

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie



Es bewegt sich was: Bodenbewegungen in Hessen abgeleitet aus Fernerkundungsdaten

Dr. Benjamin Homuth

Tel.: 0611-6939-303

Email: Benjamin.Homuth@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Hessisches Ministerium für
Digitalisierung und Innovation



digitales.hessen



Für eine lebenswerte Zukunft

Einführung - Motivation

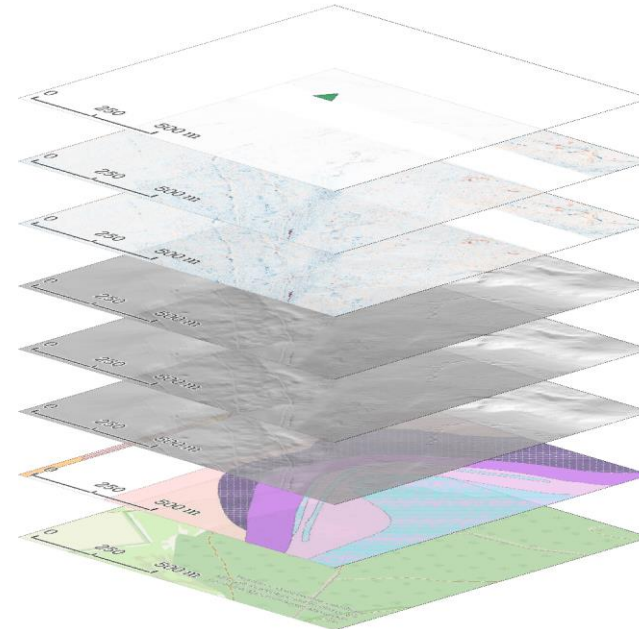


Feststellung von Bodenbewegungen und dazugehöriger Ursachenforschung

Betroffene Regionen erfassen durch Auswertung von Fernerkundungsdaten

Zusammenführung verschiedener Datenquellen (Radar (BBD)), Laserscan (HVBG), Topografie (HVBG), Geologie (HLNUG), Hydrologie (HLNUG), etc.)

Öffentliche Bereitstellung



Einführung - Projekt



Umwelt 4.0 – Cluster I:
Nutzung digitaler Geländemodelle und Copernicus-Daten

Projektpartner:
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie



Technische Universität Darmstadt



Fachgebiet Fernerkundung und Bildanalyse



Fachgebiet Ingenieurgeologie



Laufzeit: 01.05.2022 – 31.12.2025

Finanzierung:



Einführung - Datengrundlage

Detektion und Analyse von großflächigen Bewegungsmustern aus Fernerkundungsdaten (Radar- und Laserscandaten)

BBD-Daten

- Sentinel-1 Daten
- Persistent Scatterer Interferometrie (PSI)

PS

- Punktdaten + Zeitreihen
- 50 m Abstand, heterogen verteilt, nur in urbanen Räumen flächendeckend nutzbar
- 2015 - 2022 (ca. alle 6 Tage)

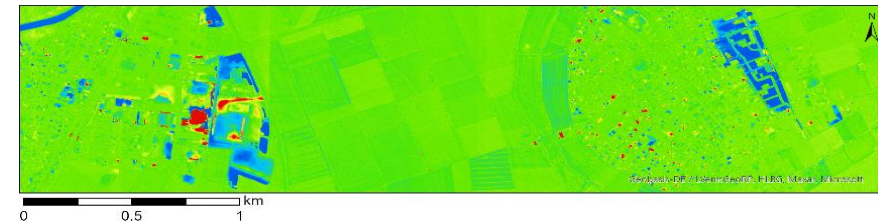


Digitale Geländemodelle (DGM)

- Flugzeuggetragenes Laserscanning

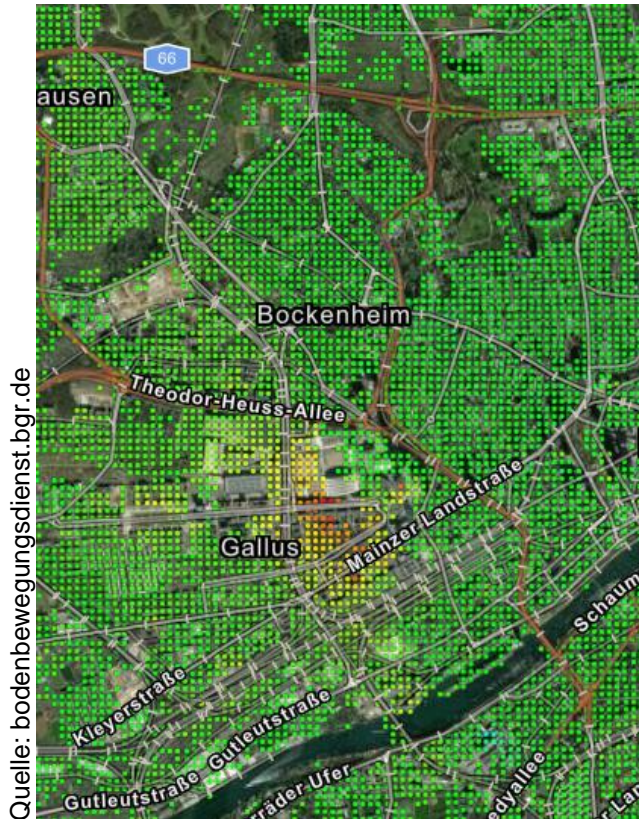
Differenzkarten

- $Diff = DGM_{2.Epoche} - DGM_{1.Epoche}$
 - 1. Epoche: 2007-2014
 - 2. Epoche: 2015-2021
- 1 m Raster



