

LANUV 
Kompetenz für ein
lebenswertes Land

SEIT **10** JAHREN

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen 

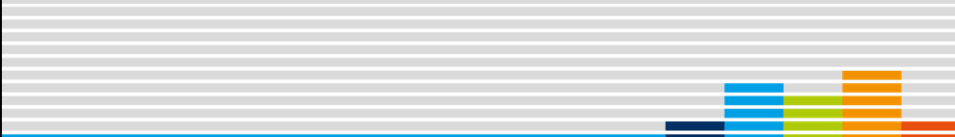


TOP 3
Berichte aus der Facharbeitsgruppe

Anke Boockmeyer, Christoph Weidner, Dorothee Levacher
Sitzung des Beratungsgremiums Flurabstandsprognose, 02.05.2017

TOP 3 Berichte aus der Facharbeitsgruppe

- TOP 3.1
Organisation und Dokumentation
- TOP 3.2
Bericht über bisherige Arbeiten (Bodenbewegungsmodell)
- TOP 3.3
Einführung in das Grundwasser-Prognosemodell des
LANUV

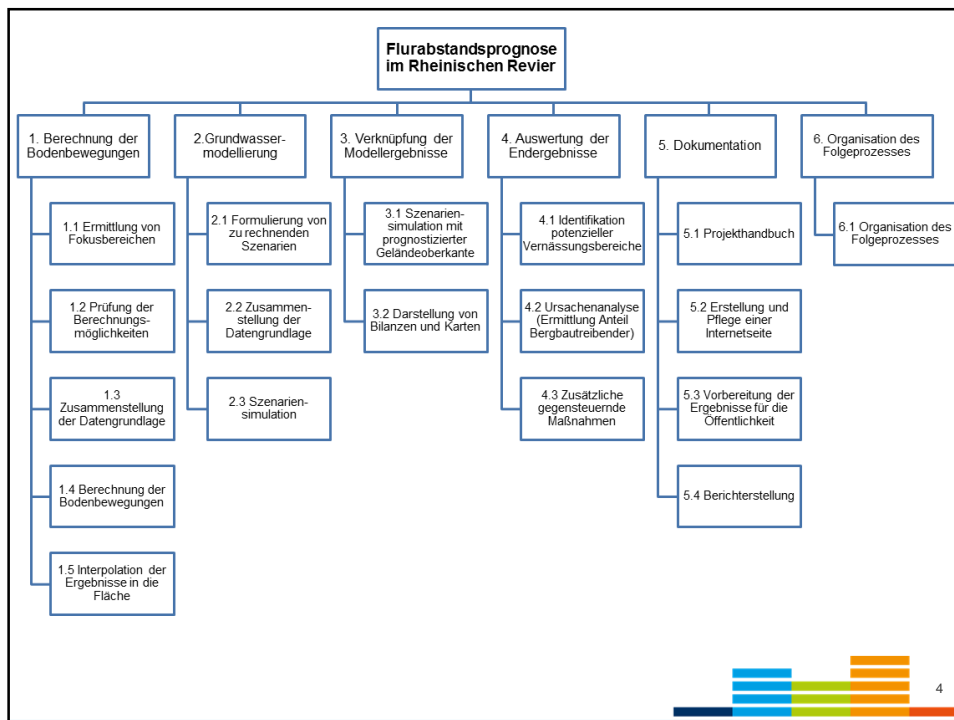


TOP 3.1 Organisation und Dokumentation

Nach dem Vorbild des „Monitoring Garzweiler II“ wurde für das Projekt „Flurabstandsprognose“ eine ähnliche Organisationsstruktur und eine ähnliche Dokumentation (Protokolle, Projekthandbuch, Website) eingeführt.

Bisher umgesetzt und in Arbeit:

- Projektstrukturplan
- Zeitplan
- Projekthandbuch
- Protokolle
- Website



Zeitplan für Projekt: Flurabstandsprognose im Rheinischen Revier		2016					2017				2018				2019
Nr.	Aufgabe	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1
1	Bodenbewegungsberechnungen														
1.1	Ermittlung von Fokusbereichen														
1.2	Prüfung der Berechnungsmöglichkeiten														
1.3	Zusammenstellung der Datengrundlage														
1.4	Berechnung der Bodenbewegungen														
1.5	Interpolation der Ergebnisse in die Fläche														
2	Grundwassermodellierung														
2.1	Formulierung von zu rechnenden Szenarien														
2.2	Zusammenstellung der Datengrundlage														
2.3	Szenariensimulation														
3	Verknüpfung der Modellergebnisse														
3.1	Szenariensimulation mit prognostizierter GOK														
3.2	Darstellung von Bilanzen und Karten														
4	Auswertung der Endergebnisse														
4.1	Identifikation potenzieller Vernässungsbereiche														
4.2	Ursachenanalyse														
4.3	Zusätzliche gegensteuernde Maßnahmen														
5	Dokumentation														
5.1	Projekthandbuch														
5.2	Erstellung und Pflege einer Internetseite														
5.3	Vorbereitung der Ergebnisse für die Öffentlichkeit														
5.4	Berichterstellung														
6	Organisation des Folgeprozesses														
6.1	Organisation des Folgeprozesses														

