

Umstellung eines Campingplatzes auf solare Energieversorgung

Sebastian Latz, Stefan Maas

Universität Luxemburg, L-1359 Luxemburg, E-Mail: sebastian.latz@uni.lu

Einleitung

Der fortschreitende Klimawandel verlangt ein Umschwenken, weg von der fossilen Energieversorgung und hin zu den Erneuerbaren, wobei nachhaltige Tourismusangebote auch verstärkt einbezogen werden müssen.

Der Campingplatz Treviris liegt auf dem Gelände des Rudervereins Treviris Trier und verzeichnet jährlich von Mitte April bis Mitte Oktober zwischen 40 und 50.000 Übernachtungen. Im Zuge des Neubaus des Bootshauses wird der vorhandene Gasanschluss zurückgebaut und die gesamte Wärme- und Stromversorgung der Liegenschaft soll auf regenerative Energien umgestellt werden. So soll der Bedarf des Campingplatzes, des Bootshauses (KfW 40 EE), der angegliederten Wohnbebauung mit zehn Wohneinheiten (KfW 40+) sowie mehrere Ladestationen emissionsneutral durch Sonnenenergie versorgt werden. Hauptbestandteile des Konzeptes sind eine 99 kWpeak PV Anlage mit 90 kWh Batteriespeicher sowie zwei Wärmepumpen, die um eine 90 m² hybride solarthermische Photovoltaikanlage (PVT) auf dem Campingplatz ergänzt werden soll.

Insbesondere die Warmwasserversorgung des Campingplatzes ist hierbei eine Herausforderung, da die auftretenden Leistungsspitzen von 4m³ Warmwasser (WW) in 2 h nicht ausschließlich mittels Wärmepumpe bereitgestellt werden können. Es wird auf Wärmespeicher mit zentraler Frischwasserstation zurückgegriffen.

Liegenschaftsenergiekonzept

Die Medienversorgung (Strom, Wasser, Gas) des Campingplatz Treviris erfolgt über das Bootshaus des Rudervereins Treviris Trier (RVT). Im Zuge des Neubaus des Bootshauses wird der bestehende Gasanschluss zurückgebaut und alle gasbefeuelten Wärmeerzeuger sollen durch Wärmepumpen ersetzt werden.

Um zu gewährleisten kann das tatsächlich nachhaltiger Strom zum Einsatz kommt, sollen alle zu Verfügung stehenden Dachflächen zur Erzeugung von Strom mittels PV Anlagen genutzt werden.

Die nachhaltige elektrische Versorgung der einzelnen Verbraucher soll mit Hilfe eines Mieterstromkonzeptes und dem Nachkauf von regenerativ erzeugtem Strom umgesetzt werden. Um die lokale Nutzung des PV Stroms zu erhöhen soll ein zentraler Batteriespeicher mit 90 kWh Kapazität zum Einsatz kommen.

Folgende Abbildung zeigt das Messkonzept für die 18 geplanten Zählstellen mit folgenden Abkürzungen:

- HAK = Hausanschlusskasten
- PV = Photovoltaik
- WP = Wärmepumpe
- WW = Warmwasser

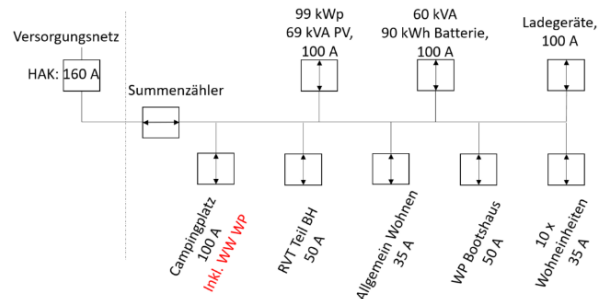


Abbildung 1: Strom - Messkonzept der Liegenschaft

Folglich steht dem Campingplatz eine 100 A starke Stromversorgung zur Deckung des Gesamtbedarfs zur Verfügung.

Der Stromverbrauch ist aus den Vorjahren bekannt und teilt sich wie folgt auf:

- Administration ~ 5.000 kWh
- Versorgung der Stellplätze ~ 25.000 kWh
- Wärmepumpe Sanitärgebäude ~ 20.000 kWh

Der maximale Leistungsbedarf der Wärmepumpe liegt bei 13 kVA und sie benötigt somit maximal 19 A.

Die Betriebszeit des Campingplatzes ist von Mitte April bis Mitte Oktober und deckt sich somit gut mit dem Ertrag aus der PV Anlage. Der Höhepunkt der Auslastung wird üblicherweise in der Sommerferienzeit im August erreicht.

