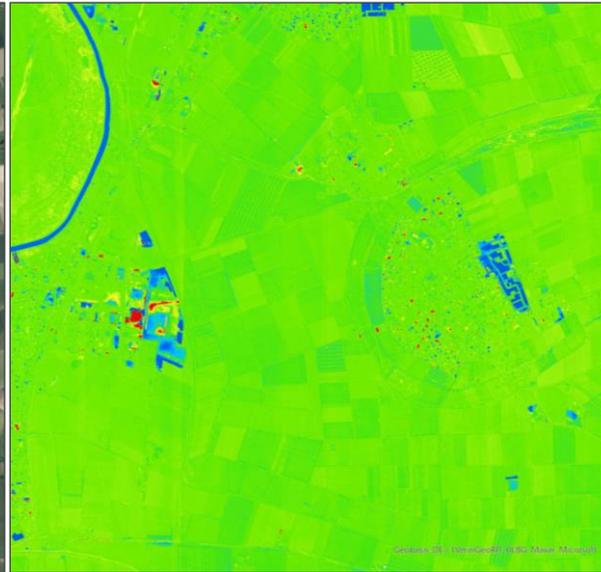


Analyse und Bewertung von Fusionsstrategien für Raster- und Punktdaten zur Detektion von Bodenbewegungen



Gliederung



MOTIVATION

Vielfältige Gründe für großflächige Bodenbewegungen:

- Entnahme von Grundwasser
- Bohrungen
- Unterirdische Lagerung von Gas oder Flüssigkeiten
- Austrocknung des Bodens als Folge des Klimawandels
- ...

Bodenbewegungsdienst Deutschland (BBD)



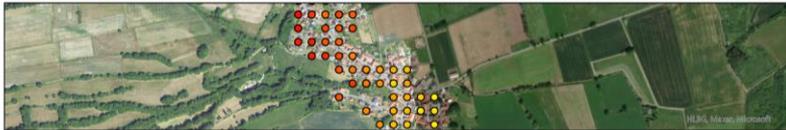
(Quelle: BGR 2024)

➔ Daten hauptsächlich für urbane Gebiete vorhanden!

DATEN

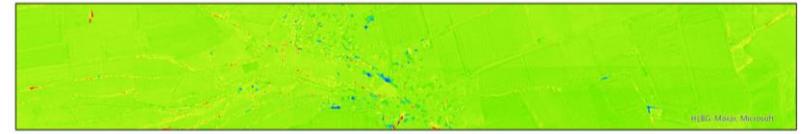
BBD-Daten

- Punktdaten + Zeitreihen
- Sentinel-1
- Persistent Scatterer Interferometrie
- Messungen alle 6 Tage
- 2015 - 2021



Differenzenkarten

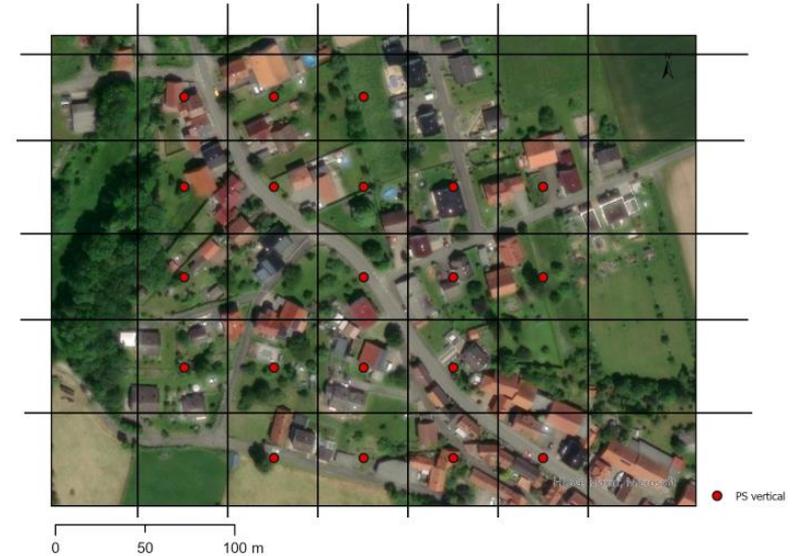
- Rasterdaten
- Erstellt aus DGMs (ALS-Daten)
- 2 Messepochen:
 - 1. Epoche: 2007 – 2014
 - 2. Epoche: 2015 – 2021
- $Diff = DGM_{2.Epoche} - DGM_{1.Epoche}$



