

PROGNOSE DER EINSPEISUNG AUS PV-ANLAGEN MIT HILFE VON WETTERVORHERSAGEN

Tobias LECHNER^{1(*)}, Florian BOGENDÖRFER¹, Sebastian SEIFRIED¹, Johanna TIMMERMANN², Claudia BERNECKER-CASTRO², Georg KERBER³, Kathrin SCHAARSCHMIDT⁴, Steffen HERRMANN⁵, Michael FINKEL¹, Rolf WITZMANN²

Motivation und Problemstellung

Im Forschungsprojekt LINDA wurde ein Konzept zur Notversorgung von kritischer Infrastruktur mit Hilfe von lokalen Inselnetzen unter Einbeziehung von dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) entworfen und erfolgreich im realen Netz erprobt. Bei diesem Konzept wird der Wirkleistungsausgleich im Inselnetz über die Netzfrequenz und der Blindleistungsausgleich über die Spannung erreicht [1]. Die Basis hierfür bilden die in den deutschen Normen und technischen Anschlussregeln geforderten $P(f)$ und $Q(U)$ Statiken für DEA. Durch dieses Vorgehen ist keine Kommunikation zwischen den Lasten und Erzeugern im Inselnetz notwendig. Hierdurch resultiert eine gute Übertragbarkeit des Konzepts auf andere Netzgebiete. Eine Zielsetzung des Nachfolgeprojekts LINDA 2.0 ist es, dieses Konzept auf Netzersatzanlagen (NEA) zu übertragen. NEA werden u. a. von Verteilnetzbetreibern (VNB) während Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten im Niederspannungsnetz eingesetzt. Technisch gesehen ist der Netzersatzbetrieb ein gewolltes Inselnetz. Während des Betriebs mit konventionellen NEA (Dieselaggregat) wird die Inselnetzfrequenz auf 51,7 Hz erhöht, um alle DEA (überwiegend PV-Anlagen) gemäß der technischen Anschlussregeln vom Netz zu trennen. DEA können das Inselnetz destabilisieren, z. B. wenn deren Einspeisung die Last im Netz übersteigt. Um diese Trennung der DEA zu vermeiden, wird eine hybride NEA, bestehend aus einem Batteriespeicher, einem Netzbildenden Umrichter und einem Range Extender (Dieselaggregat) entwickelt. Der Range Extender ist nur in Betrieb, wenn die Batterieladung nicht mehr für den Inselnetzbetrieb ausreicht. Durch den Batteriespeicher erlaubt die hybride NEA eine Einspeisung aus DEA während des Inselnetzbetriebs. [2]. Für die Auslegung und Einsatzplanung der hybriden NEA wurde ein Energiebilanztool entworfen und vorgestellt in [2]. Mit Hilfe einer Last- und PV-Prognose wird die Energiebilanz für den Aggregateinsatz errechnet um daraus Empfehlungen für die Einsatzplanung abgeleitet. Die PV-Prognose basiert auf dem in [3] gezeigten Modell mit Hilfe von öffentlich zugänglichen Wetterberichten. Essentiell für die Vorhersage mit diesem Modell ist der clearness Index (Himmelsklarheit) k_T . Der clearness index beschreibt das Verhältnis aus der extraterrestrischen Strahlung G_{oh} zu der auf der Erdoberfläche auftretenden Globalstrahlung G_h :

$$k_T = \frac{G_h}{G_{oh}}$$

Der clearness Index kann Werte zwischen Null und Eins annehmen. Eins entspricht einer komplett klaren Atmosphäre und die gesamte extraterrestrische Strahlung erreicht die Erdoberfläche. Null entspricht einer vollständig bedeckten Atmosphäre. Um die Energiemenge aus PV-Anlagen für den Einsatz mit Hilfe von Wetterberichten vorherzusagen, ist eine Prognose für den clearness Index notwendig. Öffentlich zugängliche Wetterberichte prognostizieren nur den cloudiness Index (Bewölkungsgrad) k_D . Ein cloudiness Index von Null entspricht einem klaren unbewölktem Himmel und der Wert von Eins einem vollständig bewölkten Himmel. Ein vollständig unbewölkter Himmel (cloudiness Index von Null) entspricht nicht unbedingt einem clearness Index von Eins, da z. B. Dunst in der Atmosphäre vorhanden ist. Ein Verhältnis aus cloudiness zu clearness Index ist daher erforderlich für die Vorhersage der PV-Einspeisung. Um bei der Einsatzplanung Fehler in der prognostizierten Energiemenge aus PV-Anlagen einzubeziehen und auffangen zu können, ist eine Überprüfung der Qualität der Wettervorhersagen wichtig.