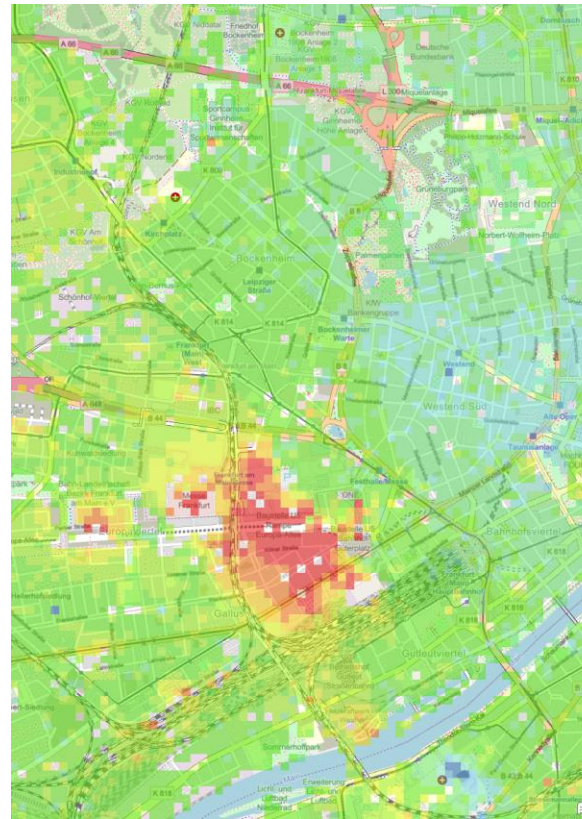
Visualisierung der Radardaten

Von der Punkt- zur Rasterdarstellung

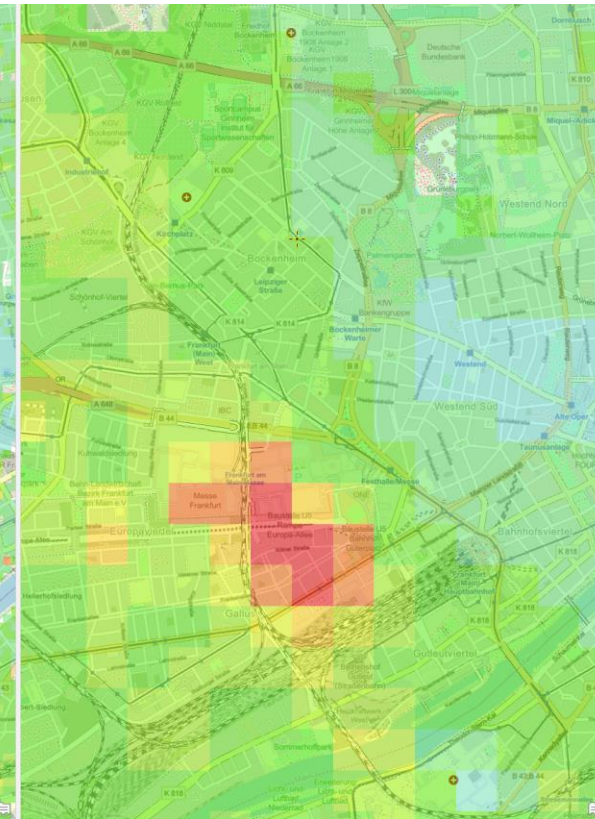


Quelle: bodenbewegungsdienst.bgr.de

BBD - Punktdarstellung



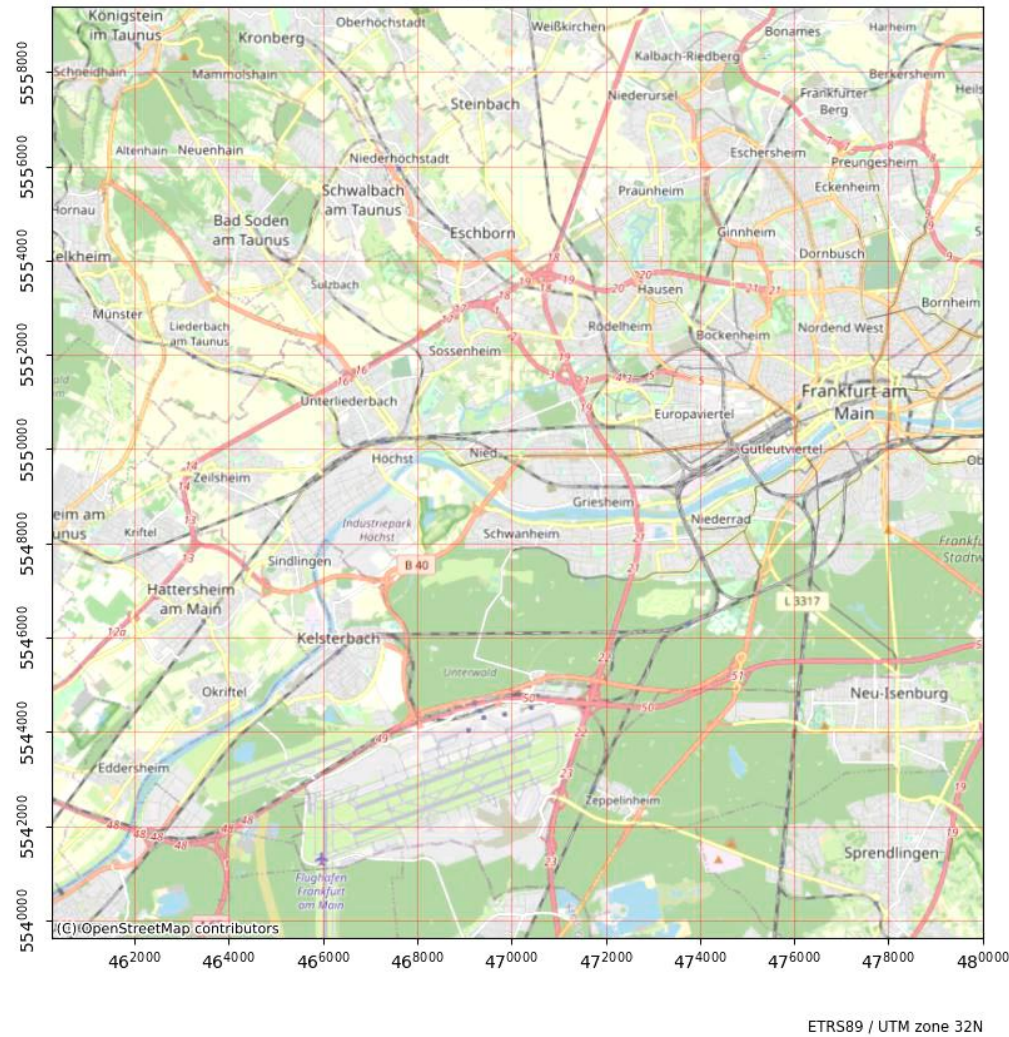
Rasterdarstellung – 50 m



Rasterdarstellung – 250 m

Verschiedene Rastergrößen wählbar, mit adaptiven Zoomstufen

