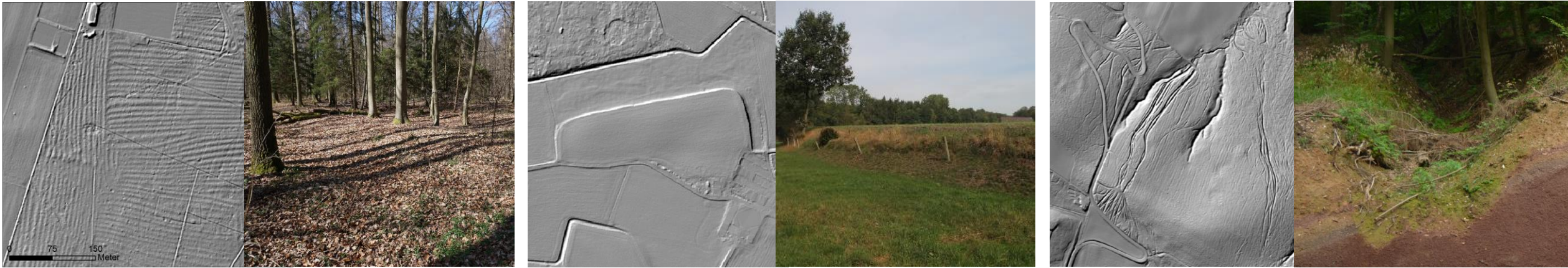


# Ansätze zur flächenhaften Erfassung von Archivboden-Oberflächenformen in Niedersachsen



Fotos/Grafiken: LBEG

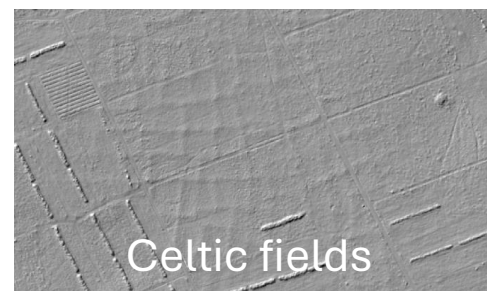
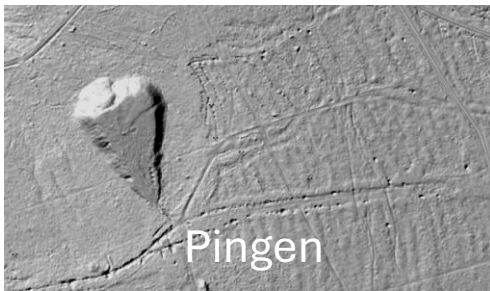
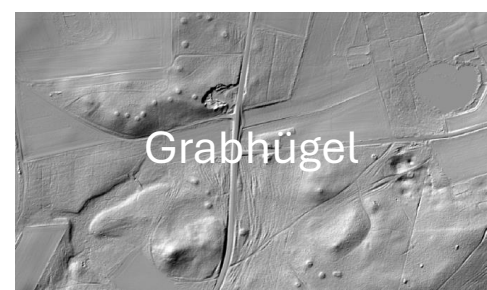
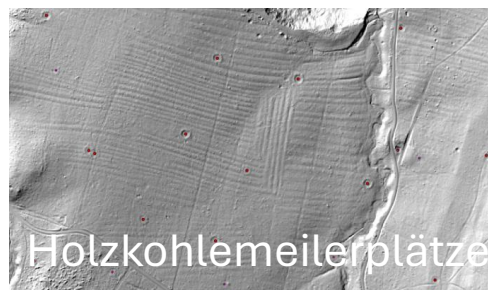
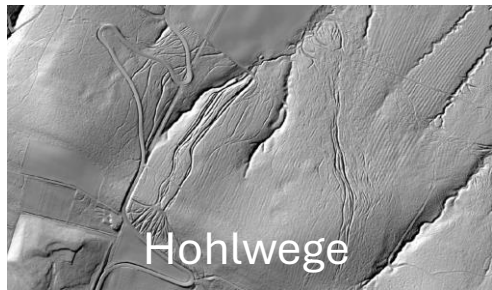
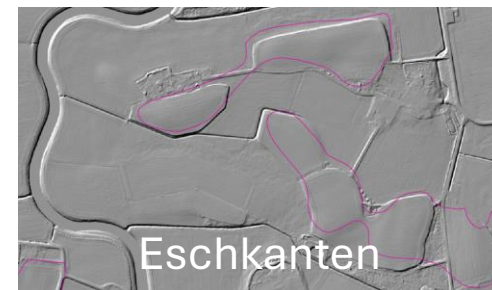
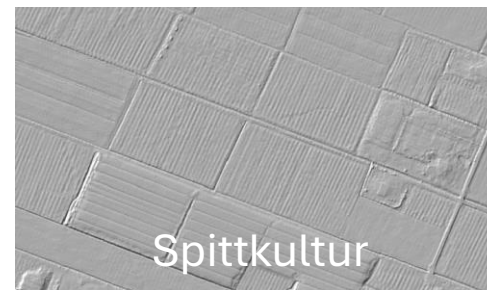
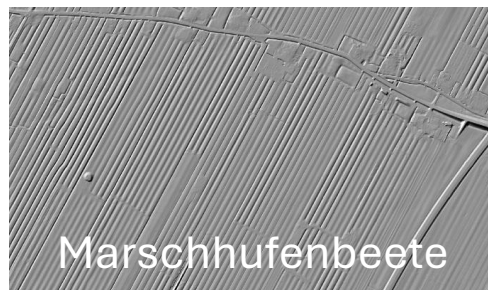
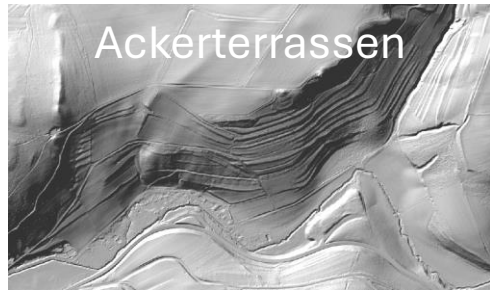
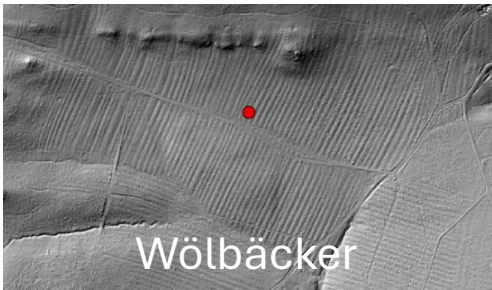
## *DBG Tagung 2025 K 5.8b Boden und Archäologie / Soil and Archaeology*

