

## Development of a Classification Algorithm of Photovoltaic Systems based on a Load Profile Input (Master Thesis)

Autor:           Laurens Löbbberding  
Erstprüfer:     Prof. Dr.-Ing. Aaron Praktiknjo  
Betreuung:     Lars Nolting, M. Sc.

### Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit analysiert die Integrationskosten variabler erneuerbarer Energien im Hinblick auf eine zu erwartende Erhöhung ihrer Marktdurchdringung. Aus Sicht eines Vermarkters variabler erneuerbarer Energien wird untersucht, wie Integrationskosten, die in Form von Ausgleichskosten entstehen, reduziert werden können. Dazu werden Prognosefehler, die aus Fehlern in der verwalteten Anlagendatenbank resultieren, als eine relevante Quelle für Ausgleichskosten identifiziert. Um falsche Daten zu identifizieren und korrekte Informationen zu liefern, wird ein Algorithmus entwickelt, der die Geolokalisierung von PV-Anlagen automatisch aus den entsprechenden Produktionsdaten ableitet. Die Daten für diese Arbeit wurden von der *Axpo Holding AG* im Rahmen einer Forschungs Kooperation zur Verfügung gestellt. Der entwickelte Algorithmus basiert auf astronomischen Gleichungen, die die Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeiten, die aus den Produktionsdaten der PV-Anlagen abgeleitet werden, als Eingabe verwenden, um deren Standort zu berechnen. Die neuartige Methodik berechnet den Standort von Anlagen mit einer Leistung von mehr als 200 kW mit einer mittleren Abweichung von 76,61 km für Daten, die alle 10 Minuten aufgezeichnet werden, und einer mittleren Abweichung von 152,26 km für Anlagen, deren Produktion alle 60 Minuten überwacht wird, auf robuste Weise. Nun können die Vermarkter von PV-Anlagen den entwickelten Algorithmus auf ihre Produktionsdatenbanken anwenden, um ihre Ausgleichskosten zu senken, indem sie sich auf bessere Anlagendaten für ihre PV-Erzeugungsprognosen stützen. Dadurch können die Integrationskosten für variable erneuerbare Energien gesenkt werden.

### Abstract

This thesis analyses the integration costs of variable renewable energy with regard to an expected increase in their market penetration. From the point of view of a marketer of variable renewable energy, it is examined how integration costs incurred in the form of balancing costs can be reduced. For this, forecasting errors resulting from errors in the managed asset database are identified as a relevant source of balancing costs. To identify wrong data and provide correct information, an algorithm is developed which automatically deduces the geolocation of PV systems based on the corresponding production data. Data for this work has been provided by the *Axpo Holding AG* in a conjoint research collaboration. The developed algorithm is based on astronomical equations that use the sunrise and sunset time which are derived from PV system production data as an input to compute their location. The novel methodology robustly calculates the location of assets with a capacity higher than 200 kW with a median of 76.61 km deviation for data recorded every 10 minutes and a median of 152.26 km deviation for assets whose production is monitored every 60 minutes. Now, marketers of PV systems can apply the developed algorithm onto their production databases to reduce their balancing costs

by relying on better asset data for their PV generation forecasts. Thereby, the integration costs of variable renewable energy can be lowered.