Wärmeversorgung Campingplatz

Wärmebedarf

Bisher wurde der Wärmebedarf des Sanitärgebäudes auf dem Campingplatz mittels Gas-Brennwert-Geräten sowie mit Hilfe eines 3 m³ Pufferspeichers und Frischwasserstationen gedeckt. Folgende Eckdaten sind aus den vergangenen Jahren bekannt:

- Gasverbrauch bis zu 5.000 m³/a
- Warmwasserbedarf pro Saison ca. 1.000 m³
- Spitzenbedarf am Morgen bis zu 4,2 m³ in 2 h
- Maximaler Tagesbedarf – bis zu 10,5 m³

Die Auslauftemperatur liegt bei 38 °C. Die Zulufttemperatur in den Wärmeerzeuger bei ca. 10 °C. Auch wenn sie

im Sommer oft höher liegt, wurde dies als Sicherheit einkalkuliert. Daraus ergibt sich folgender maximaler Wärmebedarf am Morgen bzw. im Tagesverlauf:

$$Q_{2h/Tag} = m_{Wasser} * c_{Wasser} * \Delta\vartheta \quad [kWh] \quad (1)$$

c_{Wasser} Spezifische Wärmekapazität 1,162 kWh/kg*K

$\Delta\vartheta$ Temperaturdifferenz = 28 K

Q_{2h} = 137 kWh

Q_{Tag} = 341 kWh

Wärmeerzeuger

Basierend auf dem maximalen Tagesbedarf, der vorhandenen Speichergröße von 3 m³ und einem Stundenprofil eines Tages mit maximalem Warmwasserbedarf von 10,5 m³ wurde eine Wasser-Wasser Wärmepumpe mit 35 kW thermischer Leistung ausgewählt (graue Linie), die eine Vorlauftemperatur von mind. 70 °C erreicht. Dies führt zu folgendem Temperaturverlauf im Speicher (blaue Linie):

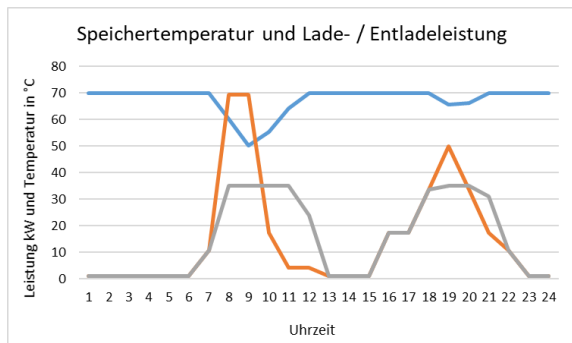


Abbildung 2: Temperaturverlauf im Pufferspeicher

Vor allem durch die Lastspitze am Morgen (orangene Linie) reduziert sich die mittlere Temperatur im Speicher von 70 auf bis zu 50 °C. Somit ist weiterhin eine einwandfreie Funktion der im Gegenstromprinzip funktionierenden Frischwasser Stationen gegeben. Diese benötigt eine Heizwassertemperatur von 48 °C um bei einer Zulufttemperatur von 10 °C 40 °C Warmwasser bereitzustellen.

Folgende Abbildung zeigt die Einsatzgrenzen der ausgewählten Wärmepumpe:

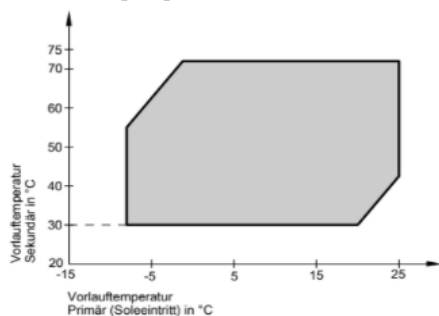


Abbildung 3: Einsatzgrenzen der Vitocal 350-G Pro [1]

An den Einsatzgrenzen der Wärmepumpe lässt sich deutlich erkennen, dass die Temperatur der Wärmequelle nicht 25 °C überschritten werden darf, da es bei einer Überschreitung im Kältekreislauf zu Druckproblemen und in der Folge zu einer Notabschaltung kommt. Das ausgewählte Wärmepumpenmodell löst dieses Problem mit einem internen Mischer, wodurch die Temperatur des vorgeschalteten Puffers (Quellseite) auch höhere Temperaturen annehmen darf, ohne dass es zur Druckabschaltung kommt.

Um 70 °C auf der Heizseite zu erreichen darf die Wärmequellentemperatur nicht unter 0°C sinken.

PVT Kollektoren

Da eine Luft-Wärmepumpe aufgrund der zu erwartenden Geräuschemissionen und eine Geothermiebohrung wegen der hohen Initialkosten auf dem Campingplatz ausscheiden, werden Strahlungs- bzw. kombinierte Konvektionsabsorber benötigt.

