

# Gutachten

zu den Bodenbewegungen im Rahmen des  
stufenweisen Grubenwasseranstiegs im Bereich  
der Wasserprovinz Prosper-Haniel

- Bewertung des Einwirkungspotenzials,  
Anstiegsphase bis ca. -630 mNHN -

erstattet von

**INGENIEURBÜRO HEITFELD - SCHETELIG GMBH**

## **BEARBEITER:**

DR.-ING. M. HEITFELD

DR. P. ROSNER

M. SC. S. PIETRALLA

M. SC. D. ROSIN

im Auftrag der  
**RAG Aktiengesellschaft, Herne**

Aachen, den 20. September 2018  
mit Vorbemerkungen vom 24. September 2019

Dieser Bericht besteht aus 53 Seiten, 1 Anh. und 13 Anl.

WP Prosper-Haniel - Einwirkungspotenzial von Bodenbewegungen  
im Rahmen des Grubenwasseranstiegs bis ca. -630 mNHN

---

### **Vorbemerkungen zu den Randbedingungen der Bearbeitung**

Die Planung der RAG Aktiengesellschaft sieht für die betrachteten Wasserprovinzen der Großprovinz Lohberg einen Grubenwasseranstieg bis zum veau -600 mNHN vor. In einigen Teilprovinzen in denen bereits ein höherer Wasserstand besteht, wird durch dieses Niveau kein weiterer Grubenwasseranstieg erwartet.

Das Anstiegsniveau -600 mNHN ist als Zielgröße für die Großprovinz Lohberg vorgegeben; zusätzlich werden seitens des Auftraggebers auch Sicherungsmaßnahmen vorgesehen. Um im Falle verbleibender Restrisiken derartige Maßnahmen planen zu können, wurde abgeschätzt, ob bei höheren Grubenwasserständen negative Einflüsse durch Bodenbewegungen auftreten können.

Es sollte im Rahmen des Gutachtens daher einbezogen werden, ob auch bei einem höheren Anstieg Gefahrenpotentiale bestehen. Die finalen Aussagen und Berechnungen des vorliegenden Gutachtens beziehen sich aus diesem Grund auf einen maximalen, wenn auch unplanmäßigen, Grubenwasseranstieg bis auf das Niveau von -525 mNHN innerhalb der Großprovinz Lohberg.

Im Hinblick auf die Bewertung möglicher Einwirkungen des Grubenwasseranstiegs auf die Geländeoberfläche durch ungleichmäßige Bodenbewegungen im Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel stellt die im vorliegenden Gutachten vorgenommene Betrachtung eines potenziell höheren Anstiegsniveaus in den angrenzenden Wasserprovinzen einen ungünstigeren Zustand dar. Dabei wird hier konkret für das Altfeld Prosper Alt aufgrund bevorzugter hydraulischer Verbindungen zur Wasserprovinz Zollverein ein um rd. 75 m höheres Anstiegsniveau

WP Prosper-Haniel - Einwirkungspotenzial von Bodenbewegungen  
im Rahmen des Grubenwasseranstiegs bis ca. -630 mNHN

---

betrachtet. Die daraus resultierende größere Gesamteinstauhöhe der Grubenbaue im Altfeld Prosper Alt resultiert in einem höheren Einwirkungspotenzial im Hinblick auf die zu erwartenden Bodenhebungen.

Die somit im vorliegenden Gutachten unter Berücksichtigung eines unplanmäßigen höheren Zielniveaus im Altfeld Proper Alt von -525 mNHN vorgenommene Bewertung des Einwirkungspotenzials der zu erwartenden Bodenbewegungen kann somit als „ungünstiger Ansatz“ voll umfänglich auch für den geplanten Zustand eines Anstiegs bis maximal -600 mNHN zugrunde gelegt werden.

Aachen, den 24. September 2019

  
(Dr. P. Rosner)

  
(Dr.-Ing. M. Heitfeld)

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundsätzliche Anmerkungen zur Bearbeitung</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Problemstellung und Bearbeitungsgrundlagen</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Übersicht Untergrundverhältnisse und Abbaubereiche</b>	<b>10</b>
4.1	Lage des Betrachtungsraums	10
4.2	Geologischer Rahmen	11
4.3	Abbauverhältnisse	17
<b>5</b>	<b>Hydraulische Gliederung der Wasserprovinzen</b>	<b>22</b>
5.1	Hydraulische Verbindungen und Standwasserniveaus	22
5.2	Bereits eingestaute Abbaubereiche	24
<b>6</b>	<b>Übersicht Bodenbewegungen</b>	<b>25</b>
6.1	Abbaubedingte Bodensenkungen	25
6.2	Unstetigkeiten	27
6.3	Zeitliche und räumliche Entwicklung der Bodenbewegungen nach Einstellung des Abbaus/aktuelle Bodenbewegungssituation	28
<b>7</b>	<b>Räumliche und zeitliche Entwicklung des geplanten Grubenwasseranstiegs</b>	<b>32</b>
7.1	Langfristiges Wasserhaltungskonzept der RAG	32
7.2	Anstiegsszenario	33
7.3	Identifikation von markanten Hebungsrandbereichen	37
<b>8</b>	<b>Bewertung des Einwirkungspotenzials</b>	<b>39</b>
8.1	Bewertungskriterien	39

---

8.2	Einflussfaktoren	41
8.3	Einwirkungspotenziale an markanten Hebungsrandbereichen	45
8.4	Zusammenfassende Bewertung	48
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>51</b>

### **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1:	Schematisches Deckgebirgsprofil für den Betrachtungsraum (ohne Zechstein und Buntsandstein) nach MÜLLER (1982, rechts) und stratigraphische Gliederung des Deckgebirges nach ABELS ET AL. (2010, links)	14
Abb. 3:	Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten in den aktiven Abbaufeldern der TP PH1 (Boxen 1 und 3) - Zeitraum 2000 bis 2016	30
Abb. 4:	Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten in den Stilllegungsbereichen der TP PH1 (Box 4) und der TP PH2 (Boxen 5 und 7) - Zeitraum 2000 bis 2016	30
Abb. 5:	Grobprognose des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinzen Prosper-Haniel nach Angaben RAG mit Gliederung in Teilanstiegsphasen (TA)	33
Abb. 6:	Vergleichende Gegenüberstellung von Grubenwasseranstiegsverläufen in verschiedenen Steinkohlengruben/-revieren in NRW und Südlimburg (NL) mit Prognose für den Anstieg im Betrachtungsraum bis rd. -630 mNHN (verändert nach ROSNER, 2011)	43

## **Anhangverzeichnis**

Anh. 1: Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

## **Anlagenverzeichnis**

- Anl. 1: Übersichtlageplan Betrachtungsraum, Maßstab 1:75.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-001)
- Anl. 2: Tektonik und Abbaubereiche, Maßstab 1:75.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-002)
- Anl. 3: Räumliche Gliederung des Deckgebirges, Maßstab 1:75.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-003)
- Anl. 4: Geologisch-bergbaulicher Längsschnitt durch den Betrachtungsraum, Maßstab der Länge 1:50.000, Maßstab der Höhe 1:10.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-004)
- Anl. 5: Zeitliche Entwicklung des Abbaus, Maßstab 1:75.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-005)
- Anl. 6: Räumliche Verteilung der Abbauteufen, Maßstab 1:75.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-006)
- Anl. 7: Gebaute Mächtigkeiten, Maßstab 1:75.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-007)
- Anl. 8: Hydraulische Gliederung, Maßstab 1:75.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-10-008)
- Anl. 9: Anstiegsbereiche des Grubenwassers (Ist-Zustand),  
Maßstab 1:75.000 (Zeichnungs-Nr. 181-10-009)

