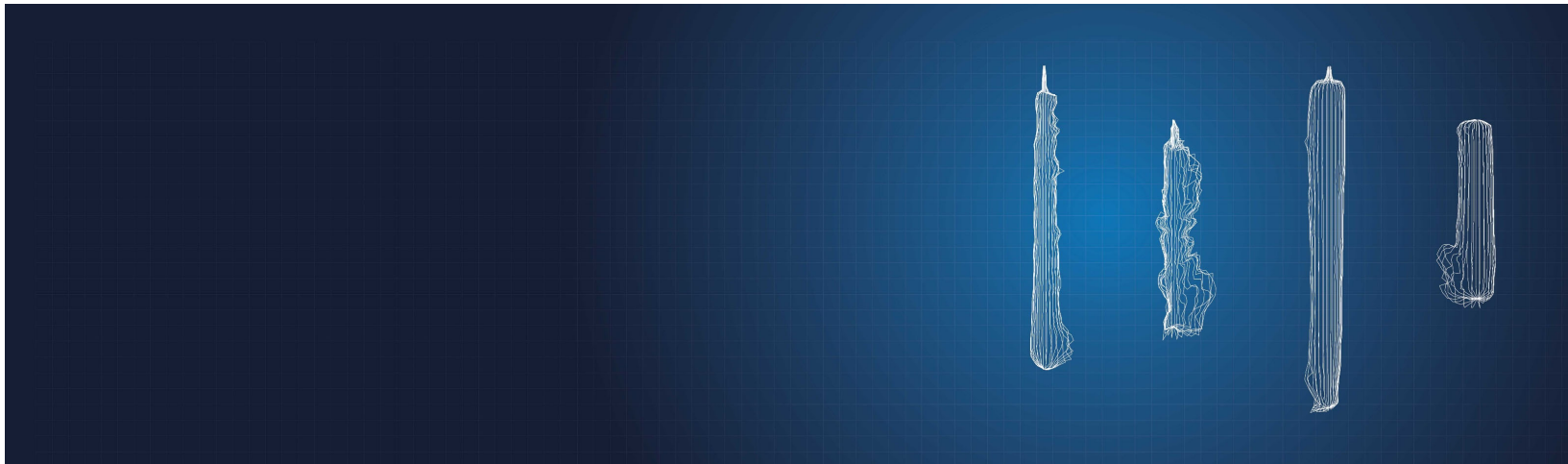




SENKUNGSPROGNOSE UND AUSWIRKUNGSANALYSE 2060 FÜR DAS KAVERNENFELD RÜSTRINGEN



INHALTSVERZEICHNIS



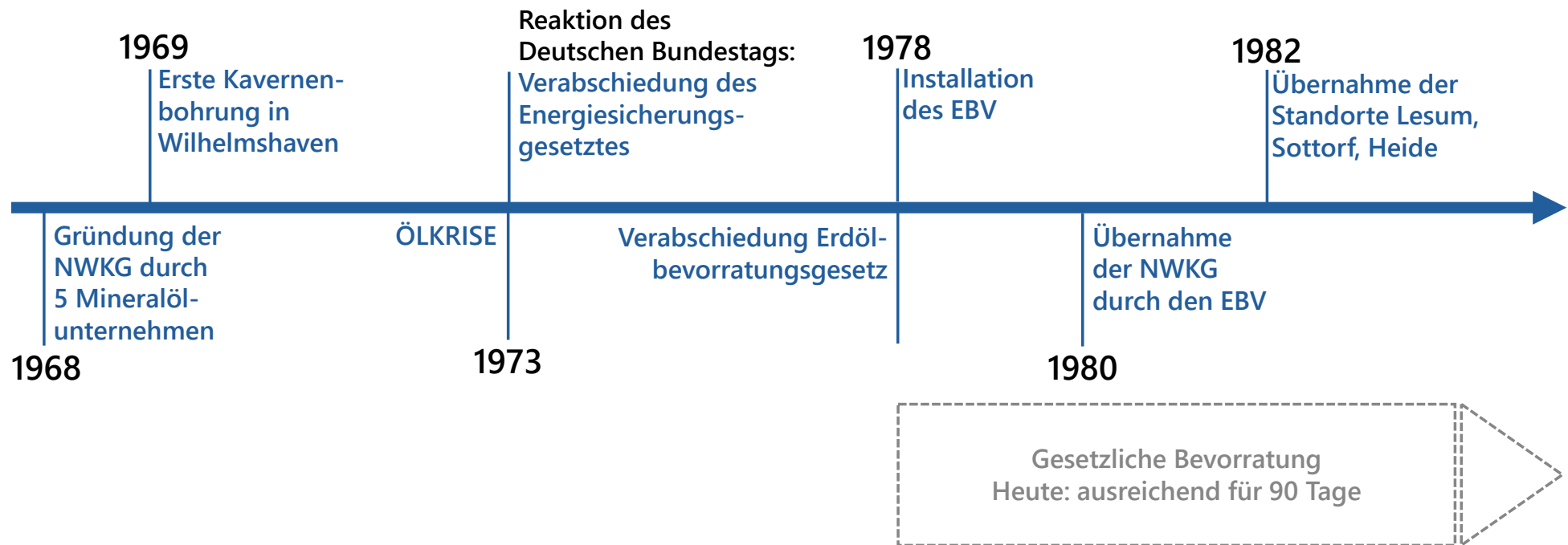
- Der Erdölbevorratungsverband (EBV) und die Nord-West Kavernengesellschaft (NWKG)
- Daten und Fakten der NWKG-Kavernen-Standorte
- Was ist eine Kaverne?
- Mögliche Bodenbewegungen aufgrund von Kavernenbetrieb
- Senkungsprognose Ölspeicherung – History Match 1968 bis 2018
- Senkungsprognose Ölspeicherung – Basisszenario bis 2060
- Auswirkungsanalyse Ölspeicherung
- Die Untersuchungsgebiete
- Ausblick Wasserstoffspeicherung 2075



DER ERDÖLBEVORRATUNGSVERBAND (EBV) UND DIE NORD-WEST KAVERNENGESellschaft (NWKG)



