

Forecasting of renewable feed-in time series using machine learning (Master thesis)

Autor: Felix Menne
Erstprüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing Aaron Praktiknjo
Betreuung: Jan Priesmann, M. Sc.; Marius Tillmanns, M. Sc.

Kurzfassung

Die durch den Klimawandel eingeleitete Energiewende führt zu weitreichenden Veränderungen bei der Stromerzeugung im deutschen Energiesystem. Kraftwerke, die erneuerbare Energiequellen wie Windkraft oder Photovoltaik nutzen, expandieren und haben bereits heute einen großen Anteil an der bundesweit installierten Leistung und werden dies auch in Zukunft tun. Um eine verlässliche Planung für die zukünftige Stromerzeugung zu erstellen, werden Prognosemodelle eingesetzt, von denen sich solche, die auf künstlicher Intelligenz basieren, aufgrund ihrer Fähigkeit, nichtlineare Zusammenhänge abzubilden, als besonders vorteilhaft erwiesen haben. Diese werden in der Regel auf historischen Daten trainiert. Die historischen Daten berücksichtigen bereits Einflüsse wie Abregelungsmengen aufgrund von Redispatch oder Einspeisemanagement. Eine Veränderung solcher Einflüsse durch technischen Fortschritt oder Veränderungen im Stromsystem kann jedoch zu einer erhöhten Fehlerquote solcher Prognosen führen. Im Rahmen dieser Arbeit wird daher eine Methodik entwickelt, die auf Basis von Abregelungsmengen und historischen Zeitreihendaten eine modifizierte Zeitreihe erstellt, die diese Veränderungen berücksichtigt. Innerhalb der Methodik wird ein Prognosemodell eingesetzt, um diese Zeitreihe vorherzusagen.

Zur Erstellung der Zeitreihe wird ein analytisches Modell entwickelt, das die maximal mögliche Stromerzeugung unter bestimmten Annahmen auf der Grundlage disaggregierter Wetter- und Kraftwerksdaten simulieren kann. Historische Zeitreihendaten werden mit Hilfe der Simulation des analytischen Modells skaliert, und es wird eine neue Zeitreihe erstellt, die die räumlich verteilte Einschränkung enthält. Ein neuronales Netz wird trainiert, um diese Zeitreihe unter Verwendung von Wetter- und Kraftwerksdaten vorherzusagen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Vorhersage dieser modifizierten Zeitreihe mit künstlicher Intelligenz möglich ist. Darüber hinaus wird ein Unterschied in der Simulation mit disaggregierten Daten und mit aggregierten Daten demonstriert, der je nach simulierter Technologie und meteorologischen Bedingungen unterschiedliche Ergebnisse zeigt. Insgesamt stellt die Methodik einen vielversprechenden Ansatz dar, um zukünftige Veränderungen im Energiesystem im Hinblick auf die Einspeisung erneuerbarer Energien zu berücksichtigen.

Abstract

The energy transition initiated by climate change is leading to far-reaching changes in the way electricity is generated in the German energy system. Power plants that use renewable energy sources, such as wind power or photovoltaics, are expanding rapidly and already account for

a large share of national installed capacity today and will continue to do so in the future. To create reliable planning for future power generation, forecasting models are applied, of which those based on artificial intelligence have emerged as particularly advantageous due to their ability to map nonlinear relations. In general, these are trained on historical data. The historical data already consider influences such as curtailment quantities because of redispatch or feed-in management. However, a change in such influences due to technological progress or changes in the power system may lead to an increased error rate in such forecasts. Therefore, within the scope of this work, a methodology is designed that creates a modified time series based on curtailment quantities and historical time series data that incorporates these changes. A forecasting model is employed within the methodology to predict this time series.

In order to generate the time series, an analytical model is developed that can simulate the maximum possible power generation under given assumptions based on disaggregated weather and power plant data. Historical time series data are scaled using the simulation of the analytical model and a new time series that includes the spatially distributed curtailment is generated. A neural network is trained to predict this time series employing weather and power plant data.

The results show the feasibility of forecasting this modified time series using artificial intelligence. In addition, a difference in the simulation using disaggregated data as well as aggregated data is demonstrated, which shows varying results depending on the simulated technology and meteorological conditions. Overall, the methodology shows a promising approach to include future changes in the energy system with respect to the feed-in of renewable energies.