Landesamt Natur **Umwelt** Klima Verbraucherschutz

Suchbegriff

Suche

Sie sind hier: Startseite LANUV > Umwelt > Wasser > Grundwasser > Folgen des Braunkohleabbaus > Grundwasser-wiederanstieg

Umwelt

- ▼ Wasser
 - ▶ Abwasser
 - ▶ Grundwasser
 - ▶ Grundwasserleiter
 - ▶ Grundwasserschutz
 - ▶ Grundwasserstand
 - ▶ Beschaffenheit
 - ▶ Folgen des Braunkohleabbaus
 - ▶ Allgemeines zur Braunkohle
 - ▶ Das Braunkohlenrevier
 - ▶ Folgen für den Wasserhaushalt
 - ▶ Grundwassermodelle
 - ▶ **Grundwasser-wiederanstieg**
 - ▶ Monitoring für das Braunkohlenrevier
 - ▶ Tagebaureisseen
 - ▶ Kartenwerke zum Thema Grundwasser

Grundwasserwiederanstieg im Rheinischen Braunkohlenrevier



Die für die Trockenhaltung der Tagebaue des Rheinischen Braunkohlenreviers notwendige Grundwasserentnahme hat verschiedene Folgen für den Wasserhaushalt. So führen die Entwässerungsmaßnahmen unter anderem zu einer großräumigen Grundwasserabsenkung. Die Absenkungen betragen im Bereich der Tagebaue mehrere hundert Meter und nehmen mit zunehmender Entfernung von ihnen ab. Der Absenkungstrichter umfasst ein Gebiet von über 3000 km² (Abbildung). Mit den Grundwasserabsenkungen sind auch Bodensenkungen von derzeit bis zu ca. 4,5 Metern im direkten Tagebaumfeld verbunden.

Mit dem Ende des Braunkohleabbaus steigt ab etwa der Mitte dieses Jahrhunderts das Grundwasser wieder an. Dies kann in den von Bodensenkungen betroffenen Gebieten zu Bodenhebungen führen. Bislang ist noch unzureichend bekannt, welche Geländehöhen und Abstände zur Grundwasseroberfläche (Flurabstände) sich einstellen und ob mit Vernässungen zu rechnen ist. Dabei spielen auch regionale Unterschiede der geologischen Schichten eine wichtige Rolle.

Konzept

- ▶ Arbeitsorganisation
- ▶ Fachliches Vorgehen

Bisherige Termine

- ▶ 12.09.16: Workshop "Flurabstandsprognose im Rheinischen Revier"
- ▶ 15.11.16: Auftaktstizung im MKULNV
- ▶ 14.12.16: 1. Sitzung der Facharbeitsgruppe
- ▶ 07.02.17: 2. Sitzung der Facharbeitsgruppe

Dokumente

- ▶ Projektunterlagen
- ▶ Protokolle und Vorträge

Ansprechpartner

- ▶ Anke Bockmeyer
0211/1590-2142
anke.boockmeyer@lanuv.nrw.de
- ▶ Dr. Christoph Weidner

www.lanuv.nrw.de/grundwasserwiederanstieg



6

TOP 3.2 Bericht über bisherige Arbeiten (Bodenbewegungsmodell)

Ziel des ersten Teilprojekts ist eine flächenhafte Darstellung der prognostizierten Bodenbewegungen.

Dafür wurden bereits folgende Arbeiten durchgeführt bzw. sind in naher Zukunft geplant:

