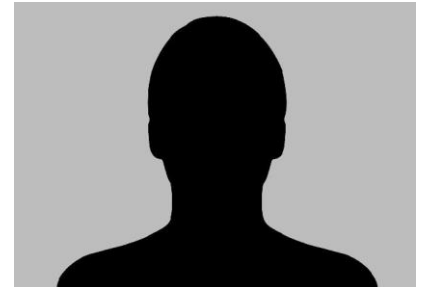


Solarstrom aus den Alpen – Messungen Analysen Prognosen

Da in den Alpen aufgrund niedrigerer Temperatur und höherer Sonneneinstrahlung ein Potenzial für die Solarindustrie steckt, wurden dafür auf der Totalp in Davos auf 2500 Meter über Meer seit 2017 in einer Testanlage der EKZ mehrere mono- und bifaziale PV-Module mit unterschiedlichen Neigungswinkeln detailliert vermessen. Die Messanlage hat die Ströme, Spannungen, Temperaturen, Leistungen sowie die Einstrahlungen der einzelnen Module im 10-Sekundentakt aufgenommen, wobei auch im 5-Minutentakt die Anlage fotografiert wurde. Das erste Ziel der vorliegenden Arbeit war es einen Schnee-Erkennungs-Algorithmus zu entwickeln, der ohne Bilderkennung detektiert ob ein PV-Modul mit Schnee bedeckt ist oder nicht. Ein weiteres Ziel bestand darin, die Messdaten mit dem kommerziellen Solar-Simulations-Software PVsyst und optimal gewählten Parametersätzen zu vergleichen und daraus eine Modellierung eines Solarkraftwerks in den Alpen mit verschiedenen Reihenabständen bzw. Verschattungswinkeln zu erstellen. Dazu wurden von der Totalp Meteo-Daten eingesetzt wie Globale-Horizontal-Einstrahlung, Umgebungstemperatur und Windgeschwindigkeit. Die Resultate der optimalen Modellierung zeigen Abweichungen der Solareinstrahlung von 0.2 % bis 9 % zur Messung in den Monaten April, Mai, Juni, August und September im Zeitfenster von 8 Uhr bis 16 Uhr auf. Der Energieertrag der simulierten konventionellen Anlage beträgt hierbei 1.42 MWh/kWp bis 1.52 MWh/kWp und besitzt einen Performance Ratio von 0.771 bis 0.839 in Abhängigkeit vom Reihenabstand bzw. Verschattungswinkel. Der Schnee-Erkennungs-Algorithmus nutzt die gemessenen Daten von Temperatur, elektrischen Strom, Spannung und Leistung, um zu erkennen, ob sich Schnee auf den Modulen befindet oder nicht, und funktioniert auch bei Bewölkung und Regen. Dies wird mit 8 verschiedenen Kriterien bestimmt, wobei eines bei bifazialen Modulen zur Anwendung kommt. Dieser Algorithmus kann zukünftig auch zur Analyse der Degradation der nominellen Solarkraftwerksleistung eingesetzt werden.

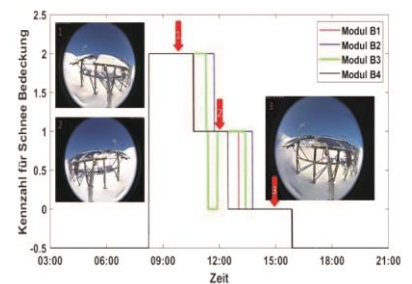


Diplomand

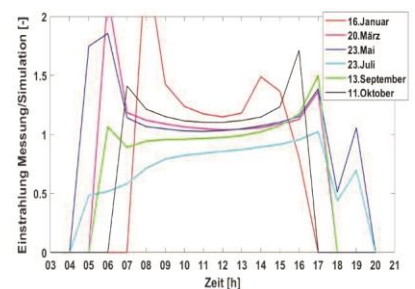
Tobias Lächli

Dozierende

Franz Baumgartner
Fabian Carigiet



Graph zeigt die Bewertung durch den Schnee-Erkennungs-Algorithmus für den 20. Januar 2020, wenn die Module am Vormittag einen Grossteil des Schnees verlieren. Y-Achse: 2 und 1 = Schnee; 0 = kein Schnee; -0.5 = zu dunkel/Nacht.



Verlauf des Verhältnisses von gemessener zur modellierter Solareinstrahlung von Segment C mit monofazialen Siliziummodulen mit Neigung von 70° zu verschiedenen Monaten im Jahr 2019.