



Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Automatisierte Detektion von Bodenbewegungs-Hot Spots und Zeitreihenanalysen großflächiger Bewegungsmuster aus Radarinterferometrie- Daten für das Bundesland Hessen

**Benjamin Homuth, Katrin Krzepek, Michael Rudolf, Dorota
Iwaszczuk, Andreas Henk**



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



digitales.hessen
WO ZUKUNFT ZUHAUSE IST



Für eine lebenswerte Zukunft

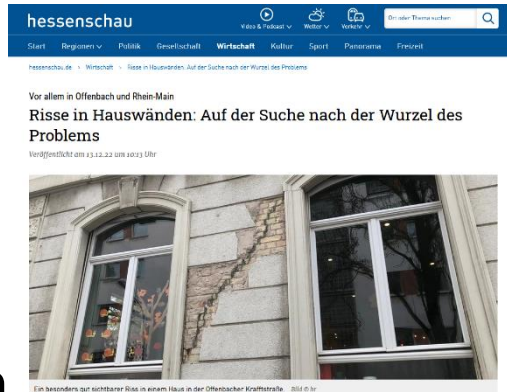
Einführung - Motivation

Feststellung von großräumigen 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

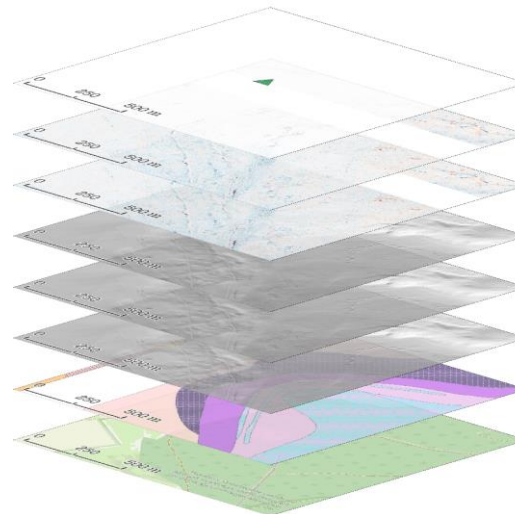


Ein Alptraum für Hausbesitzer: Mitten in der Außenwand klappt plötzlich ein Spalt. Bei der Suche nach Ursachen im stark betroffenen Offenbach gibt es durchaus verschiedene Meinungen. Fest steht nur: Das Klima spielt eine Rolle.

