



# Der BodenBewegungsdienst Deutschland

**Andre Kalia**

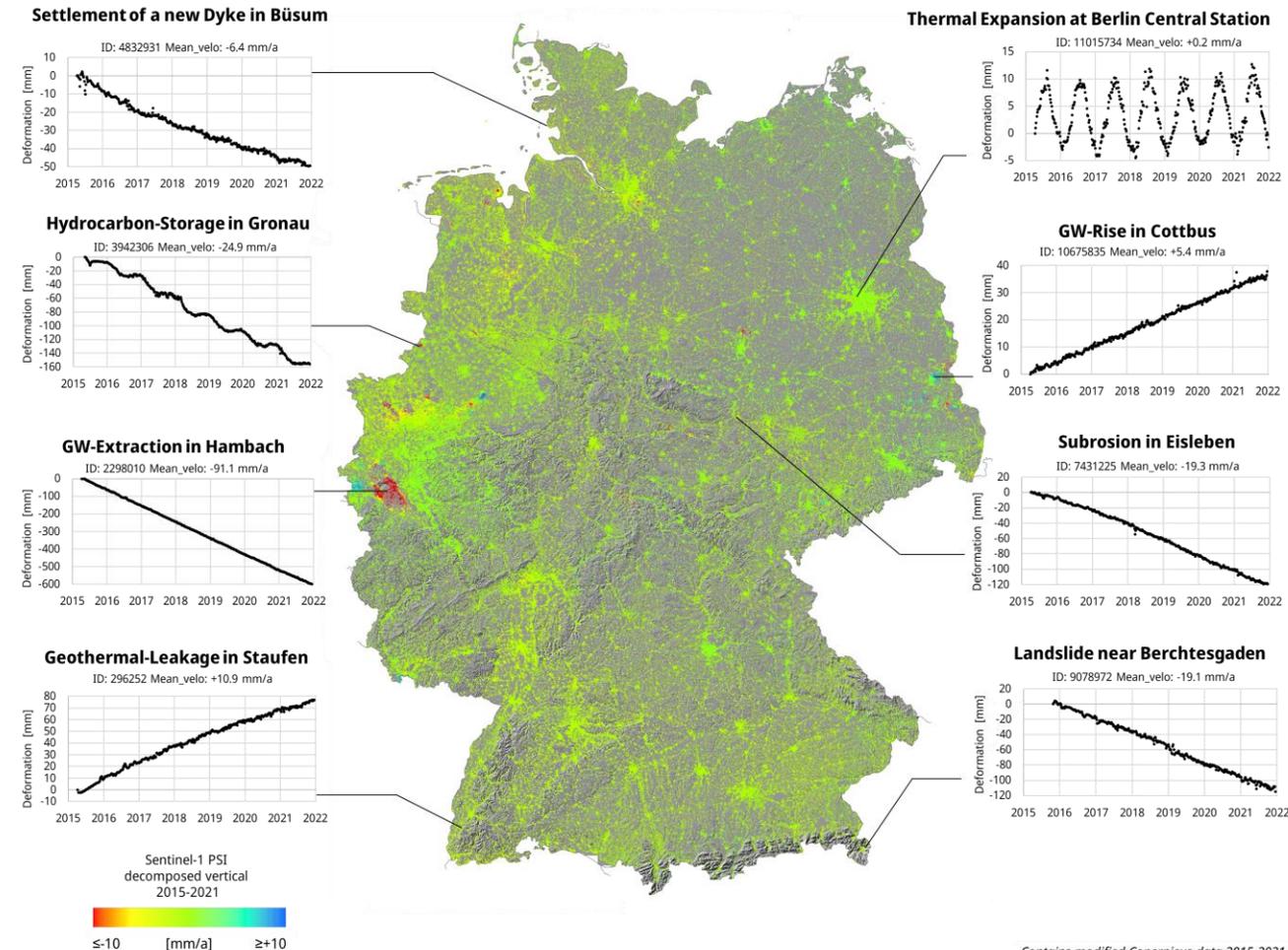
**07.06.2023**

**Online-Workshop Bodenbewegung**

# Was ist der BBD?



- Basisinformation bzgl. (langsamen) Bodenbewegungen für ganz Deutschland
- Datenbasis ist die Copernicus Sentinel-1 SAR Mission
- BBD Produkte sind kostenfrei online verfügbar
- Es stehen zwei Produktebenen zur Verfügung: Line-of-Sight und bewegungszerlegt
- BBD Produkte werden jährlich aktualisiert

