

# CloudShadingAI

Development of AI based Methods for the Prediction of Cloud Movement and Shading Effects

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Weltraum, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2024	<b>Projektende</b>	30.09.2025
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate
<b>Keywords</b>	cloud prediction, shading, solar energy, AI, weather model		

## Projektbeschreibung

Im Rahmen der Förderschiene „ASAP“ der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG planen die beiden Wiener Unternehmen MetGIS GmbH und LuxActive KG die gemeinsame Durchführung des Förderprojekts “CloudShadingAI”. MetGIS ist als Firma auf ultrahochaufgelöste Wettervorhersagen und -analysen und die Verarbeitung von EO-Daten spezialisiert, während die Expertise von LuxActive auf dem Gebiet der High-Tech Applikationsentwicklung, Datenanalyse großer Datenmengen und Künstlicher Intelligenz (KI) liegt.

Der Schwerpunkt des Projekts liegt im Themenbereich solare Einstrahlung. Wie viel direkte solare Einstrahlung auf einen Punkt an der Erdoberfläche trifft, hängt zunächst einmal von dessen topographischer Lage und den astronomischen Gegebenheiten ab (abgesehen von kleinräumigen lokalen Faktoren wie Vegetation und Bebauung), weiters natürlich vom Vorhandensein von Bewölkung.

Die Hauptmotivation für das Projekt besteht darin, die kurzfristige Prognose der direkten solaren Einstrahlung zu verbessern, was durch die Verknüpfung von Satellitendaten, hochaufgelösten Topographiedaten und Daten aus numerischen Wettervorhersagemodellen mit Hilfe von AI- Techniken realisiert werden soll.

Im Rahmen der F&E-Arbeiten wird auf Basis von hochaufgelösten Geländemodellen eine hochaufgelöste Schatten-Basiskarte entworfen, die abhängig von Datum und Tageszeit ist. Die weiteren Arbeiten zielen darauf ab, die Schatten-Basiskarte mit Bewölkungsinformation zu überlagern.

Das zentrale Thema des Projekts ist, KI-Methoden zur möglichst präzisen Simulation und Prognose von Bewölkung zu entwickeln. Als Input dafür dienen numerische meteorologische Vorhersagemodelle (speziell Wind in verschiedenen Höhen und grobmaschige Wolkeninformation), Stationsmessdaten aus unterschiedlichen Netzwerken sowie räumlich und zeitlich hochaufgelöste Messungen des Satelliten Meteosat. Durch die Verwendung von KI soll zunächst die vertikale Struktur der Wolken durch eine Verknüpfung von Satellitendaten und meteorologischen Vorhersagedaten simuliert werden um eine möglichst genaue Abschätzung der Wolkenober- und untergrenze zu erhalten.

Die Vorhersage der Verlagerung der so erkannten Wolken soll mit Hilfe eines neuronalen Netzwerks durchgeführt werden. Dieses erhält als Input die Wolkendaten der letzten Stunden und eine dreidimensionale Vorhersage des Windes, der Feuchte und Bewölkung eines numerischen Vorhersagemodells.

In einem letzten Schritt werden die produzierten Wolkenvorhersagen mit den statischen Schatten-Basiskarten verknüpft, um eine möglichst realistische Prognose der direkten solaren Einstrahlung zu erhalten.

Die Verknüpfung dieser Daten in diesem Ausmaß ist eine absolute Neuheit und sollte die Prognose der solaren Einstrahlung speziell für den Vorhersagebereich von 3 bis 6 Stunden stark verbessern.

Die Projektergebnisse können von großem praktischen Nutzen für verschiedene Branchen sein, allen voran die Energiewirtschaft. Eine kurzfristige Prognose der Produktion von Solarenergie wird somit weitaus treffsicherer sein (wichtig z.B. für smart grids). Weitere Branchen, die von diesen verbesserten Prognosen profitieren könnten, sind die Freizeit- und Tourismusindustrie. Durch die Verknüpfung mit hochaufgelösten Geländedaten wird es möglich sein, die genaue Uhrzeit zu bestimmen, an der beispielsweise ein Badestrand oder Bergpfad im Schatten liegt oder in der Sonne.

