







Herzlich Willkommen!











Tagesordnung

- **1. Begrüßung** Bürgermeister der Stadt Gronau Herr Rainer Doetkotte
- 2. "Abschlusspräsentation der Forschungskooperation Ergebnisse des Geomonitoring" Prof. Dr. Peter Goerke-Mallet, Dr. Andreas Müterthies, Prof. Dr. Tobias Rudolph,
- 3. Präsentation von GeoBasis NRW "Deformationsmessungen Kavernenfeld Epe Grundlagennetz der Landesvermessung" Herr Dr. Krickel
- 4. Thementische zum Austausch und Diskussion:
 - 1. "Kavernenbetrieb und zukünftige Entwicklung" Herr Prof. Dr. Rudolph
 - **2.** "Bergrecht und Bergschäden" Herr Prof. Dr. Goerke-Mallet
 - **3.** "Bodenbewegung" Herr Dr. Müterthies











Forschungskooperation Epe (Vorgang 406/2021)

- Abschlusspräsentation -

Für die Forschungskooperation Epe:

Peter Goerke-Mallet¹, Andre Homölle⁴, Andreas Müterthies², Holger Perrevort³, Sebastian Teuwsen², Carmen Tomlik¹, Helmut Wüpping³, Tobias Rudolph¹

Mit Unterstützung von Benjamin Haske¹, Martha Poplawski¹, Carsten Stemmler², Chia-Hsiang Yang²

- ¹ Forschungszentrum Nachbergbau Technische Hochschule Georg Agricola, Bochum
- ² EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH, Münster
- ³ Bürgerinitiative Kavernenfeld Epe e.V.
- ⁴ Stadt Gronau (Westf.)

20. Januar 2023

tobias.rudolph@thga.de www.thga.de www.nachbergbau.org www.eftas.de www.monitoring-epe.de



















Lösung – Beteiligung – Kommunikation











Wir sind für Sie da!

A-MUK 16. Juni 2021 Umfrage über die Webseite

Einführung 8. April 2022 Bergschadenkunde 10. Juni 2022

Überwachung 20. Januar 2023

A-MUK 8. Dezember 2022 Dialog

Fahrradtour 13. August 2022

Zwei Befahrungen mit der BI-K

GNSS Messung 18. November 2022 Zukunft 9. September 2022 Zwei Arbeitstermine mit SGW Teilnahme an der Betreiberrunde



www.monitoring-epe.de

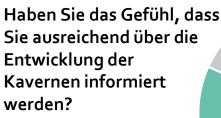


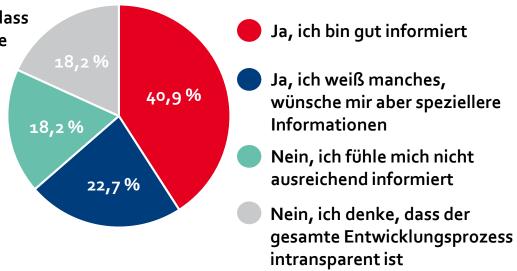


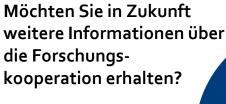


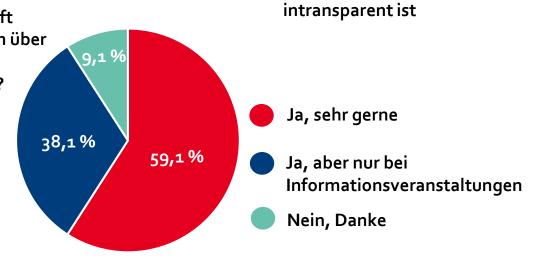


Online-Umfrage auf monitoring-epe.de









Gestellte Fragen

- Welche Ursachen und Ausmaße haben die Bodenbewegungen?
- Was passiert mit dem Wasserhaushalt, wenn das Gelände weiter absackt?
- Wie sicher sind die Kavernen auf Dauer?
- Wie sieht es hier in 100 Jahren aus?

Ergebnisse

Die Umfrage zeigte zu Anfang:

- Den Bedarf an Hintergrundinformationen
- Den Bedarf an langfristen Abschätzungen
- Das Interesse an wissenschaftlich unabhängigen Antworten

Hinweis: Anonymisierte Umfrage, #24











Wir sind für Sie aktiv!







EAGEGET.ORG









Wer überwacht das Kavernenfeld?

- Das Bundesland
- Der Landkreis
- Der Markscheider (Bergnotar)
- o Die Kommune
- Die Bundesrepublik Deutschland

Wie regelmäßig erfolgt die Überwachung eine Kavernenfeldes?

- Ein Mal im Jahr
- Ein Mal in 10 Jahren
- ★ Kontinuierlich
- Öberhaupt nicht









Wer überwacht das Kavernenfeld?

- Das Bundesland
- Der Landkreis
- Der Markscheider (Bergnotar)
- Die Kommune
- Die Bundesrepublik Deutschland

Wie regelmäßig erfolgt die Überwachung eine Kavernenfeldes?

- Ein Mal im Jahr erfolgt die Berichterstattung an die Aufsichtsbehörde
- Ein Mal in 10 Jahren
- Kontinuierlich
- Überhaupt nicht









Wir machen Bewegungen der Tagesoberfläche erklärbar!

Natürliche Ursachen (u.a.):

- Wassergehalt des (Erd-)Bodens
- Unterirdische Abtragung von Kalk, Gips und Salz (Subrosion)
- Tektonische Ereignisse (Erdbeben)
- Temperaturschwankungen
- Pflanzenwachstum (Wurzelhebung)
- Abbau von Biomasse (u.a. Belüftung)
- Eiszeitliche Ausgleichsbewegungen

Anthropogene Ursachen (v.a.):

- Wassergewinnung
- Bergbau
 - Steinkohle
 - Salzbergbau unter Tage
 - Erzbergbau
 - Erdgasgewinnung (Erdölgewinnung)
 - Kavernen
 - Untergrundspeicherung

Die Auswirkungen der Bewegungen z. B. auf Gebäude wird wesentlich durch die Geschwindigkeit der Bewegung beeinflusst.

Senkungsgeschwindigkeiten (Bsp.):

- Steinkohlenbergbau: 2 cm/Tag
- Speicher-Kavernen: 2 cm/Jahr

Massiver Unterschied

Bodenbewegungen an einem Kavernenspeicher sind ein langsam laufender und kontinuierlicher Prozess!