- Anl. 10.1: Bergbaulich bedingte Bodensenkungen und Unstetigkeiten gemäß RAG, Maßstab 1:75.000 (Zeichnungs-Nr. 181-10-010.1)
- Anl. 10.2: Bodensenkungen seit Beginn des Bergbaus gemäß Emschergerossenschaft (2014), Maßstab 1:75.000 (Zeichnungs-Nr. 181-10-010.2)
- Anl. 10.3: Veränderungen der Geländehöhen im Ruhrgebiet seit 1892 nach HARNISCHMACHER (2012), Maßstab 1:75.000 (Zeichnungs-Nr. 181-10-010.3)
- Anl. 11: Übersicht zeitlich-räumliche Entwicklung des Grubenwasseranstiegs, Maßstab 1:75.000 (Zeichnungs-Nr. 181-10-011)
- Anl. 12: Einstauhöhen der Abbaubereiche beim Grubenwasseranstieg bis ca. -630 mNHN, Maßstab 1:75.000 (Zeichnungs-Nr. 181-10-012)
- Anl. 13: Hebungsrandbereiche mit höchstem Einwirkungspotenzial, Maßstab 1:75.000 (Zeichnungs-Nr. 181-10-013)

## 1 **Veranlassung**

Das Konzept der RAG AG zur Optimierung der Wasserhaltungen nach Stilllegung des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet Ende 2018 sieht für das mittlere Ruhrgebiet die Einstellung der Wasserhaltungen an Emscher und Lippe und die Einrichtung eines zentralen Grubenwasserhebungsstandortes Lohberg vor. Das Grubenwasser soll dadurch in der neu geschaffenen Großprovinz (GP) Lohberg am Standort Lohberg angenommen und dort direkt in den Rhein eingeleitet werden.

Die Einstellung der Wasserhaltung Prosper-Haniel ist für Ende 2019 geplant. Im Zusammenhang mit der Stilllegung wird das Grubenwasser in der Wasserprovinz Prosper-Haniel bis etwa 2030 soweit ansteigen, dass dann die Grubenwasserzuläufe überwiegend in die Wasserprovinz Lohberg übertreten; in der Wasserprovinz Prosper-Haniel wird ein Anstiegsniveau um rd. -630 mNHN erwartet.

Unsicher ist dabei noch die hydraulische Anbindung des Altfeldes Proper Alt. Für diesen Bereich wird daher betrachtet, dass die Grubenwässer über die Wasserprovinz Zollverein ablaufen und sich damit parallel zur Entwicklung des Standwasserniveaus in der Wasserprovinz Zollverein auf einem höheren Betrachtungsniveau um ca. -525 mNHN einstellen.

Mit dem Anstieg des Grubenwassers sind Bodenbewegungen verbunden. Im Verlauf des Grubenwasseranstiegs treten vornehmlich geringe, stetige Bodenbewegungen auf, die sich weiträumig gleichmäßig über einen längeren Zeitraum ausbilden. In Ausnahmefällen können lokal, vornehmlich bei geologischen bzw. lagerstättenbezogenen Besonderheiten auch unstetige Bodenbewegungen auftreten.

Im Rahmen des für die Stilllegung der Wasserhaltungen einzureichenden Abschlussbetriebsplans soll eine Bewertung des durch den beantragten Grubenwasseranstieg hervorgerufenen Einwirkungspotenzials von un stetigen Bodenbewegungen auf die Geländeoberfläche und der daraus resultierenden Wahrscheinlichkeit für ein Auftreten von Bergschäden mit einigem Gewicht vorgenommen werden.

Das Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH, Aachen (im Folgenden als IHS bezeichnet), wurde von der RAG mit Schreiben vom 21.07.2017 (Bestellnummer 5331987/B23/DA) mit der Bearbeitung eines entsprechenden Gutachtens beauftragt.

Das vorliegende Gutachten enthält die grundsätzliche Bewertung des Einwirkungspotenzials von Bodenbewegungen auf die Geländeoberfläche und der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Bergschäden mit einigem Gewicht im Rahmen des geplanten Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinz Prosper-Haniel bis rd. -630 mNHN. Für das Altfeld Prosper Alt wird dabei ein Betrachtungsniveau von ca. -525 mNHN zugrunde gelegt.

## 2 Grundsätzliche Anmerkungen zur Bearbeitung

Alle geodätischen Höhen sind im vorliegenden Bericht unter Bezug auf das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN92) in der Einheit „mNHN“ angegeben. Angaben u.a. zu Standwasserniveaus und Abbauhöhen liegen bei der RAG überwiegend noch im „alten“ Höhensystem in der Einheit „mNN“ vor. Diese wurden im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung ohne Umrechnung mit dem vorliegenden Betrag in die Einheit „mNHN“ übernommen. Die absolute Differenz zwischen den beiden Höhensystemen beträgt im Ruhrrevier nur wenige Zentimeter und hat daher für die derart übernommenen Höhen im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung keine Bedeutung.

Begriffsdefinition:

- Standwasser:

Der Begriff Standwasser wird im vorliegenden Bericht im hydrogeologischen Sinne als „*Ansammlung von Wasser in natürlichen und künstlichen Hohlräumen*“ verwendet. Eine sicherheitliche Bewertung ist dabei nicht impliziert.

### **3 Problemstellung und Bearbeitungsgrundlagen**

Im Zuge des Grubenwasseranstiegs kommt es mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung zu Bodenhebungen. Diese resultieren im Wesentlichen aus Dehnungsvorgängen infolge des durch die Auftriebskräfte veränderten Spannungsfeldes im Gebirge. Solche Dehnungsvorgänge treten im Zuge des Grubenwasseranstiegs im bergbaulich aufgelockerten Steinkohlegebirge, aber auch bei Druckhöhenänderungen im überlagernden Deckgebirge auf. Die Auswirkungen der durch den Grubenwasseranstieg hervorgerufenen Bodenhebungen können aber in Abhängigkeit von den mechanischen Eigenschaften der betroffenen Schichten verschieden sein.

In der Anfangsphase des Grubenwasseranstiegs müssen zunächst die Restsenkungen aus dem Abbau kompensiert und das aufgelockerte Gebirge verdichtet werden, bevor sich Bodenhebungen an der Geländeoberfläche zeigen können. Dazu ist eine gewisse Einstauhöhe mit einem entsprechenden Dehnungspotenzial erforderlich, das in Abhängigkeit von der gebauten Teufe und der Abbauintensität variiert. Wenn die abbaubedingten Bodensenkungen bei Einstellung der Wasserhaltung bereits weitgehend abgeklungen sind, kann der Grubenwasseranstieg zunächst wieder geringe Bodensenkungen auslösen, bevor sich dann Bodenhebungen entwickeln. Eine solche Anfangssetzung kann auf eine Sättigungssetzung zurückgeführt werden, bei der die Scherfestigkeit des Gebirges infolge der Wasserbenetzung der Korngrenzen reduziert wird. Die dabei auftretenden flächenhaften Bodensenkungen betragen aber nur wenige Zentimeter und sind insgesamt unschädlich.

