

DYNAMISCHE LEISTUNGSREGELUNG VON PV-ANLAGEN, EIN STRATEGISCHER ANSATZ ZUR ERREICHUNG DER PV-AUSBAUZIELE

Alexander Konrad^{1,2}, Robert Gaugl^{1,2}, Lia Gruber^{1,2}, Christoph Maier³, Sonja Wogrin^{1,2}

Motivation und zentrale Fragestellung

Die rasant zunehmende Expansion erneuerbarer Energien in den vergangenen Jahren hat neue Herausforderungen aufgeworfen, insbesondere im Hinblick auf die verfügbaren Netzkapazitäten in den Mittel- und Niederspannungsnetzen. Bisher wurden in den meisten Fällen die Anlagenengpassleistung oder die installierte Modulspitzenleistung zur Berechnung der Netzauslastung herangezogen. Diese Ansätze berücksichtigen jedoch nicht ausreichend, dass PV-Spitzenleistungen in der Regel nur für wenige Stunden im Jahr erreicht werden und bei Überschuss-Einspeisern der Eigenverbrauch entfällt. Dies führt dazu, dass ein beträchtliches Potenzial erneuerbaren Sonnenenergie ungenutzt bleibt. In einigen Regionen Österreichs wurden bereits Maßnahmen ergriffen, um den Ausbau von Photovoltaikanlagen zu begrenzen oder gar vorübergehend zur Gänze zu stoppen. Um den Ausbau erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen zu beschleunigen und die vorhandene Infrastruktur besser zu nutzen, wurde daher das Potenzial einer dynamischen Leistungsregelung von Photovoltaikanlagen in einem Niederspannungsnetz der Netz Niederösterreich untersucht.

Methodische Vorgangsweise

Für die Berechnungen wurde das Optimierungsmodell LEGO [1] verwendet, welches über GitHub⁴ frei verfügbar ist und am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation weiterentwickelt wird. Dieses Modell bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten, um unterschiedliche Berechnungsmethoden je nach Anforderung anzuwenden. Für die vorliegenden Simulationen wurde eine Approximation des AC-Lastflusses mittels eines Second Order Cone Programming (SOCP) Ansatzes verwendet. Im Rahmen dieses Projekts wurde das Modell erweitert, um eine dynamische Leistungsregelung von Photovoltaikanlagen darzustellen, bei der die Rückspeiseleistung jeder einzelnen Anlage in das Niederspannungsnetz auf einen vorgegebenen Prozentsatz der installierten Modulspitzenleistung begrenzt wird. Auf diese Weise wird die maximale Erzeugung durch die Einspeiseleistung sowie den aktuellen Eigenverbrauch gedeckelt. Abbildung 1 illustriert einen optimalen Tagesverlauf mit dem Verbrauch in grau, der PV-Energie in orange, die Netzurückspeisung ohne dynamischer Leistungsregelung in gelb, einer Einspeisebegrenzung von 70% in schwarz und dem tatsächlichen Energieaustausch mit dem Netz in blau.

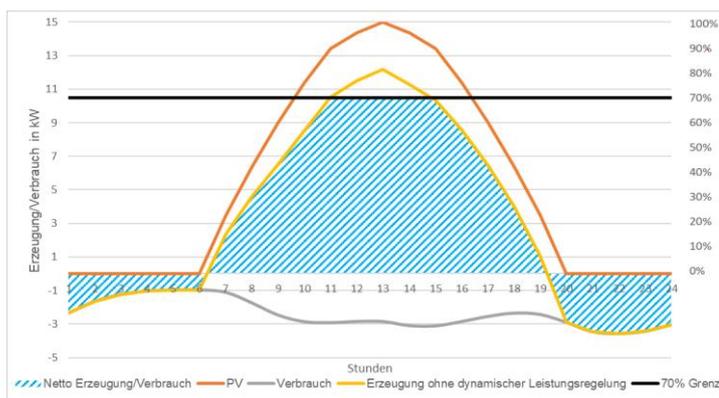


Abbildung 1: PV-Erzeugungskurve, Verbrauch, Erzeugung vor und nach Abregelung und 70% Grenze der Anlagenleistung

¹ Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovationen/TU Graz, Inffeldgasse 18/2, 8010 Graz, +43 (0) 316 / 873 7907, alexander.konrad@tugraz.at, iee.tugraz.at

² Research Center for Energy Economics and Energy Analytics (ENERGETIC), Rechbauerstraße 12, 8010 Graz, energetic.tugraz.at

³ Netz Niederösterreich GmbH, EVN Platz, 2344 Maria Enzersdorf, +43 (0) 2236 / 201 15559, christoph.maier@netz-noe.at, www.netz-noe.at