Von Marcel Sawieser

ORTE

- Baden-Hausen
- Frankfurt
- Kassel
- Offenbach
- Schwabenstadt



Einführung - Motivation



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



Unterstützung durch Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

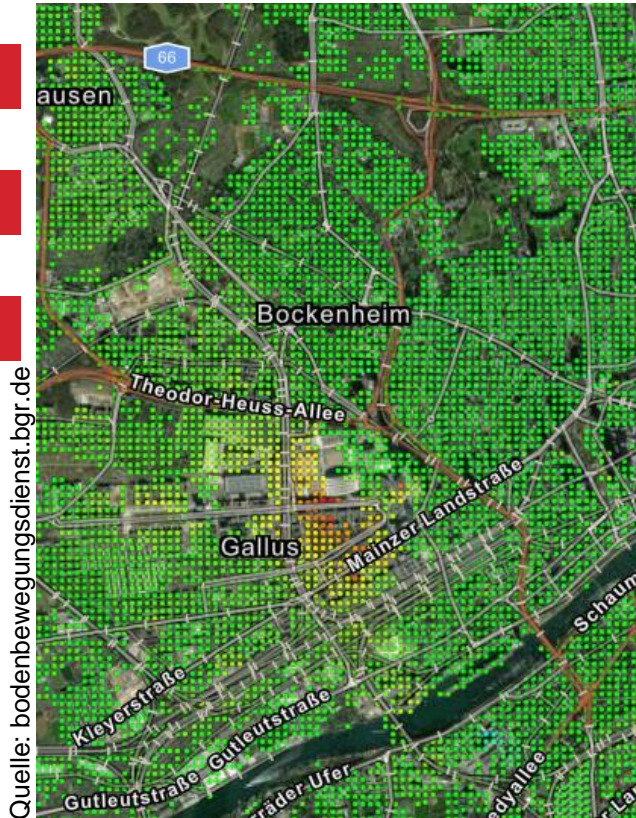
Laufzeit: 01.05.2022 – 31.12.2024

Finanzierung:
Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung

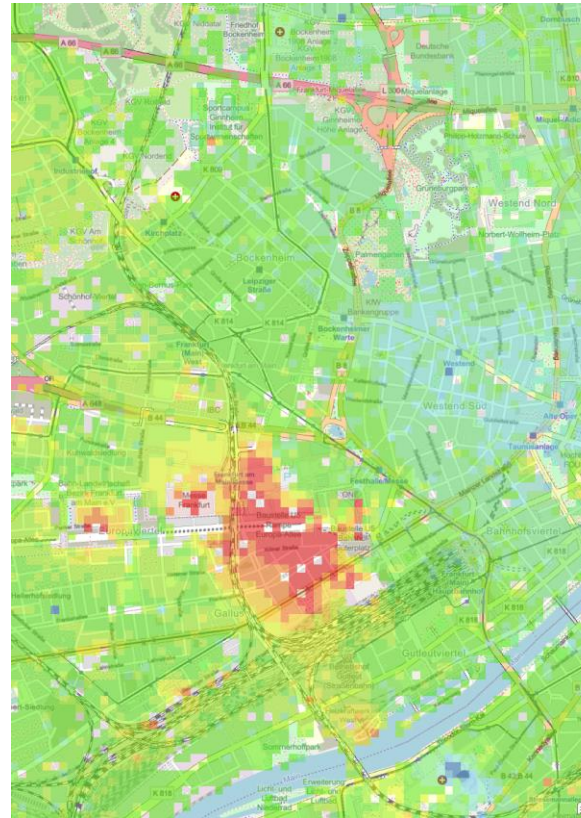


Visualisierung der Radardaten

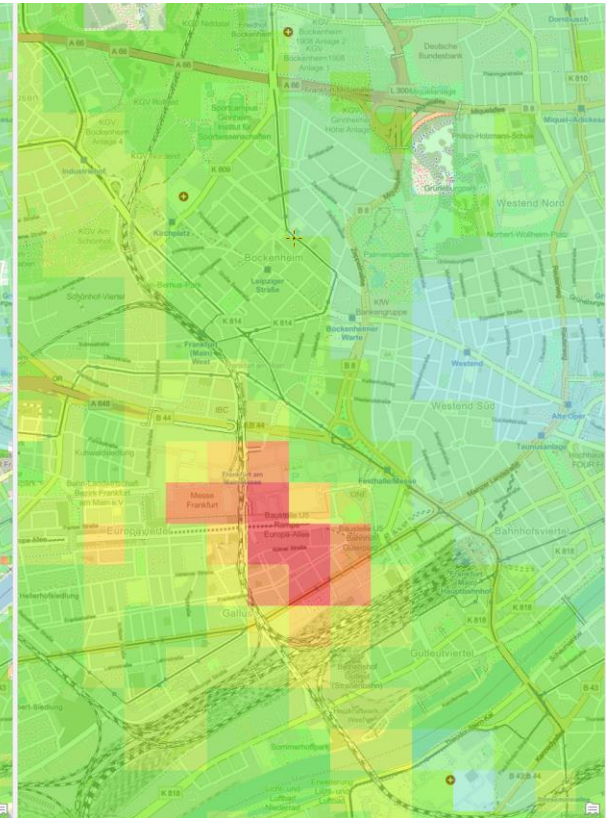
Von der Punkt- zur Rasterdarstellung



BBD - Punktdarstellung



Rasterdarstellung – 50 m



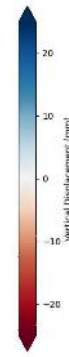
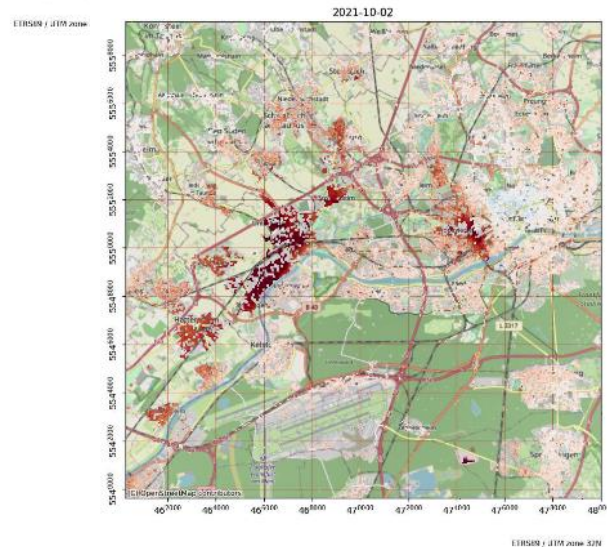
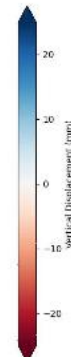
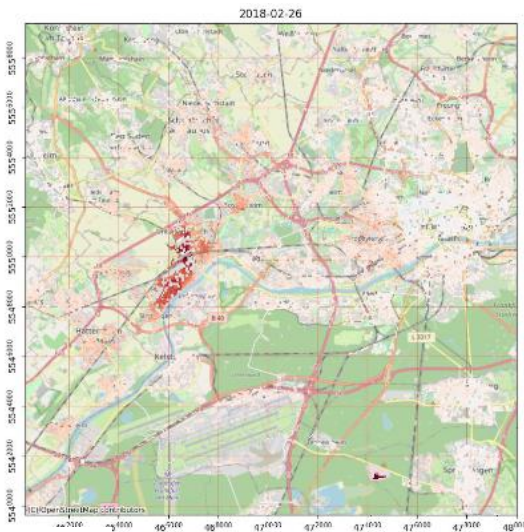
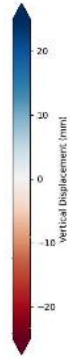
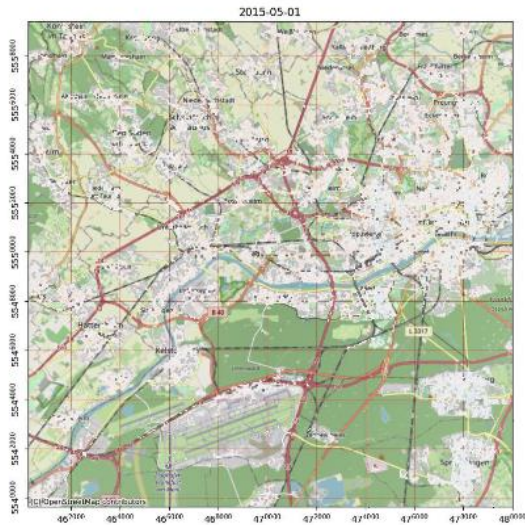
Rasterdarstellung – 250 m

Verschiedene Rastergrößen wählbar, mit adaptiven Zoomstufen

Visualisierung der Radardaten

Zeitscheiben (zeitliche Entwicklung)

HESSEN



Hot-Spot Detektion



Automatisierte Detektion großflächiger Bodenbewegungsmuster – Ground Motion Analyser (GMA)

Funktion

- Filtern der Daten nach Gebieten, in denen Bodenbewegungen stattfinden
 - Fokusgebiete
- Fokussierung auf Gebiete mit starken Bewegungen, die von mehreren Persistent Scatterern angezeigt werden
 - Ausschluss von Ausreißern

Methodik

- Input:
 - PSI (asce/desce)
- Filtern: Hebungen/Setzungen
(Grenzwert -2mm/jahr bzw. +2mm/jahr)
- Jeweils Raster für:
 - Summe der Bewegung
 - Anzahl der PS
- Erstellung 8 Raster
(asce/desce, Hebungen/Setzungen)
- Verschmelzung
- Output:
 - Raster: Aol Hebungen
 - Raster: Aol Setzungen