Die sich im Zuge des Grubenwasseranstiegs sukzessive entwickelnden Bodenhebungen erfolgen in der Regel großflächig und vergleichsweise gleichmäßig. Der-

artige Bodenhebungen haben keine schadensrelevanten Auswirkungen an der Geländeoberfläche. In Abhängigkeit von den Untergrundverhältnissen und der Abbausituation können aber an gewissen tektonischen Störungszonen auch ungleichmäßige Bodenhebungen auftreten; diese können im Extremfall auch zu Schäden an Gebäuden führen.

Entsprechende Erfahrungen über die räumliche Verteilung, die zeitliche Entwicklung und das Ausmaß der Bodenhebungen liegen zwischenzeitlich aus verschiedenen Bereichen des Steinkohlenbergbaus u.a. in Deutschland und den Niederlanden vor. Zur Schaffung der Grundlagen für eine fachlich fundierte Bewertung der möglichen Einwirkungen durch ungleichmäßige Bodenhebungen und den Aufbau eines entsprechend optimierten Monitoringsystems wurde seitens der RAG ein F & E-Vorhaben initiiert. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens („Monitoring im Altbergbau“ - ABSMon) wurde durch das IHS eine differenzierte Auswertung und Bewertung der Entwicklung von Bodenhebungen und Bodenhebungsdifferenzen in den Stilllegungsbereichen des Erkelenzer Reviers sowie des Aachener und Südlimburger Reviers und in ausgewählten Stilllegungsbereichen des Ruhrreviers vorgenommen. Auf der Grundlage dieser Auswertungen wurden die Charakteristika der Bewegungsabläufe und der Entwicklung von Bodenhebungen im Zuge des Grubenwasseranstiegs herausgearbeitet und bergbaulich-hydrogeologisch-geotechnische Einflussfaktoren definiert, die eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von signifikanten Hebungsdifferenzen bedingen. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens sind in mehreren Veröffentlichungen publiziert (u.a. HEITFELD et al. 2014, ROSNER et al. 2014). Zwischenzeitlich wurden die Ergebnisse dieser Untersuchungen durch weitergehende Untersuchungen zur Entwick-

lung der Bodenhebungen im Saarrevier und im Südlimburger Revier (NL) verifiziert (HEITFELD ET AL., 2015/2016, Projectgroup GS-ZL, 2016).

Auf dieser Grundlage wurden entsprechende Bewertungen der zu erwartenden Einwirkungen aus Bodenhebungen auf die Geländeoberfläche zuletzt für den Grubenwasseranstieg in den Wasserprovinzen (WP) Lippe und Auguste Victoria vorgenommen (U11).

**- Einflussfaktoren im Hinblick auf die Ausbildung potenziell schadensrelevanter Einwirkungsbereiche/Unstetigkeiten**

Hinsichtlich des Auftretens von potenziell schadensrelevanten Bodenhebungsdifferenzen sind zunächst folgende grundsätzliche Feststellungen zu berücksichtigen:

- Schadensrelevante Bodenhebungsdifferenzen im Zuge des Grubenwasseranstiegs in einer Steinkohlengrube sind in Nordrhein-Westfalen bisher nur aus dem Bereich der tektonischen Störungszone Rurrand im Erkelenzer Revier (Wassenberg-Hückelhoven) bekannt geworden.
- In den anderen Stilllegungsbereichen wurden weder entsprechende Schäden festgestellt noch vergleichbare Unstetigkeiten ermittelt.
- Dies zeigt, dass die Voraussetzungen für die Ausbildung einer schadensrelevanten Unstetigkeit im Rahmen des Grubenwasseranstiegs sehr spezifisch sind und die Eintrittswahrscheinlichkeit insgesamt gering ist.

Die Analyse der verschiedenen Grubenwasseranstiegsbereiche führt zu folgender Beschreibung von grundsätzlich relevanten bergbaulich-hydrogeologisch-geotechnischen Einflussfaktoren:

Eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für die Ausbildung von auch potenziell schadensrelevanten Unstetigkeiten infolge unterschiedlicher Bodenhebungen muss an hydraulisch wirksamen tektonischen Störungszonen dort angenommen werden, wo

- der Abbau nur auf einer Seite der hydraulisch wirksamen Störung erfolgte

und

- infolge des Grubenwasseranstiegs auch ein einseitiger Anstieg von Grundwasserständen/Druckhöhen im Deckgebirge erfolgt bzw. zu beiden Seiten der Störungszone aus anderen Gründen eine gegenläufige Entwicklung der Grundwasserstände im Deckgebirge vorliegt.

Darüber hinaus sind das spezifische Spannungs-/Verformungsverhalten der von einem Druckhöhenanstieg betroffenen Deckgebirgsschichten sowie die Scherfestigkeit der potenziellen Bewegungsbahn zu bewerten.

**- Arbeitsschritte zur Identifikation von potenziellen Einwirkungsbereichen/Unstetigkeiten**

Zur Bewertung des Einwirkungspotenzials von Bodenhebungen auf die Geländeoberfläche im Hinblick auf das Auftreten von Bergschäden mit einigem Gewicht im Zuge eines begrenzten Grubenwasseranstiegs im Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel ergeben sich für den Betrachtungsraum folgende Arbeitsschritte:

1. Repräsentative Erfassung der Bewegungsvorgänge
2. Ausweisung von Zonen mit erhöhtem Potenzial für das Auftreten von signifikanten Bodenhebungsdifferenzen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der hier betrachtete Grubenwasseranstieg bis in das Niveau von rd. -630 mNHN innerhalb des Betrachtungsraumes nicht einheitlich in der gesamten Abbaufäche erfolgt. In einigen älteren Stilllegungsbereichen ist das Standwasserniveau bereits teilweise angehoben worden. Dies führt zu einem räumlich differenzierten Bodenbewegungsbild im Verlauf des Grubenwasseranstiegs, was bei der Bewertung der möglichen Einwirkungen auf die Geländeoberfläche zu berücksichtigen ist.

Für die vorliegende Bearbeitung ergeben sich daraus für den Betrachtungsraum folgende Handlungserfordernisse:

- Erfassung der maßgeblichen Abbaubereiche und der abbaubedingten Bodensenkungen;
- Erfassung der aus dem Abbau bekannten Unstetigkeiten;
- Erfassung der den Abbau begrenzenden tektonischen Störungszonen an der Geländeoberfläche;
- Bewertung der mechanischen Eigenschaften der den Abbau begrenzenden tektonischen Hauptstörungszonen im Steinkohlengebirge und im Deckgebirge;
- Abgrenzung von Bereichen mit unterschiedlicher Bodenbewegungscharakteristik aufgrund von Abbauhistorie und Verlauf des Grubenwasseranstiegs;
- Grundsätzliche Bewertung des Bodenbewegungspotenzials in den einzelnen Bereichen des Grubenwasseranstiegs im Hinblick auf den bereits erfolgten Teilanstieg des Standwasserniveaus, die Höhenlage der Abbaubereiche sowie die Höhe des weiteren Grubenwasseranstiegs und die Anstiegsgeschwindigkeit;

- Identifikation von potenziellen Einwirkungsbereichen im Hinblick auf die Bewertung des möglichen Auftretens von Bergschäden mit einigem Gewicht infolge ungleichmäßiger Bodenbewegungen im Rahmen des Anstiegs.