HERAUSFORDERUNGEN

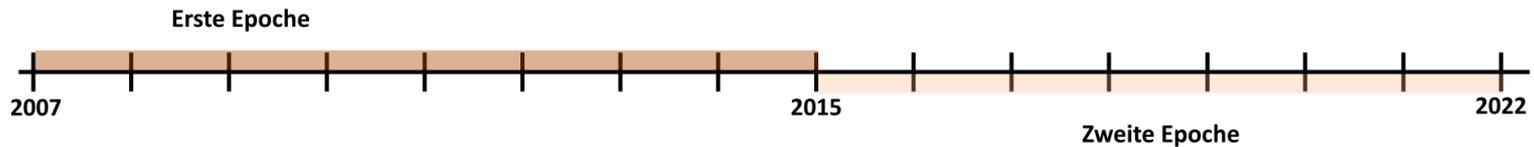
Räumlich:

- Aggregation auf 50x50 m Grid bei vertikalem PSI-Datensatz



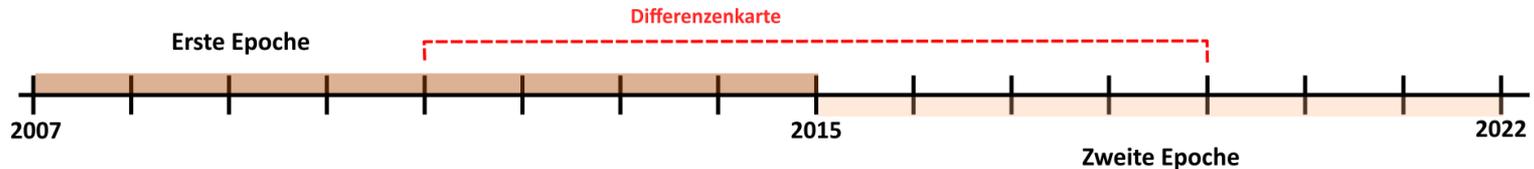
Zeitlich:

- DGMs zweier Epochen: 2007-2015 und 2015-2021



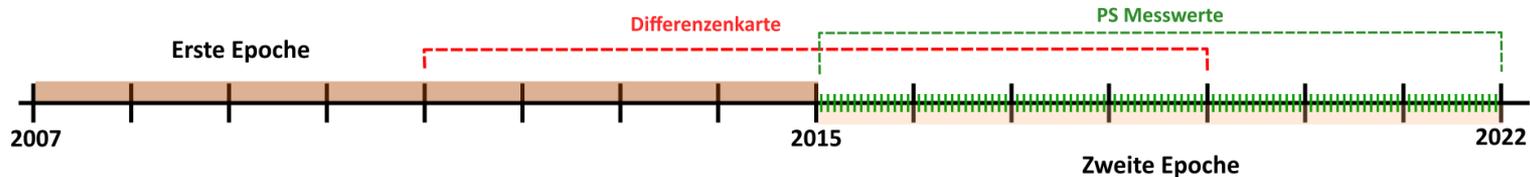
Zeitlich:

- DGMs zweier Epochen: 2007-2015 und 2015-2021
- Differenzkarten: Bewegungen zwischen 2 Messungen



Zeitlich:

- DGMs zweier Epochen: 2007-2015 und 2015-2021
- Differenzkarten: Bewegungen zwischen 2 Messungen
- PSI-Daten: 2015-2021 (Messungen alle 6 Tage)



Wertebereich:

- PSI-Daten: Abweichungen im mm-Bereich
- DGMs: Fehlertoleranzbereich von +/- 15 cm