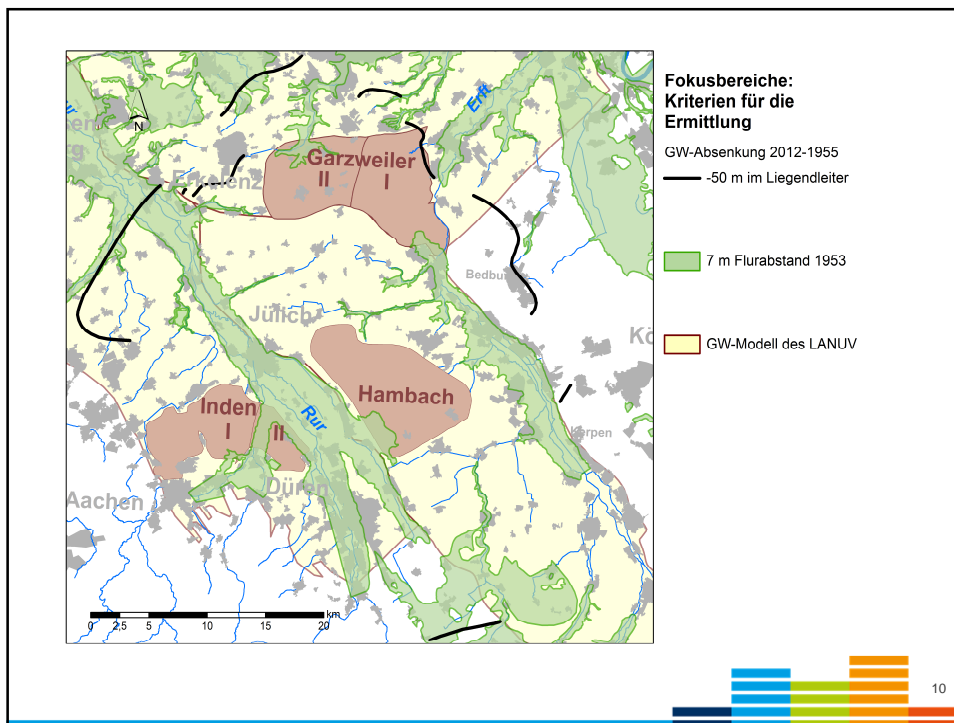
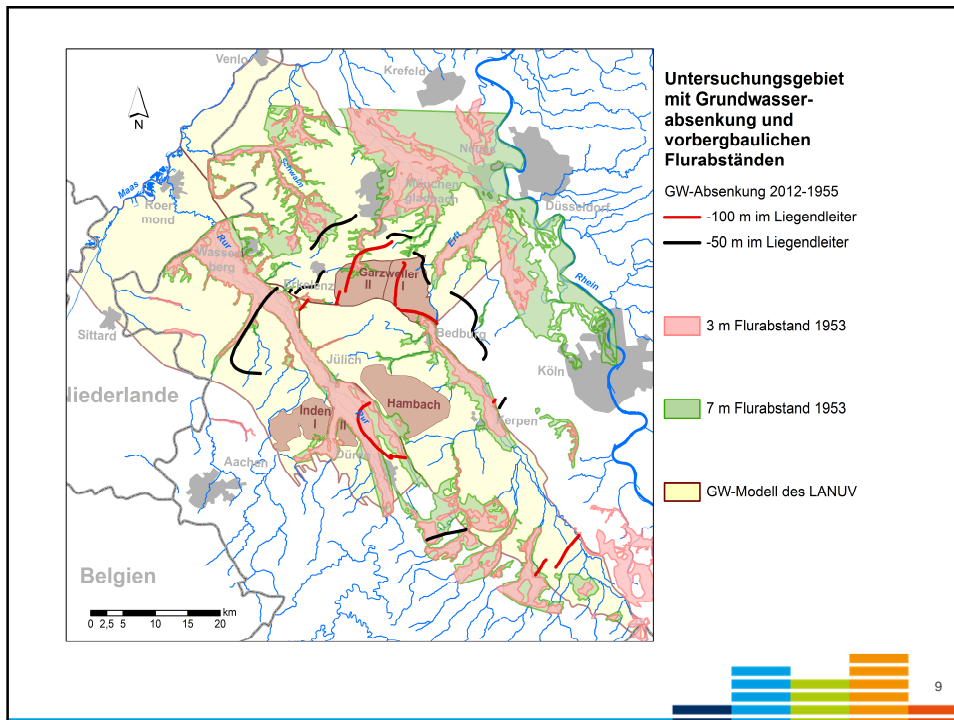
- Ermittlung von Fokusbereichen
- Prüfung von Berechnungsmöglichkeiten
 - Ausschreibung „Recherche zur Methodeneinordnung“
- Ausschreibung „Bodenbewegungsprognose“
- Zusammenstellung der Datengrundlage
- Berücksichtigung von organischen Böden

Ermittlung von Fokusbereichen

Es werden innerhalb des Untersuchungsgebiet diejenigen Bereiche herausgearbeitet, die für die Bodenbewegungsprognose von besonders großem Interesse sind.

Kriterien:

- Flurabstände von $1955 \leq 7$ m
 - Grundwasserabsenkung im Liegend-Grundwasserleiter ≥ 50 m
 - Ortslage
- Fiktives Worst-Case-Szenario, damit möglichst alle aufgrund von Bodenbewegungen potenziell vernässungsgefährdeten Gebiete erfasst werden



Prüfung von Berechnungsmöglichkeiten

In der Facharbeitsgruppe wurden die von der RWE Power AG durchgeführten und beauftragten Arbeiten zum Thema „Bodenbewegungen im Rheinischen Revier“ präsentiert.