Als potenzielle Einwirkungsbereiche werden dabei Zonen recherchiert, in denen es aufgrund der geologisch-hydrogeologisch-bergbaulichen Verhältnisse oder auch eines räumlich differenzierten Anstiegsverlaufs zu einem kleinräumigen Wechsel der Bodenbewegungscharakteristik kommen kann. Dies können z.B. tektonisch bedingte Abbaugrenzen sein oder auch aufgrund der Abbauhistorie entstandene, aneinander grenzende Abbauzonen mit unterschiedlicher Abbaumächtigkeit und unterschiedlichem Verlauf des Grubenwasseranstiegs. Solche Zonen, an denen im Zuge des Grubenwasseranstiegs kleinräumig unterschiedliche Bodenhebungen stattfinden können, werden in der vorliegenden Bearbeitung als „Hebungsrandbereiche“ bezeichnet.

Die Fakten zu den Einflussfaktoren, die zur Identifizierung solcher Hebungsrandbereiche erforderlich sind, sind im Folgenden zusammengestellt und bewertet. Der Schwerpunkt bei der vorliegenden Bearbeitung lag dabei auf der Identifikation von besonders markanten Unstetigkeitszonen mit vergleichsweise erhöhtem Einwirkungspotenzial im Hinblick auf ein mögliches Auftreten von Bergschäden mit einigem Gewicht.

## **4 Übersicht Untergrundverhältnisse und Abbaubereiche**

### **4.1 Lage des Betrachtungsraums**

Der Betrachtungsraum umfasst die Abbaubereiche in der Wasserprovinz Prosper-Haniel und befindet sich im Wesentlichen auf dem Stadtgebiet von Bottrop; am westlichen bzw. nordwestlichen Rand umfasst der Betrachtungsraum weiterhin nördliche Stadtteile von Oberhausen sowie Ortsteile der Gemeinde Hünxe. Die Gesamtfläche beträgt rd. 89 km<sup>2</sup>. Südlich der Bundesautobahn A2 ist der Betrachtungsraum flächenhaft dicht besiedelt. Im nördlichen Teil erfolgte der Abbau weitgehend unter flächenhaft unbebauten und landwirtschaftlich geprägten Gebieten (Anl. 1).

Am südlichen Rand des Betrachtungsraums verlaufen zwischen Bottrop und Essen die Emscher und parallel dazu der Rhein-Herne-Kanal. Die Emscher mündet rd. 10 km westlich des Betrachtungsraums bei Dinslaken in den Rhein.

Die Geländeoberfläche liegt am Südostrand des Betrachtungsraums an der Emscher und dem Rhein-Herne-Kanal im Bereich Bottrop-Welheim auf einem tiefsten Niveau um rd. 26 mNHN. Am südwestlichen Rand des Betrachtungsraums steigt die Geländeoberfläche im Bereich des Höhenzuges zwischen Oberhausen-Walsumermark und Bottrop-Vonderort auf Niveaus um 70 bis 80 mNHN an. Die höchste Erhebung im Betrachtungsraum ist die Halde Haniel an der Stadtgrenze Oberhausen - Bottrop mit einer maximalen Geländehöhe von rd. 160 mNHN.

## 4.2 Geologischer Rahmen

### - Tektonische Gliederung des Steinkohlengebirges

Die Abbaubereiche der Wasserprovinz Prosper-Haniel erstrecken sich im Wesentlichen über die Lippe-Hauptmulde sowie die Emscher-Hauptmulde, die im zentralen Betrachtungsraum durch den Zweckeler Sattel sowie die Nördliche und Südliche Gladbecker Überschiebung tektonisch in einen nördlichen und südlichen Abbaubereich unterteilt werden (Anl. 2).

Nach Norden wird der Abbau in der Lippe-Hauptmulde durch die Drevenacker Störung sowie die Rentforter Blattverschiebung unterbrochen. Südöstlich des Betrachtungsraums setzt sich der Abbau im Gelsenkirchener Hauptsattel im Bereich der ehemaligen Zeche Amalie fort. Weiterhin wird die Struktur des Steinkohlengebirges im Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel vor allem von den NW-SE-verlaufenden Querstörungszonen geprägt.

Die Lage der Störungszonen an der Karbonoberfläche ist auf Grundlage der Daten der integrierten geologischen Landesaufnahme (IGL) des GD NRW dargestellt. Im nördlichen Untersuchungsbereich, außerhalb des IGL-Projektgebietes Ruhrgebiet, wurden die IGL-Daten um ebenfalls vom GD NRW zur Verfügung gestellte digitalisierte Daten ergänzt, die im Wesentlichen auf der Geologischen Karte des Ruhrkarbons 1:100.000 (GD, 1982) basieren. Einen Überblick über den Aufbau des Untergrundes im Betrachtungsraum liefert der NW-SE-verlaufende Profilschnitt in Anl. 4; die Lage der Profillinie ist in Anl. 3 dargestellt.

Die tektonischen Hauptquerstörungen Hünxer-Sprung, Vondern-Sprung, Krudenburg-Sprung und Kölner Bergwerksverein-Sprung gliedern das Steinkohlengebirge im Untersuchungsbereich in ein System von tektonischen Horst- und Grabenstrukturen. Als im Untersuchungsgebiet bedeutsame Horst- und Grabenstrukturen sind von Westen nach Osten der Hünxer Graben, der Grafenwalder Horst und der Kirchhellener Graben (s. Anl. 2) zu nennen. Der Bereich zwischen Hünxer Graben und Grafenwalder Horst wird als Gartroper Staffel bezeichnet. Der Grafenwalder Horst wird in südlicher Richtung durch den Zweckeler Sattel begrenzt und setzt sich somit nicht in die Emscher-Hauptmulde fort. Das Einfallen der Querstörungen kann im Niveau des Steinkohlengebirges im Mittel um  $70^\circ$  angesetzt werden.

Darüber hinaus sind zahlreiche kleinere Quer- und Diagonalstörungen sowie Blattverschiebungen ausgebildet, die insbesondere als Baugrenzen im Niveau des Steinkohlengebirges in Erscheinung treten (z.B. Franz-Haniel-Sprung, Grafenmühle-Blatt, Rentforter Blatt).

#### **- Aufbau des Deckgebirges**

Im südlichen Randbereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel - im Bereich Bottrop-Welheim liegt die Karbonoberfläche auf einem höchsten Niveau um rd. -100 mNHN (Anl. 2). Von hier aus sinkt die Karbonoberfläche vergleichsweise gleichmäßig mit einer mittleren Neigung von 1 bis  $2^\circ$  in nördlicher Richtung ab.

Bis in den Bereich des Zweckeler Sattels erreicht die Karbonoberfläche ein Niveau von rd. -300 mNHN; weiter nach Norden sinkt die Karbonoberfläche bis an den Nordrand des Betrachtungsraumes auf ein Niveau zwischen rd. -450

und -650 mNHN ab. Im Bereich des Grafenwalder Horstes befindet sich die Karbonoberfläche auf einem deutlich höheren Niveau um -300 mNHN. Das Deckgebirge erreicht hier eine Mächtigkeit um 350 bis 400 m. Entlang der Nordgrenze des Betrachtungsraums sinkt die Karbonoberfläche in nordwestlicher Richtung weiter ab und erreicht ihr tiefstes Niveau von -700 mNHN im äußersten Nordwesten des Betrachtungsraumes innerhalb des Hünxer Grabens; die Mächtigkeit des Deckgebirges steigt dabei bis auf rd. 750 m an.

