

Ökonomische Bewertung teilverschatteter Photovoltaikanlagen

Themenbereich 2

Martin FÜRNSCHUß¹, Ernst SCHMAUTZER², Robert SCHÜRHUBER³

Motivation und zentrale Fragestellung

Der Trend zu dezentraler elektrischer Energieerzeugung durch Photovoltaik (PV) ist nach wie vor aufrecht. Lag der Fokus bei der Konzeptionierung von PV-Anlagen in der Vergangenheit vorrangig auf ökologischen Zielen, wie z.B. den maximalen elektrischen Jahresertrag, so werden gegenwärtig immer häufiger ökonomische Aspekte berücksichtigt. Die Betreiber wollen nachhaltig elektrische Energie erzeugen und erwarten sich ebenso einen wirtschaftlichen Profit. Zur Erfüllung dieser Bedürfnisse, bietet es sich an, sich über die Positionierung und Ausrichtung der PV-Module (horizontal und vertikal) Gedanken zu machen, da diese vor allem bei schattenwerfenden Objekten in der Umgebung der PV-Anlage einen wesentlichen Einfluss auf den elektrischen wie auch wirtschaftlichen Ertrag hat.

Methodische Vorgangsweise

Anhand der in Abbildung 1 dargestellten fiktiven Anordnung einer 5 kWp-PV-Anlage auf einem Haus mit Flachdach und in unmittelbarer Nähe befindlichen Gebäuden G₁ bis G₄ sowie einem südlich gelegenen Baum B₁ soll jene Positionierung der PV-Module gefunden werden, bei welcher unter Einbezug des Konsumverhaltens des Betreibers (beschrieben durch sein Lastprofil) der ökonomische Profit der PV-Anlage über 25 Jahre am höchsten ist. Hierbei wird zuerst das Erzeugerprofil der PV-Anlage bei verschiedenen azimutalen und vertikalen Ausrichtungen und Reihenabständen der PV-Module unter Einfluss der Verschattung durch umliegende Objekte, wie auch die gegenseitige Verschattung der PV-Module berechnet. Zur realitätsnahen Berechnung des Erzeugerprofils sind über ein Jahr aufgezeichnete Klimadaten, welche die Globalstrahlung sowie die Außentemperatur beinhaltet herangezogen worden. Daraufhin werden unter Anwendung der Kapitalwertmethode die technischen Parameter, welche unter anderem das Erzeuger- und Lastprofil oder auch die azimutale und vertikale Ausrichtung der PV-Module sind, mit den wirtschaftlichen Parametern wie z.B. den Investitionskosten, dem Strompreis, dem Einspeisetarif oder ebenso dem Zinsfuß vereint, um schlussendlich eine währungsbehaftete Zahl, den Kapitalwert nach 25 Jahren für jede mögliche Positionierung der PV-Module zu erhalten. Aus denen sich ergebenden positionsabhängigen Kapitalwerten ist jener mit dem höchsten Wert zu bestimmen um rückführend für den maximal möglichen ökonomischen Profit der PV-Anlage die Positionierung der PV-Module zu wählen.

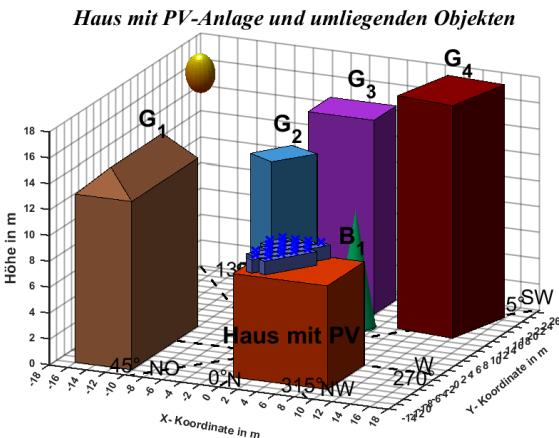


Abbildung 1: Beispiel einer PV-Anlage mit schattenwerfenden Objekten

¹ Jungautor, Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, 0043 316 873-8055, martin.fuernschuss@tugraz.at, www.ian.tugraz.at

² Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, 0043 316 873-7555, schmautzer@tugraz.at, www.ian.tugraz.at

³ Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz, 0043 316 873-7550, robert.schuerhuber@tugraz.at, www.ian.tugraz.at

