

## Master Thesis

### Dynamic Adaption Strategies for Time Series Forecasting in case of Concept Drifts

This thesis aims at finding dynamic concept drift adaption strategies for time series forecasting, evaluate their effectiveness, and compare them to a static model.

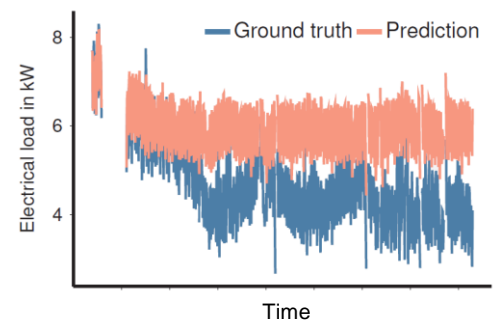
## Motivation

Machine Learning (ML) algorithms incorporate a wide range of hyperparameter choices about the model's architecture, regularization, and optimization; parameters whose values are not directly derived from the data and must be set by the data scientist. Hyper-Parameter Optimization (HPO) is a powerful approach to improve the model's prediction accuracy. Previous approaches aim to find an optimal static hyperparameter configuration. In operation, however, the target variable that the model predicts may change over time in unpredictable ways – a concept drift – making predictions less accurate or incorrect.

Instead of searching for a static configuration, adapting the model after the detection of a concept drift in an optimal way is a promising approach. To the best of our knowledge, a dynamic HPO strategy for time series forecasting does not yet exist, but there are approaches in other domains, e.g., in classification [1].

## Tasks

- Literature research and introduction into time series forecasting, **concept drift**, **HPO**, and Automated Machine Learning (**AutoML**).
- Implement a static HPO for a given **deep learning model** [2].
- Systematically implement and compare existing approaches of dynamic HPO for the model [2]. Based on this evaluation, a **new adaption strategy might be developed**.
- Compare the results of dynamic- and static HPO on **energy-related data**.



A concept drift without adapting the model results in high prediction errors.

## Skills

- **Qualification:** Informatics, Engineering or Scientific studies
- **Personality:** Highly motivated and proactive
- **Experience and Know-How:** Interests in machine learning and energy informatics. First experiences in machine learning and **Python** programming skills are advantageous. The thesis should preferably be written in **English**.

[1] Celik, B. and Vanschoren, J., (2021) Adaptation Strategies for Automated Machine Learning on Evolving Data, arXiv pre-print: 2006.06480

[2] Heidrich, B. et al. (2020) Forecasting energy time series with profile neural networks. In *ACM International Conference on Future Energy Systems*

## Master Thesis

### Dynamische Anpassungsstrategien für die Zeitreihenprognose bei Konzeptdrifts

Ziel dieser Arbeit ist es, dynamischen Anpassungsstrategien bei Konzeptdrifts in der Zeitreihenprognose zu finden, ihre Effektivität zu bewerten und sie mit einem statischen Modell zu vergleichen.

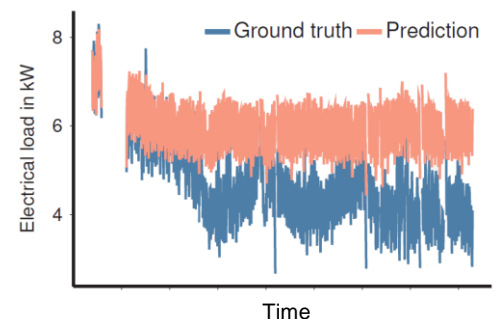
### Motivation

Algorithmen für Maschinelles Lernen (ML) enthalten eine Vielzahl von Hyperparametern für die Architektur des Modells, die Regularisierung und die Optimierung; Parameter, deren Werte nicht direkt aus den Daten abgeleitet werden können und von uns festzulegen sind. HyperParameter Optimierung (HPO) ist ein effektiver Ansatz zur Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit des Modells. Bisherige Ansätze versuchen eine optimale statische Hyperparameter-Konfiguration zu finden. Im Betrieb kann sich jedoch die vom Modell vorhergesagte Zielvariable mit der Zeit auf unvorhersehbare Weise ändern – ein Konzeptdrift – wodurch Vorhersagen weniger genau oder falsch werden.

Anstatt nach einer statischen Konfiguration zu suchen, ist die optimale Anpassung des Modells nach der Erkennung eines Konzeptdrift ein vielversprechender Ansatz. Eine dynamische HPO-Strategie für die Zeitreihenprognose gibt es unseres Wissens nach noch nicht, aber es gibt Ansätze in anderen Problemstellungen, z. B. in der Klassifikation [1].

### Tasks

- Literaturrecherche und Einführung in die Zeitreihenprognose, **Konzeptdrift**, **HPO** und Automatisiertes Maschinelles Lernen (**AutoML**).
- Implementieren eines statischen HPO für ein gegebenes **Deep-Learning-Modell** [2].
- Systematische Implementierung und Vergleich bestehender Ansätze der dynamischen HPO für das Modell [2]. Basierend auf dieser Auswertung kann **eine neue Anpassungsstrategie entwickelt werden**.
- Vergleich der Ergebnisse von dynamischem und statischem HPO bei **Energiedaten**.



Ein Konzeptdrift ohne Anpassung des Modells führt zu hohen Vorhersagefehlern.

### Kompetenzen

- **Qualifikation:** Ingenieur-, Informatik-, oder naturwissenschaftlicher Studiengang.
- **Persönlichkeit:** zuverlässig und selbständig.
- **Erfahrung und Know-How:** Interesse an maschinellem Lernen und Energieinformatik. Erste Erfahrungen mit maschinellem Lernen und **Python** Programmierkenntnisse sind von Vorteil. Die Thesis sollte vorzugsweise in **English** geschrieben werden.

[1] Celik, B. and Vanschoren, J., (2021) Adaptation Strategies for Automated Machine Learning on Evolving Data, arXiv pre-print: 2006.06480

[2] Heidrich, B. et al. (2020) Forecasting energy time series with profile neural networks. In *ACM International Conference on Future Energy Systems*