Kritische Entwicklung
der Rohölmärkte



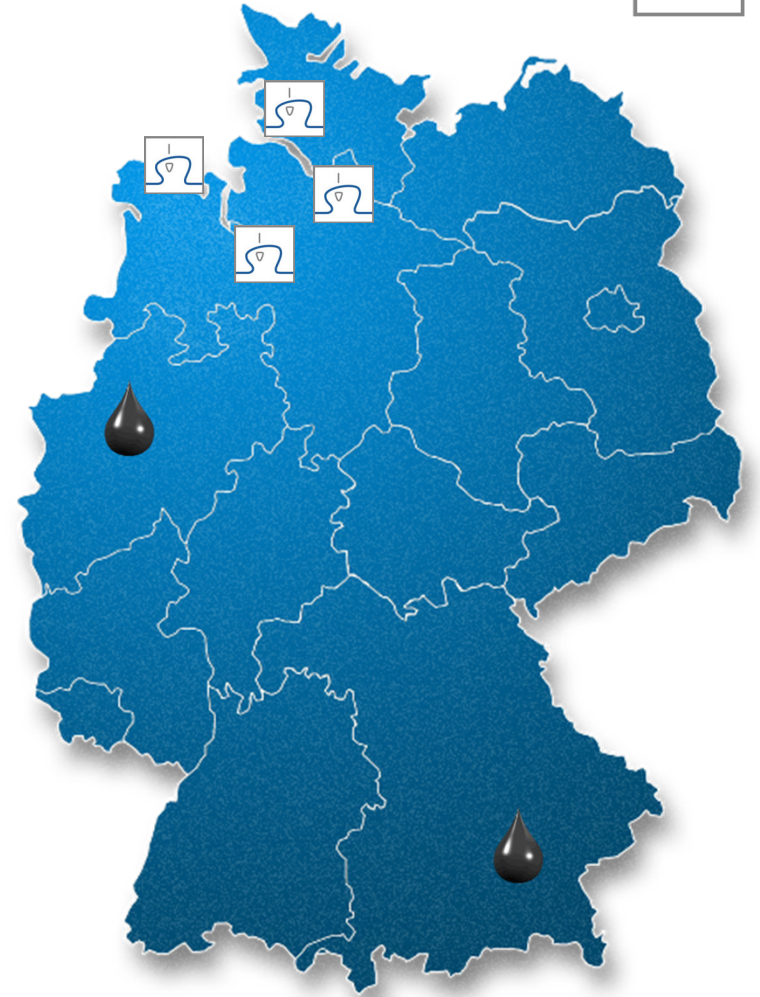
DIE NORD-WEST KAVERNENGESellschaft HEUTE



- 100% Tochterunternehmen des Erdölbevorratungsverbands (EBV)



- 61 Mitarbeiter am Standort Wilhelmshaven
- 6 Mitarbeiter am Standort Lesum
- 1 Mitarbeiter am Standort Sottorf
- Betriebsführungsgesellschaft der 4 Kavernenspeicher
 - **Wilhelmshaven-Rüstringen**
 - **Hamburg-Sottorf**
 - **Bremen-Lesum**
 - **Heide**
- Betreuung der EBV-eigenen Tanklager
 - **Gelsenkirchen**
 - **Feldkirchen**



DATEN UND FAKTEN DER NWKG-KAVERNEN-STANDORTE



KAPAZITÄT
 ≈15 Millionen m³
 Öl/Produkte
 in Kavernen

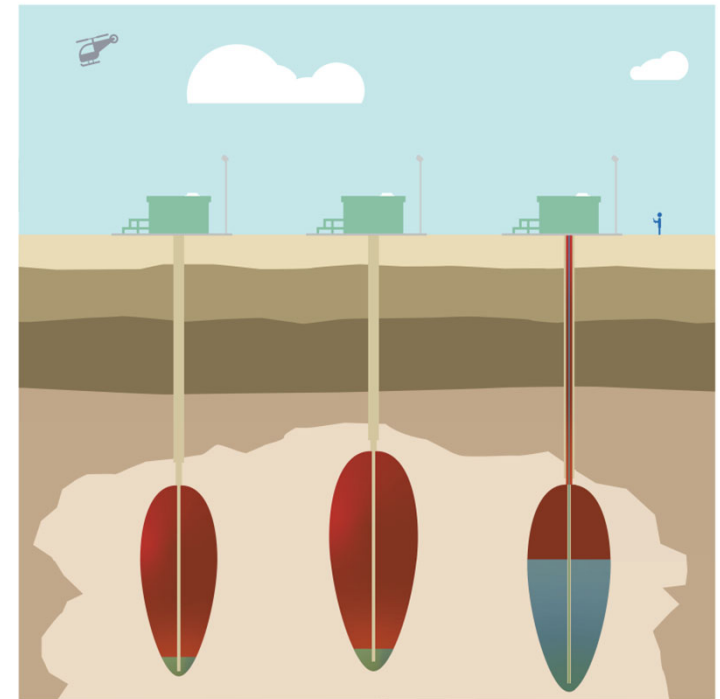
KAVERNENSPEICHER:	Wilhelmshaven-Rüstringen	Hamburg-Sottorf	Bremen-Lesum	Heide
Anzahl der Kavernen:	39	9	7	9
Anbindung an:	NWO / NDO	Hafen Hamburg	WeserTanking	Raffinerie Heide
Kapazität rund:	11 Mio m ³	1 Mio m ³	1,8 Mio m ³	1,4 Mio m ³
Speichergut	Rohöle	Rohöl/Heizöl	Diesel/Heizöl	Diesel/Benzin/Rohöl
Teufenlänge	1.200 - 2.000 m	530 - 1.160 m	470 - 1.350 m	590 - 1.150 m
Größe der Kavernen:	max. 1,2 Mio m ³	max. 300.000 m ³	max. 435.000 m ³	300.000 m ³

DER KAVERNENSTANDORT WILHELMSHAVEN-RÜSTRINGEN



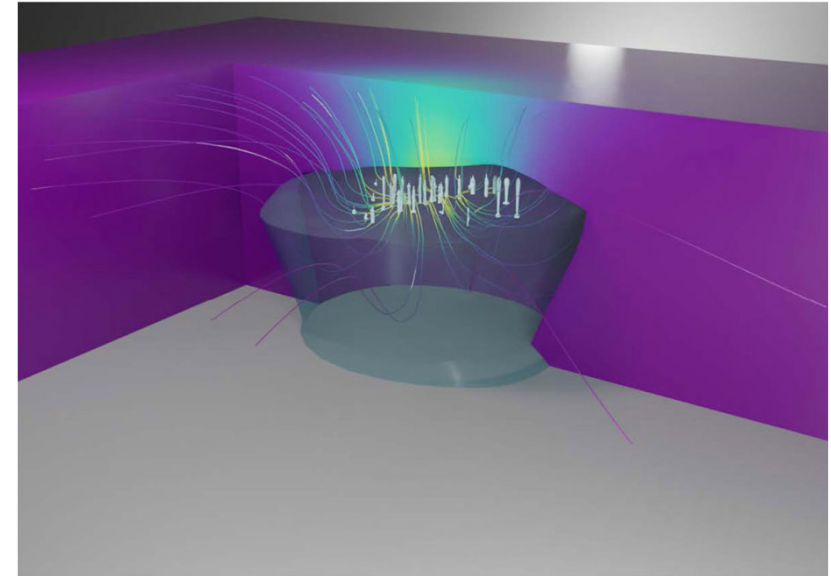
WAS IST EINE KAVERNE?

