

## CropShift

A GTIF service to identify climate change induced geographical shifts of crop growing areas, ready for DestinE scale up

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Themenübergreifend, Themenübergreifend, Common Pot : Digitaler Zwilling Österreich 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.09.2024	<b>Projektende</b>	30.04.2026
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	20 Monate
<b>Keywords</b>	Earth observation; Global Warming Levels; Crop; Food Security; Geographical Shift		

### Projektbeschreibung

CropShift zielt darauf ab, einen neuen Vorhersagedienst zu entwickeln, der EO-Daten mit hochauflösenden Modellierungsdaten aus dem Climate DT kombiniert, um Verschiebungen in den Anbaumustern von Nutzpflanzen vorherzusagen und zu erkennen. Die vorgeschlagene Aktivität befasst sich mit dem Bedarf an Klimaanpassungsstrategien und -maßnahmen für ländliche Gebiete und die Landwirtschaft für öffentliche und private Akteure. Das übergeordnete Ziel von CropShift ist die Entwicklung eines Konzepts für einen Vorhersagedienst für potenzielle zukünftige Anbaumuster auf der Grundlage von kulturspezifischen veränderten Anbaubedingungen und Risiken, das auf die europäische Ebene übertragen werden kann.

Mit den österreichischen Schlüsselakteuren aus dem öffentlichen und privaten Sektor der Wertschöpfungskette sowie dem öffentlichen Sektor werden wir wertvolle Einblicke in die Bedürfnisse des Agrarsektors erhalten. Daher decken wir verschiedene Aspekte der Wertschöpfungskette ab, um einen potenziellen zukünftigen Dienst zunächst auf nationaler Ebene und dann auf europäischer Ebene voll auszuschöpfen.

#### Ziele und innovationsgehalt

Die treibende Kraft für die Innovationskomponente der CropShift-Aktivitäten ist die Kombination und Integration der folgenden Datensätze in das bewährte Ernterisikomodelle ARIS:

- (1) Jahrzehntelange hochauflösende Copernicus-EO-Daten. Eine Reihe von aus EO-Daten abgeleiteten Informationsparametern und Indikatoren wird Informationen auf Feldebene für fast ein Jahrzehnt liefern. Der EO-basierte Kalibrierungsdatensatz wird von den Sentinel-1 und Sentinel-2 Missionen abgeleitet.
- (2) Der vom ECMWF entwickelte Climate Change Adaptation Digital Twin (Climate DT) liefert Wetterdaten und Klimaprojektionen für die kommenden Jahrzehnte mit einem höheren Detaillierungsgrad. Dieser Datensatz, der in Kürze zur Verfügung stehen wird, ermöglicht es uns, die Verschiebungen der idealen Anbaubedingungen oder des Pflanzenpotenzials sowie der Risiken für die nächsten Jahrzehnte vorherzusagen und zu simulieren.

#### Angestrebte Ergebnisse bzw. Erkenntnisse

Bis zum Ende des Projekts werden fundierte Methoden für fünf Nutzpflanzen entwickelt und angewandt und für das gesamte

Gebiet Österreichs einschließlich ausgewählter Nachbarländer dargestellt. Die Ergebnisse werden klimawandelbedingte Veränderungen in den Anbauflächen auf Basis eines kalibrierten und validierten Anbaurisiko Modells zeigen. Auf der Grundlage von EO-Marktstudien und Marktstudien über die Zielmärkte wurden erste Schätzungen extrapoliert, die zu einem Gesamtmarktvolumen (Marktpotenzial) von mehr als 50 Mio. € (EU27) führen.

## **Abstract**

CropShift aims to develop a new prediction service combining EO data with high-resolution modelling data derived from the Climate DT to predict and identify shifts in crop growing patterns. The proposed activity addresses the need for climate adaptation strategies and measures for rural areas and agriculture for public and private stakeholders. The overarching goal of CropShift is to develop a blueprint for a prediction service of potential future crop growing patterns based on crop-specific changing growing conditions and risks that can be scaled up to the European level.

With the Austrian key stakeholders that stem from the public and private sector of the value chain, as well as the public sector, we will get valuable insights into the needs of the agricultural sectors. Hence, we cover different aspects of the value chain to fully exploit a potential future service first at a national scale, then rolled out at a European scale.

### Objectives and Innovations

The key driving points for the innovation component of the CropShift activities will be the combination and integration of the following datasets into the well-established crop risk model ARIS:

(1) Decade-long Copernicus high-resolution EO data. A set of EO-derived information parameters and indicators will provide information on field-level for almost a decade. The EO-based calibration dataset will be derived from the Sentinel-1 and Sentinel-2 missions.

