

**Ergebnisprotokoll**  
**6. Sitzung des Beratungsgremiums**  
**„Flurabstandsprognose im Rheinischen Revier“**  
**19.11.2019, MULNV**

Anlagen:

- Tagesordnung
- Teilnahmeliste
- Präsentationen zu TOP 3, TOP 4 und TOP 5

**TOP 1 Begrüßung und Einführung (MULNV)**

Herr Dr. Bottermann begrüßt die Anwesenden und stellt Herrn Hans-Jörg Lieberoth-Leden vor, der ab dem 01.12.2019 das Amt des Leiters der Abteilung IV Kreislaufwirtschaft, Bodenschutz, Wasserwirtschaft des MULNV als Nachfolger von Herrn Gerhard Odenkirchen antreten wird. Die Tagesordnung zum heutigen Termine wird ohne Änderungen angenommen.

**TOP 2 Verabschiedung des Protokolls der letzten Sitzung (MULNV)**

Das Protokoll der 5. Sitzung des Beratungsgremiums (BG) vom 17.05.2019 wird mit folgenden Korrekturen verabschiedet:

- TOP 3, Unterpunkt „Referenzzustand“ (S. 3): *„(...) ist ein Vergleich ~~der Bergbauszenarien des Bergbauszenarios~~ mit einem Referenzszenario erforderlich.“*
- TOP 6, vierter Spiegelstrich, Satz 2 (S. 7): *„Alle Wasserrechtsanträge beziehen sich dabei auf ~~kurze Zeiträume von zehn Jahren~~ **einen deutlich kürzeren Planungshorizont als das Projekt Flurabstandsprognose** und sind somit nicht von den Ergebnissen des Projektes Flurabstandsprognose betroffen, ~~z. T. vielleicht auch nur in geringerem Ausmaß von Umplanungen der WSB-Kommission.~~“*

**TOP 3 Sachstand des Projekts (LANUV)**

Frau Boockmeyer fasst die Ereignisse seit der letzten BG-Sitzung zusammen und gibt einen Überblick über den Projektzeitplan (s. Präsentation im Anhang):

- Die punktuellen Prognosen der Bodenbewegungen an ausgewählten Höhenfestpunkten (sog. „Ziegler-Punkte“) konnten zwischenzeitlich abgeschlossen werden.
- Auch die Interpolation dieser Prognosen in die Fläche wurde abgeschlossen, sodass die Karte der für das Jahr 2200 prognostizierten Geländeoberfläche heute vorgestellt werden kann (vgl. TOP 5).
- Ein parallel durchgeführtes Projekt zum Vergleich verschiedener Methoden zur Bodenbewegungsprognose zur Einordnung weiterer bodenmechanischer Prozesse wurde abgeschlossen (vgl. TOP 4).
- Derzeit wird die Kalibrierung des Grundwassermodells des LANUV fortgesetzt, damit eine qualitativ hochwertige und möglichst genaue Prognose der Grundwasserstände gewährleistet werden kann.
- Ein Landtagsbericht zum Fortschritt der Arbeiten befindet sich in Abstimmung.

- Die Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit läuft seit Beginn des Projektes parallel zu den fachlichen Arbeiten. Alle in der Facharbeitsgruppe bzw. im BG abgestimmten Unterlagen sind im jeweils aktuellen Stand auf der Website des LANUV abrufbar:

<https://www.lanuv.nrw.de/grundwasserwiederanstieg/>

#### **TOP 4 Ergebnisse des Vergabeprojekts „Vergleichende Anwendung verschiedener Methoden zur Prognose von Bodenbewegungen“ (LANUV)**

Frau Boockmeyer berichtet zu den Ergebnissen des Vergabeprojekts „Vergleichende Anwendung verschiedener Methoden zur Prognose von Bodenbewegungen“ (siehe Präsentation im Anhang und Abschlussbericht zum Projekt unter [https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/pdf/Endbericht\\_Methodenvergleich\\_ZAI.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/pdf/Endbericht_Methodenvergleich_ZAI.pdf)):

Das Vergabeprojekt zur vergleichenden Anwendung verschiedener Computerprogramme zur Bodenbewegungsprognose wurde Anfang 2019 im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung an die ZAI GmbH vergeben. Bei den Berechnungen wurden zudem die weiteren bodenmechanischen Prozesse **hydraulisch-mechanische Kopplung** (HM-Kopplung) und **Bodenkriechen** anhand zweier Prognosepunkte auf ihre Relevanz für die Fragestellungen im Projekt Flurabstandsprognose untersucht.

