

Schlussbericht Teil I zum Vorhaben  
**„Bereitstellung, Analyse und Auswertung von Thermal Daten zur Erkennung von Wasserstress im Boden für die Landwirtschaft“**

im Rahmen des Eurostars Projekts  
**E!474 RETINA-S**  
**„Fern- und Frühüberwachung von Wasserstress im Boden für die Landwirtschaft durch die Analyse von Temperatur und Wassergehalt mit Satelliten“**

**Atin Jain (on behalf of RETINA-S Team)**  
constellr GmbH.  
Heinrich-von-Stephan-Str. 5C  
79100 Freiburg

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin / beim Autor.

Förderkennzeichen: 01QE2202A  
Projektlaufzeit: 01-08-2022 bis 31-12-2023

## Kurzbericht

Die Weltbevölkerung ist in den letzten 70 Jahren stetig gewachsen, und mit diesem Anstieg ist auch die Nachfrage nach Nahrungsmitteln und Trinkwasser gestiegen. Parallel zu diesem Aufwärtstrend haben sich die Auswirkungen des Klimawandels verschärft und zeigen sich in Dürren und Überschwemmungen, die die Landwirtschaft und die Menschen, die sowohl finanziell als auch ernährungstechnisch von der Landwirtschaft abhängig sind, unverhältnismäßig stark treffen.

Daraus folgt unmittelbar, dass diese stark betroffenen Bevölkerungsgruppen auch stark unterernährt und unterversorgt sind. Um eine ausreichende Versorgung der Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln zu gewährleisten, müssen die landwirtschaftlichen Praktiken erheblich effizienter werden, wobei gleichzeitig die negativen Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt, insbesondere auf den Grundwasserspiegel und die fließenden Süßwasserquellen, zu vermeiden sind.

In Anbetracht all dieser Faktoren ist es von entscheidender Bedeutung, „intelligente“ Methoden zu entwickeln und einzusetzen, die den Landwirten helfen, die Ernteerträge zu steigern und gleichzeitig die natürlichen Ressourcen nicht übermäßig zu nutzen. Diese „Intelligenz“ kann verschiedene Formen annehmen, darunter auch intelligente Bewässerungssysteme, die nur bei Bedarf und in der richtigen Menge bewässern.

Diese Bewässerungssysteme hängen entweder von bestimmten Daten oder Zeitparametern für die Bewässerung der Felder ab. Im Rahmen des RETINA-S-Projekts hat das Konsortium Methoden untersucht, welche die Nutzung thermischer Daten aus luftgestützten Erfassungen (zur Nachahmung weltraumgestützter Erfassungen) zur Erkennung von Wasserstress auf den Feldern, die von Akteuren in der Landwirtschaft oder Endnutzenden genutzt werden können, um optimale/bessere Erträge und minimale Ernteverluste zu erzielen.

Das Ziel des RETINA-S-Projekts war die Entwicklung und Umsetzung von Methoden zur Nutzung thermischer Datensätze in einem verwertbaren Datenstrom, der einem Endnutzer im Agrarsektor dient. Das Projekt konzentrierte sich auf intelligente Bewässerungsanwendungen und auf die Bedürfnisse von Spherag (Spanien), einem Unternehmen, das auf die Beratung von Landbewirtschaftern zu Bewässerungspraktiken spezialisiert ist.

RETINA-S integriert thermische Daten aus weltraumgestützten und luftgestützten (Drohnen-) Erfassungen. In der wissenschaftlichen und technischen Landschaft wurden mehrere Schlüsselaspekte berücksichtigt. Erstens ist die derzeitige Begrenztheit thermischer Daten aus weltraumgestützten Quellen bekannt und ein Hauptgrund für die bevorstehende HiVE-Konstellation von constellr. Um jedoch angemessene Daten für die Bewässerung bereitzustellen, wurde diese Einschränkung durch den Einsatz von Drohnendaten überwunden, die im Rahmen des Projekts erfasst wurden. Zweitens war die Datenfusion in verschiedenen Ansätzen wesentlich für die Kalibrierung, Validierung und Integration in die Endnutzerplattform. Bodensensoren und meteorologische Daten unterstützten die Kalibrierungs- und Validierungsansätze, Hyperspektraldaten unterstützten ebenfalls die Validierung. Mit Hilfe von meteorologischen Daten, sichtbaren und Nahinfrarotdaten sowie thermischen Daten wurde eine Modellierung der Evapotranspiration erreicht, die direkt von Spherag genutzt werden kann.