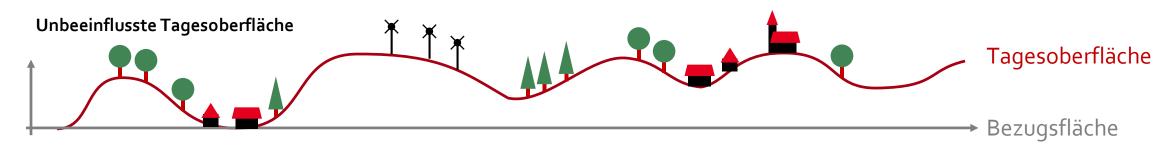








Die Ausbildung der Senkungsmulde an der Tagesoberfläche



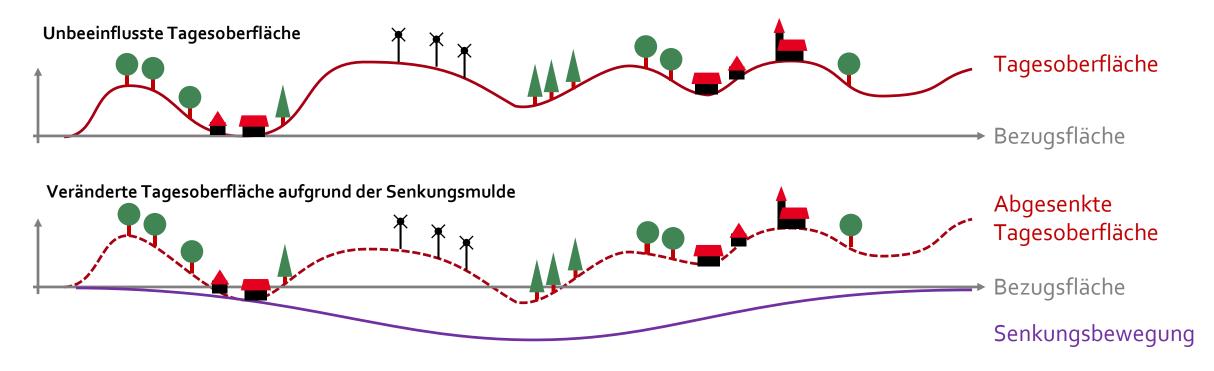








Die Ausbildung der Senkungsmulde an der Tagesoberfläche



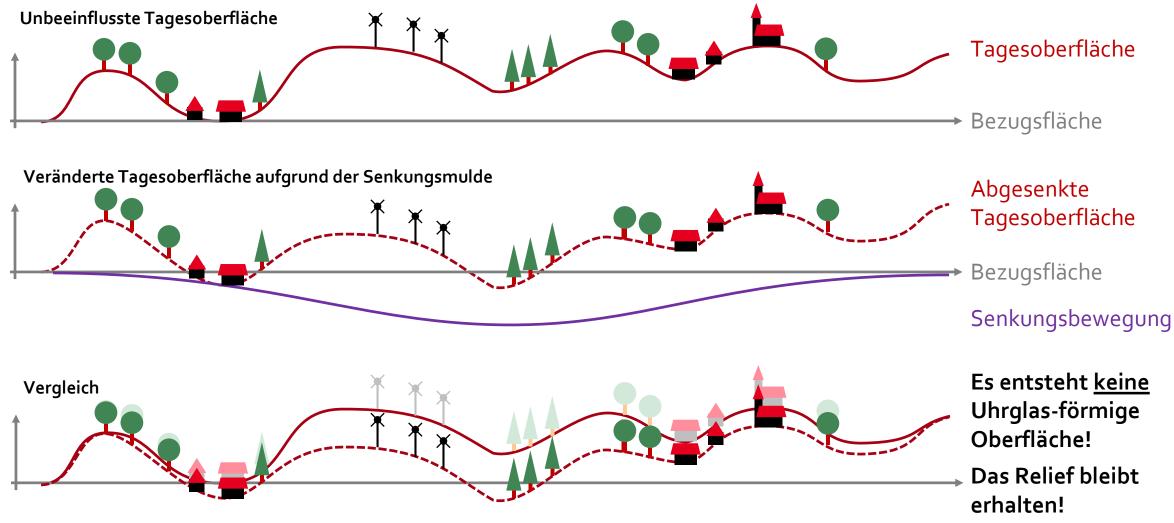








Die Ausbildung der Senkungsmulde an der Tagesoberfläche











Tagesoberfläche Wo entstehen nun Bergschäden?

