



Fachgebiet Elektrische
Energieversorgungsnetze



Zusammenfassung der Master's Thesis für Solarenergieförderverein
Bayern e. V.

Master's Thesis

Analyse von realen 110 kV-Netzen zur Bewertung des EEG-
bedingten Netzausbaubedarfs in Bayern

Verfasser: Lorenz Viernstein, M.Sc.

Eingereicht: 23.09.2013

Vorbemerkung

Die in dieser Masterarbeit verwendeten Prognosewerte für Windenergieanlagen entstammen der Studie „Entwicklung erneuerbarer Energien in Bayern 2032“, welche dem Jahr 2012 entspringt und entsprechend die zum Analysezeitpunkt geltenden Rahmenbedingungen widerspiegelt. Die dadurch zum aktuellen Zeitpunkt zu erwartenden niedrigeren Einspeiseleistungen aus Windenergieanlagen resultieren in einem reduzierten notwendigen Netzausbau. Das vorgestellte Vorgehen behält unabhängig davon allgemein Gültigkeit. Insbesondere im nördlichen Bayern und im Allgäu (vgl. Abbildung 1) sind jedoch unter Umständen einige in dieser Arbeit berücksichtigte Maßnahmen obsolet. In Bayern dominieren im wesentlichen die Einspeisungen aus Photovoltaikanlagen, sodass die qualitativen Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer geänderten Windleistungsprognose nach wie vor Gültigkeit behalten.

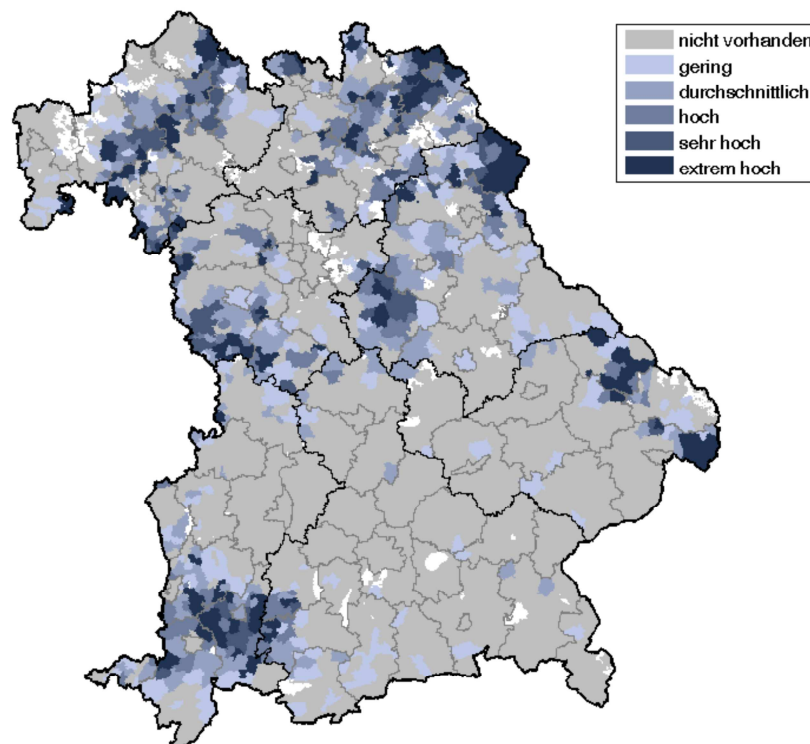


Abbildung 1 Leistungsdichte Windenergieanlagen 2021 (bezogen auf Mittelwert 2021)¹

Da in die Arbeit reale Netzdaten der Hochspannungsnetzbetreiber eingeflossen sind und auch darüber hinaus nicht öffentliche Quellen verwendet wurden, muss aus Datenschutzgründen auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet werden.

¹ [EEN-13], Fachgebiet Elektrische Energieversorgungsnetze. 2013. Verteilnetzstudie Bayern 2013 - Zwischenbericht. München : s.n., 2013.