Die Arbeiten umfassen:

- Markscheiderische Prognose von Bodenbewegungen
- Prognose der Bodenbewegungen anhand von bodenmechanischen Grundlagen
- Interpolation punkthafter Ergebnisse in die Fläche



Prognosemodell ZAI

Weiterentwicklung der Methode Giese (2010)

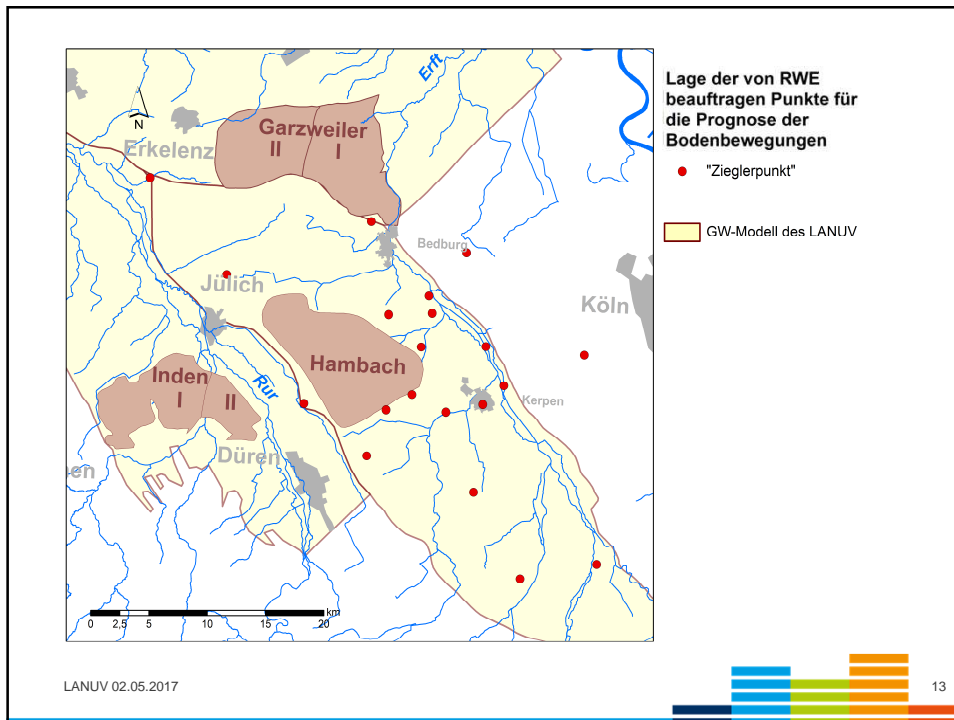
Model ZAI (Ziegler/Aulbach - 2016)

- Basierend auf bodenmechanischen Grundsätzen (Konsolidierungstheorie v. Terzaghi)
- Einbeziehung des tatsächlichen Schichtprofils (vereinfacht) und der GW-Ganglinien
- Verwendung geschätzter, aber sinnvoller Referenz-Bodenparameter (summarisch)
- Referenzbodenparameter werden für Kalibrierung schichtweise prozentual pro Messpunkt verändert
- Kalibrierung entsprechend dem erwarteten bodenmechanischen Verhalten und Abgleich allein mit den gemessenen Senkungen an der Geländeoberfläche
- Ggf. Korrektur des Schichtmodells bei zu starken Abweichungen
- Durch einfachere Kalibrierung leichter in der Fläche anwendbar
- Erste Berechnungen belegen Tauglichkeit des Modells