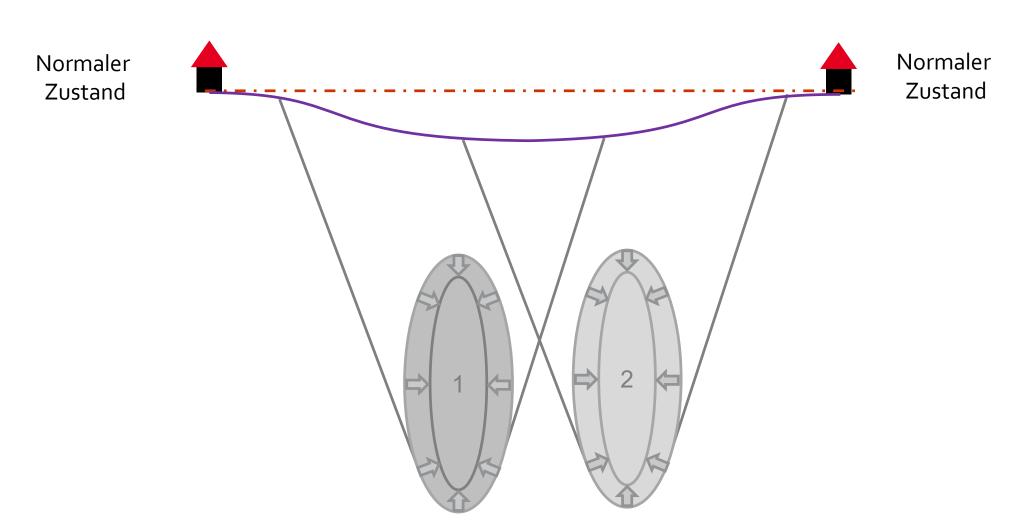
Tagesoberfläche Abgesenkte









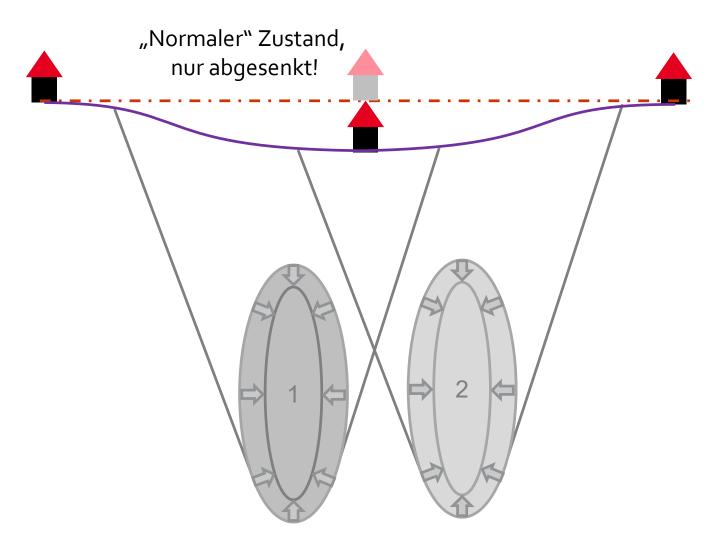










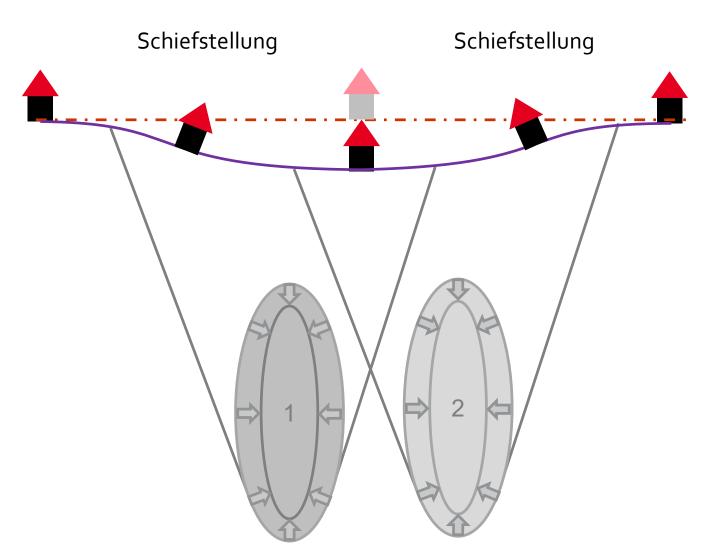










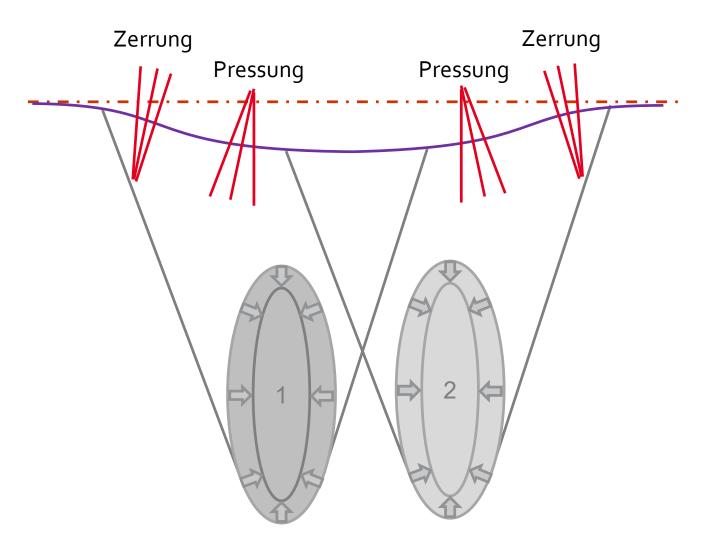










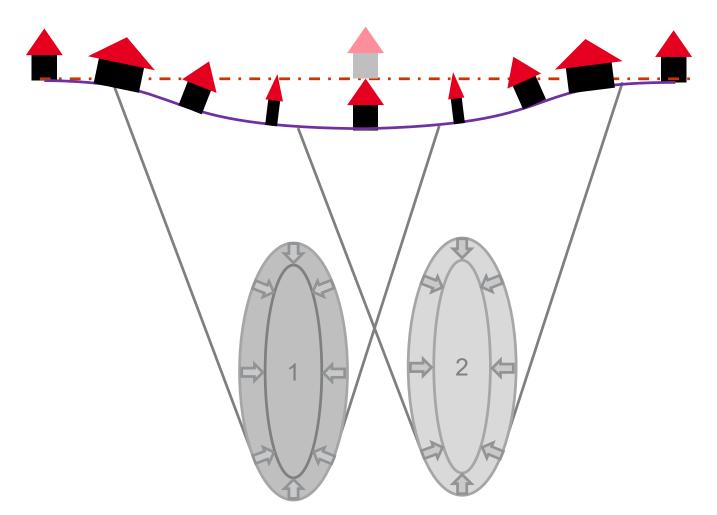










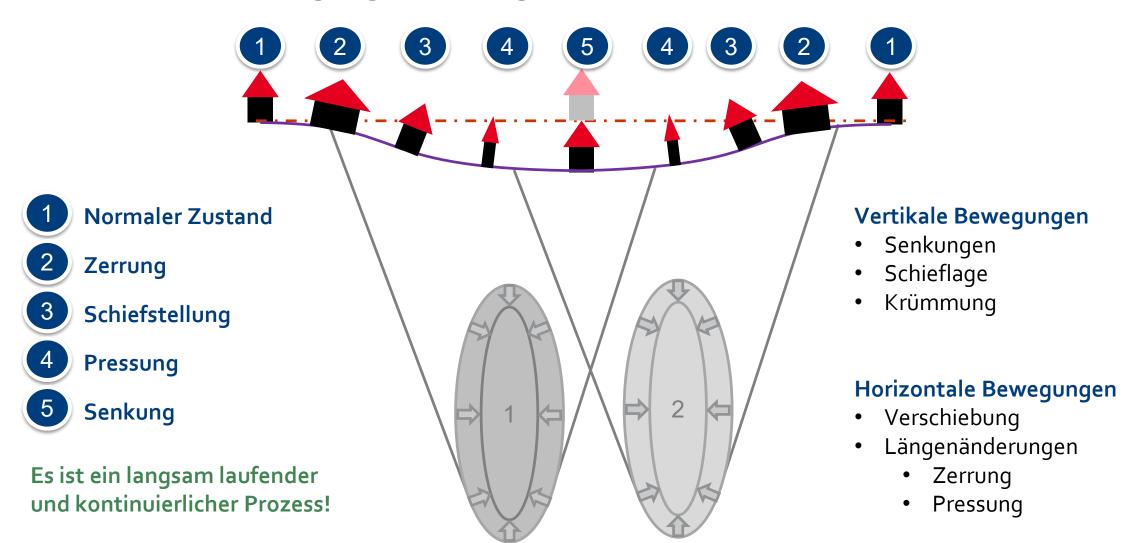












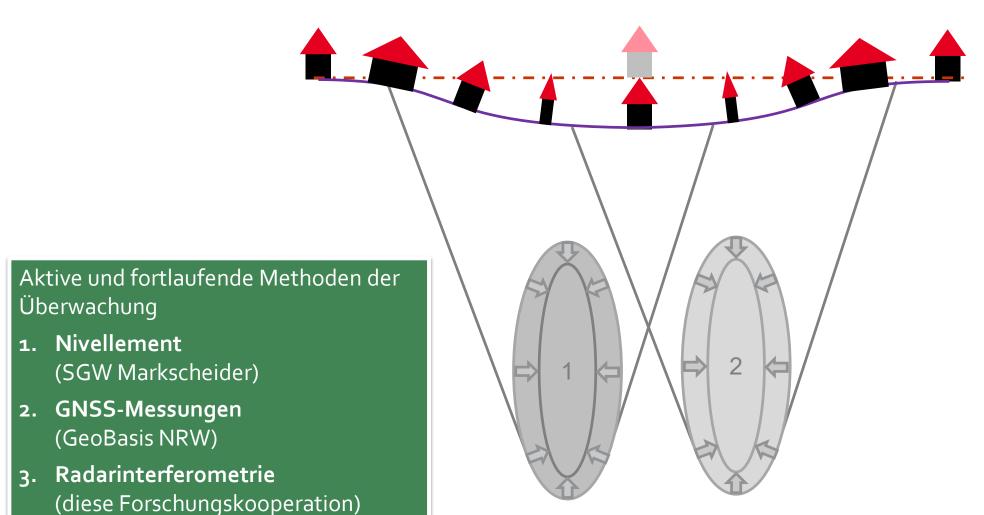












Darstellung ist eine Schemadarstellung und ist nicht maßstabsgerecht!









Was haben wir gemacht: Auswertung und Fusion öffentlicher Geodaten

A: Höhenfestpunktriss

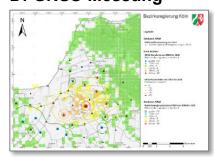


B: Nivellement

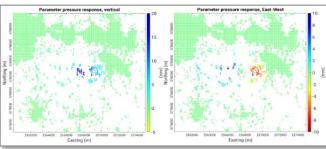


C: Bodenbewegungsdienste D: GNSS-Messung

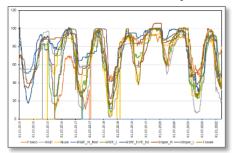




E: Bodenbewegungen (Forschung)



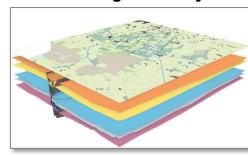
F: Füllstände von Speichern



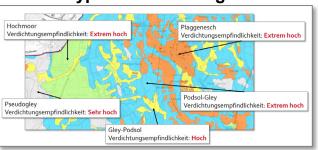
G: Gebäude



H: 3D-Untergrundanalyse



I: Bodentypen und Setzungen



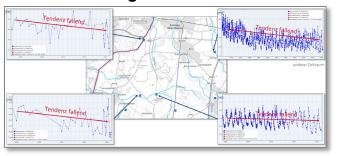
J: Setzungsempfindlichkeit



K: Ausbreitung des Moorgebietes



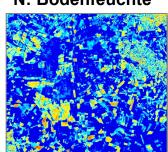
L: Schwankungen des Grundwassers



M: Hydrologie



N: Bodenfeuchte



O: Hochwasseranalysen











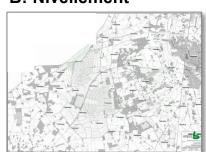


Was haben wir gemacht: Auswertung und Fusion öffentlicher Geodaten

A: Höhenfestpunktriss

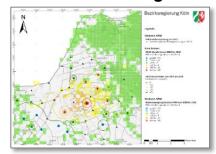


B: Nivellement

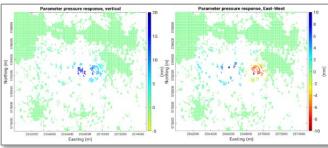


C: Bodenbewegungsdienste D: GNSS-Messung

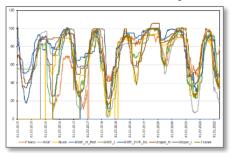




E: Bodenbewegungen (Forschung)



