

**Protokoll**  
**4. Sitzung des Beratungsgremiums**  
**„Flurabstandsprognose im Rheinischen Revier“**  
**30.05.2018, MULNV**

Anlagen:

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

**TOP 1: Begrüßung und Einführung**

Herr Staatssekretär Dr. Bottermann begrüßt die Anwesenden. Anpassungen zur Tagesordnung werden nicht gewünscht.

**TOP 2: Verabschiedung des Protokolls der letzten Sitzung**

Das Protokoll der Sitzung vom 14.11.2017 wird mit den folgenden vier inhaltlichen Präzisierungen auf Veranlassung von Frau Hassel verabschiedet:

- Im letzten Absatz auf S. 2 werden in Rücksprache mit Herrn Dr. Bucher die folgenden kursiv markierten Anpassungen vorgenommen: „Herr Dr. Bucher führt aus, dass es als wahrscheinlich gilt, dass - *außerhalb der Erftaue* - potenziell erforderliche Maßnahmen ~~nur zum Teil voraussichtlich~~ nicht auf Bergbaueinflüsse zurückzuführen sein werden. Daher stellt sich hier auch die Frage nach der Finanzierung ~~des nicht bergbaubedingten Anteils.~~“
- Im dritten Absatz auf S. 3 wird der folgende letzte Satz gestrichen: ~~„Die Möglichkeit einer solchen Maßnahme ist jedoch nicht nur für den Fall von bergbaubedingten Vernässungen gegeben, sondern könnte auch als Gegenmaßnahme gegen andere Vernässungseinflüsse eingesetzt werden.“~~
- Im ersten Absatz von TOP 4 auf S. 4 wird der folgende, kursiv markierte Ausdruck gestrichen: „Frau Boockmeyer gibt einen Überblick über die Aktivitäten im Projekt Flurabstandsprognose aus der Facharbeitsgruppe und zwei Unterarbeitsgruppen ~~sowie am LANUV~~ (siehe Präsentation im Anhang).“
- Im letzten Absatz auf S. 4 wird im vorletzten Satz das kursiv markierte Wort ergänzt: „Im Grundwassermodell der RWE Power AG beispielsweise betragen die Zellgrößen zwischen einigen 10er Metern bis zu *mehreren* 100 m, sodass die kleinräumigen Effekte nicht aufgelöst werden können.“

**TOP 3: Sachstand des Projektes**

Frau Boockmeyer (LANUV) gibt einen Überblick über den aktuellen Stand und weiteren Zeitplan des Projektes Flurabstandsprognose (siehe Präsentation im Anhang). Mit der Entscheidung für eine Methode zur Bodenbewegungsprognose wird mit der heutigen Sitzung der erste Meilenstein abschließend erreicht.

#### **TOP 4: Ergebnisse der Vergabeprojekte**

Frau Boockmeyer gibt einen Überblick über Hintergründe, Veranlassung und übergeordnete Ziele der zwei Vergabeprojekte des LANUV im Projekt Flurabstandsprognose (siehe Präsentation im Anhang).

Um eine Flurabstandskarte für den Prognosezeitpunkt zu erstellen, ist es notwendig, die zu erwartende Geländeoberkante zu ermitteln. In der Vergangenheit wurde von der ZAI GmbH im Auftrag der RWE Power AG eine Bodenbewegungsprognose für 20 Punkte im Rheinischen Braunkohlenrevier durchgeführt. Auf Grundlage der zwei Vergabeprojekte bzw. Gutachten sollten diese und ggf. anderweitige vorhandene Berechnungsmöglichkeiten für Bodenbewegungsprognosen untersucht und miteinander verglichen sowie hinsichtlich ihrer Eignung zur Anwendung im Rheinischen Braunkohlerevier näher untersucht werden. Auf Grundlage dieser Ergebnisse soll eine Entscheidung getroffen werden, welche Methode im Rahmen des Projekts Flurabstandsprognose beim LANUV verwendet werden soll.

##### *4.1 Berechnung und Prognose von Bodenbewegungen mit Sensitivitätsanalyse*

Frau Boockmeyer erläutert die Ergebnisse des Vergabeprojektes „Sensitivitätsstudie“ (siehe Präsentation im Anhang).

