



ERTRAGSANALYSE EINER ALPINEN PHOTOVOLTAIK ANLAGE

Philip EGGER Harald SKOPETZ Wolfgang WOYKE

Ausgangssituation



- » Österreichische Klima- und Energiestrategie
 - #mission2030 100% des nationalen Stromverbrauchs aus Erneuerbaren (bilanziell)
- → Massiver Ausbau der EE nötig, um von 72 % auf 100 % Anteil am nationalen Stromverbrauch zu kommen (bilanziell)¹

→ Photovoltaik in Skigebieten ist eine Ressource mit vielen positiven Aspekten!

- Hohe Lastgang-Kongruenz → Erzeugung und Frequentierung stark wetterabhängig
- Winter- und Sommerbetrieb garantiert ganzjährige Stromabnahme
- Kostengünstige Installation, da Infrastruktur vorhanden (Gebäudeflächen, Verbraucher)
- Effiziente Doppelnutzung einer bereits versiegelten Fläche im alpinen Raum

Methodische Vorgehensweise



» Forschungsfrage:

"Welches Potential bietet der alpine Raum für die PV und wie unterscheiden sich PV-Anlagen im alpinen Raum hinsichtlich ihrer Erzeugungscharakteristik von PV-Anlagen in den Niederungen"

- » Klimafaktoren des alpinen Raumes
- » Jährliche charakteristische Erzeugungsstruktur einer alpinen PV-Anlage
- » Analyse der stündlichen Ertragswerte der PV-Anlage am Pitztaler Gletscher

>> Fazit

Klimatologie I



1. Leistungsstarke Solarstrahlung [W/m²]

- Verringerte Schwächungsmechanismen (Luftdruck, Airmass)
- Höhere Albedo (Schneebedeckung, Strahlungsüberhöhung)
- Höhere Anzahl an Sonnenstunden (Inversionswetterlagen)
- → Modulleistung steigt mit der Strahlungsintensität

2. Niedrige Durchschnittstemperaturen

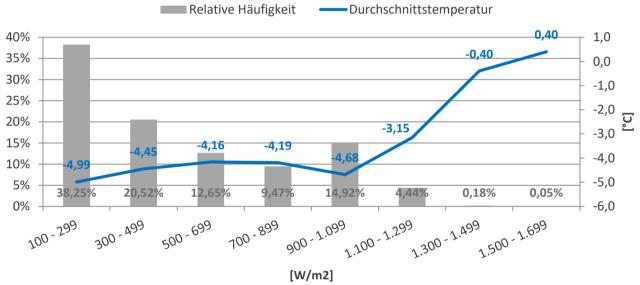
Vertikales Temperaturgefälle 6,5 °C/1.000 m

→ Wirkungsgrad einer PV-Anlage steigt bei niedrigen Modultemperaturen (0,5%/K)

Klimatologie II



» Hohe Einstrahlungswerte bei gleichzeitig niedrigen Temperaturen führen zu höheren Modulleistungen im alpinen Raum



Relative Häufigkeit ausgewählter Strahlungsklassen und dazugehörige mittlere Temperatur am Sonnblick im Jahr 2014

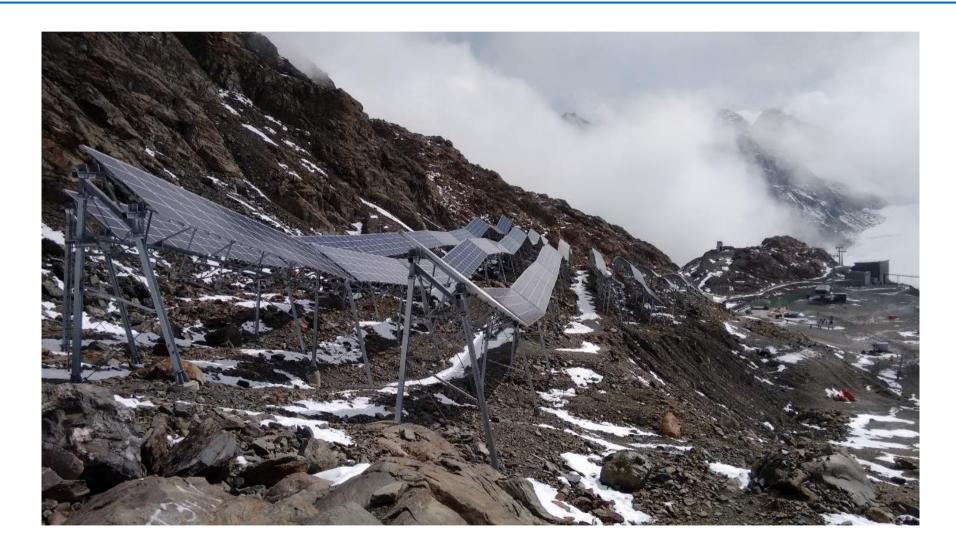
NOCT ausgewählter Module in Abhängigkeit verschiedener Umgebungstemperaturen