R. Stadtmann<sup>a</sup>, M. Bock<sup>b</sup>, R. Köthe<sup>b</sup>, J.-A. Wehberg<sup>b</sup>, C. Czech<sup>b</sup>, U. Böhner<sup>c</sup>, A. Niemuth<sup>c</sup>,  
W. Sander-Beuermann<sup>d</sup>, N. Herrmann<sup>a</sup>, K. Krüger<sup>a</sup>, T. Mattner<sup>a</sup>, A. Kirchner<sup>a</sup>

a: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie b: scilands GmbH c: Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege d: Universität Hildesheim



# Archivboden-Oberflächenformen (ARBOF)



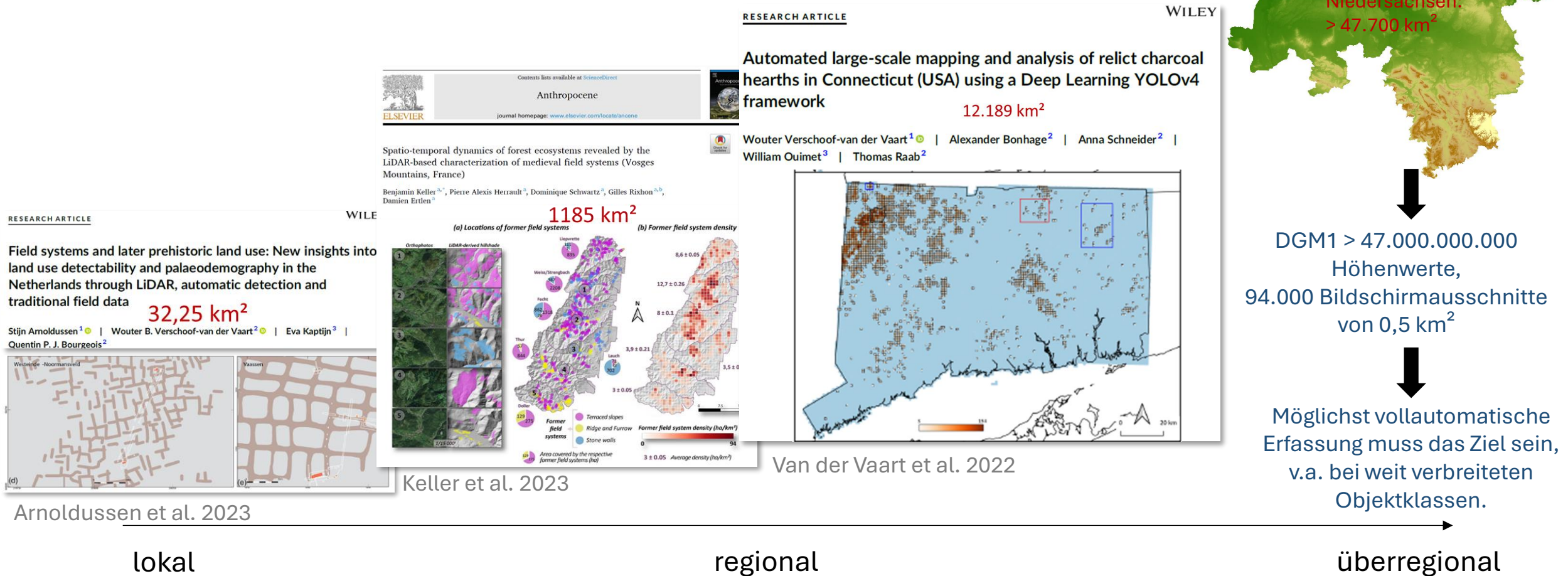
Binnendünen,  
Sandfänge,  
Landwehren ...

- Niedersachsen zeichnet sich durch eine große Vielfalt an Archivböden aus.
- Teilweise an charakteristische Oberflächenformen geknüpft.
- Analyse der Geländemorphologie bietet Möglichkeit, diese Archivböden mittels hochauflösender DGM zu erfassen.



# Entwicklungen

- Hochauflösende LiDAR Daten bzw. abgeleitete DGM1 flächendeckend verfügbar.
- Datenverfügbarkeit ermöglicht Fortschritte in „konventioneller“ Reliefanalyse.
- Zunahme automatisierter und KI-gestützter Verfahren.



# Ziele

---

## Übergeordnete Ziele

- Ein Ziel des Bodenschutzes ist es, die Kenntnisse über die Verbreitung und den Schutz der Archivböden zu verbessern.
- Hochauflösende Auswertungen zu flächenhaften Veränderungen der Böden können Eingangsdaten für die digitale Bodenkartierung darstellen.
- Synergien: Auch seitens der Denkmalpflege besteht das Ziel, Kulturdenkmale (z.B. Bodendenkmale) zu erfassen und zu bewahren.