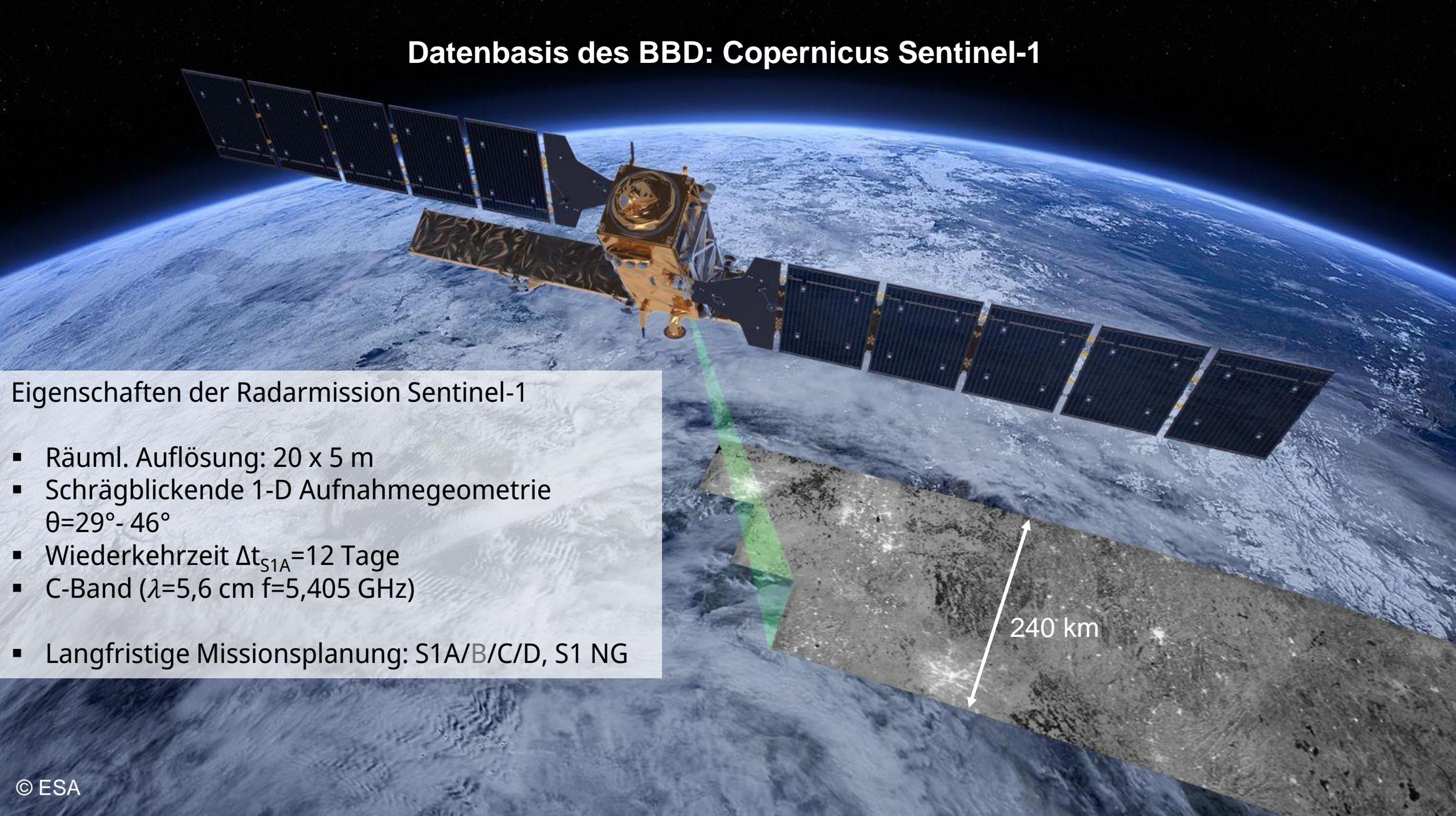


<https://bodenbewegungsdienst.bgr.de>

# Datenbasis des BBD: Copernicus Sentinel-1

## Eigenschaften der Radarmission Sentinel-1

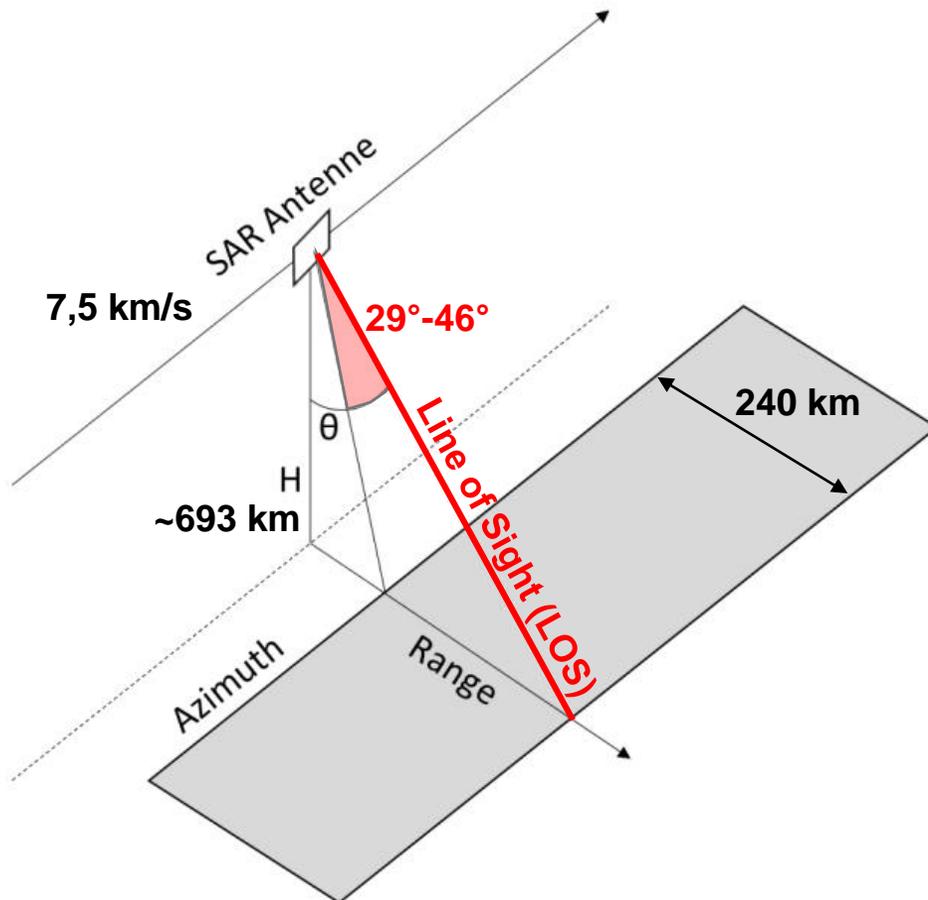
- Räuml. Auflösung: 20 x 5 m
- Schrägblickende 1-D Aufnahmegeometrie  $\theta=29^\circ-46^\circ$
- Wiederkehrzeit  $\Delta t_{S1A}=12$  Tage
- C-Band ( $\lambda=5,6$  cm  $f=5,405$  GHz)
- Langfristige Missionsplanung: S1A/B/C/D, S1 NG