In der Vergangenheit wurde speziell für das Rheinische Braunkohlenrevier durch die ZAI GmbH im Auftrag der RWE Power AG eine Methode zur Bodenbewegungsprognose („Methode nach Ziegler und Aulbach“) entwickelt und bereits für 20 Prognosepunkte im Rheinischen Revier angewendet. Um diese Methode eingehend zu prüfen, wurde die ZAI GmbH beauftragt, eine Sensitivitätsstudie am Leitnivelementspunkt Niedermerz mit dieser Methode durchzuführen. Dazu wurden folgende Eingangsparameter systematisch variiert und die Auswirkung der Variation auf das Prognoseergebnis analysiert:

- Alle bodenmechanischen Parameter, die in die Berechnung eingehen
- Grundwasserganglinien
- Geologische Informationen

Die Sensitivitätsstudie hat gezeigt, dass (an dem betrachteten Punkt) die meisten Eingangsparameter auf Basis der bisher erfolgten Setzungen und Hebungen sehr gut kalibriert sind und sich daraus nur eine geringe Streuweite hinsichtlich der Prognose ergibt.

Größere Unsicherheiten in der aktuellen Prognose resultieren vornehmlich aus den Hebungen der bindigen Schichten, da diese aufgrund des zeitverzögerten Verhaltens bis heute nur in geringem Maß aufgetreten sind.

Durch Fortsetzung der Messungen und einer darauf basierenden Nachkalibrierung in regelmäßigen Zeitabständen kann diese Unsicherheit aber reduziert und die Prognosegenauigkeit stetig verbessert werden.

Weiterhin wurden die Ergebnisse der Prognosen für Eingangsdaten verschiedener Auflösung und Herkunft (LANUV und RWE) verglichen. Durch die Kalibrierung der bodenmechanischen Parameter ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Nachrechnung und Messung.

Im Anschluss an den Vortrag ergab sich folgende Diskussion:

- Herr Behrens fragt nach dem Unterschied zwischen der theoretischen und realistischen Streubreite der prognostizierten Bodenbewegungsbeträge.
- Frau Boockmeyer antwortet, dass die theoretische Streubreite aus der Anwendung theoretisch möglicher bodenmechanischer Kennwerte als Eingangsdaten resultiert. Die theoretische Streubreite wird jedoch durch die Kalibrierung der bodenmechanischen Parameter an den gemessenen Höhenzeitfolgen weiter eingegrenzt (realistische Streubreite). Für die Bodenbewegungsprognose ist für jeden einzelnen Prognosepunkt eine individuelle Kalibrierung vorgesehen. Ein Übertrag bodenmechanischer Parameter zwischen Einzelpunkten kommt lediglich für den Hebungsfaktor in Frage, da dieser nur an Punkten über eine Kalibrierung ermittelt werden kann, an denen bereits Bodenhebungen gemessen wurden.
- Herr Behrens fragt nach den Unterschieden der Eingangsdaten zwischen den Berechnungen im Auftrag der RWE Power AG und im Auftrag des LANUV. Welche Eingangsdaten sind als korrekt anzusehen?
- Frau Boockmeyer antwortet, dass die hauptsächlichsten Unterschiede aus der geologischen Schichtenansprache und der Prognose der Grundwasserstände mit zwei unterschiedlichen Grundwassermodellen resultieren. Solche Unterschiede sind bei der Einschätzung unterschiedlicher Bearbeiter nicht unüblich und nicht vermeidbar. Aus genau diesem Grunde wurde der Einfluss unterschiedlicher Einschätzungen untersucht. Der Unterschied in den Prognoseergebnissen zwischen den beiden Modellen ist (an dem betrachteten Punkt) nicht sehr groß, sodass ein eventueller Einfluss durch die Kalibrierung korrigiert werden kann. Grundsätzlich wird jedoch auch angestrebt, zukünftig hinsichtlich der geologischen Schichtansprache auf einen gemeinsamen Stand zu kommen.
- Herr Prof. Dr. Forkel merkt an, dass der Unterschied in den Prognoseergebnissen trotz unterschiedlicher Eingangsdaten sehr gering ist. Eine wichtige Rolle spielt der Hebungsfaktor bindiger Bodenschichten, der einen großen Einfluss auf das Prognoseergebnis von einigen Dezimetern haben kann und anhand der bisherigen Höhenzeitfolgen nur an sehr wenigen Punkten durch individuelle Kalibrierung ermittelt werden kann, da nur in den seltensten Fällen bereits wieder Bodenhebungen gemessen werden konnten.

#### *4.2 Methodenvergleich für die Bodenbewegungsprognose im Rheinischen Braunkohlenrevier*

Herr Dr. Weidner gibt einen Überblick über die Ergebnisse des Vergabeprojektes „Methodenvergleich“ (siehe Präsentation im Anhang).

