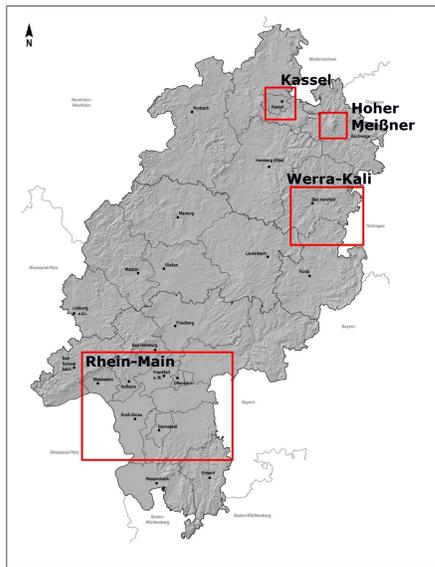


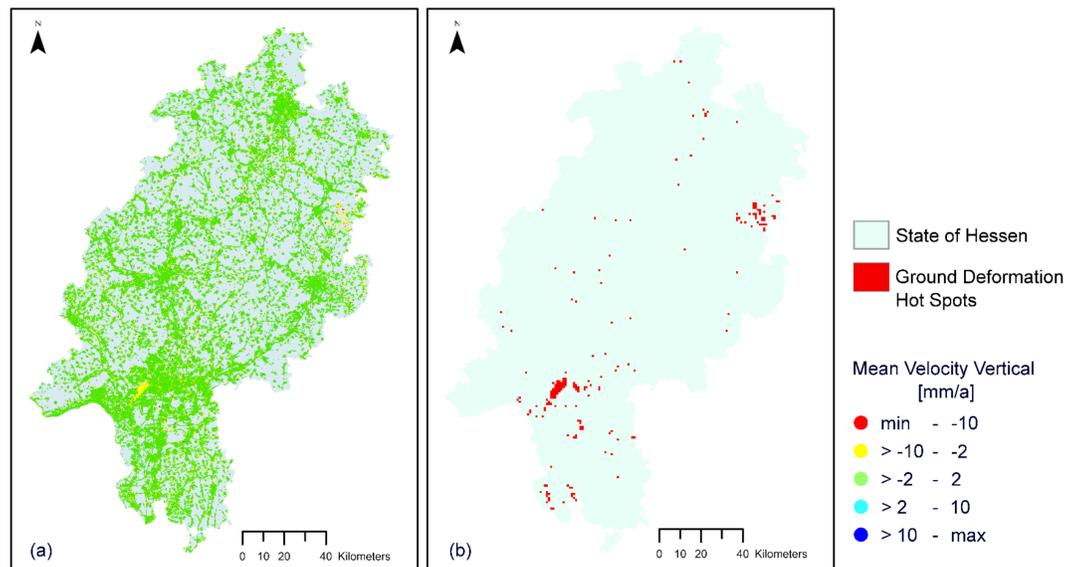
# Automatische Detektion großflächiger Bodenbewegungsmuster in Hessen mittels Radarinterferometrie und Laserscan