2015-04-01



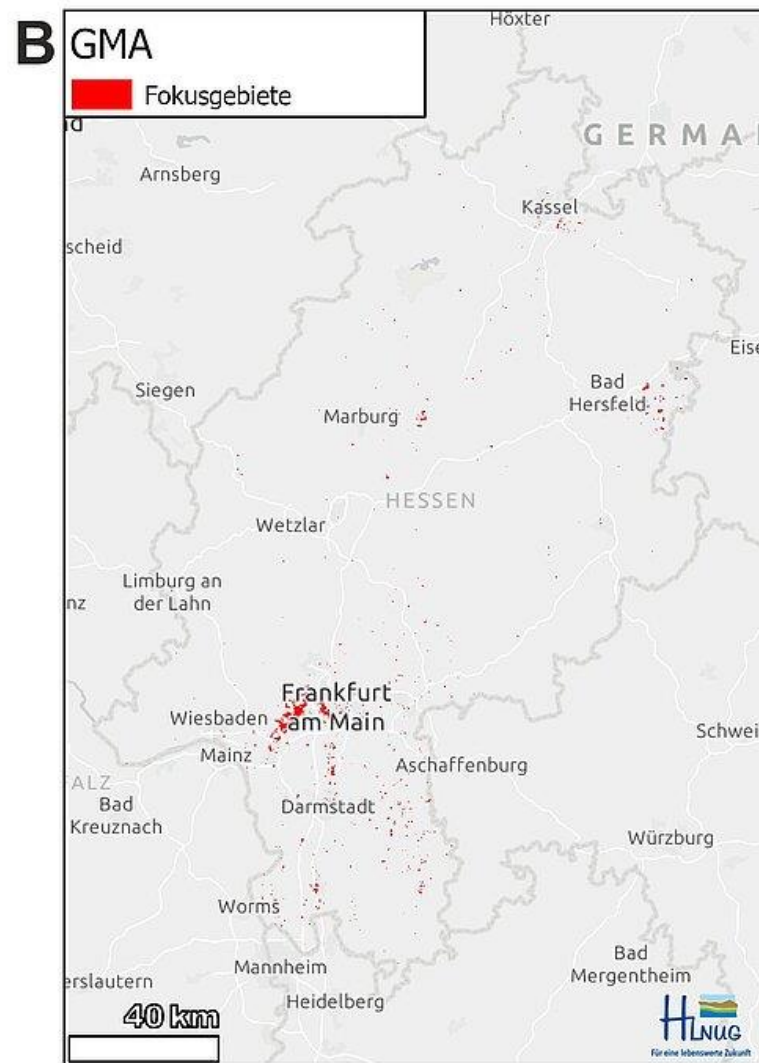
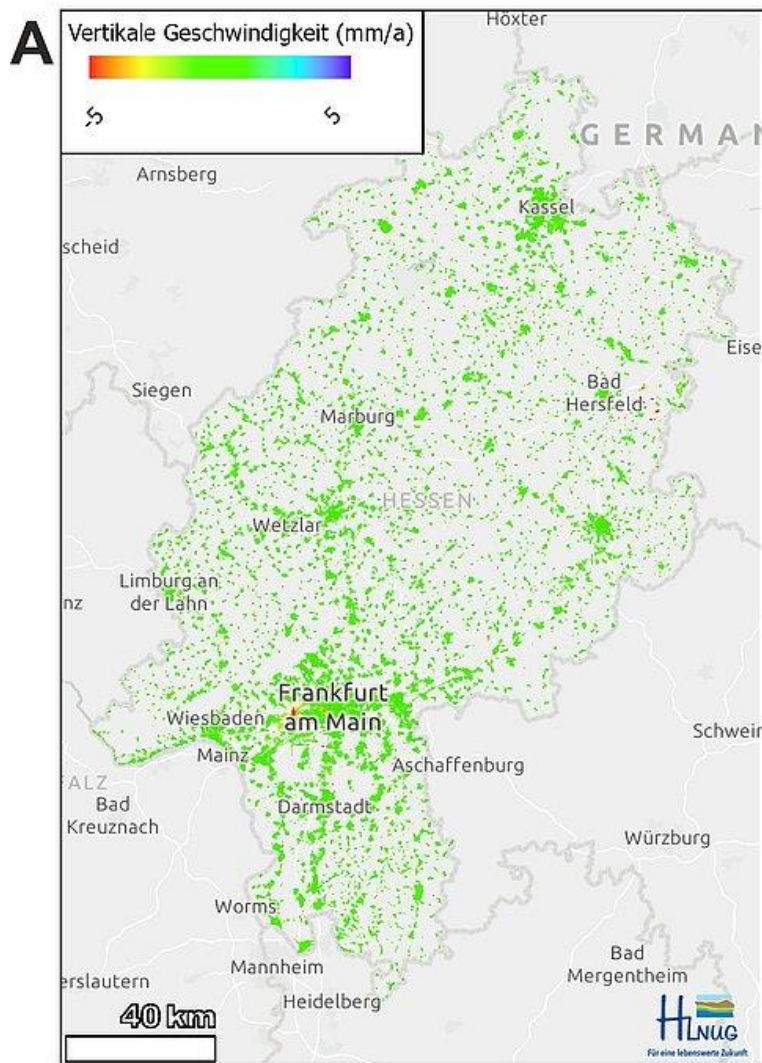
Zeitscheiber
(zeitliche Entwickl

Frankfurt April 2015
– Dezember 2021

Hot-Spot Detektion

Ground Motion Analyser

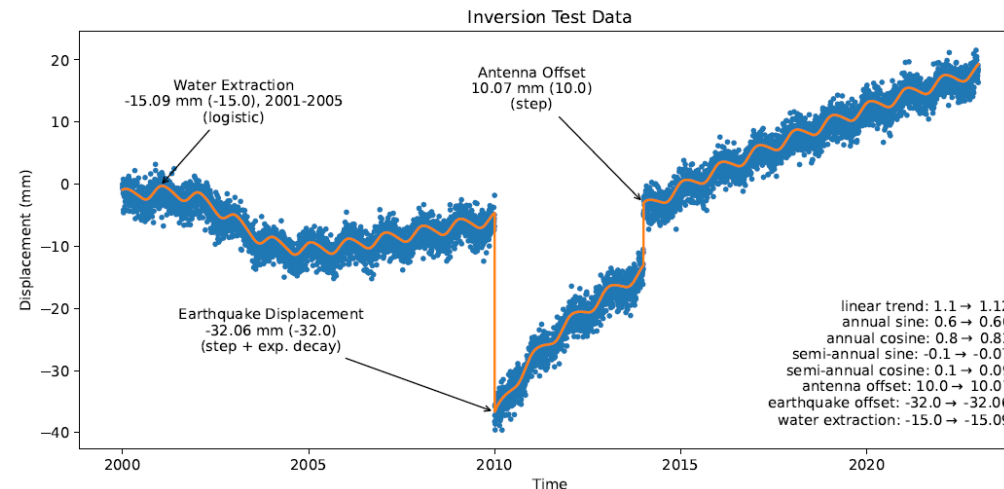
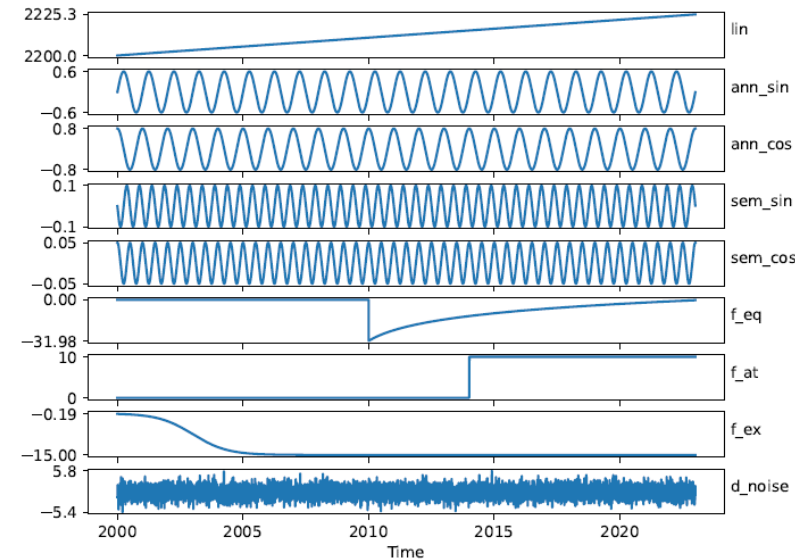
Ergebnisse für das Bundesland Hessen



