

Flächen- und Energiepotenzial von innovativen PV-Anlagen

Ivo Sabor*, Theresa Krainz*, Marlene Loidl*, Christof Sumeder⁽¹⁾, Franziska Hübl* und Johannes Scholz⁽²⁾

⁽¹⁾ FH JOANNEUM, Institut Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement, Werk-IV-Straße 46, 8605 Kapfenberg, +43 316 5453 6336, ivo.sabor3@fh-joaanneum.at, www.fh-joaanneum.at/iev ⁽²⁾ TU Graz, Institut für Geodäsie, * Jungautor

Kurzfassung:

Ein wichtiger Schritt im Kampf gegen den Klimawandel ist der umfangreiche Ausbau von erneuerbaren Energieträgern wie Photovoltaik. Einen wichtigen Beitrag dazu sollen neben Dach- und Freiflächenanlagen auch alternative Anlagen leisten. Um hierfür geeignete Gebiete zu identifizieren, soll ein skalierbares Werkzeug zur automatischen Analyse von entsprechend geeigneten Flächen erstellt werden. Dieses verbindet vorhandene Geodaten mit Multi-Kriterien Analyse und Machine-Learning um für alle Flächen der Steiermark ein Energiepotential zu bestimmen. Die Ergebnisse werden als digitaler Layer für das GIS-Steiermark veröffentlicht welcher den Ausbau alternativer PV-Anlagen erleichtern soll.

Keywords: PV, EAG, Energiepotenzial, GIS

1 Motivation und zentrale Fragestellung

Das Erneuerbaren Ausbau Gesetz (EAG) sieht einen Ausbau von Photovoltaik in der Größe von 11 TWh bis 2030 vor, 2,2 TWh allein in der Steiermark [1]. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die vorhandenen Dachflächen, wie vorgesehen, nicht reichen [2]. Deren Ausbaupotenzial liegt lediglich bei 3,5 TWh [3]. Um zu verhindern, dass zur Zielerreichung zahlreiche wertvolle Grünflächen versiegelt werden, ist es notwendig auch alternative Flächen aufzuzeigen. Diese können etwa vertikale Gebäudeflächen (GIPV), Verkehrsflächen (Parkplatzflächen, Lärmschutzwände, Schienenverkehrsanlagen) sowie künstliche Gewässer sein. Auch die Doppelnutzung von Agrarflächen kann in Betracht gezogen werden.

Aktuell vorliegende Berichte beschreiben vorwiegend Potenziale für Dach- und Freiflächenphotovoltaik, jedoch kaum für alternative Flächen. Die Motivation von PV4EAG liegt darin, diese Lücke zu schließen und ein Verfahren zur automatisierten Auffindung alternativer PV-Flächen zu entwickeln, dieses zu verifizieren und anschließenden identifizierte geeignete Flächen als Geo-Datenbank zu veröffentlichen.

2 Methodische Vorgangsweise

Als methodische Vorgangsweise werden vorhandene Geodaten mittels Multikriterien-Analyse (für horizontale Anlagen) und Machine-Learning (für vertikale Anlage) hinsichtlich ihrer Eignung selektiert und danach einer Validierung betreffend des zu erwartenden energetischen Ertragspotenzials sowie der technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit bewertet.

Im Rahmen von Workshops werden unterschiedliche Stakeholder (Anlagenerrichter und -betreiber, Grundbesitzer, Kommunen, Investoren) von Beginn an in das Projekt involviert.

2.1 Multikriterien-Analyse

Eine solche Analyse wurde bereits in vereinfachter Form in der Vergangenheit angewendet [4]. Für alle horizontalen PV-Typen gelten die Kriterien Sonneneinstrahlung, Ausrichtung, Neigung, Wettereinflüsse wie Nebel und Schnee sowie der Grad der Verschattung. Außerdem wurden zusätzlich je nach Anlagentyp unterschiedliche Kriterien definiert. Beispiele dafür sind unterschiedliche Gewässernutzungen für Floating-PV oder Durchfahrtshöhen für Parkplatzüberdachungen. Neben den definierten PV-Typen werden auch unspezifische Flächen.

2.2 Machine-Learning

Die Analyse von vertikalen PV-Typen ist komplexer, weil die verfügbaren Datensätze keine Informationen wie die Beschaffenheit einer Lärmschutzwand, oder die Anzahl an Fenstern in einer Fassade beinhalten. Außerdem ist es sehr aufwendig, einzelne Fassaden einer ganzen Stadt zu analysieren, insbesondere die Berechnung von Verschattungseffekten [5]. Der Ansatz ist die Verwendung von 2D-Gebäuden mit einem Höhenattribut und einem digitalen Geländemodell als Basis und mehrere Trainingsdatensätze, bestehend aus einzelnen Gebäuden. Das südliche Nachbargebäude wird in Abhängigkeit von der höchsten Erhebung (anderes Gebäude oder Gelände) in der Nähe definiert. Unter Verwendung dieser manuell ausgewählten geeigneten und ungeeignete Gebiete kann ein Machine-Learning-Algorithmus trainiert werden. Mit diesem Ansatz kann die ressourcenintensive Schattenberechnung möglicherweise vermieden werden. Der Ansatz verwendet eine PostgreSQL-Datenbank als Grundlage und wird mit einem Python-Skript verarbeitet.