1 Motivation

Die von der Bundesregierung für die kommenden Jahre vorgegebenen Anteile erneuerbarer Energien an der Stromversorgung und die damit verbundenen Zuwächse an installierter Erzeugungsleistung stellen die Stromnetze zunehmend vor Herausforderungen. Gerade die im Rückspeisefall auftretenden Lastflüsse unterscheiden sich deutlich von denen in einem klassischen Energiesystem in dem die Energie vom Großkraftwerk zum Erzeuger fließt. Um diese Lastflüsse in Zukunft sicher und zuverlässig durch das Netz leiten zu können besteht bereits im Hinblick auf die nächsten Jahre dringender Handlungsbedarf. Um die finanziellen Auswirkungen dieser Entwicklung abschätzen zu können ist nicht nur eine Betrachtung der Mittel- und Niederspannungsebene sondern auch der Hochspannungsebene nötig, welche in der aktuellen Diskussion oftmals wenig Beachtung findet. Die in den unteren Spannungsebenen eingespeisten Leistungen aggregieren sich in der Hochspannungsebene und stellen eine nicht zu unterschätzende Belastung dar. Diese Masterarbeit hat sich mit der Bestimmung des EEG-bedingten Netzausbaubedarfs in der 110 kV Hochspannungsebene auseinandergesetzt und eine finanzielle Bewertung der nötigen Maßnahmen vorgenommen.

2 Grundlage

Basis für die Bestimmung des Netzausbaubedarfs stellen die realen, aktuellen 110 kV Netze der drei großen bayerischen Netzbetreiber in der Hochspannungsebene dar. Dankenswerterweise beteiligten sich die E.ON Netz GmbH, die LEW Verteilnetz GmbH sowie die N-ERGIE Verteilnetz GmbH an der Bereitstellung der Netzdaten, wodurch 97,5 % (vgl. Abbildung 2) der bayerischen Gemeindefläche abgedeckt und in die Berechnung mit einbezogen werden konnten.

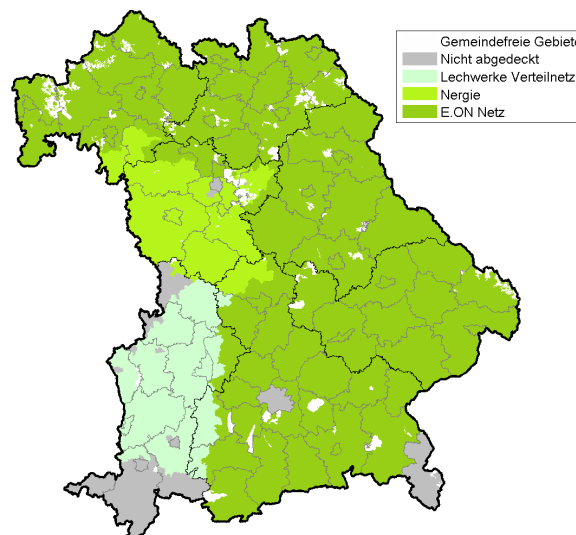


Abbildung 2 Übersicht über die untersuchten Netzgebiete²

Grundlage für die Netzausbauplanung bilden die aktuell installierten EEG-Leistungen sowie eine Prognose über die installierten regenerativen Leistungen für das Jahr 2021. Als aktuell installiert

² [EEN-13], Fachgebiet Elektrische Energieversorgungsnetze. 2013. Verteilnetzstudie Bayern 2013 - Zwischenbericht. München : s.n., 2013.

wurden diejenigen Photovoltaikanlagen gewertet, die bis zum Ende des Jahres 2012 im Anlagenregister der Bundesnetzagentur gemeldet waren, alle weiteren Anlagen wurden als Zubau in den Werten des Jahres 2021 berücksichtigt. Eine Aussage hierüber trifft das Stützjahr 2021 der FfE Studie „Entwicklung erneuerbarer Energien in Bayern 2032“. Diese stellt gemeinschaftlich Informationen über die im Jahr 2021 voraussichtlich installierte EEG Leistung - aufgeteilt nach Photovoltaik auf Dach- und Freiflächen sowie Windkraft - zur Verfügung. Die dort vorgestellten zu erwartenden Leistungen wurden zu Ersatzspeisungen an den Mittelspannungssammelschienen zusammengefasst und repräsentieren so die in allen unterlagerten Netzebenen installierten dezentralen Erzeugungsanlagen.

