



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Herzlich Willkommen!





1. Informationsveranstaltung – Einführung in den Kavernenbetrieb

Für die Forschungskooperation Epe:

Peter Goerke-Mallet, Benjamin Haske, Andre Homölle, Andreas Müterthies, Holger Perrevort,
Martha Poplawski, Sebastian Teuwsen, Helmut Wüpping, Chia-Hsiang Yang, Tobias Rudolph

8. April 2022

tobias.rudolph@thga.de

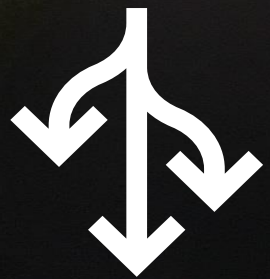
www.thga.de

www.nachbergbau.org

www.eftas.de

www.monitoring-epe.de



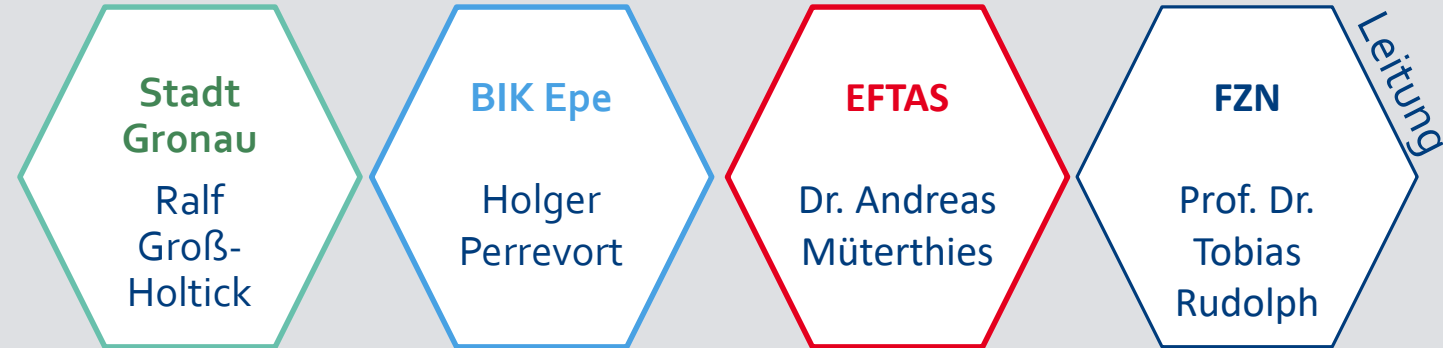


Die Forschungs Kooperation für Gronau und Epe

- Entwicklung einer **Lösung** zur **Bestimmung** des **Einwirkungsbereiches** der Bodenbewegungen im Kavernenfeld Epe.
- Nutzung der freiverfügbaren Datensätze des **EU-Erdbeobachtungsprogramm Copernicus**
- Nutzung der **lokalen Informationen** und des **Wissens** der BürgerInnen in Gronau und Epe

Die Forschungs Kooperation für Gronau und Epe

Forschungskonsortium



Zielsetzung:

- Partizipation
- Unterstützung
- Transfer



Drei Sitzungen:

- Projektstart (0. Monat)
- Projekthalbzeit (6. Monat)
- Projektende (12. Monat)

Lenkungsausschuss



Mitglieder:

1. Vorsitzender MUK, stellv. Vorsitzende MUK (Vorsitzender)
2. Stadtverwaltung Gronau - Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün
3. Stadtverwaltung Gronau - Stadtplanung
4. Kreis Borken FB62 - Geoinformation & Liegenschaftskataster
5. ~~Kreis Borken FB 66 - Natur und Umwelt (vertreten durch 4.)~~
6. BI Kavernenfeld Epe e.V. (2 Vertreter)
7. ~~Sprecher der Betreiber Kavernenfeld Epe~~



Technische
Hochschule
Georg Agricola

Wir sind für Sie da!





Wir sind für Sie da!

Umfrage über die
Webseite

Zukunft
9. September 2022

Einführung
8. April 2022

Dialog
Melden Sie sich!

Überwachung
(in Planung)

Bergschadenkunde
10. Juni 2022

Fahrradtour
13. August 2022



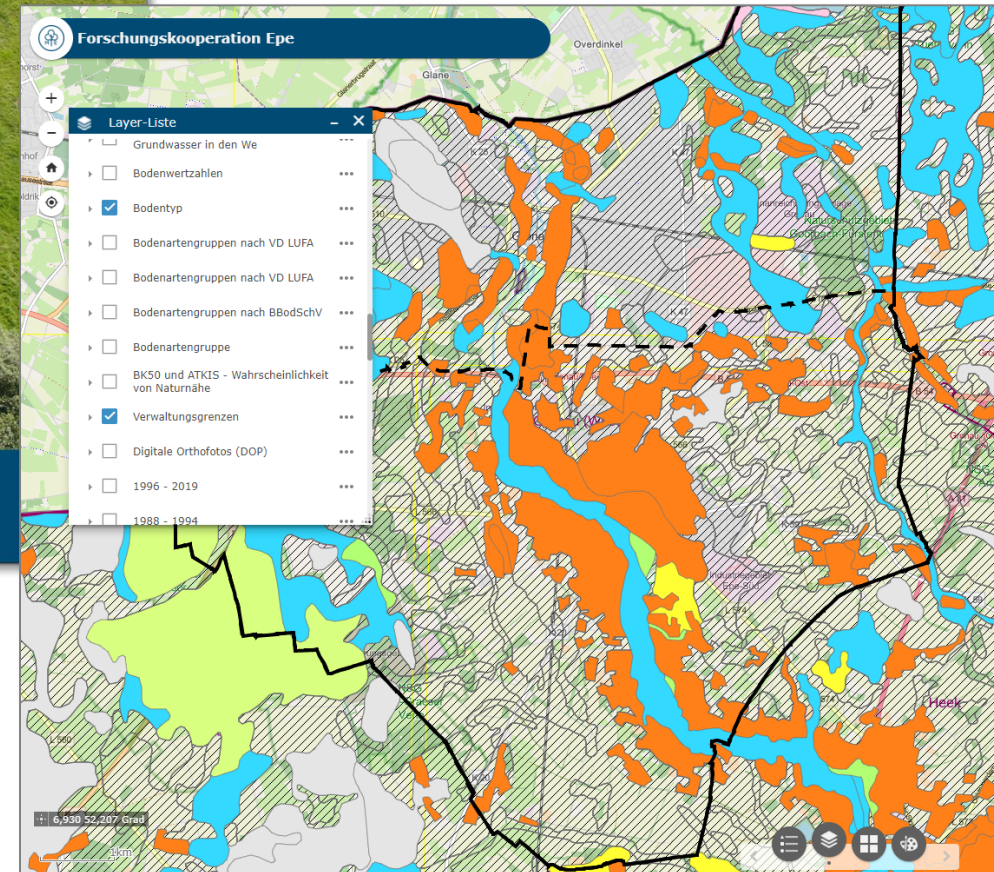
www.monitoring-epe.de



Die Projektwebseite



Eigenes Mitmachen!
 Eigenes Miterleben!
 Das WebGIS Epe!



www.monitoring-epe.de



Wir verbinden!





Was wir bereits gemacht haben!



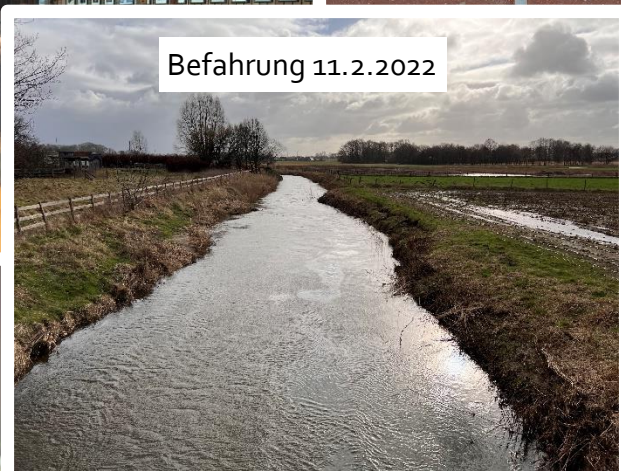
Ausschuss MUK 15.6.2021



Bergschadenbefahrung 8.9.2021



Vertrag 23.7.2021



Befahrung 11.2.2022



Befahrung 11.3.2022



Amtsvenn 17.9.2021



Studierende 9.10.2021



Studierende 4.12.2021



Technische
Hochschule
Georg Agricola

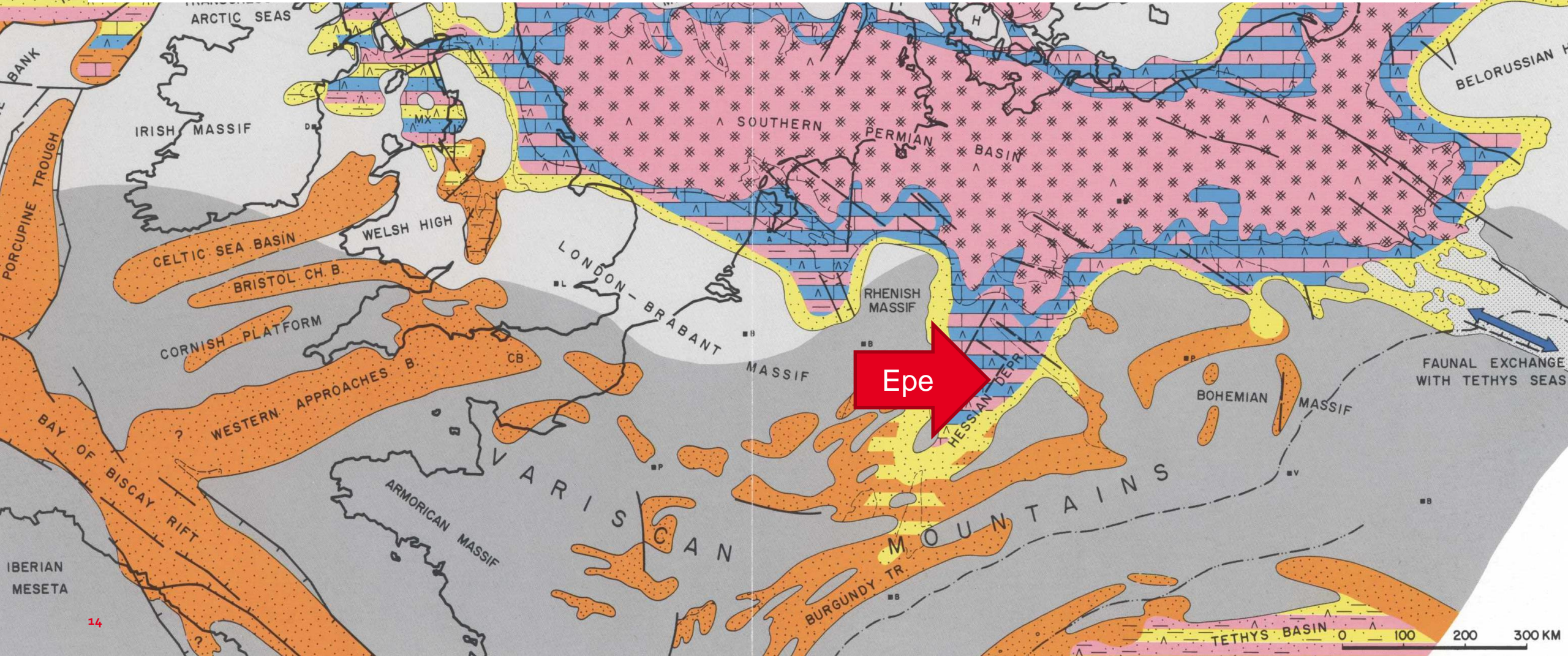
Es war einmal! Sah das Kavernenfeld immer so aus?

Nein!

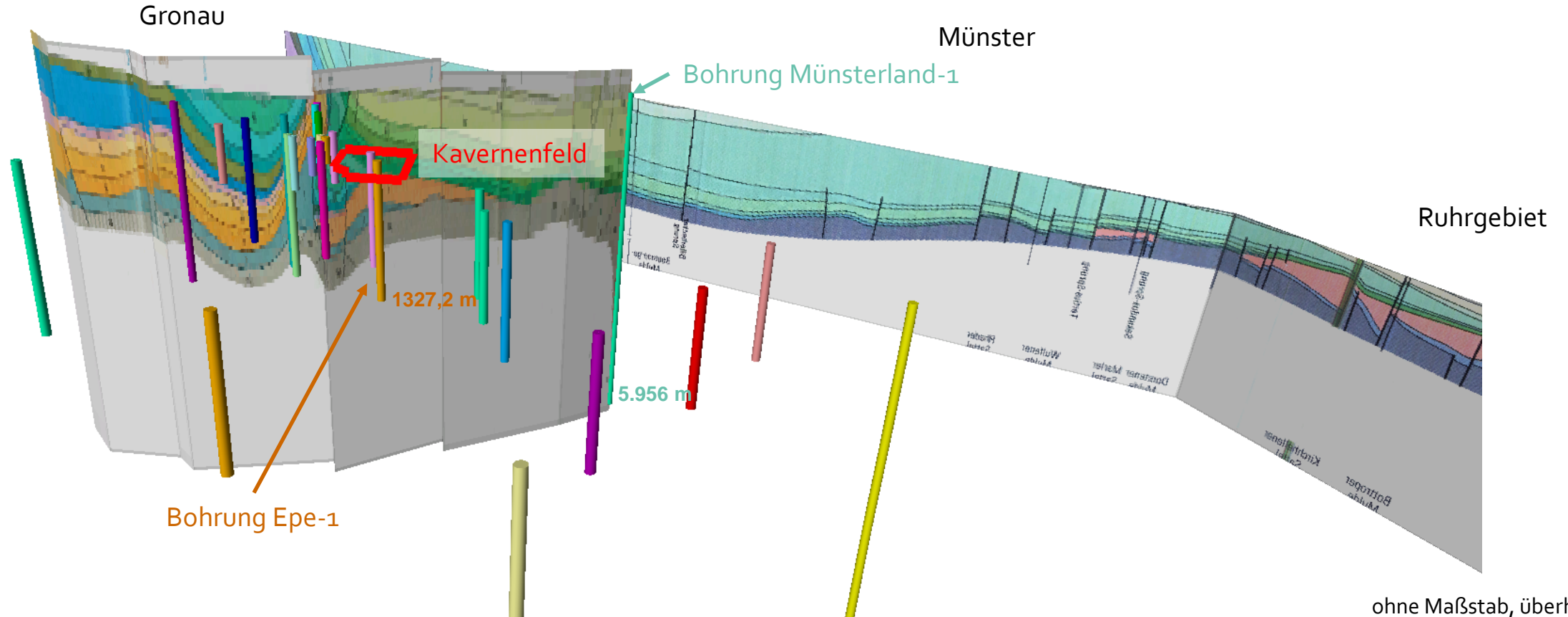
Das Kavernenfeld war ein großer Salzsee!



Eine großer Salzsee vor ca. 260-240 Millionen Jahren –
Epe hatte Anschluss an die Nordsee!



Die Bohrung Epe-1 – Das Salz ist ein Zufallsfund!