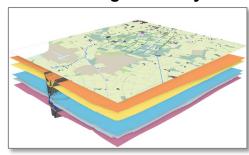
F: Füllstände von Speichern



G: Gebäude



H: 3D-Untergrundanalyse



I: Bodentypen und Setzungen



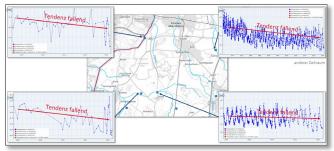
J: Setzungsempfindlichkeit



K: Ausbreitung des Moorgebietes



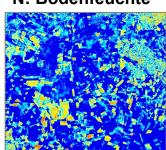
L: Schwankungen des Grundwassers



M: Hydrologie



N: Bodenfeuchte



O: Hochwasseranalysen



Grundlage für die Radar-Fernerkundung

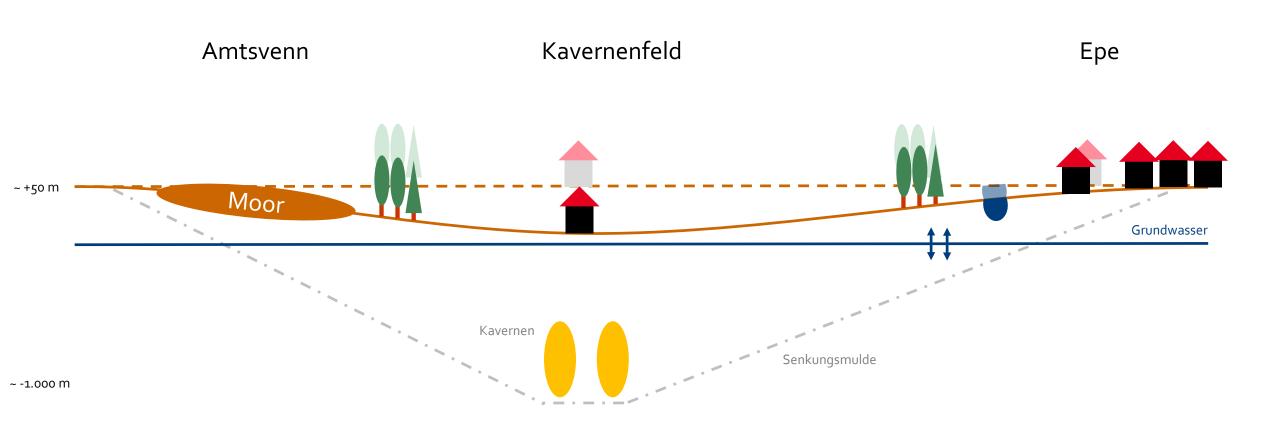








Vergleich der Methoden der Radar-Fernerkundung





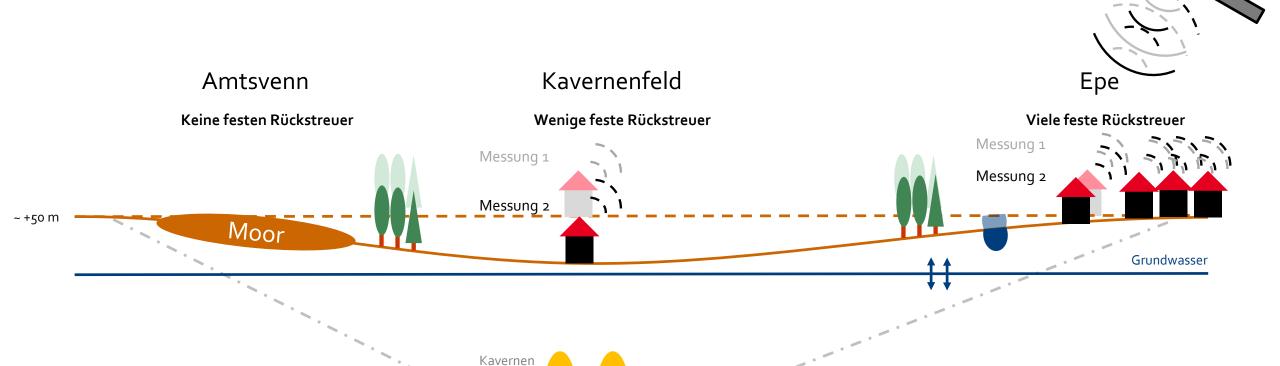


Senkungsmulde





Vergleich der Methoden der Radar-Fernerkundung



~ -1.000 M

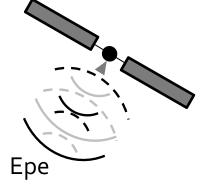








Vergleich der Methoden der Radar-Fernerkundung

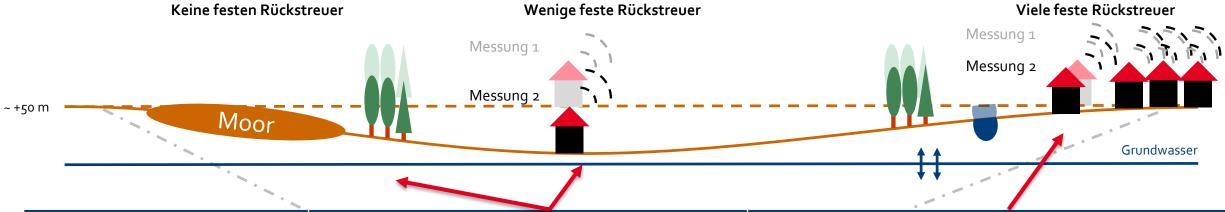




Kavernenfeld

Wenige feste Rückstreuer

Viele feste Rückstreuer



		Flächen Methode (SBAS = Small Baseline Subset)	Punkt Methode (PSI = Persistent Scatterer Interferometry)
~ -1.	Flächige Auflösung	Niedrig (~15m * ~15m)	Hoch (< ~5m)
	Darstellung	"Flächiges Pixel"	"Konstantes Element"
	Eignung	Bebaute und unbebautes Gelände	Bebautes Gelände
	Räumliche Abdeckung	Gebäude und unbewaldete Freiflächen	Nur Gebäude









