeladen. Grün dargestellt ist die Temperatur des primären Speichers und rot des sekundären.



Aus diesen Messwerten lässt sich ableiten, dass die Solaranlage eine mögliche Ergänzung zum bestehenden Hochtemperaturnetz darstellt. Ergänzend ist hinzuzufügen, dass bei einem weiteren Ausbau ein gesamtheitliches Konzept entwickelt werden muss, welches neben der Heizungsunterstützung auf der Hochtemperaturseite während der Heizperiode auch die Nutzung des erhöhten solaren Ertrages während der Sommerperiode beinhaltet. Eine potentielle Anwendung könnte hier die Gebäudekühlung mit Absorptionskältemaschinen sein. Diese benötigen für einen effizienten Betrieb zumindest eine Vorlauftemperatur der Heißwasserseite von ca. 65 °C, wobei sich der COP mit steigender Temperatur verbessert.

Punkt 4: Wie bereits in Punkt 3 erwähnt ist eine mögliche Nutzung der überschüssigen Energie im Sommer die Gebäudekühlung mittels Absorptionskältemaschinen.

Das System der Solaranlage ist auf Grund ihrer Konzeption für eine Hochtemperaturanwendung sehr gut geeignet. Erstens weisen Vakuumröhrenkollektoren eine höhere Leistungsdichte als Flachkollektoren auf. Zweitens kann die Regelung darauf parametrisiert werden, dass der primäre Ladekreislauf (Kollektorseite) erst aktiviert wird, wenn eine voreinstellbare Temperatur im Kollektor erreicht wird. Drittens ist das Medium Wasser auch chemisch stabil gegenüber hohen Temperaturen. Daraus lässt sich ableiten, dass die Kombination aus Vakuumröhrenkollektor und Absorptionskältemaschine sinnvoll ist.

Ein wesentlicher Aspekt bei dieser Nutzung ist jedoch, dass die Integration in die bestehende Kühlanlage eine wesentliche Änderung darstellt. Allerdings wird diese Möglichkeit für zukünftige Neuprojekte in Betracht gezogen.

Abschließend leiten sich aus dem vorliegen Projekt folgende mögliche zukünftige Anwendungsbereiche ab:

1. Heizungsunterstützung: Speziell in den Randzeiten der Heizperiode ist bei einer entsprechenden Auslegung der Solaranlage sinnvoll, da sich in diesem Zeitraum der Heizbedarf meist auf die Nacht- bzw. Morgenstunden beschränkt und dieser aus entsprechenden Pufferspeichern gespeist werden könnte.

2. Gebäudekühlung: Aus der zusätzlich verfügbaren Energie aus der Gebäudekühlung leitet sich die Notwendigkeit ab, die zusätzlich frei werdende Energie außerhalb der Heizperiode zu nutzen. Dies ist über einen Ausbau der der Kühlung mittels Absorptionskältemaschinen möglich. Speziell die angewandte Technologie der Vakuumröhrenkollektoren eignet sich dafür. Zusätzlich ist gleichzeitig zwischen Kühlbedarf und hohen solaren Ertrag gegeben.
3. Speichertechnologien. Interessant wird es zu beobachten sein, welche Speichertechnologien für eine mittelfristige Speicherung von Wärmeenergien zur Verfügung stehen. Dies wird vor Allem in der Sommerperiode interessant, da durch eine zusätzliche Speichermöglichkeit, die Heizungsunterstützung weiter ausgebaut werden könnte.

## **C) Projektdetails**

### **5 Arbeits- und Zeitplan**

Planungsbeginn: Jänner 2013

Ausschreibung der Arbeiten: März/April 2013

Montagebeginn: 27.9.2013

Abnahme der Anlage: 18.3.2014

### **6 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten**

Derzeit haben sich aus diesem Projekt noch keine weiteren Publikationen ergeben.

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.