METHODIK

Untersuchungsgebiete

Motzfeld

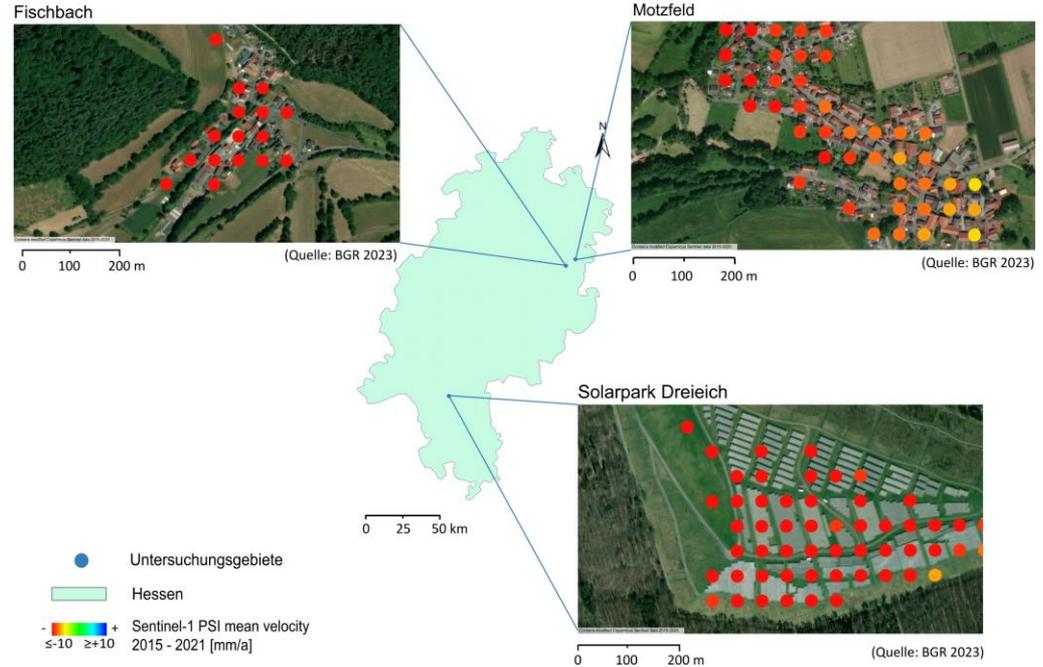
- Kalibergbau
- Durchschnittliche Senkung: 8,8 cm (2011-2021)

Fischbach

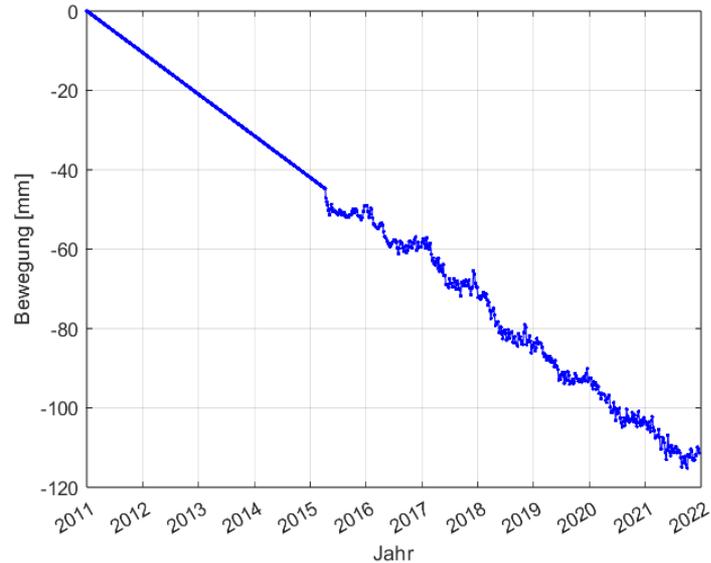
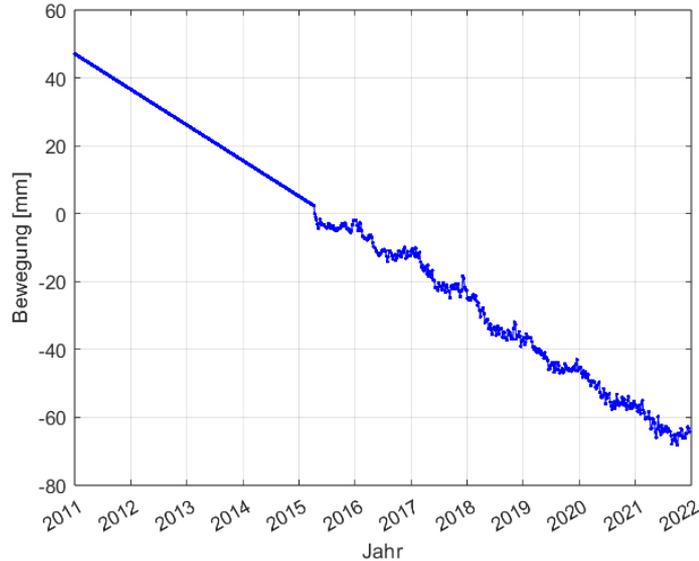
- Kalibergbau
- Durchschnittliche Senkung: 11,5 cm (2011-2021)