(2) The Climate Change Adaptation Digital Twin (Climate DT) developed by ECMWF providing weather data and climate projections for the upcoming decades at a higher level of detail. This dataset, which will become available soon, allows us to predict and simulate the shifts in ideal crop growing conditions or crop potentials as well as risks for the next decades.

### Envisaged results or findings

By the end of the project, sound methods will be developed and applied for five cash crops and showcased for the entire area of Austria incl. neighbouring countries as defined during project set-up. The results will show climate change induced changes in crop growing areas based on a calibrated and validated crop risk model. Based on EO market studies and market studies on the target markets first estimations have been extrapolated, leading to a total market volume (market potential) of more than € 50M (EU27).

## **Endberichtkurzfassung**

### Summary

The effects of climate change — rising temperatures, altered precipitation patterns, and an increased frequency of extreme weather events— present significant challenges for agriculture and have strong consequences for crop yields, food security, and rural livelihoods. These changes in agroclimatic conditions induce substantial shifts in crop phenology, crop suitability and risks, and yield potentials. The consequences are becoming increasingly evident, particularly in changing crop cultivation spatial patterns. For example, regions once considered suitable for cultivation may become less viable, while new areas may emerge as more favorable for agricultural production. Additionally, some crop types may no longer be suitable for

particular regions but thrive in new ones, enhancing agricultural production. Given the scale and urgency of these changes, it is critical to advance our understanding of how climate change influences agricultural systems.

CropShift, developed under the leadership of GeoVille in partnership with BOKU and the AgrolInnovation Lab, contributes to this understanding by combining the latest climate projections (Climate Change Adaptation Digital Twin - Climate DT developed by European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF) with high-resolution Copernicus-based datasets on crop distribution and phenology, as well, and weather-related crop growing parameters in the Agricultural Risk Information System (ARIS). Using this integrated approach, CropShift identifies, quantifies, and visualizes changes in key climate factors (e.g., temperature, precipitation), heat and drought stress and their effects on growing conditions conditions for major crops in Austria, including winter wheat, spring barley, soybean, maize, potatoes, and grassland, over the period 1990 to 2039, assuming the shared socio-economic pathway SSP3-7.0 for the future period. It specifically addresses the shifts in phenological stages (emergence, maximum plant size, maturity and senescence) to ultimately forecast yield impacts and changes in crop cultivation spatial patterns.

The results show that heat and droughts are increasing overall crop stress, while year-to-year variability is also becoming more pronounced. As a consequence, significant yield reductions are expected in around half of the years analysed. Although slightly warmer conditions may benefit early crop development, these advantages are generally outweighed by intensified heat and water stress during later growth stages. Differences between crops are becoming more pronounced. Winter wheat is comparatively less affected due to its earlier maturity, allowing it to avoid peak summer heat. In contrast, crops such as maize, soybean, and potatoes are more vulnerable, as their critical growth phases increasingly coincide with hot and dry periods. At the same time, these changing conditions are driving a gradual shift in cultivation suitability. Some regions that were previously highly productive are expected to lose potential, while others, such as mountain hillsides, may become more favorable.

CropShift is designed to support both short- and long-term decision-making in agriculture by enabling the development of effective adaptation strategies, improving risk management, and facilitating responses to changing climatic conditions. At the same time, CropShift supports informed land-use planning by incorporating local conditions and needs, promoting sustainable and resilient resource management. Its applications thereby extend across a wide range of stakeholders, including policymakers in agricultural ministries, insurance providers, logistics operators, agri-food businesses such as seed producers and distributors, water management authorities, and farmers. In addition, it contributes to key Sustainable Development Goals (SDGs), including SDG 2 (Zero Hunger), SDG 12 (Responsible Consumption and Production), and SDG 13 (Climate Action).

## Zusammenfassung

Die Auswirkungen des Klimawandels — steigende Temperaturen, veränderte Niederschlagsmuster und eine zunehmende Häufigkeit extremer Wetterereignisse — stellen erhebliche Herausforderungen für die Landwirtschaft dar und haben weitreichende Folgen für Ernteerträge, Ernährungssicherheit und ländliche Lebensgrundlagen. Diese Veränderungen der agroklimatischen Bedingungen führen zu erheblichen Verschiebungen in der Phänologie von Nutzpflanzen, ihrer

Anbaueignung und den damit verbundenen Risiken sowie in den Ertragspotenzialen. Die Folgen werden zunehmend sichtbar, insbesondere in sich verändernden räumlichen Mustern des Pflanzenanbaus. So können Regionen, die früher als geeignet galten, an Eignung verlieren, während neue Gebiete für die landwirtschaftliche Produktion attraktiver werden. Zudem können manche Kulturpflanzen in bestimmten Regionen nicht mehr geeignet sein, jedoch in neuen Regionen besser gedeihen und dort die landwirtschaftliche Produktion steigern. Angesichts des Ausmaßes und der Dringlichkeit dieser Veränderungen ist es entscheidend, unser Verständnis dafür zu vertiefen, wie der Klimawandel landwirtschaftliche Systeme beeinflusst.