Das Deckgebirge wird im Untersuchungsbereich im Wesentlichen von den Schichten der Oberkreide im Niveau zwischen dem Essener Grünsand (Cenoman) und der Haltern-Formation (Santon) aufgebaut (Abb. 1). Im Bereich des Kirchheller Grabens, östlich des Kölner-Bergwerksverein-Sprung, treten darüber hinaus noch Ablagerungen des Zechstein und Buntsandstein auf.

Die Ausbildung der Kreideschichten an der Quartärbasis sowie das Verbreitungsgebiet der Zechsteinablagerungen an der Karbonoberfläche sind in Anl. 3 dargestellt. Einen Überblick über die Struktur und den Aufbau des Deckgebirges gibt das Querprofil in Anl. 4.

### **- Hydrogeologie**

Wesentliches Charakteristikum des Deckgebirgsaufbaus ist aus hydrogeologischer Sicht die Dreiteilung in oberflächennahes Hauptgrundwasserstockwerk, den als mächtigen Grundwasserstauer auftretenden Emscher Mergel sowie ein basales Hauptgrundwasserstockwerk.

Im Betrachtungsraum bewirken die gering durchlässigen Schichten der Rupel- und Bottroper-Formation eine Zweigliederung des oberen Hauptgrundwasserstock-

werks. Das obere Grundwasserstockwerk ist in den Quartärschichten mit freier Grundwasseroberfläche ausgebildet. Das tiefere Grundwasserstockwerk wird von den sandigen Ablagerungen der Haltern- und Recklinghausen-Formation aufgebaut; in diesem tieferen Grundwasserstockwerk ist das Grundwasser bereichsweise artesisch gespannt.

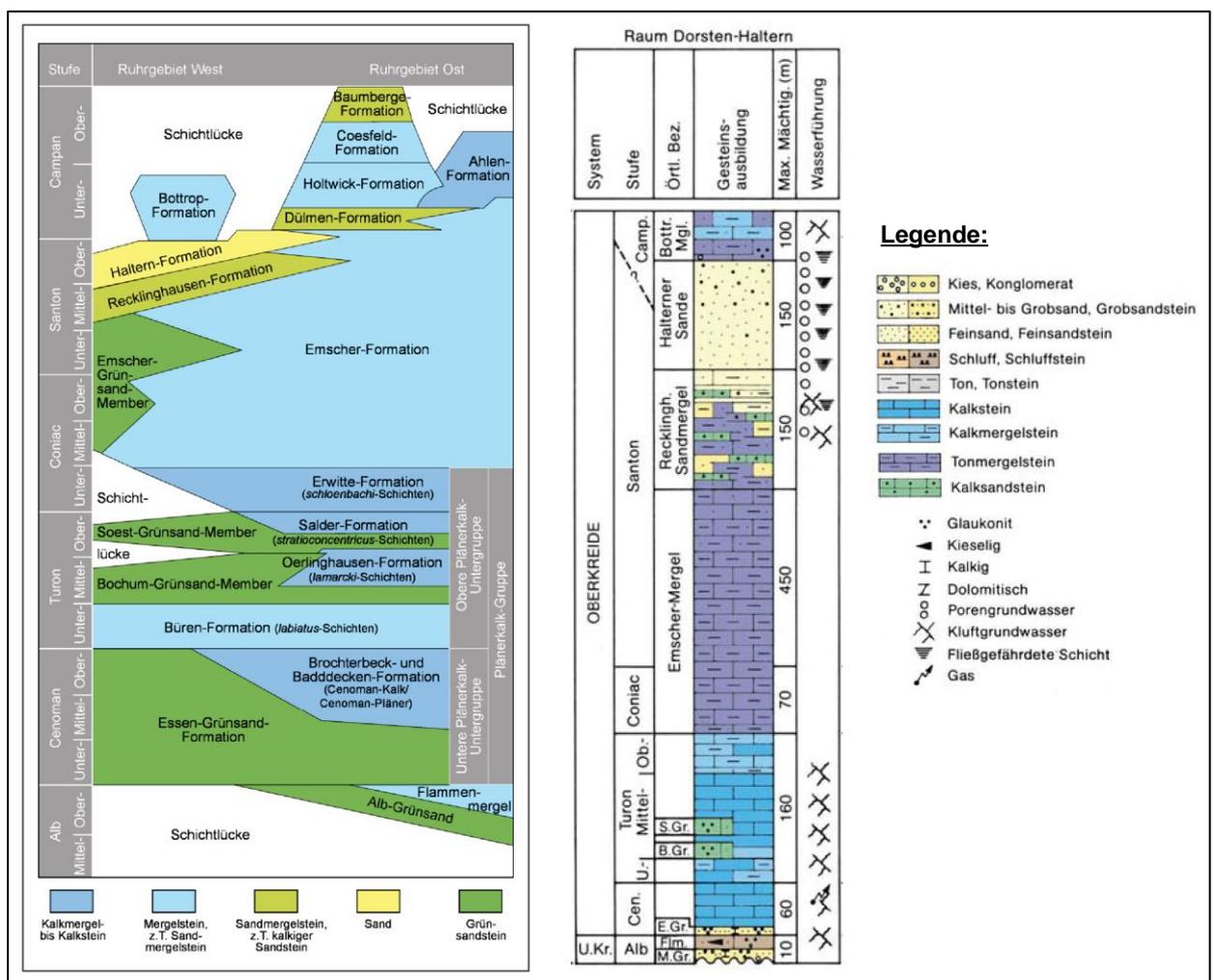


Abb. 1: Schematisches Deckgebirgsprofil für den Betrachtungsraum (ohne Zechstein und Buntsandstein) nach MÜLLER (1982, rechts) und stratigraphische Gliederung des Deckgebirges nach ABELS ET AL. (2010, links)

Im Liegenden folgen die mächtigen Grundwasser stauenden Schichten im Niveau des Emscher Mergels. In Teufen > rd. 50 m unterhalb der Hangendgrenze gilt der Emscher-Mergel als grundwasserfrei, in Bereichen mit einer Mächtigkeit > rd. 100 m wird der Emscher-Mergel als hydraulische Barriere betrachtet; dies gilt langfristig auch unter Bergbaueinfluss (U1). Die Durchlässigkeit dieser Grundwasser stauenden Schichten wird von RUDOLPH ET AL. (2008) mit einem mittleren  $k_f$ - Wert von  $1 \cdot 10^{-10}$  m/s angegeben. Im Betrachtungsraum ist innerhalb des Emscher Mergels die Emscher-Grünsand-Subformation ausgebildet.

Das tiefe, basale Grundwasserstockwerk in den Cenoman/Turon-Schichten der Plänerkalk-Gruppe führt im Allgemeinen hoch mineralisierte Wässer und kann natürlicherweise unter einem nahezu der Teufe entsprechenden hydrostatischen Druck stehen.

### **- Deckgebirgstektonik**

Für den Untersuchungsbereich wird im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung davon ausgegangen, dass sich die Hauptquerstörungen aus dem Karbon in das Deckgebirge hinein fortsetzen und hier auch zu einem Versatz der Deckgebirgsschichten führen. Der Versatz an der Karbonoberfläche ist dabei unterschiedlich stark ausgebildet.