Solarpark Dreieich

- Ehem. Mülldeponie
- Durchschnittliche Senkung: 12,5 cm (2011-2021)

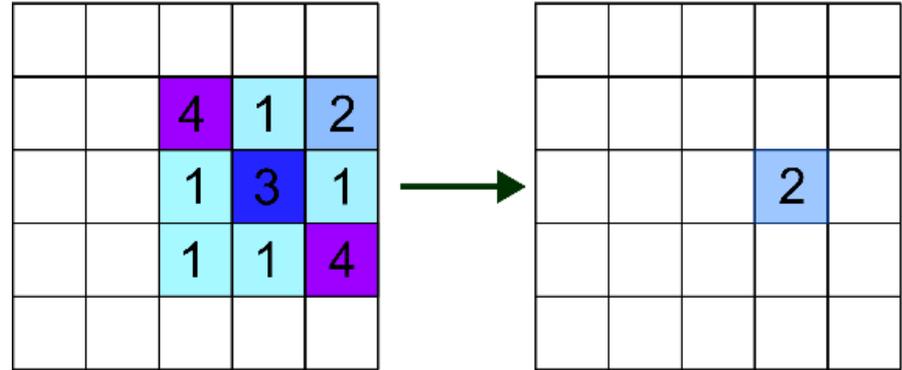


Anpassung der Zeiträume durch Extrapolation und Verschiebung des Referenzpunktes



Bildung des Mittelwertes aus Referenzflächen

- 3x3 Pixel
- 5x5 Pixel
- 49x49 Pixel



Best-Match Suche

- 3x3 Pixel
- 5x5 Pixel
- 49x49 Pixel

-61



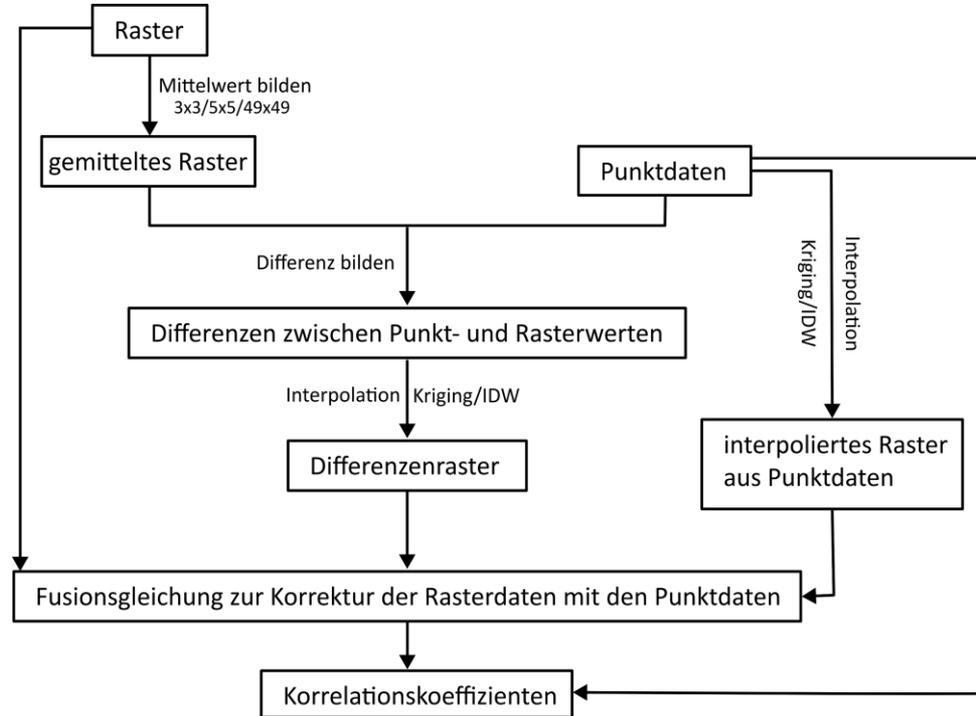
		-68	-71	-82
		-61	-73	-69
		-58	-56	-54