Zeitreihenanalyse



- Bewegungen von PS beinhalten verschiedene Komponenten
 - Linear (z.B. Tektonik)
 - Saisonal (z.B. Temperatur)
 - Transienten (z.B. Bergbau)
 - Sprünge (z.B. Erdbeben)
- Bestimmung durch Inversion
- Quantifizierung durch Zeitreihenanalyse
 - Ermöglicht Korrelation mit externen Daten
 - Extrapolation von Trends

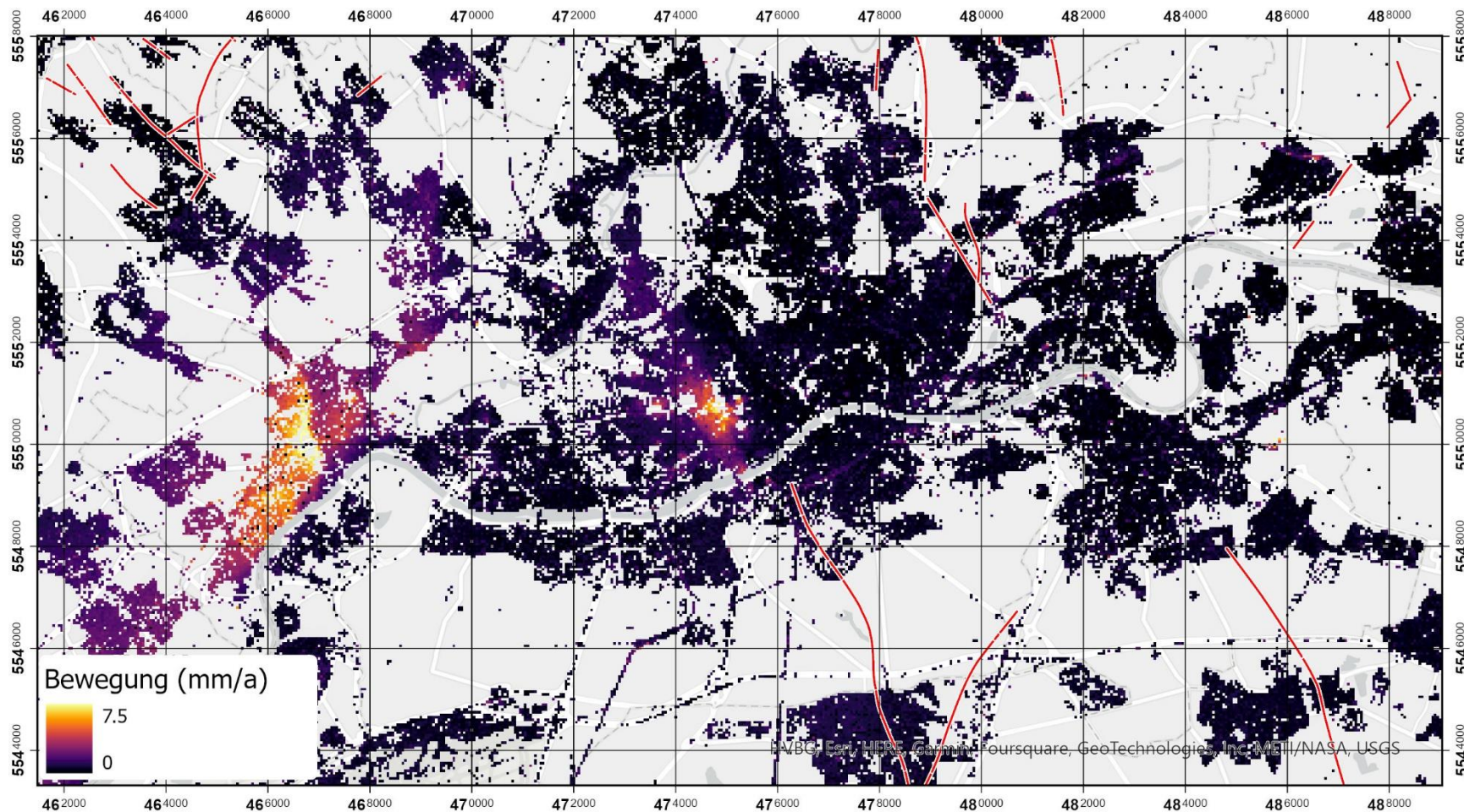


Allgemeines
Beispiel



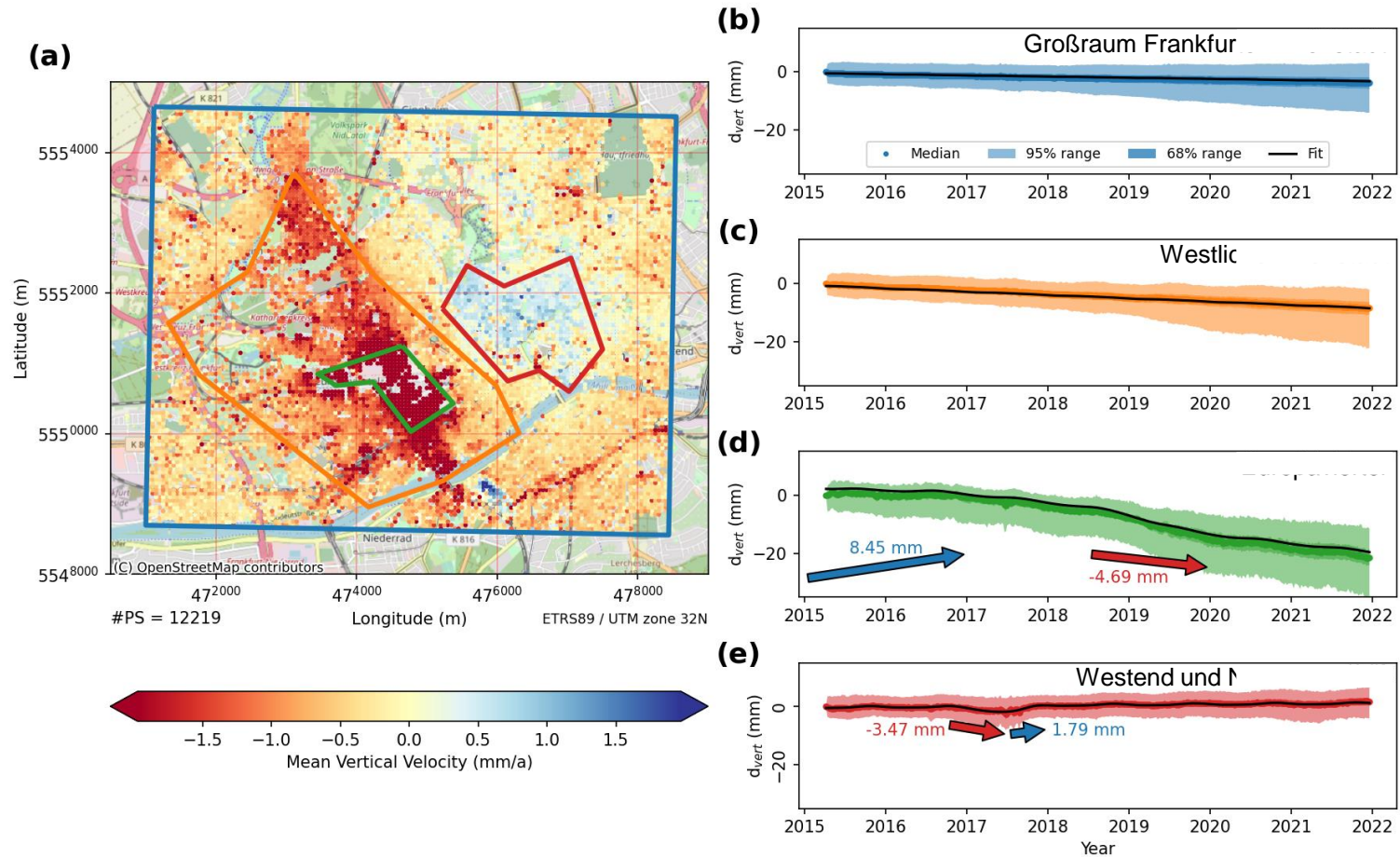
Für eine lebenswerte Zukunft

Fallbeispiel Frankfurt Rhein-Main-Gebiet