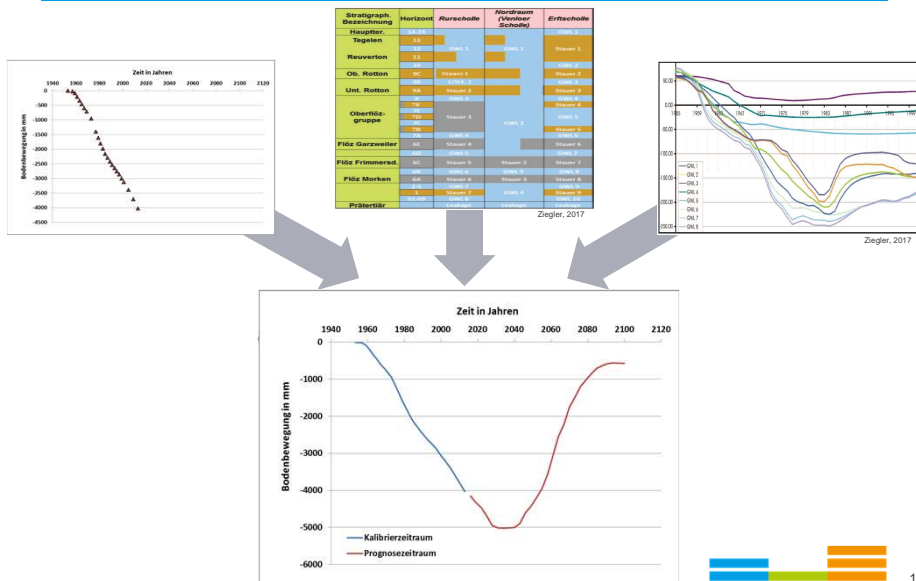
Ziegler, 2017

→ Punkthafte Berechnung der Bodenbewegungen

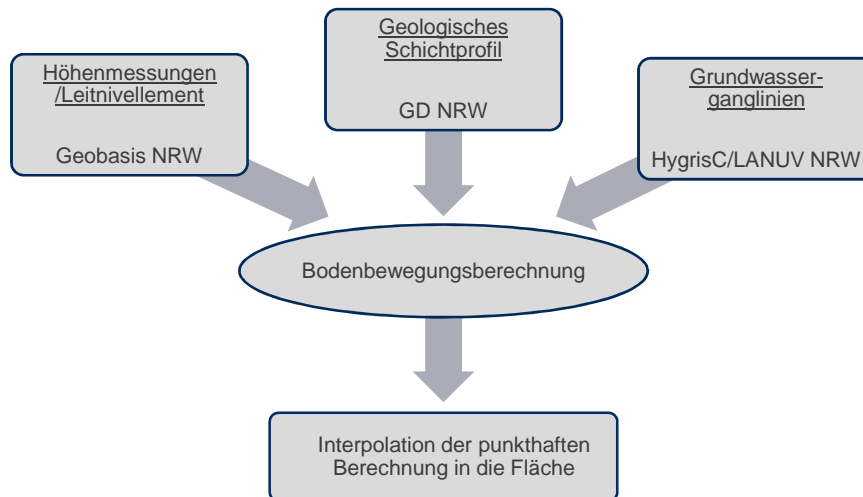




Eingangsdaten Bodenbewegungsberechnung



Eingangsdaten Bodenbewegungsberechnung



15

Ausschreibung „Methodenrecherche“

Anlass:

Vorstellung der bisher von RWE durchgeführten und beauftragten Arbeiten zum Thema „Bodenbewegungsprognose“ am 07.02.17

Fragestellung:

- Darlegung des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik
- Darstellung von:
 - Weiteren Praxisbeispielen und deren Vergleichbarkeit mit dem Braunkohlenrevier
 - Modellen zur Prognose von Bodenbewegungen infolge Grundwasserstandsänderungen
 - Interpolationsmethoden

16

Ausschreibung „Methodenrecherche“

Recherche weiterer Praxisbeispiele und Einordnung der bisherigen Methoden

- Recherche und Auswertung von Praxisbeispielen mit großräumiger Grundwasserabsenkung/–wiederanstieg und Bodenbewegungen (verschiedene Bewirtschaftungseinflüsse, Rahmenbedingungen) hinsichtlich
 - Vergleichbarkeit mit der Situation im Rheinischen Braunkohlenrevier
 - verwendete Methoden für die Beobachtung und (falls durchgeführt) Prognose der Bodenbewegungen



Ausschreibung „Methodenrecherche“

Recherche von Modellen zur Prognose von Bodenbewegungen infolge Grundwasserstandsänderungen

- Darlegung der relevanten bodenmechanischen und hydraulischen Einflussgrößen und Gesetzmäßigkeiten
- Vergleich vorhandener Prognosemethoden hinsichtlich
 - Berücksichtigter Einflussgrößen, deren physikalische Vertrauensbereiche und relative Bedeutung für die Prognose
 - Genauigkeit und Aussagesicherheit
 - Übertragbarkeit auf andere Gebiete
 - Aufwand einer Umsetzung
 - Möglichkeit bzw. Notwendigkeit einer hydraulischen Kopplung



Ausschreibung „Methodenrecherche“

Recherche von Interpolationsmethoden

- Auflistung und Beschreibung möglicher Interpolationsmethoden
- Vergleich der Interpolationsmethoden hinsichtlich
 - Benötigter Eingangsparameter
 - Grenzen/Einschränkungen
 - Aufwand einer Umsetzung
 - Fehlerbetrachtung zur Bewertung von Genauigkeit und Aussagesicherheit



Ausschreibung „Methodenrecherche“

Ablauf:

- Öffentliche Ausschreibung
- Grundsätzlich offen für alle Bewerber
- Definition von Zuschlagskriterien im Vorfeld
- vorgeschlagene Firmen werden durch die Vergabestelle über die Ausschreibung informiert
- Link zur Ausschreibung wird zur Verfügung gestellt

Aktueller Stand:

- Abstimmung eines Konzepts der Leistungsbeschreibung mit der AG
- Weiterleitung an Vergabestelle



Ausschreibung „Bodenbewegungsprognose“

Anlass:

Vorstellung der bereits von RWE durchgeführten und beauftragten Arbeiten zum Thema „Bodenbewegungsprognose“ am 07.02.17

Offene Punkte bezüglich der Prognose:

- Quantifizierung der Prognoseunsicherheit
- Untersuchung der Parametersensitivität
- Bodenbewegungsprognose an ausgewählten Punkten



Ausschreibung „Bodenbewegungsprognose“

Genauigkeitsbestimmung der Bodenbewegungsprognose

- Auflistung notwendiger Eingangsdaten für die Prognose
- Beschreibung der Vertrauensbereiche der benötigten Eingangsparameter sowie der Abweichung der tatsächlich verwendeten Werte
- Beschreibung der Ergebnisgenauigkeit (Fehlerfortpflanzung)



Ausschreibung „Bodenbewegungsprognose“

Untersuchung des Parametereinflusses auf die Bodenbewegungsprognose an einem Beispiel

- Durchführung einer Sensitivitätsstudie mit allen (bodenmechanischen und hydraulischen) Parametern, die in die Berechnung eingehen
- Bewertung der Eingangsparameter hinsichtlich ihres Einflusses auf die Prognose
- Vergleich der Prognose für Eingangsdaten verschiedener Herkunft und Auflösung

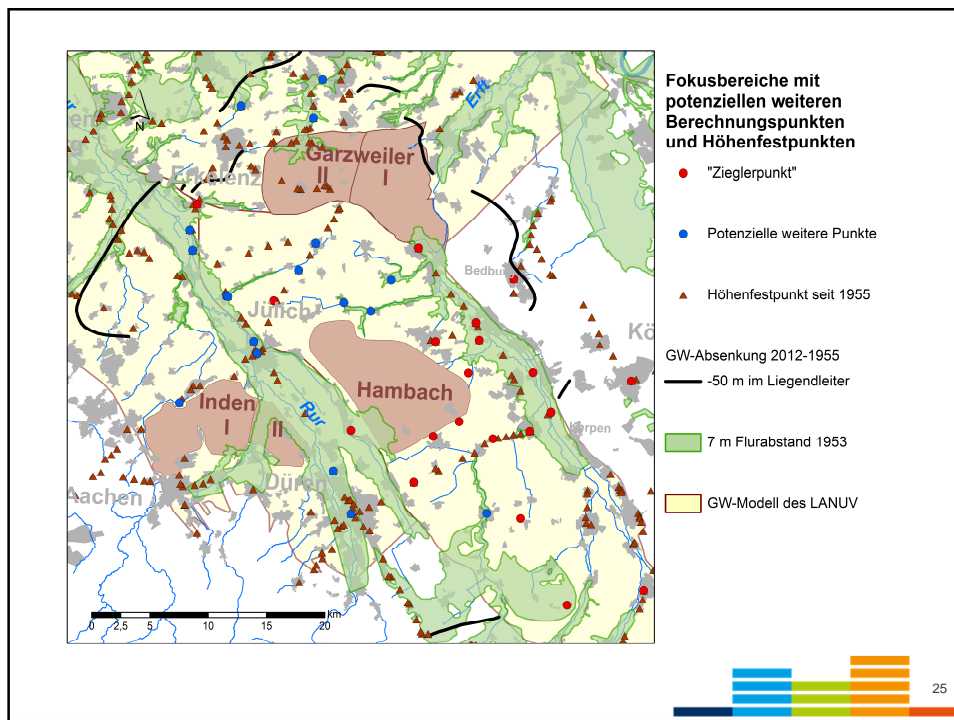


Ausschreibung „Bodenbewegungsprognose“

Bodenbewegungsprognose an ausgewählten Punkten in Venloer Scholle, Rur- und Erftscholle

- Punkthafte Berechnung der bereits abgelaufenen, durch Sumpfung verursachten Bodenbewegungen anhand von Grundwasserganglinien und Bohrprofilen
- Berechnung einer Bodenbewegungsprognose bis nach Ende des Grundwasserwiederanstiegs unter Verwendung derselben Eingangsparameter





Ausschreibung „Bodenbewegungsprognose“

Aktueller Stand:

- Vorbereitung eines Konzepts der Leistungsbeschreibung

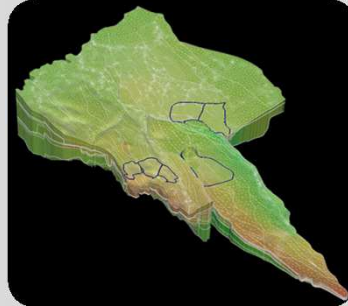
Nächste Schritte:

- Abstimmung des Konzeptes mit der AG
- Weiterleitung an Vergabestelle
- Zusammenstellung der Eingangsdaten für die Bodenbewegungsprognose

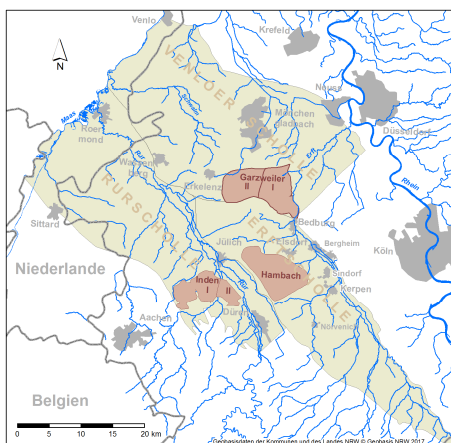


TOP 3.3 Einführung in das Grundwasser-Prognosemodell des LANUV

- Veranlassung, Lage, aktuelle Fragestellung
- Modellaufbau und Geologie
- Eingangsdaten
- Modellkalibrierung
- Simulation
- Zusammenfassung
- Ausblick



Veranlassung, Lage, aktuelle Fragestellung



Drei-Schollen-Modell, 3090 km²
instationär (1975-2200)

Bisherige Fragestellungen:

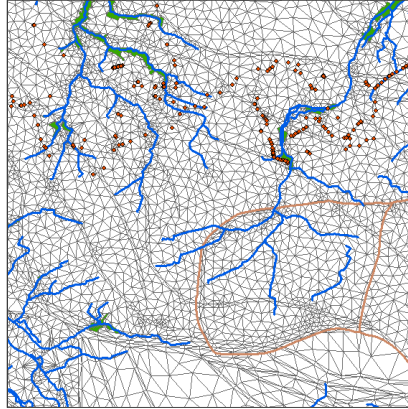
- Behördenseitige Einschätzung der großräumigen Grundwassersituation
- Monitoring Garzweiler II

Fragestellung für Flurabstandsprognose:

- Erzeugung von Eingangsdaten zur Berechnung von Bodenbewegungen
- Prognose von Grundwasserständen zur Ermittlung zukünftiger Flurabstände

Modellaufbau, Geologie

Modellaufbau orientiert an bisherigen Fragestellungen und an Eingangsdaten



Netzaufbau: räumliche Auflösung zwischen 50 m und 1 km

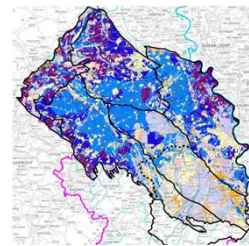
40 Modellschichten:
10 GW-Leiter (blau)
9 GW-Stauer (orange, grau)

Layer des aktuellen FEFLOW-Modells	Venloer Scholle (V9)	Rurscholle (R9)	Ertfscholle (E9)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10	14-19	14-19 / Ton 13/12	14-19
11			Ton 13
12			12
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20	Ton 13	Ton 11E / 11 / Ton 11A	Ton 11E / Ton 11A
21			
22	12	10	10
23			
24			
25			
26			
27			
28	11E	Ton 9C	Ton 9C
29			
30	11D	9B	9B
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			

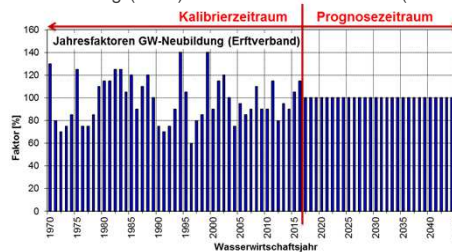


Eingangsdaten

- Grundwasserneubildung
Anteil des Niederschlages, der im Grundwasser ankommt
- GW-Entnahmen Dritter
Industrie, Gewerbe und Trinkwasserversorgung
- Oberflächengewässer
Verlauf, mittlere Wasserstände
- Randströme
Ein- und Ausströme am Modellrand
- Tagebau
Abbaufortschritt, Sumpfung, Restsee
- Infiltration
Lage und Mengenangaben



Beispiel Grundwasserneubildung: räumliche Verteilung (oben) und zeitliche Variabilität (unten)