Zu den drei Softwarelösungen, die im Vergleich untereinander sowie zur aktuell für das Rheinische Revier favorisierten ZAI-Methode eingesetzt wurden, ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Mit dem Programm **MODFLOW SUB-WT** lassen sich die gemessenen Bodenbewegungen ebenso gut abbilden wie mit der ZAI-Methode.
- Das Programm **D-Settlement** ist aufgrund programmseitiger Einschränkungen bei der Eingabe der Wasserstände ungeeignet für die Fragestellungen im Rheinischen Revier.
- Das Programm **PLAXIS** ist aufgrund programmseitiger Einschränkungen zum Hebungsfaktor ungeeignet für die Fragestellungen im Rheinischen Revier.

Zur Untersuchung der Effekte der bisher vernachlässigten bodenmechanischen Prozesse „Kriechen“ und „HM-Kopplung“ wurden mit den Programmen D-Settlement und PLAXIS Vergleichsrechnungen mit und ohne Berücksichtigung dieser Prozesse durchgeführt. Entgegen der Einschätzung aus der vorhergehenden Literaturrecherche (s. LANUV-Fachbericht Nr. 88<sup>1</sup>) ist beim Programm MODFLOW SUB-WT (ebenso wie bei der ZAI-Methode) eine Berücksichtigung dieser beiden Prozesse programmtechnisch nicht möglich.

**Zum Prozess „Kriechen“** (kontinuierliche, zeitabhängige Setzung, die unabhängig von Änderungen der Auflast/ des Auftriebs erfolgt) wurden folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- Der Prozess kommt erst zum Tragen, nachdem die Konsolidierung der bindigen Schichten abgeschlossen wurde. Im Rheinischen Revier erfolgt der Grundwasserwiederanstieg jedoch schon bevor die Konsolidierung abgeschlossen wurde.

---

<sup>1</sup> [https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3\\_fachberichte/LANUV-Fachbericht\\_88.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_88.pdf)

- Wird der Prozess dennoch für die Berechnungen hinzugeschaltet, wird aufgrund von unrealistischen Abweichungen zu den gemessenen Daten eine Nachkalibrierung erforderlich.
- Wird das Modell entsprechend nachkalibriert, so ist die resultierende Prognose nahezu deckungsgleich mit der Prognose ohne –Berücksichtigung des Kriechens. Die möglichen Abweichungen werden in jedem Fall durch die Spannweitenermittlung der Prognose mit dem ZAI-Modell abgedeckt.
- Eine Berücksichtigung des Prozesses ist nicht erforderlich.

**Zum Prozess „HM-Kopplung“** (Veränderung der hydraulischen Eigenschaften geologischer Schichten infolge der Bodenbewegung bzw. Kompaktion) wurden folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- Die Prognose unter Berücksichtigung der HM-Kopplung ist fast deckungsgleich mit der Prognose unter Vernachlässigung der Kopplung.
- Eine Berücksichtigung des Prozesses ist daher nicht erforderlich.

Insgesamt wird bestätigt, dass das ZAI-Modell ohne Berücksichtigung von Kriechen und HM-Kopplung geeignet ist, das Bodenbewegungsverhalten im Rheinischen Revier abzubilden und zu prognostizieren. Somit können auch die damit bereits erzielten Ergebnisse zur Berechnung einer Geländeoberkante für das Bergbauszenario zugrunde gelegt werden.

