

Evaluation von Machine Learning-Ansätzen zur Klassifikation von Großwetterlagen in Europa unter Einfluss des Klimawandels

Masterarbeit

Betreuung: Prof. Dr. Helmut Küchenhoff, Maximilian Weigert

Projektpartner: Magdalena Mittermeier (Department für Geographie, LMU)

Projekthintergrund:

Die Abschätzung der Auswirkungen eines anthropogen verursachten Klimawandels ist ein zentraler Bestandteil der Klimafolgenforschung. Ein bedeutender Aspekt davon ist auch die Identifikation des Auftretens spezifischer Großwetterlagen. Im Besonderen ist dabei von Interesse, ob Großwetterlagen, die mit dem Vorkommen von extremen meteorologischen Ereignissen wie starken Niederschlägen oder Hochwasser verknüpft sind, verstärkt auftreten werden.

Zur Analyse möglicher Klimaentwicklungen werden üblicherweise sogenannte regionale Klimamodelle verwendet, die häufig aus Ensembles mehrerer Klimasimulationen bestehen. Im Rahmen des ClimEx-Projektes¹, ein internationales universitäres Forschungsprojekt der LMU, das das Auftreten und die Auswirkungen von extremen klimatischen Ereignissen auf die Hydrologie in Bayern und Québec unter Einfluss des Klimawandels untersucht, wird ein Ensemble aus 50 transienten Klimasimulationen für den Zeitraum von 1950 bis 2100 betrachtet. Die simulierten Daten enthalten Informationen über ca. 50 Klimaparameter in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung.

Da Informationen über die vorherrschende Großwetterlage zu verschiedenen Zeitpunkten für simulierten Daten üblicherweise nicht vorliegen, ist es von zentraler Bedeutung, die Wetterlagen bestmöglich klassifizieren zu können. Zum Training eines Klassifikationsmodells bieten sich historisch beobachtete Wetterdaten sowie auch sogenannte Reanalysedaten, eine Kombination aus beobachteten und modellierten Daten, an. Für dieses Projekt kann die globale Reanalyse ERA-5 des Copernicus Climate Change Service² verwendet werden. Die Basis für die Einteilung der täglichen Großwetterlagen für den Trainingsdatensatz stellt die Einordnung nach Hess und Brezowsky (1977)³ dar.

Projektziele:

Ziel des Projektes ist es, die Anwendung verschiedener überwachter Machine Learning-Ansätze für die Klassifikation der europäischen Großwetterlagen hinsichtlich Prognosegüte und Interpretierbarkeit der Modelle zu evaluieren, anschließend das am besten geeignete Modell auf die Simulationen des ClimEx-Projektes anzuwenden und darauf basierend die Entwicklung der Wetterlagen im Zeitverlauf zu analysieren. Spezieller Fokus soll hierbei auf den Großwetterlagen WZ (Westlage zykonal) und TM (Tief Mitteleuropa) liegen, da diese beiden Wetterlagen stark mit dem Auftreten von Starkniederschlägen und Hochwasser gekoppelt sind.

Bei der Evaluation sollen mindestens zwei statistische Modellierungsansätze (z.B. Regressionsmodelle, Random Forest, Boosting, Deep Learning) auf deren Eignung für das betrachtete Klassifikationsproblem untersucht werden. Als potentielle Einflussgrößen für die Klassifikation der Großwetterlagen sollen der

¹ <https://www.climex-project.org>

² <https://cds.climate.copernicus.eu/>

³ Hess, P., Brezowsky, H. (1977): Katalog der Großwetterlagen Europas 1881-1976

Luftdruck auf Meereshöhe, das Geopotential auf 500 hPa sowie Informationen zu den räumlichen Gegebenheiten betrachtet werden. Die Integration zusätzlicher Einflussfaktoren kann geprüft werden. Für die Beurteilung der Interpretierbarkeit der Modelle können auch modell-agnostische Ansätze betrachtet werden.

Eine besondere Herausforderung des Projektes stellt die hochdimensionale Datensituation dar. Während die Großwetterlage als Zielgröße europaweit einheitlich ist und diese Information auf täglicher Basis vorliegt, sind die Klimaparameter als potentielle Einflussfaktoren in deutlich höherer räumlicher und zeitlicher Auflösung verfügbar. Aufgrund der Größe der zur Verfügung stehenden Daten müssen Modellschätzungen unter Umständen auf einem Server durchgeführt werden.

Kontakt:

Prof. Dr. Helmut Küchenhoff: kuechenhoff@stat.uni-muenchen.de,
Maximilian Weigert: maximilian.weigert@stat.uni-muenchen.de