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Simulationsergebnisse für das in Abbildung 1 dargestellte Beispiel zeigen, dass einerseits die umliegenden Objekte zu Verlusten hinsichtlich des elektrischen Jahresertrages der PV-Anlage aufgrund ihres Schattenwurfs führen aber bei geeigneter Positionierung der PV-Module und ausreichend hohem elektrischen Energiebedarf des Anlagenbetreibers ein wirtschaftlicher Profit mit der PV-Anlage kreiert werden kann. Der Umstand der Abhängigkeit des Kapitalwerts über den Betrachtungszeitraum von dem Energieverbrauch ist durch Abbildung 2 ersichtlich; So ist er für den Fall höherer jährlicher Erzeugung als Verbrauch nach 25 Jahren negativ ($C_{25} = -2356,00 \text{ €}$), bei äquivalenter Erzeugung und Verbrauch nur geringfügig positiv ($C_{25} = 478,10 \text{ €}$), bei 1,5-fachen Verbrauch deutlich im Plus ($C_{25} = 2822,00 \text{ €}$) und bei doppelt so hohem Verbrauch nochmals signifikant höher ($C_{25} = 4809,00 \text{ €}$).

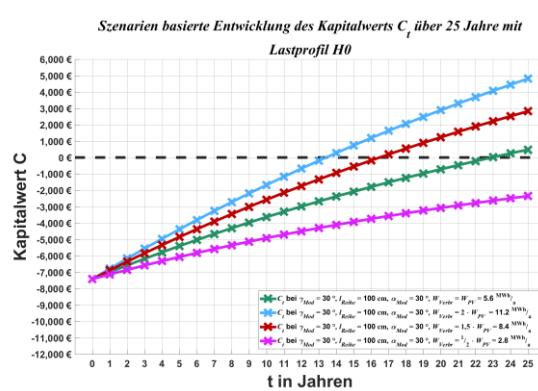


Abbildung 2: Entwicklung des Kapitalwerts über die Zeit der PV-Anlage bei unterschiedlich hohem Energiebedarf des Anlagenbetreibers bei optimaler Positionierung der PV-Module ($\gamma_{Mod} = 30^\circ, \alpha_{Mod} = 30^\circ$ und $I_{Reihe} = 100 \text{ cm}$)

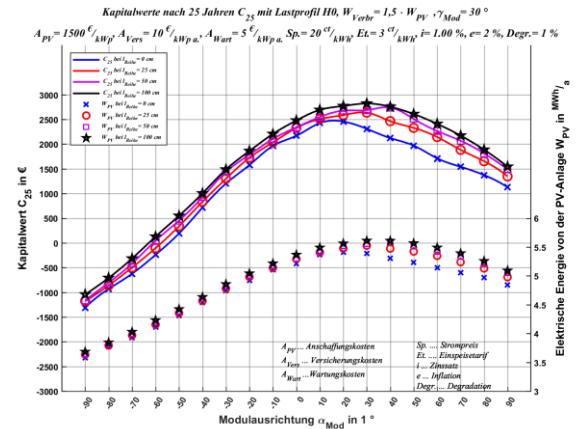


Abbildung 3: Abhängigkeit des Kapitalwerts (volle Linien) und des elektrischen Jahresertrages (Punkte) von der azimutalen Ausrichtung bei unterschiedlichen Modulreihenabständen bei $\gamma_{Mod} = 30^\circ$

Abbildung 3 zeigt, dass die oftmals angewandte südliche Ausrichtung der PV-Module ($\alpha_{Mod} = 0^\circ$) nicht zwingend zu dem höchsten wirtschaftlichen Profit führen muss. So ist bei optimaler Positionierung der PV-Module der Kapitalwert C_{25} um 344,00 € höher als bei der südlichen Ausrichtung. Dies kann sowohl der Verschattung als auch dem zur wirtschaftlichen Ertragsprognose herangezogenen Lastprofil geschuldet sein.

Weiters wird durch Abbildung 3 ersichtlich, dass es durchaus sinnvoll ist, Überlegungen über die Positionierung der PV-Module in den Planungsprozess einer PV-Anlage zu implementieren, da sich die Differenz der Kapitalwerte C_{25} zwischen der optimalen und der schlechtesten Positionierung der PV-Module auf 4134,00 € bei zu tätigen Investitionskosten von 7500,00 € beläuft.

Literatur

- [1] Martin Fürnschuß: „Prognose des elektrischen Energieertrages von Photovoltaikanlagen sowie dessen Integration in Stromversorgungsnetze“, Masterarbeit, Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Graz, Österreich, 2018
- [2] Energie der Zukunft, SdZ, SdZ 3. Ausschreibung 2015, Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG): „Ökonomisch optimiertes Regelungs- und Betriebsverhalten komplexer Energieverbünde zukünftiger Stadtquartiere (ÖKO-OPT-QUART)“, Projekt laufend, Österreich
- [3] Mike Alexander Lagler: „Doctoral Thesis (running): Influence of Optimizing Prosumers on Urban Distribution Networks“, Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Graz, Österreich, 2018