

## **Abschlussbericht für das Projekt „DynAWI“**

<b>Fördermaßnahme:</b>	Programm zur Innovationsförderung des BMEL
<b>Projektträger:</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
<b>Förderbereich:</b>	5. Künstliche Intelligenz
<b>Förderkennzeichen:</b>	28DK118E20
<b>Thema:</b>	DynAWI - Dynamische Agrarwetterindikatoren zur Extremwetterprognose in der Landwirtschaft mit Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) und des maschinellen Lernens (ML)
<b>Projektdauer:</b>	05/07/2021 –31/12/2024
<b>Zuwendungsempfänger:</b>	Vereinigte Hagelversicherung VVaG. Wilhelmstr. 25, 35392 Gießen

### **Projektbearbeitung (Teilprojekt 5):**

Vereinigte Hagelversicherung VVaG

Wilhelmstr. 25, 35392 Gießen

Dr. Ingrid Nöhles, Tel.: +496417968350; [ingrid.noehles@vereinigte-hagel.de](mailto:ingrid.noehles@vereinigte-hagel.de)

Dr. Jens Föller, Tel.: +496417968352; [j.foeller@vereinigte-hagel.de](mailto:j.foeller@vereinigte-hagel.de)

### **Projektpartner:**

JKI - Julius Kühn-Institut

UAU - Universität Augsburg

RAS - rasdaman GmbH

SL - Soilution Dr. Steinrücken und Dr. Behrens GbR

## Teil I: Kurzbericht

### 1. Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie der wissenschaftliche und technische Stand

Das Projektvorhaben DynAWI (Dynamische Agrarwetterindikatoren zur Extremwetterprognose in der Landwirtschaft) zielte darauf ab, eine Prozesskette zur Geodatenintegration und -analyse durch die Kopplung von skalierbaren Geodateninfrastrukturen mit Methoden der künstlichen Intelligenz zu entwickeln. Hintergrund ist die zunehmende Herausforderung für die Landwirtschaft, sich an klimawandelbedingte Extremwettersituationen anzupassen.

Für den Projektpartner VH lag der Fokus bei dem Projektvorhaben auf dem „Arbeitspaket 5: Trainingsdaten 2 (Dürre/Trockenheit, Spätfrost) Wetterstationen“. Dieses Paket zielte auf die Erfassung der Extremwettersituationen und verbundene Informationen ab. Hierbei sollten Ertragsdaten, Angaben zu Standorteigenschaften, verwendeten Getreidesorten und zur Düngung erfasst werden. Für das Vorhaben wurden unterschiedliche Datensätze aggregiert und zusammengeführt. Zu Beginn des Projekts wurde festgestellt, dass die bisherigen Daten der VH für diese seltenen Ereignisse nicht ausreichten.

Während der Projektlaufzeit sollten daher zusätzliche Boniturdaten von Extremwettersituationen erfasst und bereitgestellt. Alle Datensätze dienten vor allem als Grundlage für andere Arbeitspakete.

Neben den Datensätzen lag der Schwerpunkt der VH im Aufbau und Betrieb von zusätzlichen Wetterstationen innerhalb des meteosol-Wetterstationsnetzes der VH und zur Nachverdichtung des agrarmeteorologischen Stationsnetzes des Deutschen Wetterdienstes. Die Standortfindung sollte in strategischer Vorgabe mit dem Projektpartner SL erfolgen.

## 2. Ablauf des Vorhabens

Gemäß der Aufgabenstellung ergab sich von Seiten des JKI und den Projektpartnern folgender Ablaufplan des Vorhabens:

### **AP0 Projektleitung und Koordination (JKI, RAS, SL, UAU, VH)**

Dieses Arbeitspaket diente der Organisation der gesamten Projektprozesse, das heißt aller dazugehörigen Aspekte sowie der Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb des Projektes.