- Unterirdischer Lagerraum im Salzgestein, der mit Flüssigkeiten (oder Gasen) befüllt werden kann.
- Dieser Hohlraum wird durch Solung mit Wasser, welches das Salz auflöst, geschaffen
- Steinsalz ist gegenüber Rohöl und Mineralölprodukten sowie Gasen dicht.
- Es wird durch Rohöl weder angegriffen noch aufgelöst.
- Steinsalz zeigt jedoch unter normalen Lagerstättenbedingungen ein Formänderungsverhalten
 → sog. **Kriechen**
- Kriechen ist abhängig von:
 Temperatur – Druck – Zeit
- Die Folge ist eine Verringerung des Kavernenvolumens
 → sog. **Konvergenzen**

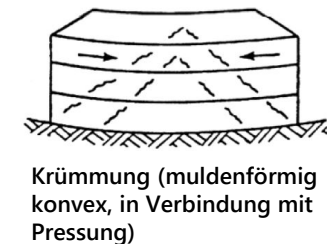
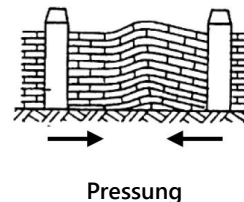
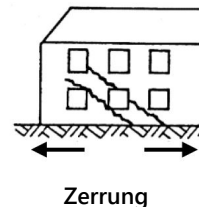


MÖGLICHE BODENBEWEGUNGEN AUFGRUND VON KAVERNENBETRIEB

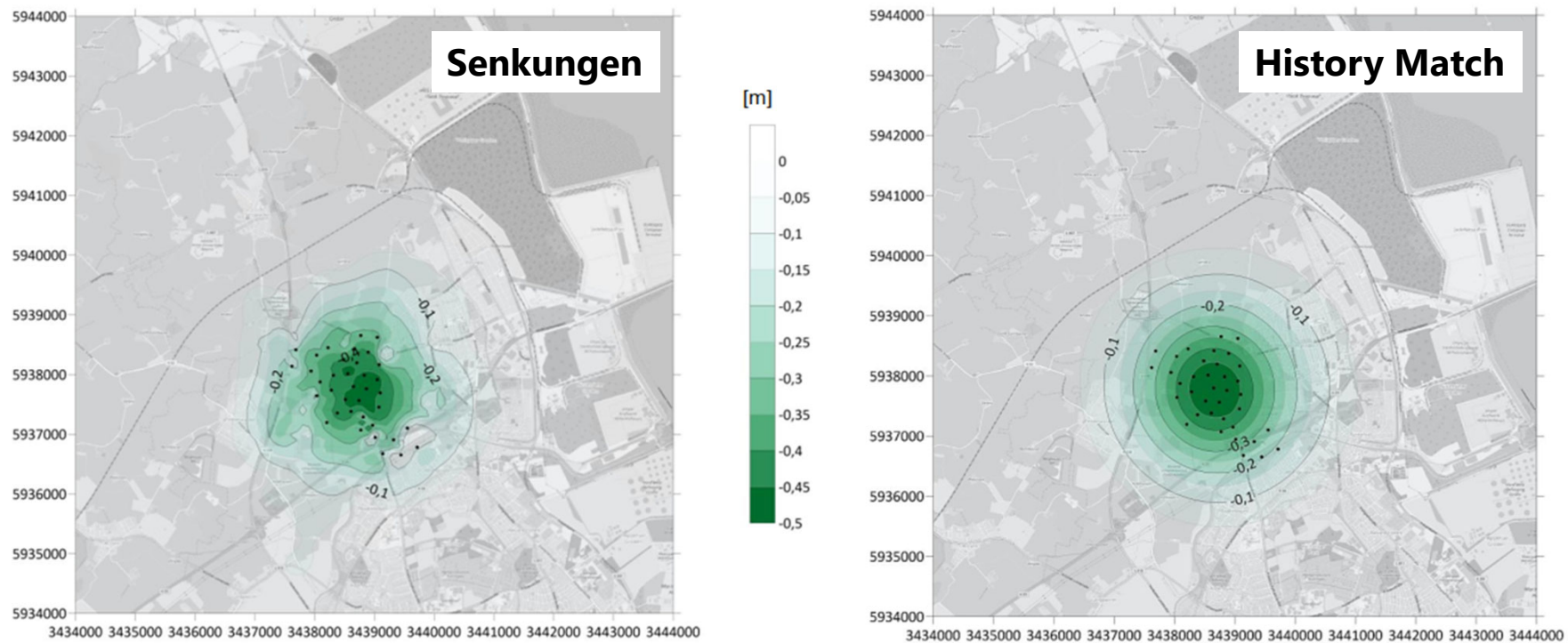
- Konvergenzen werden bei Planung und Betrieb von Kavernen berücksichtigt
- Durch untertägige Konvergenzen entstehen an der Tagesoberfläche Senkungen
- Diese Senkungen werden durch ein Nivellement regelmäßig kontrolliert
- Zukünftige Senkungen werden mittels eines gebirgsmechanischen Modells basierend auf einem Szenario für den Betrieb (Basisszenario 2060) prognostiziert