Direkte Fusion

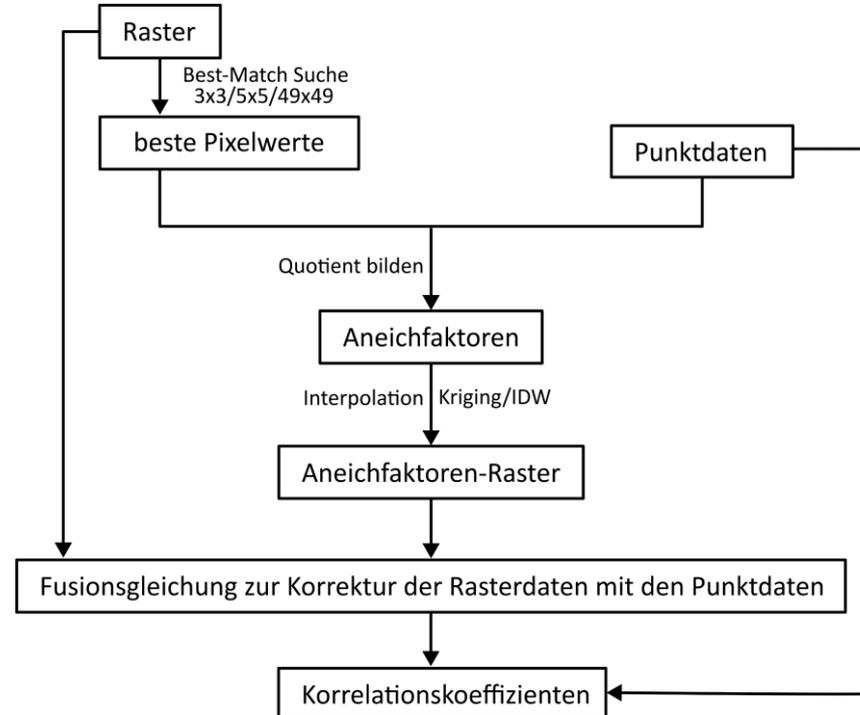
Direkter Vergleich möglich, wenn Datensätze bereits zusammenpassen



Fusion angelehnt an Cao et al. (2015)



Fusion angelehnt RADOLAN



ERGEBNISSE

Korrelationskoeffizienten Motzfeld

Referenz- bereich	direkte Fusion	Cao et al.		RADOLAN	
		Kriging	IDW	Kriging	IDW
1x1	-0,07	0,50	0,41	0,01	0,01
3x3	0,12	0,51	0,49	0,17	0,17
5x5	-0,28	0,52	0,52	0,04	0,04
49x49	-0,21	0,17	0,12	0,02	0,02

Korrelationskoeffizienten Fischbach

Referenz- bereich	direkte Fusion	Cao et al.		RADOLAN	
		Kriging	IDW	Kriging	IDW
1x1	0,21	0,25	-0,09	0,38	0,05
3x3	0,19	0,17	-0,07	0,23	0,28
5x5	0,08	0,23	-0,05	0,30	0,30
49x49	0,21	0,25	0,08	0,14	0,26

Korrelationskoeffizienten Solarpark Dreieich

Referenz- bereich	direkte Fusion	Cao et al.		RADOLAN	
		Kriging	IDW	Kriging	IDW
1x1	0,53	0,41	0,52	0,32	0,35
3x3	0,65	0,40	0,51	0,56	0,56
5x5	0,68	0,48	0,51	0,11	0,11
49x49	0,89	0,47	0,51	0,03	0,03

Zusammenfassung bester Fusionsergebnisse

Untersuchungs- gebiet	Referenz- bereich	Fusions- methode	Interpolations- methode	Höchster r- Wert	∅ Bewegung PS [cm]	Anzahl untersuchter PS
Motzfeld	5x5	Cao et al.	Kriging + IDW	0,52	- 8,8	51
Fischbach	1x1	RADOLAN	Kriging	0,38	- 11,5	16
Solarpark Dreieich	49x49	Direkte Fusion	keine	0,89	-12,5	59

FAZIT UND AUSBLICK

- Vielversprechende Methode zur großflächigen Darstellung von Bodenbewegungen
- Bei Beachtung datenspezifischer Herausforderungen können gute Ergebnisse und Mehrwert an Informationen erzielt werden
- Genauere Differenzkarten mit dritter Messkampagne
 - Dadurch auch Bodenbewegungen im niedrigeren Zentimeter-Bereich sichtbar?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!