### **AP1 Agrarmeteorologische Parametrisierung (JKI, RAS, UAU, VH)**

Operationelle Bereitstellung von Zeitreihen phänologischer Entwicklungsstadien und agrarmeteorologischer bzw. spektraler Parameter

### **AP2 DataCube-Infrastruktur (RAS, JKI)**

Aufbau einer DataCube-Geodateninfrastruktur (JKI-GDI); Parameterintegration)

### **AP3 AWI-Konfigurator (JKI, RAS, SL, UAU, VH)**

Ableitung von Agrarwetterindikatorvarianten für spezifische Jahre, phänologische Phasen und Extremwetterphänomene

### **AP4 Trainingsdaten 1 (Bodenerosion) (UAU, JKI)**

Akquise, Standardisierung und Erstellung von Trainings- und Validierungsdaten zur Bodenerosion; Parametrisierung von Extremwetterereignissen (hier: Starkniederschläge und Bodenerosion); Aufbau einer parametrisierten Bodenerosionsereignisdatenbank, Definition von Zielklassen und -parametern)

### **AP5 Trainingsdaten 2 (Dürre/Trockenheit, Spätfrost) | Wetterstationen (VH, JKI, SL)**

Standardisierung und Zusammenführen von Ertragsdaten auf Kreis-, Betriebs- und Schlagenebene; Parametrisierung von Extremwettersituationen (hier: Dürre/Trockenheit/Spätfrost) in einer Extremwetter-Trainingsdatenbank, Aufbau und Betrieb von Wetterstationen)

### **AP6 Künstliche Intelligenz (KI) /Messnetzdesign (SL, JKI, VH)**

Anwendung von KI-Verfahren zur Detektion von optimalen AWI-Varianten und zur Prognose von Extremwettersituationen; maßstabsspezifische Regionalisierung von agrarmeteorologischen Parametern)

### 3. Wesentliche Ergebnisse sowie ggf. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Im Rahmen des Projektes wurden im Arbeitspaket 2 sehr gute Ergebnisse erzielt, die auch zukünftig einen Einfluss auf die Einschätzung von Extremwetterereignisse haben werden. Die die lückenhafte Datenlage, wie eingangs erwähnt, nicht ausreichte, um eine fundierte Bewertung abgegeben zu können, etablierte die VH für ihr Arbeitspaket zum Anfang des Projektes ein Testbetriebsnetz. Dieses Netz ermöglichte ein umfassendes Monitoring der Pflanzenbestände zur Modellbewertung. Die Auswahl der Testbetriebe orientierte sich an den Boden-Klima-Räumen, um eine deutschlandweite Verteilung und eine repräsentative Abdeckung der verschiedenen klimatischen und bodenbezogenen Bedingungen zu gewährleisten.

Die Bonituren wurden auf geeigneten Testbetriebe durchgeführt, die Testschläge im weiteren Verlauf definiert und im Anschluss Testschläge geokodiert. Die Bonitur-App (Field-Book App) wurde als technische Grundlage für die Datenerfassung konzipiert. Die Bonituren erstreckten sich über fünf Entwicklungsstadien. Es wurden die Vorwinterentwicklung, Pflanzen- und Ährenanzahl sowie weitere ertragsrelevante Merkmale erfasst. Neben den genannten Parametern wurden auch Schäden durch Insekten und pilzliche Erreger dokumentiert und fotografisch festgehalten. Die geernteten Zählstellen wurden anschließend auf ihre Ertragskomponenten analysiert.

In Zusammenarbeit mit SL und JKI wurden für vorgegebene Gemeinde passende Standorte für die zu errichtenden Wetterstationen gesucht und gefunden. Dabei wurde grundsätzlich versucht prioritär Standorte der A-Klassifizierung umzusetzen, bevor auf solche der B-, C- oder D-Klassifizierung ausgewichen wurde.

Für den Abruf der Daten für die Projektpartner wurde eine API-Schnittstelle geschaffen, über welche die Daten auch nach dem Abschluss des Projektes kontinuierlich abrufbar sind.

Durch massive Verzögerungen in der Beschaffung der Wetterstationen durch das JKI, aufgrund verschiedener Probleme, konnten die Daten erst am Ende des Projektzeitraumes fortwährend bereitgestellt werden. Die erhobenen Daten stehen dem JKI aber über den Projektzeitraum hinaus zur Verfügung und sorgen so für eine nachhaltige Verbesserung für die Genauigkeit der Vorhersagen der im Projekt entwickelten Extremwettertoolbox.

## Teil II: Eingehende Darstellung

### Trainingsdaten 2 (Dürre/Trockenheit, Spätfrost)

Das Projekt DynaAWI verfolgt das Ziel, eine belastbare Datengrundlage für die Analyse und Bewertung von Extremwettereinflüssen wie Dürre und Spätfrost zu schaffen. Zu Beginn des Projekts wurde festgestellt, dass die bisherigen Daten der Vereinigten Hagelversicherung VVaG (nachfolgend VH) für diese seltenen Ereignisse nicht ausreichten. Daher wurde beschlossen, Testbetriebe zu etablieren, die ein umfassendes Monitoring der Pflanzenbestände zur Modellbewertung ermöglichen. Die Auswahl der Testbetriebe orientierte sich an den Boden-Klima-Räumen, um eine deutschlandweite Verteilung und eine repräsentative Abdeckung der verschiedenen klimatischen und bodenbezogenen Bedingungen zu gewährleisten.

Im Jahr 2022 wurden die ersten Bonituren durchgeführt, bei denen die Methodik zur Datenerfassung weiter angepasst und verfeinert wurde. Bereits in der zweiten Jahreshälfte 2021 wurden geeignete Testbetriebe identifiziert, die Testschläge im weiteren Verlauf definiert und im Anschluss Testschläge geokodiert. Die Bonitur-App (Field-Book App) wurde als technische Grundlage für die Datenerfassung konzipiert. Zudem fanden Schulungen für die Sachverständigen der VH statt, um den Umgang mit der App und die Durchführung der Bonituren zu vermitteln.

Im Jahr 2023 setzte sich die Datenauswertung auf 17 Testbetrieben fort. Auf 23 Testschlägen mit Winterweizen wurden insgesamt 156 Zählstellen von jeweils 1m<sup>2</sup> bonitiert. Die Bonituren erstreckten sich über fünf Entwicklungsstadien. Es wurden die Vorwinterentwicklung, Pflanzen- und Ährenanzahl sowie weitere ertragsrelevante Merkmale erfasst. Neben den genannten Parametern wurden auch Schäden durch Insekten und pilzliche Erreger dokumentiert und fotografisch festgehalten. Die geernteten Zählstellen wurden anschließend auf ihre Ertragskomponenten analysiert.

Im Erntejahr 2024 bauten 15 der 20 Testbetriebe Winterweizen auf einer oder mehreren Testflächen an. Insgesamt wurden 18 Testflächen mit 118 Zählstellen bonitiert. Das Testbetriebsnetz umfasste nun 80 Testschläge unterschiedlicher Größe mit insgesamt 534 Zählstellen in *zehn* verschiedenen Bundesländern und unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und Bodenarten.

Durch die vertiefenden Erkenntnisse über Eintrittswahrscheinlichkeiten sowie genauere Informationen zur regionalen Verteilung und räumlichen Skalierung unterschiedlicher Extremwetterindikatoren und deren Auswirkungen auf das Ertragsgeschehen, konnte ein operationeller Service zur flächendeckenden Modellierung regionalisierter Indikatoren etabliert werden, der eine verbesserte, an die standörtlichen Gegebenheit der landwirtschaftlichen Betriebe angepasste Risikotarifizierung in Versicherungslösungen hinsichtlich Extremwettergefahren bietet.

### Wetterstationen

Gemäß dem Projektantrag wurden während der Laufzeit des Projektes 40 Wetterstationen durch das JKI beschafft, um das bestehende agrarmeteorologische Messnetz des DWD zu verdichten. Die Stationen wurden anhand verschiedener Kriterien platziert, welche durch den Projektpartner SL erarbeitet wurden. Das JKI erstellte basierend auf den durchgeführten Analysen von SL eine gewichtete gesamt-klimatische Variabilitätskarte Deutschlands und darauf resultierend für die VH eine Liste der am wissenschaftlich interessantesten Standorte (auf Gemeindeebene) zum Aufstellen der Wetterstationen. Die Klassifizierung reichte von A (beste Kategorie) bis D (schlechteste Kategorie). Durch die VH wurden zuerst interessierte landwirtschaftliche Betriebe innerhalb der Gemeindegrenzen mit einer A-Klassifizierung gesucht. Auf den Betriebsflächen wurden dann passende Standort gesucht, um die Wetterstationen aufzustellen. Konnten in der Klassifizierung A keine weiteren Betriebe/Standorte gefunden werden, wurde auf die Klassifizierung B ausgewichen. Dies setzte sich fort bis zur Klassifizierung D.

Es konnten durch dieses Verfahren 23 Wetterstations-Standorte mit einer A-Klassifizierung gefunden werden. Weiter wurden fünf Stationen in Gemeinden mit der Klassifizierung B und elf Stationen in Gemeinden mit D-Klassifizierung aufgestellt. Eine Station wurde ohne eine Zuteilung in der bekannten Klassifizierung errichtet.

Die genauen Standorte und die jeweils zugehörige Gemeinde, sowie deren Klassifizierung sind in der nachfolgenden Tabelle abzulesen.

Stationsnummer	Stationsname	Zugeordnete Gemeinde	Kategorie	Koordinaten
VBD001	Lüdersburg-Bockelkathen	Lüdersburg	A	53.305185, 10.569525
VBD002	Bergen	Bergen	A	52.807840, 10.006900
VBD003	Groß-Umstadt II	Groß-Umstadt	A	49.8481843, 8.9164168
VBD004	Münster (Hessen)	Münster (Hessen)	A	49.9324400, 8.8701802
VBD005	Gernsheim	Gernsheim	A	49.730887, 8.488625
VBD006	Höchst im Odenwald	Höchst im Odenwald	A	49.803847, 9.008689
VBD007	Hohenstein	Walkenried	A	51.558389, 10.628056
VBD008	Osterode am Harz-Düna	Osterode am Harz	A	51.683473, 10.283897
VBD009	Bad Sachsa	Bad Sachsa	A	51.571327, 10.582763
VBD010	Biebesheim am Rhein	Biebesheim am Rhein	A	49.783473, 8.459363
VBD011	Dierdorf	Dierdorf	B	50.538451, 7.647180
VBD012	Sulzbach	Sulzbach	A	49.834361, 7.324833
VBD013	Schmidthachenbach	Schmidthachenbach	A	49.734194, 7.461972
VBD014	Blankenheim	Blankenheim	A	50.407660, 6.710930

VBD015	Girod-Kleinholbach	Nentershausen	B	50.446917, 7.903111
VBD016	Düngenheim	Düngenheim	A	50.265459, 7.161659
VBD017	Alflen-Peterkaul	Alflen	A	50.1868877, 7.030704
VBD018	Gladenbach	Gladenbach	A	50.759752, 8.557691
VBD019	Grünberg-Stangenrod	Grünberg	A	50.616168, 8.972701
VBD020	Hohenahr-Altenkirchen	Hohenahr	A	50.682583, 8.467444
VBD021	Kappel	Kappel	B	50.005563, 7.358055
VBD022	Borchen	Borchen	A	51.648613, 8.840613
VBD023	Welschbillig	Welschbillig	B	49.853444, 6.542528
VBD024	Idenheim	Idenheim	B	49.904050, 6.557496
VBD025	Steinbach	Steinbach	B	50.046427, 7.587447
VBD026	Illerich	Illerich	B	50.211170, 7.1576203
VBD027	Wolpertshausen	Wolpertshausen	D	49.185000, 9.884722
VBD028	Gerabronn-Binselberg	Gerabronn	D	49.231389, 9.877500
VBD029	Kirchberg an der Jagst	Kirchberg an der Jagst	D	49.174422, 9.951403

VBD030	Jagsthausen	Standort Jagsthausen LK Heilbronn	D	49.288194, 9.455806
VBD031	Birstein	Birstein	D	50.394123, 9.292981
VBD032	Jossgrund-Pfaffenhausen	Jossgrund	A	50.181210, 9.480053
VBD033	Oberriexingen	LK Ludwigsburg	D	48.937719, 9.022694
VBD034	Aalen-Reichenbach	Abtsgmünd	D	48.853682, 9.989177
VBD035	Eschach	Eschach	D	48.8950768, 9.8355559
VBD036	Neuberg-Rüdigheim	LK Main-Kinzig-Kreis	A	50.205319, 8.974591
VBD037	Nordheim	LK Heilbronn	D	49.115065, 9.122209
VBD038	Backnang	Backnang	D	48.948440, 9.404123
VBD039	Karlsruhe-Knielingen	Karlsruhe (Stadt)	D	49.030344, 8.306108
VBD040	Planetal	<i>Ohne Zuordnung (Station JKI)</i>		52.116307, 12.633228

*Tabelle 1: Übersicht der Standorte der im Zuge des DynAWI-Projektes aufgestellten Wetterstationen*

Auf der nachfolgenden Karte sind die Platzierungen der Wetterstationen im meteosol-Wetterstationsnetz der VH dargestellt.

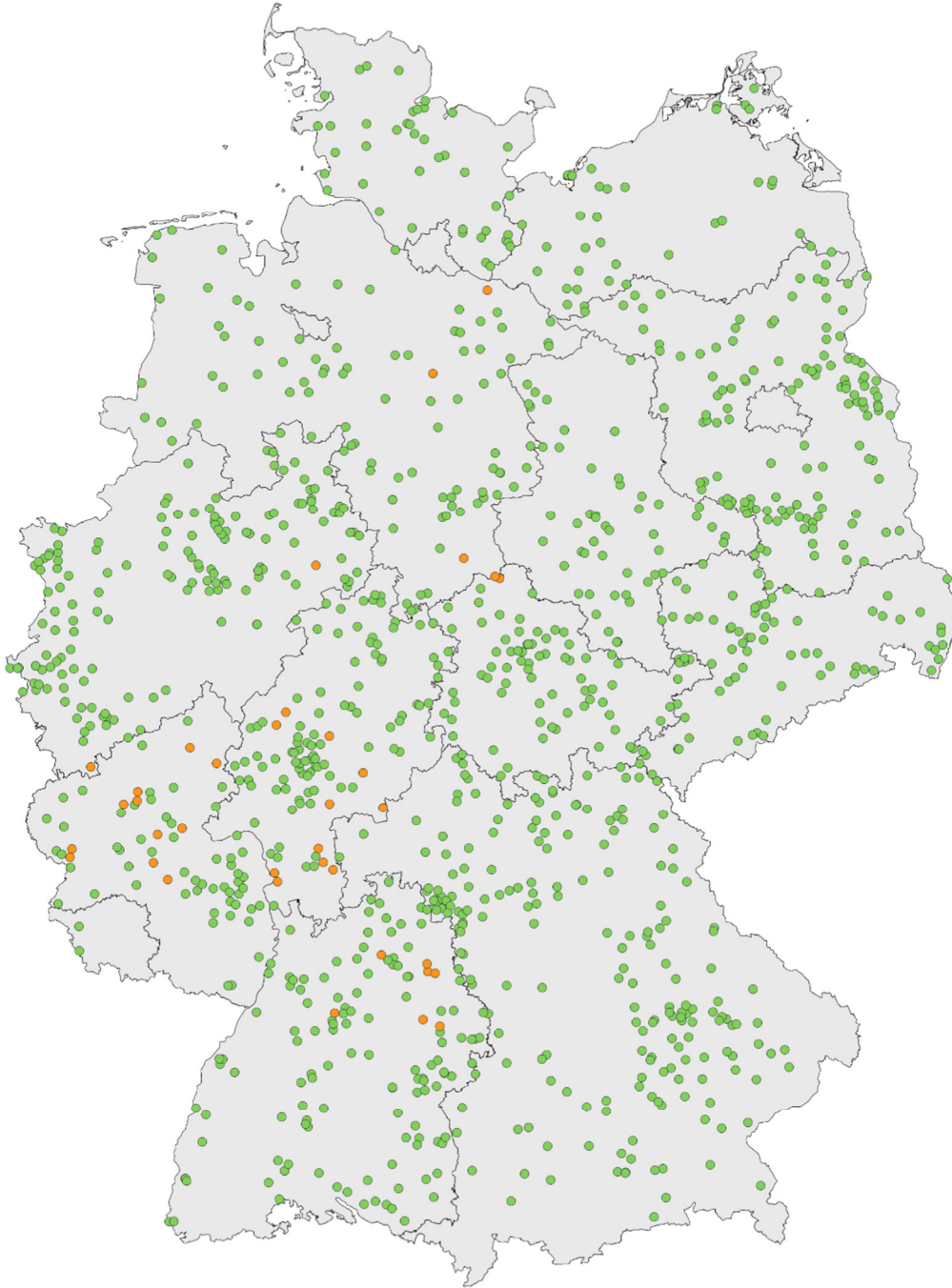


Abbildung 1: Stationsnetzkarte der VH-meteosol-Wetterstationen (grün) und den DynAWI-Wetterstationen (orange)