Hot-Spot Detektion

Ground Motion Analyser

Ergebnisse für das Bundesland Hessen

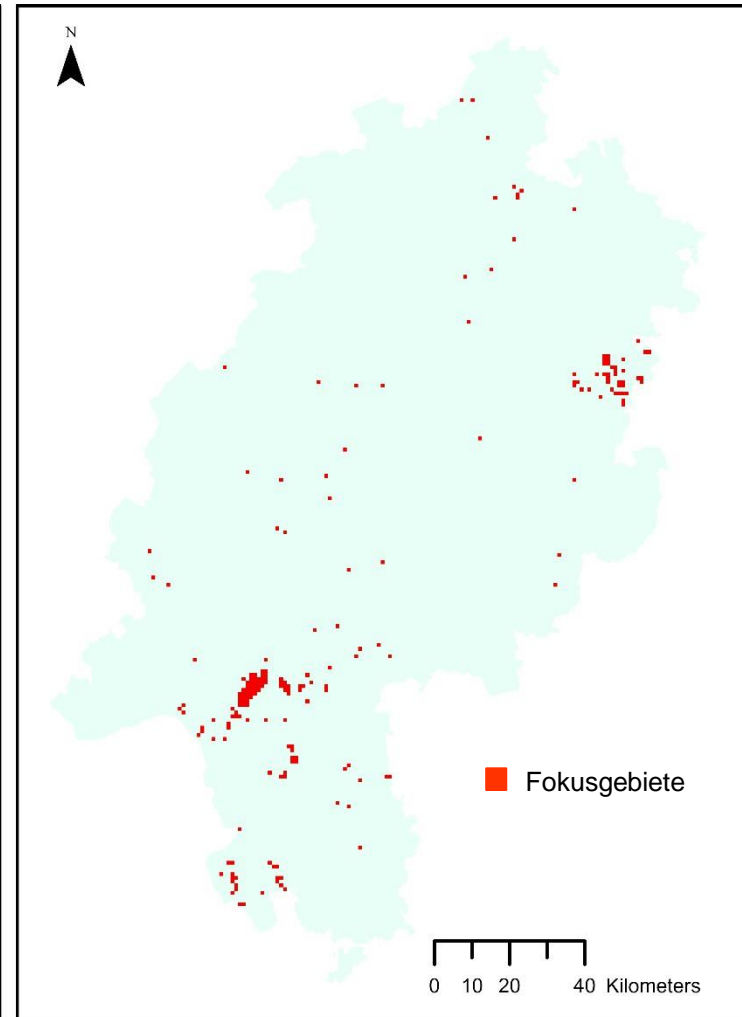
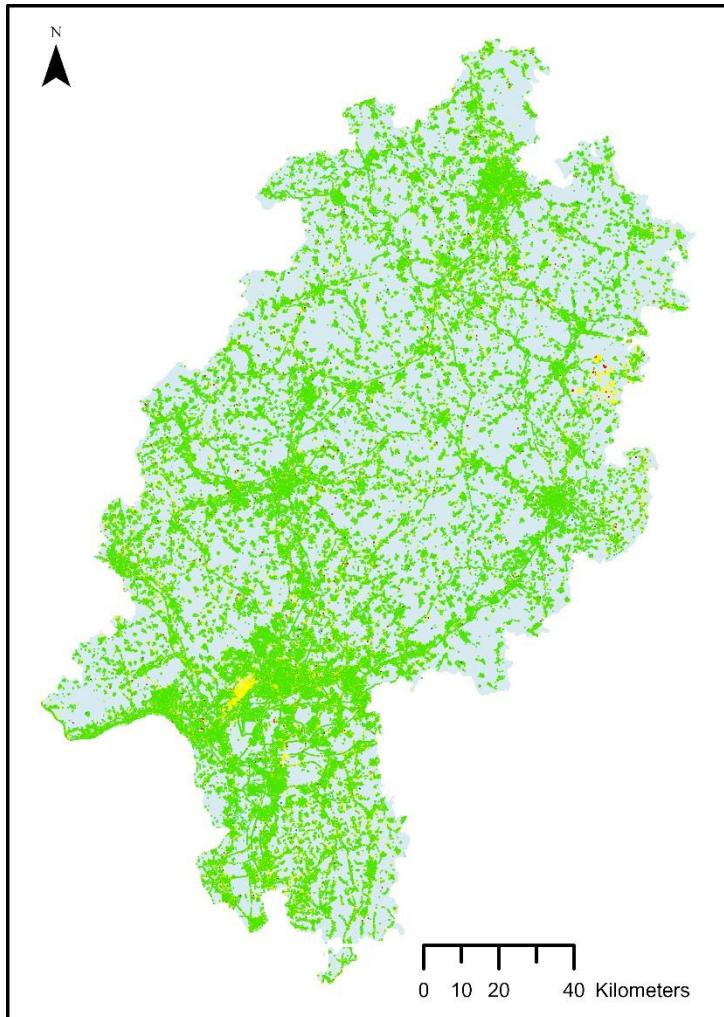
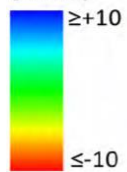
HESSEN



BBD

GMA Output

Sentinel-1 PSI
mean velocity
2015 - 2021
[mm/a]

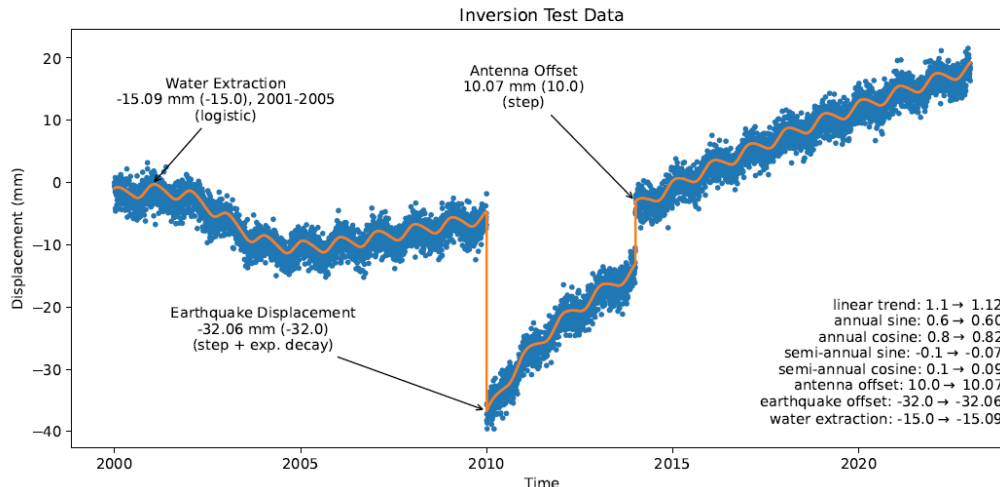
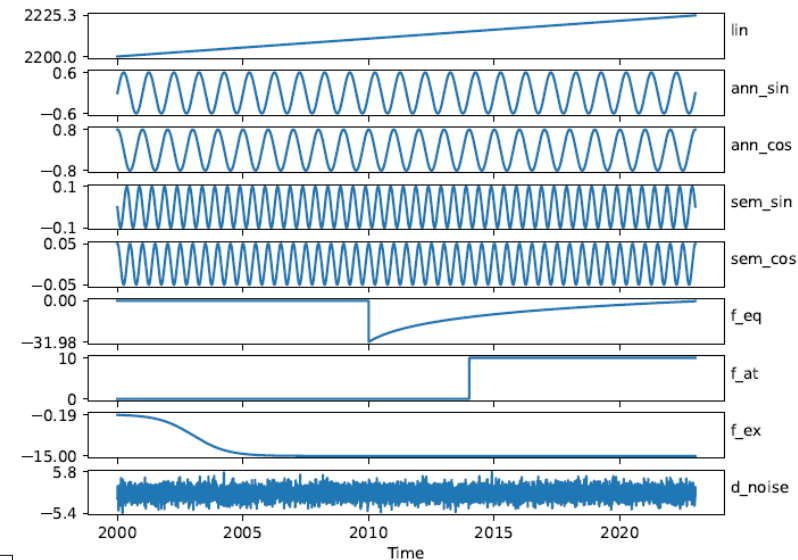