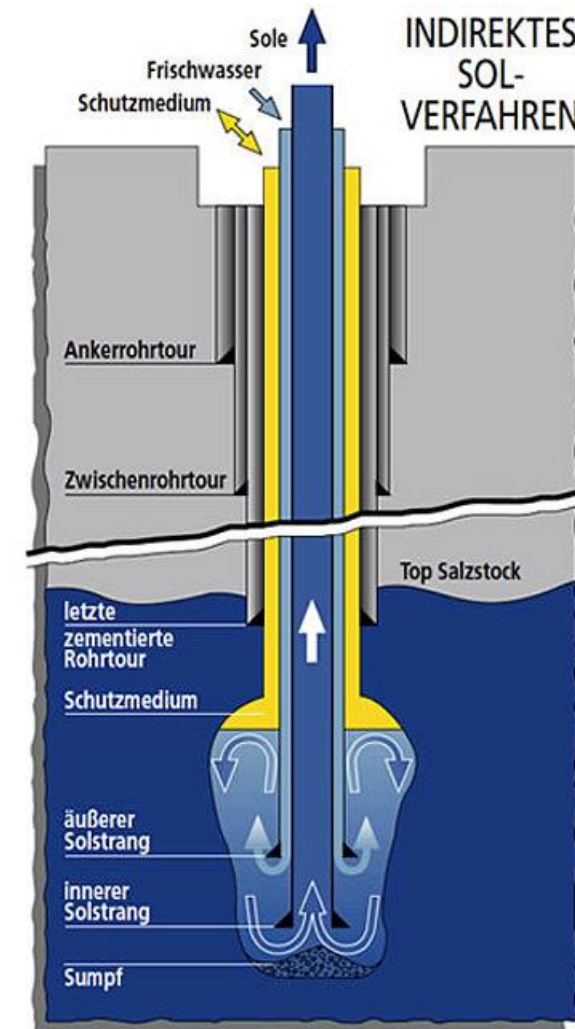
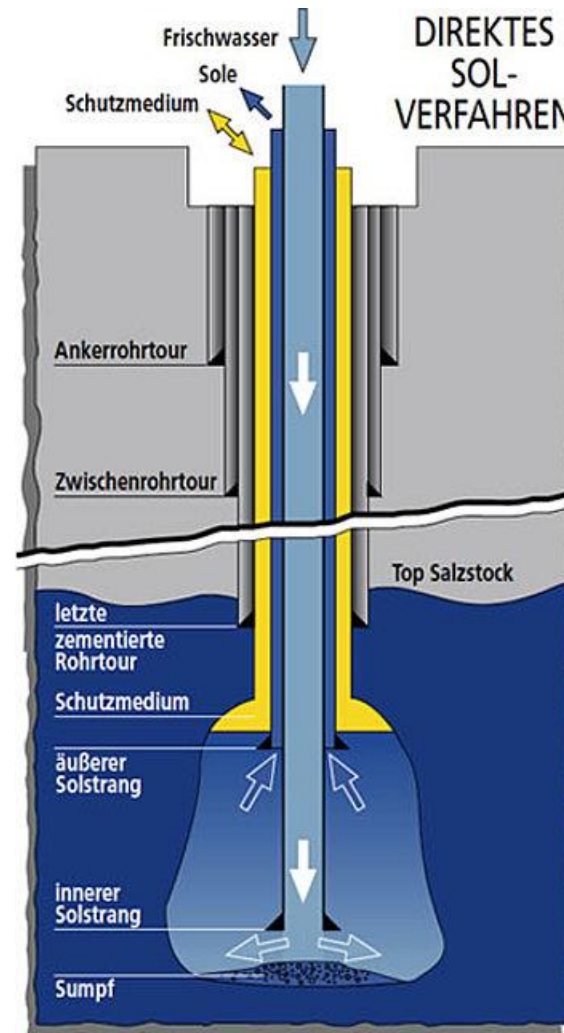
ohne Maßstab, überhöht,
perspektivisch verzerrt,
nur ausgewählte Bohrungen



Am 24. Juli 1964 wurde die Bohrung Epe-1 an der Landstraße von Gronau nach Graes abgeteuft. Das Ziel war die mögliche Erkundung nach Erdgas, denn es hatte zu dieser Zeit erste vielversprechende Gasfunde, unter anderem in den Niederlanden gegeben. Aber anstelle von Erdgas wurde Steinsalz gefunden, was zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt war.

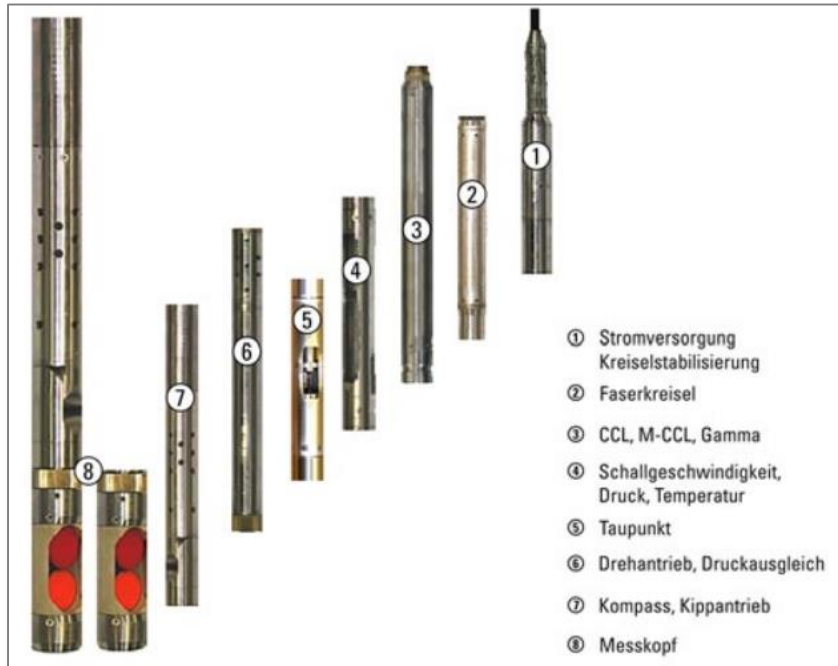
Die Entstehung einer Kaverne – Die Tiefbohrung und das Solverfahren

1. Die Steuerung des Solprozess erfolgt über die Verschiebung (Ziehen und Senken) des Solungsgestänges
2. Regelmäßiges Vermessen der Kaverne mittels Ultraschallmessungen (Hohlraumvermessung)



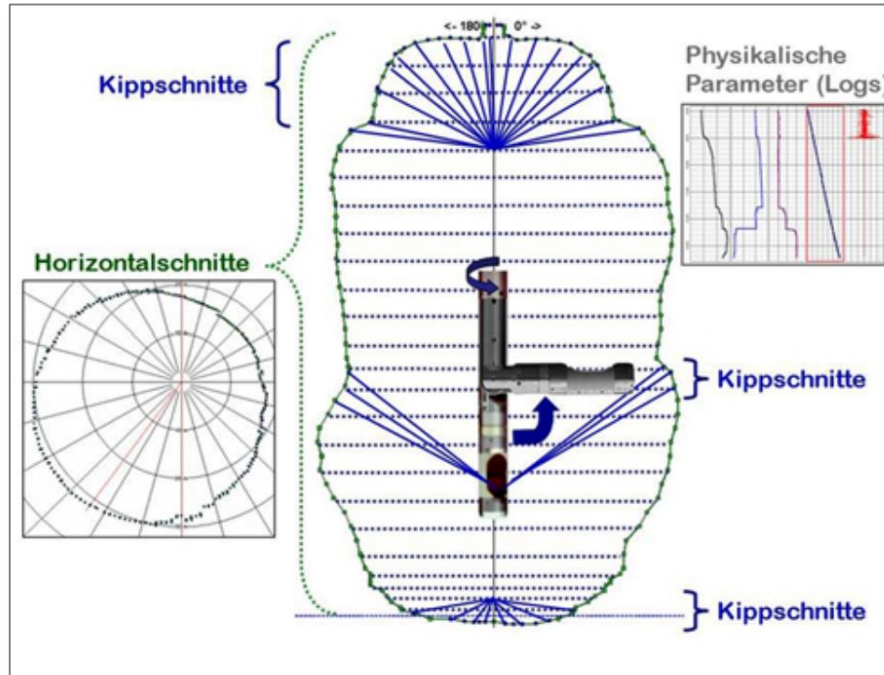
Die Kontrolle der Kaverne: Hohlräumvermessung

Werkzeug

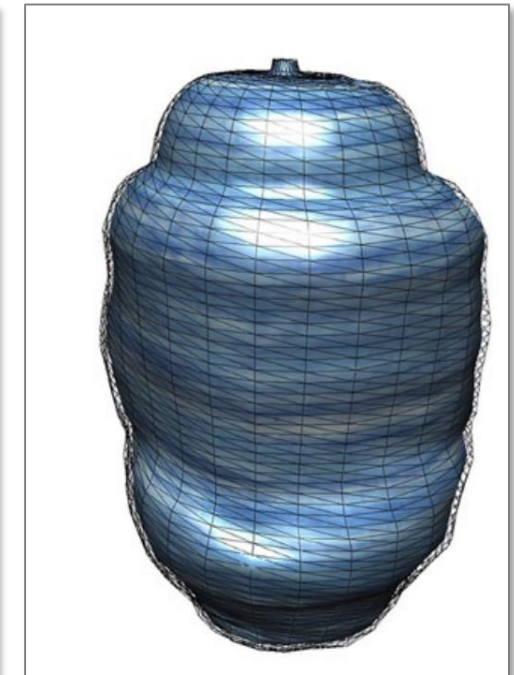


Gesamt
Einzelkomponenten

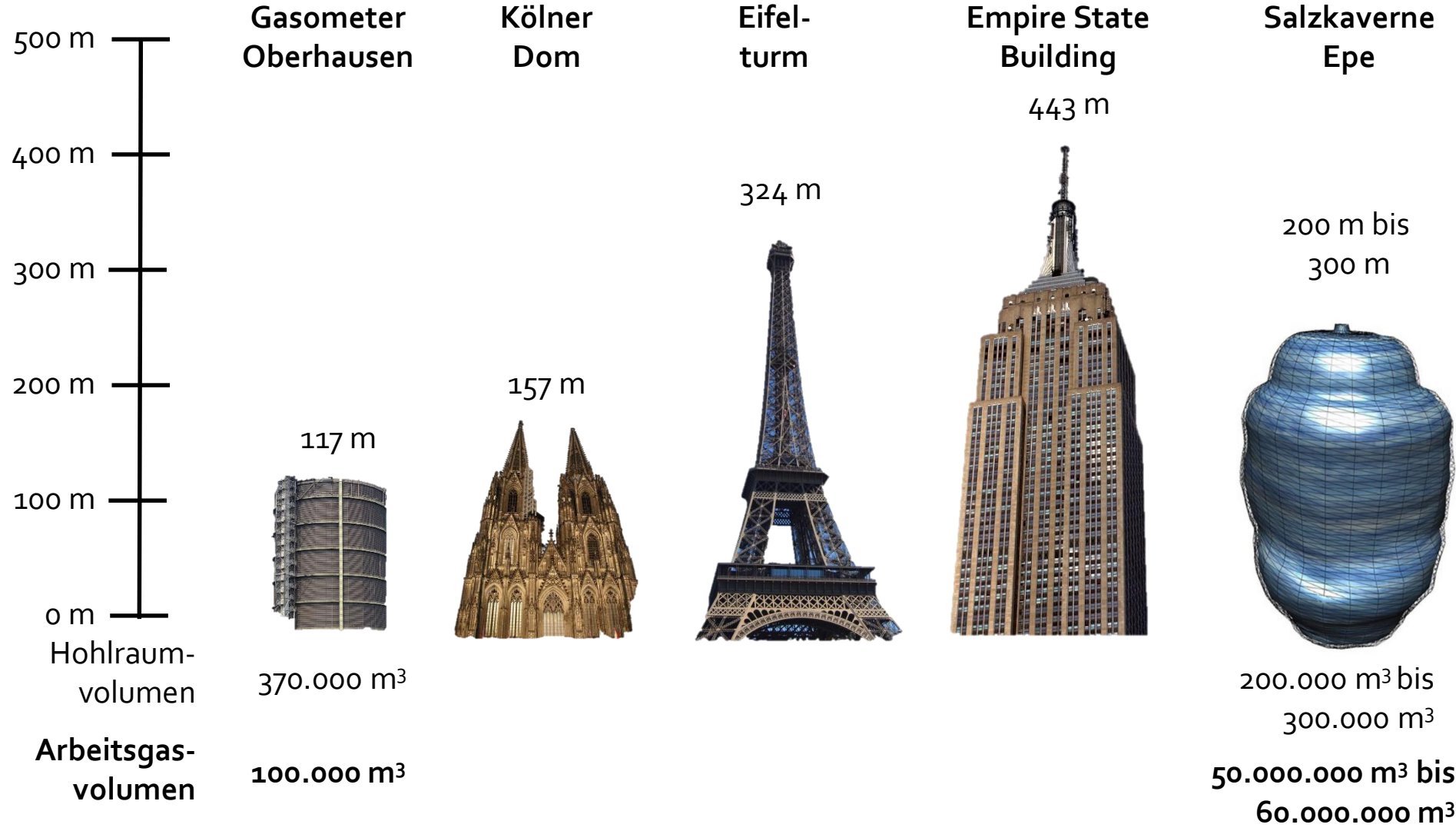
Vermessung



Ergebnis



Höhenvergleich einer Kaverne

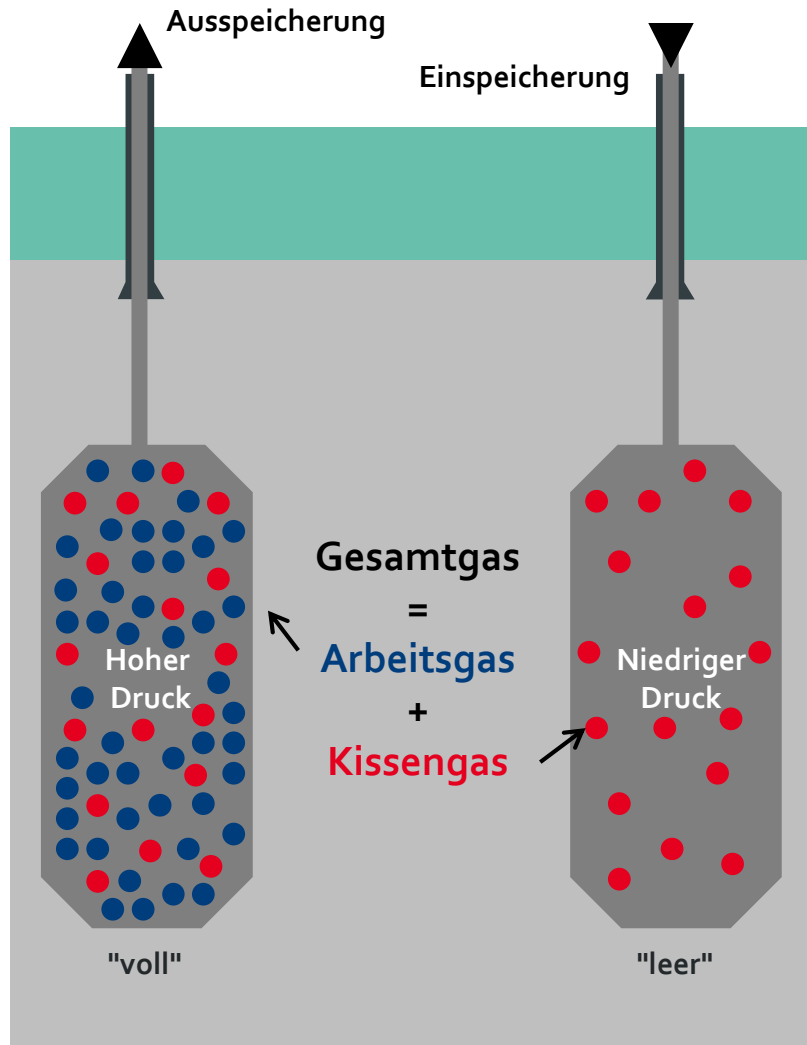


Eine Kaverne von Innen...

Das Dach der Kaverne im Spiegelsee, Besucherbergwerk Berchtesgaden

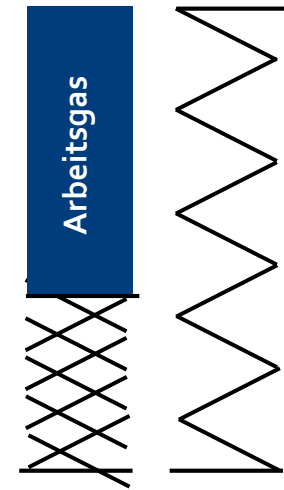


Die Stabilität einer Kaverne: Arbeitsgas - Kissengas



„Modell der gespannten Feder“

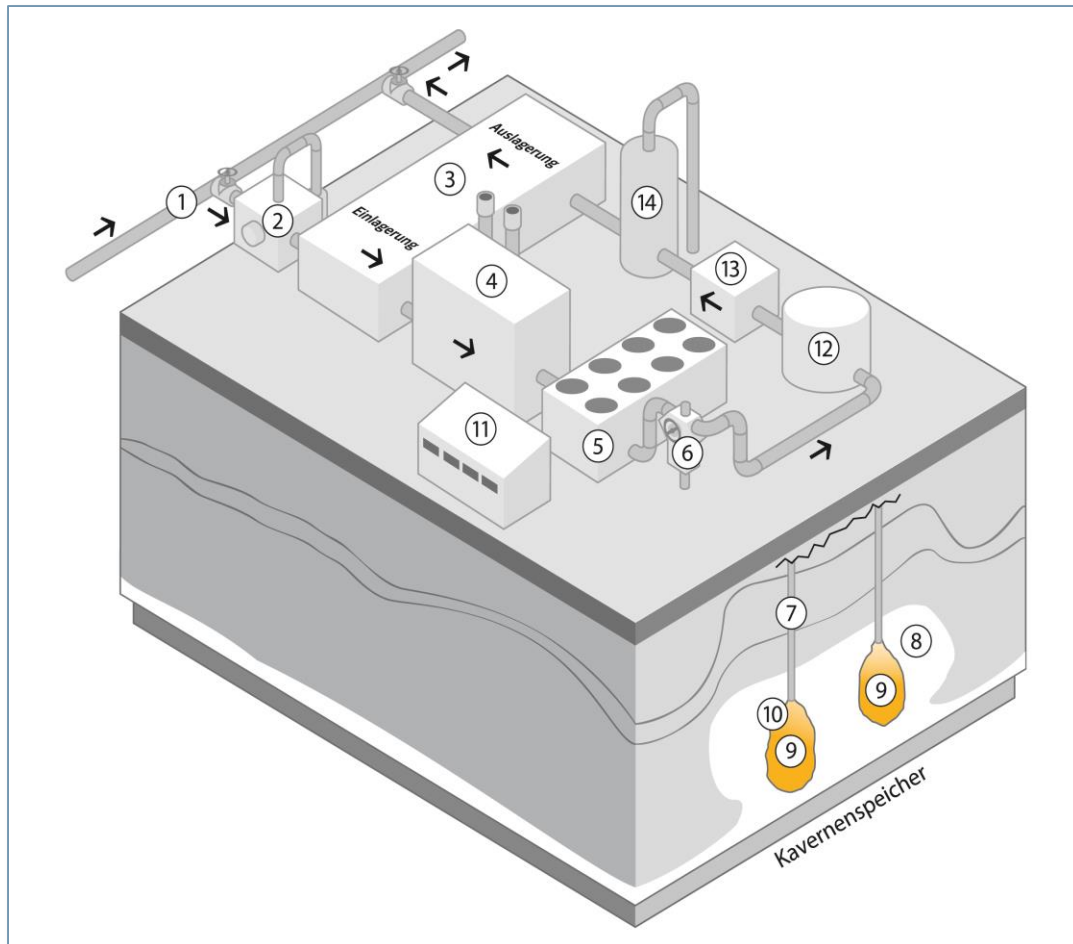
„Feder unter Spannung (Gewicht)“
=>
Mit Kissengas und Arbeitsgas gefüllter Speicher



„Feder mit Restspannung“
=>
Mit Kissengas gefüllter Speicher

- Das Verhältnis liegt bei Arbeitsgas (ca. 60%) zu Kissengas (ca. 40%). Das Verhältnis ist standortbezogen!
- Ein leerer Speicher ist nicht gasleer!

Betrieb Kavernenanlage



1. Fernleitungssystem
2. Filter
3. Messeinrichtung
4. Verdichter
5. Kühler
6. Bohrlochkopf (auf jeder Bohrung)
7. Bohrung
8. Salzschrift
9. Kavernen
10. gasdichte Deckschicht/Kavernenwandung
11. Leitstand
12. Erdgasvorwärmung
13. Druckreduzierung
14. Trocknung



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
- Ein Mal in 10 Jahren
- Kontinuierlich
- Überhaupt nicht



Wer überwacht das Kavernenfeld?

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

Wie regelmäßig erfolgt die Überwachung eines Kavernenfeldes?

- Ein Mal im Jahr
- Ein Mal in 10 Jahren
- Kontinuierlich
- Überhaupt nicht

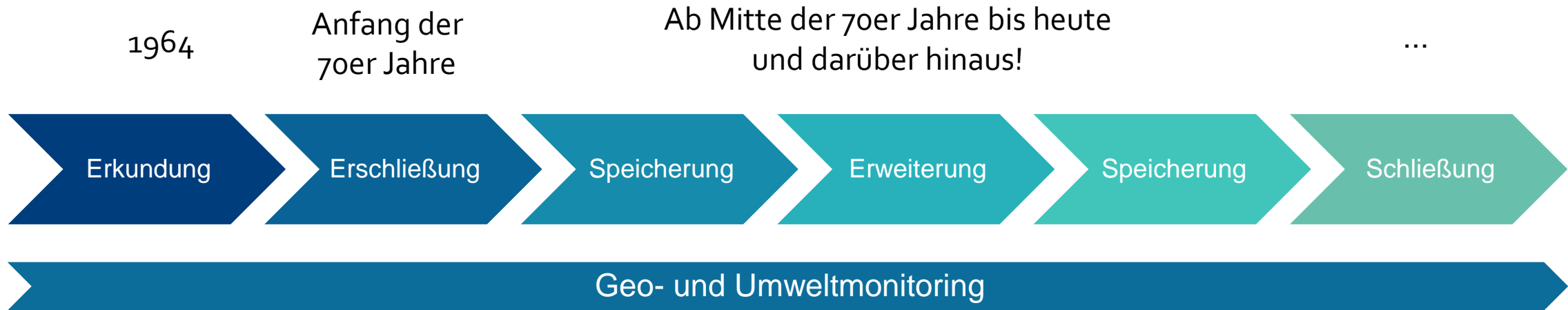
Wer überwacht das Kavernenfeld?

- 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

Die Überwachung eines Bergbaubetriebes erfolgt von Anfang an!



Die Überwachung (Geo- und Umweltmonitoring) ist eindeutig im Bundesberggesetz (BBergG) und seinen Verordnungen (u.a. Markscheider-Bergverordnung) geregelt!

Unabhängige und transparente Regelung!



<https://www.gesetze-im-internet.de/bbergg/>
<https://www.gesetze-im-internet.de/marschbergv/>

Die Regelung von bergbaulichen Prozessen: Das deutsche Bergrecht

- Bundesberggesetz (BBergG)
- Das BBergG vom 13. August 1980 ist das deutsche Bundesgesetz zur Regelung des Bergrechts. Es regelt alle bergrechtlichen Fragen von der Aufsuchung, über die Gewinnung eines Rohstoffes bis zur Schließung eines Bergwerkes.
- In Kraft getreten am 1.1.1982
- Letzte Änderung: 14. Juni 2021



3. Bergschaden

Anpassung

§ 110 Anpassungspflicht

§ 111 Sicherungsmaßnahmen

§ 112 Verlust des Ersatzanspruchs

§ 113 Bauwarnung

Haftung für Bergschäden

§ 114 Bergschaden

§ 115 Ersatzpflicht des Unternehmers

§ 116 Ersatzpflicht des Bergbauberechtigten

§ 117 Umfang der Ersatzpflicht, Verjährung, Rechte Dritter

§ 118 Mitwirkendes Verschulden

§ 119 Mitwirkung eines Dritten

§ 120 Bergschadensvermutung

§ 121 Verhältnis zu anderen Vorschriften

Bergschadensausfallkasse

§ 122 Ermächtigung

§ 123 Durchführungsverordnung

Bergbau und öffentliche Verkehrsanlagen

§ 124 Öffentliche Verkehrsanlagen

Beobachtung der Oberfläche

§ 125 Messungen

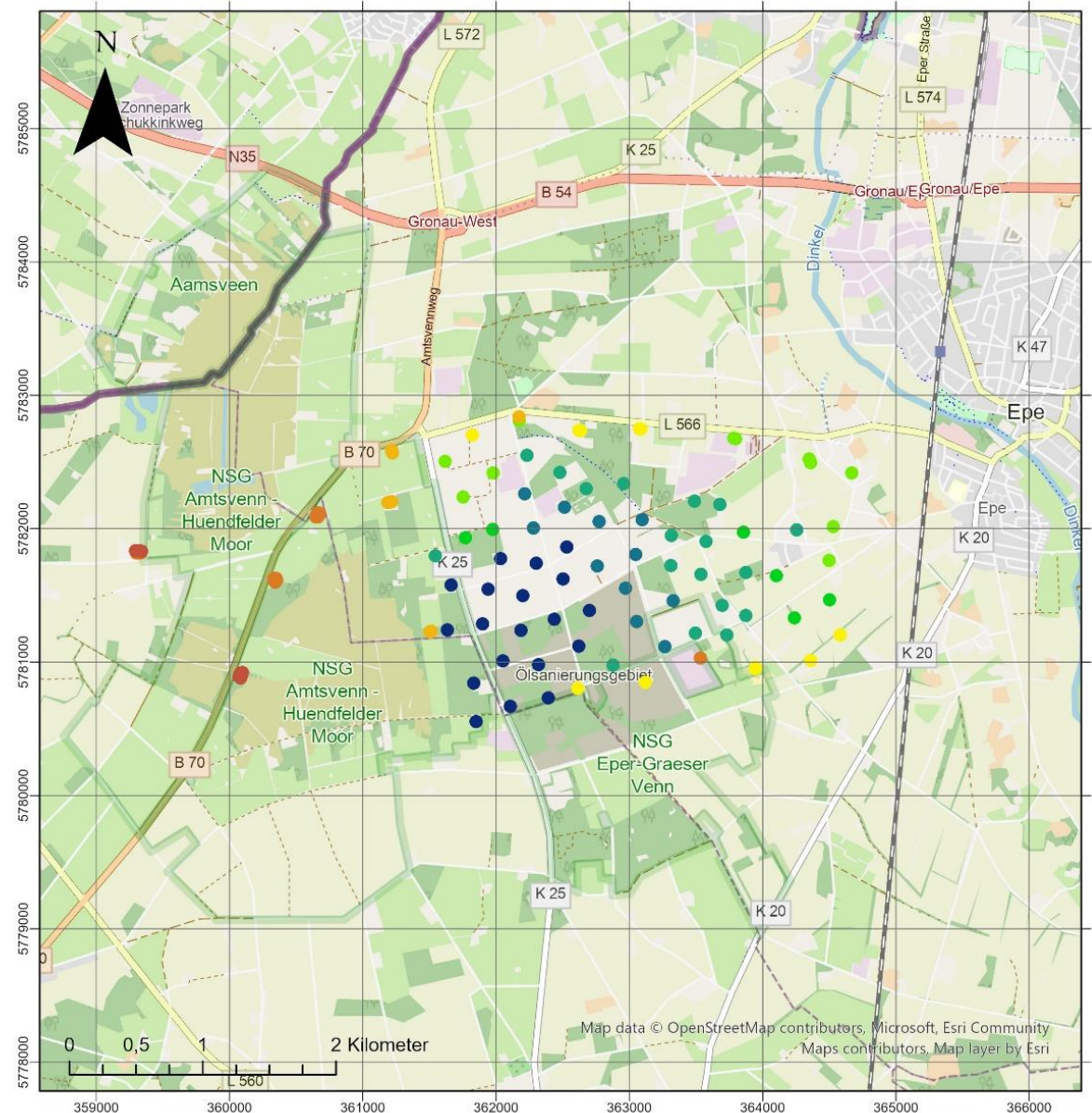
Kavernenbetreiber Epe

Betreiber/ Eigentümer	Anzahl Kavernen	Gesamtvolumen (Mio. m ³)	max. nutzbares Arbeitsgas (Mio m ³)	Produkt
Salzgewinnungsgesellschaft Westfalen mbH & Co. KG	5	k.A.	k.A.	Rohöl
ENECO Gasspeicher GmbH	2	132	94	Erdgas
KGE-Kommunale Gasspeicherges. Epe mbH & Co. KG	4	241	186	Erdgas
NUON Epe Gasspeicher GmbH	7	410	300	Erdgas
RWE H-Gas Storage West GmbH	10	509	388	Erdgas
RWE L-Gas Storage West GmbH	4	246	178	Erdgas
RWE NL-Gas Storage West GmbH	6	388	296	Erdgas
Trianel Gasspeicher Epe GmbH & Co. KG	4	249	190	Erdgas
Uniper Energy Storage GmbH (H-Gas, L-Gas)	10-L/29-H	2408	1916	Erdgas
Air Liquide	1	k.A.	k.A.	Helium
Salzgewinnungsgesellschaft Westfalen mbH & Co. KG	k.A.	k.A.	k.A.	Sole
Uniper EnergyStorage GmbH	1	k.A.	k.A.	Sole

Zeitliche Entwicklung der Bohrungen und Kavernen

Bohrungen Kavernenfeld

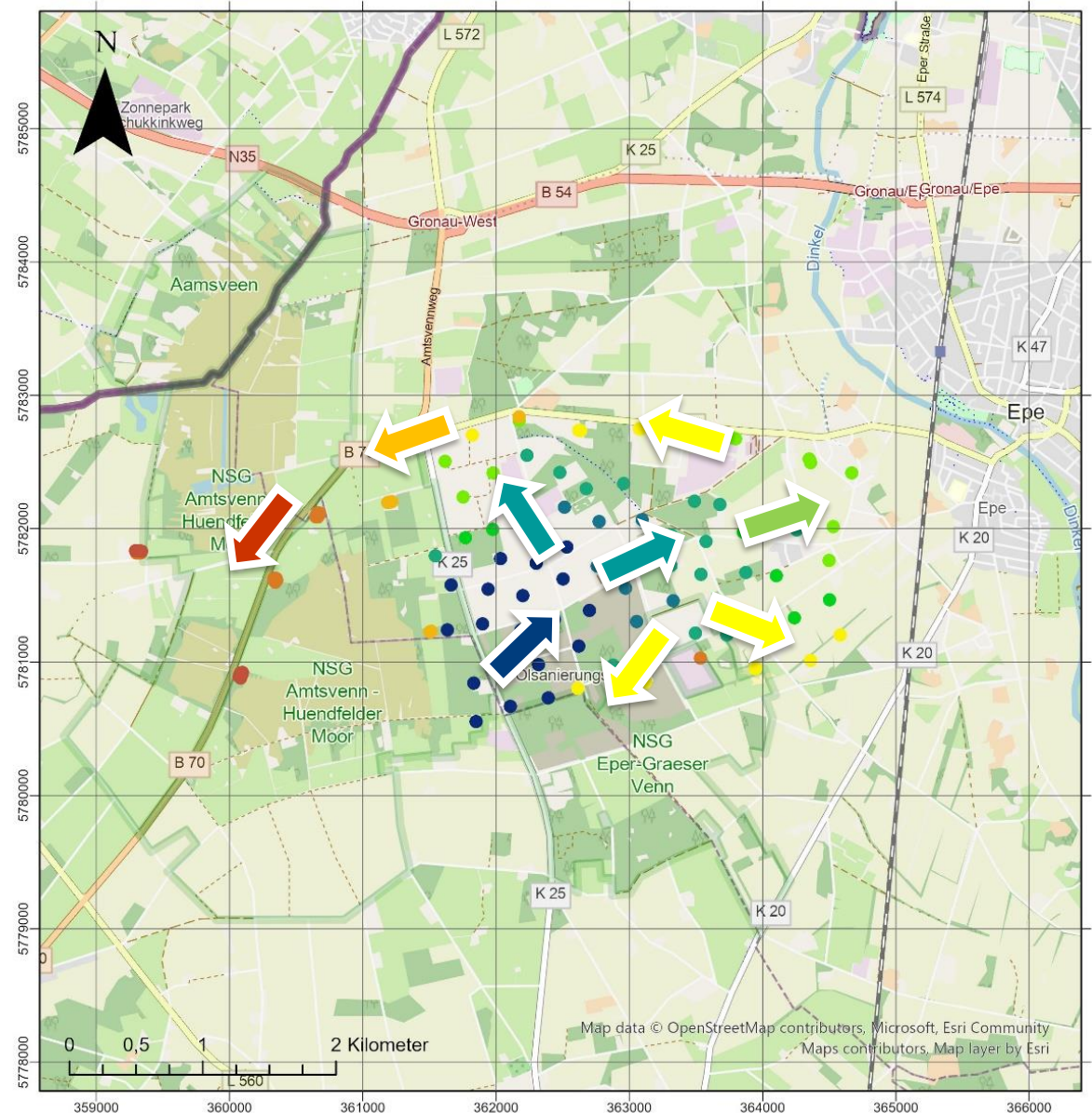
- 1970 - 1975
- 1975 - 1980
- 1980 - 1985
- 1986 - 1990
- 1990 - 1995
- 1995 - 2000
- 2000 - 2010
- 2010 - 2015



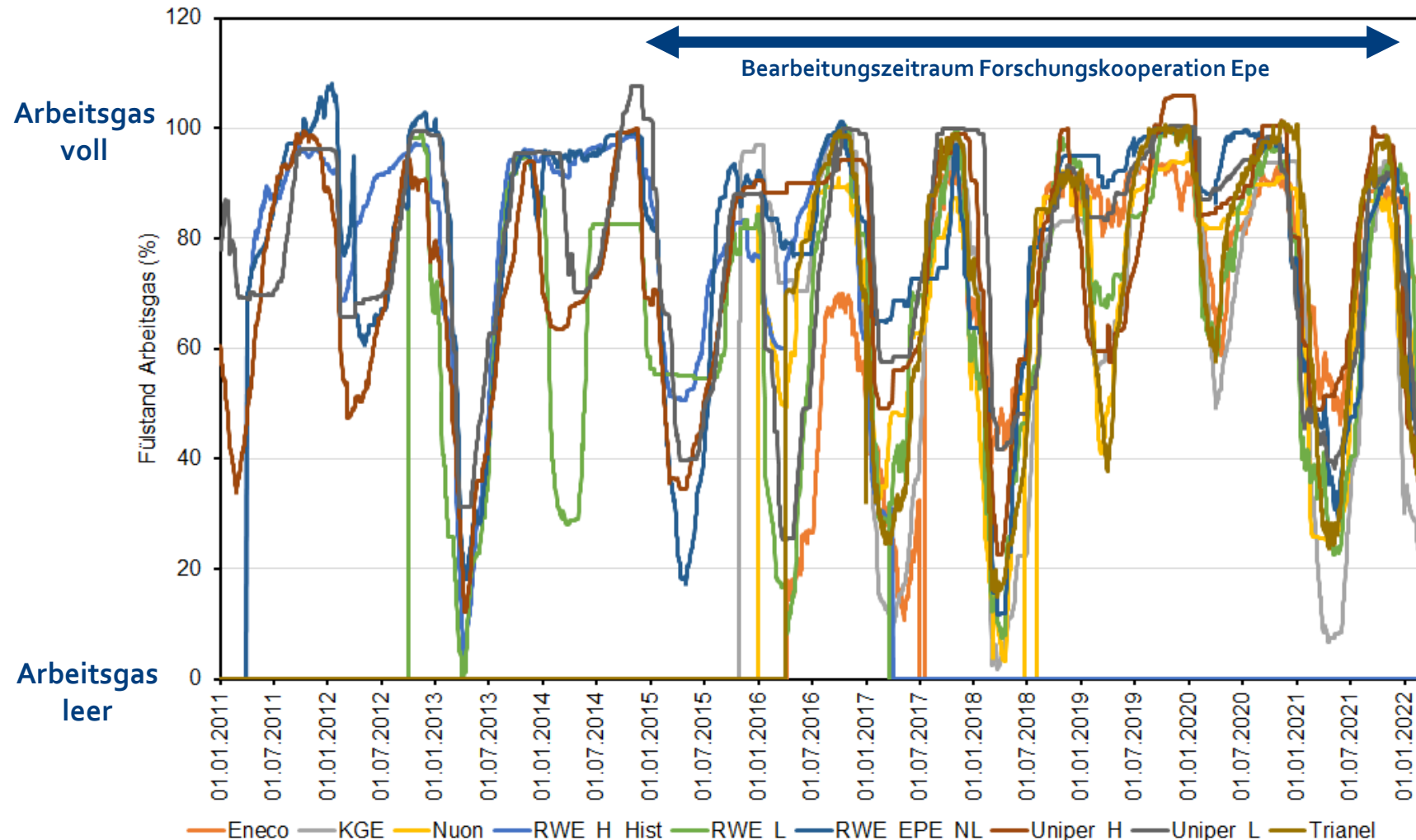
Zeitliche Entwicklung der Bohrungen und Kavernen

Bohrungen Kavernenfeld

- 1970 - 1975
- 1975 - 1980
- 1980 - 1985
- 1986 - 1990
- 1990 - 1995
- 1995 - 2000
- 2000 - 2010
- 2010 - 2015



Speicherbetrieb Epe (1.1.2011 bis 31.12.2021)



- Die Füllstände des Speicher sind Verbrauch(er) abhängig! (u.a. Wetter/Temperatur, Gasverfügbarkeit, Krisen)
- Sehr unterschiedliche Jahresverläufe
- „Arbeitsgas = leer“ bedeutet nicht „Speicher ist gas-leer“!
- Keine Prognose möglich!

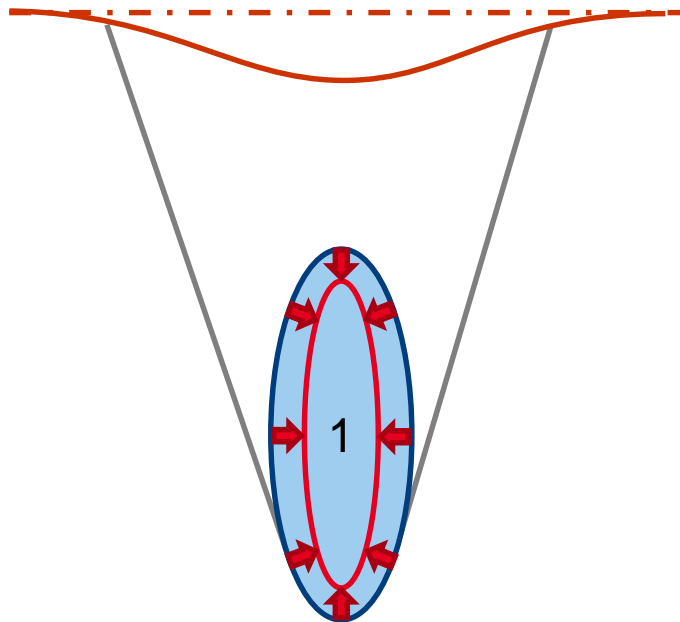


<https://agsi.gie.eu/#/>

(Daten verfügbar ab dem 1.1.2011)

Das Modell der Bodenbewegung durch Kavernen

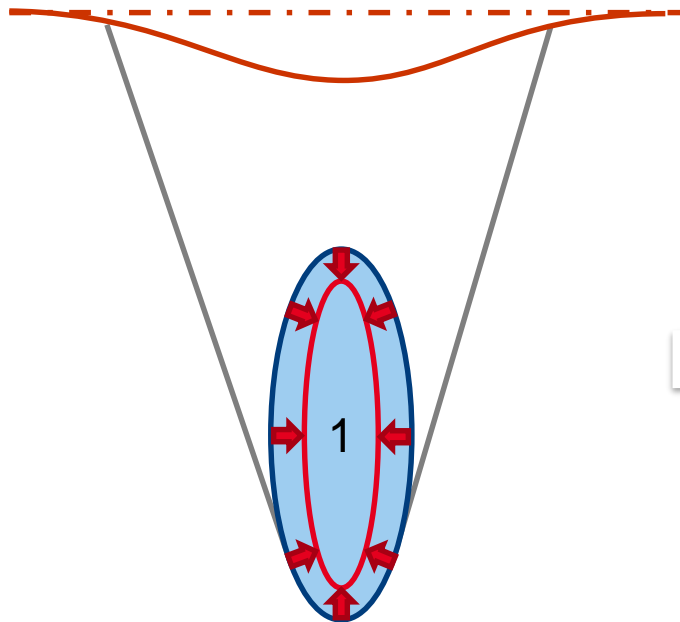
Einzelfallbetrachtung Kaverne (Schnitt)



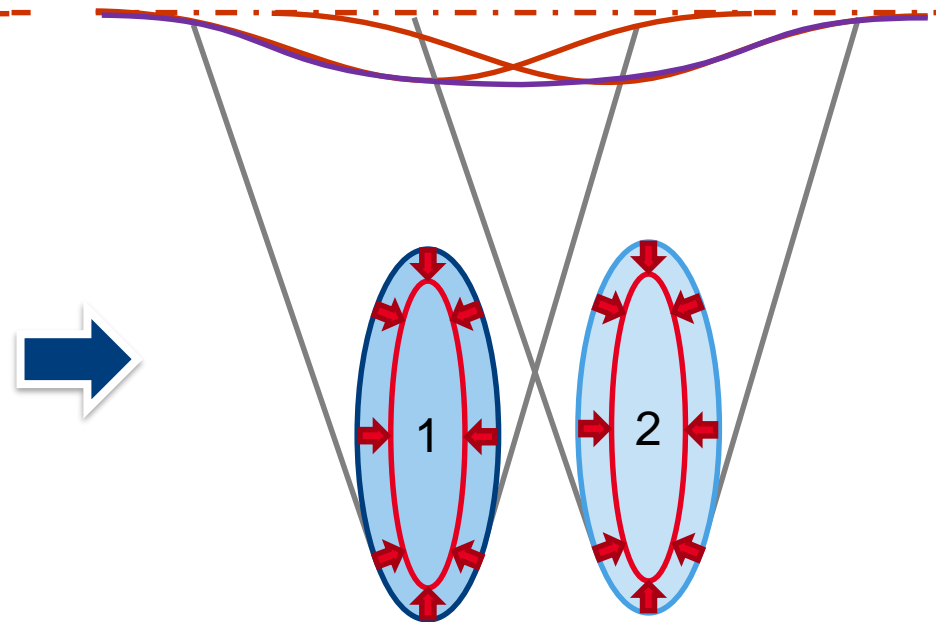
Schrumpfung (Konvergenz) einer
Kaverne führt zu Bodenbewegungen
an der Tagesoberfläche

Das Modell der Bodenbewegung durch Kavernen

Einzelfallbetrachtung Kaverne
(Schnitt)



Betrachtung mehrerer
Kavernen (Schnitt)

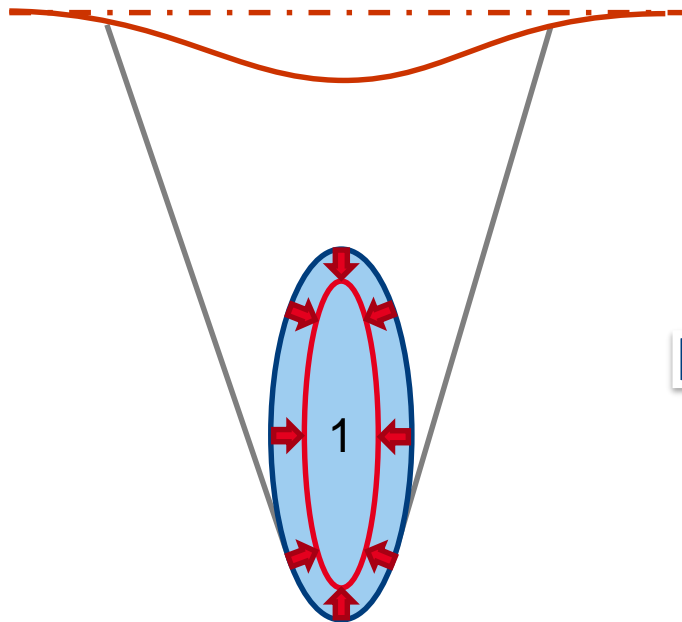


Schrumpfung (Konvergenz) einer Kaverne führt zu Bodenbewegungen an der Tagesoberfläche

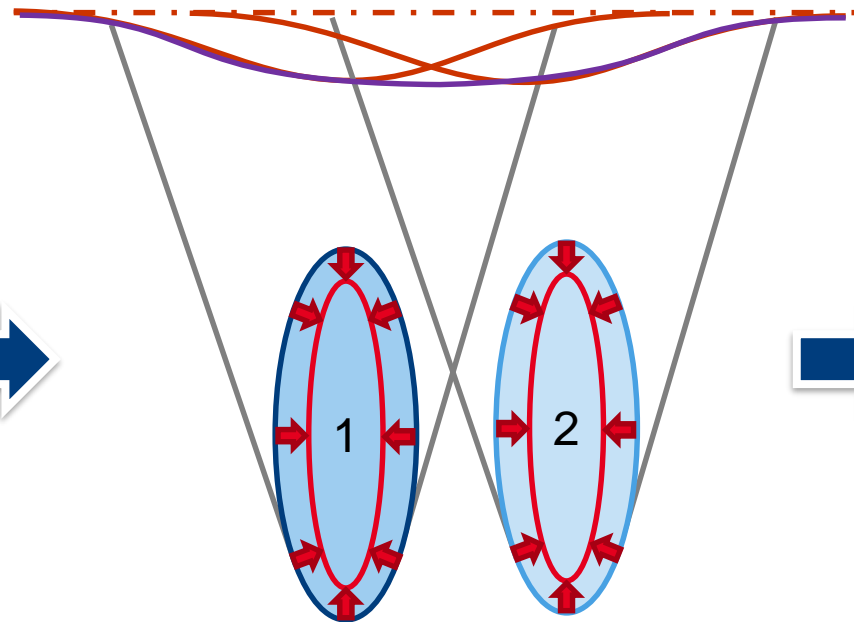
Die Schrumpfungen der einzelnen Kavernen überlagern sich an der Tagesoberfläche

Das Modell der Bodenbewegung durch Kavernen

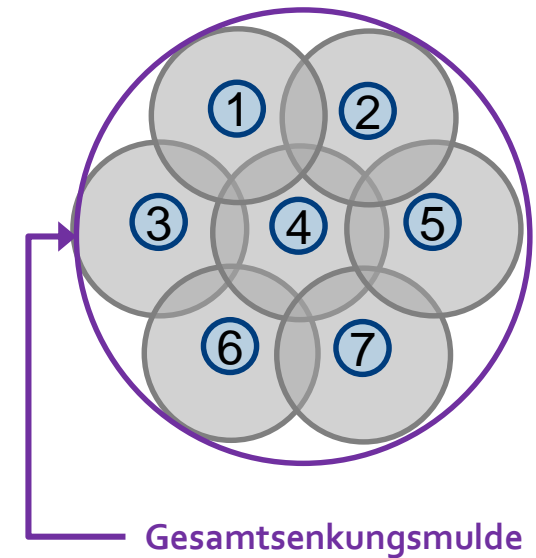
Einzelfallbetrachtung Kaverne (Schnitt)



Betrachtung mehrerer Kavernen (Schnitt)



Gesamtbetrachtung eines Kavernenfeldes (Aufsicht)

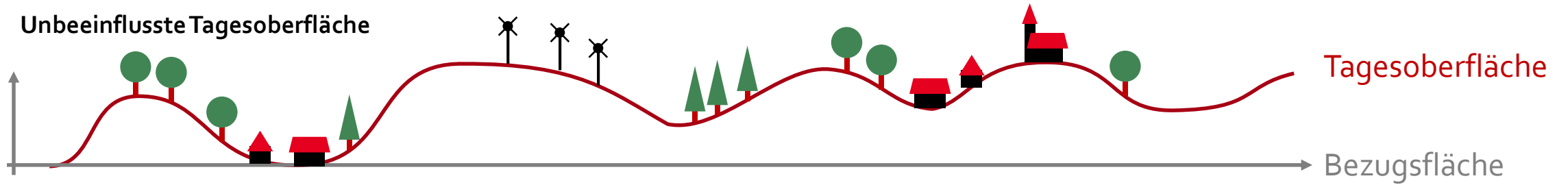


Schrumpfung (Konvergenz) einer Kaverne führt zu Bodenbewegungen an der Tagesoberfläche

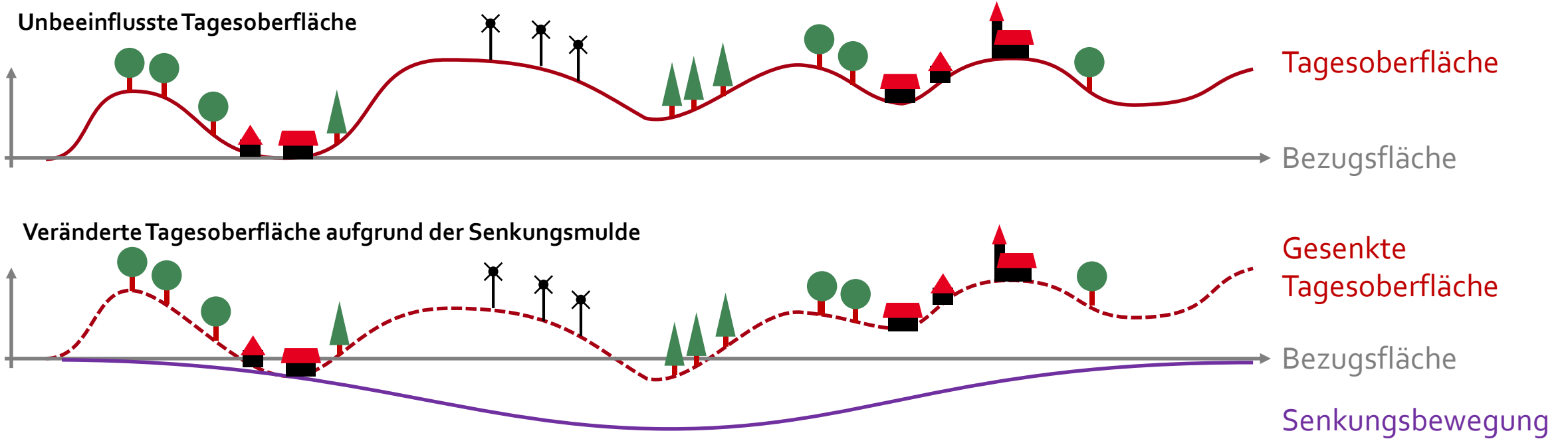
Die Schrumpfungen der einzelnen Kavernen überlagern sich an der Tagesoberfläche

Ein Kavernenfeld hat eine Gesamtsenkungsmulde

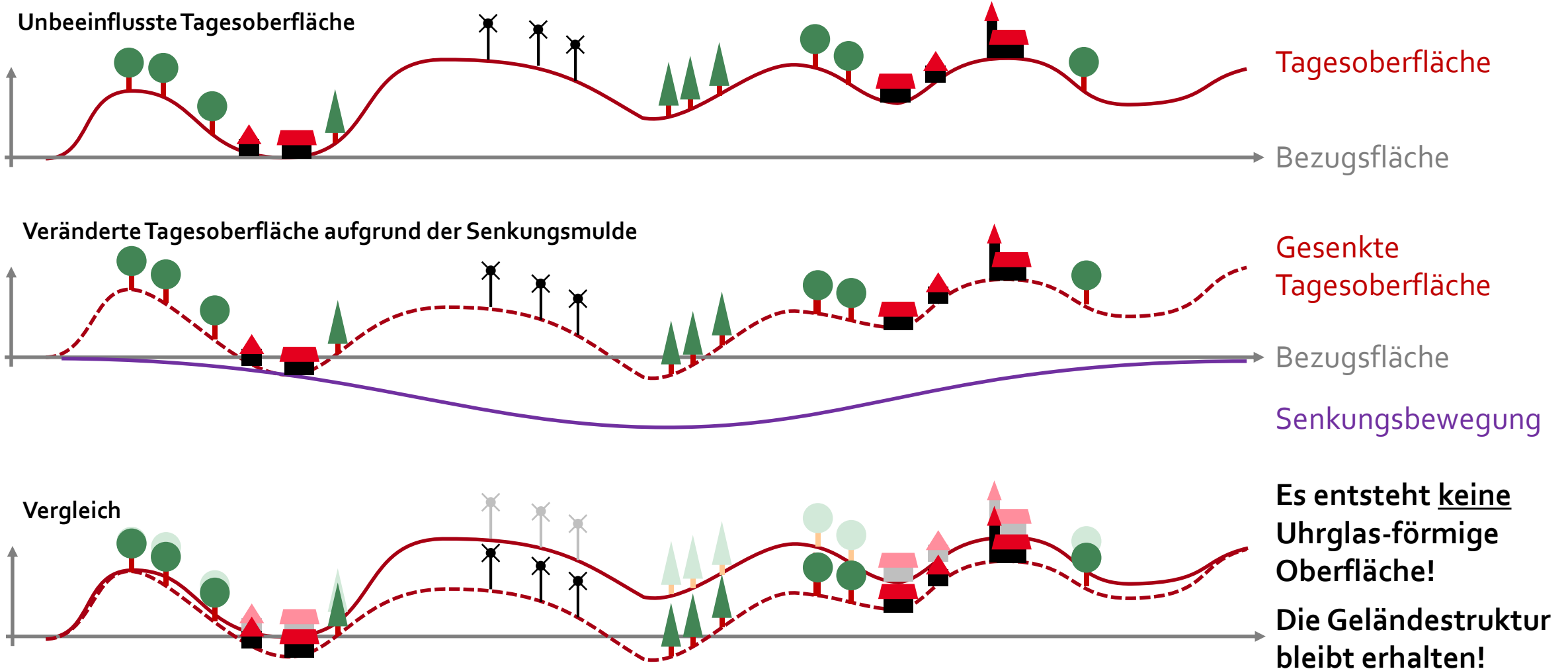
Die Ausbildung der Senkungsmulde an der Tagesoberfläche



Die Ausbildung der Senkungsmulde an der Tagesoberfläche



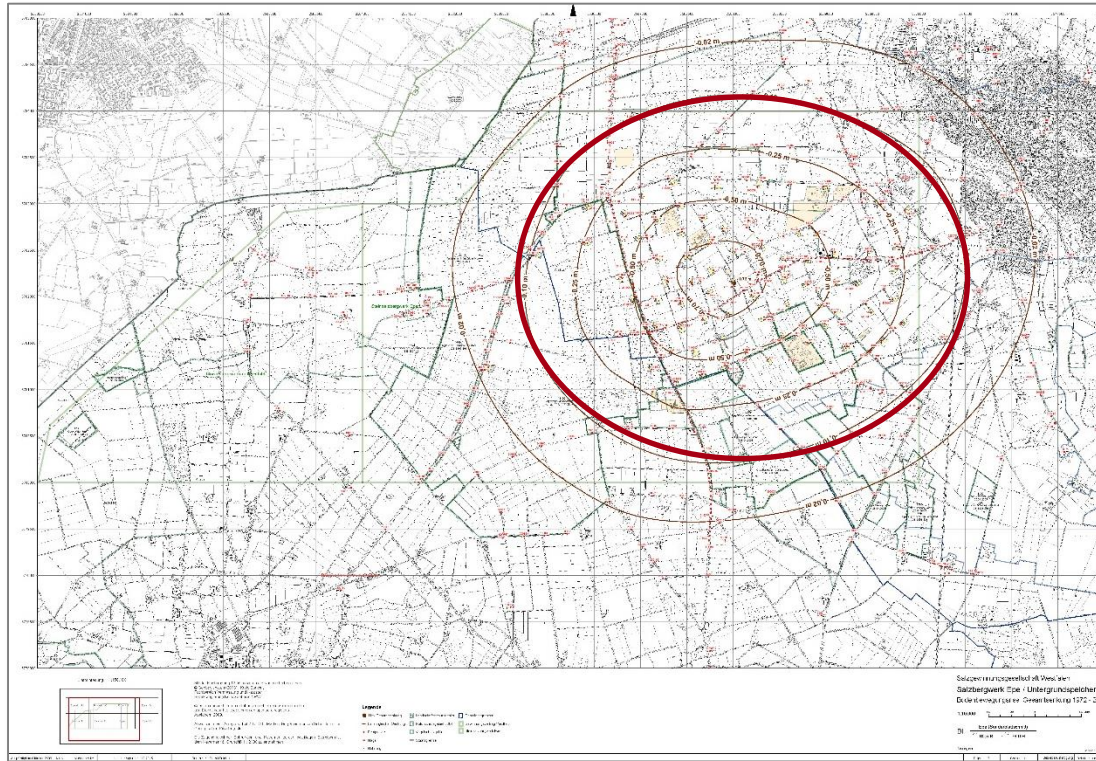
Die Ausbildung der Senkungsmulde an der Tagesoberfläche



Dokumentation der Bodenbewegung – Flächige Höhenmessung

Gesamtbodenbewegung 2015

Durchführung durch bergrechtlich-verantwortliche und öffentlich bestellte Person: **Markscheider (Bergnotar)**

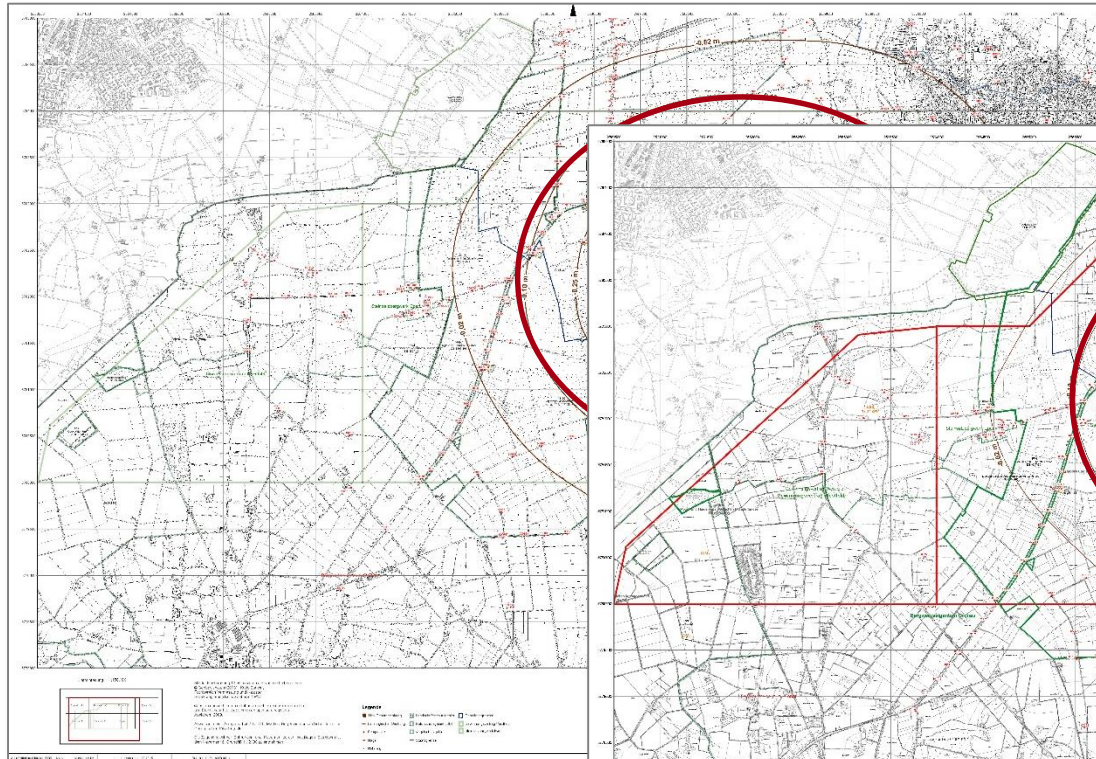


Linie der 10 cm Bodenbewegung

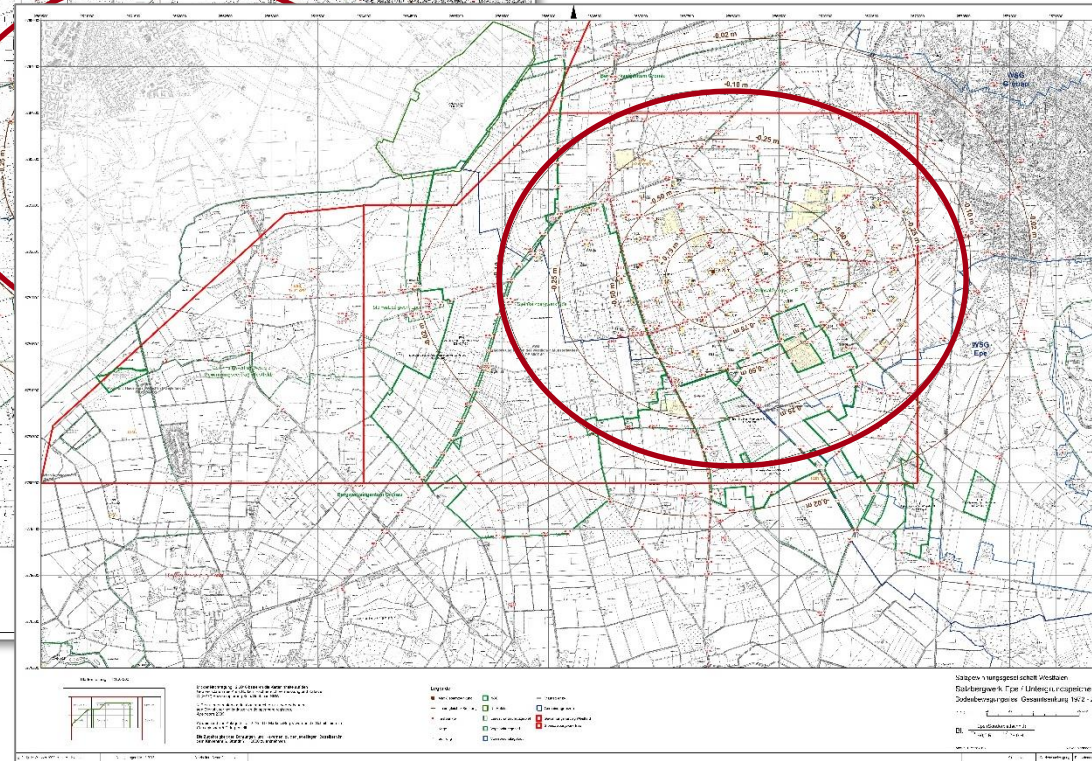
Dokumentation der Bodenbewegung – Flächige Höhenmessung

Gesamtbodenbewegung 2015

Durchführung durch bergrechtlich-verantwortliche und öffentlich bestellte Person: **Markscheider (Bergnotar)**



Linie der 10 cm Bodenbewegung

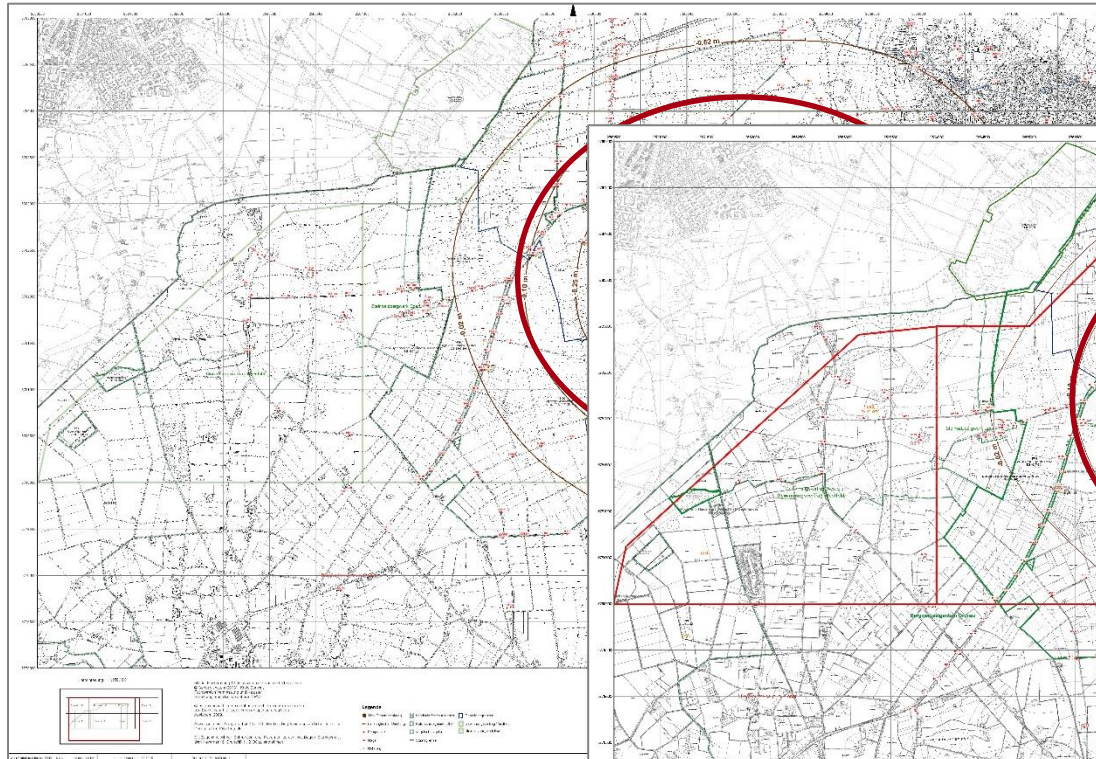


Gesamtbodenbewegung 2018

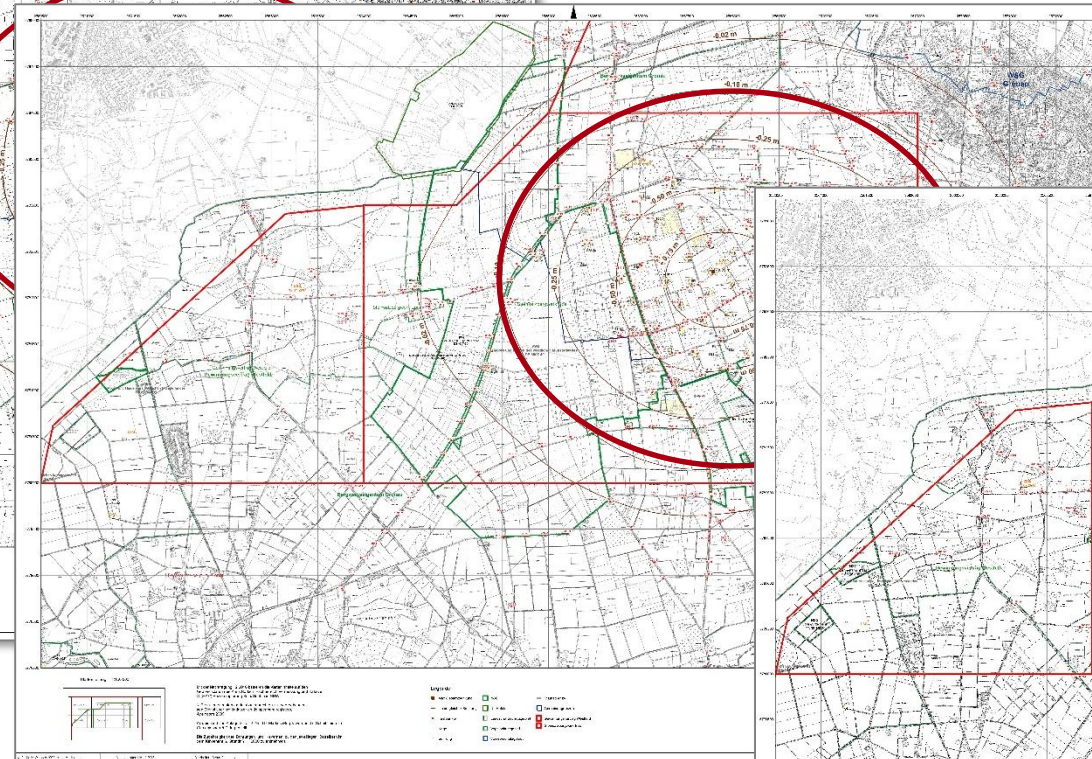
Dokumentation der Bodenbewegung – Flächige Höhenmessung

Gesamtbodenbewegung 2015

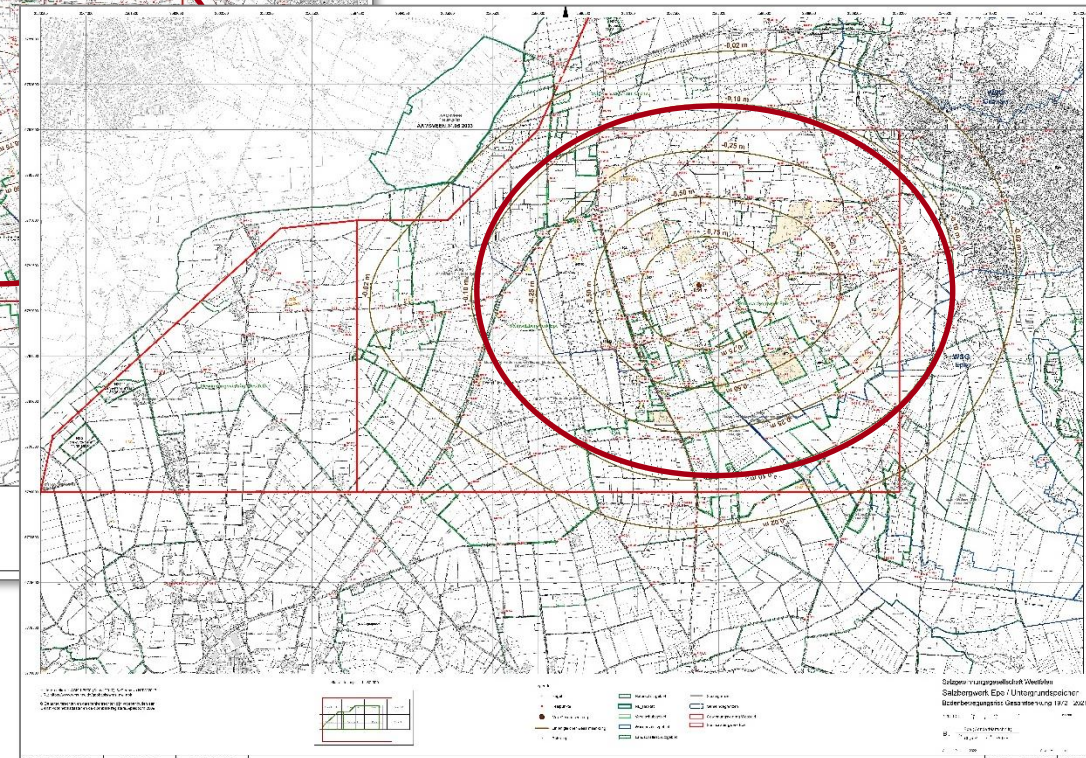
Durchführung durch bergrechtlich-verantwortliche und öffentlich bestellte Person: **Markscheider (Bergnotar)**



Linie der 10 cm Bodenbewegung



Gesamtbodenbewegung 2018



Senkungsmaximum (2021): -0,91 m

Gesamtbodenbewegung 2021

Fernerkundung mittels Radar-Satelliten (EU-Copernicus – Sentinel-1)

Amtsvenn

Keine Rückstreuer

Kavernenfeld

Wenige Rückstreuer

Epe

Viele Rückstreuer

~ +50 m

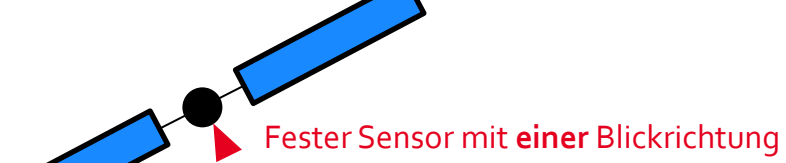
Moor

Senkungsmulde

~ -1.000 m

Zwei Methoden der Radar-Fernerkundung:

- 1. Persistent-Scatterer-Interferometry (PSI):**
Nutzung von stabilen, permanenten Rückstreuern (Persistent Scatterer) zum Aufbau von Zeitreihen der Bodenbewegung.
- 2. Distributed-Scatterer-Interferometry (DSI):**
Nutzung von statistischen Methoden zur Berechnung von Bodenbewegungen im Bereichen ohne stabile, permanente Rückstreuer.



Fernerkundung mittels Radar-Satelliten (EU-Copernicus – Sentinel-1)

Aufsteigender Überflug

Amtsvenn

Keine Rückstreuer

?

Moor

Kavernenfeld

Messung 1

Wenige Rückstreuer

Messung 2

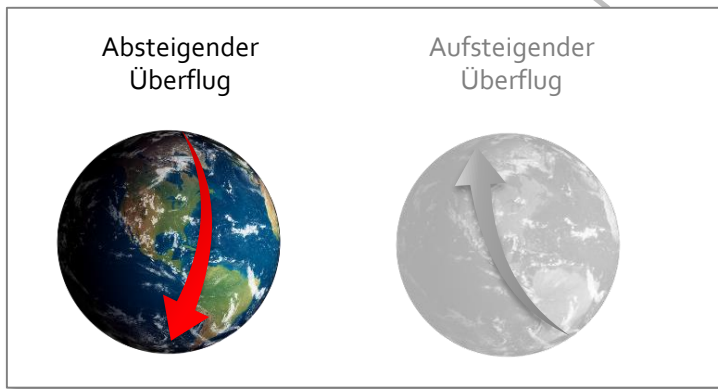
Epe

Messung 1

Viele Rückstreuer

Messung 2

~+50 m



Auflösung der Radar-Fernerkundung:

- Frei verfügbare Systeme (z. B. EU-Copernicus):**
 x, y (Fläche): Meter bis Dekameter
 z (Höhe, Tiefe): Sub-Zentimeter
- Kommerzielle Systeme (z. B. TerraSAR-X):**
 x, y (Fläche): Wenige Dezimeter
 z (Höhe, Tiefe): Millimeter



Fernerkundung mittels Radar-Satelliten (EU-Copernicus – Sentinel-1)

Aufsteigender Überflug

Absteigender Überflug

Amtsvenn

Keine Rückstreuer

?

Moor

Kavernenfeld

Messung 1

Wenige Rückstreuer

Messung 1b

Messung 2

Messung 2b

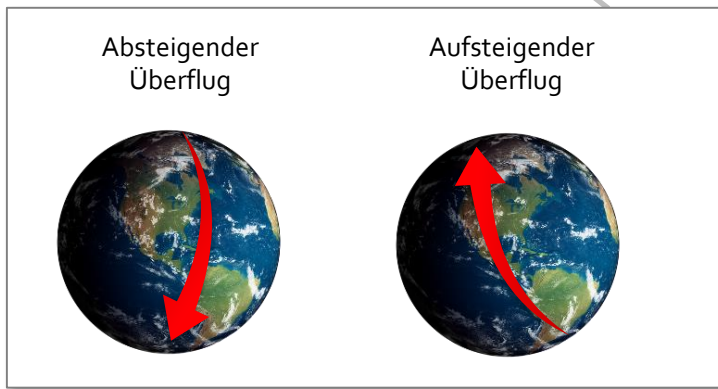
Epe

Messung 1, 1b

Viele Rückstreuer

Messung 2, 2b

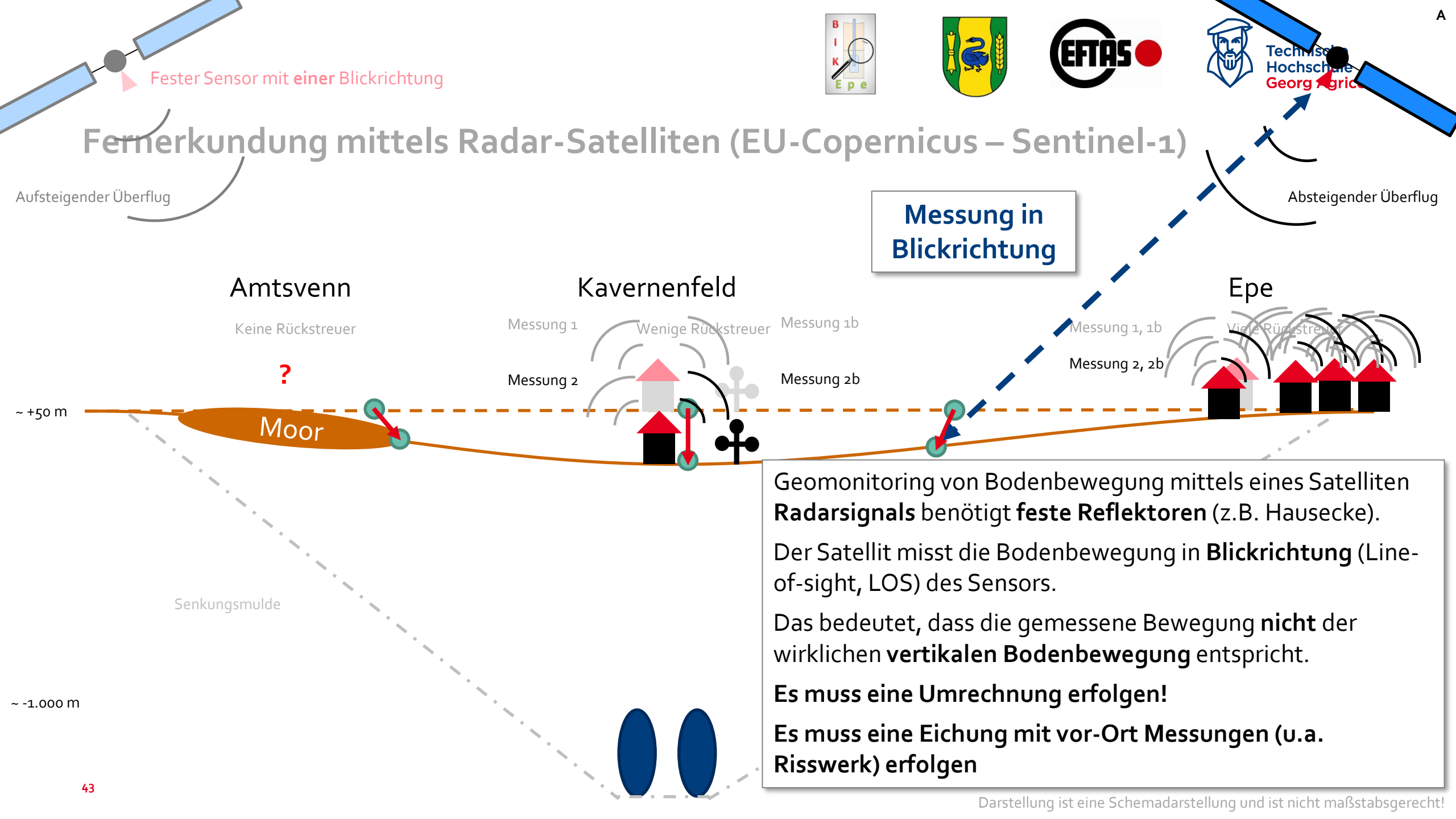
~+50 m





Technische Hochschule
Georg Agricola

Fernerkundung mittels Radar-Satelliten (EU-Copernicus – Sentinel-1)



Messung in
Blickrichtung

Amtsvenn

Keine Rückstreuer

?

Moor

Kavernenfeld

Messung 1

Wenige Rückstreuer

Messung 1b

Messung 2

Messung 2b

Epe

Messung 1, 1b

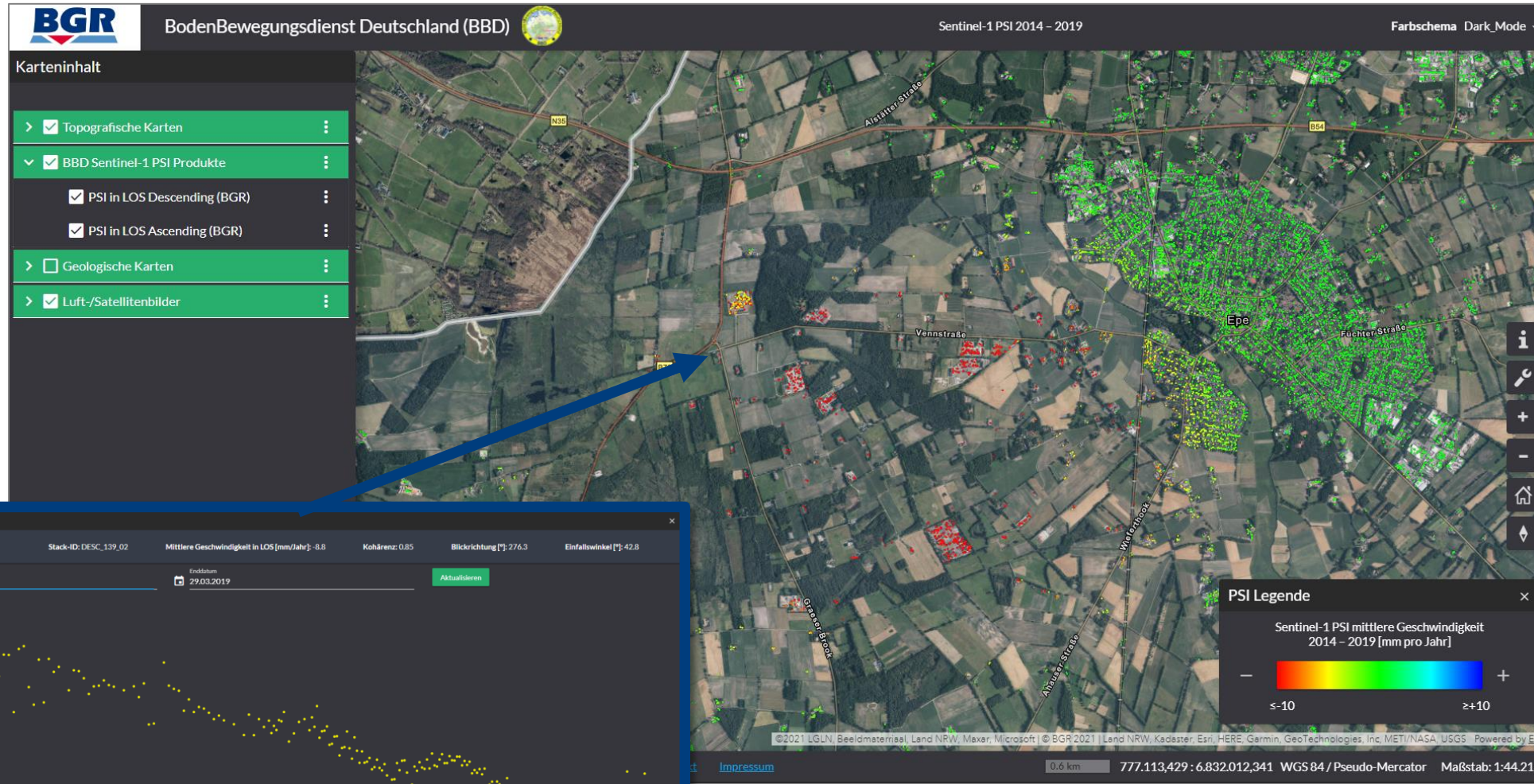
Viele Rückstreuer

Messung 2, 2b

Geomonitoring von Bodenbewegung mittels eines Satelliten Radarsignals benötigt **feste Reflektoren** (z.B. Hausecke).
 Der Satellit misst die Bodenbewegung in **Blickrichtung** (Line-of-sight, LOS) des Sensors.
 Das bedeutet, dass die gemessene Bewegung **nicht** der wirklichen **vertikalen Bodenbewegung** entspricht.
Es muss eine Umrechnung erfolgen!
Es muss eine Eichung mit vor-Ort Messungen (u.a. Risswerk) erfolgen

Darstellung ist eine Schemadarstellung und ist nicht maßstabsgerecht!

Dokumentation der Bodenbewegung – Bodenbewegungsdienst Deutschland



Darstellung der Bodenbewegung in Blickrichtung des Satelliten!

Das ist keine vertikale Bodenbewegung



Dokumentation der Bodenbewegung – Niederländischer Bodenbewegungsdienst

Was zeigt die Setzungskarte 2.0?

Wir zeigen die geschätzte Bewegungsgeschwindigkeit von Millionen von InSAR - Messpunkten, an denen die Absenkung farblich angezeigt wird. Die Farbskala kann eingestellt werden, um mehr Details zu sehen. Durch Anklicken eines Messpunktes erscheint der zeitliche Verlauf der Bewegung dieses Punktes von Januar 2015 bis Juni 2020.

Welche Kartenebenen gibt es?

Das Satellitenradar blickt von sechs verschiedenen Positionen im All auf die Niederlande. Die entsprechenden Kartenebenen heißen West, Middle und East. Aufgrund der unterschiedlichen Positionen des Satelliten werden immer unterschiedliche Messpunkte gefunden. Dies kann auch zu Widersprüchen führen.

Wie wurde die Karte erstellt?

SkyGeo erstellte die Karte durch die Verarbeitung komplexer Radardaten von Satelliten. Die InSAR-Daten in der Setzungskarte sind Verschiebungsschätzungen basierend auf verschiedenen Annahmen.

JA, ICH MELDE MICH FÜR DEN ZUGRIFF AUF EINE IN SAR-KARTE MIT MEHR FUNKTIONEN UND DATEN FÜR TIEFBAUARBEITEN AN

Für Anwendungen in der Bauingenieurpraxis können Sie nach der Registrierung weiter hineinzoomen und aktuellere Daten in einem besseren Viewer sehen. Wir passen die InSAR-Verarbeitungsmethode immer an die Anwendung und andere verfügbare Daten an. Das war in dieser Landeskarte natürlich nicht möglich; Die Daten wurden jedoch landesweit zum Vergleich validiert. Interpretieren Sie diese Daten mit Fachwissen und Änderungen vorbehalten, siehe [hier](#).

Die Auswirkungen von Setzungen, wie Schäden an Fundamenten und Gebäuden, Schäden an Straßen, Schäden an Kanälen und Rohren, können visualisiert und kategorisiert werden. Siehe Fälle nach Art der politischen Entscheidung.

Abgeleitete Schichten

In den abgeleiteten Layern zeigen wir Beispiele für die Nachbearbeitung der Daten, wie z. B. ein Stabilitätsmaß für Gemeinden und Wasserverbände, die Statistik der Bewegung von

Funktionsinfo

Mitte - 1

Ergebnis 1 oder 1

Mitte - 1

lineare Verschiebungsrate -16,5 mm/Jahr
 Qualität 0,71
 Punkthöhe 49,6 m
 Hochauflösende DEM-Höhe NaN m
 Nein. Beobachtungen 239

Die Standardabweichung der Positionsmesspunkte in der horizontalen Ebene beträgt ca. 10 m; Standardabweichung Höhenmesspunkte beträgt ca. 4 m. Diese Daten sind für Entscheidungen auf Objektebene nicht

Mehr Informationen

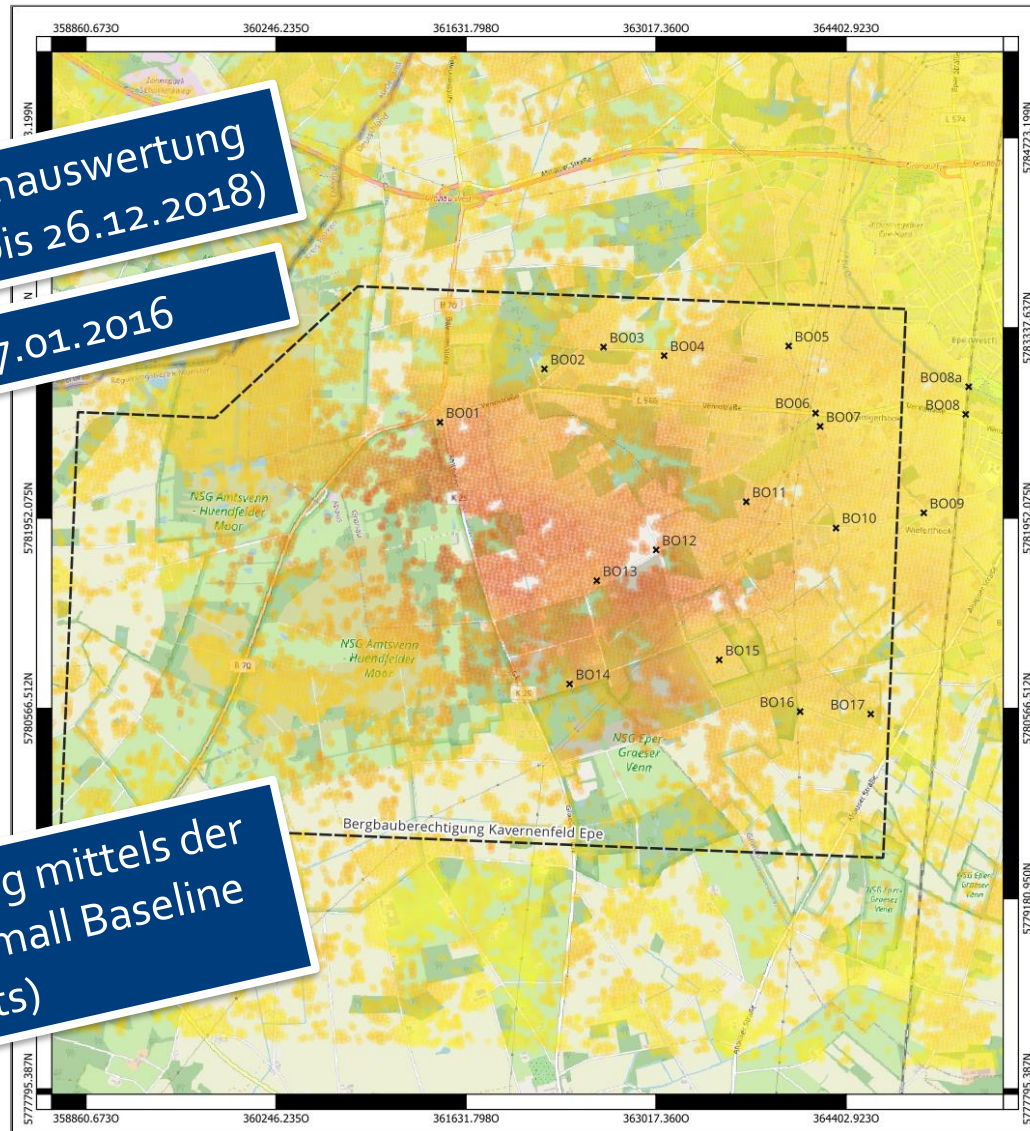
Darstellung der vertikalen Bodenbewegung



Bodenbewegung im Kavernenfeld – Erste Ergebnisse der Überwachung

1. Entwurf zur Datenauswertung
(Daten 17.01.2016 bis 26.12.2018)
Bezugsdatum 17.01.2016

Flächige Auswertung mittels der
SBAS Methode (Small Baseline
Subsets)



Übersicht Punktwolke



Legende

Vertikale Durchschnittsgeschwindigkeit



Interpretation

Zur Darstellung wurde eine kontinuierliche Farbskala von rot (negativ) nach blau (positiv) verwendet. Es werden die einzelnen Datenpunkte dargestellt.

Negative Werte bedeuten dabei eine Absenkung und positive Werte eine Hebung des Gebiets.

Die Auswertung und Visualisierung wurde mit Sentinel 1 Daten aus dem Zeitraum vom 17.01.2016 bis 26.12.2018 durchgeführt. Insgesamt wurden dabei 298 Szenen mit einem flächigen Monitoring nach der SBAS-Methode ausgewertet.

Kartenprojektion

ETRS89 / UTM zone 32N
Ellipsoid: GRS 1980

Gesamtes Untersuchungsgebiet



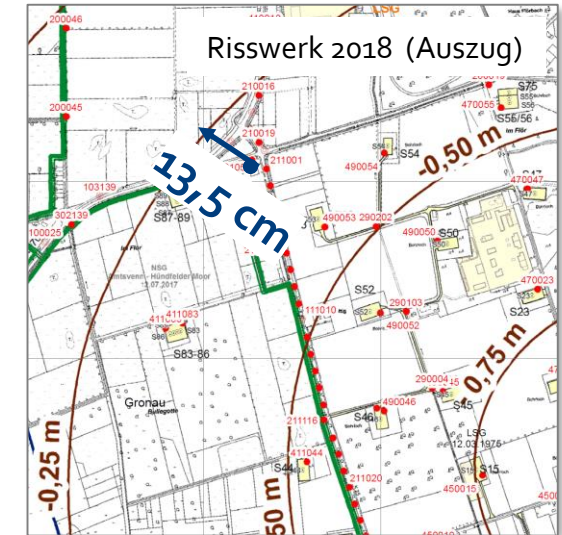
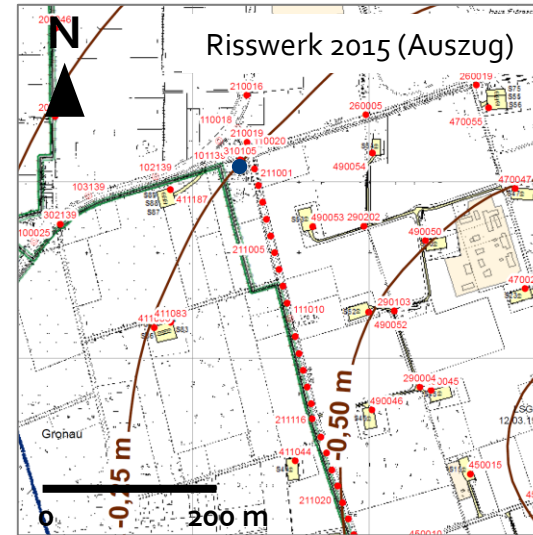
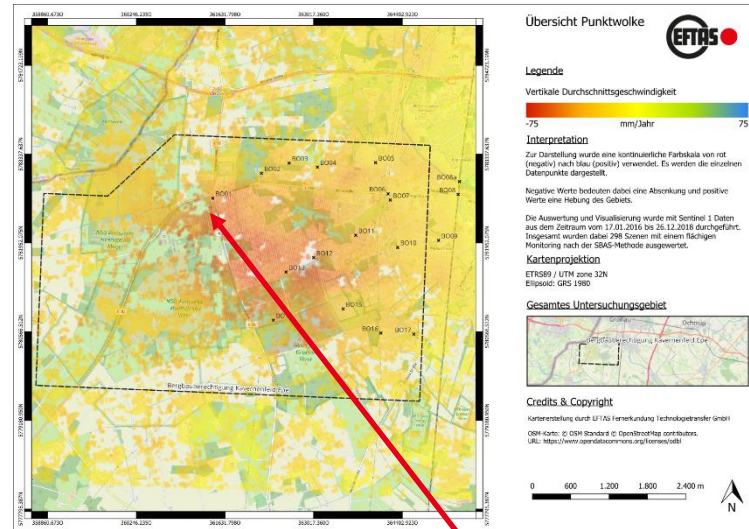
Credits & Copyright

Kartenerstellung durch EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH

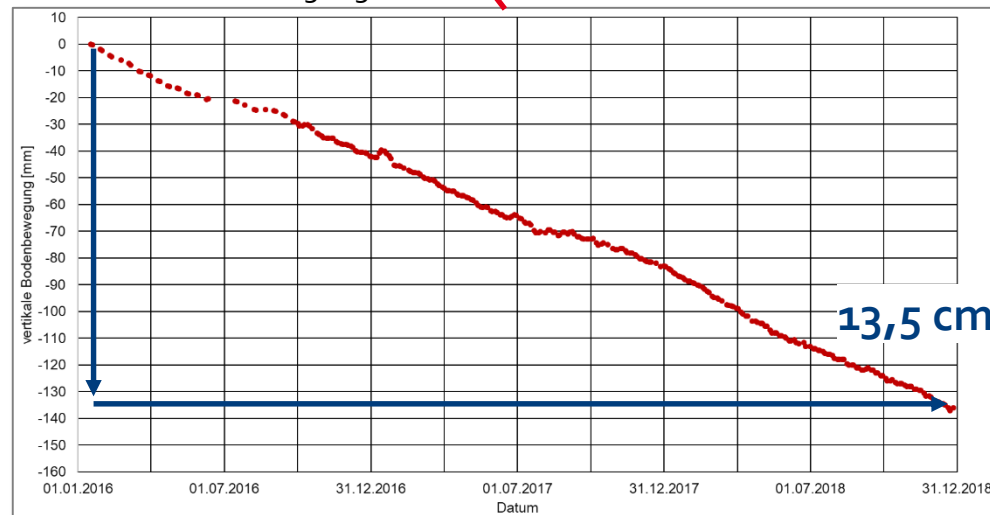
OSM-Karte: © OSM Standard © OpenStreetMap contributors.
URL: <https://www.opendatacommons.org/licenses/odbl>



Detaildarstellung: BI-K Beobachtungspunkt-1 (Heidehof)



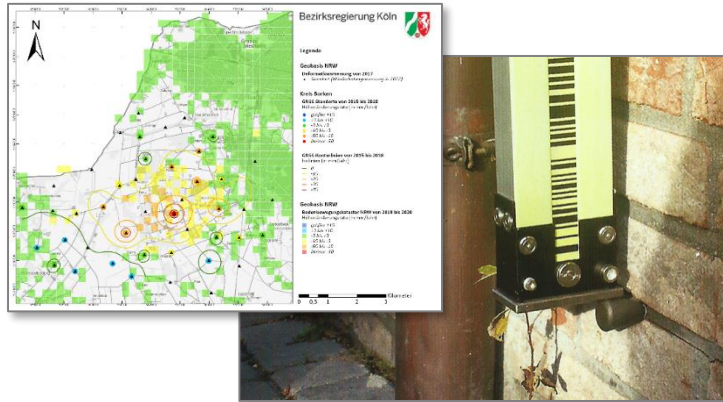
Addierte Bodenbewegung



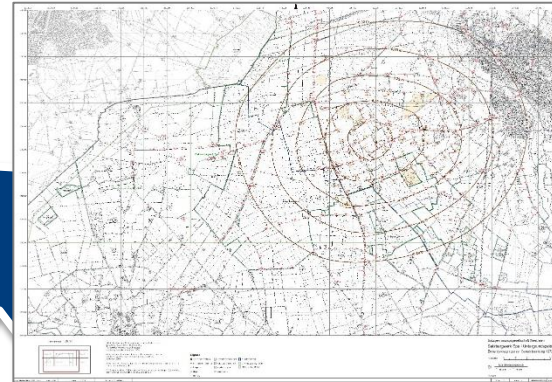
- Kombination der Radarinterferometrie mit dem Risswerk zeigt **vergleichbare Ergebnisse**
- **Validierung der Datensätze möglich**
- **Keine direkte Extrapolation der Bewegung erlaubt!**
(Geschichte der Entwicklung, Bezugspunkte, Lage, Tagesoberfläche, Deckschichten, Untergrund)

Die Überwachung benötigt vor-Ort Wissen!

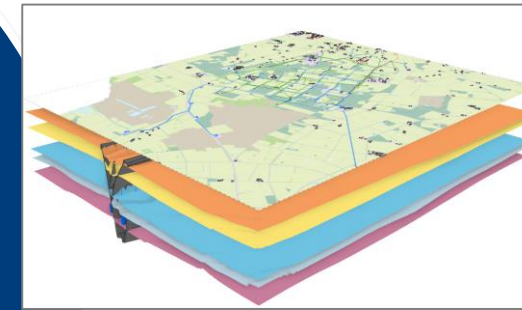
Lokale Lage-/Höhenmessungen



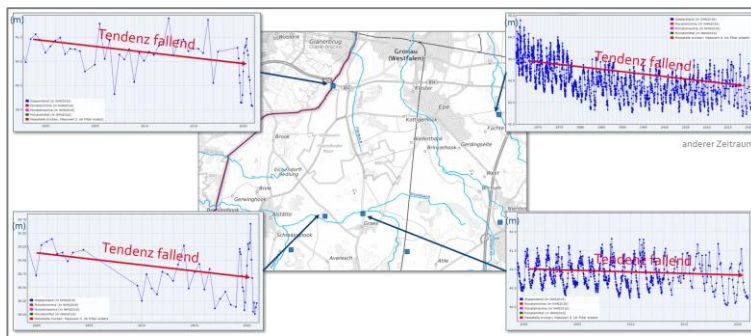
Risswerk des Kavernenfeldes



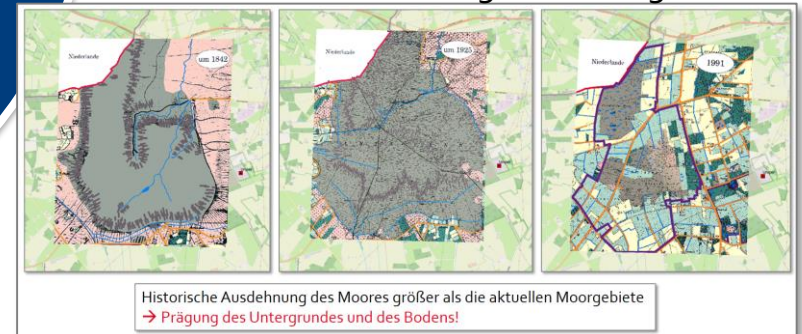
Untergrundanalyse



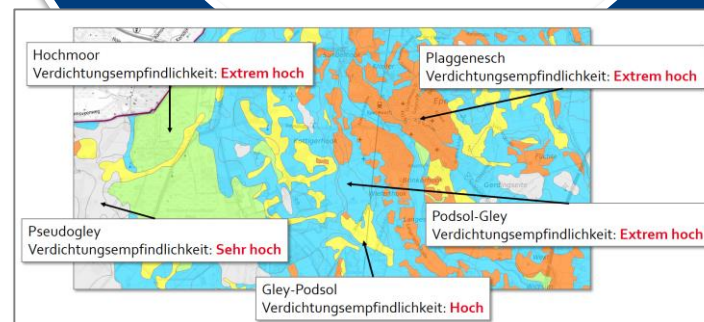
Schwankungen des Grundwassers



Ausbreitung des Mooregebietes



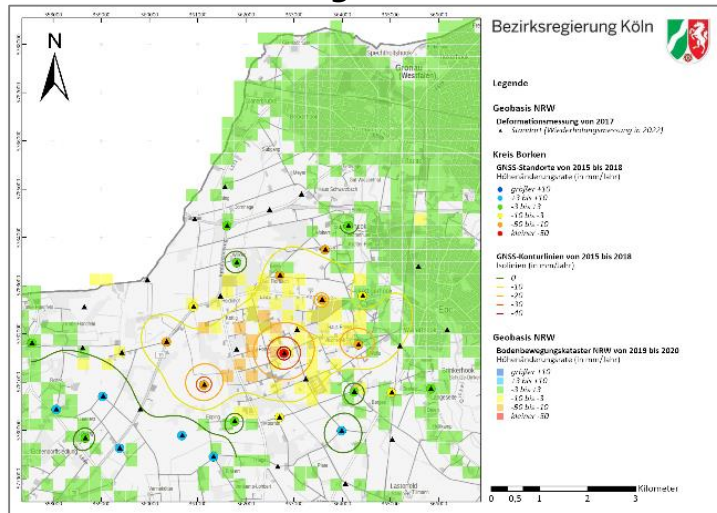
Bodentypen und Setzungen





Ergebnis Monitoring Epe

GNSS-Überwachungsnetz (Geobasis NRW)