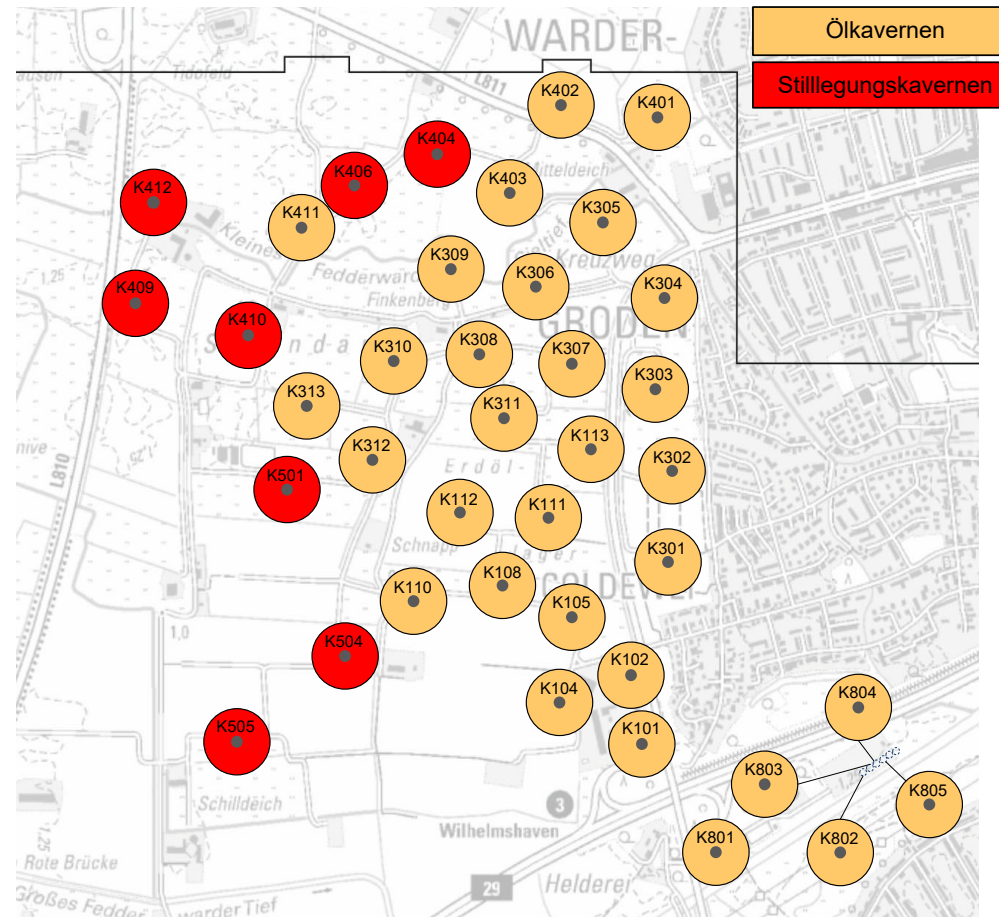
Mögliche Folgen von Senkungen an der Tagesoberfläche:



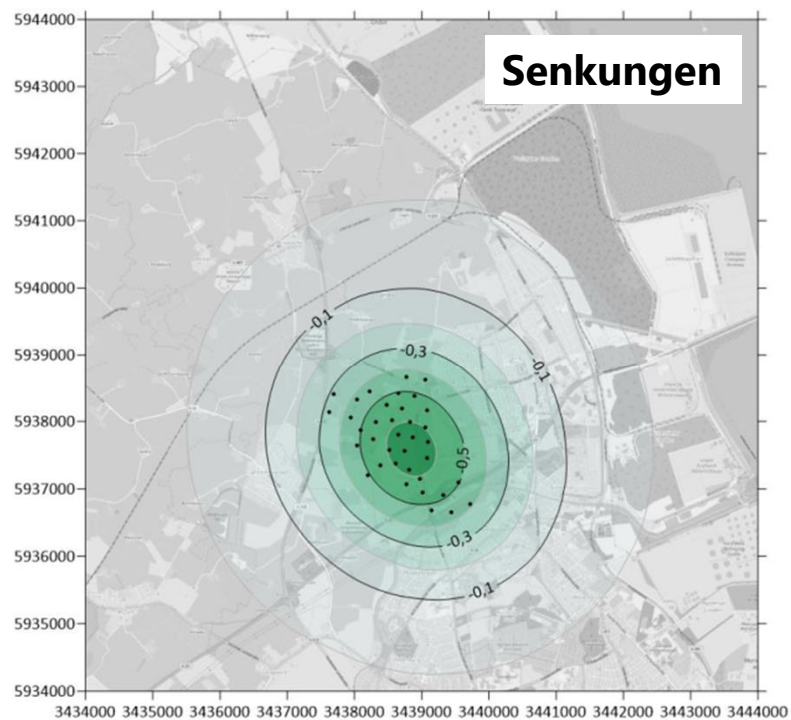
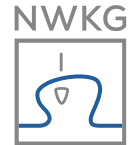
SENKUNGSPROGNOSE ÖLSPEICHERUNG – HISTORY MATCH 1968 BIS 2018



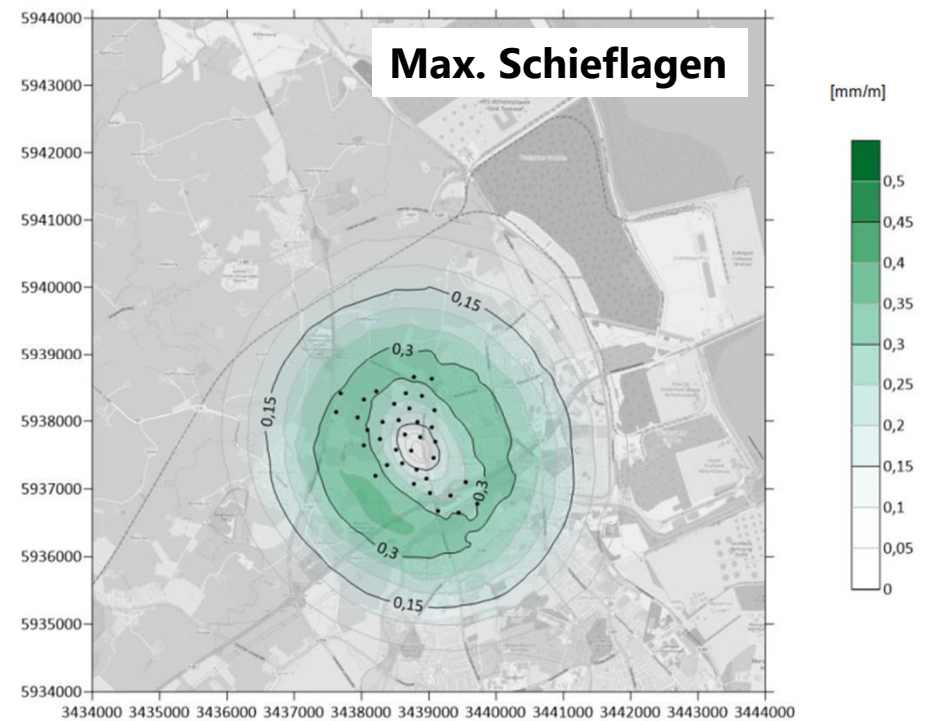
Gemessene maximale Senkung im Senkungstiefsten: 51 cm (seit 1968 bis 2018)
Nivellement & History Match zeigen eine gute Übereinstimmung