Bei der Auswahl fiel die Entscheidung für PVT Kollektoren. Diese sollen auf dem Sanitärgebäude je hälftig mit einer Neigung von 20 ° gegen Osten und Westen montiert werden. So kann eine verbesserte Abdeckung im Tagesverlauf erzielt werden.

Zum Einsatz kommen Consolar SOLINK PVT Kollektoren [2] mit den folgenden technischen Daten:

- 450 Wpeak pro Kollektor bei STC
- 2,25 m² Kollektorfläche
- 20 m² Wärmetauscherfläche unter dem PV Modul

Mit PVSol wurde der elektrische Ertrag aus 40 PVT Modulen (18 kWp) in Kombination mit einem 15 kVA Wechselrichter und den örtlichen Gegebenheiten errechnet:

- Der spezifische Jahresertrag erreicht 860 kWh/kWp
- Von April bis Oktober generiert die Anlage einen Ertrag von etwa 13 MWh_{el}

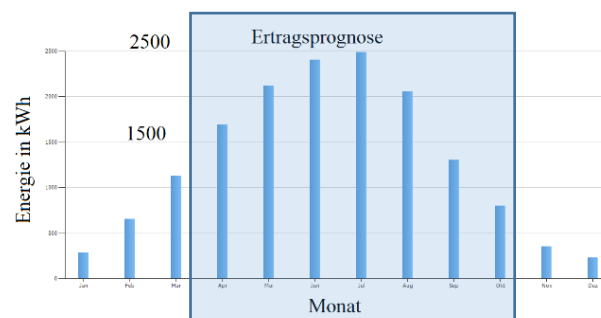


Abbildung 4: PV Ertragsprognose der PVT Kollektoren

Der thermische Ertrag der Kollektoren hängt von der Ausrichtung, Strahlungsintensität, Wind und dem Sonnenstand ab. Hier können keine pauschalen Angaben gemacht werden. Für das Simulationstool TRNSYS existiert ein Ansatz mittels standardisiertem Testverfahren Kollektorparameter zu ermitteln und diese in die Software einzupflegen [3]. Allerdings existieren für die aktuell verfügbaren PVT Kollektoren noch keine Datensätze.

Vereinfachend kann zur Abschätzung, ob die Wärmeübertragerfläche genügt, kann die benötigte Wärmeleistung durch das Produkt aus der gewählten Wärmeübertragerfläche, dem Wärmeübergangskoeffizient α und der ertragbaren Temperaturdifferenz berechnet werden. Ist diese Leistung größer als die maximale Kühlleistung der WP, ist das Kollektorfeld groß genug.

$$P_{th} = A_{Kollektor} * \alpha * \Delta\vartheta_{Luft/Medium} \text{ [kW]} \quad (2)$$

Der Wärmeübergangswert α ist vor allem abhängig von der Windgeschwindigkeit. Ein Wert von $5 \text{ W/m}^2\text{K}$ kann als konservativ angenommen werden. Daraus ergibt sich für oben genannte Konstellation eine Temperaturdifferenz von etwa 6 K .

Fazit

Mit der vorgestellten Anlagenkonstellation kann der Wärmebedarf des Campingplatzes zumindest bilanziell regenerativ gedeckt werden. Die zentrale Batterie hilft bei der zeitlichen Deckung des Strombedarfs. Die Jahresarbeitszahl des Wärmepumpensystems wird sich gemäß den technischen Daten der gewählten Wärmepumpe und den zu erwartenden Temperaturen im Bereich von $2,3$ und $2,7$ bewegen.

Literatur

- [1] Technische Daten WP Vitocal 350-G Pro ,
URL: <https://www.viessmann.de/de/wohngebaeude/waerme-pumpe/grosswaermepumpen/vitocal-350-g-pro.html>
- [2] Technische Daten PVT Kollektor, URL:
<https://www.consolar.de/en/solink-heat-pump-collector/>
- [3] D. Jonas et al.: Performance modeling of PVT collectors: Implementation, validation and parameter identification approach using TRNSYS, Solar Energy, 2019

Curriculum Vitae

M. Eng.
Sebastian Latz



Ausbildung:

- 2009 Abitur am Burg-Gymnasium Schorndorf
- 2010-2016 Studium der Versorgungstechnik / TGA und des Energiemanagements an der Hochschule Trier
- 10/2017- Promotion zum Thema: Möglichkeiten und Grenzen der Innendämmung bei der Sanierung öffentlicher Gebäude an der Universität Luxemburg

Beruflicher Werdegang:

- 10/2016- Kuehne + Nagel Sarl, Contern / Lux
- 09/2017 Betriebsingenieur Gebäudetechnik

- 10/2017- Universität Luxemburg,
Fakultät für Naturwissenschaften, Technologie und Kommunikation,
wissenschaftlicher Mitarbeiter

CO – Autor

Prof. Dr.-Ing Stefan Maas, Universität Luxemburg