⁴ <https://github.com/IEE-TUGraz/LEGO>

Die Fallstudie wurde in einem Niederspannungsnetz der Netz Niederösterreich durchgeführt. Dieses Netz erstreckt sich über eine Gesamtlänge von etwa 6,9 km und versorgt 260 Zählpunkte, von denen einige zusammengefasst wurden. Es sind bereits 39 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 352 kWp in diesem Netz installiert. Es existieren jedoch noch 82 Knoten mit Verbrauch, an denen noch keine Anlage installiert ist. Um den Ausbau in der Simulation bis an die technischen Grenzen des Netzes zu erforschen, wurde an jedem dieser 82 Knoten eine Anlage hinzugefügt und die Leistung gleichmäßig erhöht. Die maximale Einspeiseleistung wurde in mehreren Schritten zwischen 100% und 70% variiert. Darüber hinaus wurde die dynamische Leistungsregelung sowohl für bestehende als auch für neue Anlagen angewandt und in einem anderen Szenario ausschließlich für neue Anlagen berücksichtigt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Durch die Beschränkung der Einspeiseleistung auf beispielsweise 70% der Modulspitzenleistung konnte die installierte Leistung neuer Anlagen in diesem Niederspannungsnetz von 9,2 kWp auf bis zu 12,9 kWp pro Knoten gesteigert werden, was einer Zunahme von knapp 40% entspricht. Für die Energiezukunft ist jedoch nicht allein die installierte Leistung entscheidend, sondern vielmehr die daraus resultierende Energieerzeugung. Unter Berücksichtigung der Begrenzung auf 70% der installierten Modulspitzenleistung war es möglich, die Erzeugung für das betrachtete Niederspannungsnetz von 1 GWh auf bis zu 1,3 GWh zu erhöhen. Mit der Zunahme der Produktion geht allerdings auch ein gewisser Verlust in der Erzeugung einher, welcher jedoch mit rund 2,5% der Jahreserzeugung aller PV-Anlagen vergleichsweise gering ausfiel. In sämtlichen betrachteten Szenarien stellte ein Leitungsengpass den limitierenden Faktor dar. Die Spannung lag in allen Fällen deutlich unter den vorgegebenen Grenzwerten von $\pm 10\%$.

Die Auswirkungen der Abregelungsgrenze auf die erzeugte und abgeregelt Energie sind in Abbildung 2 dargestellt und können dort entnommen werden.

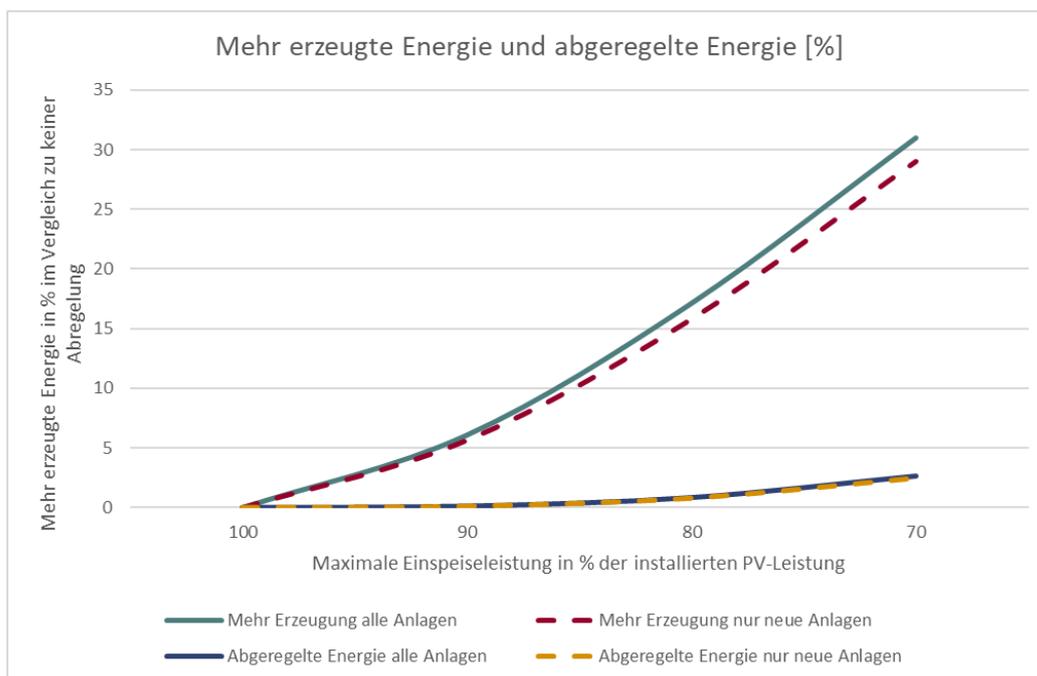


Abbildung 2: Erzeugungszuwachs und Erzeugungseinbußen durch Abregelung im Vergleich zum Ausbau ohne Abregelung

Referenzen

- [1] S. Wogrin, D. A. Tejada-Arango, R. Gaugl, T. Klatzer, und U. Bachhiesl, „LEGO: The open-source Low-carbon Expansion Generation Optimization model“, *SoftwareX*, Bd. 19, S. 101141, Juli 2022, doi: 10.1016/j.softx.2022.101141.