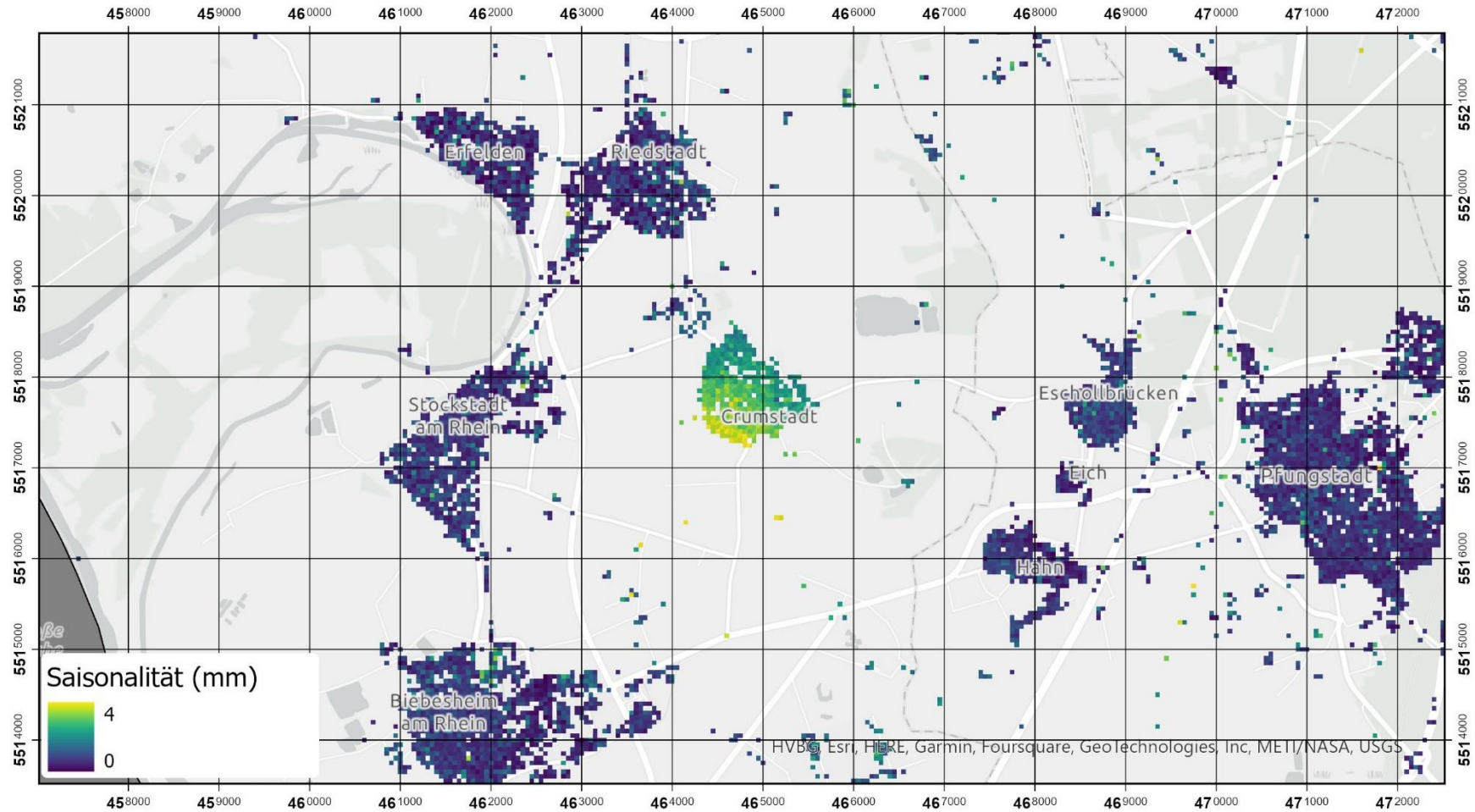
Fallbeispiel Frankfurt

Details und Zeitreihenanalyse



Ab 2017: Baustelle U5; Neubau tiefgegründeter Hochbauten

Fallbeispiel Crumstadt Saisonale Bewegungen

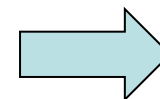
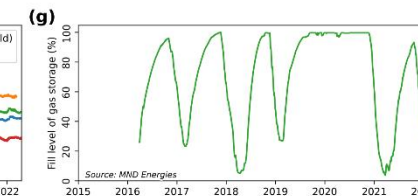
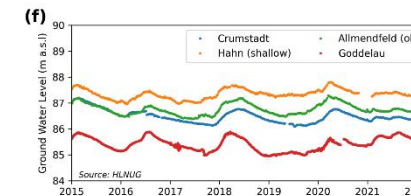
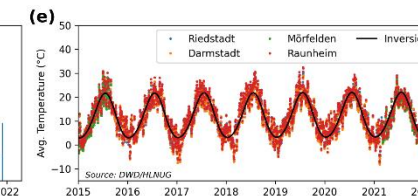
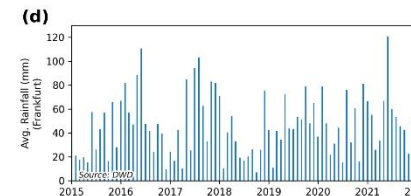
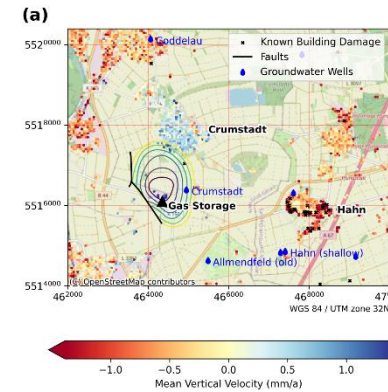
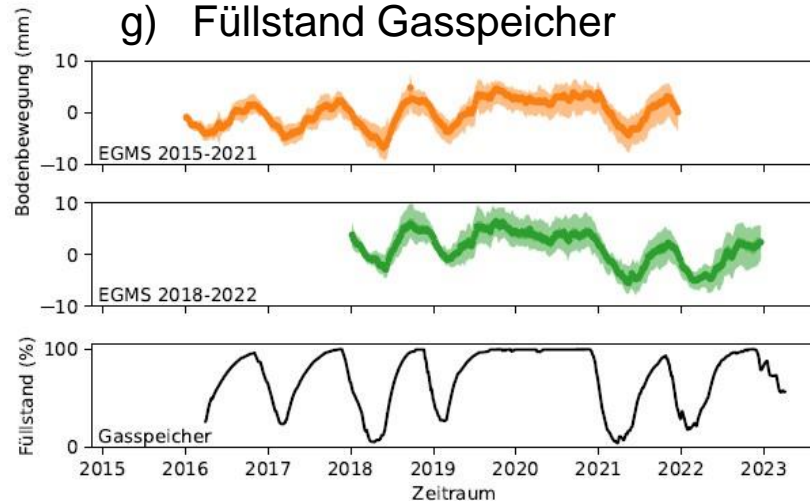


Fallbeispiel Crumstadt

Mögliche Ursachen