**Homuth, B. (HLNUG, Wiesbaden), Krzepek, K., Rudolf, M., Iwaszczuk, D., Henk, A. (TU Darmstadt)**

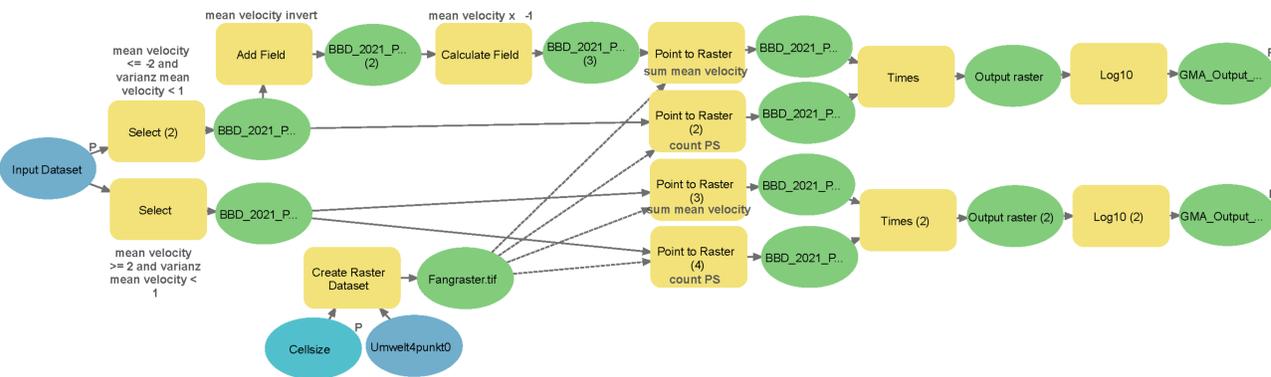
Digitale Gelände-Modelle (DGM) erstellt aus Laserscan-Daten und Daten der Persistent Scatterer Interferometrie (PSI) bieten Datengrundlagen zur Analyse von großflächigen Bodenbewegungen im cm- und mm-Bereich. Es besteht ein Bedarf an geeigneten Verarbeitungs- und Interpretationswerkzeugen für diese Datenquellen, um sie der breiten Öffentlichkeit zur Nutzung zur Verfügung zu stellen. Um automatisch Bewegungs-Hot-Spots in Hessen zu detektieren, werden mittels eines erstellten GIS-Tools (Ground Motion Analyser) Gebiete, die detektierbare Setzungen (Geschwindigkeit < - 2 mm/a) oder Hebungen (Geschwindigkeit > 2 mm/a) aufweisen und in denen möglichst viele Persistent Scatterer Bewegungsgeschwindigkeiten aufweisen, ermittelt. Je stärker eine Bodenbewegung ist und je mehr Persistent Scatterer diese Bodenbewegung anzeigen, desto stärker wird dieser Bereich hervorgehoben. Zur Analyse der Bewegungsursachen werden die Zeitreihen mittels Fitting untersucht und des Weiteren mit möglichen Bewegungsursachen der Region verglichen. Ein Problem der Persistent Scatterer Daten sind Datenlücken in unbebauten Regionen. Um diese zu füllen, wird an zwei unterschiedlichen Lösungen gearbeitet. Zum einen werden Differenzkarten aus Digitalen Geländemodellen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen wurden, erstellt. Zum anderen soll das Small Baseline Subset (SBAS)-Verfahren Anwendung finden.



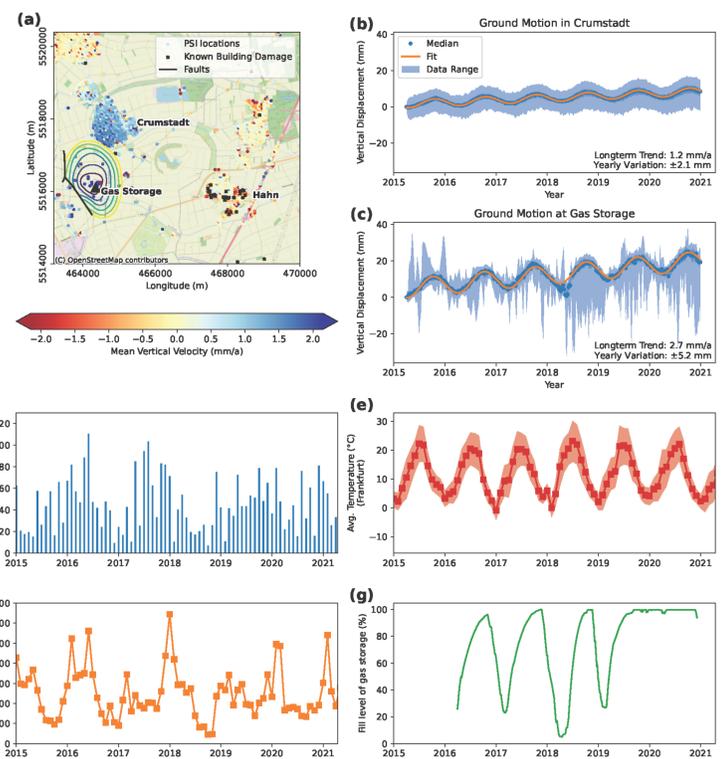
**Abb. 1:** Überblick über die Pilotregionen in Hessen, die zum Test der automatischen Detektion von Bewegungsmustern verwendet wurden mit DGM1 als Hintergrund.