Im Anschluss an den Vortrag ergab sich folgende Diskussion:

- Herr Behrens fragt, weshalb die Programme PLAXIS und D-Settlement, die für die Modellierung der Bodenbewegungsprognosen im Rheinischen Revier ungeeignet sind, eingesetzt werden können, um den Einfluss der Prozesse „Kriechen“ und „HM-Kopplung“ zu untersuchen.
- Frau Boockmeyer antwortet, dass allen verwendeten Programmen die gleichen bodenmechanischen Grundlagen zugrunde liegen. Mit PLAXIS und D-Settlement kann allgemein quantifiziert werden, wie stark sich bodenmechanische Prognosen ändern, wenn die Prozesse hinzugeschaltet bzw. vernachlässigt werden. Das Ergebnis war bei beiden verwendeten Programmen gleich und ist daher auch auf die anderen Programme übertragbar. Lediglich die Genauigkeit der Abbildung der bodenmechanischen Prozesse im Rheinischen Revier ist im Allgemeinen mit den Programmen D-Settlement und PLAXIS nicht ausreichend. (PLAXIS und D-Settlement sind lt. Literaturrecherche grundsätzlich geeignet, um diese Prozesse zu modellieren. Weshalb sie für die Bodenbewegungsprognose im Rheinischen Revier nicht anwendbar sind, hat andere Gründe und ist oben kurz zusammengefasst, ausführliche Informationen finden sich im Abschlussbericht des Vergabeprojekts, der auf die Website hochgeladen wird.)
- Herr Röder fragt, ob der Begriff „Böden“ in diesem Kontext auch für tiefere geologische Schichten verwendet wird.
- Frau Boockmeyer antwortet, dass mit dem Begriff „Böden“ in diesem bodenmechanischen Kontext alle Gesteinsschichten des Deckgebirges gemeint sind.

## **TOP 5 Karte der prognostizierten Geländeoberkante 2200 (LANUV)**

Frau Boockmeyer berichtet zur Karte der prognostizierten Geländeoberkante 2200:

Mit der ZAI-Methode wurden an 37 Ziegler-Punkten im Rheinischen Revier Bodenbewegungen bis 2200 prognostiziert (13 im Auftrag des LANUV, 24 im Auftrag der RWE Power AG). An 34 dieser 37 Punkte wurden zudem Streuweiten der Prognosen berechnet, die sich aus der realistischen Streuweite der Hebungsfaktoren ergeben, der zum aktuellen Zeitpunkt noch der unsicherste Parameter ist.

Aus diesen Prognosen lassen sich eine realistische, eine minimale und eine maximale Bodenhebung ableiten. Durch Interpolation ergeben sich somit flächige Darstellungen für die realistische, minimale („best case“) und maximale („worst case“) residuale Höhendifferenz zwischen 1955 und 2200.

Bei der Interpolation wird dazu das Bodenbewegungsverhalten, das an den Ziegler-Punkten ermittelt wurde, über eine Faktorenberechnung auf andere benachbarte Punkte übertragen, an denen eine Messung der Bodenbewegungen zwischen 1955 und 2017 vorliegt. Diese Punkte werden für die flächige Interpolation (Triangulation) verwendet.

Diese Vorgehensweise wird für die maximalen und minimalen Bodenbewegungen wiederholt, die sich aus der Streuweitenermittlung an den Ziegler-Punkten ergeben. Die minimalen residualen Bodenbewegungen bewegen sich dabei im Bereich von bis zu ca. 3,5 m, die maximalen residualen Bodenbewegungen im Bereich von bis zu 4,9 m. Mithilfe des DGM1 (Digitales Geländemodell) und der Differenz von berechneten Höhendifferenzen bis 2200 und bereits gemessenen Höhendifferenzen bis 2017 lässt sich für alle drei Fälle die zukünftige Geländeoberkante berechnen.

Im Anschluss an den Vortrag ergab sich folgende Diskussion:

- Herr Verjans fragt, an wie vielen der Ziegler-Punkte bereits Hebungen gemessen wurden.
- Frau Boockmeyer antwortet, dass erst an zwei Punkten Hebungen an der Oberfläche gemessen wurden. Daher gilt der Hebungsfaktor als die unsicherste Einflussgröße und wird zur Ermittlung der Streuweiten verwendet. Es gibt aber auch Punkte, an denen sich nichtbindige Schichten im Untergrund bereits wieder heben, die bindigen Schichten sich aber noch setzen, sodass zwar an der Geländeoberfläche noch keine Hebung messbar ist, die Hebung der nichtbindigen Schichten im Untergrund aber schon kalibrierbar ist. Insgesamt kann so der Hebungsfaktor in den nichtbindigen Schichten bereits besser abgeschätzt werden als in den bindigen Schichten.
- Herr Jansen ergänzt, dass dieser Effekt der nachlaufenden Setzungen in der Erftschiene am größten ist.
- Frau Ohlhoff fragt, wie die flächige Darstellung der maximalen und minimalen residualen Setzungen ermittelt werden.
- Frau Boockmeyer antwortet, dass dazu die Streuweitenermittlung an den Ziegler-Punkten herangezogen wird (maximale und minimale Hebung).
- Herr Röder fragt, ob angesichts der Zeitachse (bis 2200) die großtektonischen, geogenen Höhenänderungen im Projekt berücksichtigt werden und verweist dazu auf eine Publikation von Prof. Klostermann zum Viersener Sprung.

- Frau Boockmeyer antwortet, dass diese Effekte im Projekt nicht berücksichtigt wurden, da es um die Abgrenzung der bergbaubedingten Effekte geht.
- Herr Schuster ergänzt, dass es tatsächlich rezente großtektonische Bewegungen in der Eifel und in der Niederrheinischen Bucht gibt, die in geologischen Zeiträumen relevant sein können, deren Berücksichtigung bei den hier betrachteten Zeiträumen jedoch nicht erforderlich ist.
- Frau Hassel ergänzt, dass der Fokus des Projektes der Bergbaueinfluss ist und dass im Falle einer Berücksichtigung großtektonischer Bewegungen diese sowohl im Bergbau- wie auch im Referenzszenario zu berücksichtigen wären. Ebenso weist sie darauf hin, dass auch anthropogene Veränderungen an Fließgewässern (Änderungen an Sohlschwellen) die auch maßgebliche Einflüsse auf die Grundwasserflurabstände haben, nicht prognostizierbar sind.
- Herr Dr. Bottermann bittet darum, mit dem GD NRW eine Klärung herbeizuführen, ob der Effekt großtektonischer geogener Höhenänderungen Eingang in das Bodenbewegungsmodell finden sollte.
- Herr Behrens ergänzt, dass die Größenordnung von ca. 10 cm tektonischer Bewegungen in Anbetracht der vergleichsweise vagen Prognose sumpfbedingter Bodenbewegungen irrelevant erscheint.
- Herr Dr. Bottermann erwidert, dass es zu überlegen wäre, möglichst alle relevanten Faktoren bei der Modellierung zu berücksichtigen, um eine möglichst hohe Genauigkeit zu erzielen.
- Herr Dr. Krickel fragt, ob im Projekt noch andere Zeitpunkte betrachtet werden sollen als nur der stationäre Endzustand 2200.
- Herr Jansen fragt, ob die Berechnung von Zeitreihen der flächigen Verteilung von Flurabständen vorgesehen ist.
- Frau Boockmeyer antwortet, dass diese Frage bereits diskutiert werde, dass aber innerhalb der Projektphase nur die Ermittlung für den stationären Endzustand 2200 vorgesehen sei, und verweist dazu auf TOP 6 (verbleibende offene Fragen nach Projektende).

### **TOP 6 Weiteres Vorgehen im Projekt (LANUV)**

Frau Boockmeyer berichtet zum weiteren Vorgehen im Projekt:

Nach Abschluss der Kalibrierung des Grundwassermodells werden zunächst Flurabstandskarten für das Referenzszenario und das Bergbauszenario mit worst-/ best-case-Betrachtung berechnet.

Nach Abschluss der Projektphase (Ende 2020) werden noch Fragen offen bleiben. Dies sind z. B.:

- Flurabstandskarten für Zeitpunkte vor 2200;
- Anpassung des Bergbauszenarios an den neuen Braunkohlenplan vor dem Hintergrund der schrittweisen Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung;
- Berücksichtigung höchster zu erwartender Grundwasserstände;
- ggf. Berechnung von Klimaszenarien (Veränderungen der Grundwasserneubildung);

- Aktualisierung der Prognosen aufgrund zukünftiger Überarbeitungen des Grundwassermodells;
- Nachkalibrierung der Bodenbewegungsprognosen aufgrund neuer Messdaten (Hebungszeitraum).