Hersteller	P _{STC} [W _p]	NOCT [°C]	Τ _υ [°C]	T _M [°C]	P [W _p]	ΔP _{STC} [%]	T _U [°C]	T _M [°C]	P [W _p]	ΔP _{STC} [%]
Energetica	250	42 ± 2	37	64,5	201	-20	-4	23,5	252	+1
Solar World	260	46	37	69,5	202	-22	-4	28,5	256	-2
PVT	270	48,3	37	72,4	206	-24	-4	31,4	261	-3

²Olefs, Marc. 2014 - 2015. PANGAEA. Data Publisher for Earth & Environmental Science. Basic measurements of radiation at station Sonnblick.

Analyse der Freiflächenanlage am Pitztaler Gletscher 2.900 M.ü.A.





Analyse der Freiflächenanlage am Pitztaler Gletscher



Inzing 625 M.ü.A.

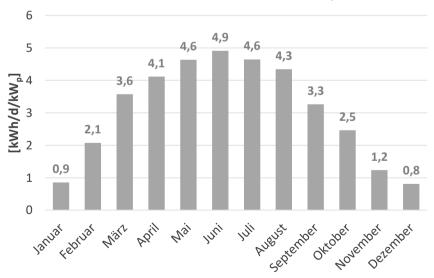
» Maximum: Juni

» Minimum: Dezember

→ Faktor 6

» Winterenergieanteil: 30 %

Jahresertrag 1.120 kWh/kW_p



Pitztaler Gletscher 2.900 M.ü.A.

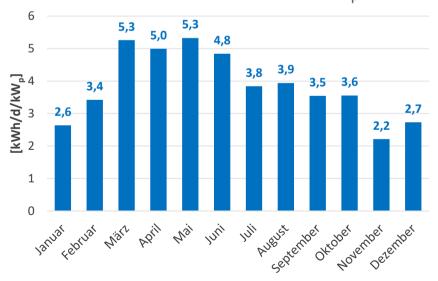
» Maximum: März bis Juni

» Minimum: November

→ Faktor 2,4

» Winterenergieanteil: 43 %

» Jahresertrag 1.400 kWh/kW_p



Mittlere spezifische Erträge pro Trag und Monat

- → 25 % Mehrertrag am Pitztaler Gletscher
- → Winteranteil am Jahresertrag signifikant höher

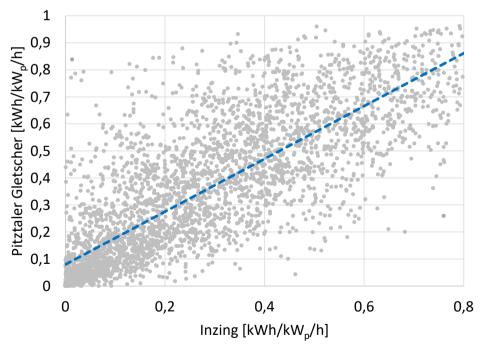
6

Zeitliche Korrelation der Energieerzeugung



Beide Anlagen befinden sich in großer geographischer Nähe und der gleichen Wetterlage ausgesetzt

- » Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten ergibt 0,81
- » Regressionsgerade beschreibt Zusammenhang jedoch nur bedingt