Fokusgebiete

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

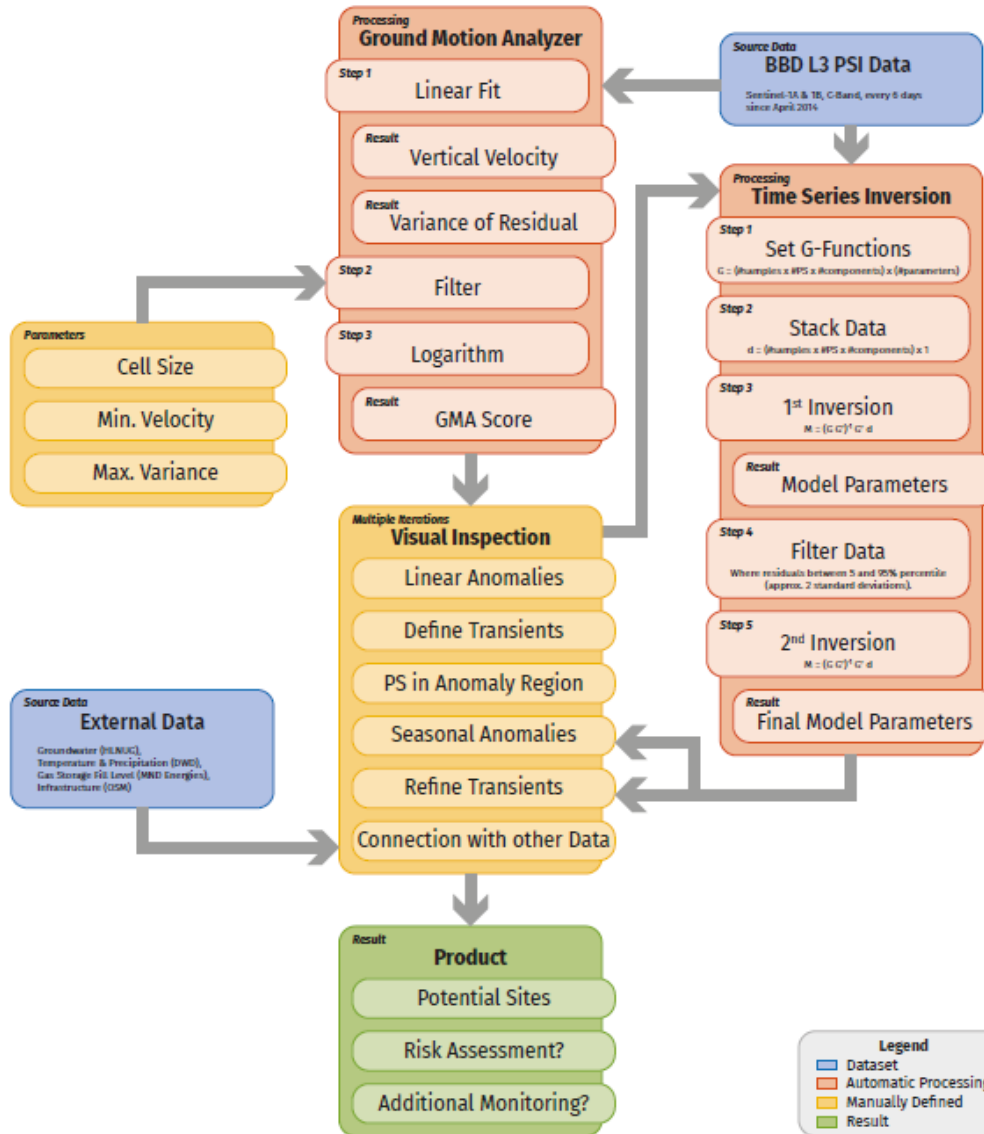


Allgemeines
Beispiel



Für eine lebenswerte Zukunft

Gesamt-Workflow



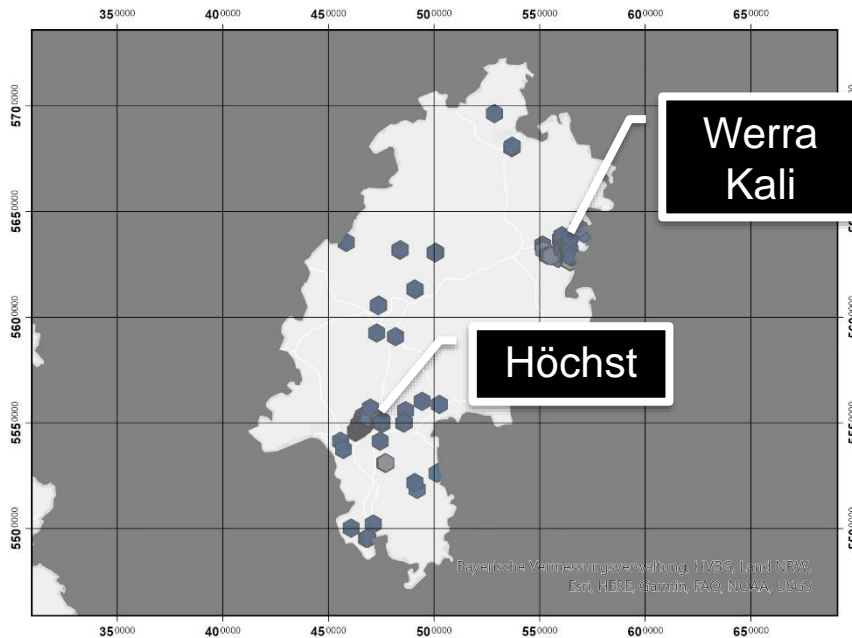
In dieser Studie angewandter semi-automatischer Workflow:

- PSI-Daten in vertikaler und E-W-Richtung
- Bestimmung eines Bodenbewegungsscore beruhend auf der durchschnittlichen Geschwindigkeit und der Varianz.
- Visuelle Überprüfung
- Genauere Analysen mittels Zeitreihenanalyse
- Ergebnisauswertung