Im Bereich der Hauptquerstörungen Hünxer-Sprung, Vondern-Sprung, Franz-Haniel-Sprung und Grafenmühle-Sprung überschreitet der Versatz der Karbonoberfläche in der Regel 100 m nicht; insgesamt ist eine Zunahme der Versatzbeträge entlang des Hünxer Grabens in nördlicher Richtung zu beobachten. Im Bereich des Grafenwalder Horstes treten dagegen am Krudenburg-Sprung sowie am

Kölner-Bergwerksverein-Sprung größere Versatzhöhen der Karbonoberfläche von bis zu rd. 300 m auf.

Die Versatzbeträge der Karbonoberfläche an den Querstörungen sind im Vergleich zur Mächtigkeit des basalen Grundwasserstockwerks bereichsweise sehr groß. Daher ist hier eine signifikante Verengung des hydraulisch wirksamen Querschnitts im Niveau des tiefen Grundwasserstockwerks an den Hauptstörungszonen zu erwarten.

Hinsichtlich der hydraulischen Eigenschaften der Störungszonen gehen COLDEWEY & WESCHE (2017) davon aus, dass auch im Niveau der Cenoman/Turon-Schichten infolge "clay smear" die Durchlässigkeit der Störungsflächen herabgesetzt ist. Vom Grundsatz her ist aber hinsichtlich der hydraulischen Wirksamkeit der tektonischen Deckgebirgsstörungen für den Untersuchungsbe- reich davon auszugehen, dass keine grundsätzliche Behinderung der horizontalen Grundwasserzirkulation zwischen den tektonischen Schollen durch gering durch- lässige Störungsflächen erfolgt.

Für die vorliegenden Betrachtungen ist maßgeblich, dass die Hauptquerstörungen mit markantem Versatz an der Karbonoberfläche als durchgehende Trennflächen anzunehmen sind, die sich aus dem Steinkohlengebirge heraus in die Deckge- birgsschichten fortsetzen. Diese Trennflächen sind damit auch im Rahmen des Grubenwasseranstiegs als bevorzugte Bewegungsbahnen für mögliche differenzi- elle Bodenbewegungen verschiedener Deckgebirgsschollen zu betrachten. Dabei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass die Deckgebirgsstörungen unterhalb der Quartärbasis ausbeißen und nicht bis zur Geländeoberfläche aushalten.

Auch ist die Ausbildung von in bodenmechanischer Hinsicht signifikanten Tonbelägen in der Störungszone im Sinne einer die Scherfestigkeit der Störungsbahn herabsetzenden „clay smears“, wie sie insbesondere aus den Bereichen der Niederrheinischen Bucht bekannt sind, im Niveau des basalen Kreide-Aquifers eher unwahrscheinlich, da die Cenoman/Turon-Schichten überwiegend von Kalk- und Kalkmergelsteinen aufgebaut werden.

In jedem Fall ist daher für diese tektonisch vorgezeichneten Elemente eine wesentlich markantere Ausprägung einer Bewegungsbahn mit sehr viel deutlich herabgesetzter Scherfestigkeit anzunehmen, als für die im Zuge des Abbaus entstandenen, sehr kurzzeitig aktiven Bewegungszonen jenseits der tektonischen Störungszonen (z.B. an Abbaurändern). Damit muss für die tektonischen Störungszonen auch eine vergleichsweise leichtere Reaktivierung im Zuge des Grubenwasseranstiegs bei vergleichsweise geringen Gesamtbewegungsbeträgen zugrunde gelegt werden.

#### 4.3 Abbauverhältnisse

##### **- Lage der Abbaubereiche (Anl. 2)**

Die Lage der Abbaubereiche wird durch die im Untersuchungsbereich auftretenden tektonischen Strukturen geprägt. Die Wasserprovinz Prosper-Haniel setzt sich aus vielen ehemaligen Kleinzechen zusammen, die im Laufe der Abbaugeschichte im Betrachtungsraum oftmals vereinigt und umbenannt wurden. Im Box-Modell der DMT wird die Wasserprovinz Prosper-Haniel in sieben hydraulische Boxen gegliedert.

Die Abbaubereiche der Wasserprovinz Prosper-Haniel liegen im Wesentlichen in der Lippe-Hauptmulde, im Bereich der Gartroper Staffel (Boxen 1, 2 und 4) und des Grafenwalder Horstes (Box 3), und im Bereich der Emscher-Hauptmulde (Box 7). Im zentralen Untersuchungsgebiet befinden sich weitere Abbaubereiche im Gladbecker Sattel, in der Zweckeler und Eigener Mulde sowie im Eigener Sattel (Boxen 5, 6 und 7). In Streichrichtung der Nördlichen und Südlichen Gladbecker Überschiebung und entlang der Achse des Zweckeler Sattels ist in einem Bereich mit einer NW-SE-Ausdehnung zwischen rd. 500 und 1.500 m kein Abbau betrieben worden.

Im nördlichen Teil des Betrachtungsraums, nordwestlich des Zweckeler Sattels, sind die Abbauflächen durch die tektonischen Störungen deutlich gegliedert und von abbaufreien Zonen unterbrochen. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes erstrecken sich die Abbauflächen nahezu flächendeckend über die gesamte Wasserprovinz.

Lokal wurden im Ruhrrevier im Bereich von Querstörungszonen auch Erzgänge erkundet. Dazu gehört der im südlichen Betrachtungsraum (Box 7) befindliche Bleierzgang „Christian Levin“ am Prosper-Sprung (s. Anl. 2). Gemäß BUSCHENDORF ET AL. (1957) enthält der Gang ein „Erzmittel“ von 600 m streichender Länge und einer aufgeschlossenen Teufenerstreckung von 150 m. Der Erzgang wurde von der 6. Sohle des Schachtes Christian Levin (rd. -521 mNHN) aus erschlossen. Der Abbau erfolgte im Unterwerksbau zwischen der 7. Teilsohle (rd. -611 mNHN) und der 6. Sohle auf 90 m Seigerhöhe. Die mittlere Mächtigkeit des Erzgangs beträgt 4 m. Die Vererzungszone setzt sich nicht in das Deckgebirge fort. Seit Beginn des Abbaus im Jahr 1940 wurden bis 1956 rd. 330.000 t Bleierz

gefördert; die Erzförderung wurde 1958 gestundet. Im Hinblick auf die vorliegende Betrachtung ist die Vererzungszone nicht von Bedeutung, da die Abbaubereiche im Wesentlichen oberhalb des betrachteten Zielniveaus des Grubenwasseranstiegs (ca. -630 mNHN) liegen.

#### **- Zeitliche Entwicklung der Abbaubereiche (Anl. 5)**

Im Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel wird seit Mitte des 19. Jahrhunderts Steinkohle gefördert. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts beschränkte sich der Abbau im Wesentlichen auf die Südostflanke der Emscher-Hauptmulde im äußersten Süden des Betrachtungsraums. Anschließend weitete sich der Abbau sukzessive in Richtung Norden aus; die Abbaubereiche blieben dabei bis zum Ende der 1950er Jahre auf die Bergwerksfelder Jacobi (Box 6) und Prosper Alt (Box 7) beschränkt.