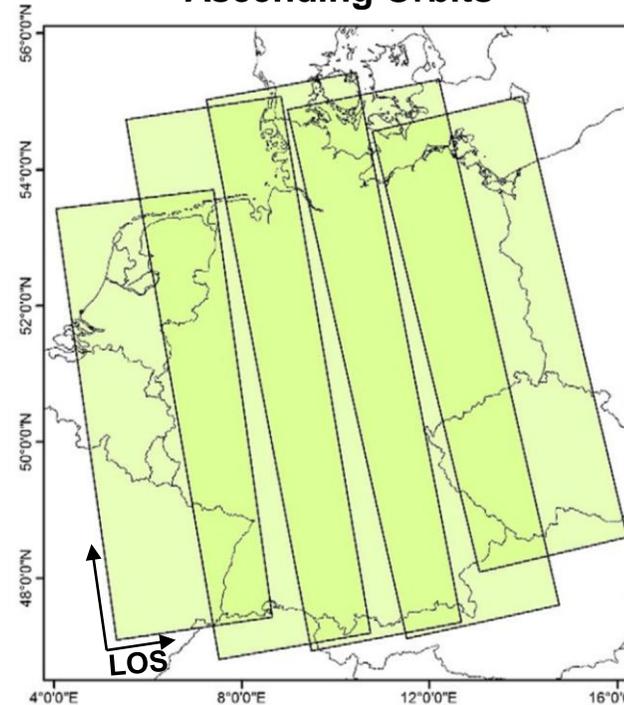
240 km

# Wie wird die Bodenbewegung gemessen?

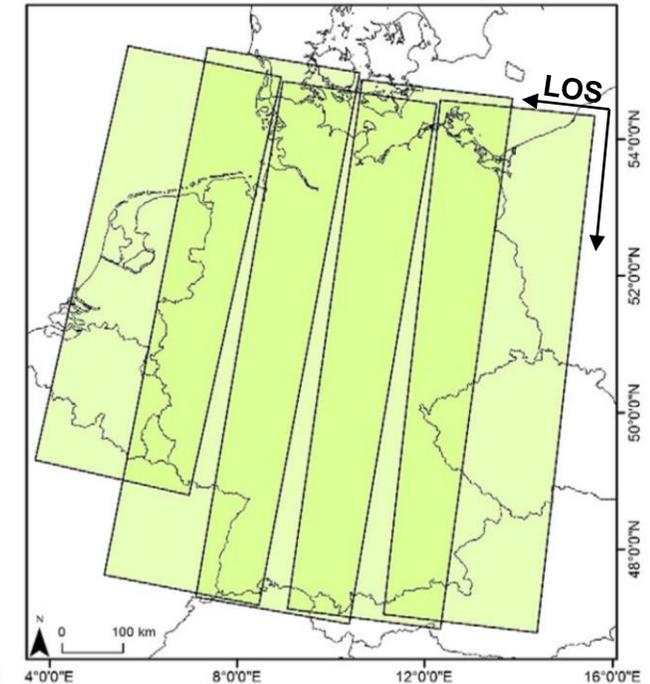
## Aufnahmegeometrie von Sentinel-1



Ascending Orbits



Descending Orbits

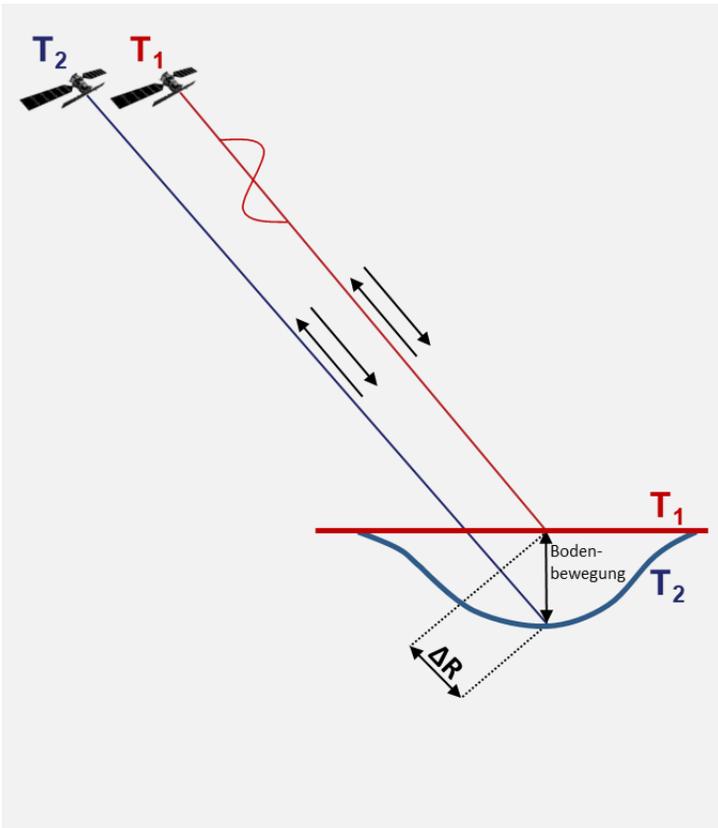


Alle verfügbaren Geometrien von Sentinel-1 werden im BBD verwendet

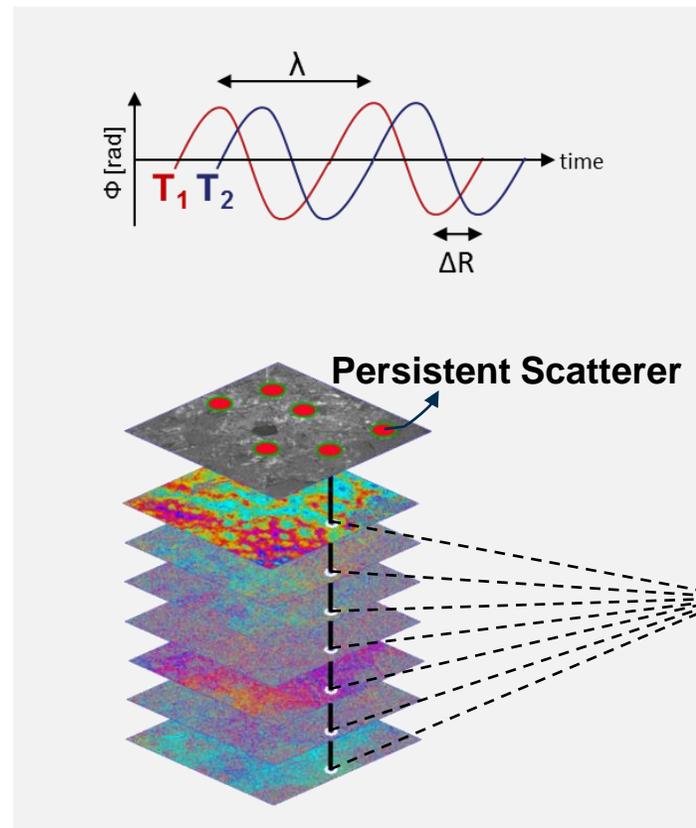
- 5 Ascending Orbits
- 5 Descending Orbits

# Wie wird die Bodenbewegung gemessen?

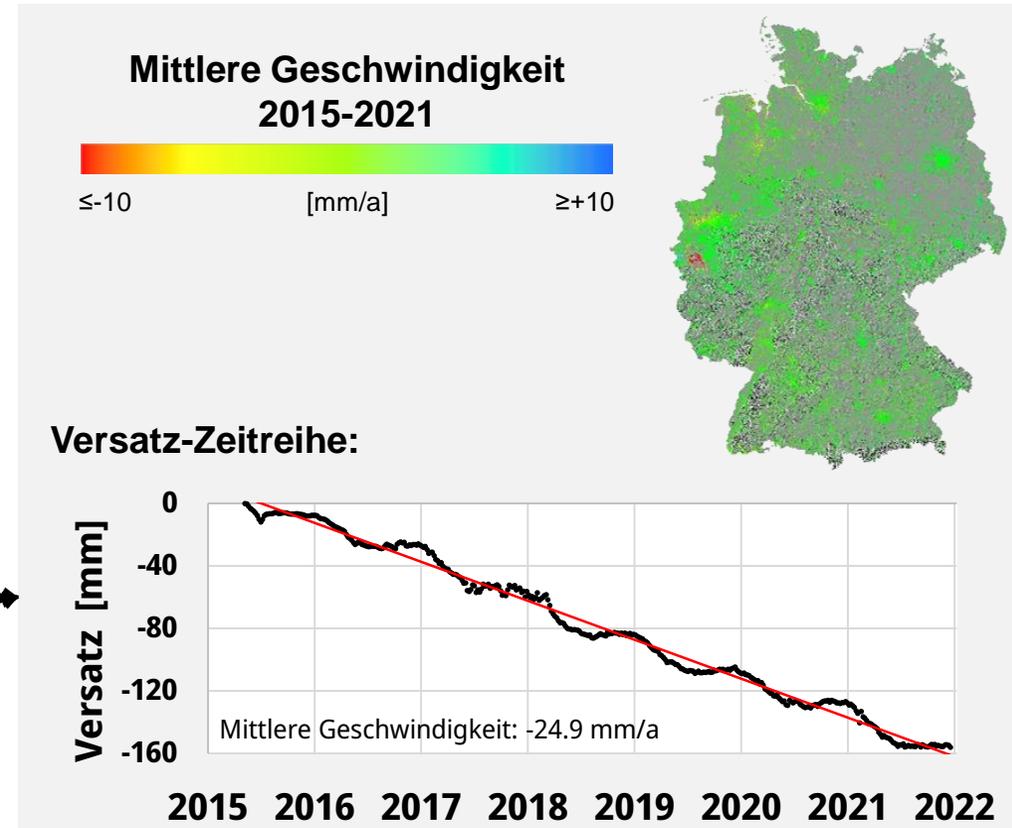
## Multi-temporale Aufnahmen



## Messung der Phasenänderung



## Ergebnis: Mittl. Geschw. und Versatz-Zeitreihe



# BBD Produktebenen; Bsp. Hebung bei Ahlen



LOS Ascending



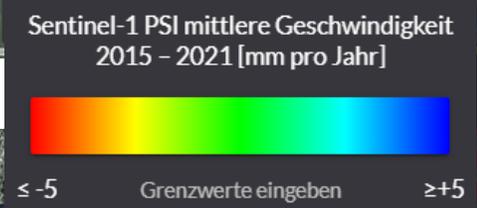
LOS Descending



60 m

East-West ↔

Vertical ↑↓



## Anwendungsgebiete:

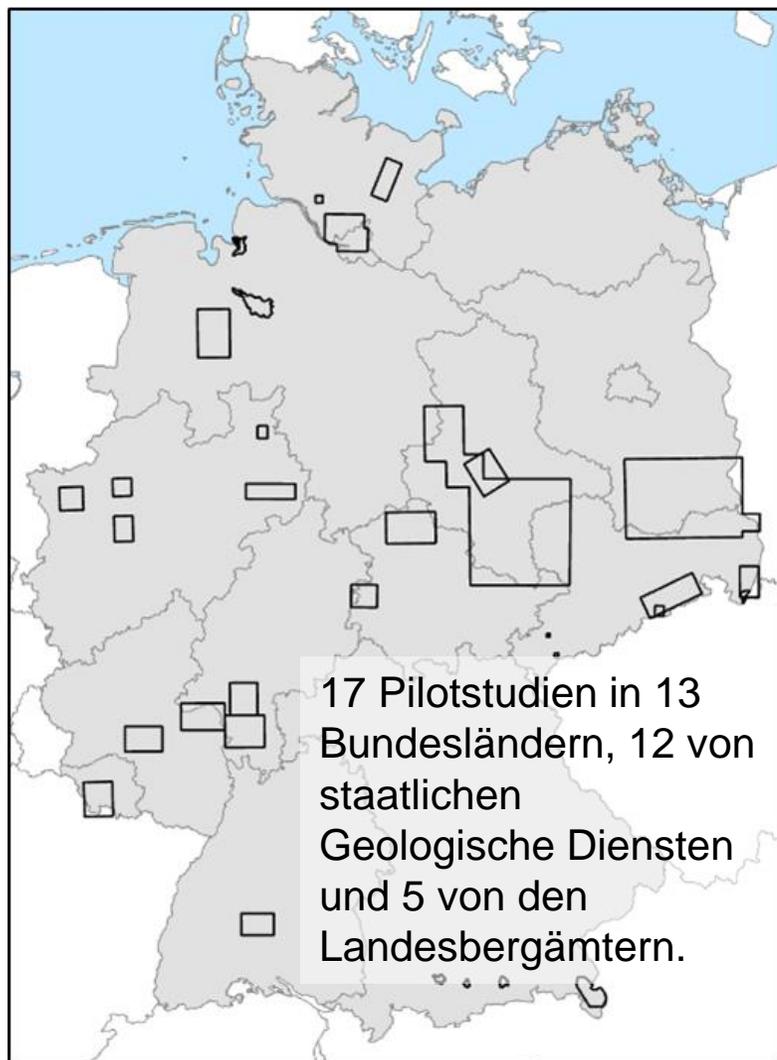
- Subsidenz (z.B. durch GW-Entnahme, Bodensetzung, Betrieb von Speicherkavernen)
- Hebungen (z.B. durch GW-Anstieg, Geothermie-Leckage)
- Erdbeben
- Bewegung von großen Infrastruktur-Bauwerken