Mit dem Projekt zur Einordnung der Methode nach Ziegler und Aulbach in den Stand von Wissenschaft und Technik war die niederländische Stiftung Deltares beauftragt (Methodenrecherche). Es wurden neun Fallbeispiele betrachtet und angewandte Methoden (Bodenbewegungsprognose, Interpolation) vergleichend bewertet. Aus der wissenschaftlich-technischen Sicht des Auftragnehmers ist die Methode nach Ziegler und Aulbach derzeit das Mittel der Wahl für den vorliegenden Anwendungsfall des Rheinischen Braunkohlenreviers. Perspektivisch können Methodenvergleiche von 1D-Bodenbewegungsprognosen zur

Einschätzung der Relevanz weiterer, auch in der Wissenschaft zum Teil noch nicht ausreichend verstandener Prozesse (Bodenkriechen, hydraulisch-mechanische Kopplung) hilfreich sein. Zur Interpolation prognostizierter Bodenbewegungsbeträge in die Fläche werden Vergleiche verschiedener Interpolationsmethoden empfohlen.

Im Anschluss an den Vortrag ergab sich folgende Diskussion:

- Herr Behrens fragt, welche Methode – losgelöst vom vorliegenden Anwendungsfall – aus wissenschaftlicher Sicht grundsätzlich als die beste Methode anzusehen wäre.
- Herr Dr. Weidner antwortet, dass theoretisch gesehen dreidimensionale hydraulisch-mechanisch gekoppelte Berechnungen die besten Ergebnisse liefern würden, wenn die bodenmechanischen Parameter flächendeckend sicher ermittelt werden könnten. Da dies jedoch nur durch Anwendung einer Interpolation der bodenmechanischen Parameter möglich wäre, was ebenfalls sehr große Unsicherheiten mit sich bringen würde, ist kein Mehrwert gegenüber einer eindimensionalen Berechnung und Interpolation der prognostizierten Bodenbewegungsbeträge zu erkennen. Es wäre sogar möglich, dass die Aussagesicherheit geringer ist als nach dem aktuell angestrebten Ansatz der eindimensionalen Prognose mit Interpolation der Endergebnisse, da die notwendigen flächendeckenden Eingangsdaten nicht verfügbar sind und daher mit vielen Annahmen gearbeitet werden müsste. Vor dem Hintergrund dieses höchst zweifelhaften Mehrwertes erscheint der sehr hohe Aufwand eines dazu nötigen langwierigen Modellneuaufbaus (mehrere Jahre) aus heutiger Sicht nicht gerechtfertigt. Hinzu kommt, dass sich Fehler, die bereits bei der Berechnung der Grundwasserstände mit dem Grundwassermodell entstehen, in die bodenmechanische Berechnung fortpflanzen würden. Die Plausibilität eindimensionaler bodenmechanischer Berechnungen an einigen Einzelpunkten kann durch Experten überprüft und eingeschätzt werden. Bei flächendeckenden Prognosen wird dies jedoch erschwert.
- Herr Prof. Dr. Forkel ergänzt, dass die bodenmechanischen Parameter nicht nur für den aktuellen Zeitpunkt, sondern auch für die Vergangenheit abgeschätzt werden müssten.
- Herr Simon ergänzt, dass eine dreidimensionale Berechnung zwar flächendeckende Prognoseergebnisse liefern würde, dass deren Aussagequalität jedoch u.U. gering sein kann.

#### **TOP 5: Weiteres Vorgehen im Projekt**

Frau Boockmeyer fasst zusammen, dass das LANUV und die Facharbeitsgruppe auf Grundlage der Ergebnisse der zwei Vergabeprojekte vorschlagen, die Methode nach Ziegler und Aulbach für die Berechnung der Bodenbewegungen zu verwenden und für ein flächendeckendes Ergebnis verschiedene Interpolationsmethoden zu vergleichen und die geeignetste Lösung in Abstimmung mit der Facharbeitsgruppe schließlich anzuwenden. Parallel dazu sollen offen gebliebene Punkte (Relevanz Bodenkriechen und hydraulisch-mechanische Kopplung) weiter untersucht werden. Dieser Vorschlag zur weiteren Vorgehensweise wird seitens des Beratungsgremiums mitgetragen.

Im Anschluss an die Zusammenfassung ergab sich folgende Diskussion:

- Herr Jansen äußert Bedenken, ob die Abdeckung des gesamten Rheinischen Braunkohlenreviers durch nur 32 Prognosepunkte der Bodenbewegungen ausreichen wird.
- Herr Prof. Dr. Forkel erwidert, dass die an den Prognosepunkten prognostizierten Höhenzeitfolgen als Stützpunkte zur Prognose der zu erwartenden künftigen Bodenbewegungen dienen. Ausgehend von diesen Stützpunkten ist eine flächenhafte Übertragung auch auf benachbarte Punkte möglich, wobei eine gute Modellqualität durch die Berücksichtigung gemessener Bodenbewegungen und des Prinzips der flächenhaften Nachbarschaft erreicht wird. Hinsichtlich der Aussagegenauigkeit der Prognosen (Streubreite) zur Geländehöhe verweist er auf die gleichzeitige Veränderung des Vorflutniveaus, welches den stationären Grundwasserstand bestimmt. Absolute Unsicherheiten werden somit ausgeglichen. Es ist zu erwarten, dass die verbleibenden relativen Unsicherheiten zum Grundwasserflurabstand, die hinsichtlich einer potenziellen Vernässungsgefährdung entscheidend sind, deutlich geringer ausfallen werden als die absoluten Unsicherheiten in der Prognose der Geländeoberkante.
- Frau Meeuvissen erinnert daran, dass mit der Flurabstandskarte keine parzellenscharfen Aussagen möglich sein werden.
- Herr Prof. Dr. Forkel ergänzt, dass davor zu warnen ist, die resultierende Flurabstandskarte im Sinne einer Risikokarte zu veröffentlichen, aus der für einzelne Baugrundstücke Informationen zur Baueignung abgeleitet werden sollen. Dafür wird die Genauigkeit nicht ausreichen.
- Herr Jansen fragt, ob Risikoeinschätzungen für Stadtteile nicht möglich sein werden.
- Frau Boockmeyer erwidert, dass, wie bereits in vorausgegangenen Sitzungen dargelegt, mit den bisherigen Möglichkeiten keine parzellenscharfen Prognosen für den Zeitpunkt 2200 erstellt werden können. Die Prognose wird auf einem größeren Maßstab möglich sein.
- Herr Dr. Bottermann ergänzt, dass bei Vorliegen einer prognostizierten Geländeoberkante auf die modelltechnische Unterstützung durch das Grundwassermodell zugegriffen werden muss.
- Herr Behrens bittet um Bereitstellung einer Karte, aus der die Verteilung der Prognosepunkte hervorgeht.
- Herr Dr. Bottermann erwidert, dass eine solche Karte im nächsten Termin vorgelegt werden soll.

#### **TOP 6: Verschiedenes und Termine**

Frau Dr. Bergmann erläutert den weiteren organisatorischen Ablauf hinsichtlich der Gutachten aus den Vergabeprojekten:

Das Gutachten zum Vergabeprojekt „Methodenvergleich“ wurde der Facharbeitsgruppe bereits zur Kommentierung vorgelegt und wird im Nachgang dieser Sitzung des Beratungsgremiums unter Berücksichtigung der eingegangenen Hinweise finalisiert. Ein entsprechendes Vorgehen folgt für das Gutachten zum Vergabeprojekt „Sensitivitätsstudie“

der ZAI GmbH, wobei die ersten Ergebnisse dieses Projekts der Facharbeitsgruppe bereits präsentiert wurden.

Frau Dr. Bergmann erläutert die bisher gewählte Vorgehensweise zur Bearbeitung von Detailfragen im Rahmen von Unterarbeitsgruppen. Zugunsten einer verbesserten Transparenz sollen Termine für Unterarbeitsgruppen im Vorfeld der gesamten Facharbeitsgruppe mitgeteilt werden, um die Teilnahme interessierter Mitglieder der Facharbeitsgruppe zu ermöglichen. Das grundsätzliche Angebot, Protokolle zu Unterarbeitsgruppen auf Anfrage an die Mitglieder der Facharbeitsgruppe zu versenden, bleibt unverändert bestehen.

Ein Termin für die nächste Sitzung des Beratungsgremiums wird über den Terminplaner NRW abgestimmt (mittlerweile erfolgt: 20.11.2018). Zur besseren Anreise soll der Startzeitpunkt auf 09:30 Uhr gesetzt werden. Die Einladung zur Sitzung mit Tagesordnung wird im Vorfeld versendet.

Gez.

Dr. Weidner/ Dr. Rühle