Vergleich mit externen Daten für das Beispiel Crumstadt

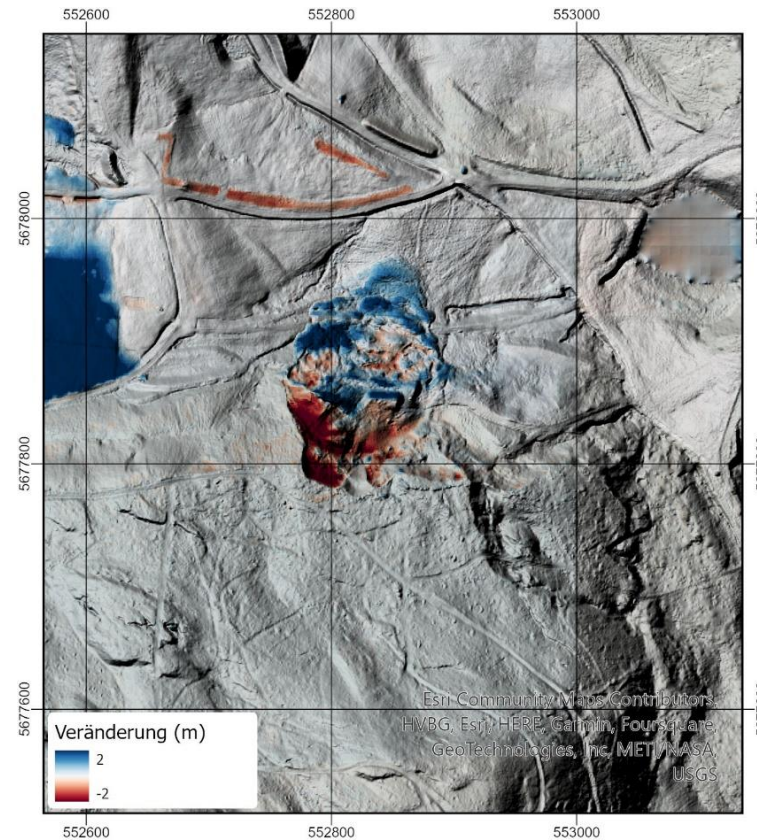
- Ehem. Neckarauen: Quellfähige Schichten (Torfe/Tone)
- Verschiedene externe Datenquellen zum Vergleich:
 - d) Niederschlag
 - e) Temperatur
 - f) Grundwasser
 - g) Füllstand Gasspeicher



Korrelation mit Füllstand Gasspeicher

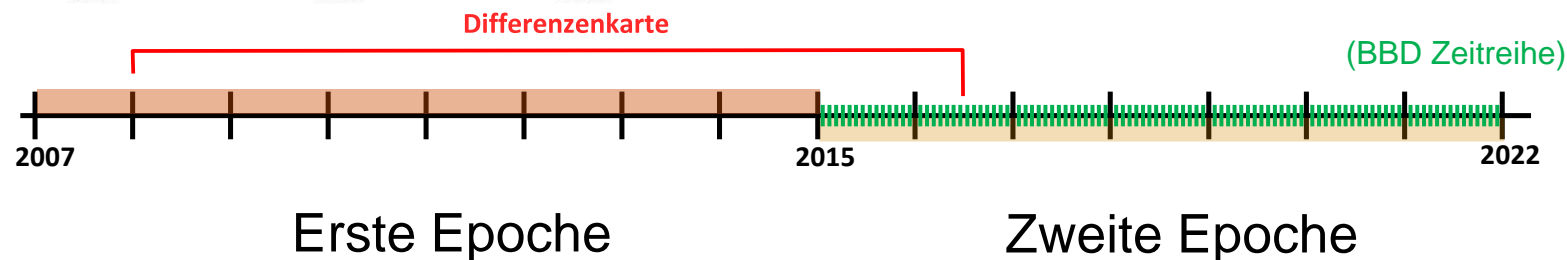
Daten & Datenaufbereitung

DGM-Differenzenkarten



Die Differenzenkarten zeigen die Veränderung zwischen dem DGM der ersten Epoche und dem DGM der zweiten Epoche.