## Grenzen:

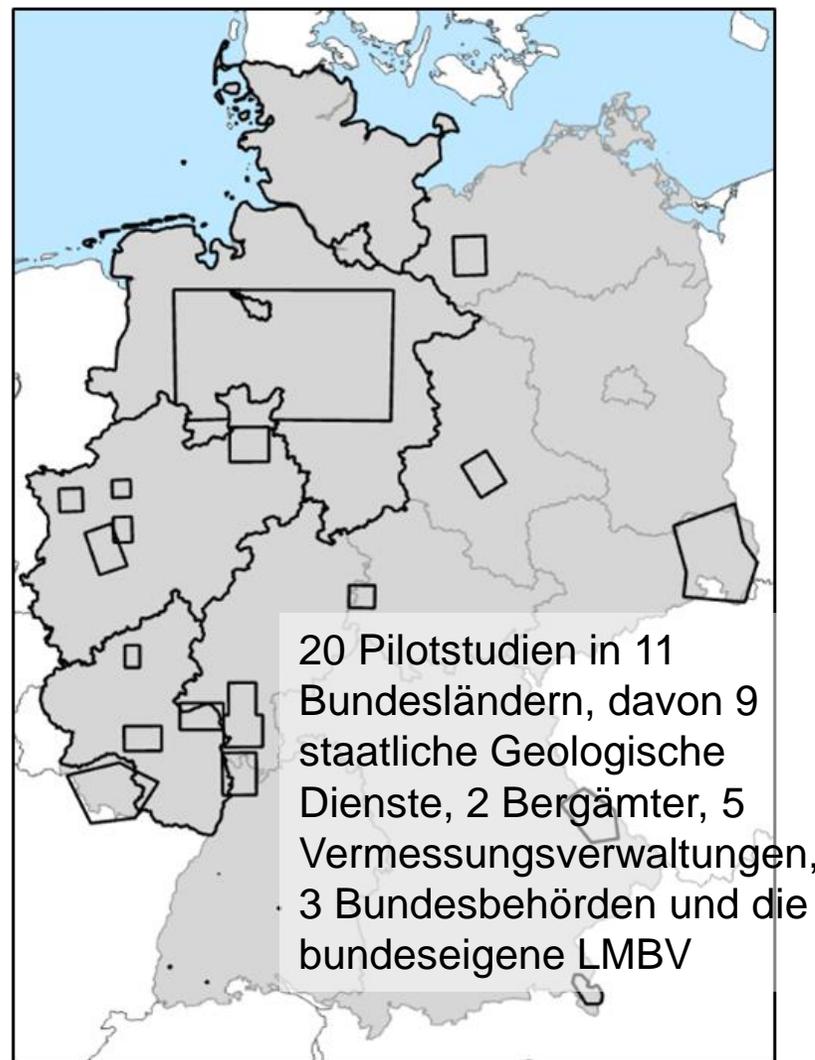
- Keine Messpunkte in Gebieten mit Vegetation, Wasser, Radarschatten
- Lagegenauigkeit der Messpunkte im m-Bereich
- Räumliche Auflösung
  - Line-of-Sight Produkte: 20 x 5 m
  - Bewegungszerlegte Produkte: 50 x 50 m
- Keine Messung von Bewegungen in Nord-Süd Richtung

# 48 BBD Pilotstudien 2018-2020

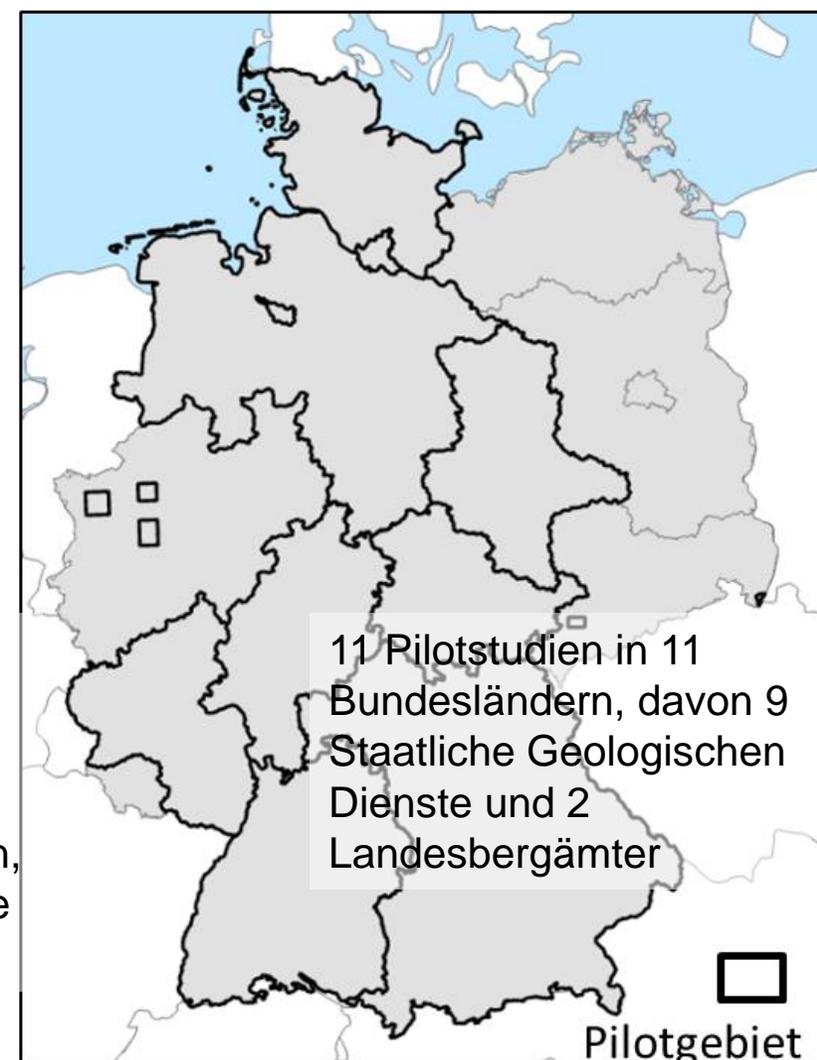
2018



2019



2020



# AK6 „Bodenbewegungsdienst“ des DK-SGD (2017-2021)



AK6 Treffen, Hannover, 09.05.2019



Abschlussbericht AK6, Juli 2021



Themen (Auswahl):

- Handlungsempfehlungen zur Nutzung und Zugänglichkeit der Bodenbewegungsdaten
- Empfehlungen für den Aktualisierungszyklus des BBD

# Historie der BBD Produkte

		LoS Asce.	LoS Desc.	Vertikal	Ost-West	Anzahl PS LoS [Mio.]	Anzahl vPS [Mio.]
<b>Onlinegang</b>							
Nov. 2019	2014 - 2018	✓	-	-	-	16,9	-
<b>1. Update</b>							
Sep. 2020	2014 - 2019	✓	✓	-	-	48,9	-
<b>2. Update</b>							
Apr. 2022	2015 - 2020	✓	✓	✓	✓	60,0	11,7
<b>3. Update</b>							
Okt. 2022	2015 - 2021	✓	✓	✓	✓	104,9	19,3

- Zuwachs der Datenlayer von einem auf vier
- Zuwachs der online verfügbaren Punktmengen von 16,9 Mio. auf 124,2 Mio.
- Zuwachs der Zeitreihen von ~118 auf ~322 Beobachtungen