Trotz Verzögerungen im Beschaffungsprozess konnten alle 40 Wetterstationen erfolgreich innerhalb der Projektlaufzeit installiert und in bestehende Messnetze eingebunden werden. Dadurch war es möglich, bereits zum Ende des Projektzeitraums erste Messdaten zu erfassen. Der langfristige wissenschaftliche Nutzen dieser Infrastruktur wird sich jedoch erst nach Projektabschluss vollständig entfalten, da der Wert von Wetterstationen insbesondere in der kontinuierlichen Datenerhebung liegt. Die gesammelten Daten stehen dem JKI dauerhaft zur Verfügung und werden in künftigen Projekten weiterverwendet. Besonders hervorzuheben ist der Beitrag zur verbesserten Prognosegenauigkeit innerhalb der Extremwettertoolbox. Dies unterstreicht die Nachhaltigkeit der Projektergebnisse über den Förderzeitraum hinaus und macht die Infrastruktur zu einer wertvollen Grundlage für nachfolgende Forschungsprojekte.

### Erfolgte Veröffentlichungen und Präsentationen

Batista, P., Möller, M., Schmidt, K., Waldau, T., Seufferheld, K., Htitiou, A., Golla, B., Baumann, P., Behrens, T., Föllner, J., & Nöhles, I. (2024). Soil-erosion events on arable land are nowcast by machine learning. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4846916/v1>

De Kock, A., Waldau, T., Batista, P., Baumann, P., Behrens, T., Fiener, P., Föllner, J., Möller, M., Nöhles, I., Schmidt, K., & Golla, B. (2025). DynAWI Extreme Weather Toolbox: An online platform for agricultural risk assessment and decision support. In EGU General Assembly 2025, Vienna, Austria, 27 April-2 May 2025.

Möller, M., Beyer, F., Dierks, M., Horney, P., Baumann, P., Svoboda, N., & Gerstmann, H. (2023). Germany-wide time series of interpolated phenological observations of main crop types between 1993 and 2021. [Preprint]. <https://doi.org/10.31223/X5D37T>

Waldau, T., Batista, P., Baumann, P., Behrens, T., Fiener, P., Föllner, J., Möller, M., Nöhles, I., Schmidt, K., & Golla, B. (2024). Dynamic agricultural weather indicators for extreme weather prediction in agriculture. In EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, 14-19 April 2024. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-22469>

Waldau, T., Batista, P., Baumann, P., Behrens, T., Fiener, P., Föllner, J., Möller, M., Nöhles, I., Schmidt, K., & Golla, B. (2025). DynAWI-Extremwetter-Toolbox: Ein innovativer Ansatz zur Bewältigung von Klimaherausforderungen in der Landwirtschaft [DynAWI Extreme Weather Toolbox: An innovative approach to managing climate challenges in agriculture]. In Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft - Fokus: Digitale Infrastrukturen für eine nachhaltige Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (GI-Edition: Lecture Notes in Informatics). <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/45713>

KIDA Fachtagung (2023): Anwendungsbeispiel für die Analyse von Dynamische Agrarwetterindikatoren zur Extremwetterprognose auf Basis von DataCubes in Kombination mit Methoden des maschinellen Lernens (ML)

BMEL(2024): Abschlussveranstaltung X-KIT: Gaia-X und KI-Projekte: Transfer & Vernetzung

Interview in BMEL Forschungsfelder

## Geplante Veröffentlichungen und Präsentationen

DYNAWI (2025): Sechster Bericht der Bundesregierung über die Fortschritte zur Entwicklung der verschiedenen Felder des Geoinformationswesens im nationalen, europäischen und internationalen Kontext (6. Geo-Fortschrittsbericht).