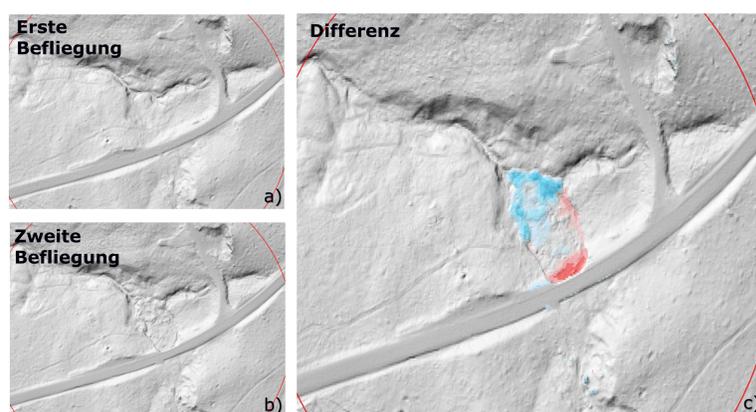
**Abb. 2:** Ergebnisse des Ground Motion Analysers (GMA) aus den PSI-Daten. Vergleich Kachelkarte (links) und Darstellung des GMA (rechts) mit einer Kachelgröße von 500 m.



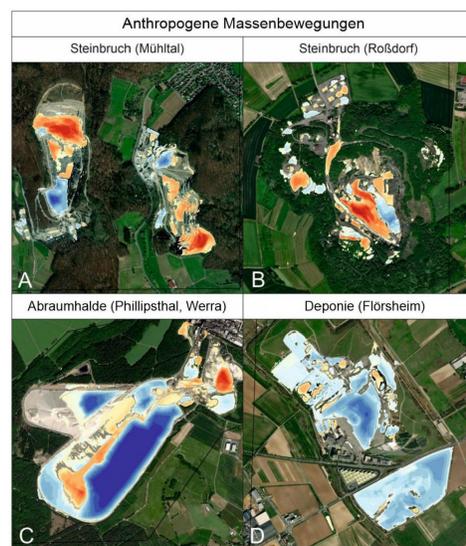
**Abb. 3:** Workflow des Ground Motion Analysers: Selektion nach Hebungen/Setzungen (mittlere Geschwindigkeit  $\leq -2$  mm/a bzw.  $\geq 2$  mm/a), Rastererstellung mit Summe der Hebungen bzw. Setzungen und Anzahl der relevanten Persistent Scatterer unter Verwendung eines einheitlichen Fang-Rasters, Verrechnung der jeweiligen Raster und Logarithmierung.



**Abb. 6:** Analyse der Hebungen im Ort Crumstadt in Südhessen (Oberrheingraben). a) Karte mit gemittelten Vertikalgeschwindigkeiten über den gesamten Beobachtungszeitraum, Tiefenlage des Gasreservoirs inkl. Störungen, sowie bekannte Gebäudeschäden in der Region. b) Zeitreihe aller PSI Punkte in Crumstadt über den Beobachtungszeitraum, die Trendlinie (Fit) beinhaltet sowohl lineare als auch saisonale Komponenten. c) Analog zu b) aber unmittelbar oberhalb des Gasspeichers. d) Niederschlag im Beobachtungszeitraum in Frankfurt am Main (FFM). e) Mittlere Monatstemperatur im Beobachtungszeitraum in FFM. f) Rheinpegel in Düsseldorf. g) Füllstand des Gasspeichers.



**Abb. 4:** Rutschung am Hohen Meißner in Nordosthessen im DGM1. a) Gebiet nach erster Befliegung im Jahr 2014. b) Gebiet nach zweiter Befliegung im Jahr 2021. c) berechnete Differenzkarte (Rot: Senkungen > 0,5 m; Blau: Hebungen > 0,5 m), mit der Massenbewegungen sichtlich erkennbar werden können.



**Abb. 5:** Anthropogene Massenbewegungen, die durch Differenzkarten im Bereich von Steinbrüchen (A, B), Halden (C) und Deponien sichtbar werden. Blau ist Auffüllung, Rot ist Absenkung.

Fazit und Ausblick: Ein Workflow zur flächenhaften Darstellung und zur Detektion von kritischen Bewegungsregionen konnte mit dem Ground Motion Analyser für das Bundesland Hessen implementiert werden. Die Einbeziehung von Digitalen Geländemodellen kann im unbebauten Raum zusätzliche Informationen liefern. Eine automatisierte Klassifikation von Bewegungsgebieten (z.B. mittels Convolutional Neural Networks) und die Integration weiterer Datenquellen wird angestrebt. Im weiteren Projektverlauf sollen insbesondere auch zeitliche Aspekte (Periodizität, Saisonalität) untersucht werden. Eine räumliche Fusion der PSI-Daten mit Differenzkarten und SBAS-Daten ist im weiteren Projektverlauf vorgesehen. Die Daten und Endprodukte werden der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.