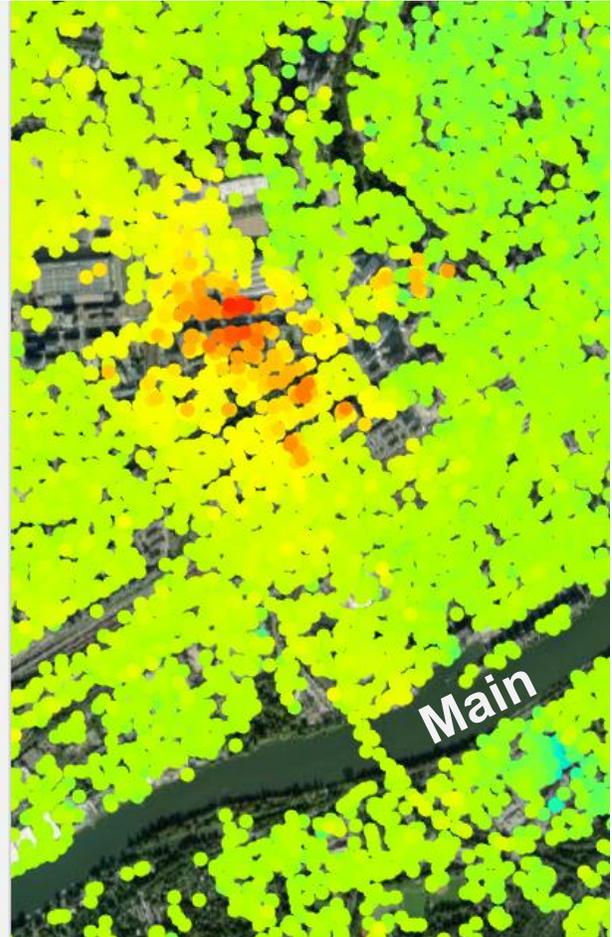
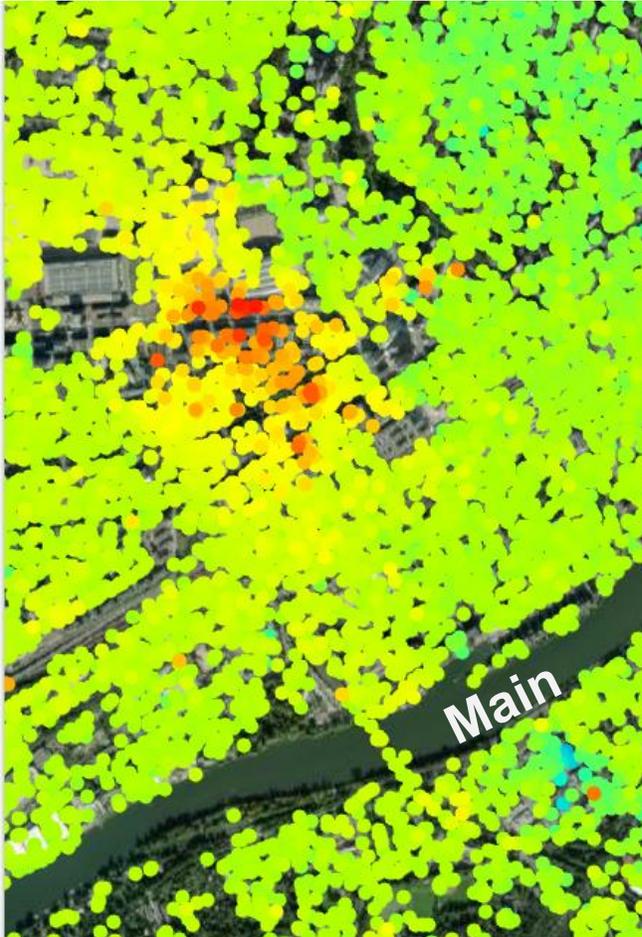
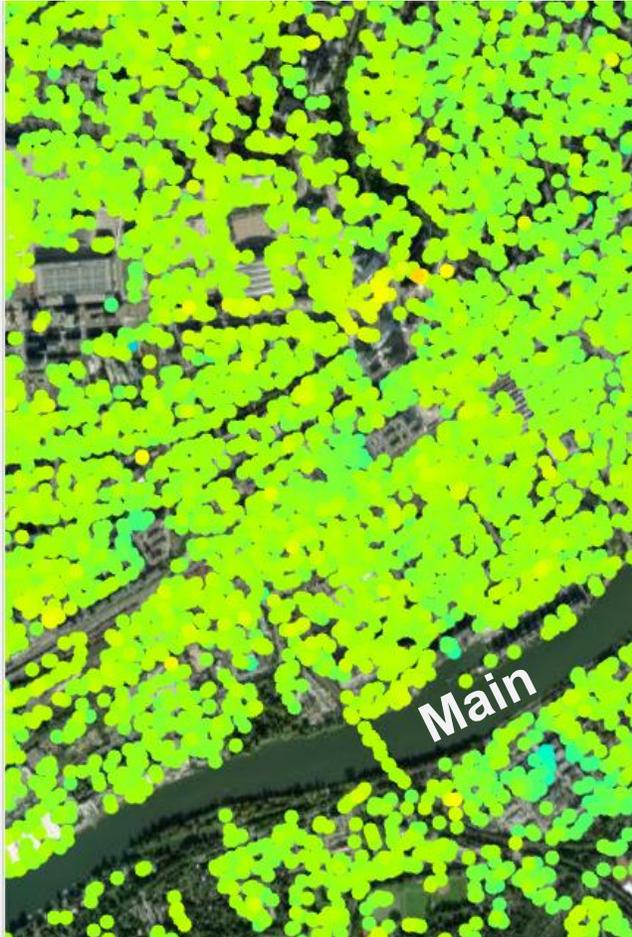
# BBD zum Monitoring von Bodenbewegungen: Beispiel Frankfurt a. M.

Onlinegang (2019)  
Okt. 2014 – Apr. 2018

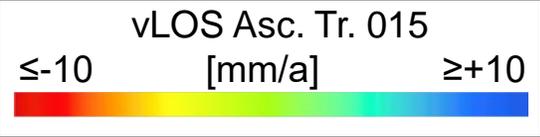
1. Update (2020)  
Okt. 2014 – Mär. 2019

2. Update (2022)  
Mär. 2015 – Dez. 2020

3. Update (2022)  
Mär. 2015 – Dez. 2021



500 m

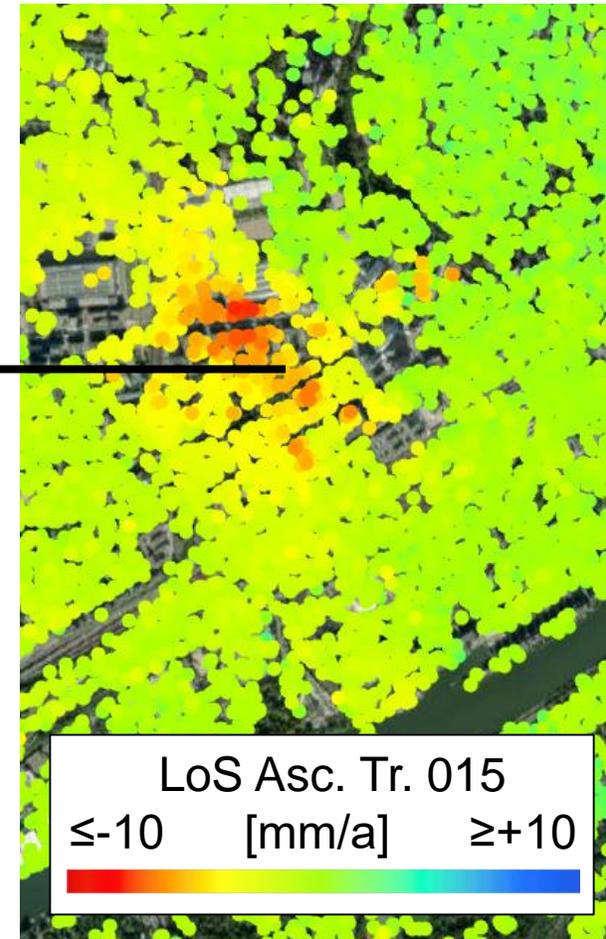
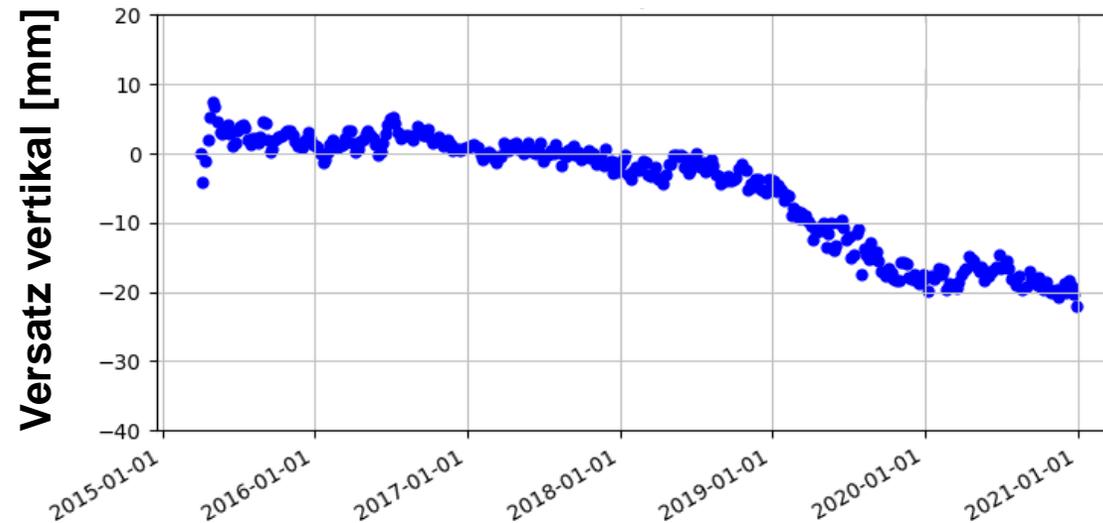


