

AUSWIRKUNGEN ERNEUERBARER ERZEUGUNGSANLAGEN AUF DEN DYNAMISCHEN BLINDLEISTUNGSBEDARF DES ÜBERTRAGUNGSNETZES

Sirkka PORADA¹, Albert MOSER²

Hintergrund

Infolge klima- und energiepolitischer Zielsetzungen der Bundesregierung ist der Anteil Erneuerbarer Erzeugungsanlagen an der Gesamtstromerzeugung in den letzten Jahren stetig angestiegen. Es ist zu erwarten, dass der Anteil auch zukünftig noch weiter zunehmen wird [1]. Die Einspeiseleistung dargebotsabhängiger Erzeugungsanlagen, wie Photovoltaik- und Windenergieanlagen, unterliegt dabei ständigen wetterbedingten Schwankungen. Im Gegensatz zu konventionellen Erzeugungsanlagen, deren Einspeiseleistung meist für mindestens 15 Minuten konstant gehalten wird, ändert sich die Einspeiseleistung von Photovoltaikanlagen und Windenergieanlagen sekundlich abhängig von der solaren Einstrahlung bzw. Windgeschwindigkeit [2]. Abbildung 1 zeigt exemplarisch das Einspeiseprofil einer Windenergieanlage in 10-sekündlicher Auflösung. Diese Einspeiseschwankungen führen zu sich sekundlich ändernden Netznutzungssituationen, welche den Netzbetrieb vor zahlreiche Herausforderungen stellt, sowohl im Verteil- als auch Übertragungsnetz.

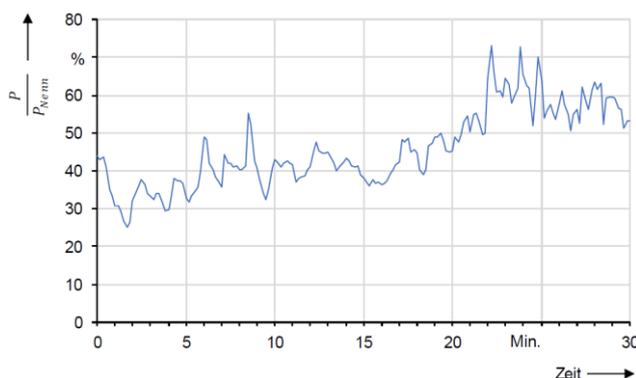


Abbildung 1: Wirkleistungseinspeiseprofil einer exemplarischen Windenergieanlage in 10-sekündlicher Auflösung

Eine zentrale Herausforderung ist die Einhaltung des zulässigen Spannungsbandes sowie die adäquate Bereitstellung von Blindleistung. So wurden u.a. die Netzanschlussbedingungen für Photovoltaik- und Windenergieanlagen um Vorgaben für die Blindleistungsregelung erweitert. Diese sahen zunächst eine $\cos(\rho)$ -Regelung der Anlagen vor und wurden dann um eine spannungsabhängige $Q(U)$ -Regelung erweitert. Die VDE Anwendungsregeln 4110 und 4120 sehen für Anlagen, welche im Hoch- oder Mittelspannungsnetz angeschlossen sind, eine Ausstattung mit Fernwirktechnik vor, so dass der Anschlussnetzbetreiber dynamisch Sollwerte bzw. Kennlinien für die Spannungs- bzw. Blindleistungsregelung der einzelnen Anlagen vorgeben kann [3] [4].

Lokale Blindleistungsregelungen einzelner Erzeugungsanlagen führen jedoch dazu, dass durch die volatile Wirkleistungseinspeisung auch die Blindleistungseinspeisung der Anlagen gleichermaßen schwankt, wodurch der vertikale Blindleistungsfluss zur überlagerten Netzebene direkt beeinflusst wird [5].

Die Volatilität des Wirk- und Blindleistungsflusses hat zunehmenden Einfluss auf den Blindleistungshaushalt des Übertragungsnetzes und sollte daher in Stabilitätsuntersuchungen sachgerecht abgebildet werden. Insbesondere die häufig getroffene Annahme konstanter Wirk- und

¹ Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) an der RWTH Aachen, Schinkelstr.6 52062 Aachen, +49 241 8096713., +49 241 8092197, s.porada@iaew.rwth-aachen.de, www.iaew.rwth-aachen.de

² Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) an der RWTH Aachen, Schinkelstr.6 52062 Aachen

Blindleistungsflüsse im 15-Minuten-Zeitraster sind kritisch im Kontext zunehmender volatiler Erzeugung zu hinterfragen. Die Untersuchung dieses Sachverhaltes ist Schwerpunkt dieses Papers.