## Ziele der Studie

- I. Erarbeitung einer Entscheidungsgrundlage, wie eine hochauflösende flächendeckende Erfassung von Archivboden-Oberflächenformen so weit wie möglich automatisiert erfolgen kann.
- II. Potenziale von konventionellen Methoden und KI-gestützten Methoden für ARBOF-Erfassung evaluieren.
- III. Machbarkeit sowie Herausforderungen für die landesweite Erfassung benennen.



---

# Methodik



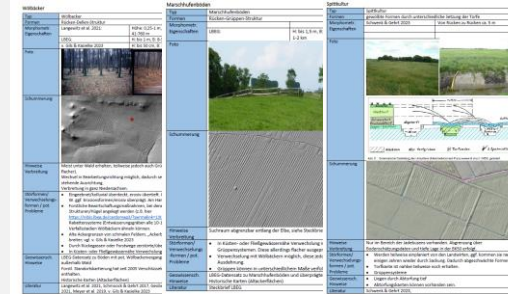
# Methodik

Aufbereitung aktueller Wissensstand



Fachaustausch

Steckbriefe mit morphometrischer Charakterisierung und Genese



Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege

**NIBIS**  
Niedersächsisches  
Bodeninformationssystem

Niedersächsische Landesforsten

Detailstudien

Zusammenführung von Datenbeständen

Festlegung von repräs. Testgebieten (~100 km<sup>2</sup>)

**DGM-Aufbereitung**

- u.a. Filterung zwecks Rauschreduzierung

**Morphometrische Reliefanalyse**

- Ableitung Reliefparameter mittels SAGA (Conrad et al. 2015) auf Basis **DGM1**

**Erkennung von Formen und Mustern**

- Konventionelle GIS-Module (SAGA)
- KI-gestützte Verfahren (z.B. Random Forest, Neuronale Netze)

Anpassung bestehender Verfahren, Entwicklung neuer Modelle, Training

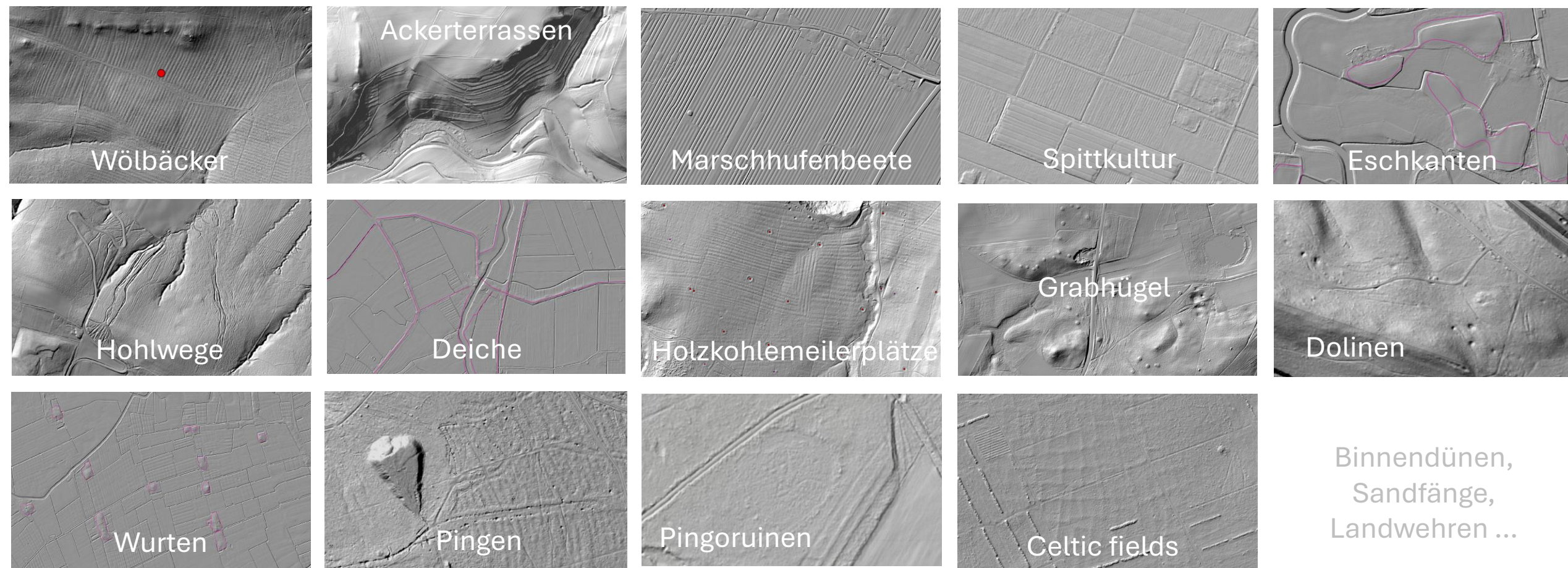
Anwendung auf Testgebiete

Plausibilitätsprüfung, Validierung





# Methodik



- Auswahl der Methodik erfolgte darüber, ob Erfassung mit **herkömmlichen Methoden** umgesetzt werden kann.
- Als **KI-gestützte Verfahren** wurden Random Forest (RF) sowie Künstliche Neuronale Netze (CNN; UNet, YOLO) eingesetzt.



# Methodik

Konventionell

KI-gestützte Abgrenzung  
getestet (YOLO)

Wölbäcker

Ackerterrassen

Konventionell

Konventionell

KI-gestützte Abgrenzung  
getestet (YOLO)

Marschhufenbeete

Konventionell

Spittkultur

Konventionell

Eschkanten

KI-gestützt  
(RF, CNN)

Hohlwege

Konventionell

Deiche

KI-gestützt  
(RF, CNN)

Holzkohlemeilerplätze

Konventionell

Grabhügel

Konventionell

Dolinen

Konventionell

Wurten

KI-gestützt  
(RF, CNN)

Pingen

Konventionell

Pingoruinen

KI-gestützt  
(RF, CNN)

Celtic fields

Binnendünen,  
Sandfänge,  
Landwehren ...