# BBD zum Monitoring von Bodenbewegungen: Beispiel Frankfurt a. M.

2. Update (2022)  
Mär. 2015 – Dez. 2020

2. Update (2022)  
Mär. 2015 – Dez. 2020

PS ID: 2218582 Mittlere Geschwindigkeit: -5,5 mm/a



Tiefbauarbeiten zur  
Verlängerung der U-5  
Beginn: 2018

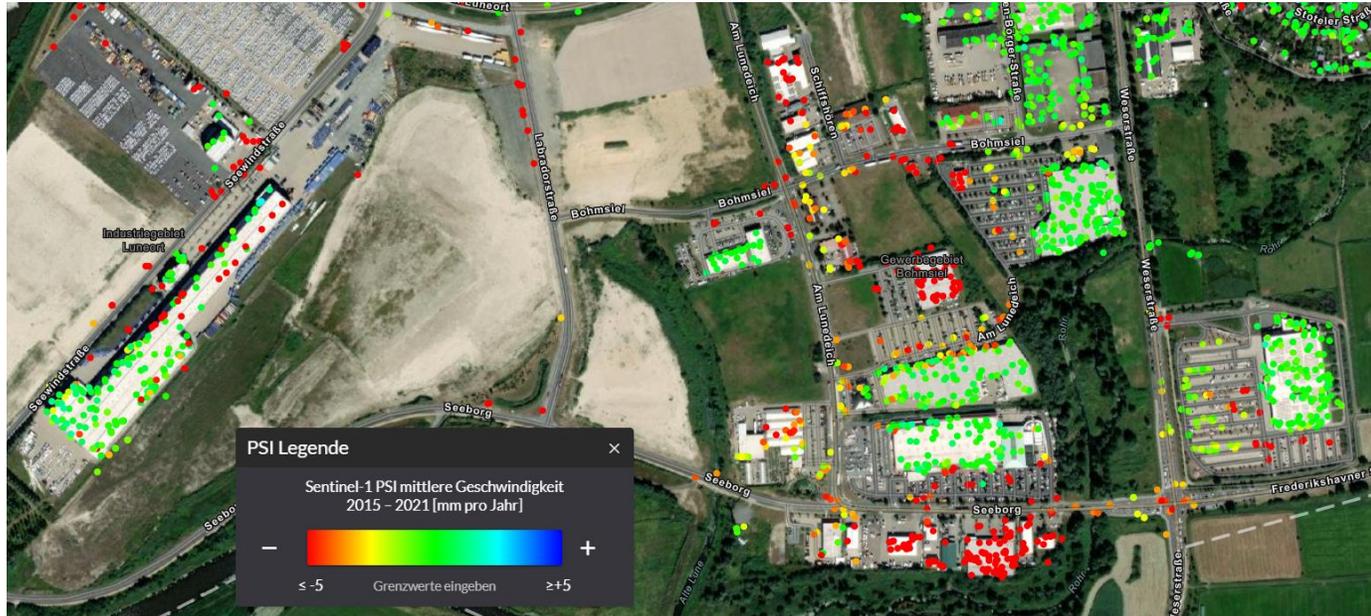


Beobachtung:

- Beginn der Senkung Ende 2018, < 2 cm
- Ende der Senkung Ende 2019

# Bodenbewegung im Bereich setzungsempfindlicher Böden (Bremerhaven)

## BBD 2022 LOS Ascending/Descending

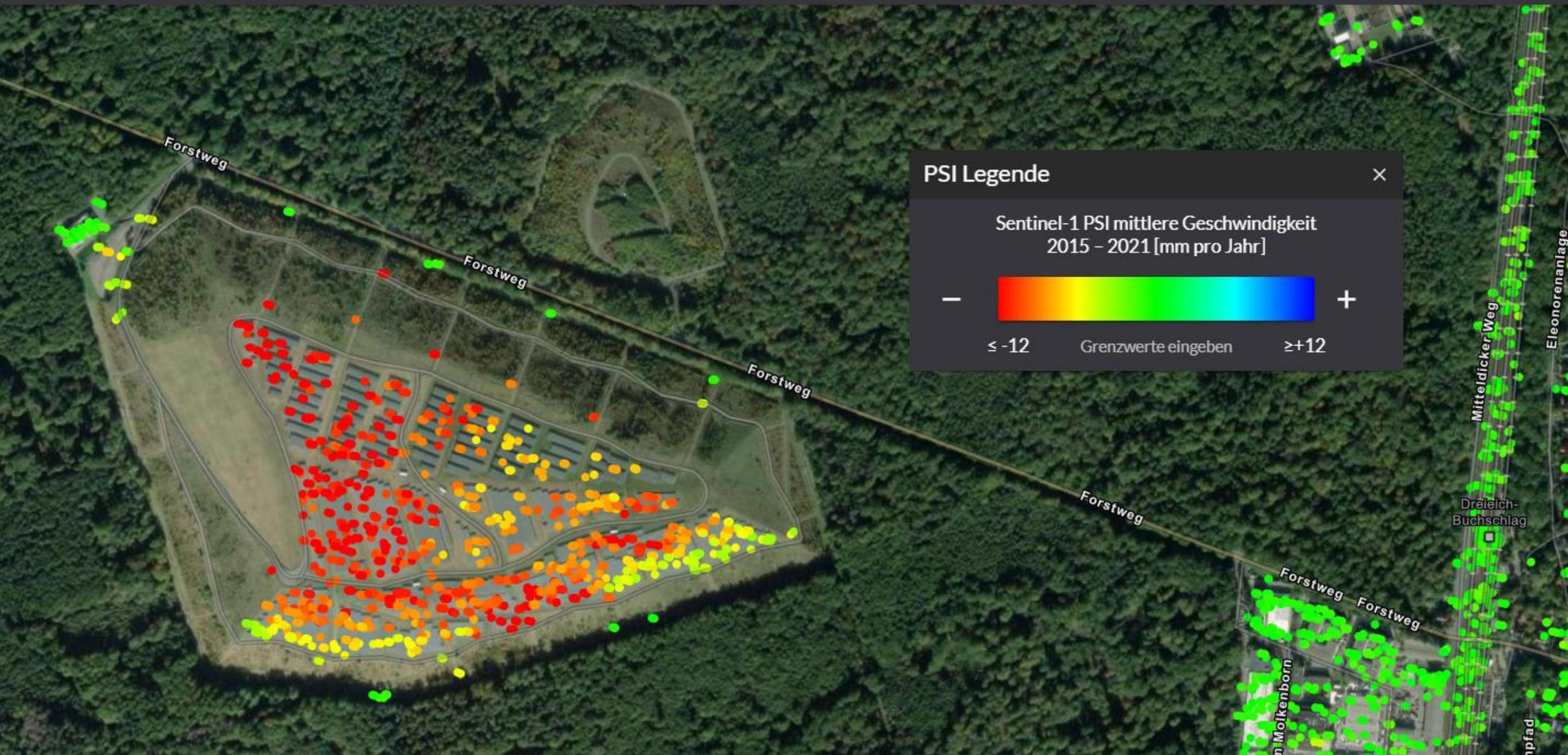


- Eine unterschiedliche Gründung der Gebäude und Straßen, im Bereich der setzungsempfindlichen Böden, kann zu räumlich heterogenen Bewegung führen
- Am Übergang von Senkungsbereich zu stabilem Bereich: Potential für Schäden an Gas-/Wasser-Leitungen

## Senkung in der Seeborgstraße



# Bodenbewegung im Bereich von stillgelegter Deponie (bei Frankfurt am Main)



PSI Legende ✕

Sentinel-1 PSI mittlere Geschwindigkeit  
2015 - 2021 [mm pro Jahr]

—  +

≤ -12      Grenzwerte eingeben      ≥ +12

# Bodenbewegung im Bereich von stillgelegter Deponie (Hamburg)



# Download der BBD Produkte



BGR BBD Bodenbewegungsdienst Deutschland (BBD) Sentinel-1 PSI 2015 - 2021 Suchbegriff hier eingeben

Download PSI Punkte

Kartenausschnitt Parameter definieren

Bitte Zielformat wählen\*

Esri Geodatabase (File Geodatabase Open API)

Email-Adresse für Zusendung des Download-Links\*

andre.kallas@bgr.de

Direction

DESC ASC EASTWEST VERTICAL

Bitte stimmen Sie der Nutzung Ihrer E-Mail-Adresse durch Ankreuzen des Kästchens zu. Diese freiwillige und bewusste Zustimmung erteilen Sie hiermit gemäß Art. 13 Datenschutzgrundverordnung (DSGVO).

Die Nutzung Ihrer E-Mail-Adresse erfolgt seitens der BGR rein zu dem Zweck des Datenversandes an Sie. Erst nach Erteilung Ihrer schriftlichen Einwilligung können wir Ihre E-Mail-Adresse gem. Art. 6 Abs.1 Buchstabe a DSGVO nutzen. Die BGR speichert Ihre E-Mail-Adresse nicht dauerhaft. Sie wird nach Versand der von Ihnen angefragten Daten an Sie gelöscht. Ihre Email-Adresse wird nicht an Dritte Personen oder Behörden weitergegeben. Sie haben gem. Art. 7 Abs.3 DSGVO das jederzeitige Recht, die uns erteilte Einwilligung zu widerrufen. Hier zu schreiben Sie bitte eine E-Mail an das dem Bodenbewegungsdienst betreuende Personal. Allerdings können wir Ihnen die angeforderten Daten nicht übersenden, wenn Sie uns keine Einwilligung zur Nutzung Ihrer E-Mail-Adresse erteilen. Weitere Informationen zu Ihren Rechten, die Ihnen nach der DSGVO zustehen und unsere Handhabung hier zu entnehmen Sie bitte der „Datenschutzerklärung der BGR“, die Sie unter folgendem Link erreichen: <https://www.bgr.bund.de/DE/Informationen/Info/Impressum/Datenschutzerklaerung/Info/Impressum/Datenschutzerklaerung.html?over=13792132>

Zurück Erstellung des Datenpakets starten

Download PSI Punkte

Eigene Abfrage erstellen

Karte Drucken

Transakt

Karteninhalt Legende PSI Legende Kontakt Impressum Datenschutzerklärung Dark Mode

1.239.100.987 7.043.104.042 WCS 94 / Pseudo-Mercator Maßstab: 1:173.653

- Formate: FGDB, CSV
- Link wird per Mail versendet
- Auswahl der Produkte
- Bis zu 400 km<sup>2</sup> pro Download

# Integration des BBD in andere (Web-)GIS via WMTS

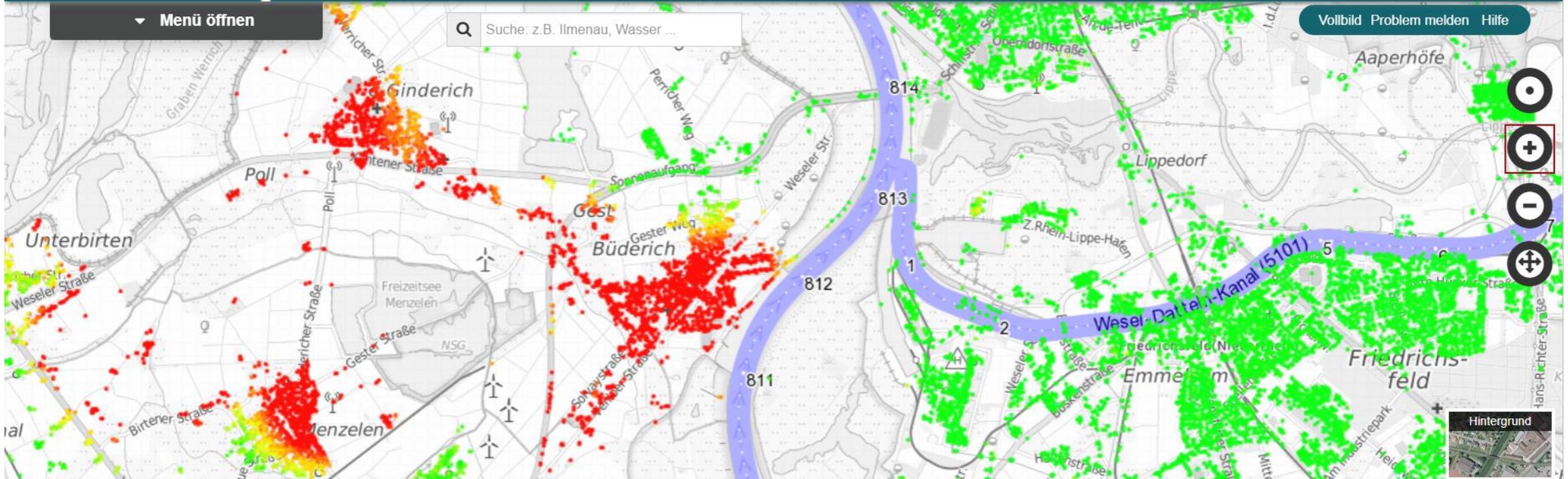


KÜSTENDATEN NORDSEEKÜSTE TIDEEMS TIDEWESER TIDEELBE NORD-OSTSEE-KANAL OSTSEEKÜSTE Suchbegriff



Wir über uns Portalsystem Aktuelle Maßnahmen Publikationen Service

Küstendaten Karte



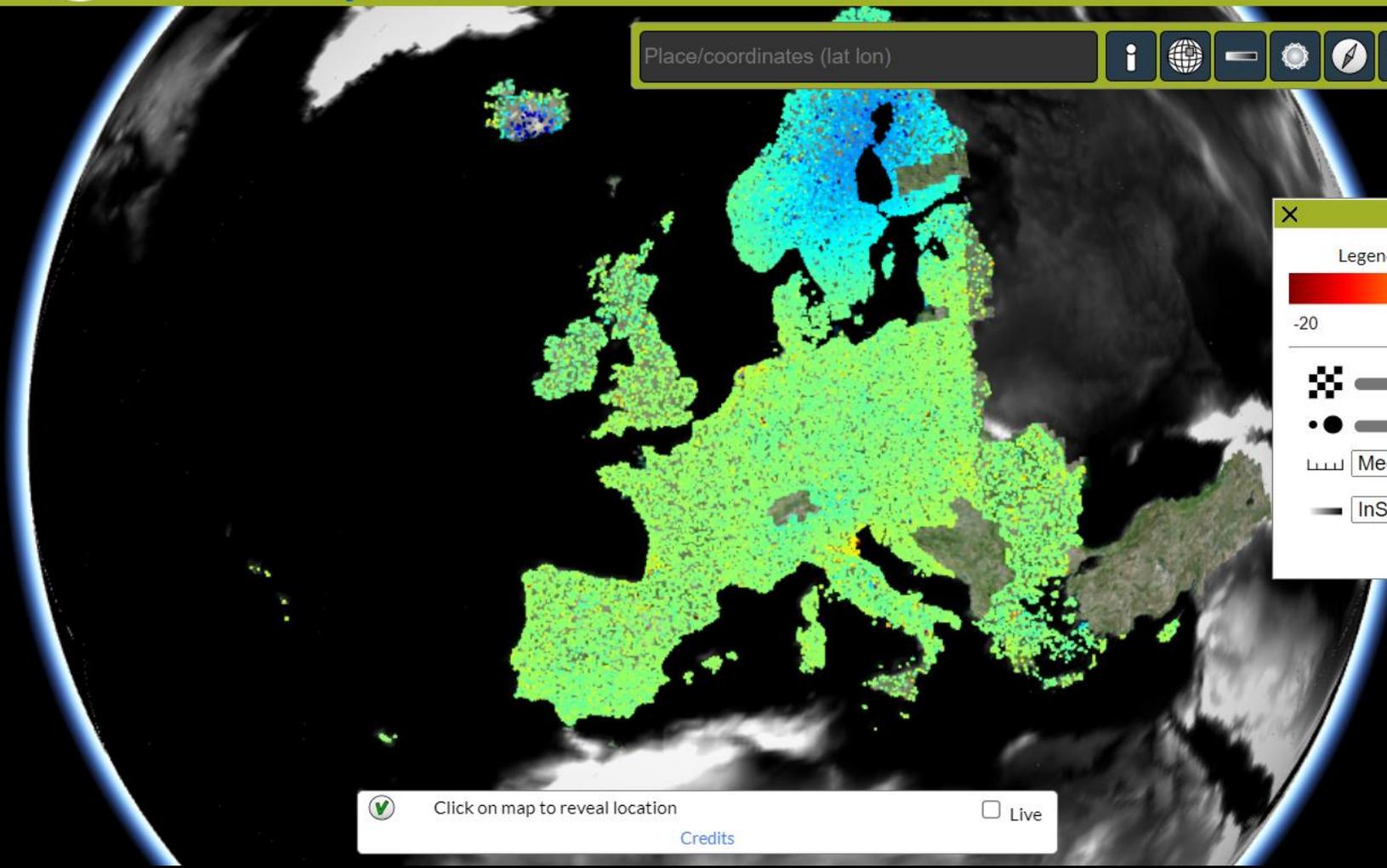
WMTS-Adressen:  
[https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity\\_descending/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml](https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity_descending/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml)  
[https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity\\_ascending/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml](https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity_ascending/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml)  
[https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity\\_eastwest/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml](https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity_eastwest/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml)  
[https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity\\_vertical/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml](https://bodenbewegungsdienst.bgr.de/velocity_vertical/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml)

# Transekt-Tool zur Visualisierung der mittl. Geschwindigkeit





Place/coordinates (lat lon)



**Legend**

Legend across all datasets. Limits are in mm/year.

-20 20

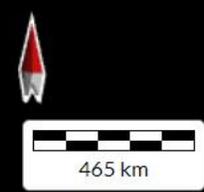
100%

2.5 pixels

Medium (-20 to 20)

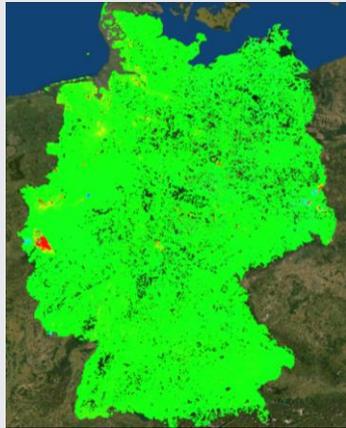
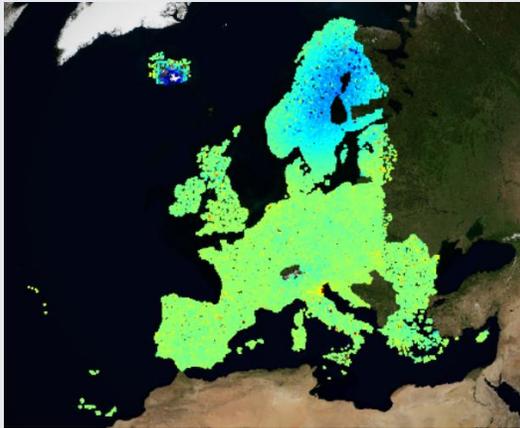
InSAR default

Click on map to reveal location  Live [Credits](#)

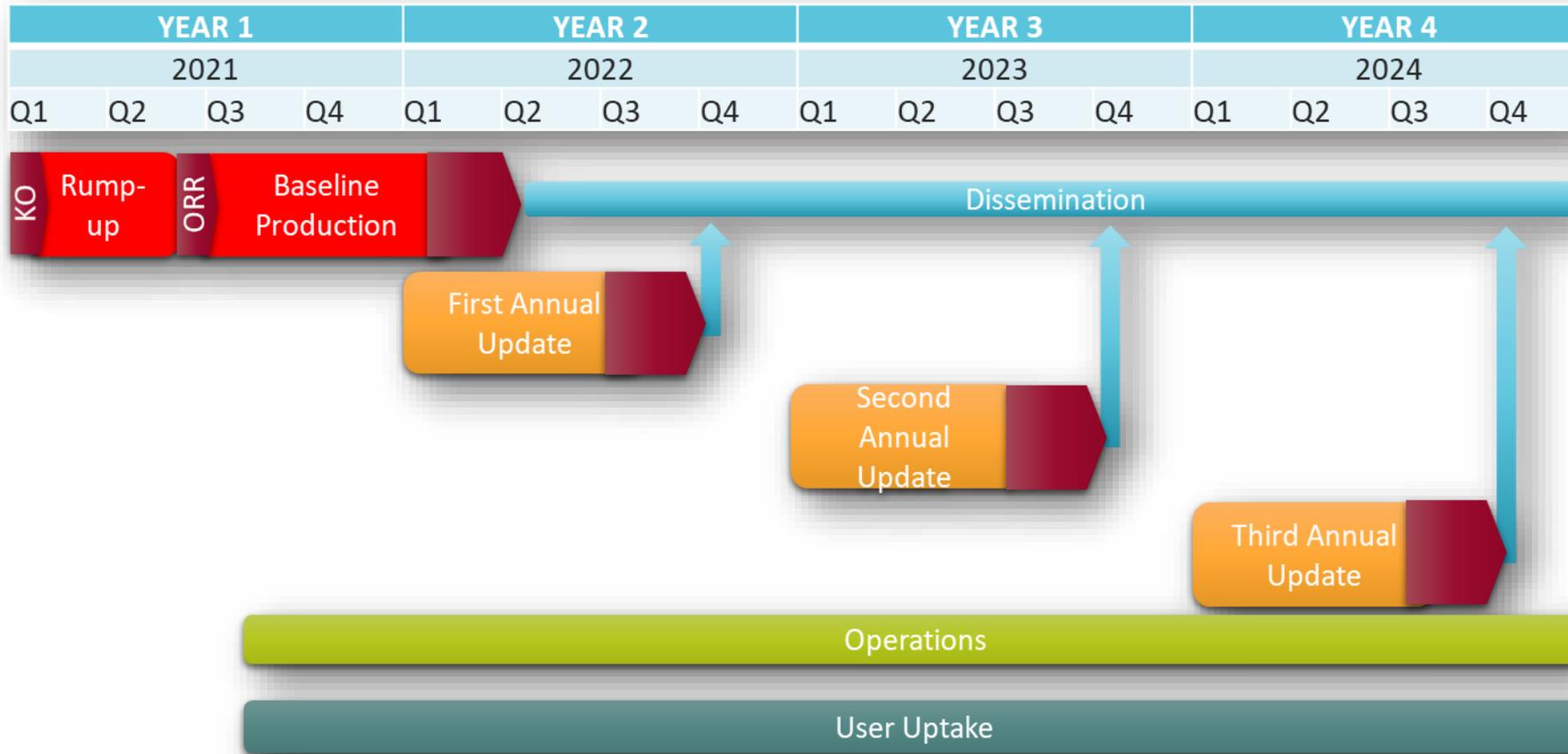


<https://egms.land.copernicus.eu/>

## Eigenschaften von BBD und EGMS

	BBD	EGMS
Federführung	BGR	EEA
Im Betrieb seit	2019	2022
Räuml. Abdeckung	Deutschland	Europa
Zeitl. Abdeckung	Mär. 2015 – Dez. 2021	Jan. 2016 - Dez. 2021
Bezugssystem	ETRS89/DREF91	ETRS89/ETRF2000
L3 GSD	50 x 50 m <sup>2</sup>	100 x 100 m <sup>2</sup>
QS-Filter	Kohärenz > 0,75	RMSE ≤ 5 mm
Web-App		

# EGMS Zeitplan (Stand: 2022)



Zeitplan 2022:

Q2, 2022: Erste 5-Jahres-Baseline für den Zeitraum 2015 bis 2020.

Q4, 2022: Erste jährliche Aktualisierung mit Daten aus dem Jahr 2021.

# Zusammenfassung und Ausblick BBD



## Motivation BBD:

**Basisinformation zu Bodenbewegungen für ganz Deutschland zur Verfügung stellen**

- **BBD ist online seit 2019; EGMS ist online seit 2022**

## Ausblick:

- **GNSS-Kalibrierung, Filterung und Bewegungszerlegung der EGMS Daten**  
**Nächstes BBD-Update ist für Ende 2023 geplant (Zeitspanne 2016-2022)**
  - **Weiterentwicklung BBD Web-App (mobile Version, Timeslider)**
- **Nächster BBD Workshop in Hannover am 21./22. November 2023**

# *Danke für Ihre Aufmerksamkeit!*



<https://bodenbewegungsdienst.bgr.de>