

Ertragsanalyse einer alpinen Photovoltaik-Anlage

Themenbereich 10

Philip EGGER¹, Harald SKOPETZ², Wolfgang WOYKE³
Fachhochschule Kufstein Tirol Bildungs GmbH

Motivation und zentrale Fragestellung

Im Zuge der österreichischen Energie- und Klimastrategie (#mission2030) wird in den nächsten Jahren ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien benötigt, um von 72 % auf 100 % Anteil am Strommix zu kommen [1].

In diesem Zusammenhang ist der Ausbau der Photovoltaik (PV) in Skigebieten eine interessante Option, da sich der tägliche Verlauf des Strombedarfs eines Skigebietes und die Erzeugungsstruktur alpiner PV-Anlagen zeitlich auf ideale Weise ergänzen. Darüber hinaus stellt die Nutzung der vorhandenen Dach- und Fassadenflächen eine effiziente Doppelnutzung einer bereits verbrauchten Fläche im alpinen Raum dar.

Die Frage die sich stellt ist, welches Potential der alpine Raum für die PV birgt und wie sich PV-Anlagen in Höhenlagen hinsichtlich ihrer Erzeugungscharakteristik – saisonale Verteilung der Erträge und jährlicher Mehrertrag – von Anlagen in den Niederungen unterscheiden und wie sich diese Unterschiede qualitativ begründen lassen.

Methodische Vorgangsweise

In einem ersten Schritt werden die klimatischen Bedingungen im alpinen Raum qualitativ mittels Literaturrecherche ermittelt. Im Zuge dessen sind drei Faktoren zu nennen, welche sich besonders positiv auf eine PV-Anlage auswirken. Mit zunehmender Höhe nimmt die Strahlungsintensität durch eine geringer werdende Airmass⁴ und höhere Albedo-Werte⁵ infolge einer teils ganzjährigen Schneedeckung und häufiger vorkommenden Cloud Enhancement Events⁶ zu. Hinzu kommt, dass die absolute Anzahl der jährlichen Sonnenstunden höher ist als in Tallagen, da jene vor allem in den Übergangs- und Wintermonaten oft unter tiefhängenden Nebelschichten liegen. Der dritte positive Effekt liegt im vertikalen Temperaturgefälle der Troposphäre von rund 6,5 K/1.000 m.

In Summe führen diese Faktoren zu Einstrahlungsspitzen, welche die Solarkonstante deutlich übersteigen, bei gleichzeitig sehr niedrigen Temperaturen. Dies zeigt eine Analyse von meteorologischen Daten am Standort Sonnblick (3.109 M.ü.A), wo Spitzenwerte von knapp 1.700 W/m², bei Temperaturen um den Gefrierpunkt erreicht werden [2].

Diese Kombination führt dazu, dass die Leistung von PV-Anlagen im alpinen Raum deutlich höhere Werte annehmen kann als z.B. unter Standard Test Conditions⁷.

Der höhere Ertrag an Erzeugung kann anhand des Vergleichs der viertelstündlichen Ertragswerte (kWh/kWp) der hochalpinen Freiflächenanlage am Pitztaler Gletscher (2.900 M.ü.A.) mit einer zweiten PV-Anlage im Tal (Inzing, 625 M.ü.A.) nachgewiesen werden. Für den Vergleich der beiden Anlagen werden Durchschnittswerte aus den Jahren 2016 und 2017 gebildet, da die PV-Anlage am Pitztaler Gletscher erst Ende 2015 in Betrieb gegangen ist.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Analyse und der Vergleich der beiden Anlagen zeigt, dass die PV-Anlage am Pitztaler Gletscher mit einem Mehrertrag von 25 % nicht nur in Energieertrag und Leistung deutlich performanter ist als die Anlage in Inzing. Die Stromerzeugung der PV-Anlagen im Tal ist von einem signifikanten Sommermaximum und einem ebenso deutlichen Minimum im Winter geprägt (siehe Abbildung 1). Das Verhältnis zwischen dem ertragreichsten und dem ertragsärmsten Monat liegt bei 6:1. Der Anteil der im Winter erzeugten elektrischen Energie (Zeitraum: Oktober – März) in der jährlichen Erzeugung beträgt nur rund 30 % der Jahreserzeugung. Im Gegensatz dazu zeigt die Anlage am Pitztaler Gletscher eine unerwartete untypische monatliche Verteilung.