Der Aspekt der regelmäßigen Nachkalibrierung der Bodenbewegungsprognosen aufgrund zukünftiger Messdaten (Leitnivellement) wurde als relevante Empfehlung des Auftragnehmers aus dem Vergabeprojekt „Sensitivitätsstudie“ festgehalten. Der Hebungsfaktor enthält von allen betrachteten Einflussgrößen die größten Unsicherheiten, solange noch keine Hebung innerhalb des Kalibrierungszeitraums stattgefunden hat.

Es ergab sich die folgende Diskussion:

- Herr Jansen spricht sich dafür aus, das Projekt nach Beendigung der Projektphase fortzuführen.
- Herr Dr. Bottermann erwidert, dass es in Überlegung ist, das Projekt in einen kontinuierlichen Prozess zu überführen. Wenn das BG dem zustimmt, soll dieser Aspekt Eingang in die Haushaltsberatungen finden.
- Herr Behrens stimmt diesem Vorhaben zu und unterstreicht die Wichtigkeit der Aufgabe.
- Frau Dr. Bergmann unterstützt die Fortführung der Aufgabe. Der Zeitpunkt der maximalen Auswirkungen (geringster Flurabstand) wird zu unterschiedlichen Zeitpunkten jeweils vor Erreichen des stationären Endzustands durchlaufen. Diese in den nächsten Jahrzehnten sich einstellenden Flurabstände werden für die kommunalen Planungszeiträume von Interesse sein. Im Rahmen des vorliegenden Projekts wird nur der Frage nach bergbaubedingten Anteilen an potenziellen Vernässungen (Ursachenanalyse) nachgegangen (daher wird nur der Endzustand betrachtet). Ohne eine Projektverlängerung kann außerdem nur das Bergbauszenario gemäß bisherigem (bald veraltetem) Braunkohlenplan betrachtet und dargestellt werden. Die Auswirkungen verkleinerter Tagebaue bzw. veränderter Abbaueiträume (gemäß KWSB) können innerhalb der Projektphase nicht abgeschätzt werden.
- Herr Dr. Bottermann fragt, in welcher Form Klimaszenarien im Projekt berücksichtigt werden können.
- Frau Boockmeyer antwortet, dass dies in Form der Berücksichtigung einer veränderten Grundwasserneubildung erfolgen könnte, die in dem vom LANUV geleiteten Projekt GROWA+NRW 2021 mit dem Modell mGROWA vom FZ Jülich für verschiedene Klimaszenarien berechnet wird.
- Frau Dr. Vietoris ergänzt, dass dieser Aspekt der Klimaszenarien nach Ihrem Verständnis zum Projekt dazugehört.
- Frau Dr. Bergmann ergänzt, dass (auch schon ohne Betrachtung des Klimawandels) aus der Berücksichtigung der natürlichen saisonalen Schwankungsbreite der Grundwasserstände ein weiterer ungeklärter Aspekt resultiert. Derzeit werden nur mittlere Grundwasserstände zugrunde gelegt.
- Herr Dr. Bottermann fasst zusammen, dass sehr viele Argumente für die Fortführung des Projektes in Form einer Daueraufgabe gesammelt wurden.

- Frau Dr. Bergmann weist darauf hin, dass dazu die Einrichtung eines kontinuierlichen Prozesses erforderlich ist; die aktuelle Bearbeitung werde durch eine bis Ende 2020 befristete Projektstelle geleistet.
- Herr Jansen weist darauf hin, dass das Votum des BG Einzug in den aktuellen Landtagsbericht finden sollte, der sich noch in Abstimmung befindet.
- Herr Dr. Bottermann bestätigt dies und ergänzt, dass das Projekt im Landtag und in den Ausschüssen vorgestellt werden soll.

#### **TOP 7 Verschiedenes und Termine**

Herr Dr. Bottermann schlägt vor, für die nächste Sitzung des BG einen Termin in der ersten Junihälfte 2020 zu suchen. Ein Termin wird in Kürze über den Terminplaner NRW abgestimmt.

Gez.

Dr. Weidner/ Dr. Rühle