- Auswahl der Methodik erfolgte darüber, ob Erfassung mit **herkömmlichen Methoden** umgesetzt werden kann.
- Als **KI-gestützte Verfahren** wurden Random Forest (RF) sowie Künstliche Neuronale Netze (CNN; UNet, YOLO) eingesetzt.



---

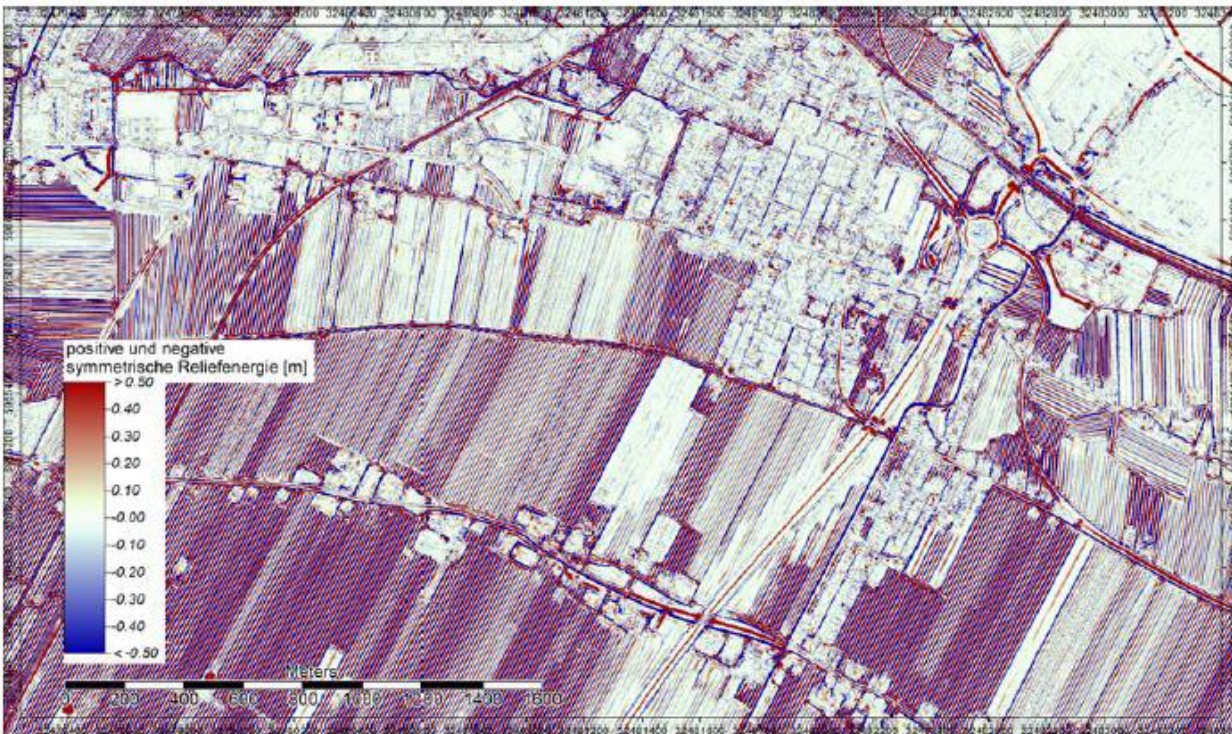
# Ergebnisse





# Lineare, streifenförmige ARBOF

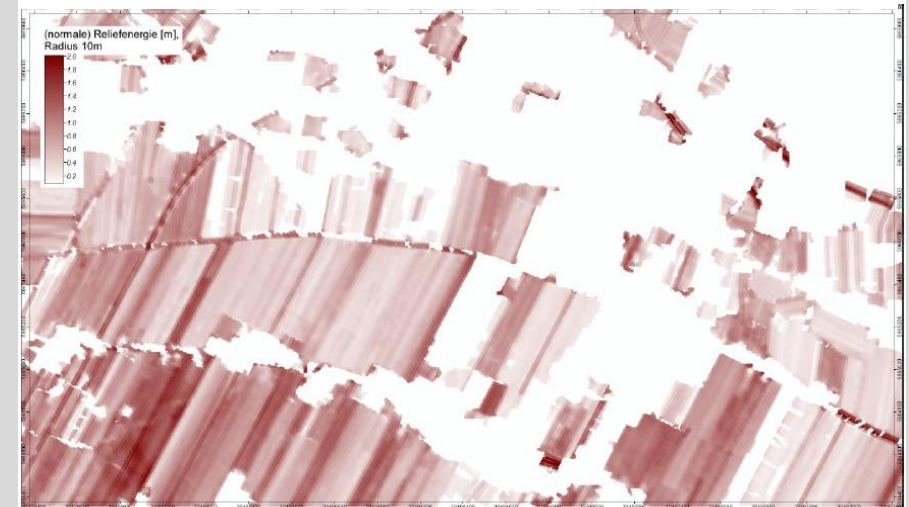
Marschhufenbeete