Stündliche spezifische Ertragswerte am Pitztaler Gletscher und in Inzing

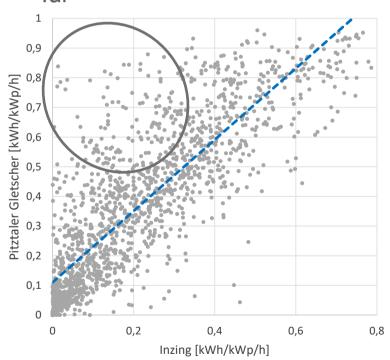
→ Das lokale Wettergeschehen weicht deutlicher voneinander ab, als die geographische Nähe vermuten lassen würde

Analyse der Freiflächenanlage am Pitztaler Gletscher



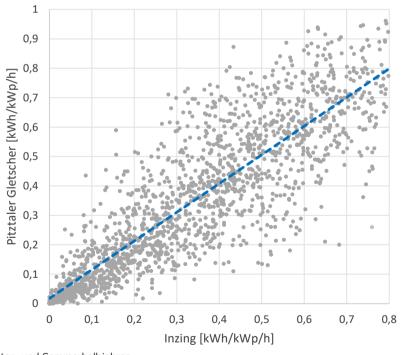
Winterhalbjahr

» Zeiträume an denen am Pitztaler Gletscher mehr produziert wurde als im Tal



Sommerhalbjahr

Streuung der Werte wesentlich geringer und somit auch der Mehrertrag am Pitztaler Gletscher



Stündliche spezifische Ertragswerte des Winter- und Sommerhalbjahres

→ Ergebnis verdeutlicht, dass der Mehrertrag am Gletscher vor allem über die Wintermonate erzielt wurde

Ergebnisse und Handlungsbedarf



- » Im Ergebnis lassen sich aus der Analyse zwei sichere Aussagen treffen
 - → Die alpine PV-Anlage liefert einen deutlichen Mehrertrag gegenüber Anlagen im Tal (25 %)
 - → Dieser Mehrertrag wird über die Wintermonate erwirtschaftet

Zukünftiger Handlungsbearf

- Performance Ratio nach DIN EN 61724-1
 - → Vergleichbarkeit der PV-Anlagen
- » Aufschlüsselung des Mehrertrages
 - Direktstrahlung (Schwächungsmechanismen)
 - Diffusstrahlung (Albedo)
 - Sonnenscheindauer
 - Modultemperatur
 - → Entwicklung von Prognosen die über Strahlungsatlas hinaus gehen

Fazit und Ausblick



Skigebiete als prädestiniertes Anwendungsgebiet

- 1. Zeitlicher Verlauf der Erzeugung (PV) und des Energieverbrauchs (Skigebiet) ergänzen sich im Tagesverlauf auf ideale Weise
 - Erzeugung der PV und Frequentierung des Skigebiets sind stark wetterabhängig
- 2. Die über das Jahr gleichmäßige Erzeugung mit hohem Winterenergieanteil passt gut zum saisonalen Verlauf der Stromnachfrage
 - Winter- und Sommerbetrieb garantiert ganzjährige Stromabnahme
- → Alpine PV-Anlagen sind bestens geeignet einen wesentlichen Beitrag zur Deckung des hohen Energiebedarfs im Alpintourismus zu leisten
- → Mit 200 Skigebieten³ in Österreich ist die alpine PV in der Lage einen wesentlichen Beitrag zur Energie- und Klimastrategie zu leisten

Literatur



- » BMNT. 2018. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. #mission2030 Die Klima- und Energiestrategie der Österreichsichen Bundesregierung
- » Jamschek, Florian. 2016. ehoch2 energy engineering PV, Heat, Charge, Storage. Europas höchstgelegenes Photovoltaikkraftwerk auf ca. 3.000 m am Pitzaler Gletscher.
- » Olefs, Marc. 2014 2015. PANGAEA. Data Publisher for Earth & Environmental Science. Basic measurements of radiation at station Sonnblick.
- » Mertens, Konrad. 2011. Photovoltaik Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis. Steinfurt: Carl hanser Verlag. 3. Auflage
- Mountain News GmbH. 2018. Skiinfo. Österreich Karte; Schweiz Karte. [Online] 2018. [Zitat vom: 20. 05 2018.] https://at.skiinfo.com/skigebiet.html.

ERTRAGSANALYSE EINER ALPINEN PHOTOVOLTAIK ANLAGE





VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!

Philip EGGER Harald SKOPETZ Wolfgang WOYKE