3 Vorgehen

Auf Basis der aktuellen Netzdaten und der für das Jahr 2021 prognostizierten Einspeiseleistungen aus Photovoltaik- und Windenergieanlagen wird eine Netzberechnung durchgeführt. Hierbei wird die Einhaltung der planungsrelevanten Kriterien im (n-1)-Fall, der gekennzeichnet ist durch den Ausfall eines beliebigen Betriebsmittels, überprüft. Der maßgebliche einzuhaltende Grenzwert ist die Stromtragfähigkeit der im Netz verbauten Leitungen, wobei die Auslastung hier nicht mehr als 100 % betragen darf. Ausgehend von den auftretenden Überlastungen werden Maßnahmen abgeleitet, die zunächst von einer Änderung des Schaltzustandes, über den Ausbau einzelner Trassen bzw. Ersatzneubau einzelner Trassen bis hin zur Planung neuer Trassen reichen. Da die Hochspannungsnetze in der Regel eine Vielzahl an möglichen Schaltzuständen aufweisen, die einen signifikanten Einfluss auf die Leistungsflüsse im Netz haben, ist hierbei in jedem Fall eine Einzelfallbetrachtung notwendig, wobei hier auf die besonderen Gegebenheiten der Netze eingegangen werden muss. Die Ergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit den Netzplanungsabteilungen der beteiligten Netzbetreiber auf Plausibilität und Notwendigkeit geprüft.

Dabei kommen zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit nur im Voraus definierte Freileitungs- bzw. Kabeltypen zum Einsatz, für die auch einheitliche finanzielle Bewertungen der Netzbetreiber vorliegen.

4 Ergebnisse

Durch die detaillierte Analyse der bayerischen Hochspannungsnetze ist eine verlässliche Aussage über den bis 2020 nötigen Netzausbau möglich. Insbesondere die bundeslandspezifische Betrachtung der realen Netze stellt einen großen Schritt im Vergleich zur dena-Verteilnetzstudie³ dar, da diese nur näherungsweise Angaben zur regionalen Verteilung der Netzausbaukosten zulässt. In der dena-Verteilnetzstudie war die Angabe von regional aufgeschlüsselten Ergebnissen nur auf Basis von Hochrechnungen möglich, die die regionalen Gegebenheiten nur unzureichend berücksichtigt.

Die in der dena-Verteilnetzstudie veröffentlichten Ergebnisse sehen in den Jahren 2010-2020 deutschlandweit einen Investitionsbedarf in Höhe von 10,2 Mrd. € in der Hochspannungsebene vor, für Bayern ist lediglich die Summe der notwendigen Investitionen in Nieder-, Mittel- und

³ [dena-12], Deutsche Energie-Agentur GmbH. 2012. *Ausbau-und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030*. s.n., 2012.

Hochspannungsebene in Höhe von 7,2 Mrd. € angegeben.⁴ Dies zeigt, dass eine genauere Aufschlüsselung der Kosten unabdingbar ist.

Endergebnis der Arbeit ist eine mit den bayerischen Hochspannungsnetzbetreibern abgestimmte Kostenaufstellung für konkrete notwendige Maßnahmen in der 110 kV Hochspannungsebene.

⁴ [dena-12], Deutsche Energie-Agentur GmbH. 2012. *Ausbau-und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030*. s.n., 2012.