LAETITIA

Improved LAI estimation for weather forecasts

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 16. Ausschreibung (2019)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.06.2020	**Projektende**	30.11.2022
Zeitraum	2020 - 2022	**Projektlaufzeit**	30 Monate
Keywords	LAI; Datenassimilation; Wettervorhersage		

Projektbeschreibung

Die Vegetation spielt in der Wettervorhersage eine relevante Rolle, da die räumlich und zeitlich stark variierenden Vegetationseigenschaften und –charakteristika einen signifikanten Einfluss auf den Energie- und Wasserhaushalt des Bodens und der bodennahen Atmosphäre respektive Grenzschicht haben. Bisher wird diese wichtige Rolle in Wettermodellen nur unzureichend berücksichtigt. Gründe dafür liegen zum einen in der limitierten Rechenkapazität, zum anderen in der mangelnden Verfügbarkeit von verlässlichen Beobachtungsdaten der Vegetation und der Landbedeckung. Daher ist es immer noch üblich, in Wettermodellen klimatologische LAI–Daten und grob aufgelöste globale Landbedeckungsdaten zu verwenden. Die Verwendung von LAI-Klimatologien mag für Globalmodelle auf Grund des groben Gitters noch vertretbar sein. Speziell bei konvektionsauflösenden Modellen mit Gitterdistanzen im niedrigen km-Bereich ist dieser Ansatz jedoch unzureichend und führt zu sub-optimalen Vorhersagen kleinskaliger Phänomene, speziell in topographisch komplexem Gelände.
Im vorgeschlagenen Projekt wird dieser Mangel durch einen innovativen Ansatz behoben und die erzielbaren Verbesserungen werden quantifiziert. Insbesondere sollen Copernicus-Daten der Sentinel-2 Satelliten mittels physikalisch basierter Strahlungstransfermodelle analysiert werden, um aus den 10 Spektralbändern räumlich und zeitlich kontinuierliche LAI Zeitreihen in nahe Echtzeit abzuleiten. Diese LAI Daten stehen dann für die Assimilation mittels (simplified) Extended Kalman Filter in einem physikalischen Bodenmodell mit hoher räumlicher Auflösung zur Verfügung. Um diese hohe Auflösung sowie vorhandene Landbedeckungsdaten, die zu einem Großteil auf Sentinel-2-Daten basieren (CORINE, LISA), im Bodenmodell optimal nutzen zu können, soll dieses vom Atmosphärenmodell entkoppelt in sehr hoher Auflösung (< 1 km) gerechnet werden, um bestmögliche Analysen von Bodenparametern und dem Vegetationszustand zu liefern. Dieser Ansatz ist, auch international gesehen, neu. Diese Bodenanalysen besitzen bereits für sich alleine einen hohen Wert, durch eine innovative Koppelung mit dem konvektionsauflösenden Atmosphärenmodell AROME soll darüber hinaus jedoch noch ein zusätzlicher Mehrwert geschaffen werden, indem die Wettervorhersage verbessert werden soll. Ob der erwartete positive Einfluss der LAI-Assimilation auf die Vorhersage von bodennahen Parametern im Wettermodell tatsächlich eintritt, wird anhand von meteorologischen Messwerten quantifiziert. Eine Untersuchung dieser Art wurde bisher weder in Österreich noch im internationalen Umfeld durchgeführt.
Das vorgeschlagene Projekt verfolgt damit mehrere Ziele. Auf der Beobachtungsseite ist dies die Verbesserung der Qualität von LAI-Werten, die auf Sentinel-2-Daten basieren. Bei der Ableitung des LAIs in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung

kommen physikalisch-basierte Strahlungstransfermodelle zum Einsatz. Diese Modelle haben gegenüber empirischen Verfahren den Vorteil, sehr robust zu sein, und darüber hinaus keine lokalen in-situ Daten zur Kalibrierung zu benötigen. Damit ist eine großflächige – globale – Anwendbarkeit sichergestellt. Auf Modellseite ist es vorwiegend die bessere Beschreibung von Vegetation und die damit einhergehenden Austauschprozesse zwischen Boden und Grenzschicht. Durch die in LAETITIA vorgeschlagene Datenassimilation sollen dabei bekannte Schwächen in der Modellprognose des LAI korrigiert werden. Als Ergebnis stehen zu Projektende verbesserte Bodenanalysen und Wetterprognosen für weitere Anwendungen zur Verfügung, wobei die Quantifizierung der Verbesserung belastbare Aussagen für eine spätere operationelle Umsetzung erbringen wird.

Abstract

Vegetation plays an important role in the field of weather forecasting, as their spatially and temporally varying characteristics significantly influence energy and water balance of the soil, as well as the near-surface atmosphere, respectively boundary layer. Currently, this important aspect is only inadequately taken into consideration by weather models. Reasons for this are limited computational capacity as well as lacking availability of reliable monitoring data of vegetation and land cover. Therefore, it is still common practice to use climatological LAI data and coarsely resolved global land cover data. The use of LAI climatologies might be sufficient for global models due to their coarse grid resolution. However, such a simplification becomes insufficient when dealing with convection resolving models with low km grid distances, leading to sub-optimal forecasts of small-scale phenomena, especially in complex terrain.
Within the proposed project, an innovative approach is used to counterbalance this deficiency and to quantify achievable improvements. In particular, Sentinel-2 satellite data provided by Copernicus will be analysed by means of physically based radiative transfer models to obtain spatially and temporally continuous near-real-time LAI time series, using all ten spectral bands of the satellite. Subsequently, the obtained LAI data will be integrated into a (simplified) Extended Kalman Filter assimilation process within a high-resolution physical soil model. To maximise the benefit of the high resolution in combination with available land cover data that are mainly based on Sentinel-2 data (CORINE, LISA), the soil model is supposed to run decoupled from the atmospheric model with very high resolution (< 1 km) to provide best possible analyses of soil parameters and state of vegetation. This approach is new – also from an international perspective. Apart from the fact that analyses of soil properties themselves provide valuable information, through an innovative coupling with the convection-resolving atmospheric model AROME additional benefit through an improvement of the weather forecasts can be expected. To assess the (expected positive) effect of LAI assimilation on predicting near-surface parameters in weather models, meteorological measurements are used for the quantification. So far, such kind of analysis has not yet been carried out, neither in Austria nor in an international environment.
The proposed project pursues several goals. From an observational point of view, the focus lays on improving the quality of LAI values, which are based on Sentinel-2 data. Radiative transfer models are used for the derivation of LAIs at high spatial and temporal resolution. Compared to empirical methods, these models have the advantage of being robust and furthermore, they do not depend on local in-situ data for calibration purposes. This guarantees widespread global applicability. From a modelling point of view, the optimized description of vegetation and the related exchange processes between soil and boundary layer is paramount. Data assimilation, as proposed within LAETITIA, is used to correct known weaknesses in model prediction of the LAI. At the end of the project, optimized soil analyses and weather forecasts will be available, whereas the quantification of the optimization will promote reliable statements regarding a subsequent operational implementation.

Projektkoordinator

- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) - Teilrechtsfähige Einrichtung des Bundes

Projektpartner

- Universität für Bodenkultur Wien Institut für Geomatik