Das Projekt wurde erfolgreich abgeschlossen. Das Konsortium für dieses Projekt bestand aus der constellr GmbH, dem GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) auf deutscher Seite und Spherag Teck IOT und RIS Iberia auf spanischer Seite. Das Projekt startete im August 2022 für die deutschen Partner und im September 2022 für die spanischen Partner. In den ersten Monaten wurden die Felder ausgekundschaftet, in denen die Akquisitionen stattfinden sollen, und auch der Drohnenanbieter wurde ausgewählt. Im Dezember 2022 wurde eine Piloterfassungskampagne über 4 Wochen durchgeführt, um die Bildverarbeitungspipeline zu entwickeln und zu testen. Damit sollte sichergestellt werden, dass die Pipeline für die kommende Anbausaison im April - Juli/Aug 2023 bereit ist.

Im ersten Quartal 2023 wurden die Felder in der Gegend von Saragossa in Nordspanien endgültig festgelegt.

Alle Vorkehrungen für den Erwerb, einschließlich des neuen Vertrags mit dem Drohnenanbieter, wurden getroffen und alle anderen Feldvorbereitungen von Seiten des Konsortiums wurden ebenfalls durchgeführt. Dazu gehörten Lizenzen für Drohnenflüge, Gespräche mit den Landwirten über detaillierte Pläne für Aussaat, Wachstum und Ernte wurden besprochen. Auch die Vereinbarungen über den Datenaustausch zwischen den verschiedenen Partnern wurden erörtert und abgeschlossen.

Ab dem 2. Quartal 2023 wurde mit dem Erwerb von Drohnen begonnen. Diese Akquisitionen wurden mit den Überflügen der Sentinel-2A- und 2B-Satelliten abgeglichen. Neben den Thermaldaten der Satelliten wurden auch Hyperspektraldaten von mehreren Satelliten erfasst. Zusätzlich zu den Thermaldaten von der Drohne und den Bildern von Sentinel-2A/B wurden auch Daten von In-situ-Wärme- und Wassersensoren aufgezeichnet. Außerdem wurden auf den Feldern Ackertürme installiert, die vom GFZ geschickt wurden, um lokale Mikroklimadaten zu sammeln.

Das gesamte Projektmanagement, die Koordination sowie die Verarbeitung und Analyse der thermischen Daten wurde von constellr durchgeführt. constellr war auch für den Datenaustauschplan innerhalb des Konsortiums verantwortlich. Die Erfassung, Verarbeitung und Analyse der Hyperspektraldaten wurde vom GFZ durchgeführt. RIS Iberia war für die Erkundung der Felder, die Koordination mit den Landwirten und den Einsatz der In-situ-Sensoren auf allen Feldern verantwortlich. Spherag war für die Bereitstellung der Sensoren und die Einrichtung und Konfiguration der Sensoren auf den Feldern verantwortlich. Spherag war auch für die Konfiguration der Plattform verantwortlich, in die alle verarbeiteten Daten integriert werden konnten, zusätzlich stellte Spherag auch die NDVI-Daten zur Verfügung.

Durch die Integration verschiedener Datensätze, nämlich thermischer Drohnen- und Satellitendaten sowie Bodenmessungen und meteorologischer Daten, konnte RETINA-S den kritischen Bedarf an genauen und zeitnahen thermischen Daten für Unternehmen wie Spherag effektiv decken. Im Rahmen des Projekts wurden bedeutende Herausforderungen im Zusammenhang mit der Fusion von Datensätzen, der Kalibrierung und der Datenaufbereitung bewältigt, wodurch die Grundlage für zuverlässige Thermaldatenprodukte für Endnutzer geschaffen wurde.

Aufbauend auf den im Rahmen von RETINA-S gewonnenen Erkenntnissen und der Zusammenarbeit wurden mehrere Bereiche für potenzielle künftige Arbeiten ermittelt. Dazu gehört die Verfeinerung von Algorithmen und Methoden, um die Genauigkeit und Effizienz der Datenverarbeitung und -analyse zu erhöhen und damit die Gesamtleistung der thermischen Datenströme zu verbessern. Darüber hinaus ist die Erforschung von Methoden zur kontinuierlichen Ableitung des Bewässerungsbedarfs anhand von Satellitendaten trotz der derzeitigen Einschränkungen durch die nicht tägliche Verfügbarkeit von Satellitendaten von entscheidender Bedeutung, bis die nahezu täglichen Satellitendaten von constellr verfügbar sind. Es wird auch empfohlen, die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen, die sich mit Bewässerungsdaten befassen, auszuweiten und die im Rahmen von RETINA-S gebildeten Partnerschaften zu nutzen, um gemeinsam Lösungen zu entwickeln, die auf die spezifischen Herausforderungen des Agrarsektors zugeschnitten sind, und so die Robustheit und Marktausrichtung dieser Lösungen zu verbessern. Schließlich wurde durch die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen wie dem GFZ die Möglichkeit geschaffen, Hyperspektraldaten in den Prozess einzubeziehen. Das Verständnis des Mehrwerts solcher Datensätze ist von wesentlicher Bedeutung und würde ebenfalls eine weitere Zusammenarbeit erfordern.