¹ Jungautor, Andreas Hofer-Straße 7, 6330 Kufstein, 05372 71819 205, Philip.Egger@fh-kufstein.ac.at

² Andreas Hofer-Straße 7, 6330 Kufstein, 05372 71819 215, Harald.Skopetz@fh-kufstein.ac.at

³ Andreas Hofer-Straße 7, 6330 Kufstein, 05372 71819 120, Wolfgang.Woyke@fh-kufstein.ac.at

⁴ Maßeinheit für die Schwächung der Solarstrahlung in Abhängigkeit der Weglänge durch die Atmosphäre

⁵ Maßeinheit für die reflektierte Strahlung in Abhängigkeit des Untergrundes

⁶ Strahlungsüberhöhungen, hervorgerufen durch Reflexionen an den scharfen Konturen von Schönwetterwolken

⁷ Genormte Umgebung zur Ermittlung der Modulleistung: Einstrahlung 1.000 W/m²; Modultemperatur 25 °C; Airmass 1,5;

Das Verhältnis zwischen dem ertragreichsten und dem ertragsärmsten Monat ist mit etwa 2:1 deutlich ausgewogener und der Anteil der im Winter erzeugten Strommenge erreicht Werte zwischen 40 % und 50 % der jährlichen Erzeugung. Dafür verantwortlich ist in erster Linie der positive Einfluss des Albedo-Effekts in Hochlagen und der gleichzeitig negative Effekt tiefhängender Nebelschichten (Inversion) in Tallagen.

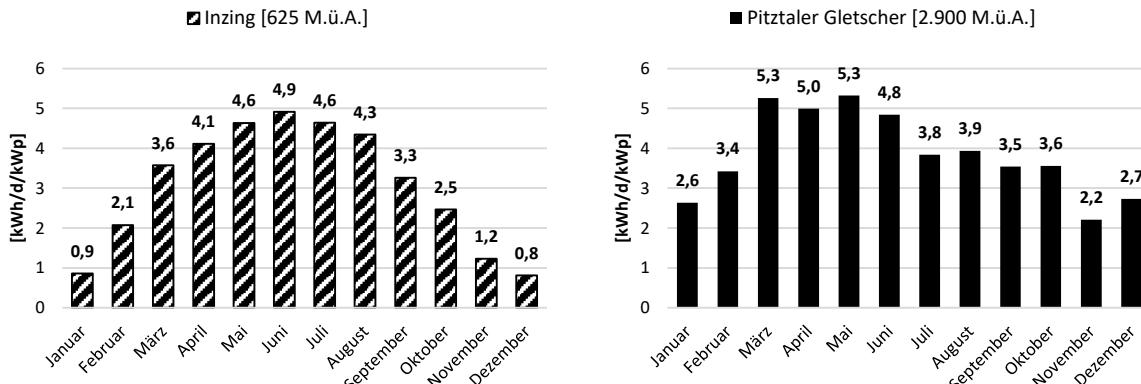


Abbildung 1: Mittlere spezifische Erträge pro Tag und Monat in Inzing und am Pitztaler Gletscher
(Durchschnittswerte der beiden Jahre 2016 und 2017)

Weiterführend bedarf es deshalb weitergehender Untersuchungen mit meteorologischen Daten an den beiden Standorten, um den Einfluss der lokalen Höhenlage auf den Ertrag der alpinen PV-Anlage identifizieren und bewerten zu können. Darüber hinaus müssen in einer Standortbewertung auch Aspekte des Bedarfs an elektrischer Leistung – Lage der großen Verbraucher (z.B. Liftanlagen) und der potentiellen PV-Flächen, sowie die örtliche Netztopologie – im Skigebiet berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass der PV-Strom direkt vor Ort verbraucht wird.

Derzeit gibt es erst wenige Skigebiete, welche mit alpiner PV einen Teil des hohen Energiebedarfs decken. Weitere Projekte alpiner PV der FH Kufstein und Betreibern von Skigebieten sind in Vorbereitung, um dieses Anwendungsgebiet weiter zu forcieren.

Mit allein 200 Skigebieten in Österreich [3], ist der Beitrag den die alpine PV zur Klima- und Energiestrategie leisten kann, nicht zu vernachlässigen.

Literatur

- [1] BMNT. 2018. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. #mission2030 - Die Klima- und Energiestrategie der Österreichischen Bundesregierung
- [2] Olefs, Marc. 2014 - 2015. PANGAEA. Data Publisher for Earth & Environmental Science. Basic measurements of radiation at station Sonnblick.
- [3] Mountain News GmbH. 2018. Skiinfo. Österreich Karte; Schweiz Karte. [Online] 2018. [Zitat vom: 20. 05 2018.] <https://at.skiinfo.com/skigebiet.html>.