Differenzenkarte
(Rot: Senkung; Blau: Hebung)



Daten & Datenaufbereitung

Aufbereitung der DGMs

Das DGM der ersten Epoche und das DGM der zweiten Epoche beziehen sich nicht auf das selbe Höhenbezugssystem (DHHN92 und DHHN16)

In Hessen liegen die Änderungen zwischen beiden Höhenbezugssystemen zwischen -6,6 und +3,5 cm

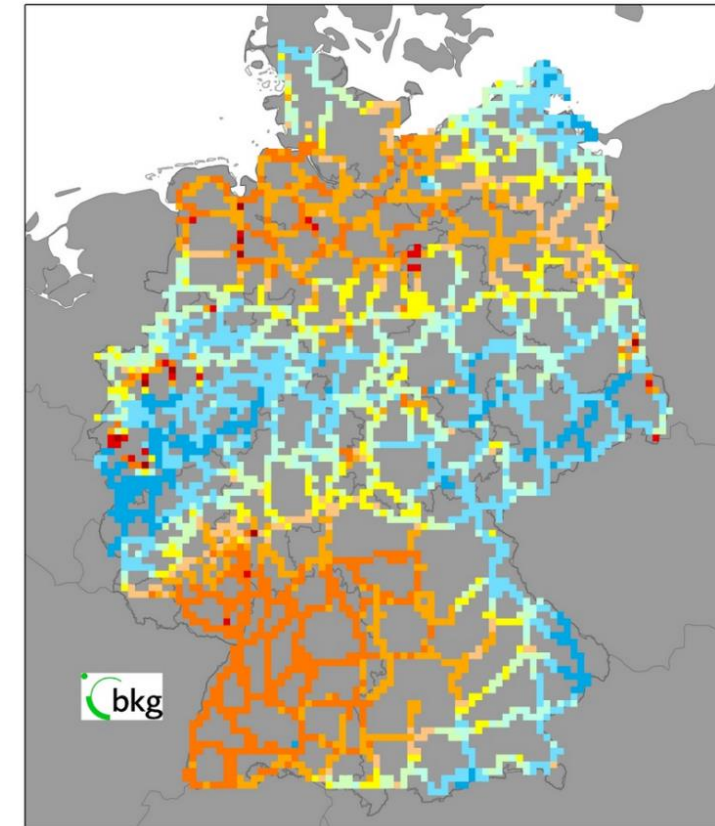
→ Umrechnung erforderlich mittels HOETRA

<https://www.hoetra2016.nrw.de/>

Der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltung der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)

Jede DGM-Kachel (1x1 km) der ersten Epoche mit Korrekturwert verrechnet

Höhenänderungen zwischen DHHN92 und DHHN2016



Höhenänderung in mm



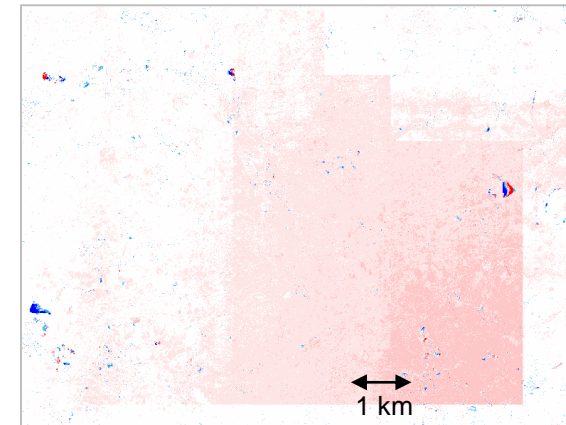
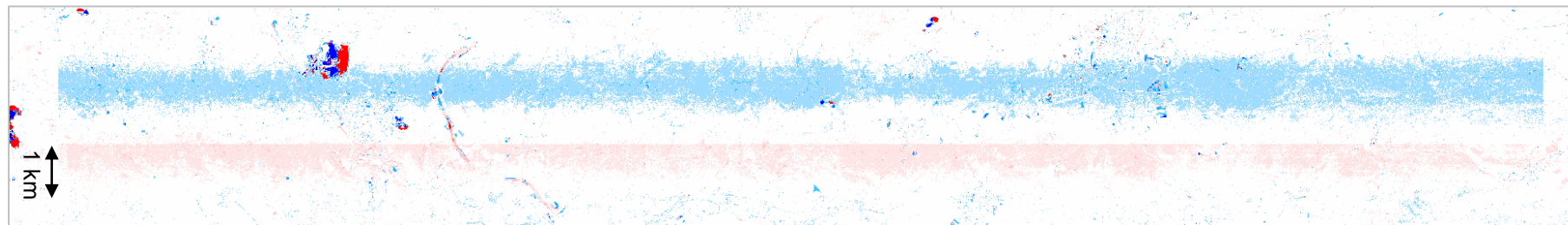
Höhenänderungen zwischen DHHN92 und DHHN2016

Daten & Datenaufbereitung

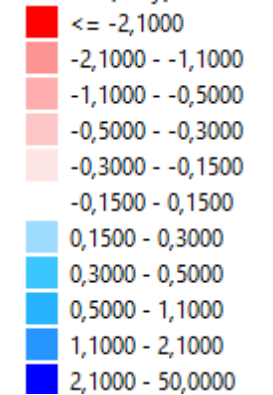
Aufbereitung der DGMs

Weitere Ungenauigkeiten durch:

- Unterschiedliche Punktdichte der Laserscan-Punktwolke (Erste Epoche 4 Punkte pro m², Zweite Epoche 10-12 Punkte pro m²)
- Sprünge und Durchbiegungen durch fehlende Erfahrung beim Streifenausgleich/
Streifenanpassung
- Systematische Messungenauigkeiten