Marschhufenbeete – Positive und negative symmetrische Reliefenergie



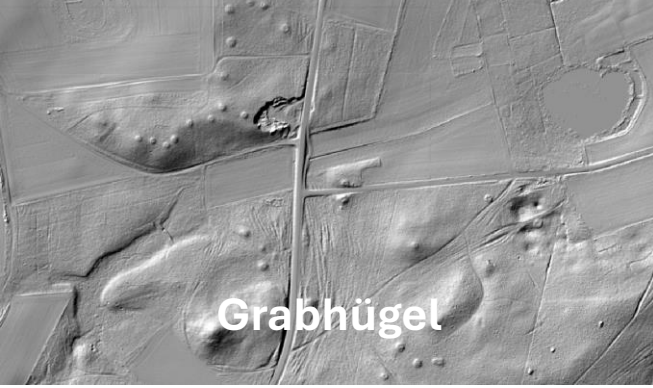
Marschhufenbeete – Potentielle Flächen



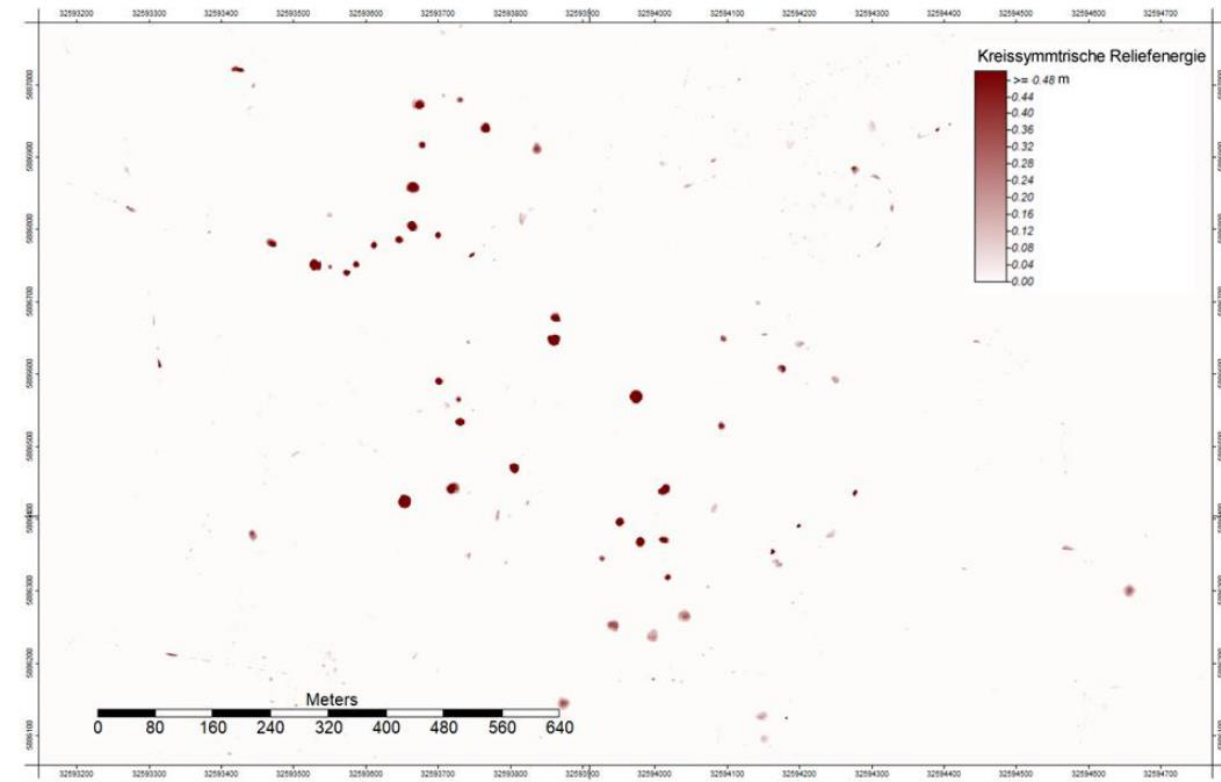
Marschhufenbeete - Stärke der Ausprägung



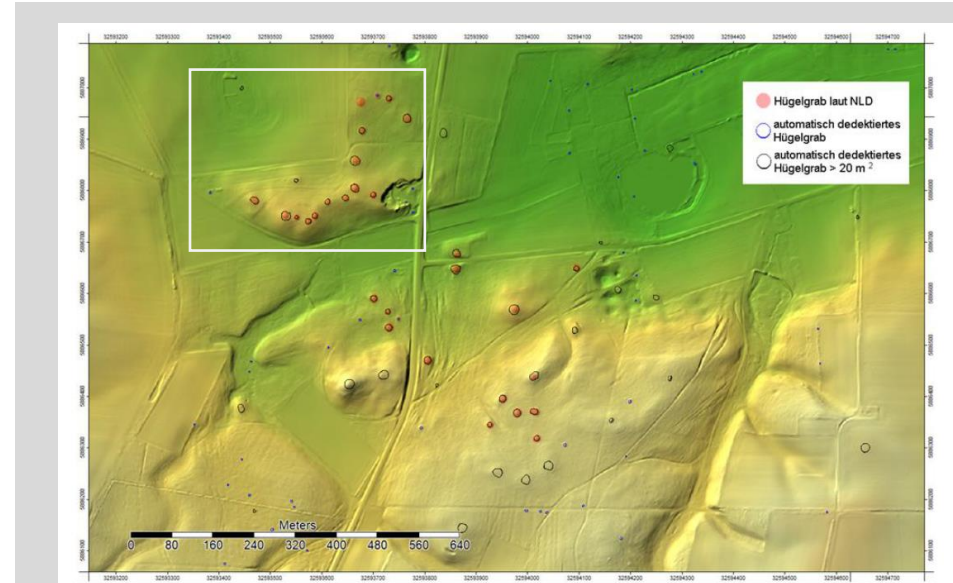
# Runde ARBOF



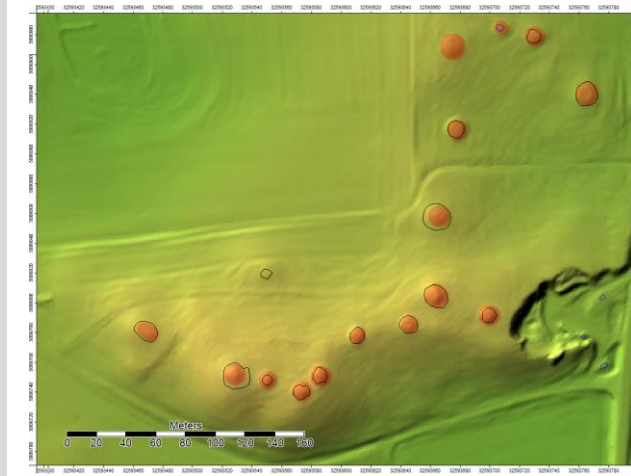
Grabhügel



Grabhügel – Zirkular symmetrische Reliefenergie (Radius 20 m)