SENKUNGSPROGNOSE ÖLSPEICHERUNG – BODENBEWEGUNGEN BIS 2060



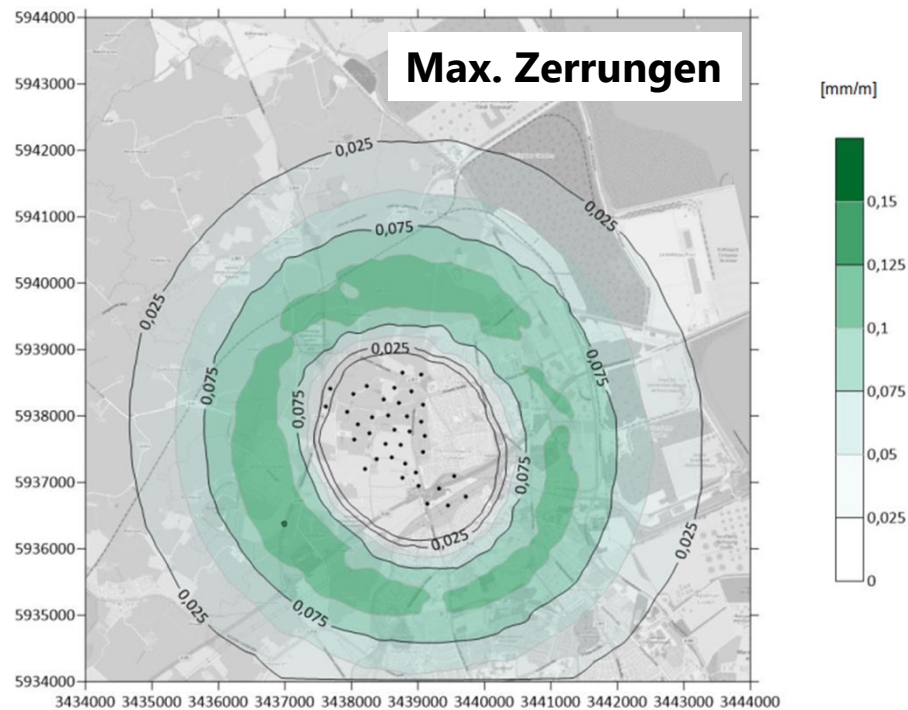
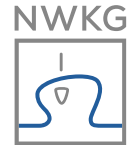
Prognostizierte maximale Senkung im
Senkungstiefsten: 65 cm in 2060



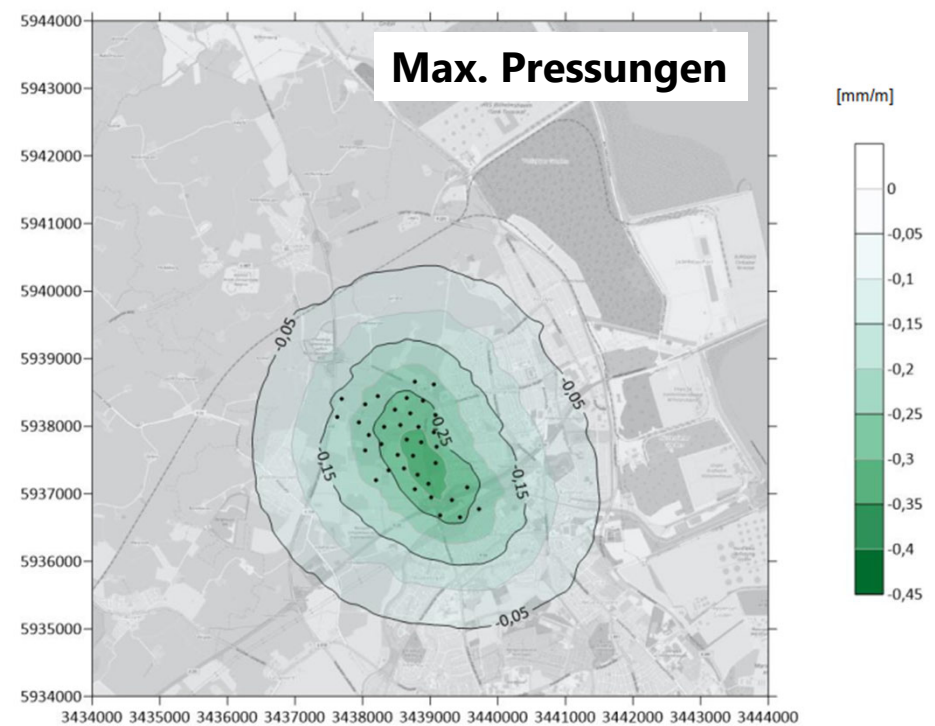
Prognostizierte maximale
Schieflage: 0,35 mm/m in 2060