Konkret soll untersucht werden, welchen Einfluss sekundliche Einspeiseschwankungen auf die Wirk- und Blindleistungsflüsse im Verteil- und Übertragungsnetz haben. Dabei werden auch unterschiedliche Blindleistungsregelungsstrategien der Erzeugungsanlagen berücksichtigt bzw. variiert.

Methodisches Vorgehen und Untersuchungsprogramm

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragestellungen, bedarf es einer dynamischen Simulation des betrachteten Netzes. Hierfür wird ein am IAEW entwickeltes Simulationsverfahren angewendet, welches basierend auf einem impliziten Lösungsverfahren und den hinterlegten Komponenten- und Reglermodellen die Leistungsflüsse im Zeitbereich von Sekunden bis Minuten berechnet. Im Rahmen dieses Papers wird dieses Verfahren auf ein exemplarisches Mittelspannungsnetz angewendet und die vertikalen Wirk- und Blindleistungsflüsse im Zeitbereich ausgewertet. [6]

Hierfür werden für Photovoltaik- und Windenergieanlagen 10-sekündlich aufgelöste Einspeiseprofile erstellt, welche Wetterphänomene wie Wolkenzüge und Windflanken berücksichtigen.

Hierbei soll die Frage beantwortet werden, inwieweit eine detaillierte Abbildung dieser Einspeiseschwankungen in Spannungsstabilitätsuntersuchungen des Übertragungsnetzes Berücksichtigung finden sollten. Hierfür werden die Ergebnisse der Simulation basierend auf 10-sekündlich aufgelösten Einspeiseprofilen mit Simulationsergebnissen basierend auf 15-Minütig aufgelösten Einspeiseprofilen verglichen, welche heute typischerweise in netzbetrieblichen Untersuchungen verwendet werden. Dabei sollen insbesondere die Maxima und Minima der auftretenden vertikalen Leistungsflüsse sowie die maximal auftretenden Gradienten ausgewertet werden, welche den Blindleistungshaushalt des Übertragungsnetzes wesentlich beeinflussen. Diese Untersuchungen werden sowohl für eine $\cos(\rho)$ - sowie eine $Q(U)$ -Regelung der Anlagen durchgeführt, um zu untersuchen inwiefern eine spannungsabhängige Blindleistungsregelung der Anlagen Schwankungen der vertikalen Blindleistungsflüsse reduzieren kann.

Danksagung

Der Beitrag wurde im Rahmen des Forschungsprojektes "enera", Teil des Förderprogramms SINTEG des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), mit dem Förderkennzeichen 03SIN321 erstellt.



Referenzen

- [1] Umweltbundesamt, Erneuerbare Energien in Deutschland: Daten zur Entwicklung im Jahr 2018. Available: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/uba_hgp_einzahlen_2019_bf.pdf.
- [2] Patrick Milan, The conversion dynamics of wind energy systems treated as a complex stochastic process: Von der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg zur Erlangung des Grades und Titels eines Doktors der Naturwissenschaften Dr.rer.nat.
- [3] VDE-AR-N 4120 Anwendungsregel:2018-11 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Hochspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Hochspannung), 2018.
- [4] VDE-AR-N 4110 Anwendungsregel:2018-11 Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung), 2018.
- [5] K. Taylor, P. Larscheid, T. van Leeuwen, and A. Moser, "Identifikation von Einflussfaktoren auf den Blindleistungsbezug unterlagerter Verteilnetze in der Hochspannungsebene," 15. Symposium Energieinnovation, Graz, Feb. 2018.
- [6] M. Maercks, S. Porada, and A. Moser, "Seite 1 von 12 Diskussion dynamischer und stationärer Spannungsstabilitätsuntersuchungen bei volatilen Übertragungsaufgaben," 15. Symposium Energieinnovation, Graz, Feb. 2018.