Ergebnisse der Überwachung – Bewegungen der Tagesoberfläche im Kavernenfeld

Darstellung der Daten vom 12/2015 bis 12/2021

Bezugszeitraum Anfang 12/2015

Flächige Auswertung mittels der SBAS Methode

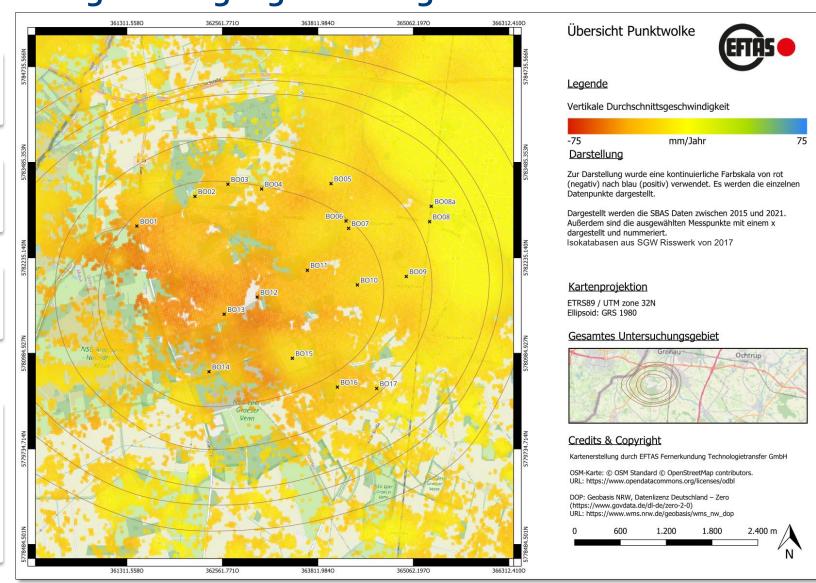
Darstellung der

vertikalen

Durchschnittsgeschwindigkeit

in mm pro Jahr

in den Jahren 2016 bis einschl. 2021



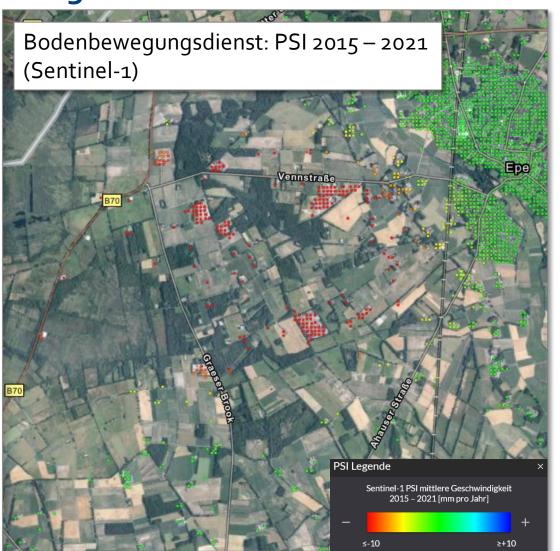


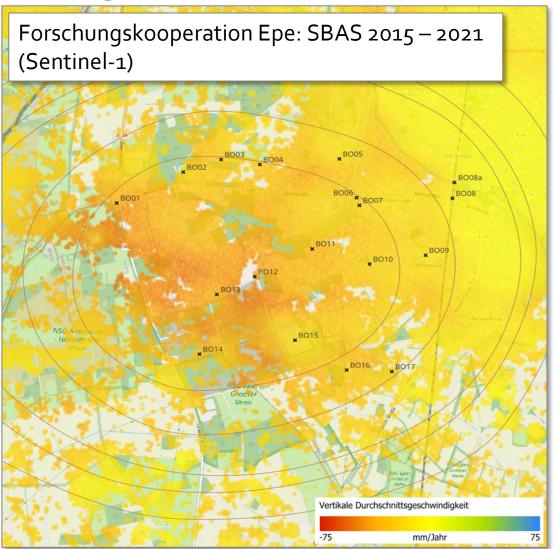






Vergleich der Methoden der Radar-Fernerkundung





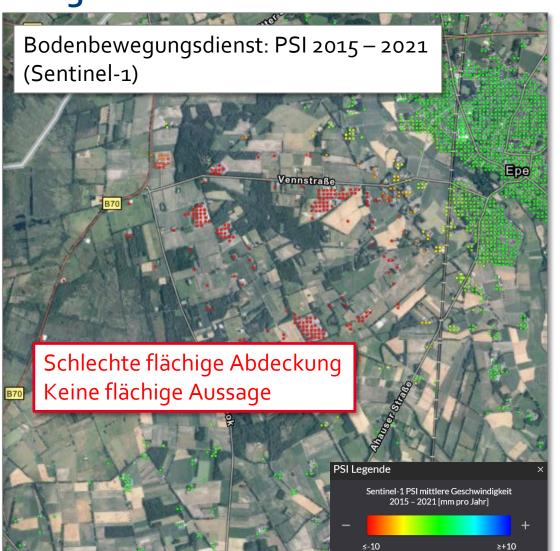


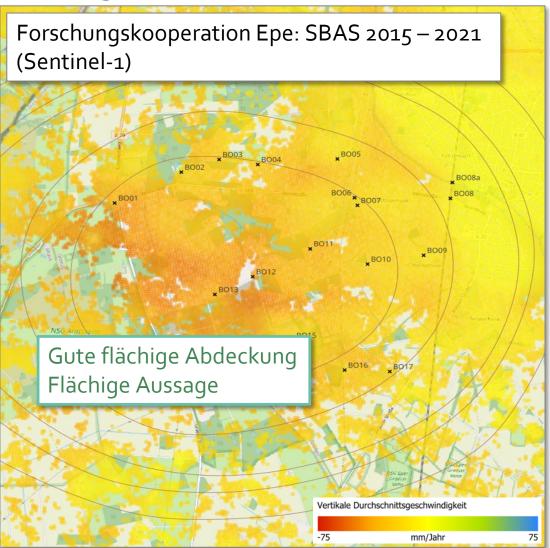






Vergleich der Methoden der Radar-Fernerkundung





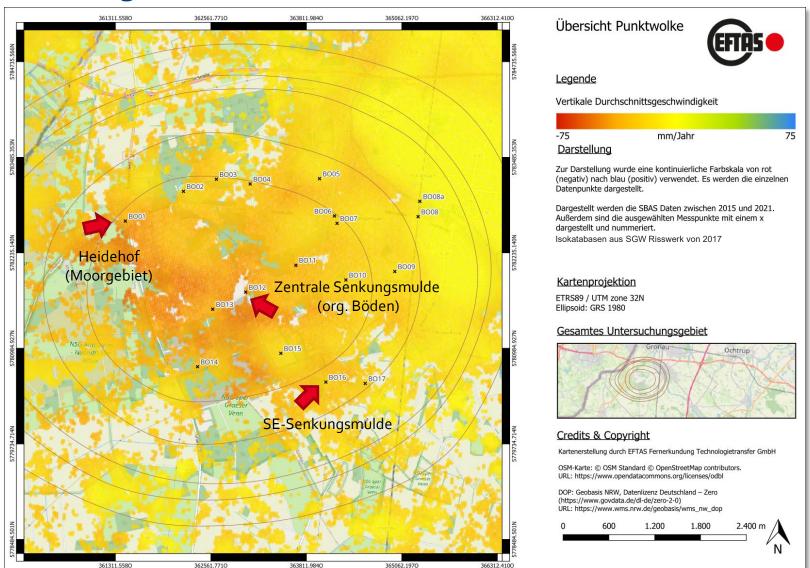








Bewegungen der Tagesoberfläche im Kavernenfeld – BI-K Beobachtungspunkte





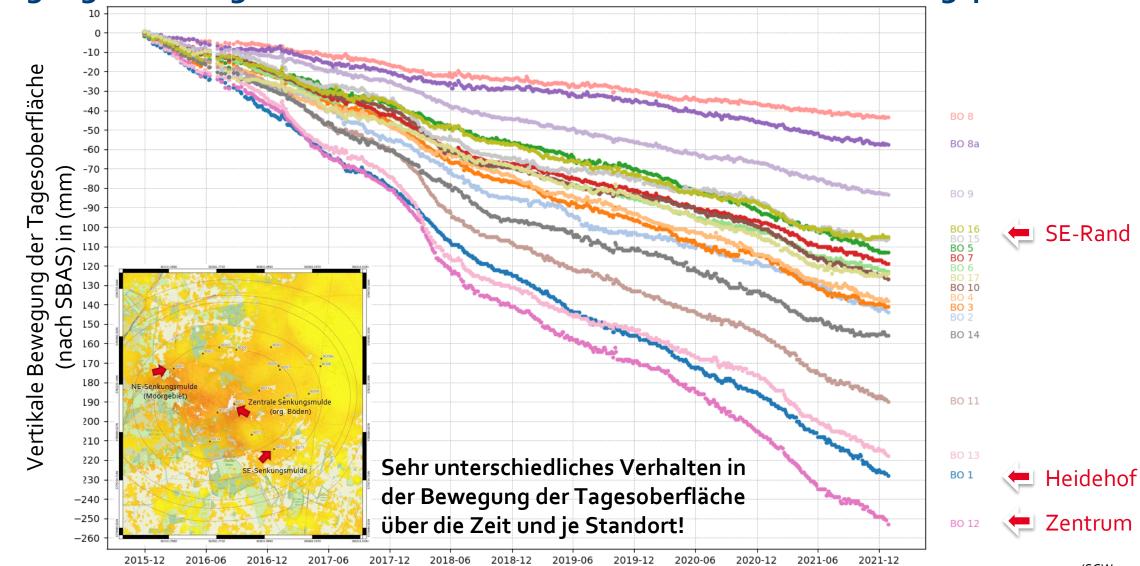








Bewegungen der Tagesoberfläche im Kavernenfeld – BI-K Beobachtungspunkte



Datum

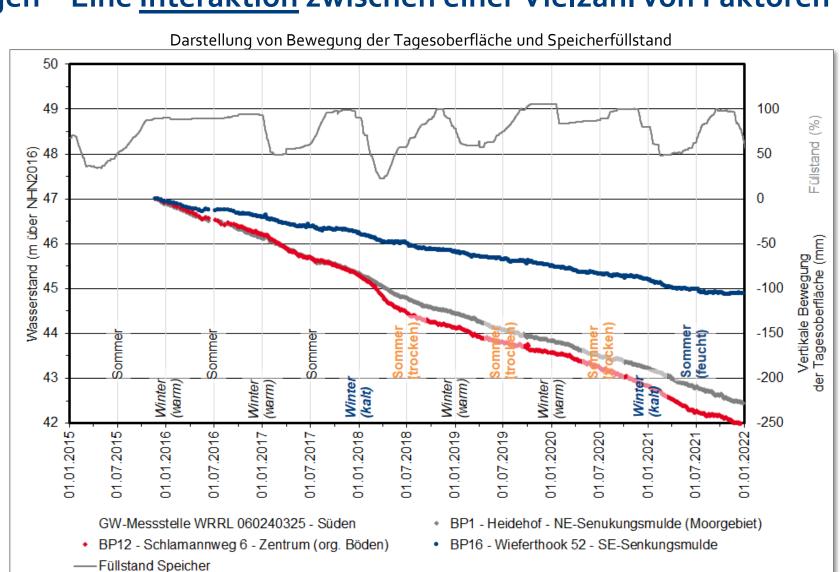








Bewegungen – Eine <u>Interaktion</u> zwischen einer Vielzahl von Faktoren

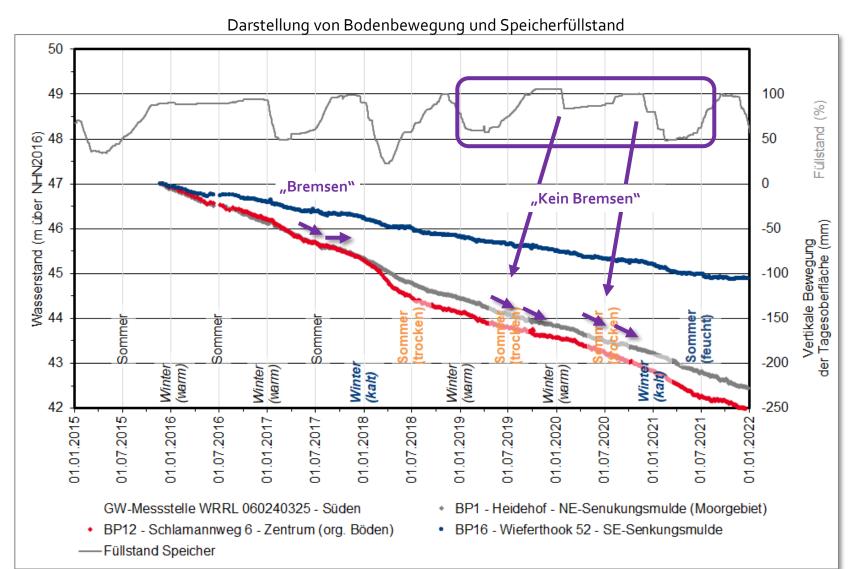










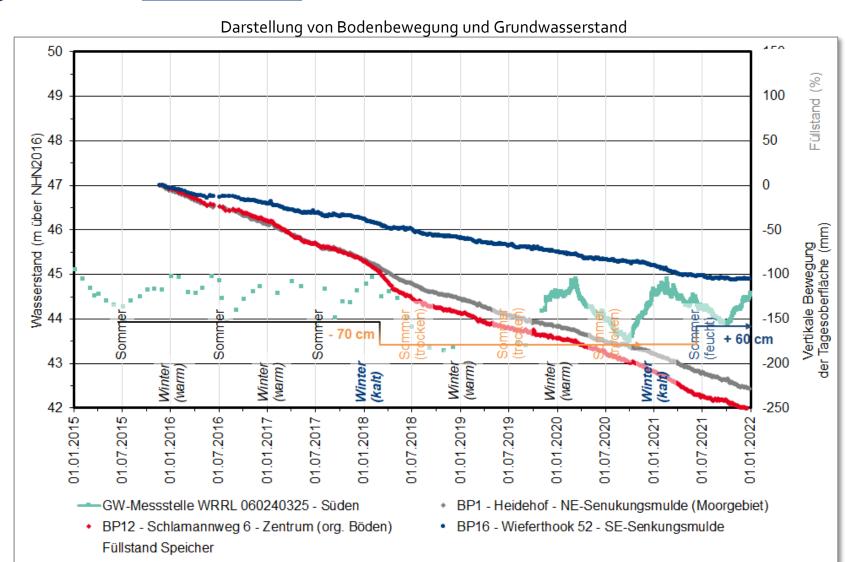












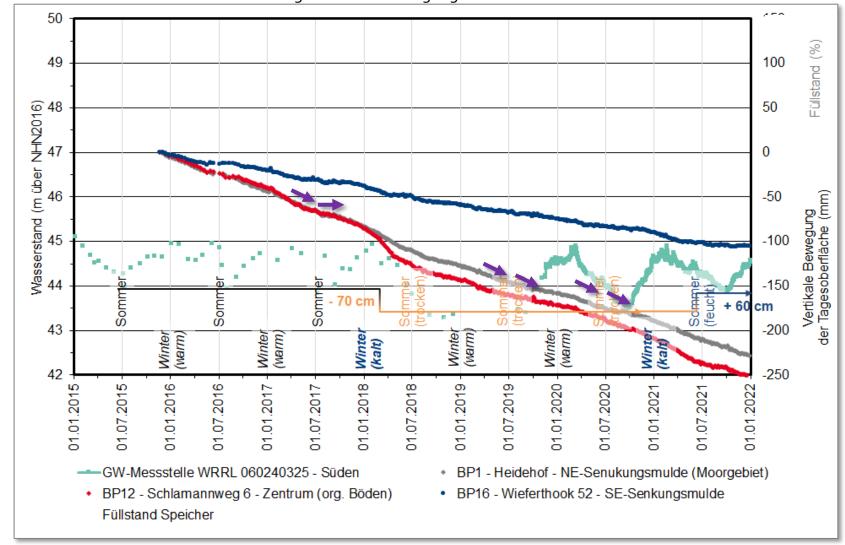












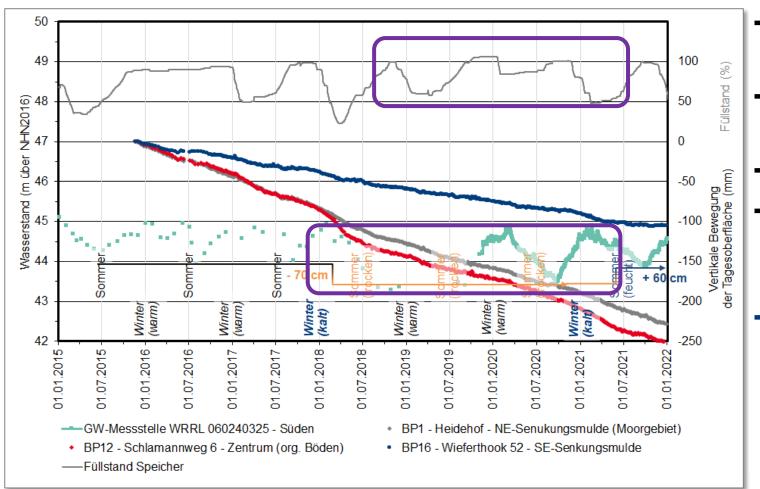








Darstellung von Bodenbewegung, Speicherfüllstand und Grundwasserstand



- → SBAS Methode zeigt die <u>gesamte</u> Bewegung der Tagesoberfläche
- → Untergrundgasspeicherung führt zur Bewegungen (Einfluss Bergbau)
- → Bewegung abhängig vom Füllstand
- → Bewegung in Abhängigkeit des Grundwasserflurabstandes (Einfluss von vermindertem Niederschlag)
- → Hoher Füllstand <u>bei gleichzeitigen</u> heißen Sommern (verminderter Niederschlag) führen <u>nicht</u> zur reduzierten Bewegung ("Bremsen der Bewegung")