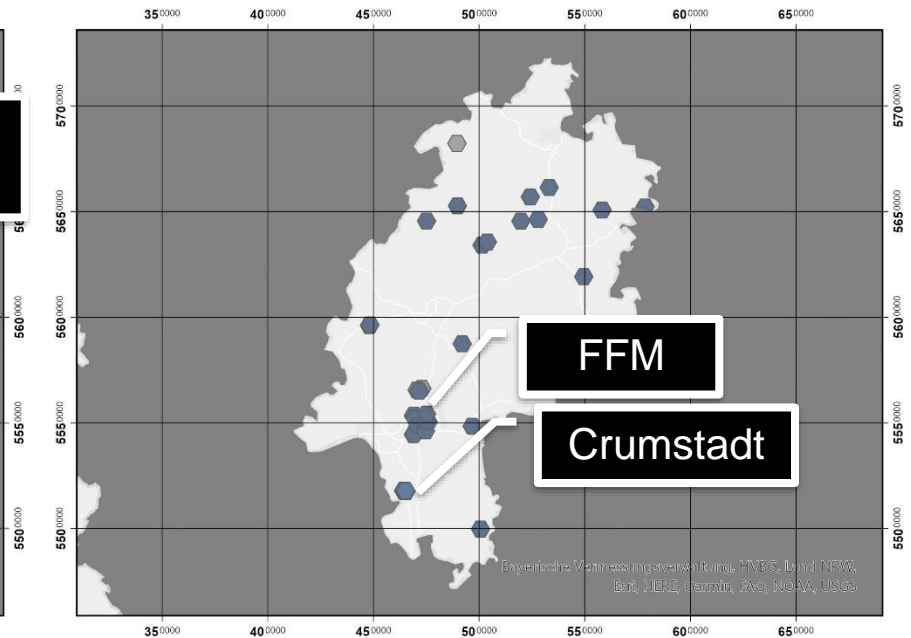
Hotspots



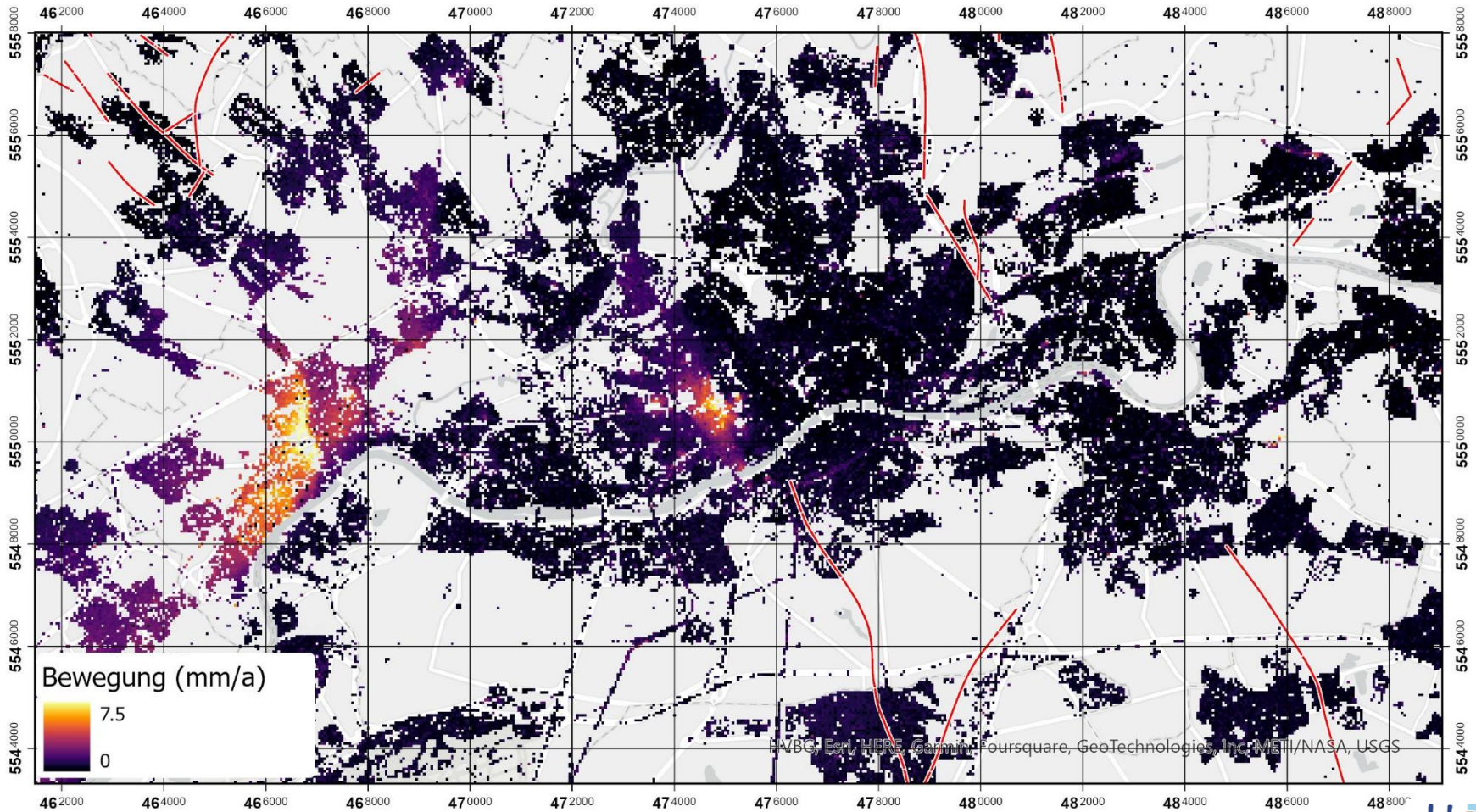
Lineare Bewegung



Saisonale Schwankungen

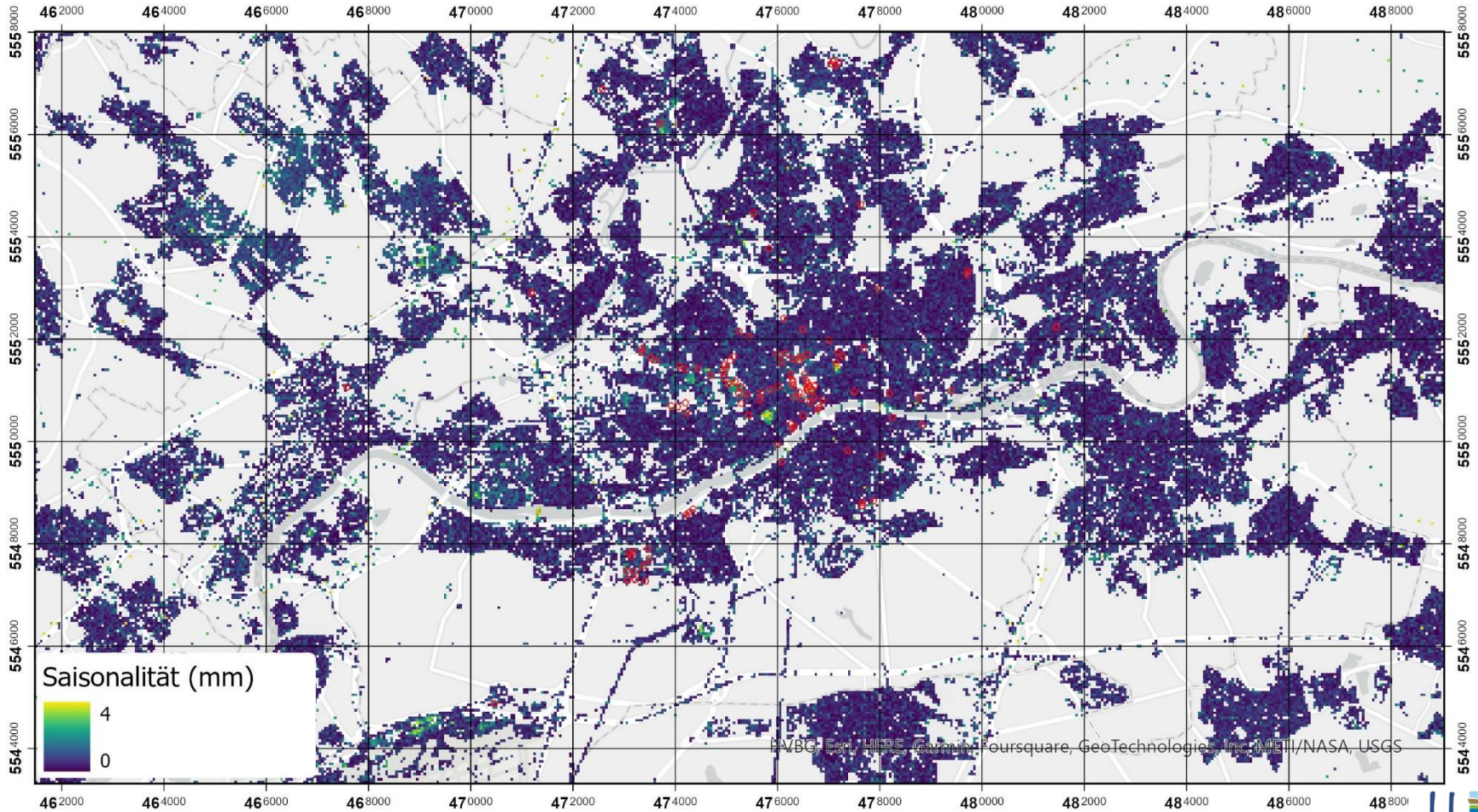


Fallbeispiel Frankfurt Linearität

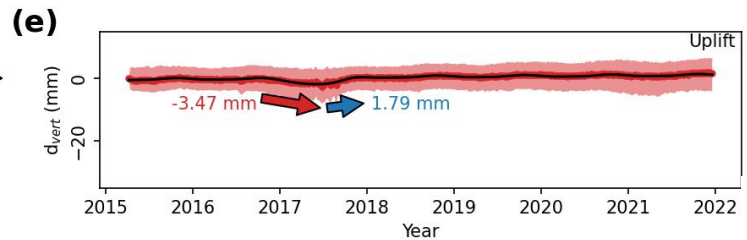