SENKUNGSPROGNOSE ÖLSPEICHERUNG – BODENBEWEGUNGEN BIS 2060

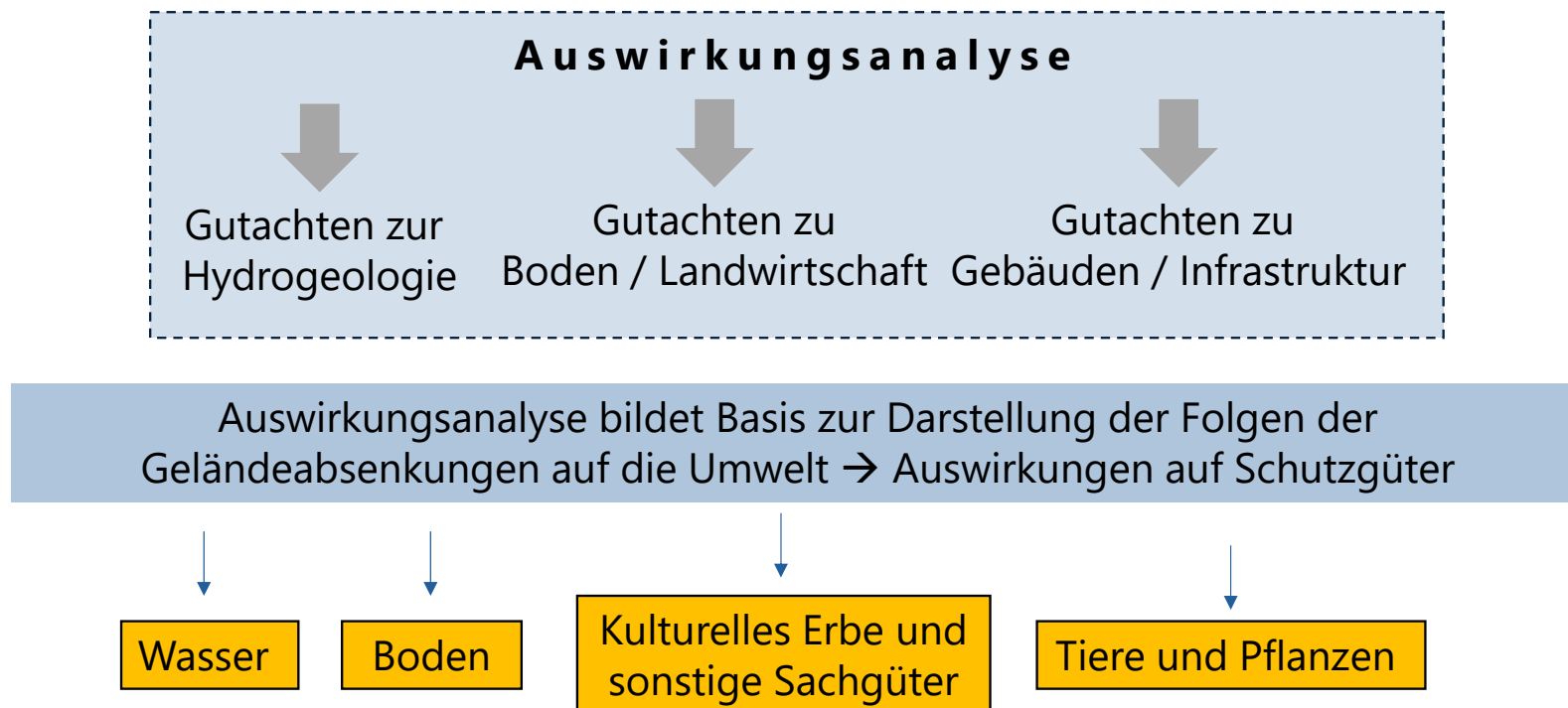


Prognostizierte maximale
Zerrung: 0,125 mm/m in 2060



Prognostizierte maximale
Pressung: 0,30 mm/m in 2060

Senkungsprognose stellt die Grundlage dar für die:



DIE UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Untersuchungsgebiet (Erstellung im Zuge der SPAA)

Aufgrund unterschiedlicher Reichweiten sowie thematischer Hintergründe in den Fachgutachten Einteilung in drei Teiluntersuchungsgebiete

→ Modellgebiet (ca. 150km²):

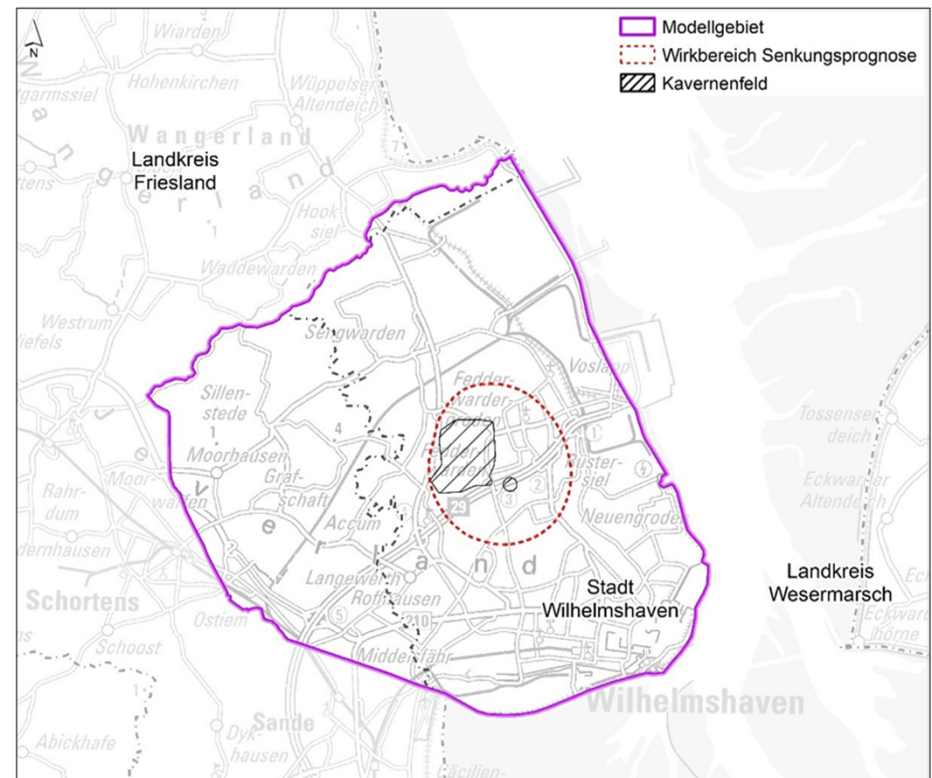
- Basiert auf hydrologischen und hydrogeologischen und Kriterien
- Berücksichtigung von Stromlinien, Grundwassergleichen und der oberirdischen hydrologischen Einzugsgebiete

→ Wirkbereich der Senkungsprognose

- prognostizierte Senkung bis 2060
- Betrachtung der Schutzgüter Boden, Wasser, Kulturelles Erbe und sonst. Sachgüter

→ Kavernenfeld

- Detaillierte floristische und faunistische Untersuchungen im Rahmen des Schutzgutes Tiere und Pflanzen



AUSWIRKUNGSANALYSE ÖLSPEICHERUNG BIS 2060



Basierend auf der Senkungsprognose wurden die Auswirkungen der Ölspeicherung bis in das Jahr 2060 auf folgende Schutzgüter untersucht:

Schutzgut	Ergebnis
Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter	Keine Überschreitung der Grenzwerte nach Grün et. al (2003) → Keine Auswirkungen
Wasser	Keine Auswirkungen
Boden	Keine Auswirkungen
Tiere und Pflanzen	Keine Auswirkungen

Für den Betrieb der Ölspeicherkavernen, sind keine Neubaumaßnahmen geplant. Dementsprechend sind auch **keine Auswirkungen** auf weitere **Schutzgüter Fläche, Landschaftsbild, Klima und Luft** und somit auch **keine Auswirkungen** auf das **Schutzgut Mensch** zu erwarten.