In den 1960er Jahren wurden die ersten Abbaubereiche nordwestlich des Zweckecker Sattels in der Lippe-Hauptmulde zunächst in den Bergwerksfelder Haniel (Box 4) und Prosper Nord (Box 3) erschlossen. Mit dem Zusammenschluss der Zechen Prosper und Haniel zum Verbundbergwerk Prosper-Haniel im Jahr 1974 wurde ein Großteil der Abbaubereiche in den Boxen 6 und 7 aufgegeben.

Mit Ausnahme vereinzelter Abbaubereiche im Baufeld Prosper Alt (Aufgabe 1982) konzentrierte sich der Abbau ab den 1980er Jahren ausschließlich auf die Bereiche der Gartroper Staffel (Boxen 1 und 2) und des Grafenwalder Horstes (Box 3). In diesen Bereichen wurde nach 2015 und wird lokal auch bis heute noch Steinkohle abgebaut.

Die Einstellung des Abbaus ist hier bis Ende 2018 vorgesehen.

**- Abbauteufen (Anl. 6)**

Im Betrachtungsraum lassen sich Bergwerksfelder mit Abbaubereichen in vergleichsweise tiefen Abbauniveaus (Boxen 1 bis 3) und mit Abbaubereichen in deutlich höher gelegenen Abbauniveaus (Boxen 4 bis 7) unterscheiden. Weiterhin handelt es sich bei den Abbaubereichen mit tiefen Abbauteufen um die jüngeren, in den 1970er und 80er Jahren erschlossenen Abbaubereiche im Bereich der Gartroper Staffel (Boxen 1 und 2) und auf dem Grafenwalder Horst (Box 3).

In den älteren Abbaubereichen in den Baufeldern Haniel, Prosper Süd, Jacobi und Prosper Alt (Boxen 4 bis 7) ist Abbau flächenhaft oberhalb von -600 mNHN betrieben worden. Im Kern der Sattel- und Muldenachsen erreichte der Abbau dort Teufen zwischen -600 und -1.000 mNHN; Abbauteufen unterhalb von -1.000 mNHN wurden vereinzelt im Kern der Emscher-Hauptmulde erreicht.

In den jüngeren Abbaubereichen im Bereich der Gartroper Staffel (Boxen 1 und 2) und auf dem Grafenwalder Horst (Box 3) ist flächenhaft Abbau unterhalb von -600 mNHN betrieben worden. In diesen Baufeldern ist Abbau großflächig zwischen -600 und -1.000 mNHN sowie unterhalb von -1.000 mNHN umgegangen. Die tiefsten Abbaubereiche in der Wasserprovinz Prosper-Haniel befinden sich ebenfalls in den Abbaufeldern Haniel West (Box 1), Haniel Ost (Box 2) und Prosper Nord (Box 3) mit Teuffenniveaus zwischen -1.100 und -1.200 mNHN.

Markante Wechsel der erzielten Abbauteufen zeigen sich insbesondere an der Grafenmühle-Blattverschiebung (zwischen Box 2 und 4) sowie an der Nördlichen und Südlichen Gladbecker Überschiebung im Bereich des Zweckeler Sattels. Die Abbaubereiche sind dabei jedoch durch größere abbaufreie Zonen unterbrochen.

**- Abbaumächtigkeiten (Anl. 7)**

Angaben zu den über die abgebauten Teufenniveaus aufsummierten abgebauten Mächtigkeiten wurden seitens der RAG für den Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel bereitgestellt. Einen entsprechenden Überblick über die aufsummierten gebauten Flözmächtigkeiten für den Untersuchungsbereich liefert Anl. 7.

Danach werden in den Abbauschwerpunkten innerhalb der Lippe-Hauptmulde und der Emscher-Hauptmulde abgebaute Mächtigkeiten von über 20 m erreicht (maximal bis rd. 22 m dokumentiert). Ein Abbauschwerpunkt liegt in der Lippe-Hauptmulde im Grafenwalder Horst im Baufeld Prosper Nord (Box 3). Weitere Abbauschwerpunkte liegen im Baufeld Haniel West (Box 1), Prosper Alt (Box 7) im Eigener Sattel im Umfeld der Schächte Prosper-Haniel 6 und 7 sowie in der Südostflanke der Emscher-Hauptmulde an der Grenze zum Baufeld Mathias Stinnes der Wasserprovinz Zollverein. Insgesamt nimmt die abgebaute Mächtigkeit zu den Sattel- und Muldenrändern hin ab. Außerhalb der Abbauschwerpunkte liegen die abgebauten Mächtigkeiten flächenhaft unter 10 m.

Großflächige Bereiche mit aufsummierten Mächtigkeiten von weniger als 5,0 m befinden sich im südlichen Bereich der Gartroper Staffel in den Baufeldern Haniel West, Haniel Ost und Haniel (Boxen 1, 2, 4) sowie im nordwestlichen Bereich von Jacobi (Box 6) im Umfeld von Zweckeler Sattel und der Eigener Mulde.

## 5 Hydraulische Gliederung der Wasserprovinzen

Die Hauptwasserhaltung in der Wasserprovinz Prosper-Haniel erfolgt aktuell am Schacht Franz Haniel 2 im Niveau der 6. Sohle (rd. -932 mNHN).

Für die vorliegende Betrachtung relevante hydraulische Verbindungen zu benachbarten Wasserprovinzen innerhalb der Großprovinz Lohberg bestehen (Anl. 8):

- zur Wasserprovinz Zollverein im Niveau -726 mNHN im Bereich Prosper Nord (Box 3),
- zur Wasserprovinz Lohberg im Niveau -805 mNHN im Bereich Haniel West (Box 1).

Bisher erfolgen noch keine Übertritte aus diesen Wasserprovinzen. Nur für den Stilllegungsbereich Prosper Alt (Box 7) wird davon ausgegangen, dass die Wasserzuläufe von hier in die WP Zollverein (Mathias Stinnes) übertreten.

In der südlich angrenzenden Wasserprovinz Amalie wird das Standwasserniveau z.Zt. ebenfalls noch durch eine eigenständige Wasserhaltung auf einem konstanten Niveau gehalten (Wasserhaltungsniveau -920 mNHN).

### 5.1 Hydraulische Verbindungen und Standwasserniveaus

Im Box-Modell der DMT werden für die WP Prosper-Haniel sieben hydraulische Boxen unterschieden. Die Grubenwässer laufen im Wesentlichen der zentralen Wasserhaltung am Standort Schacht Franz Haniel 2 (Box 4) zu. Anhand der aktuellen Grubenwasserströmungen lassen sich für die WP Prosper-Haniel zwei Teilprovinzen (TP) unterscheiden (s. Anl. 8):

TP PH1 - in der alle derzeit zutretenden Grubenwässer im Niveau der jeweiligen Verbindungsstrecken dem zentralen Wasserhaltungsstandort Prosper-Haniel zulaufen.

Aufgrund der unterschiedlichen Standwasserniveaus lassen sich hier zwei Zonen unterscheiden (s. Anl. 8):

- eine nördliche Zone mit aktiven Abbaubereichen in den Boxen 1 bis 3 und einem tiefen Wasserhaltungsniveau unterhalb -1.181 mNHN,
- Zone des zentralen Wasserhaltungsstandortes in der Box 4 mit einem Wasserhaltungsniveau von -932 mNHN.