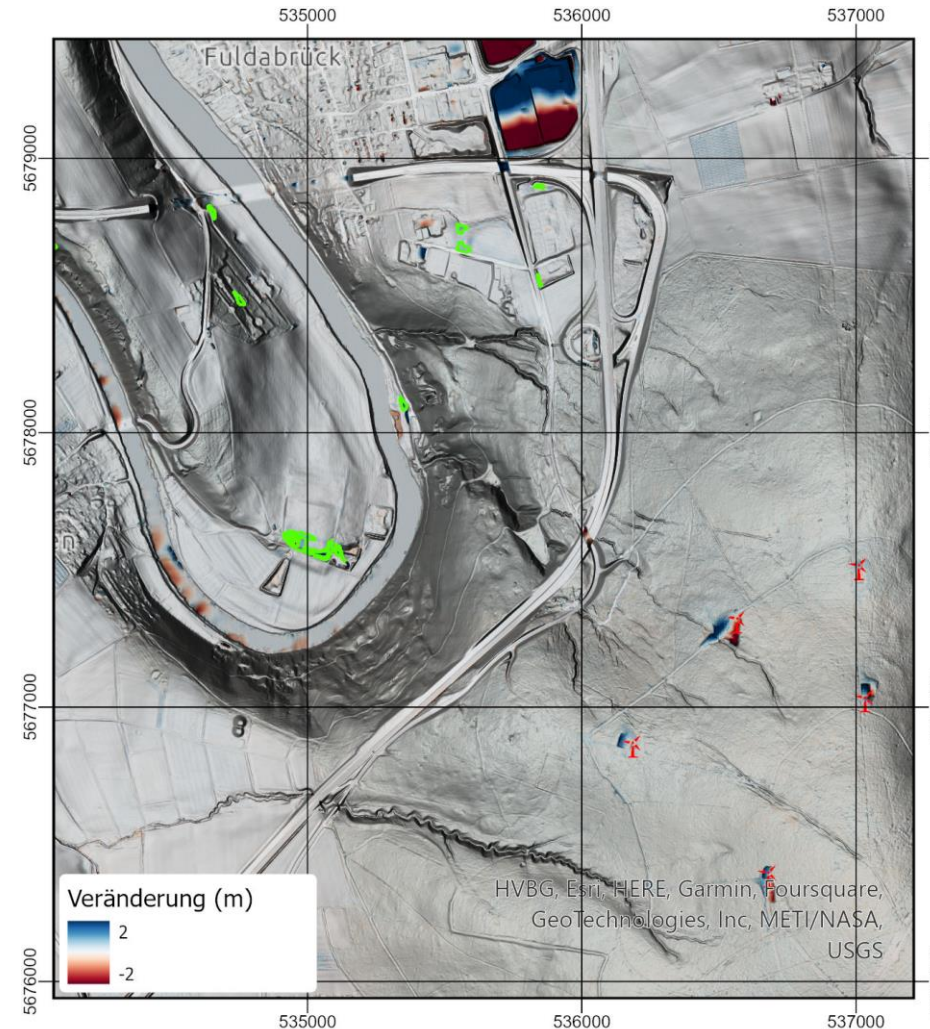


Differenz in m



Semi-Automatische Klassifikation der LiDAR Differenzenpläne

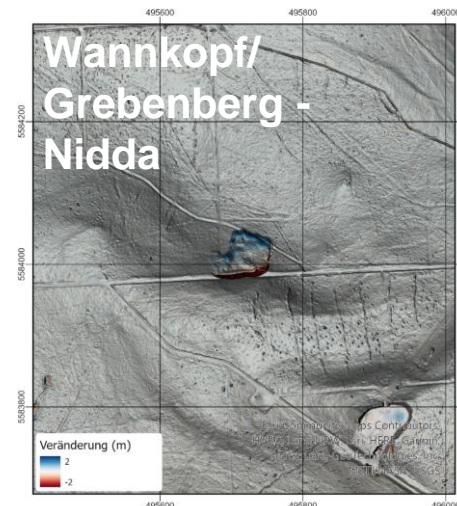
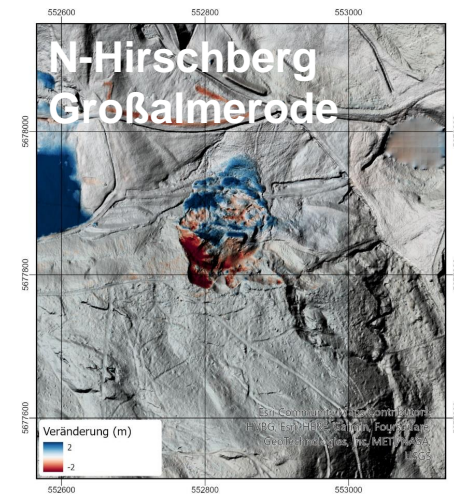
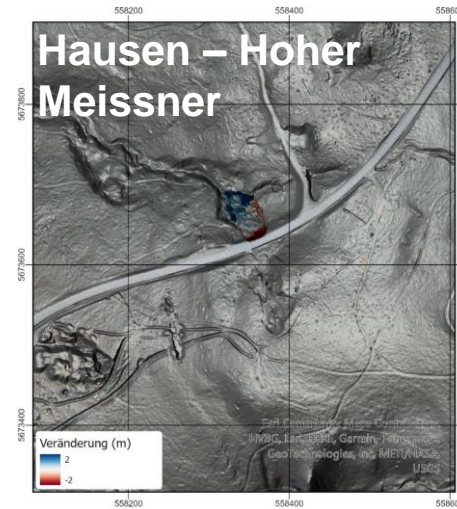
- Verschiedene Ursachen für Anomalien:
 - Artefakte (Gebäude, Gewässer)
 - Rauschen (Bäume, Vegetation)
 - Baustellen, Erdarbeiten
 - Hangrutschungen, Flussmäander
- Maskierung und Filterung:
 - Flächengröße, Magnitude
 - Entfernung vieler Artefakte
- Weniger Detektionen übrig



Hangrutschungen

Einige Beispiele

- Unterschiedliche geologische Gegebenheiten:
 - Hausen, Hoher Meißner:
 - Basaltdiluvium am Rand der Meißner Braunkohle
 - Großalmerode:
 - Fließerden am Rand von ehem. Braunkohletagebauanlagen
 - Nidda:
 - Solifluktion an der Grenze von Tertiären Basalten und Tuffe
- Unterschiedliche Morphologie
 - Schwierige Automatisierung
 - Auftreten häufig entlang von Infrastruktur
- Kriterienkatalog und Testdatensätze notwendig für KI-Einsatz
- Zusätzliches Hilfsmittel, vor Ort Begehungen weiterhin notwendig



Zusammenfassung und Ausblick



Neue Visualisierungsoption (Kachelansicht) der Radar-Daten für Hessen

Entwicklung einer automatisierten Detektion von Bodenbewegungs-Hot Spots

Durchführung von Zeitreihenanalysen und Vergleich mit weiteren Daten zur Ursachenforschung der Bodenbewegungen

Verschnitt mit Laserscandaten, um Anwendungsbereich zu erweitern

Erstellung eines Bodenbewegungsatlas für das Bundesland Hessen aufgrund von Fernerkundungsdaten

Öffentliche Bereitstellung innerhalb des Geologie-Viewer des HLNUG

KI-Verfahren zur automatischen Klassifizierung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