2.3 Energiepotentialanalyse

Hierfür wird eine Methode entwickelt, welche die Evaluierung des Ertragspotenzials von den zuvor identifizierten Flächen ermöglicht. Zu Beginn werden Referenzprojekte mit einem kommerziellen PV-Planungstool simuliert und danach mittels Messungen im Energy Analytics & Solution Labor der FH JOANNNEUM validiert. Das Ergebnis ist eine Energieertragsabschätzung der jeweiligen Fläche. Durch Unterscheidungen von Flächen- und Anlagentyp sowie aufgrund von allgemeinen Eignungsparametern wird der Ertrag individuell ermittelt.

3 Zwischenergebnisse

Im ersten Schritt wurden relevante Daten (digitale Geländemodelle, Vektordaten, Bodenschätzungskataster, Lärmschutzwände, Schutzzonen, etc.) aus diversen Quellen zusammengeführt und eigene Datensätze generiert.

Parallel wurde in einem ersten Stakeholder-Workshop mit 44 Vertretern aus unterschiedlichen Bereichen alternative PV-Potenzialflächen für Floating PV, Fassadenintegrierte PV, PV auf Parkplätzen sowie auf Lärmschutzwänden diskutiert, sowie technischen, rechtlichen und ökonomischen Einflussfaktoren, Hürden bei der Umsetzung sowie Praxiserfahrungen von Anlagenbetreibern ausgetauscht. Im nächsten Schritt wurde in Experteninterviews anhand von ausgewählten Beispielen für jeden PV-Typ entscheidende Kriterien identifiziert. Die so gewonnen Erkenntnisse dienen unter anderem als Grundlage für die Multikriterienanalyse.

Diese Analyse basiert auf Grundlage normalisierter Attributwerte, welche aus den Daten extrahiert werden. Die normalisierten Werte sind in Form von Rasterdaten in der Auflösung von 1x1m² für die Testgebiete vorhanden. Die Rasterzellen überlagern genau und können so multipliziert werden. Es ergibt sich eine Art Wahrscheinlichkeitsrechnung, bei der das Ergebnis als Flächeneignung in

Prozentwerten interpretiert werden kann. Eine optimal geeignete Rasterzelle entspricht 100%, eine ungeeignete 0%. Aus diesen Zwischenergebnissen wurde ein GIS-Layer je PV-Typ erstellt.

Der AI-Ansatz fokussiert sich aktuell auf die Vorhersage von Verschattung im Jahresverlauf, speziell für vertikale Flächen. Hier gibt es nur unzureichende Datensätze und die Berechnung mit herkömmlichen Methoden für große Flächen in hoher räumlicher Auflösung (hier 1x1m²) gestaltet sich zu rechenintensiv.

Hinreichend geeignete Flächen werden aktuell auf ihr technisches Potenzial hin untersucht. So gewonnene Erkenntnisse fließen wiederum in die Bewertung der Flächen ein. Die ersten Ergebnisse werden wiederum in einem weiteren Stakeholder-Workshop zur Diskussion gestellt.

4 Ausblick

Das Projekt PV4EAG läuft noch bis Ende 2023. Danach ist mit der Veröffentlichung der Gesamtergebnisse inklusive der identifizierten Flächen als Geo-Datenbank (digitaler Layer für das GIS-Steiermark) zu rechnen.

Der methodische Teil, der sich mit dem Machine-Learning Ansatz und Multikriterien-Analyse beschäftigt, wird ebenfalls veröffentlicht. Die ermittelten Alternativflächen mit hohem Potenzial für PV-Anlagen werden in Form von kategorisierten Vektordatensätzen mit allen relevanten Informationen über die physischen, geographischen und teilweise auch technischen PV-Potenzialen veröffentlicht. Das wirtschaftliche PV-Potenzial wird im Rahmen des Projektberichts für ausgewählte Beispielprojekte dargelegt. Die Projektergebnisse sollen als Handlungsempfehlungen für alle Interessensgruppen (politischen Entscheidungsträger:Innen, Unternehmen, Investoren oder BürgerInnen) zur Verfügung gestellt werden. Dadurch soll der Ausbau solcher innovativen Anlagen vorangetrieben werden.

Eine Ausweitung der Untersuchung über die Grenzen der Steiermark hinweg in anderen Regionen bzw. auf Bundesebene ist wünschenswert und wird angestrebt.

Danksagung

Diese Arbeiten wurden im Rahmen des Projekts "Analyse von Flächen- und Energiepotenzialen mittels KI für alternative PV-Systeme als Beitrag zum EAG" (kurz PV4EAG) durchgeführt, welches aus Mitteln der FFG gefördert wird.

Literatur

[1] §4(4) Ziele des EAG (2021)

[2] BMK: Energiewende: Sonnenstrom-Produktion auf 1 Million Dächer in Österreich, 2020

[3] Fechner, Hubert: Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können, 2020

[4] O. Nait Mensour, B. El Ghazzani, B. Hlimi, A. Ihlal, A geographical information system-based multicriteria method for the evaluation of solar farms locations: A case study in Souss-Massa area, southern Morocco, Energy, Volume 182, 2019, Pages 900-919, ISSN 0360-5442

[5] Braun, C.: A Scalable Approach for Spatio-Temporal Assessment of Photovoltaic Electricity Potentials for Building Facades of Entire Cities, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-4/W14, 17–22, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W14-17-2019>, 2019