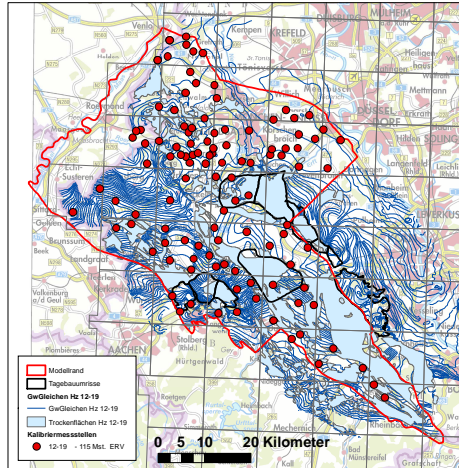


- Annahmen für zukünftige Entwicklung der Eingangsdaten notwendig
- Gleiche Grundlage wie in den anderen Großraummodellen im Revier (RWE, Ertfverband)

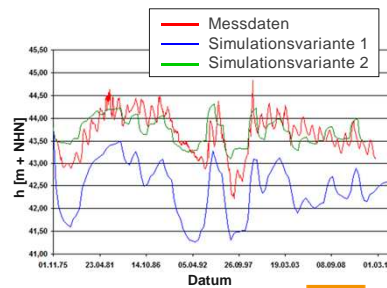


Modellkalibrierung

Anpassung der modellierten an gemessene Grundwasserstände durch Variation hydraulischer Leitfähigkeiten (k_f -Werte)



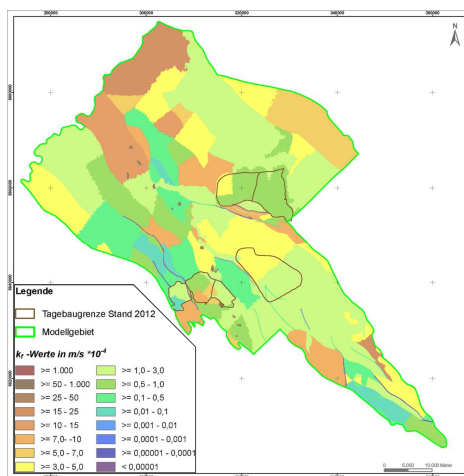
- Vergleich mit gemessenen GW-Ganglinien und -Gleichenplänen
- Innerhalb naturwissenschaftlich plausibler Vertrauensbereiche
- Einteilung in Homogenblöcke



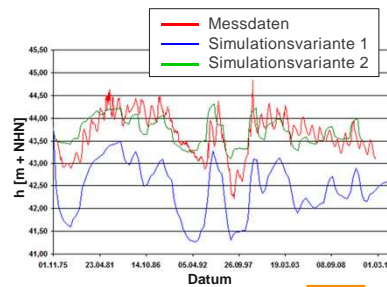
31

Modellkalibrierung

Anpassung der modellierten an gemessene Grundwasserstände durch Variation hydraulischer Leitfähigkeiten (k_f -Werte)



- Vergleich mit gemessenen GW-Ganglinien und -Gleichenplänen
- Innerhalb naturwissenschaftlich plausibler Vertrauensbereiche
- Einteilung in Homogenblöcke



32

Simulation

Berechnung von Grundwasserständen

- Zu jedem Zeitpunkt für jeden Modellknoten
- Darstellung von GW-Ganglinien oder GW-Gleichenplänen
- Berechnung von Bilanzen

Verschiedene Szenarien

- mit und ohne Bergbaueinfluss
- Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren und/oder Maßnahmen
- ...

- Im Projekt Flurabstandsprognose in Abstimmung mit Facharbeitsgruppe und Beratungsgremium



Zusammenfassung

- Dreidimensionales, instationäres Grundwassermodell vom obersten GW-Leiter bis zur Tertiärbasis auf drei tektonischen Schollen mit aktivem Tagebau
- Lage, Aufbau und räumliche Auflösung orientiert an Fragestellungen
- Revierweit abgestimmte Eingangsdatengrundlage
- Kalibrierung innerhalb physikalischer Vertrauensbereiche
- Simulation und Prognose von Grundwasserständen für verschiedene Varianten



Ausblick

Aktuelle Bearbeitung

- Einbau der neuen Geologie der Erftscholle
- Anschließende Kalibrierung
- Quantifizierung der erreichbaren Aussageschärfe

Arbeitsschritte für die Flurabstandsprognose

- Simulation verschiedener Varianten, in Abstimmung mit der Facharbeitsgruppe
- Export von GW-Ganglinien aus den Simulationsergebnissen als Eingangsdaten für die Berechnung von Bodenbewegungen
- GW-Gleichenpläne für die Darstellung von Flurabstandskarten



TOP 3

Berichte aus der Facharbeitsgruppe

Anke Boockmeyer, Christoph Weidner, Dorothee Levacher
2. Sitzung des Beratungsgremiums Flurabstandsprognose,
02.05.2017

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