¹ Technische Hochschule Augsburg, An der Hochschule 1, 86161 Augsburg, +49 821 5586-3596, tobias.lechner@hs-augsburg.de, www.tha.de

² Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München, www.tum.de

³ Hochschule München, Lothstr. 64, 80335 München, <https://www.hm.edu/>

⁴ LEW Verteilnetz GmbH, Schaezlerstraße 3, 86150 Augsburg, <https://www.lew-verteilnetz.de>

⁵ AVS Aggregatebau GmbH, Salemstraße 43, 89584 Ehingen-Stetten, <https://avs-aggregatebau.de/>

Methodische Vorgehensweise

Um eine Korrelation zwischen dem cloudiness und clearness Index zu ermitteln, werden Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [4] für den Standort Augsburg statistisch untersucht. Der cloudiness Index wird vom DWD in Achteln mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde erfasst. Es wird ein Datenabgleich zwischen den errechneten clearness Index und den aufgezeichneten cloudiness Index Werten durchgeführt. Der clearness Index wird über die vom DWD gemessene Globalstrahlung und der nach [5] berechneten extraterrestrischen Strahlung bestimmt. Um die Qualität der Vorhersage von öffentlich zugänglichen Wetterberichten zu überprüfen, werden kostenlos verfügbare und aufgezeichnete Wetterberichte eines kommerziellen Anbieters [6] (Zwei Tage im Voraus, Ein Tag im Voraus und die Morgenstunden des aufgezeichneten Tages) mit den gemessenen Werten vom DWD verglichen. Der Aufzeichnungszeitraum der Wetterberichtsdaten entspricht Juni bis November 2023.

Erkenntnisse und Ausblick

Abbildung 1 zeigt die statistische Auswertung des ermittelten clearness Index Wert über den cloudiness Index Wert für das Jahr 2022. Die Langfassung enthält auch die Auswertung für das Jahr 2021 sowie eine detaillierte Beschreibung der statistischen Auswertungen und der daraus resultierenden Korrelation. Zusätzlich wird die Genauigkeit der Prognose für den cloudiness Index von Wettervorhersagen diskutiert. Mit der Prognosegenauigkeit und der Korrelation zwischen cloudiness und clearness Index kann ein Fehler in der Energiemenge ermittelt und bei der Einsatzplanung der hybriden NEA berücksichtigt werden.

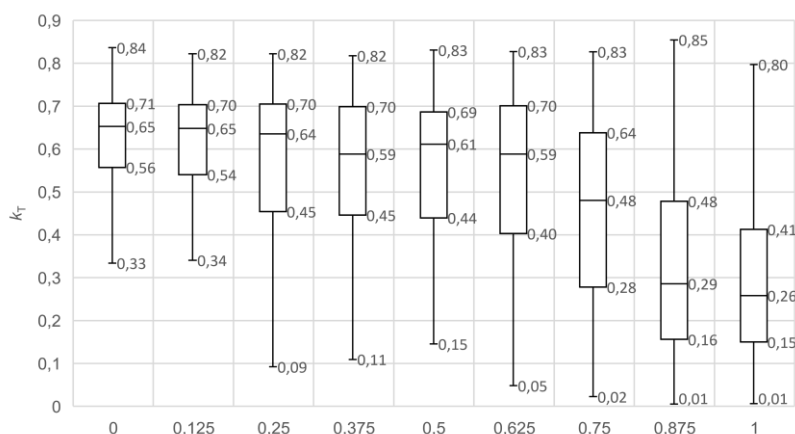


Abbildung 1: Statistische Auswertung clearness Index (k_T) über cloudiness Index (k_D) für das Jahr 2022. Darstellung als Kastengrafik

Referenzen

- [1] C. Steinhart, M. Finkel, M. Gratzka, R. Witzmann, G. Kerber und K. Schaarschmidt, "Local island power supply and accelerated grid restoration with distributed generation systems in the case of large-scale blackouts," in CIREN 2016 Workshop, Helsinki.
- [2] T. Lechner et al., "Energy Balance Tool for the Operational Planning of Hybrid Mobile Generators – Islanded Grid Operation with the Infeed of Distributed Generation Systems," in CIGRE International Symposium Cairns 2023.
- [3] G. Kerber, "Aufnahmefähigkeit von Niederspannungsnetzen für die Einspeisung aus Photovoltaikkleinanlagen (Dissertation, Technische Universität München), 2011.
- [4] [Deutscher Wetterdienst. <https://opendata.dwd.de/> (Zugriff am: 28. November 2023).
- [5] [V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Klimaschutz, 10. Aufl. München: Hanser, 2019.
- [6] [AccuWeather. "Lokale, nationale und globale tägliche Wettervorhersage | AccuWeather.". <https://www.accuweather.com/> (Zugriff am: 28. November 2023).

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages