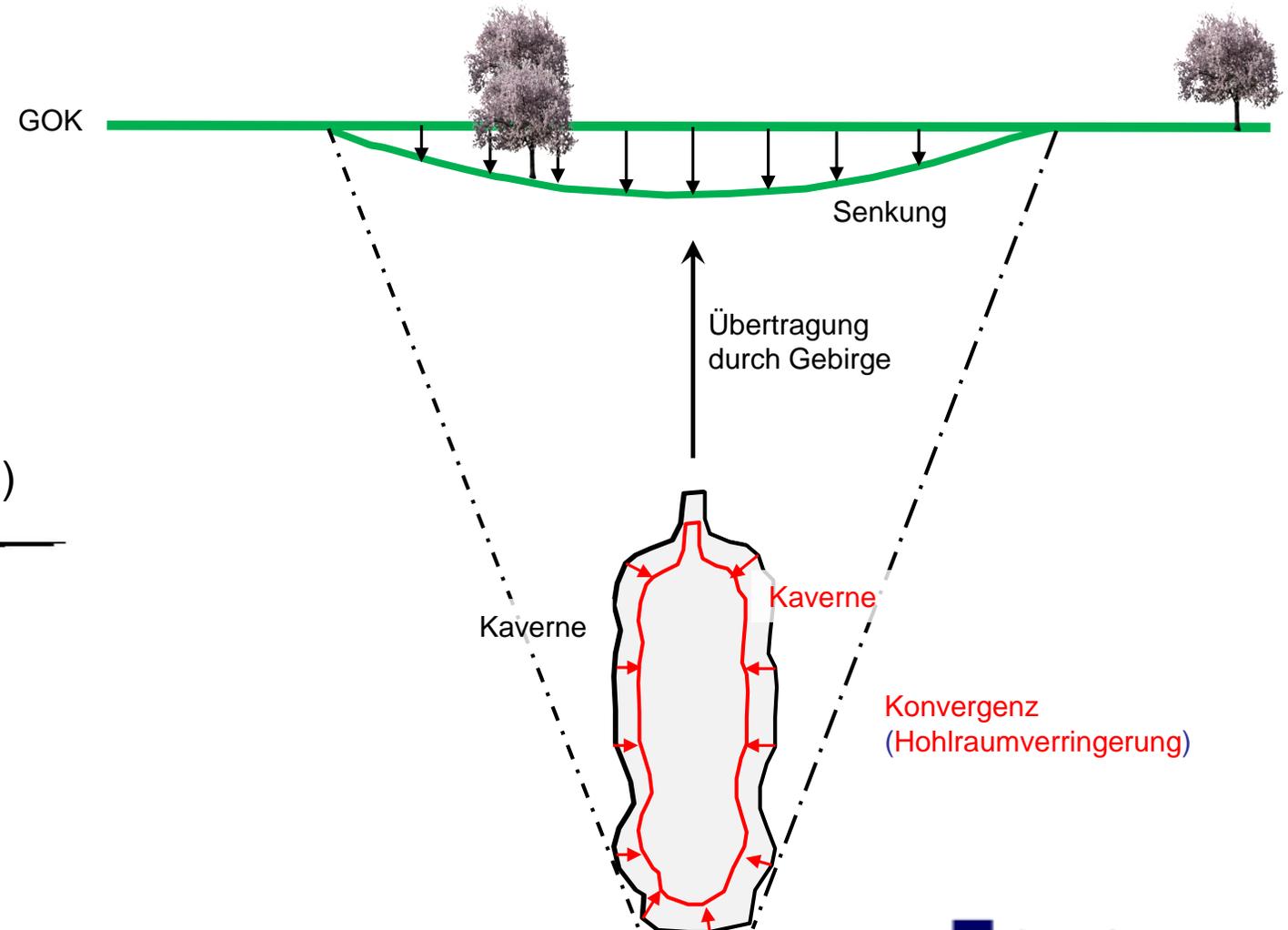
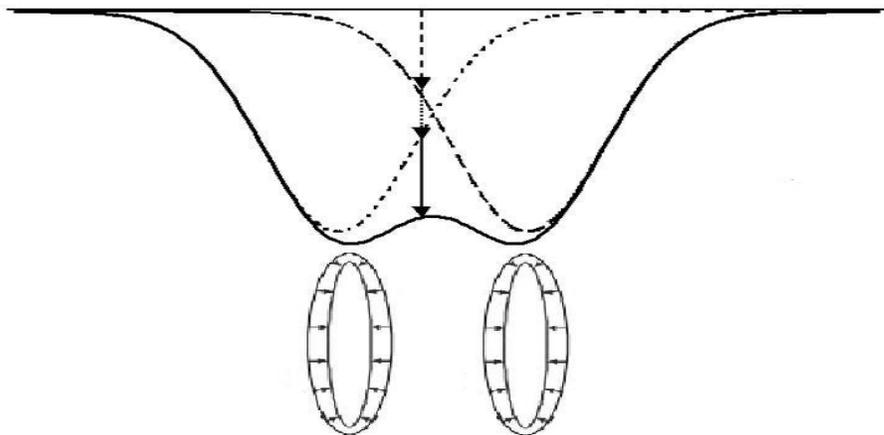


- Monitoring bergbaulicher Auswirkungen
 - Nivellement/Lagemessungen, Gebäudemonitoring, Grundwasser
- Einwirkung auf Leitungsintegrität und sonstige Anlagen
- Entwicklung der Flurabstände
- Vorfluterhaltung
- Hochwasserschutz
- Grund-/Oberflächenwassermodell
- Bearbeitung von Bergschäden

Monitoring - Nivellement

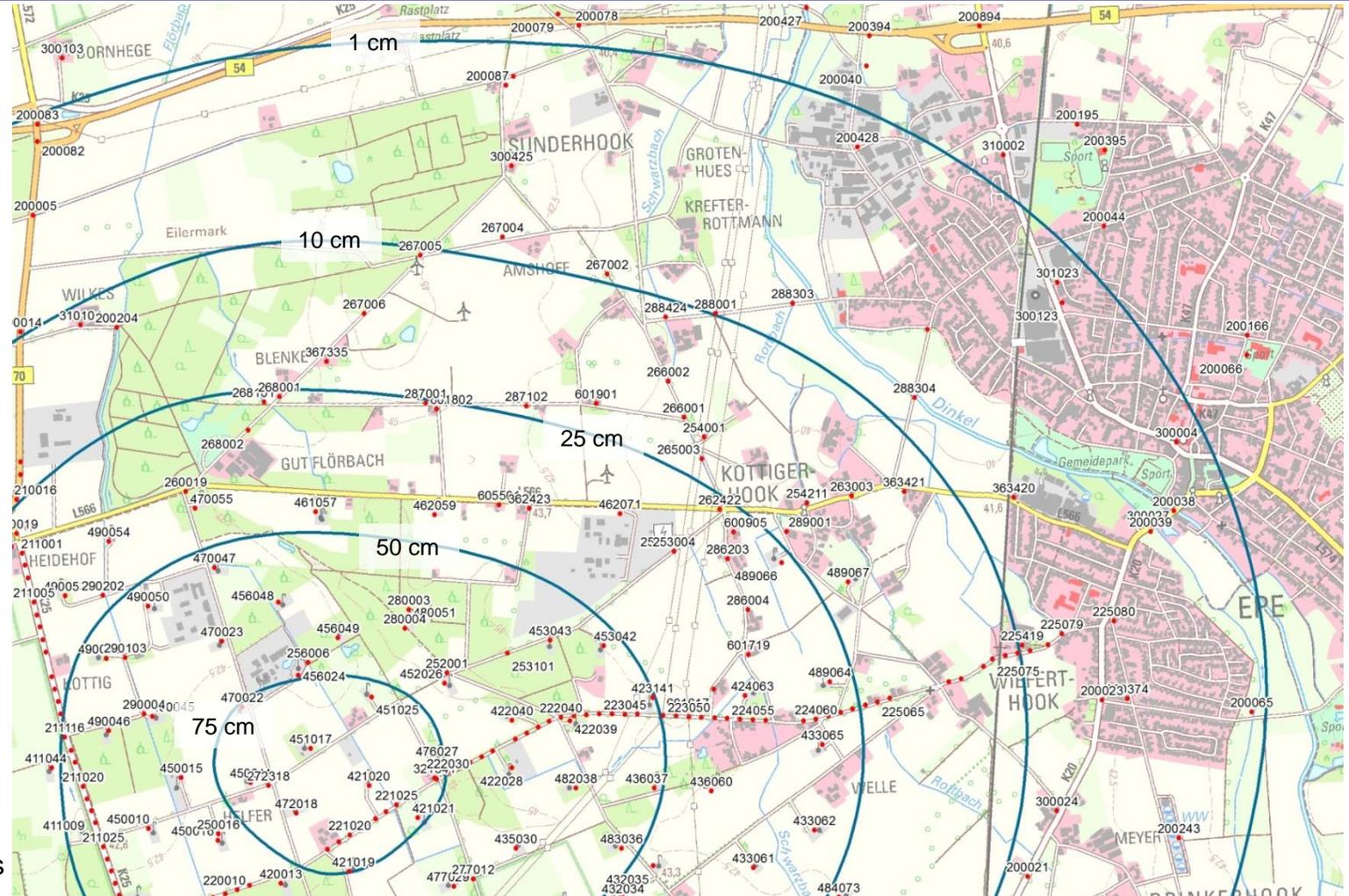
- **Konvergenz** des gesolten Hohlraums
- Ursache der Bodenbewegungen
- abhängig von **Kavernennutzung**
(0,3...2 %/Jahr)
- Senkungseinflüsse aller Kavernen
überlagern sich (Prinzip der **Superposition**)



Monitoring - Nivellement

- Höhenbeobachtung bei Kavernenfeldern folgt aus MarkschBergV und BVOT NRW, seit den 1970er Jahren jährlich
- 130 km Liniennivellement, über 800 Punkte, 10 Anschlusspunkte im „Bergfreien“

Auszug aus Höhenfestpunktriss
Inkl. Linien gleicher Senkung



Monitoring - Bodenbewegung

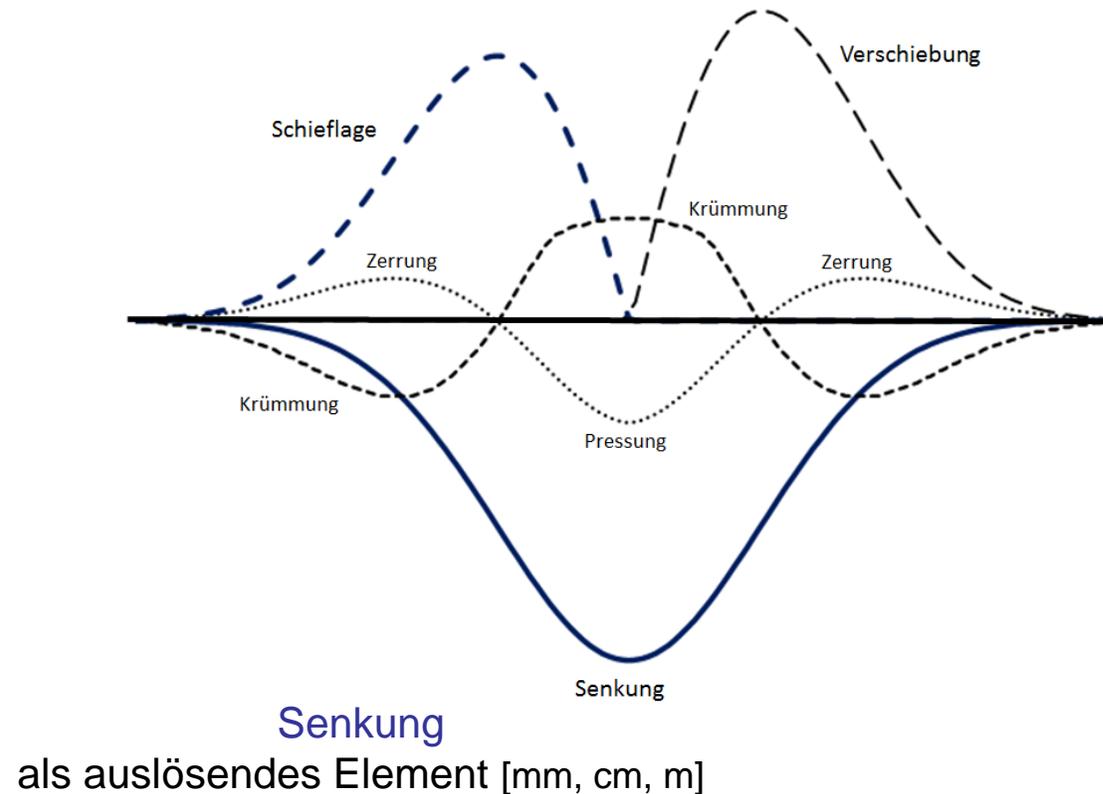
- mathematischer Zusammenhang zwischen Abbau und Bodenbewegungen, daher Ableitung von Bewegungselementen möglich, Ähnlichkeit von vertikalen und horizontalen Deformationen

Schiefelage
[mm/m]

Krümmung(-sradius)
[1/km, km]

Senkung

vertikale
Bodenbewegungs-
elemente



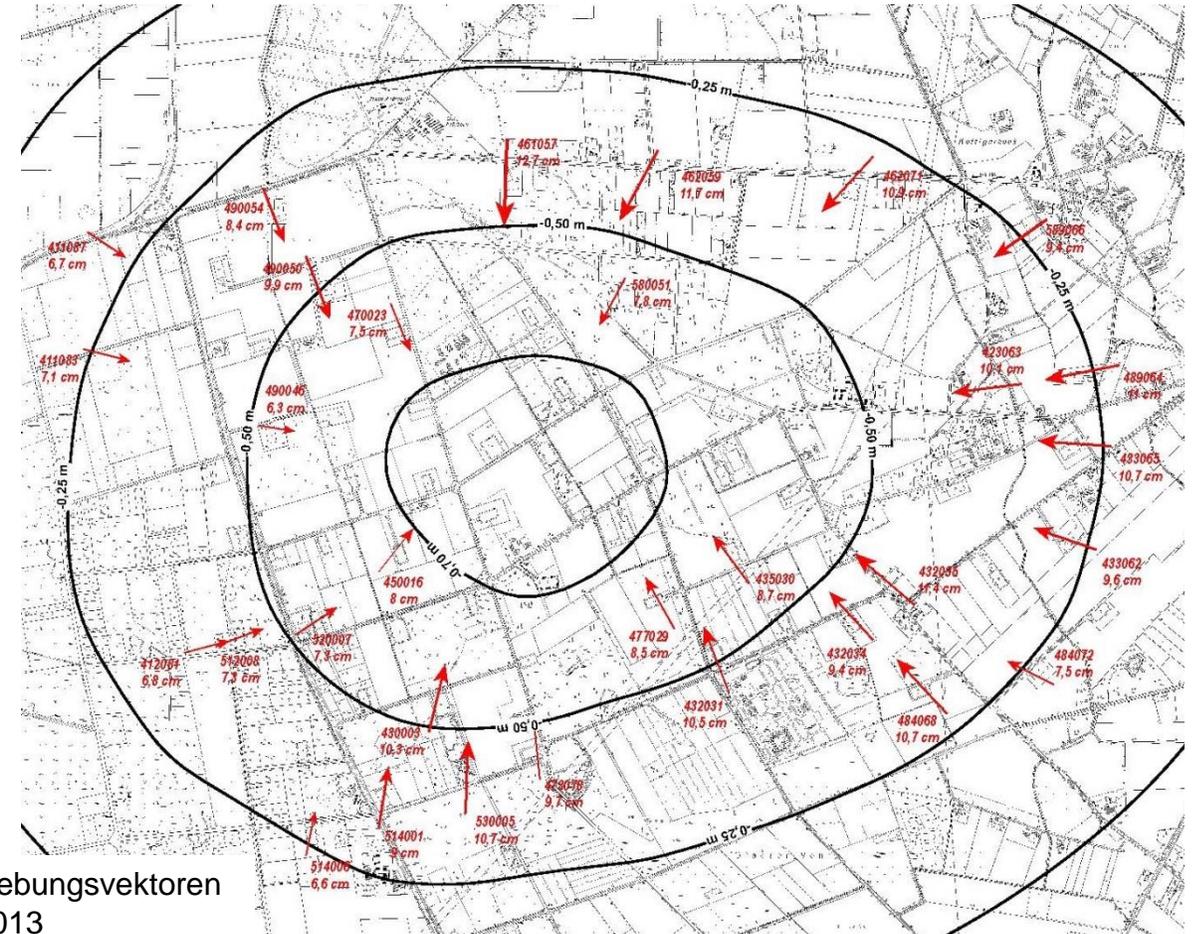
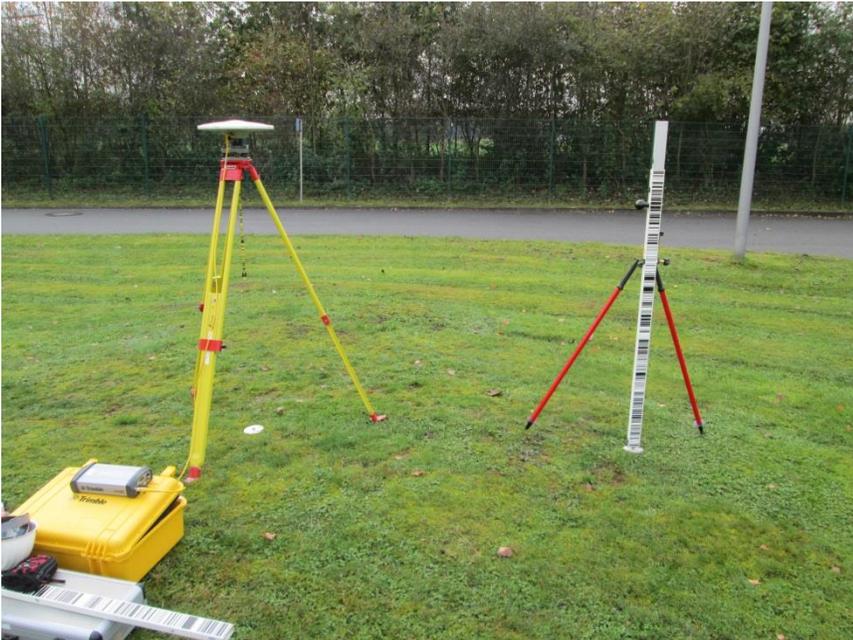
Verschiebung
[mm, cm, m]

Längenänderung
Zerrung/Pressung
[mm/m]

horizontale
Bodenbewegungs-
elemente

Monitoring - Lagemessungen

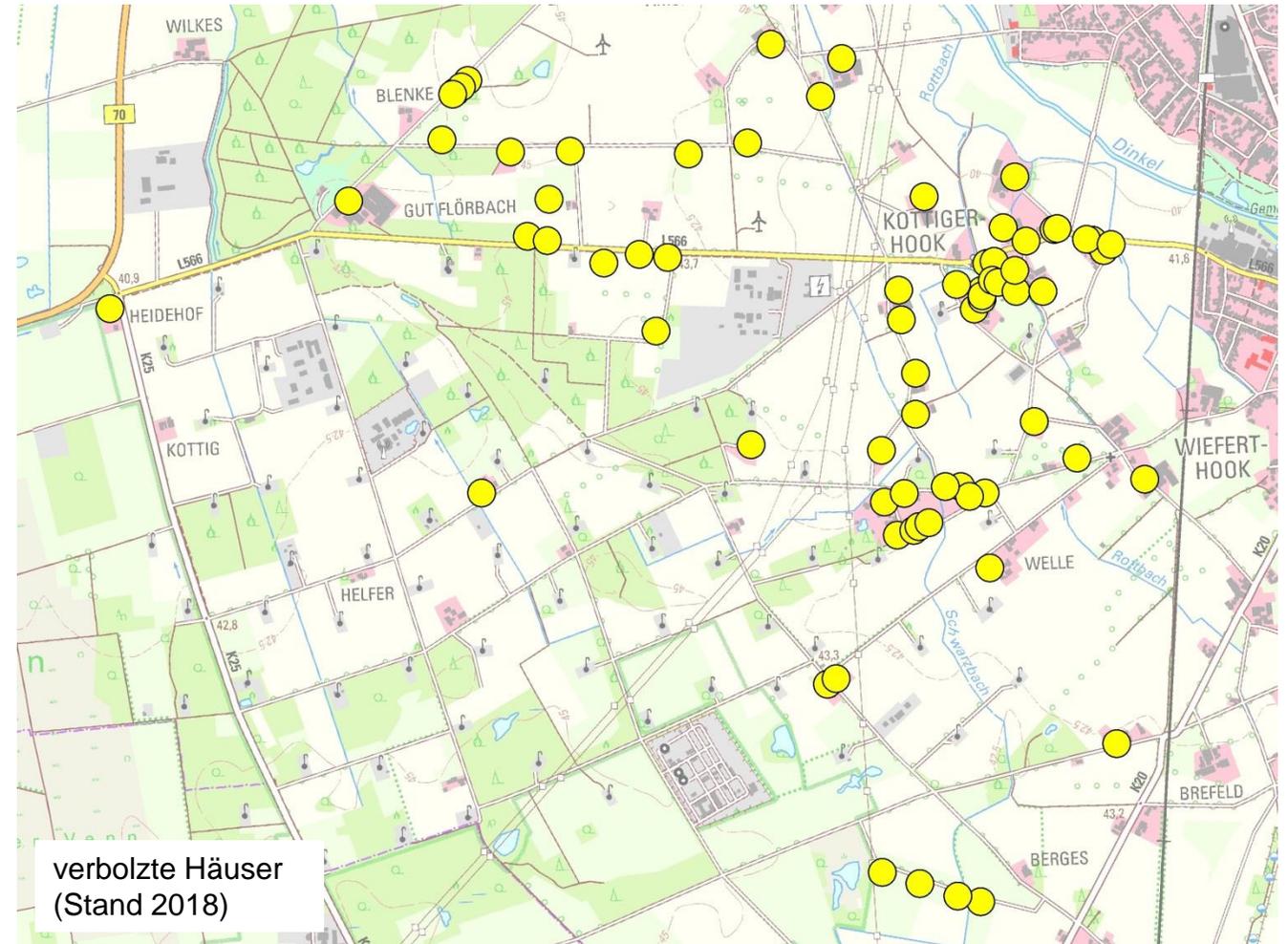
- freiwillige Lagemessungen mittels GPS/GNSS zur Feststellung horizontaler Bewegungen (seit 2006)
- Nov. 2017: Präzisions-GNSS durch SGW, Kreis Borken & Geobasis.NRW auf 44 TP's



Verschiebungsvektoren
2006-2013

Monitoring - Gebäudemonitoring

- freiwilliges Angebot an Hauseigentümer im Kavernenfeld zur **Verbolzung** und Einmessung der Gebäude (bislang 80)
- gebäudescharfe Aussagen durch Nivellement und Fotodokumentation

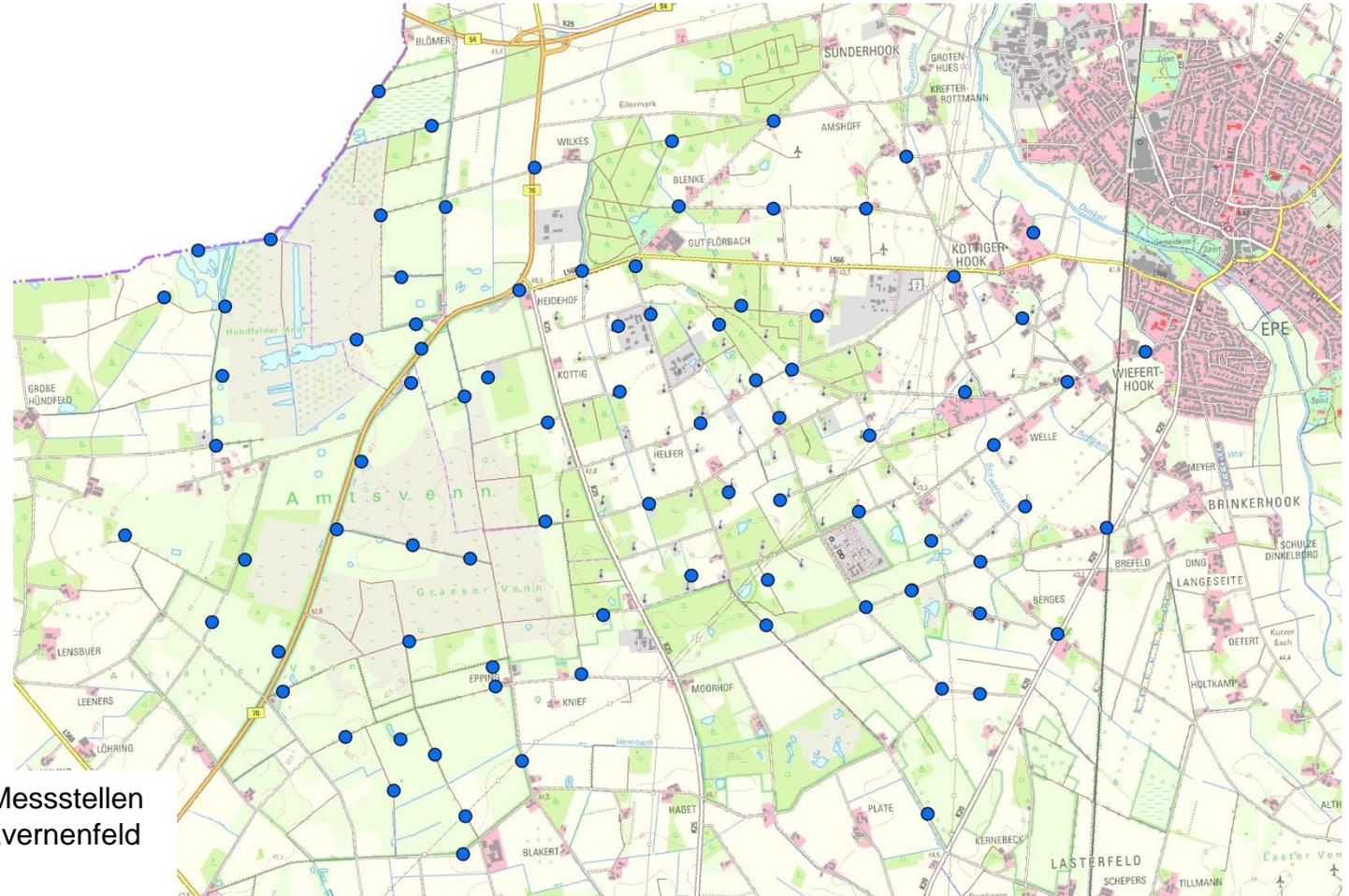


Monitoring - Grundwasser

- seit Mai 1989 freiwilliges Grundwasser-Monitoring der SGW
- knapp 90 GWM, Messrhythmus 2-monatlich bzw. täglich mit Loggern
- Messungen erlauben Rückschlüsse auf Entwicklung des Flurabstandes

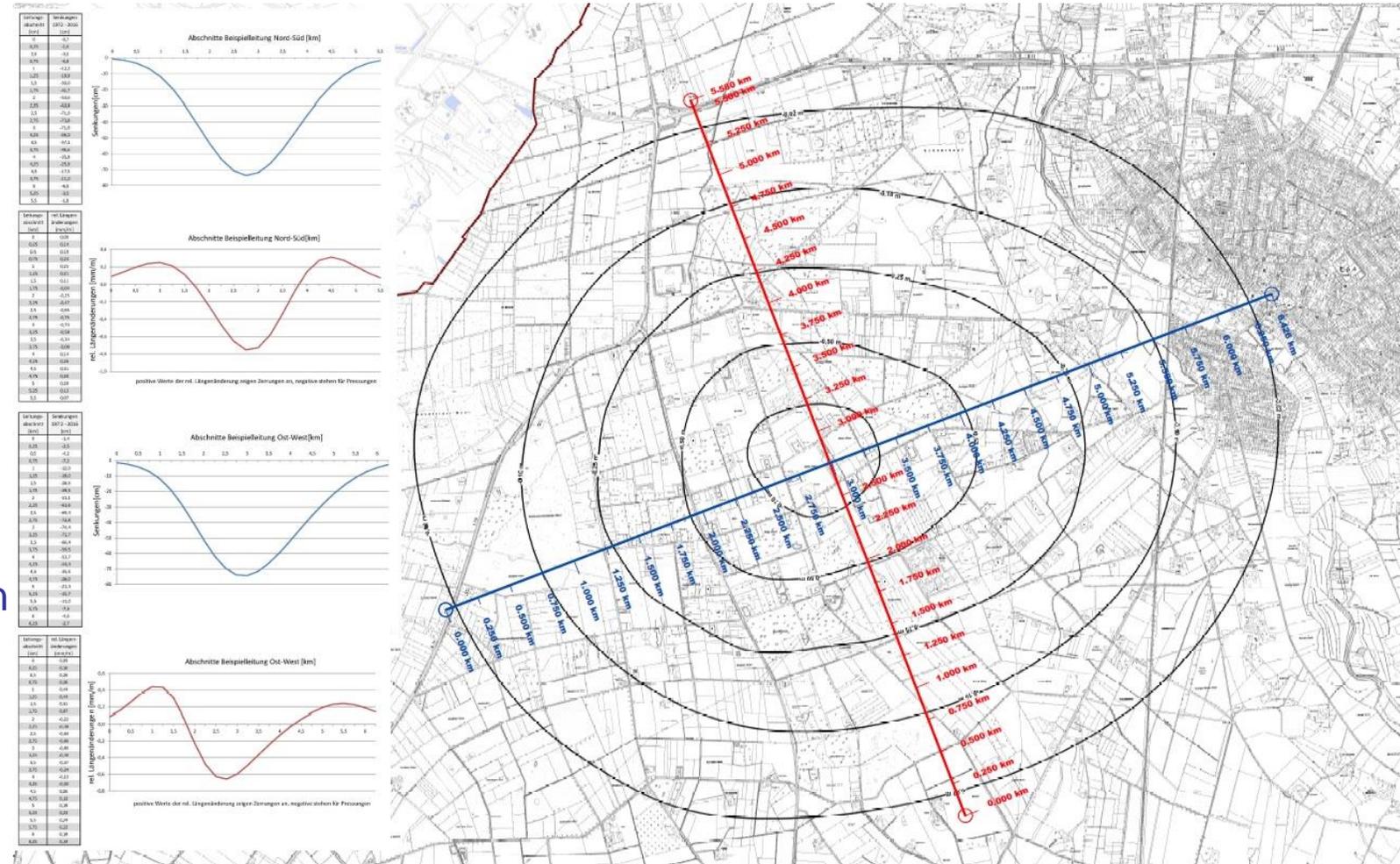


GW-Messtellen
im Kavernenfeld
Epe



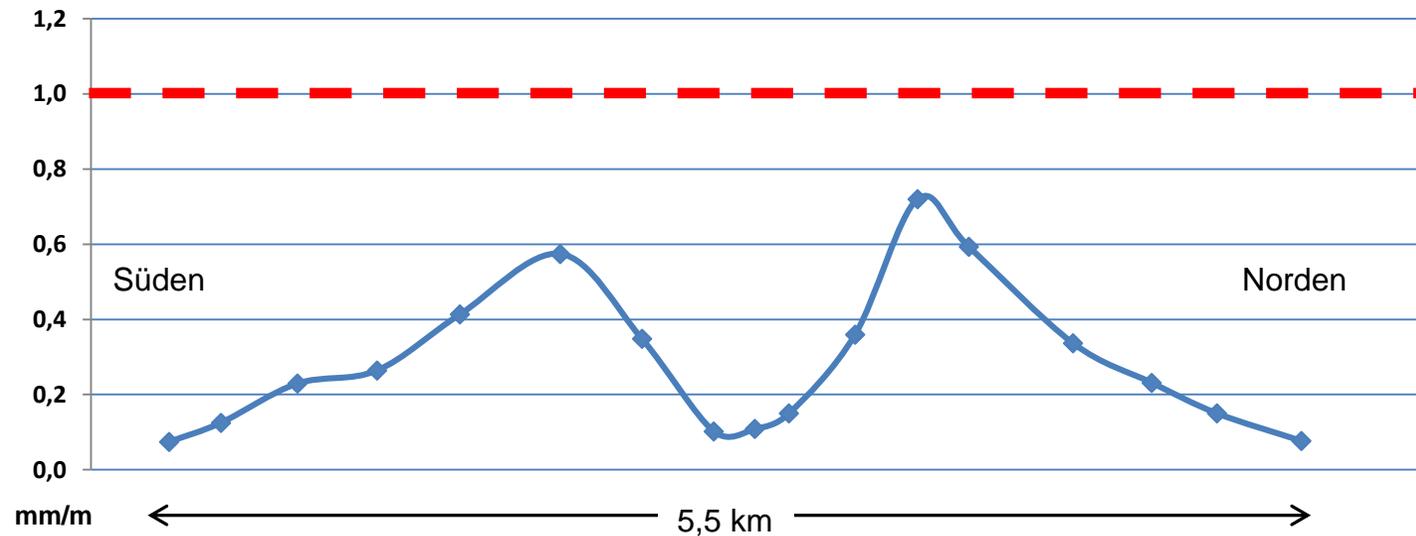
Einwirkung auf Leitungsintegrität

- rechtliches Erfordernis zur Prüfung der Leitungsintegrität in Bodenbewegungsgebieten
- aktuelle Auswertung im Markscheiderbericht 2017
- Ergebnis:
max. Pressung < 0,8 mm/m,
d.h. keine negativen Einwirkungen auf Leitungen jeglicher Art



Einwirkung auf sonstige Anlagen

- neben Längenänderung ebenfalls **Schiefelage** von Relevanz
- akt. (2017) größte Schiefelage ca. **0,7 mm/m**, damit **geringer** als unterster Grenzwert für **empfindliche** bauliche Anlagen (1 mm/m)

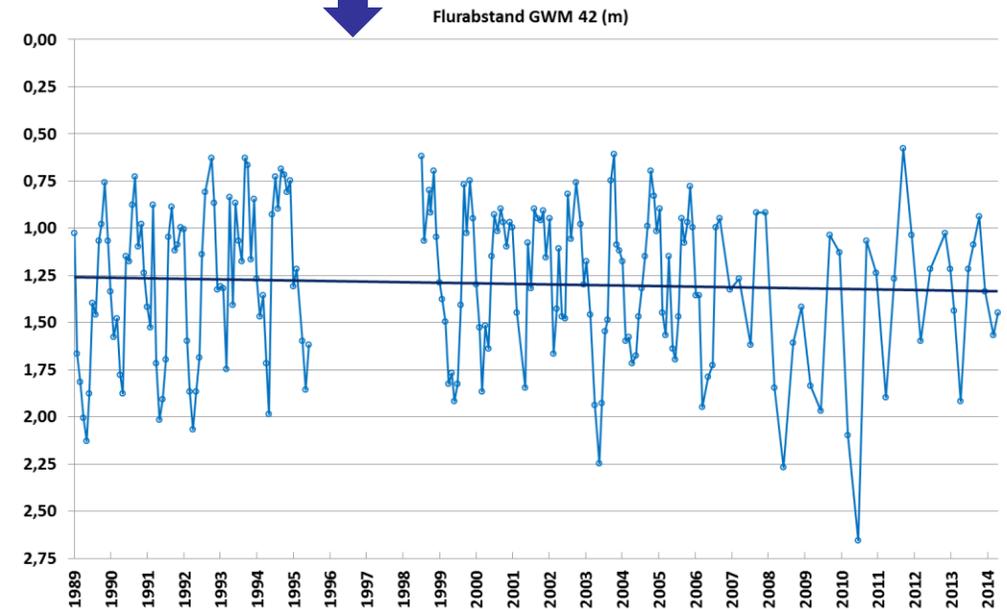
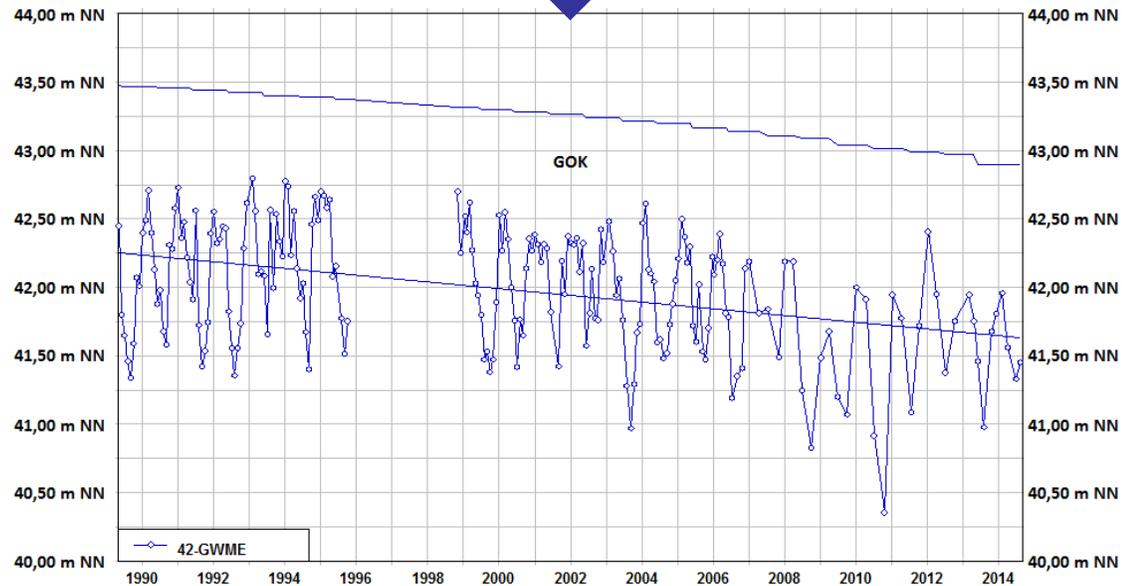


Längsschnitt durch die Senkungsmulde mit gemessener Schiefelage [mm/m]



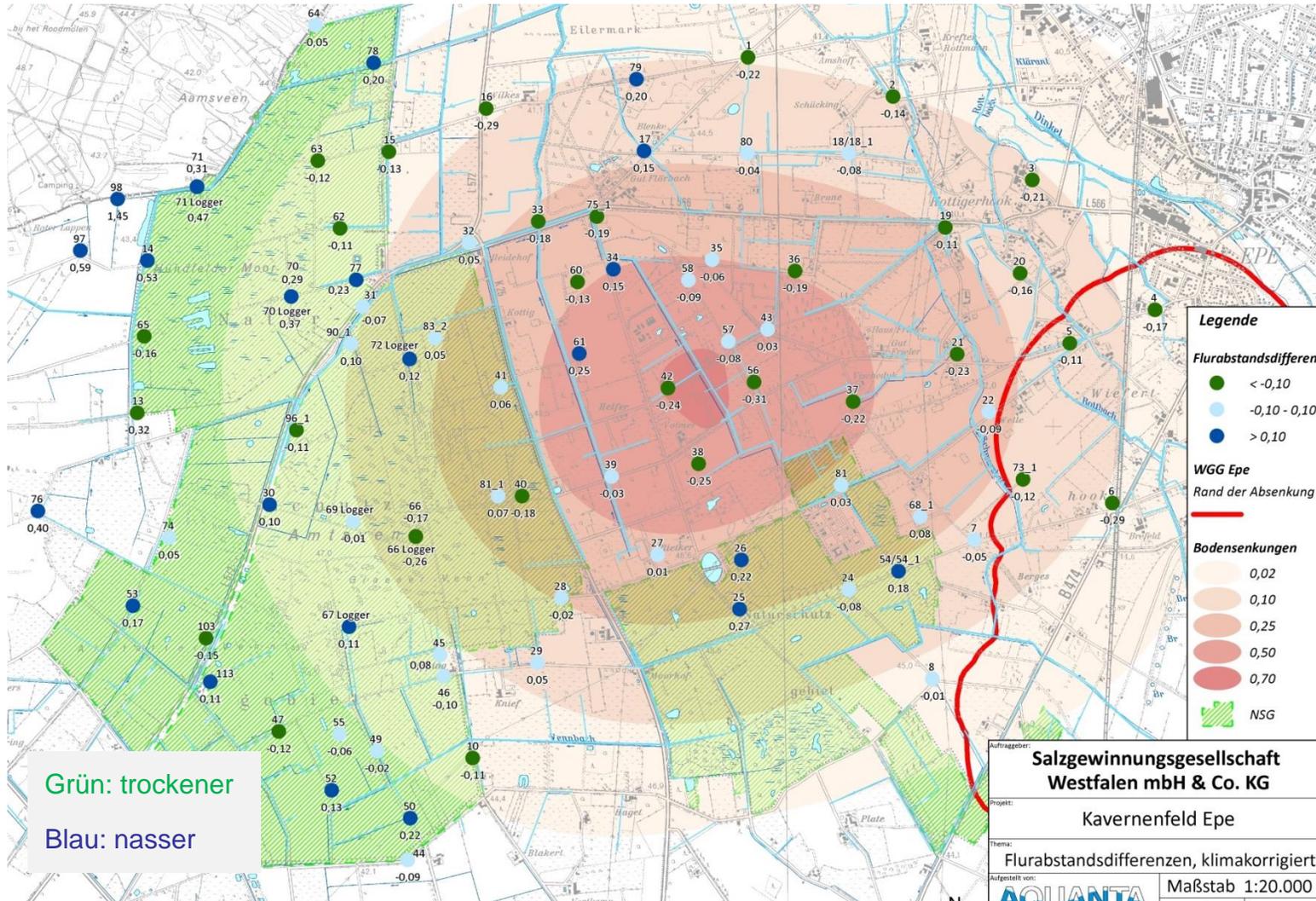
Entwicklung der Flurabstände

- Auswertungen werden durchgeführt vom **Büro Aquanta** (Datteln)
- Daten aus GW-Standsmessungen münden in Aussagen zur Änderung des Flurabstandes



GW-Messstelle 42 (Lage im Senkungszentrum)
mit senkungskorrigierten Wasserstandsdaten

Entwicklung der Flurabstände



Auswertung (1989-2015)

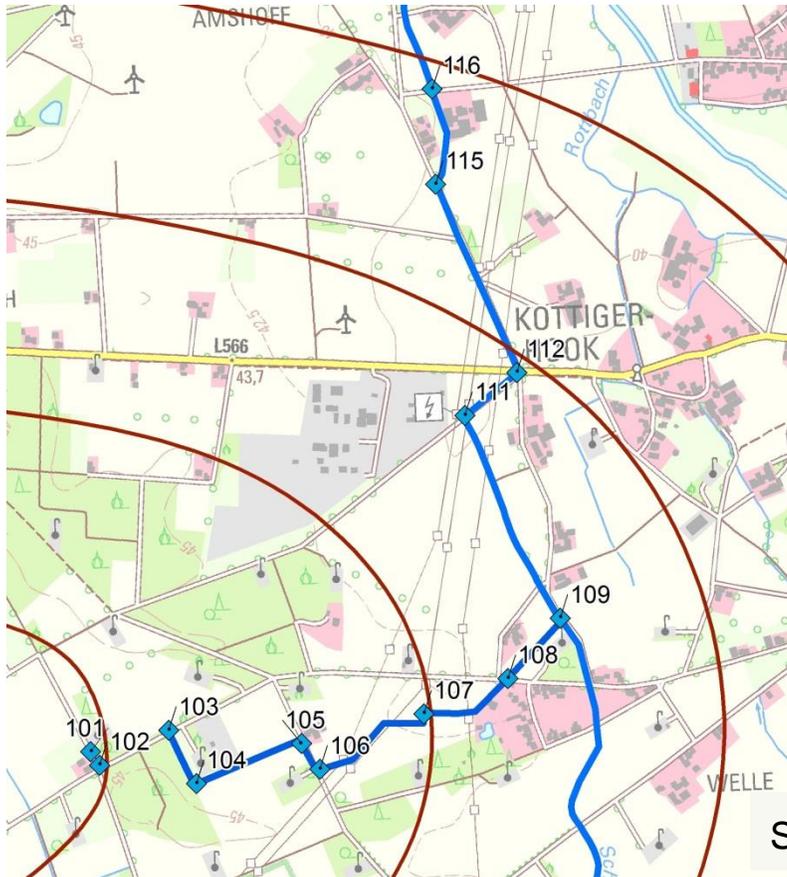
- 31 GWM: FA \geq 0,1 m (trockener)
- 31 GWM: \pm 0,1 m > unverändert
- 23 GWM: FA \leq 0,1 m (nasser)
davon 13 \leq 0,20 m
davon 11 innerhalb/nahe NSG

Fazit

Senkung durch andere Effekte
(Naturschutz, Flächendrainage)
überlagert!

Vorfluterhaltung

- exemplarische Auswertung der Gefälleänderung an 2 Beispielen

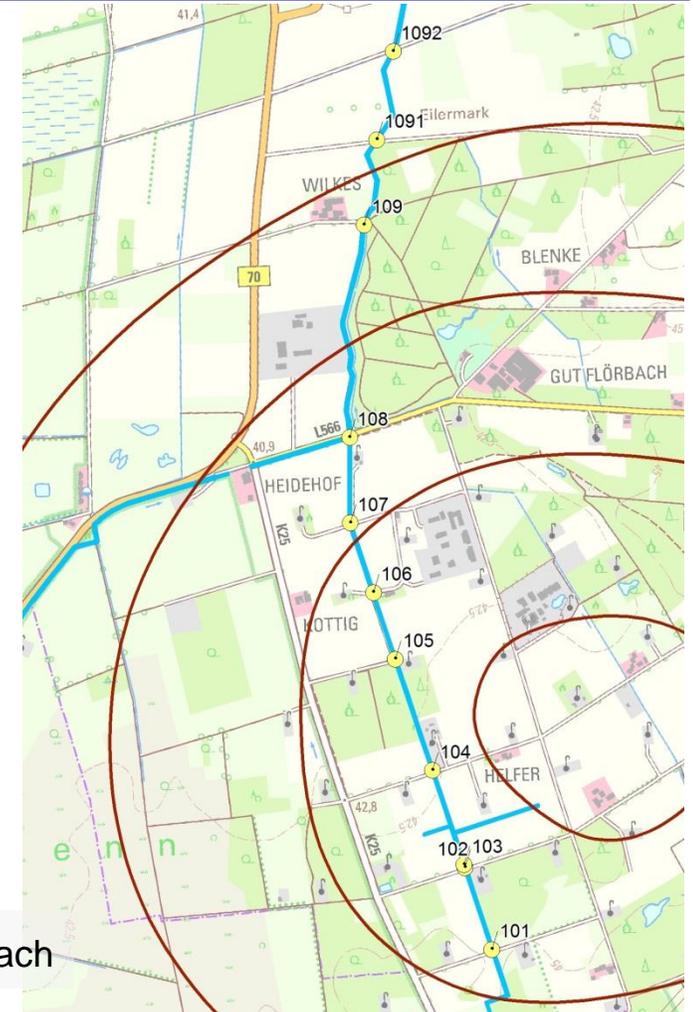


Pkt.	1972 [‰]	2017 [‰]	
101	-1,5	-1,6	-0,1
102	1,5	1,3	-0,2
103	0,4	0,3	-0,1
104	1,3	1,1	-0,2
105	2,5	2,3	-0,2
106	3,7	3,5	-0,2
107	2,0	1,7	-0,3
108	6,4	6,0	-0,4
109	1,6	1,5	-0,1
111	0,6	0,2	-0,4
112	1,0	0,8	-0,2
115	0,9	0,7	-0,2
116			

Schwarzbach mit Zulauf

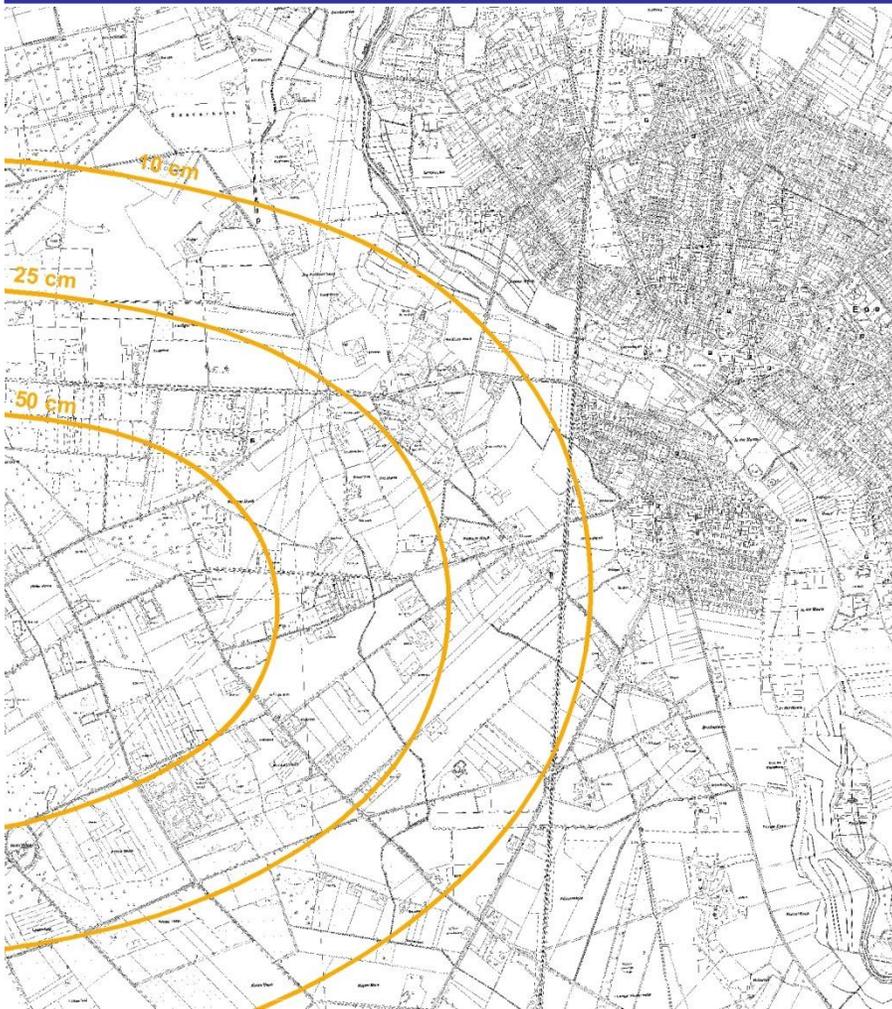
Pkt.	1972 [‰]	2017 [‰]	
101	3,1	3,5	0,4
102	25,9	26,2	0,3
103	3,2	3,3	0,1
104	2,3	2,2	-0,1
105	2,3	2,0	-0,3
106	2,5	2,0	-0,5
107	1,4	1,0	-0,4
108	0,6	0,3	-0,3
109	0,5	0,3	-0,2
1091	1,5	1,4	-0,1
1092			

Flörbach



Hochwasserschutz

Senkung im Gebiet
Uppermark / Dakelsberg
wird zunehmen -
aufgrund Randlage im
Kavernenfeld jedoch
langsam (mm...cm/Jahr).

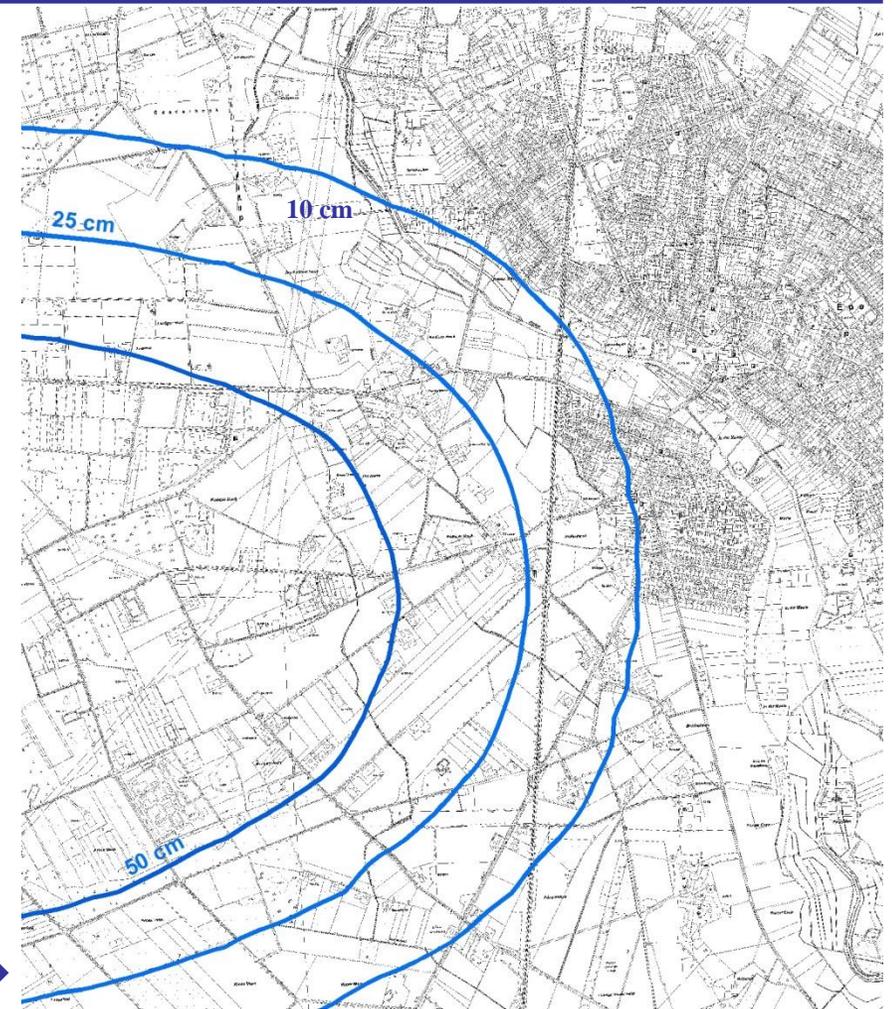


Vergleich

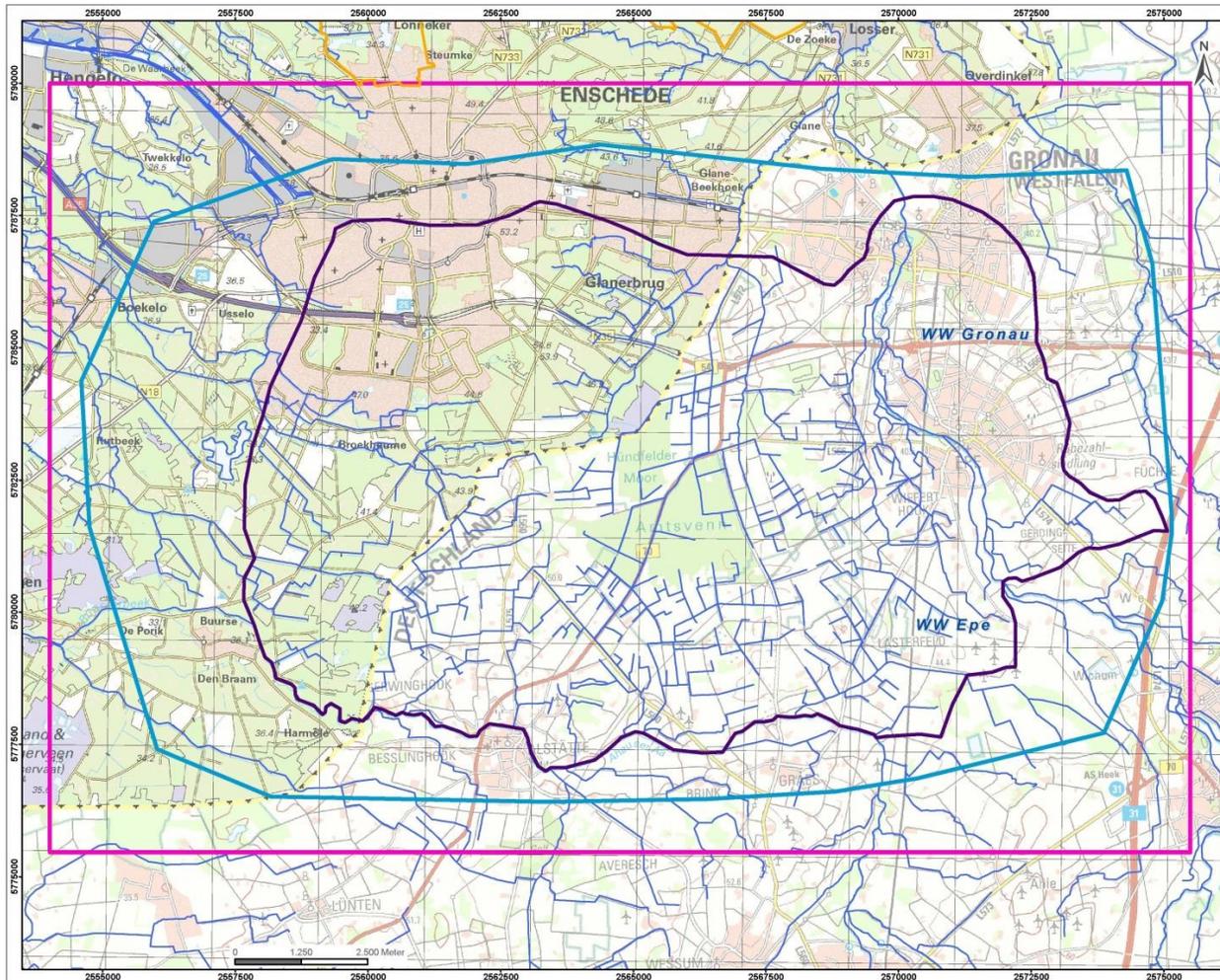
← gemessener Senkungen 2017

und

berechneter Senkungen 2030 →



Grund-/Oberflächenwassermodell



Legende

- Recherchegebiet
- Geologisches Modellgebiet
- Grundwassermodellgebiet

festgesetzte Wasserschutzgebiete NRW
 Quelle: <http://www.vms.nrw.de/umw/ve/vasser/vswg/>

- Schutzzone I
- Schutzzone II
- Schutzzone III

Wasserschutzgebiet Niederlande
 Quelle: http://services.godataoverijssel.nl:80/geoserver/B34_behoer_grondwater/vfs/

- Gewässer
- Landesgrenze

Topographische Grundlagen:
 Deutschland: DTX100 https://www.vms.nrw.de/geobasis/vms_nrw_dtx100
 Niederlande: http://www.wildernis.eu/chart-room/index_pelte.php?

SOLVAY Salzgewinnungsgesellschaft
 Westfalen mbH & Co. KG
Salzwerk Westfalen
 Graeser Brook 9, 49683 Ahaus - Graes

GCI GmbH
 Fläbehofstraße 19
 15711 Königge Wusterhausen

Grundwasserströmungsmodell
Kavernfeld Epe
 Konzeptionelle Modellvorstellung und Datengrundlagen

Übersichtskarte

Datum	Name	Maststab	Zeichnungsnummer
bearbeitet: 15.06.2018	Monier	1 : 70 000	GCI 17A23.36 - 01
gezeichnet: 15.06.2018	Hecht		

Koordinatensystem: GK Bessel 2° Meridian | **Anlage 1**

Für langfristige Prognosen des bergbaulichen Einflusses wird
 aktuell ein
Grund-/Oberflächenwassermodell
 durch GCI GmbH erstellt.

Bearbeitung von Bergschäden

- Regulierung von Bergschäden gemäß §§ 110 BBergG, d.h. der/die Bergbautreibenden haften
- Bearbeitung von gemeldeten Schadensfällen im Kavernenfeld Epe durch die SGW
- bislang keine (Gebäude-)Bergschäden, da Bewegungen zu gering

Objekt-kategorie	Beispiele	Schief-lage [mm/m]	Krümmungs-radius [km]	Längen-änderung [mm/m]
0	hist. Bauwerke, Chemieanlagen, Kraftwerke	1,0	50	0,5
1	Industrieanlagen, Denkmäler	2,5	20	1,5
2	städt. Bebauung, Bahngleise, Rohrleitungen	5,0	12	3,0
3	Flachbauten, Straßen, Kabel	10,0	6	6,0
4	Lagerhallen, Massivbauwerke	15,0	4	9,0

Bislang erreichten bzw. in den nächsten Jahren erwartbaren Deformationen liegen -im Maximum- im Bereich der Objektkategorie 0, d.h. „normale“ Bebauung (Kat. 2) kann nicht bergbaulich geschädigt sein!

Bodenbewegungsgrenzwerte für zulässige Objektbeanspruchung (Grün, 1998)

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!