TP PH2 - in der Abbau im Wesentlichen schon in den 1970er Jahren eingestellt wurde und das Grubenwasser bereits ein höheres Standwasserniveau erreicht hat:

- der östliche Randbereich mit der Box 5 mit einem bereits hohen Standwasserniveau von -477 mNHN; das Grubenwasser tritt hier über eine Verbindungsstrecke im Niveau -479 mNHN (3. Sohle) der Box 6 zu;
- südliche Zone mit einem intermediären Standwasserniveau um rd. -725 mNHN:

die Box 6 entwässert zur Wasserhaltung in der Box 4 über eine Verbindungsstrecke im Niveau -728 mNHN;

für die Box 7 wird davon ausgegangen, dass die hydraulische Anbindung an die WP Prosper-Haniel nur eingeschränkt wirksam ist und die Wasserzuläufe über hydraulische Verbindungen in den Abbaubereichen in die WP Zollverein (Mathias Stinnes) übertreten.

In diesem südlichen Bereich wurde der Abbau bereits in den 1970er und 1980er Jahren stillgelegt. Es ist daher davon auszugehen, dass sich die Standwasserniveaus hier schon seit über 20 Jahren auf einem konstanten Niveau eingestellt haben. Für die Box Jacobi (6) ist gemäß Angaben der RAG bereits für 1986 ein Standwasserniveau von rd. -729 mNHN dokumentiert.

## 5.2 Bereits eingestaute Abbaubereiche

Im Rahmen der Stilllegungen der 1970er und 80er Jahre ist in einigen Bereichen der südlichen Teilprovinz TP PH2 sowie in der Box 4 der TP PH 1 in den tiefsten Abbaubereichen bereits ein Teilanstieg der Standwasserniveaus erfolgt. Die räumliche Verteilung der bereits eingestauten Grubenbaue und die maximal erreichten Einstauhöhen sind in Anl. 9 dargestellt. Danach sind in der TP PH1 bisher nur die tiefsten Abbaubereiche in der Box Haniel (4) mit Grubenwasser erfüllt.

In der TP PH2 wurden bisher im Wesentlichen Einstauhöhen unter 300 m erreicht. In den Boxen Prosper Süd (5) und Jacobi (6) betragen die Einstauhöhen zumeist nur bis 100 m. In diesen Boxen befinden sich die Abbaubereiche mit maximalen Anstiegshöhen zwischen 100 und 200 m in der Zweckeler Mulde (Box 5) sowie im Eigener Sattel (Box 6). In der Box Prosper Alt (7) werden in den Abbaubereichen überwiegend Anstiegshöhen bis 200 m erreicht. Die größten Anstiegshöhen zwischen 300 und 400 m werden im südöstlichen Betrachtungsraum in tief gelegenen Abbaubereichen im Kern der Emscher-Hauptmulde erreicht.

## 6 Übersicht Bodenbewegungen

### 6.1 Abbaubedingte Bodensenkungen

Das Ausmaß der im Zuge des Grubenwasseranstiegs zu erwartenden Bodenhebungen korrelieren in genereller Form mit den abbaubedingten Bodensenkungen. Für die Bewertung des Gesamtbodenhebungspotenzials im Rahmen eines theoretischen vollständigen Einstaus des Grubengebäudes stellt somit die Übersicht über die Summe der abbaubedingten Bodensenkungen eine erste Grundlage dar. Zu den abbaubedingten Bodenbewegungen liegen verschiedene Auswertungen vor:

- quantitative Analyse auf der Grundlage der Abbaudaten für die Wasserprovinz Prosper-Haniel (Anl. 10.1);
- Auswertung zu bergbaulich bedingten Bodensenkungen durch die Emschergenossenschaft für das Verbandsgebiet (EMSCHERGENOSSENSCHAFT, 2014; Anl. 10.2);
- Auswertung historischer Höhendaten (Preußische Landesaufnahme) für das Ruhrgebiet von HARNISCHMACHER (2012, Anl. 10.3).

Die Darstellung der für die WP Prosper-Haniel quantitativ ermittelten Bodensenkungen in Anl. 10.1 spiegelt naturgemäß die Verteilung der abgebauten Mächtigkeiten (vgl. Anl. 7) wider. Die stärksten Bodensenkungen treten im Bereich der Abbauschwerpunkte in der Lippe-Hauptmulde (v. a. im Grafenwalder Horst), Eigener Sattel und Emscher-Hauptmulde auf.

In dem in der Lippe-Hauptmulde gelegenen Grafenwalder Horst treten flächenhaft Bodensenkungen über 5 m auf; im zentralen Bereich dieses Abbauschwerpunktes wurden maximale Bodensenkungen um rd. 15 m ermittelt.

Im Eigener Sattel treten in den Abbauschwerpunkten in der Box Prosper Alt (7) flächenhaft Bodensenkungen zwischen 5 und 10 m auf. Für den Abbauschwerpunkt in der Emscher-Hauptmulde wurden ebenfalls flächenhaft Bodensenkungen zwischen 5 und 10 m ermittelt. Bereiche mit maximalen Senkungsbeträgen um rd. 12 m befinden sich an der Grenze zum benachbarten Bergwerksfeld Mathias Stinnes der WP Zollverein.

Der Vergleich mit der Darstellung der Bodensenkungen gemäß EMSCHERGENOSSENSCHAFT (2014) in Anl. 10.2 und nach HARNISCHMACHER (2012) in Anl. 10.3 zeigt grundsätzlich ein vergleichbares Bild. Größere Unterschiede zeigen sich im Bereich der Box Jacobi (7), wo nach EMSCHERGENOSSENSCHAFT und HARNISCHMACHER die Senkungsbereiche mit Beträgen zwischen 5 und 15 m eine insgesamt größere Ausdehnung aufweisen.

Im nördlichen Bereich der WP Prosper-Haniel (TP PH1) liegen von der Emschergenossenschaft (EMSCHERGENOSSENSCHAFT, 2014) im Wesentlichen nur Auswertungen der Bodensenkungen im Bereich des Grafenwalder Horstes vor; in diesem Bereich kann auf der Grundlage der Auswertung der Emschergenossenschaft von maximalen Bodensenkungen bis 15 m ausgegangen werden (Anl. 10.2).

HARNISCHMACHER (2012) weist hier ebenfalls Absenkungen der Geländehöhen von bis zu 15 m aus (Anl. 10.3). Im südlichen Teil der WP Prosper-Haniel (TP PH2) erreichen die Bodensenkungen gemäß EMSCHERGENOSSENSCHAFT (2014) flächenhaft Beträge zwischen 5 und 10 m, in größeren Bereichen im Eigener Sattel und der Emscher-Hauptmulde wird auch von Beträgen um 10 bis 15 m ausgegangen; auch HARNISCHMACHER (2012) weist hier Absenkungen der Geländehöhen in entsprechender Größenordnung aus.

Die verfügbaren Daten zu den abbaubedingten Bodensenkungen im Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel ergeben insgesamt ein für die vorliegende Bearbeitung ausreichend schlüssiges Bild. Für die vorliegende Betrachtung signifikante Senkungsrandbereiche treten danach insbesondere an den Abbaurändern entlang folgender Hauptquerstörungen auf (vgl. Anl. 10):

- Franz-Haniel-Sprung im nördlichen Bereich Box 1 (Haniel West)
- Grafenmühle-Sprung im Bereich Box 2 (Haniel Ost)
- