

Hochschule München
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik



Entwicklung eines Verfahrens zur Prognose der Einspeiseentwicklung für die Zielnetzplanung

Development of a procedure for forecasting the feed-in growth
for the target grid planning

Bachelorarbeit

Im Studiengang

Regenerative Energien - Elektrotechnik

Vorgelegt von

Julian Steinert

| | |
|----------------------|---------------------|
| Betreuer Hochschule: | Prof. Simon Schramm |
| Betreuer AllgäuNetz: | Robert Köberle |
| Bearbeitungsbeginn: | 01.06.2016 |
| Abgabetermin: | 30.11.2016 |
| Laufende Nr.: | 1413 |

Kurzfassung

Die Bemühungen um die Energiewende in Deutschland verursachen einen stetigen Zubau von dezentralen erneuerbaren Erzeugungsanlagen. Dadurch ist die Planung und Auslegung von elektrischen Verteilnetzen im Vergleich zu früher erschwert. In dieser Arbeit soll deswegen ein Verfahren entwickelt werden, mit dem die Einspeiseentwicklung für die nächsten 10 bis 15 Jahre prognostiziert werden kann. Mit dieser Prognose soll es möglich sein, die Auswirkungen zukünftiger Erzeugungsanlagen auf das Netz, besser abschätzen zu können und soll damit zu einer besseren Planung beitragen.

In dieser Arbeit wird nur auf die Entwicklung von Photovoltaikanlagen eingegangen, da im Netzgebiet der Firma AllgäuNetz in diesem Sektor mit dem größten Zubau zu rechnen ist. Bei dem Prognoseverfahren werden zuerst die Einflussfaktoren auf den Zubau von Photovoltaikanlagen untersucht. Es wird ermittelt welche Faktoren einen nennenswerten Einfluss auf die Einspeiseentwicklung haben und wie groß dieser ist. Aufgrund dieser Ergebnisse werden Szenarien gebildet, um verschiedene Verläufe der Einflussfaktoren und somit dem Zubau abzubilden. Anhand des Zusammenhangs zwischen dem Zubau und den relevanten Einflussfaktoren wird für jedes Szenario der zu erwartende Zubau an installierte PV-Leistung im Netzgebiet berechnet. Die installierte Leistung wird mit einem geeigneten Verfahren sinnvoll im Netzgebiet auf die Anschlussobjekte verteilt. Die somit prognostizierten Anlagen werden in ein rechenfähiges Netzmodell eingepflegt und die Auswirkungen auf das Mittelspannungsnetz analysiert. Hieraus lässt sich der erwartete Ausbaubedarf abschätzen. Diese Ergebnisse können sinnvoll in die Zielnetzplanung einbezogen werden, um das Netz bereits heute im richtigen Ausmaß zu verstärken.

Abstract

The energy transition in Germany causes the continuous installation of decentralized renewable energy sources. Thus the planning of the distribution network is nowadays way more difficult than it used to be. In this thesis a procedure will be developed to forecast the growth of the feed-in of renewable energies for the next 10 to 15 years. This forecast helps to analyze the effect of the future feeds on the grid and will improve the grid planning.

In this thesis only the development of the photovoltaic systems in the AllgäuNetz area will be considered because in this field the biggest growth is expected. At the beginning the effect of several factors influencing the progress of photovoltaic system installation will be investigated. It will be determined which factors have a relevant effect and how big their specific influence is. Basing on these results scenarios will be built to illustrate the different developments of the influencing factors. On the basis of the correlation between the feed development and the relevant influencing factors the future photovoltaic power in the grid area will be calculated for each scenario. The predicted photovoltaic power will be distributed with a suitable procedure to the existing-objects connected to the grid. The predicted future photovoltaic systems will be integrated into a grid model to analyze the effect on the medium-voltage grid. This investigation will show the grid areas, where specific enhancement strategies have to be applied. These results can be used in the target grid planning to enhance the electrical grid in the future critical areas already today.

1 Zusammenfassung und Ausblick

1.1 Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Prognoseverfahren entwickelt, mit dem unterschiedliche Einspeiseentwicklungen für ein gewünschtes Netzgebiet abgeschätzt werden können. Zudem wurde das erstellte Prognoseverfahren auf das AN-Gebiet angewendet und durchgeführt. Es wurden nur PVA betrachtet, weil diese schon jetzt für kritische Verhältnisse im Netz sorgen und hier mit dem größten Zuwachs im Netzgebiet zu rechnen ist. Jedoch ist das Prognoseverfahren auch auf andere Erzeugungsanlagen anwendbar und zum Beispiel eine Prognose für Biogasanlagen denkbar. In Abbildung 1 ist der allgemeine Ablauf und die Vorgehensweise des Verfahrens mit Hilfe eines Flussdiagrammes dargestellt. Zu beachten ist dabei, dass das entwickelte Verfahren nur funktioniert, wenn der Zubau maßgeblich von der Wirtschaftlichkeit der untersuchten Erzeugungsanlage abhängt.

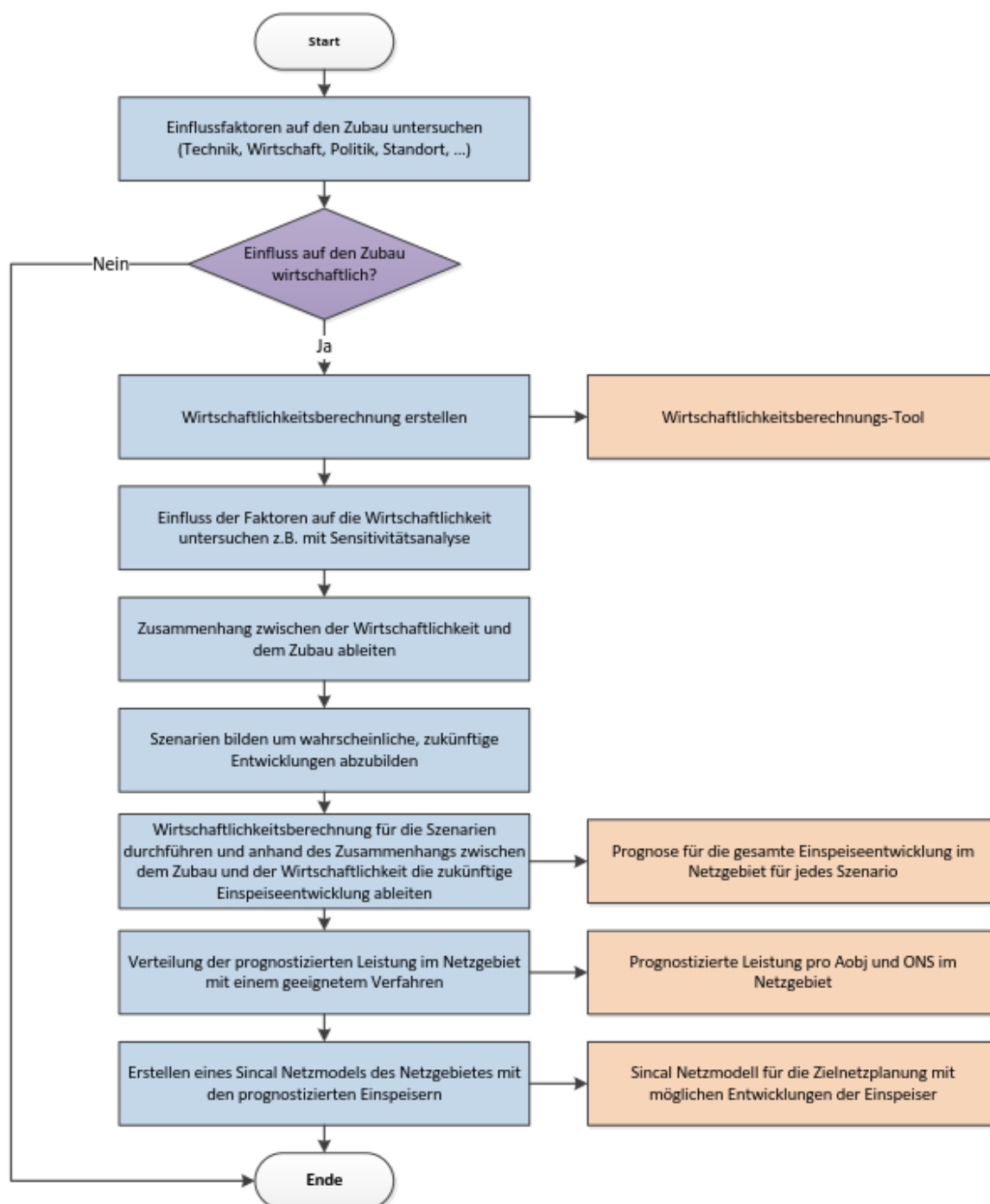


Abbildung 1 Flussdiagramm des allgemeinen Ablaufs für das Prognoseverfahren

Zu Beginn des Verfahrens wurden die Einflussfaktoren auf den Zubau von PVA untersucht. Es hat sich herausgestellt, dass der Zubau vor allem von der Wirtschaftlichkeit der Anlage abhängt. Aufgrund dieses Ergebnisses wurde ein Tool programmiert (Rendite-Tool) mit dem die Rendite einer PVA berechnet werden kann. Mit Hilfe des Rendite-Tools und einer Sensitivitätsanalyse wurde die Sensitivität der Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit untersucht. Eine

relevante Auswirkung haben hierbei die Investitionskosten, die Einspeisevergütung, der Strompreis und der Eigenverbrauch. Außerdem wurde mit dem Rendite-Tool der Zusammenhang zwischen dem Zubau und der Wirtschaftlichkeit von PVA untersucht. Hierfür wurde eine Referenzanlage erstellt. Für diese wurde die Renditen der vergangenen Jahren berechnet und mit dem Zubau im AN-Gebiet verglichen. Es hat sich gezeigt, dass der Zubau und die Rendite von PVA direkt voneinander abhängen. Somit lässt sich mit der Wirtschaftlichkeit von PVA die Einspeiseentwicklung abschätzen. Aufgrund der Ergebnisse wurden drei Szenarien gebildet, um die unterschiedliche Entwicklung der relevanten Einflussfaktoren und somit dem Zubau abzubilden. Hierbei handelt es sich um das „Szenario +“ das eine obere Grenze darstellt, das „Szenario -“ welches eine untere Grenze abdeckt und das „Szenario ~“ welches eine wahrscheinliche Entwicklung wiedergibt. Für diese Szenarien wurde die Wirtschaftlichkeit von PVA berechnet und damit der zukünftige Zubau abgeschätzt. Es wurde ermittelt, dass im „Szenario +“ 53,91 MW, im „Szenario ~“ 32,40 MW und im „Szenario -“ 24,18 MW an PV Leistung im Zeitraum von 2016 bis 2026 zusätzlich installiert werden. Ein Vergleich der Ergebnisse mit anderen Prognosen für die Entwicklung von PVA hat gezeigt, dass das Prognoseverfahren ein aussagekräftiges Ergebnis liefert.

Die prognostizierte Leistung wurde mit dem im Rahmen dieser Arbeit programmierten Excel-Tool im AN-Gebiet verteilt. Als Grundlage diente die Solarpotentialanalyse bei der alle geeigneten Dächer für PVA erfasst sind. Für die Verteilung wurden unterschiedliche Verfahren getestet. Am sinnvollsten erwies sich die gewichtete Verteilung abhängig vom SLP des Aobj.. Hierbei wurde die prognostizierte Leistung beim „Szenario +“ auf 5.142, „Szenario ~“ auf 3.183 und „Szenario -“ auf 2.400 PVA verteilt. Die prognostizierten Anlagen wurden in das Sincal-Netzmodell des AN-Gebiets eingepflegt. Das Netz wurde für die drei Szenarien simuliert und der Ausbaubedarf abgeleitet. Es wurden die Auswirkungen der neuen Erzeugungsanlagen auf das Spannungsband und die Betriebsmittel untersucht. Nur beim „Szenario +“ mit dem größten PVA Zubau ist mit einem hohen Ausbaubedarf im MS-Netz zurechnen. Für das „Szenario ~“ und das „Szenario -“ wurde ein niedriger Ausbaubedarf ermittelt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es mit dem entwickelten Prognoseverfahren möglich ist die PV-Einspeiseentwicklung eines gewünschten MS- oder NS-Netzes für verschiedene Szenarien abzuschätzen. Des Weiteren lässt sich die prognostizierte Leistung sinnvoll im Netzgebiet verteilen und für die Zielnetzplanung bereitstellen.

1.2 **Ausblick**

Das in dieser Arbeit entwickelte Prognoseverfahren muss über die nächsten Jahre getestet und mit dem realen Zubau der PVA verglichen werden, um festzustellen ob es ein aussagekräftiges Ergebnis liefert. Des Weiteren muss, je nach Entwicklung der Einflussfaktoren, die Prognose und eventuell das Verfahren angepasst werden. Besonders bei Batteriespeichersystemen für PVA ist in den nächsten Jahren mit einer großen Entwicklung zu rechnen. Hier ist es womöglich sinnvoll die Auswirkungen von Energiespeichern auf die Rendite besser abzubilden und die Wirtschaftlichkeitsberechnung zu erweitern. Zudem empfiehlt es sich die Datenaufbereitung weiter zu automatisieren und die programmierten Excel Tools in ein Tool zusammenzufassen.

Mit dem Verfahren kann eine Prognose für die Einspeiseentwicklung für ein bestimmtes Netzgebiet erstellt werden. Allerdings muss für die Zielnetzplanung die Entwicklung der Erzeuger und Lasten berücksichtigt werden. Aus diesem Grund empfiehlt es sich auch ein Verfahren zur Vorhersage von Lasten zu entwickeln.