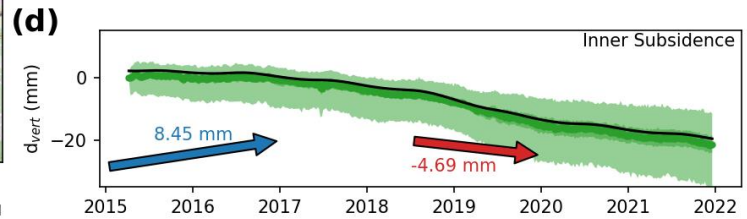
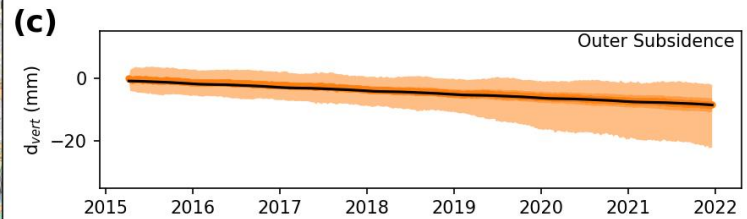
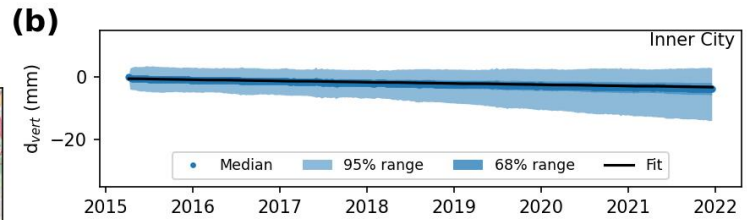
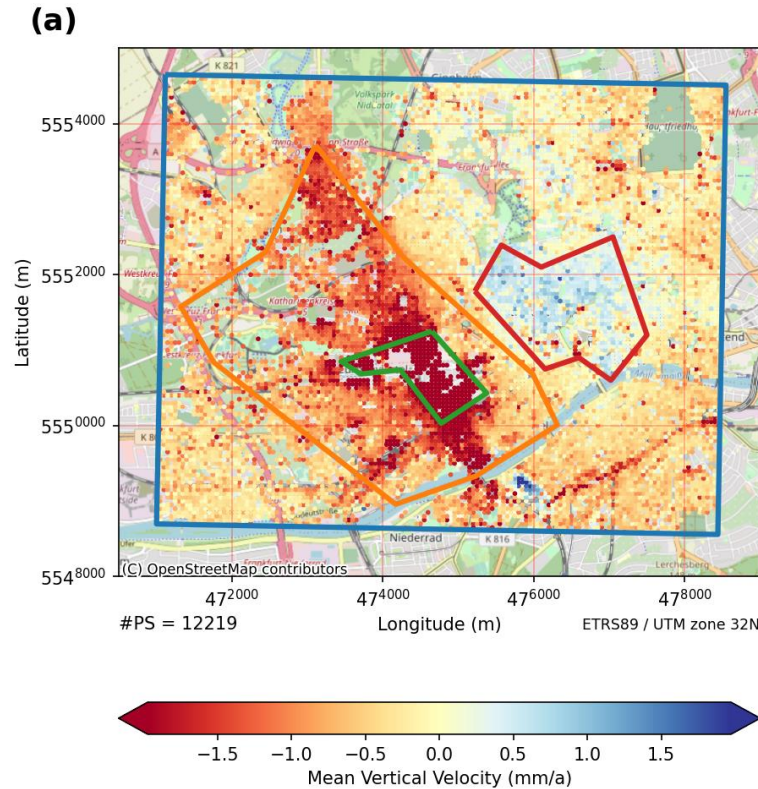


Fallbeispiel Frankfurt

Saisonalität

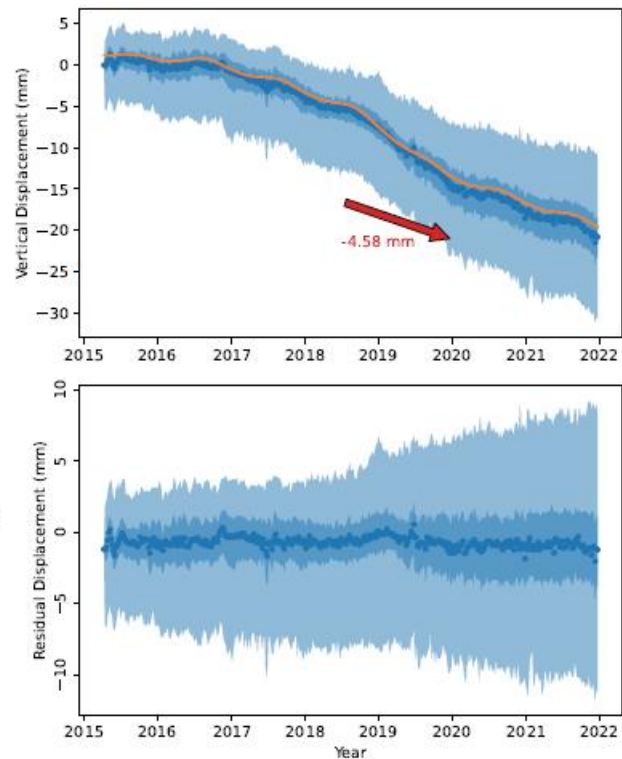
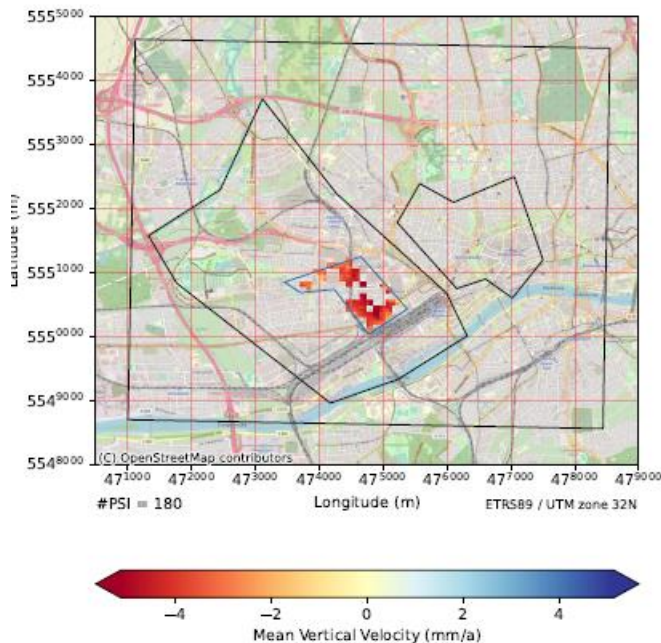