## **Abstract**

As part of the "ASAP" funding program of the Austrian research funding agency FFG, the two Viennese companies MetGIS GmbH and LuxActive KG set up the joint project CloudShadingAI. MetGIS specializes in ultra highresolution weather forecasts and analysis and the processing of EO data, while LuxActive's expertise is in the areas of high-tech application development, data analysis of large amounts of data and artificial intelligence (AI).

The focus of the project is on the topic of solar radiation. How much direct solar radiation hits a point on the earth's surface depends first of all on its topographical location and the astronomical conditions (apart from small-scale local factors such as vegetation and buildings), and of course on the presence of cloud cover.

The main motivation for the project is to improve the short-term forecast of direct solar radiation, which will be achieved by linking satellite data, high resolution topographic data and data from numerical weather forecast models using machine learning techniques.

As part of the R&D work, a shadow base map of great detail is designed based on high-resolution terrain models and depending on the day of the year and time of day. Further work aims to overlay the shadow base map with cloud information.

The central theme of the project is to develop AI methods for simulating and forecasting cloud cover as precisely as possible. The input for this is output of numerical weather forecast models (specifically wind at different heights and coarse resolution cloud information), station measurement data from different networks as well as spatially and temporally high-resolution measurements from the Meteosat satellite. By using AI, the vertical structure of the clouds will be simulated by linking satellite data and meteorological forecast data in order to obtain the most accurate estimate possible of the upper and lower limits of the clouds.

The prediction of the movement of the clouds detected in this way will be carried out with the help of a neural network. This receives as input the cloud data of the last few hours and a three-dimensional forecast of wind, humidity and cloudiness from a numerical forecast model.

In a final step, the cloud forecasts produced are linked to the static shadow base maps in order to obtain the most realistic forecast of direct solar radiation.

Linking these data to this extent is an absolute novelty and should greatly improve the forecast of solar radiation, especially for the forecast range of 3 to 6 hours.

The project results can be of great practical use for various industries, especially the energy industry. A short-term forecast of solar energy production will therefore be much more accurate (important for smart grids, for example). Other industries that could benefit from these improved forecasts include the leisure and tourism industry. By linking with high-resolution terrain data, it will be possible to determine the exact time at which, for example, a beach or mountain path is in the shade or in the sun.

## **Endberichtkurzfassung**

The main goal of this project was to improve the short-term forecast of direct solar radiation by linking satellite data, high resolution topographic data and data from numerical weather forecast models, using machine learning techniques.

This goal has been fully met. As a result of the project work, two different shadow maps can be superimposed: one map that only describes the shadows cast by the terrain ("terrain shading"), and another that forecasts the shadows based on the short-term movement of clouds ("cloud shading").

The most important findings of this project are:

The chosen approach to combine terrain shading and cloud shading is very beneficial for decent and accurate shading predictions

Usage of the information about the height of cloud tops (vertical extent of the cloud) is leading to more accurate shading forecasts, especially in times where the elevation angle of the sun is low.

LIDAR data cannot help to estimate cloud thickness over a wider area for one point in time, but using LIDAR data time series in conjunction with satellite and NWP model data seems to be a reasonable approach for further improvements.

The developed procedures and structures to provide NWP model data to serve as input for the AI cloud forecast algorithms are robust and can also be used in the future for other similar applications.

The use of small feed-forward neural networks, each assigned to a geographic group based on location and topography to derive movement vectors for each pixel is a novelty in this field and seems to be very appropriate for the purpose

### **Projektkoordinator**

- MetGIS GmbH

### **Projektpartner**

- LuxActive KG