CropShift, unter der Leitung von GeoVille in Partnerschaft mit BOKU und dem AgrolInnovation Lab entwickelt, trägt zu diesem Verständnis bei, indem es die neuesten Klimaprojektionen (Climate Change Adaptation Digital Twin - Climate DT, entwickelt vom European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF) mit hochauflösenden Copernicus-Datensätzen zur Verteilung und Phänologie von Nutzpflanzen sowie wetterbezogenen Wachstumsparametern im Agricultural Risk Information System kombiniert. Mithilfe dieses integrierten Ansatzes identifiziert, quantifiziert und visualisiert CropShift Veränderungen in zentralen Klimafaktoren (z.B. Temperatur, Niederschlag), Hitze- und Dürreerisiken sowie deren Auswirkungen auf die Wachstumsbedingungen wichtiger Kulturpflanzen in Österreich — darunter Winterweizen, Sommergerste, Sojabohnen, Mais, Kartoffeln und Grünland — im Zeitraum von 1990 bis 2039, unter der Annahme des sozioökonomischen Entwicklungspfad SSP3-7.0 für die Zukunft. Ein besonderer Fokus liegt auf Verschiebungen in phänologischen Entwicklungsstadien (Keimung, maximale Pflanzenentwicklung, Reife und Seneszenz), um letztlich Auswirkungen auf Erträge und Veränderungen in den räumlichen Anbaumustern vorherzusagen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Hitze und Trockenheit den Stress für landwirtschaftliche Kulturen insgesamt erhöhen, während zugleich die Schwankungen von Jahr zu Jahr deutlicher werden. In der Folge sind in rund der Hälfte der analysierten Jahre deutliche Ertragsrückgänge zu erwarten. Zwar können leicht wärmere Bedingungen die frühe Pflanzenentwicklung begünstigen, diese Vorteile werden jedoch in der Regel durch zunehmenden Hitze- und Wasserstress in späteren Wachstumsphasen überlagert.

Die Unterschiede zwischen den Kulturen werden dabei deutlicher. Winterweizen ist vergleichsweise weniger betroffen, da er früher abreift und dadurch der stärksten Sommerhitze teilweise entgeht. Kulturen wie Mais, Soja und Kartoffeln sind hingegen anfälliger, da ihre kritischen Wachstumsphasen zunehmend mit heißen und trockenen Perioden zusammenfallen. Gleichzeitig führen diese veränderten Bedingungen zu einer schrittweisen Verschiebung der Anbaueignung. Einige bislang sehr produktive Regionen werden voraussichtlich an Potenzial verlieren, während andere Gebiete, etwa Hanglagen in Bergregionen, günstiger werden könnten.

CropShift wurde entwickelt, um sowohl kurzfristige als auch langfristige Entscheidungsprozesse in der Landwirtschaft zu unterstützen, indem es die Entwicklung wirksamer Anpassungsstrategien ermöglicht, das Risikomanagement verbessert und die Reaktion auf sich verändernde klimatische Bedingungen erleichtert. Gleichzeitig unterstützt CropShift eine fundierte Landnutzungsplanung unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten und Bedürfnisse und fördert so eine nachhaltige und resiliente Ressourcennutzung. Die Anwendungsmöglichkeiten erstrecken sich auf eine Vielzahl von AkteurInnen, darunter politische EntscheidungsträgerInnen in Landwirtschaftsministerien, Versicherungen, Logistikunternehmen, AkteurInnen der Agrar- und Ernährungswirtschaft wie SaatgutproduzentInnen und -händlerInnen, Wasserwirtschaftsbehörden sowie LandwirtInnen. Darüber hinaus leistet das System einen Beitrag zur Erreichung zentraler Ziele für nachhaltige Entwicklung

(SDGs), insbesondere SDG 2 (Kein Hunger), SDG 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion) und SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz).

### **Projektkoordinator**

- GeoVille Informationssysteme und Datenverarbeitung GmbH

### **Projektpartner**

- Agro Innovation Lab GmbH
- Universität für Bodenkultur Wien