Fallbeispiel Frankfurt Details



Fallbeispiel Frankfurt Zeitreihenanalyse

Inner Subsidence



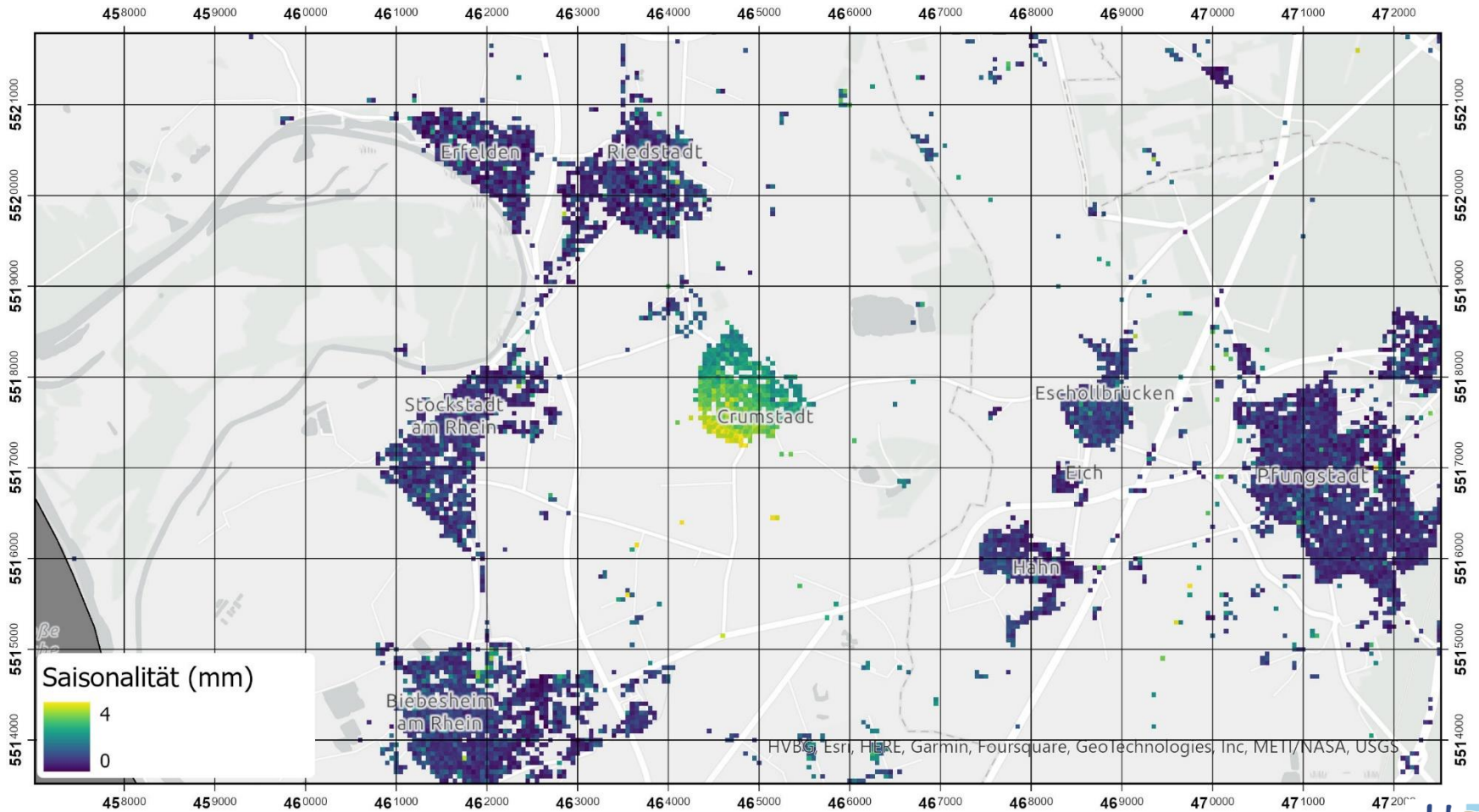
Beispiel: Stadt
Frankfurt am Main

Absenkung:
-4.58 mm/a



Ab 2017: Baustelle U5; Neubau
tiefgegründeter Hochbauten

Fallbeispiel Crumstadt Saisonale Bewegungen

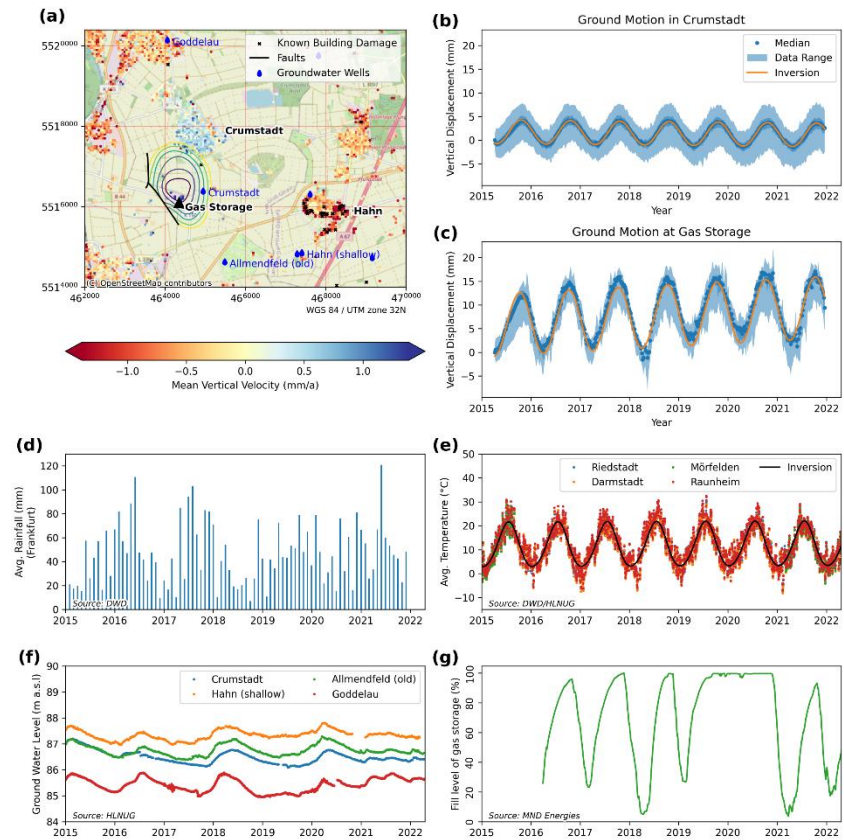


Fallbeispiel Crumstadt

Mögliche Ursachen

Vergleich mit externen Daten für das Beispiel Crumstadt

- Ehem. Neckarauen: Quellfähige Schichten (Torfe/Tone)
- Verschiedene externe Datenquellen zum Vergleich:
 - Niederschlag
 - Temperatur
 - Grundwasser
 - Füllstand Gasspeicher
- Keine direkte Korrelation sichtbar
- Periodizität mit Temperatur vergleichbar