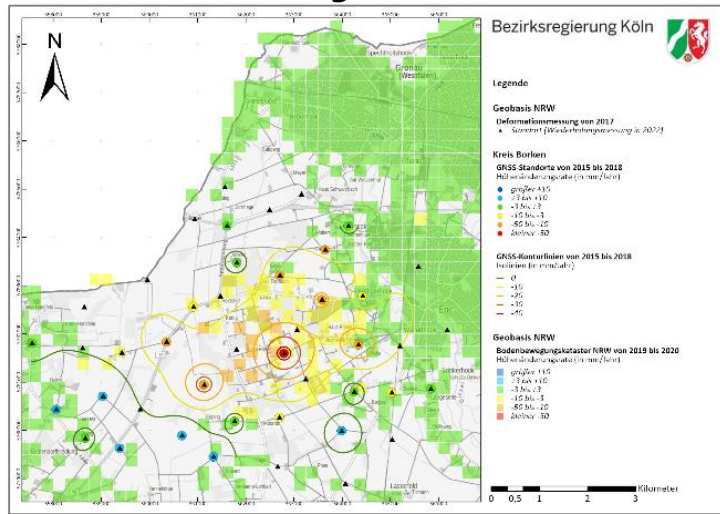


Auswertung alle 5 Jahre

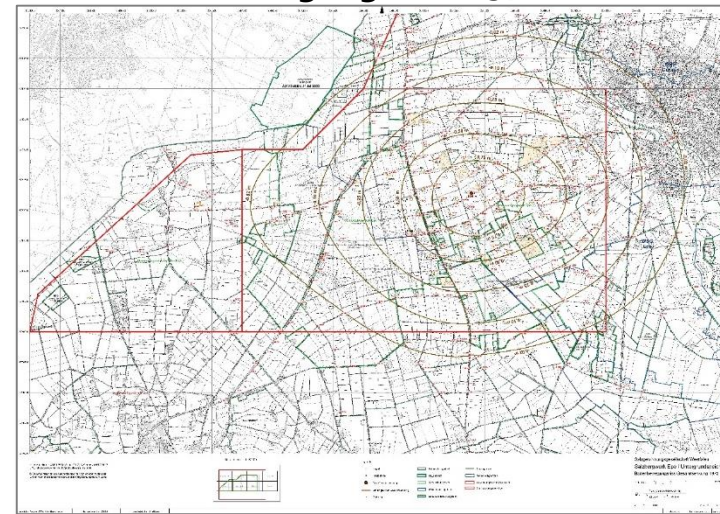
- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung



Ergebnis Monitoring Epe GNSS-Überwachungsnetz (Geobasis NRW)



SGW Bodenbewegungsriß (1972-2018)



Auswertung alle 5 Jahre

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung

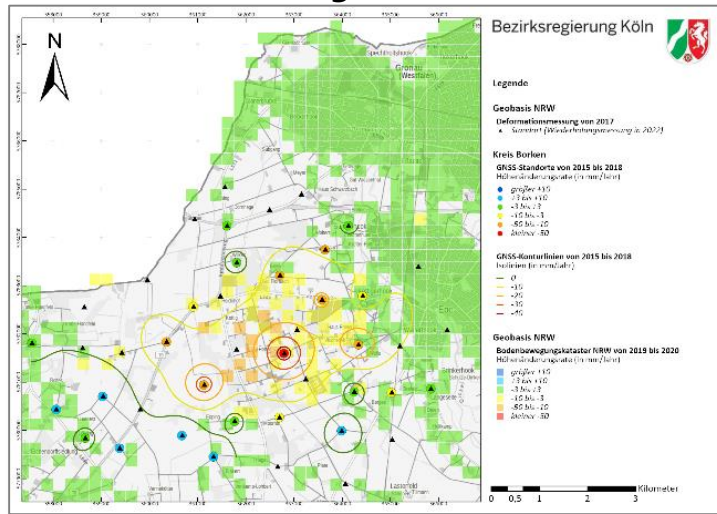


Auswertung jährlich

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- (Lageveränderung)

Ergebnis Monitoring Epe

GNSS-Überwachungsnetz (Geobasis NRW)

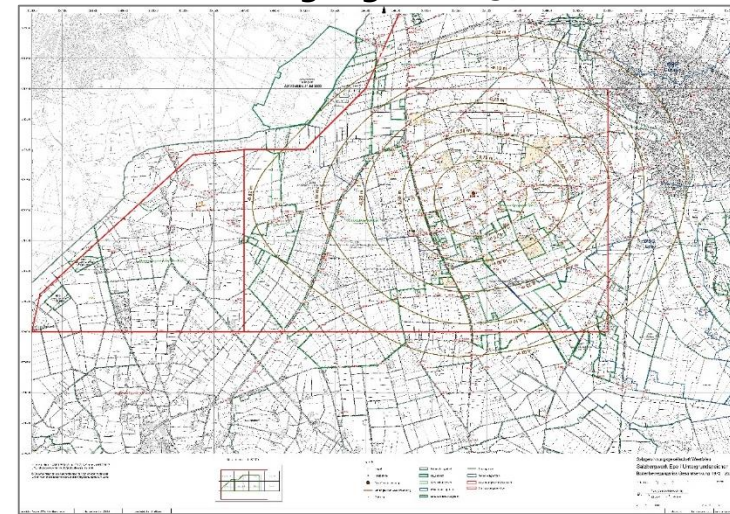


Auswertung alle 5 Jahre

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung

Erweiterung →

SGW Bodenbewegungsriß (1972-2018)

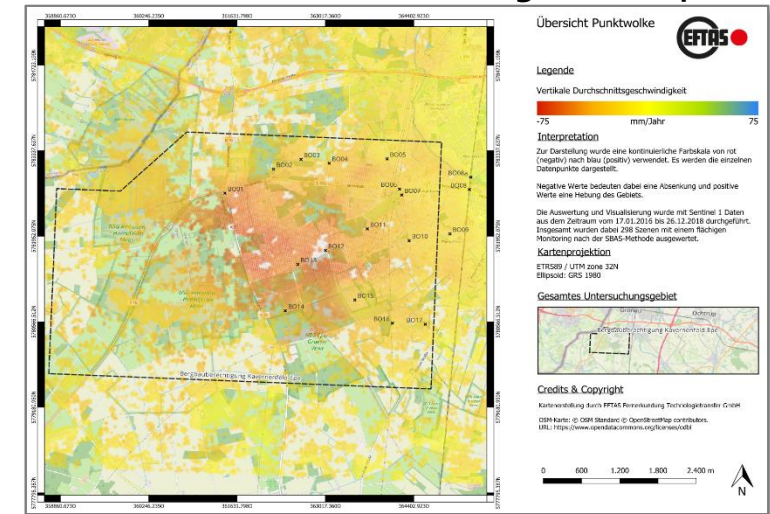


Auswertung jährlich

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- (Lageveränderung)

Erweiterung →

Radar-Satellitenfernerkundung der FK-Epe

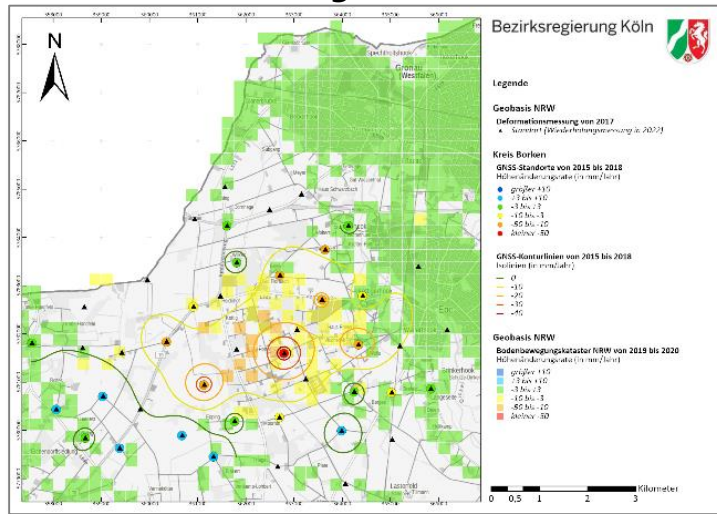


Auswertung bis zu täglich/wöchentlich

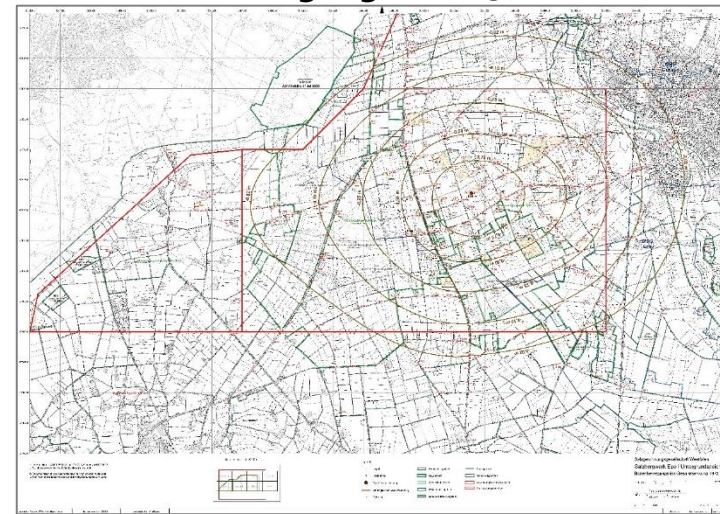
- Satellitenfernerkundung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung

Ergebnis Monitoring Epe

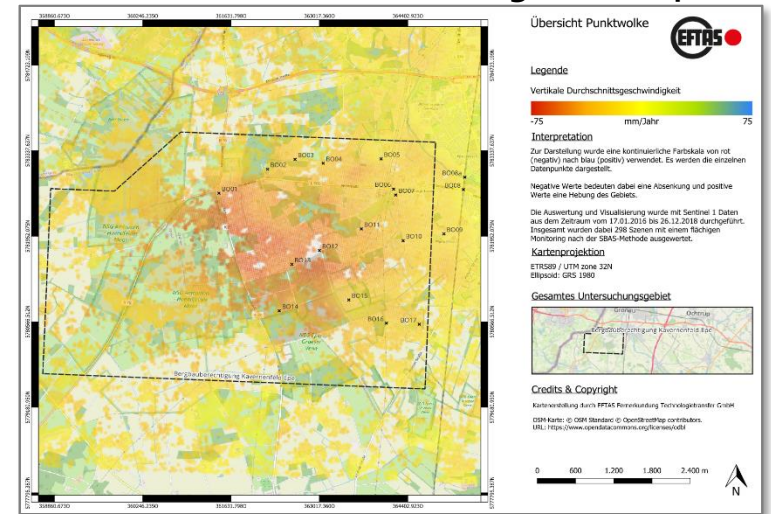
GNSS-Überwachungsnetz (Geobasis NRW)



SGW Bodenbewegungsriß (1972-2018)



Radar-Satellitenfernerkundung der FK-Epe



Auswertung alle 5 Jahre

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung

Erweiterung

Auswertung jährlich

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- (Lageveränderung)

Erweiterung

Auswertung bis zu täglich/wöchentlich

- Satellitenfernerkundung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung

Prüfdaten

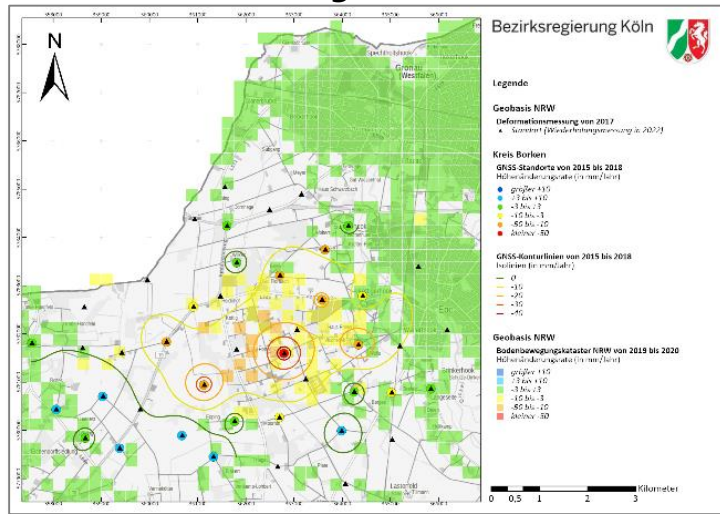
Zusammenführung

Weitere Geodaten

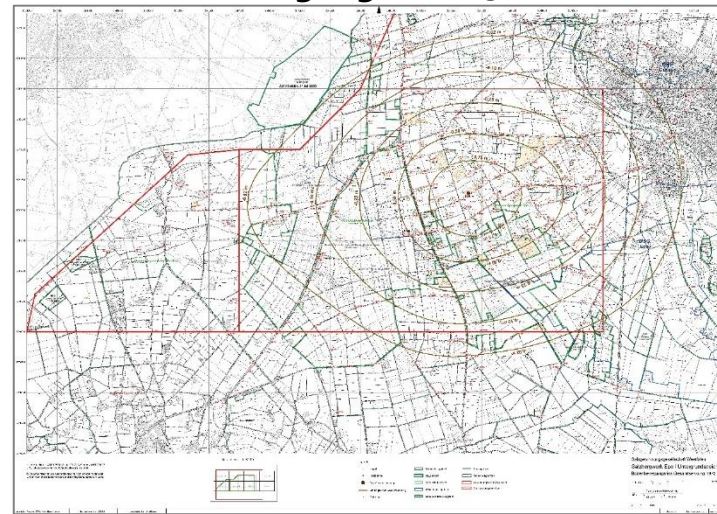
- Tagesoberfläche
- Deckschichten
- Untergrund

Ergebnis Monitoring Epe

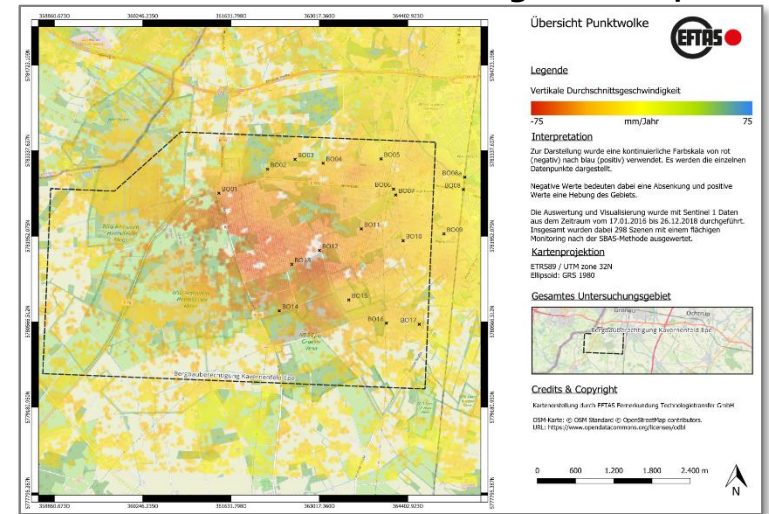
GNSS-Überwachungsnetz (Geobasis NRW)



SGW Bodenbewegungsriß (1972-2018)



Radar-Satellitenfernerkundung der FK-Epe



Auswertung alle 5 Jahre

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung

Erweiterung

Auswertung jährlich

- Vor-Ort-Messung
- Höhenveränderung
- (Lageveränderung)

Erweiterung

Auswertung bis zu täglich/wöchentlich

- Satellitenfernerkundung
- Höhenveränderung
- Lageveränderung

Weitere Geodaten

- Tagesoberfläche
- Deckschichten
- Untergrund

Prüfdaten

Zusammenführung

Monitoringsystem Epe

- Große räumliche Abdeckung
- Hohe zeitliche Auflösung

Ein überwachtes Kavernenfeld bietet Innovation!

- Untergrundspeicherung von Gas ist ein bergrechtlich geregelter Vorgang und beaufsichtigt durch die Bezirksregierung Arnsberg – Abt. 6 Bergbau und Energie in NRW („Bergamt“)
- Bodenbewegung benötigt die Zusammenführung verschiedener Datensätze
- Integriertes Monitoringsystem (inkl. Radar-Satellitenfernerkundung) möglich
→ **Flächige und kontinuierliche Überwachung der Bodenbewegung**

Das Kavernenfeld Epe ist eine Innovations- und Nachhaltigkeitsregion für NRW

- ... es bietet Versorgungssicherheit!
- ... es bietet moderne Formen der Energiespeicherung (u.a. Wasserstoff und Helium)!
- ... es bietet CO₂ – Bindung im Moor!





Technische
Hochschule
Georg Agricola

Nächste Veranstaltung

Bergrecht, Bergschäden, Bergschadenkunde

10. Juni 2022, 18 Uhr

Rathaus, Konrad-Adenauer-Str. 1, Sitzungssaal, circa 2 Stunden