ÖLSPEICHERUNG – BERGSCHADENKUNDLICHE GRENZWERTE

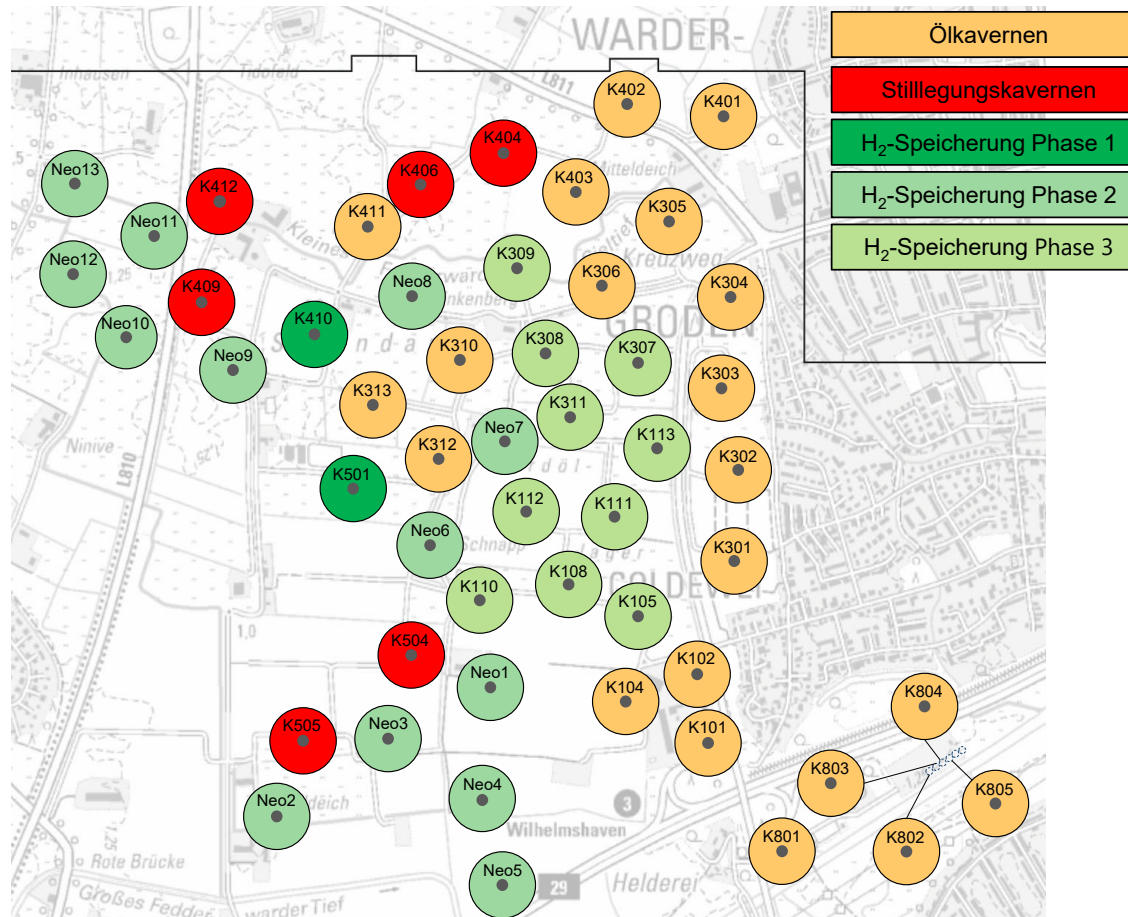


Bodenbewegungsgröße	Grenzwert* für die empfindlichste Gebäudeklasse in mm/m	Maximalwert der Prognose zum Jahr 2060 in mm/m
Schiefelage	1	0,35
Zerrung	0,5	0,125
Pressung	0,5	0,30

**E. Grün, H. Pöller, und F. W. Pohl, „Klassifizierung von Bauwerken an der Tagesoberfläche hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und Möglichkeiten zu ihrem Schutz gegenüber bergbaulichen Einwirkungen“, Markscheidewesen, Bd. 3, S. 89–96, 2003.*

- Es werden keinerlei Grenzwerte durch den Ölspeicherbetrieb überschritten
- Es gibt keine Auswirkungen auf die Schutzgüter Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter, Wasser, Boden , Tiere und Pflanzen, Fläche, Landschaftsbild, Klima & Luft sowie Mensch

AUSBLICK – WASSERSTOFFSPEICHERUNG BIS 2075



AUSBLICK – WASSERSTOFFSPEICHERUNG BIS 2075



Derzeit werden die potenziellen Auswirkungen der Wasserstoffspeicherung am Standort Wilhelmshaven-Rüstringen im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Bergbau) untersucht.

Schutzgut Wasser – Oberflächen- und Grundwasser

- Marschablagerungen im Untersuchungsraum stellen Grundwasserhemmer dar
 - geringe Versickerung
 - Niederschlagswasser muss oberflächlich abgeführt werden
 - überwiegendes Grundwasser versalzen
- Erkundung des hydraulischen Systems
 - Installation und Erweiterung von Messstellen zur Erfassung der Stände von Grund- und Oberflächenwasser ab 2018
 - Auswertung aller verfügbarer Daten zu Grundwasserständen, Leitfähigkeit und Chloridkonzentration



Auf Grundlage der Daten zum Aufbau des Untergrundes, zur Grundwassersituation und zur Funktion der Oberflächengewässer wurde ein [Grundwasserströmungsmodell](#) aufgebaut



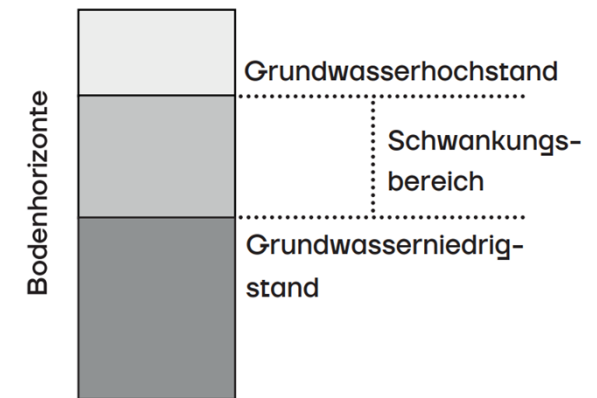
Bildet die Ist-Situation mit den Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und den Gewässern ab und wird als Prognoseinstrument zur Ermittlung der senkungsbedingten Veränderungen genutzt.

Schutzgut Wasser – Oberflächen- und Grundwasser

- Ergebnisse – basierend auf der Senkungsprognose
 - Durch allmähliche auf einen Kernbereich begrenzte und geringfügige Senkung von ca. 24 cm (2018 – 2060, im Bereich des Verteiler 6), sind nur geringe Auswirkungen auf die Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet zu erwarten.
 - Die Freibordberechnung an den Oberflächengewässern im Senkungsgebiet (Abgleich Uferhöhe zum Wasserspiegel) zeigt, dass keine Anpassungen im Vorflut- bzw. Entwässerungssystem notwendig sind.
 - Bisherige Zielwasserstände im Maadesiel können beibehalten werden.
 - Bis 2060 nur marginale Änderungen des Grundwasseraustausches im Bereich der Küstenlinie zwischen Festland und Nordsee
 - Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und den Oberflächengewässern werden sich nur geringfügig verändern.
 - Daher sind keine Auswirkungen auf den Verlauf der Salz-Süßwassergrenze in Folge der Senkung zu erwarten.
- Weiteres Vorgehen
 - Fortführung der umfangreichen Messungen
 - Regelmäßige Aktualisierung des Grundwasserströmungsmodelles
 - Numerisches Grundwassermodell wird zu einem ständigen Überwachungs- und Beweissicherungsinstrument erweitert.