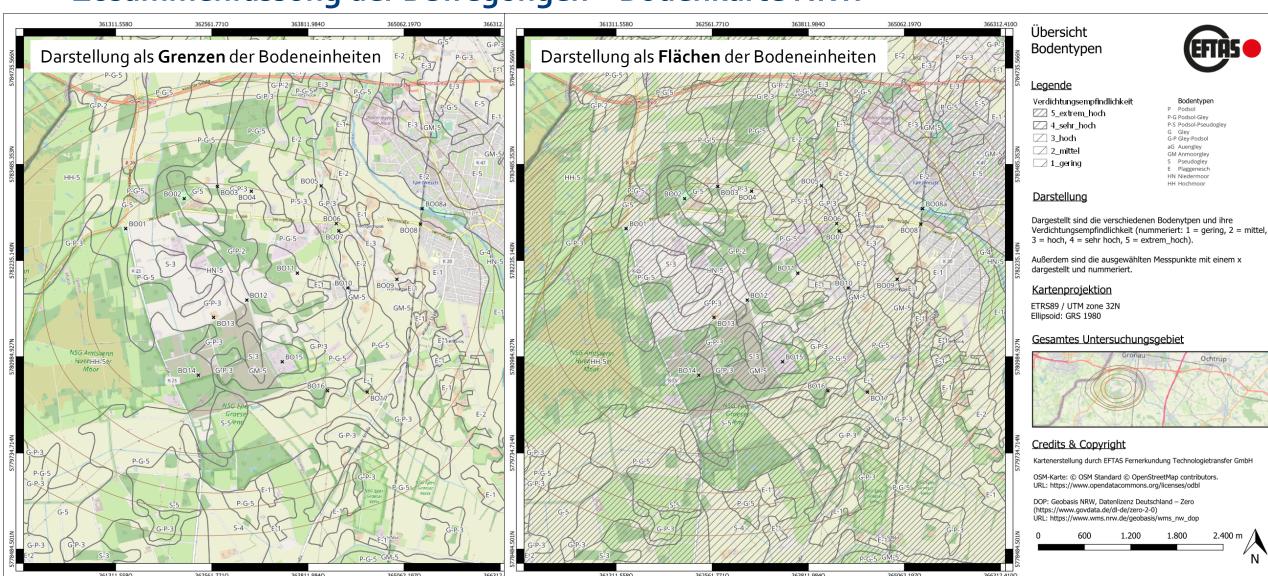








Zusammenfassung der Bewegungen – Bodenkarte NRW



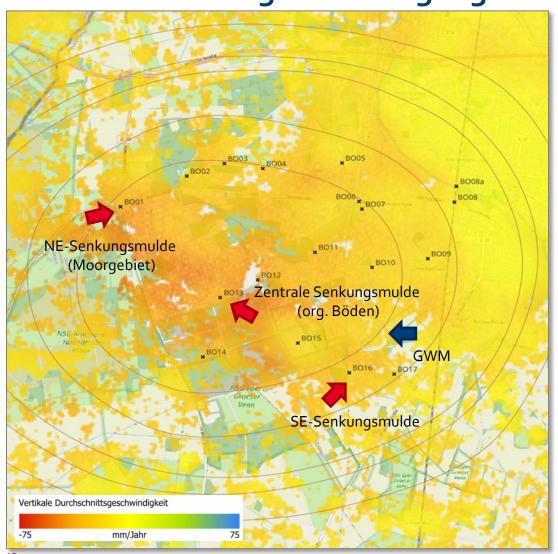


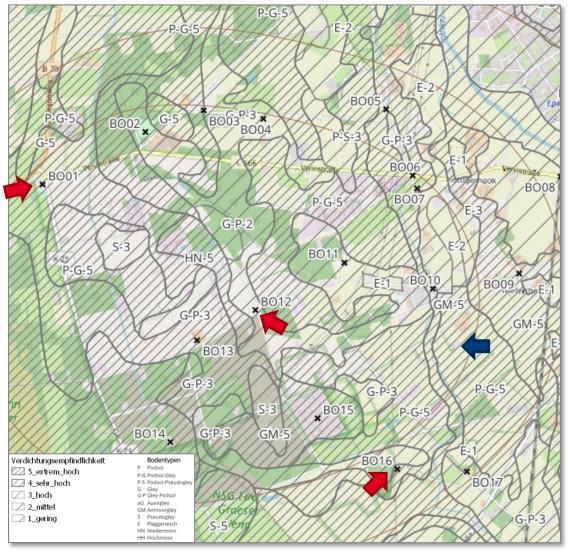






Zusammenfassung der Bewegungen – Bodenkarte NRW



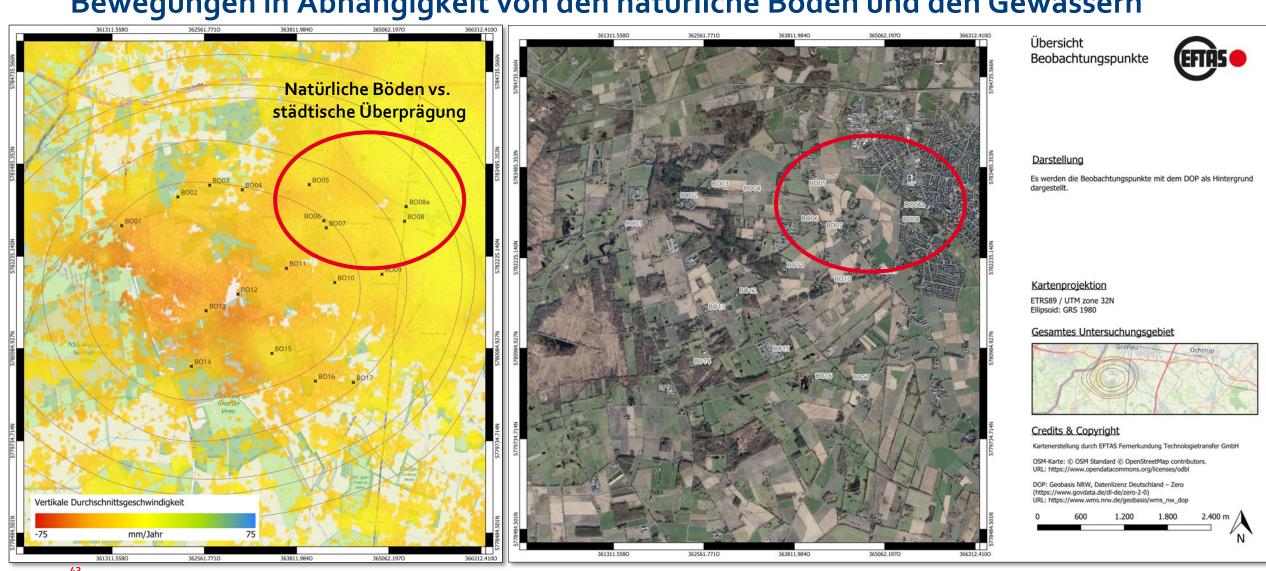










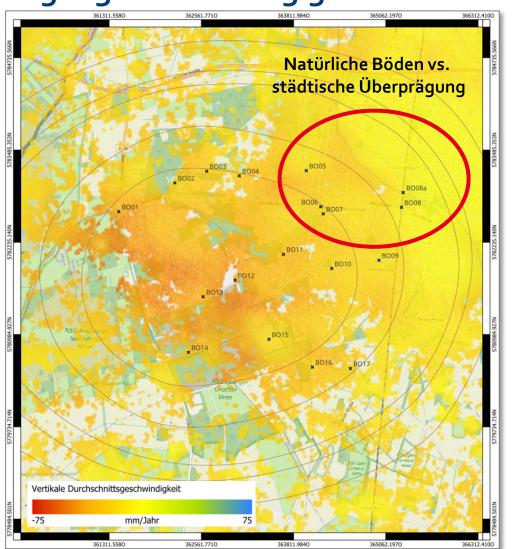


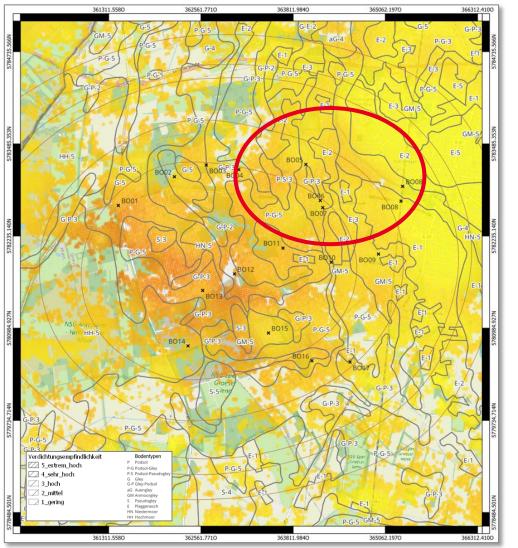










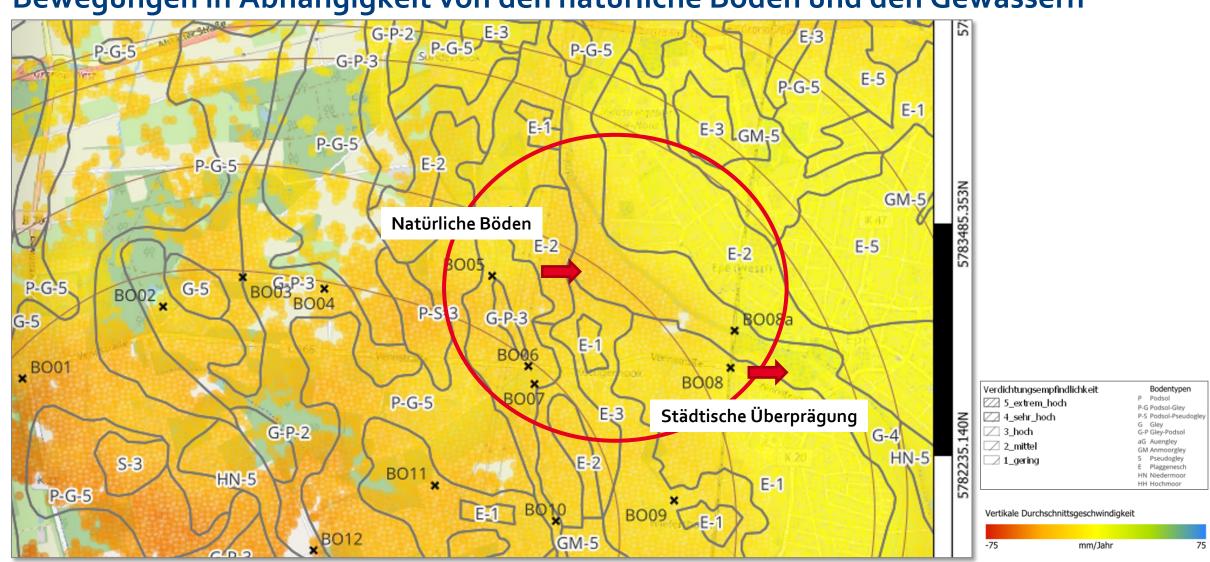










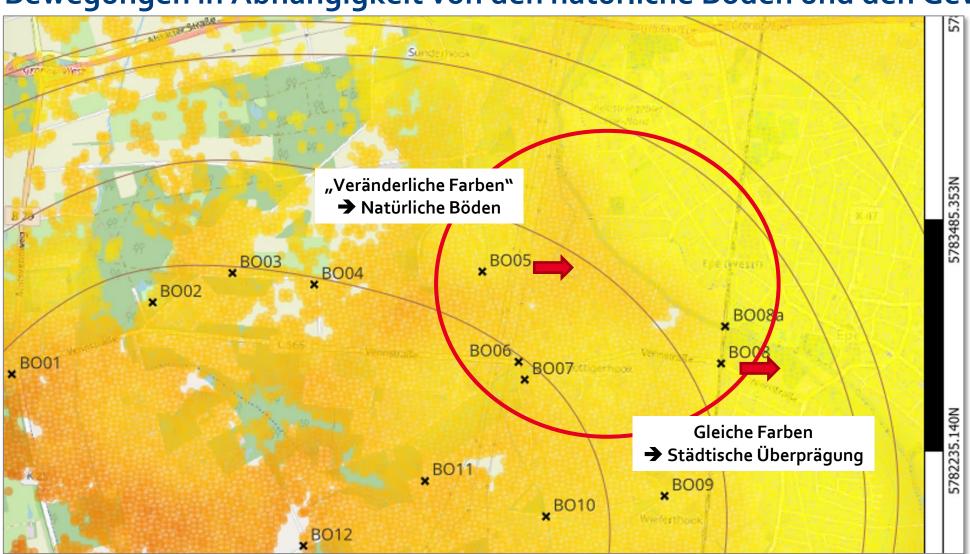










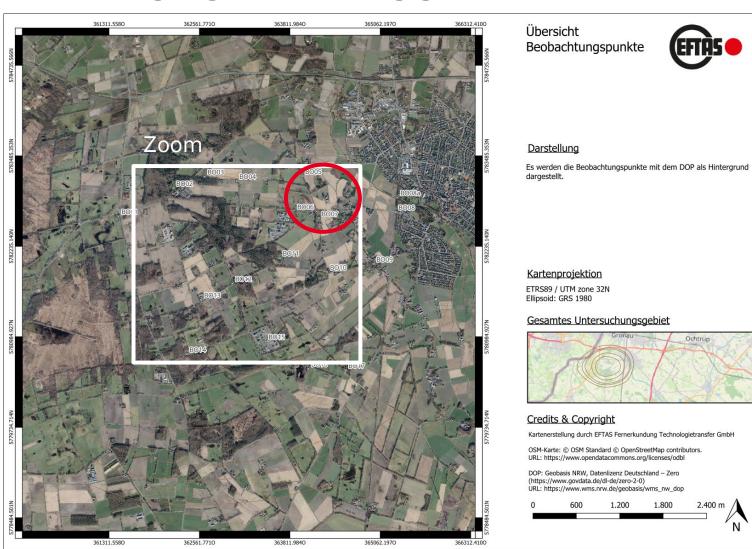












Zoom auf das Gebiet der Beobachtungsobjekte















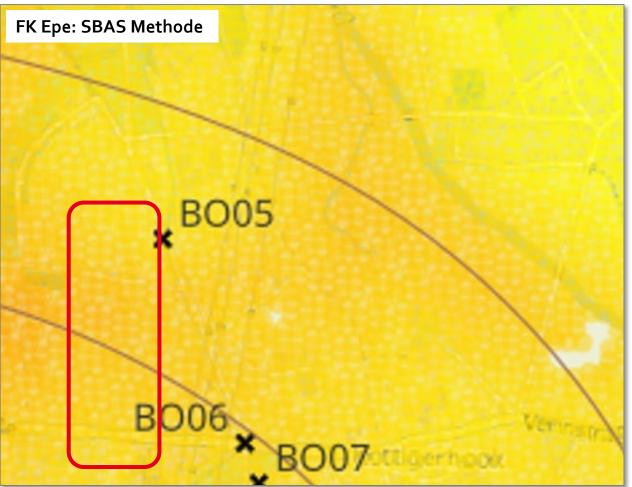












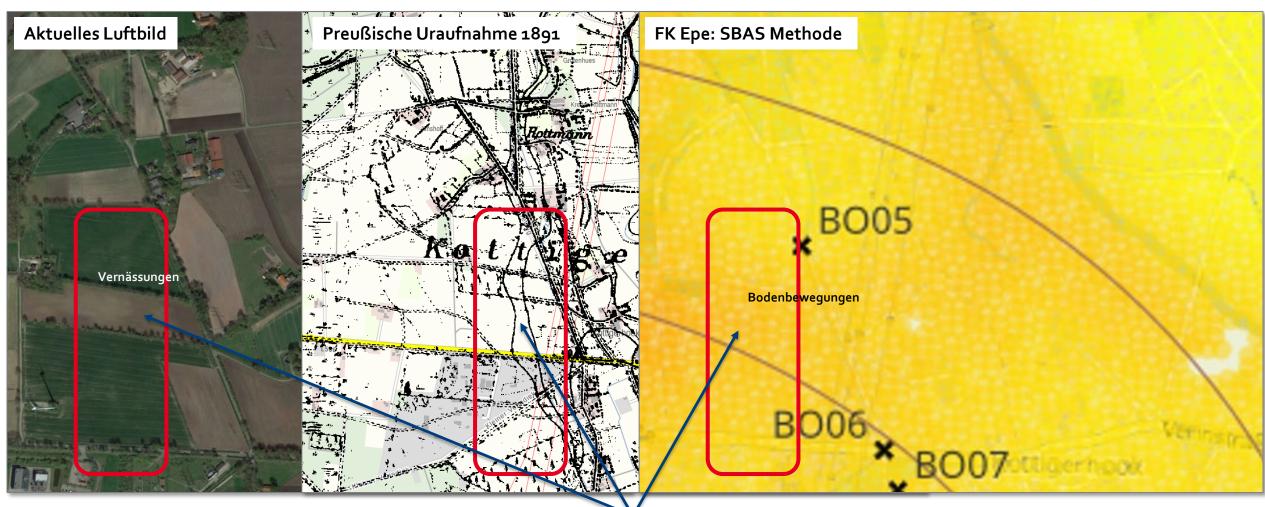




















Zusammenfassung

- Die Forschungskooperation kombiniert erstmalig Bergbau-Daten, lokale (Geo-)Daten, lokales Wissen mit modernen Ergebnisse der Radar-Satellitenfernerkundung zu den Bewegungen der Tagesoberfläche im Kommunalgebiet Gronau
- Radar-Satellitenfernerkundung ermöglicht eine flächige und zeitlich hochauflösenden Überwachung
- Nutzung von lokalen Datensätzen zur Überprüfung der Bewegung der Tagesoberfläche ist zwingend notwendig!
- Die Forschungskooperation liefert:
 - Ein hochauflösendes, kontinuierliches Überwachungswerkzeug für die zukünftige Überwachung des Untergrundes (u.a. Analysen zu Hochwasserrisiken, Grundwassergewinnung, Baugrunduntersuchung)
 - Die Beteiligung durch Kommunikation und Transparenz (Vertrauensbildung) ©











Herzlichen Dank für die gute Zusammenarbeit und das Interesse! ©