Grabhügel – Automatisch detektierte und bekannte Formen



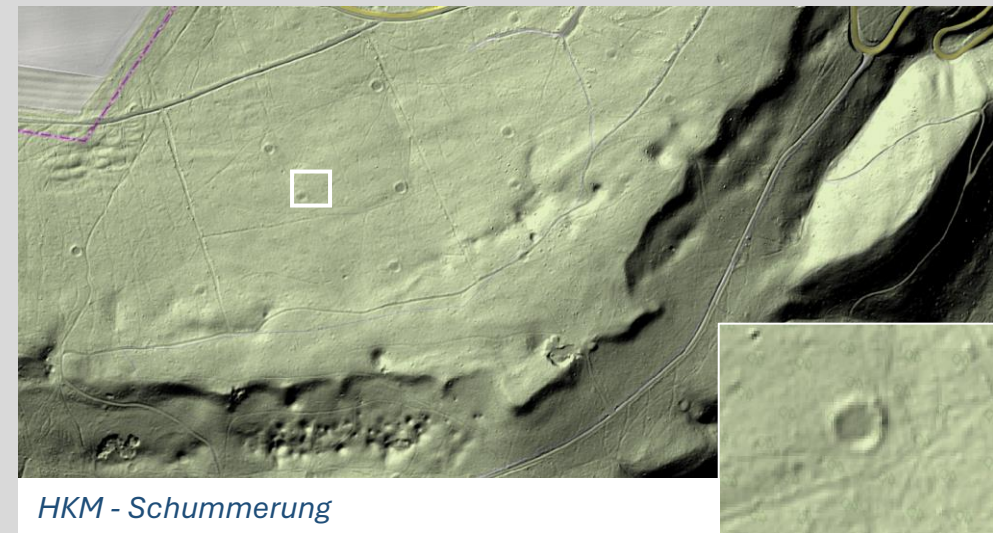


Holzkohlemeilerplätze

### HKM – Beispielhafte Eingangsdaten (VRM)



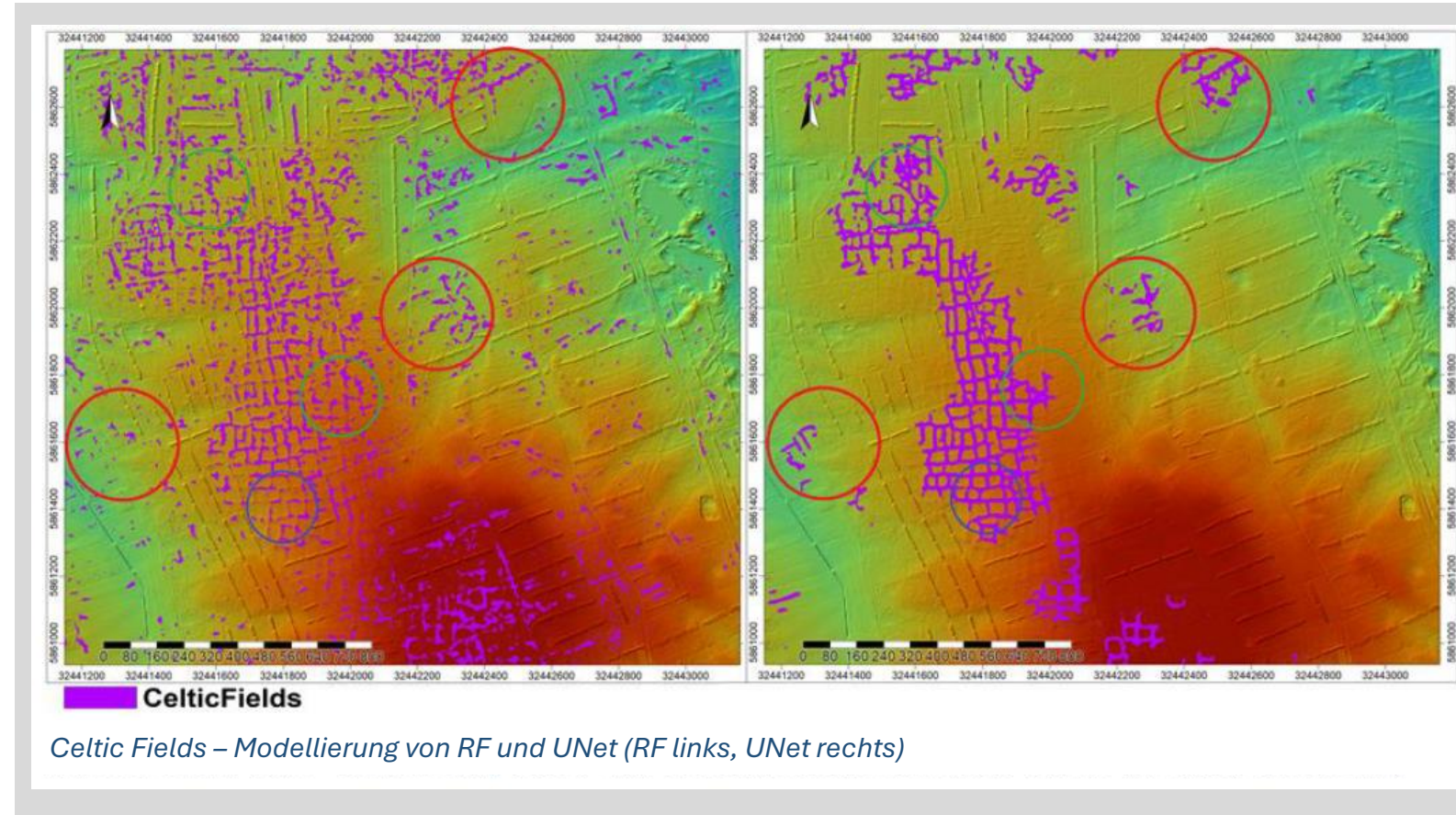
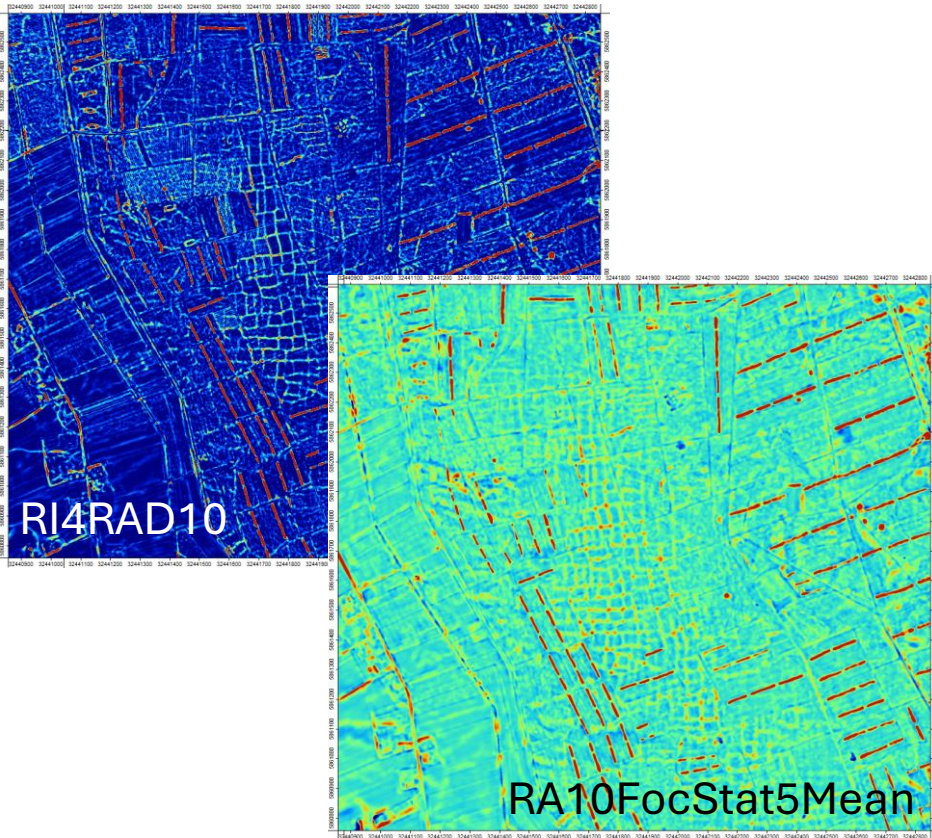
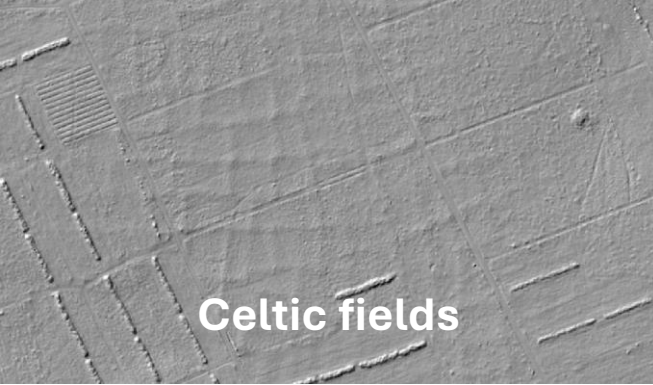
**Niedersachsen.** Klar.



*HKM - Modellierungsergebnis mittels UNet.*



# Sonderformen: Celtic fields



Celtic Fields – Modellierung von RF und UNet (RF links, UNet rechts)

Celtic fields – Beispielhafte Eingangsdaten

---

## Fazit & Ausblick





# Fazit

---

## **Landesweite Umsetzung ist möglich, die automatisierte Umsetzung häufig auch zielführend.**

- Viele ARBOF können mit konventionellen Methoden gut erfasst werden. Weiterentwicklung von GIS-Modulen allerdings erforderlich.
- Abgeleitete Reliefparameter wichtige Grundlage für KI-gestützte Methoden. ARBOF-spezifische Auswahl erforderlich.
- UNet Modelle zeigen insgesamt Vorteile gegenüber RF, u.a. aufgrund der Einbeziehung von Nachbarschaften und Formen. Allerdings wesentlich höhere Rechenlast.

## **Wissensstand über Genese, Störformen sowie (z.B. bodenkundliche) Zusatzdaten essenziell.**

- Der Rechenaufwand sowie Störformen können durch eine Eingrenzung der Verbreitung wesentlich reduziert werden. Die vollautomatisierte Ableitung kann hierdurch deutlich verbessert werden.
- Kataloge und Typisierungen (z.B. Hirsch et al. 2020) hilfreich u.a. zur Einschätzung der Trainingsdaten.

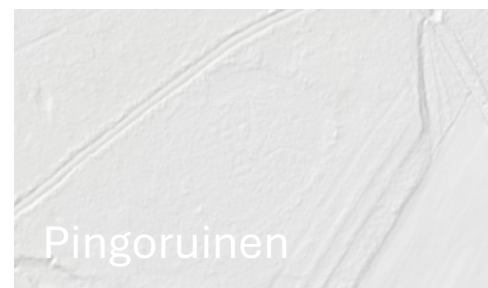
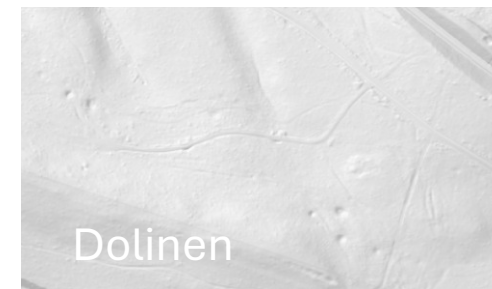
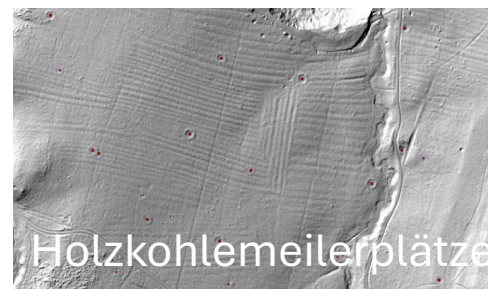
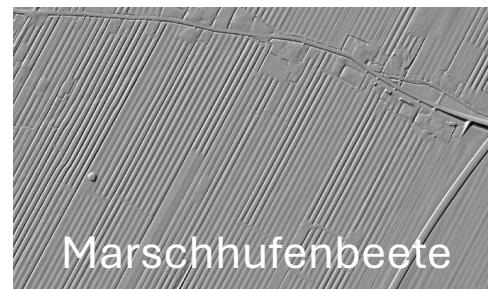
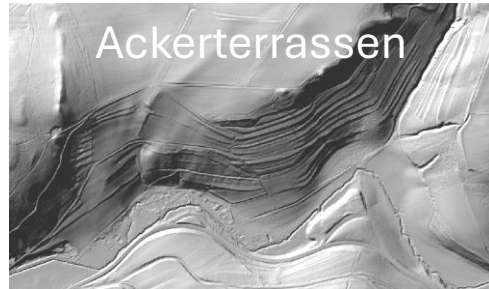
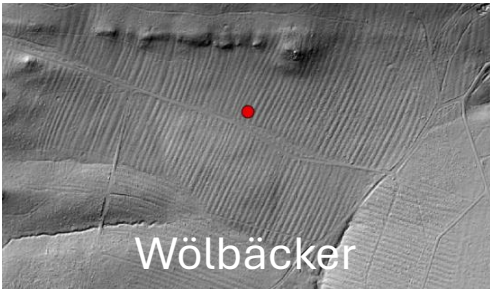
## **Bestand hochauflösender Trainingsdaten sehr variabel.**

- Insbesondere KI-gestützte Modelle benötigen hochwertige und große Datensätze. Diese liegen teilweise vor. Arbeit an Fachinformationssystemen zahlt sich hier aus.

# Ausblick

## Niedersachsenweite Umsetzung für ausgewählte ARBOF

- Lineare ARBOF sowie Holzkohlemeilerplätze in Arbeit (Projekt: LINEARBOF+)



Binnendünen,  
Sandfänge,  
Landwehren ...



---

*Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!*

*Dank gilt zudem*

**Thomas Jensen und Maurice Schwoy** vom Niedersächsischen Forstplanungsamt für den fachlichen Austausch und Datenbereitstellung,

**Thomas Dinter, Hermann Reinartz und Jost Wessels** vom LBEG für den fachlichen Austausch und Datenbereitstellung

sowie

**Dr. Ernst Gehrt** für Rat und fachlichen Austausch.



# Literatur

---

- Arnoldussen, S., Verschoof-van Der Vaart, W.B., Kaptijn, E., Bourgeois, Q.P.J. (2023):** Field systems and later prehistoric land use: New insights into land use detectability and palaeodemography in the Netherlands through LiDAR, automatic detection and traditional field data. *Archaeological Prospection* 30, 283–300. <https://doi.org/10.1002/arp.1891>
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., and Böhner, J. (2015):** System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4, *Geosci. Model Dev.*, 8, 1991–2007, doi:10.5194/gmd-8-1991-2015.
- Hirsch, F., Schneider, A., Bonhage, A., Raab, A., Drohan, P.J., Raab, T. (2020):** An initiative for a morphologic-genetic catalog of relict charcoal hearths from Central Europe. *Geoarchaeology* 35, 974–983. <https://doi.org/10.1002/gea.21799>
- Keller, B., Herrault, P.A., Schwartz, D., Rixhon, G., Ertlen, D. (2023):** Spatio-temporal dynamics of forest ecosystems revealed by the LiDAR-based characterization of medieval field systems (Vosges Mountains, France). *Anthropocene* 42, 100374. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2023.100374>
- Sander-Beuermann, W., Herrmann, N. & Kirchner, A. (2022):** Geoarchäologische Untersuchungen zur historischen Landnutzung in der „Braunen Heide“ / Ambergau (SO-Niedersachsen). Jahrestagung AK Geoarchäologie in Mainz, Poster.
- Stadtman, R., Gehrt, E. & Kirchner, A. (2024):** Schutzwürdige Böden in Niedersachsen – Hinweise zur Umsetzung der Archivfunktion im Bodenschutz. – *Geofakten* 11: 2. Aufl., 34 S., 6 Abb., 5 Tab., Anh.; Hannover (LBEG).
- Van der Vaart, W.V., Bonhage, A., Schneider, A., Ouimet, W., Raab, T. (2023):** Automated large-scale mapping and analysis of relict charcoal hearths in Connecticut (USA) using a Deep Learning YOLOv4 framework. *Archaeological Prospection* 30, 251–266. <https://doi.org/10.1002/arp.1889>