Schutzgut Boden / Fläche und Landwirtschaft

- Böden der Nordseeküste stellen zum Großteil Marschböden dar
 - Hohe Bodenfunktionsbewertung für die Landwirtschaft
 - Besonders schützenswert Böden
 - Bodenwasserhaushalt entscheidend durch Grabenwasserstände (Vorflut) gesteuert
- Durch Absenkung im Zuge der Konvergenzen
 - Verringerung Grundwasserflurabstände, höhere Grundwasserstände
 - Vernässung der Böden und landwirtschaftlichen Flächen möglich
 - Verschlechterung der Bodenfunktionen (Bodenfruchtbarkeit)
- Ermittlung des Schwankungsbereiches des Bodenwasserhaushaltes
 - Einbringen von Rammkernsondierungen zur Darstellung des mittleren Grundwasserniedrigstandes und des Grundwasserhochstandes



Darstellung der **Grundwasseramplitude** = Schwankungsbereich des Grundwassers

Schutzgut Boden / Fläche und Landwirtschaft

- Ergebnisse – basierend auf der Senkungsprognose und Änderungen im Wasserregime
 - Die Rammkernsondierung zeigt hydraulische Wechselwirkungen zwischen dem Boden und Grundwasserhaushalt.
 - Bodenwasserhaushalt wird durch die Grabenwasserstände dominiert.
 - Bei gleichbleibenden Grabenwasserstände sind senkungsbedingte Änderungen im Bodenwasserhaushalt zu vernachlässigen.
 - Durch senkungsbedingte Verringerung der Grundwasserflurabstände von ca. 20 cm, keine negativen Folgen auf den Bodenwasserhaushalt und die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit zu erwarten.
- Weiteres Vorgehen
 - Fortführung eines Monitorings der Grabenwasserstände zur Erkennung möglicher Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes mit 5-jährigen Kontrollmessungen des Wasserspiegels
 - Alle 5 bis 10 Jahre erneute Rammkernsondierungen zur Untersuchung der Tiefenlagen im Boden

Schutzgut Kultur- und sonst. Sachgüter

- Sonstige Sachgüter sind in erst Linie durch Bodenbewegungen (s.o.) an der Tagesoberfläche beeinträchtigt
 - Verschieden Datengrundlagen zur Auswertung: Landschaftsrahmenplan, Denkmalatlas, ALKIS etc.
 - Objekte des Denkmalschutzes - Archäologische und Baudenkmale,
 - Gebäude großer Dimensionen (Grundfläche >2.000 m²), Sonstige Gebäude
 - Infrastruktureinrichtungen in Form von Anlagen der öffentlichen Ver- und Entsorgung, Anlagen des öffentlichen Verkehrs, weitere Empfindliche Anlagen wie Rohrleitungen, Freifallleitungen, Abzweige, etc.
- Einordnung der Bezugsobjekte in verschiedene Empfindlichkeitsklassen
 - 5-stufiges System: IV = **geringe Empfindlichkeit** bis 0 = **hohe Empfindlichkeit** gegenüber Bodenbewegungen wie Schieflagen und Längenänderungen, resultierend aus der im Zusammenhang stehenden Senkungen
 - Bewährte Klassifikationsmethode aufgrund langjähriger Erfahrungen bei bergbaubedingten Bodenbewegungen



- Ableitung der zulässigen **Objektbeanspruchung** in Abhängigkeit von Empfindlichkeitsklassen, welche sich durch die in der Senkungsprognose prognostizierten Bodenbewegungen ergeben.

Schutzgut Kultur- und sonst. Sachgüter

- Ergebnisse – basierend auf der durch die Senkungsprognose prognostizierten Bodenbewegungen
 - Grenzwerte für eine zulässige Beanspruchung von Gebäuden der höchsten Empfindlichkeitsklasse 0 werden nicht überschritten.
 - Demzufolge werden auch die übrigen Klassen nicht überschritten.
 - Keine Beeinträchtigung von Funktionalität oder der baulichen Substanz der erfassten Objekte im Modellgebiet
 - Auswirkungen aufgrund der Veränderung des prognostizierten Grundwasserflurabstandes von ca. 20 cm auf die Gebäude ist als äußerst gering anzusehen. (saisonalen Pegelschwankungen liegen im Bereich von mehreren Dezimetern)
- Weiteres Vorgehen
 - Für die Auswirkungen auf das Schutzgut stehen die Gültigkeit der Senkungsprognose zu den bergschadensrelevanten Bodenbewegungsgrößen sowie das Monitoring des Grundwassermodells im Vordergrund.

Schutzgut Tiere und Pflanzen und biologische Vielfalt

- Es ist abhängig von möglichen Auswirkungen im Wasserregimes sowie dem Boden
 - Wasser und Boden haben Einfluss auf die Ausprägung und Zusammensetzung von Vegetation und Biotoptypen
 - Dies hat wiederum Auswirkungen auf die Zusammensetzung der örtlichen Fauna und deren Lebensgemeinschaften.
 - Durchführung umfangreicher Erfassungen von Biotoptypen und ausgewählten Tiergruppen: Brutvögel, Fledermäuse, Amphibien und Libellen
- Verschneidung der erfassten Bestandteile der Natur und Ihrer Standortentwicklung in Abhängigkeit zur prognostizierten Senkung bzw. der Veränderungen im Boden- und Wasserregime



- **Biotopausstattung und Artenspektrum** unter potenziell veränderten Standortbedingungen

Schutzgut Tiere und Pflanzen und biologische Vielfalt

- Ergebnisse – basierend auf den prognostizierten Änderungen im Boden- und Wasserregime
 - Bei gleichbleibenden Zielwasserständen ist keine Veränderungen der Vegetation sowie der Artenzusammensetzung zu erwarten.
 - Die prognostizierten Schwankungen im Bodenwasserhaushalt liegen innerhalb der Lebensraumamplitude der vorkommenden Biotope sowie der Arten- und Lebensgemeinschaften.
- Weiteres Vorgehen
 - Bei signifikanten Änderungen im Bodenwasserhaushalt weitere Untersuchungen zur möglichen Verschiebung des Artenspektrums.
 - Erkenntnisgewinn des vorhandenen ökologischen Zustandes und vorliegenden Potentials der Betriebsflächen werden genutzt, um eine naturschutzfachliche hochwertige Entwicklung der Flächen zu initiieren → [Biotopverbundkonzept](#)