Fallbeispiel Crumstadt

Mögliche Ursachen



mstadt

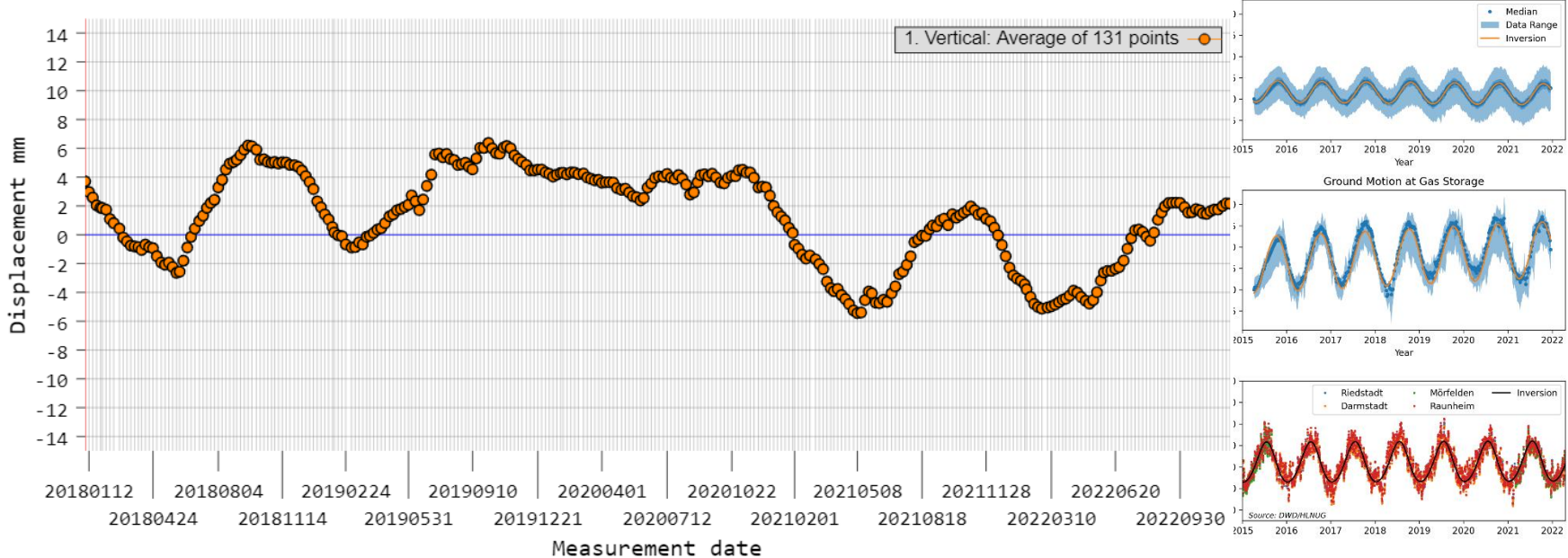
Dataset: Vertical

Point ID: Average of 131 points

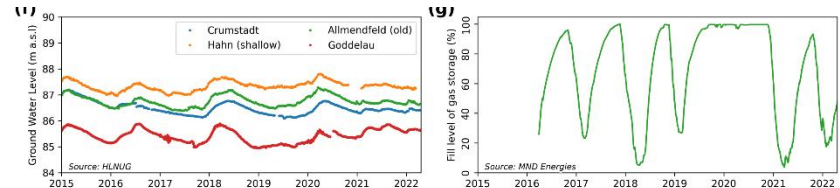
Position: 2967684.35 N 4213854.58 E 91.94 m

Mean velocity: -1.14 mm/year

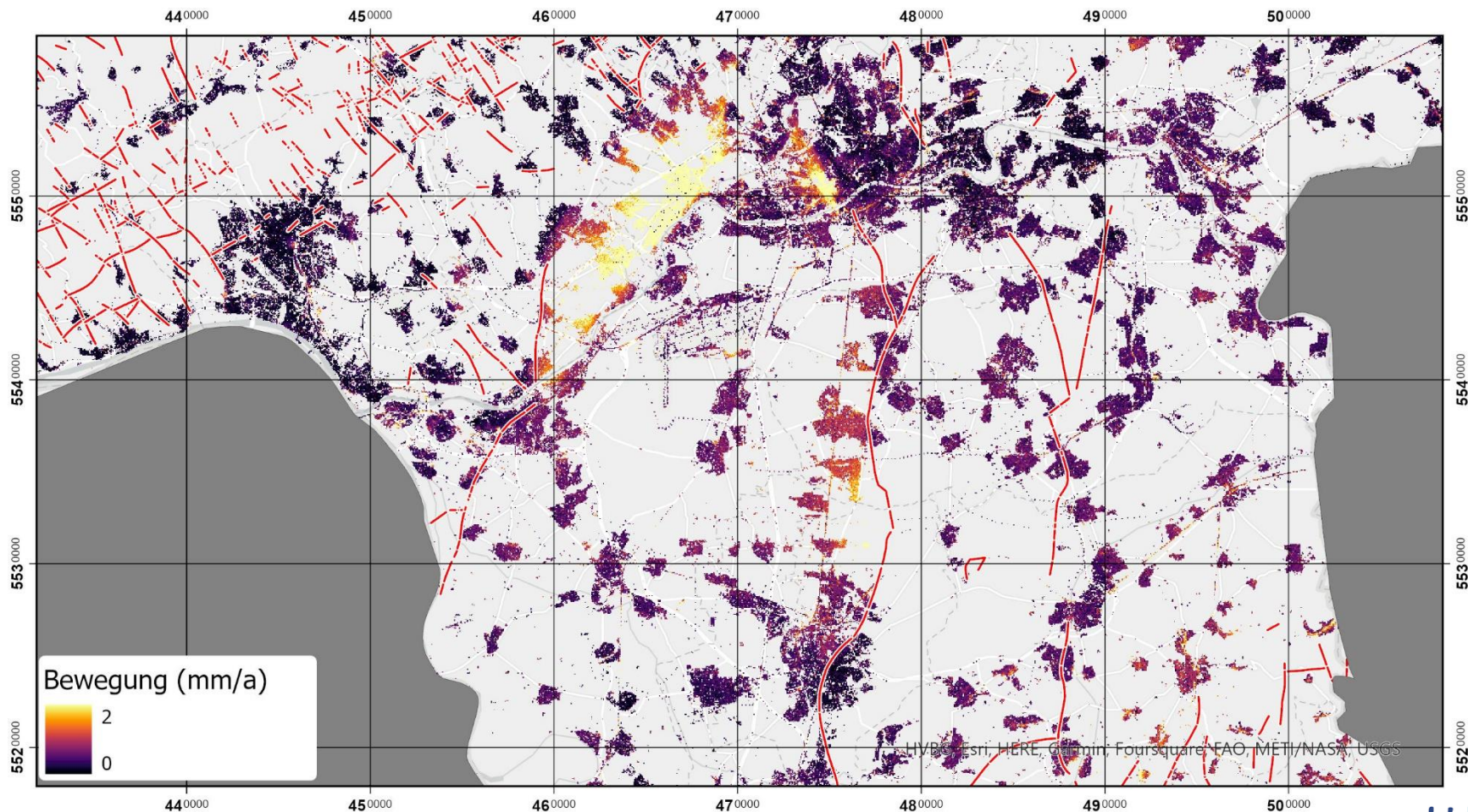
RMSE: 1.72 mm



- Unterschied Prozessierung BBD
 - EGMS sichtbar?
 - Vergleich mit EGMS zeigt Abweichungen.



Weiteres Fallbeispiel Neotektonik?



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

Erstellung eines Bodenbewegungsatlas für das Bundesland Hessen aufgrund von Fernerkundungsdaten

Öffentliche Bereitstellung innerhalb des Geologie-Viewer des HLNUG und innerhalb Geo-Portalen von hessischen Großstädten geplant



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



© Digitaler/Heibel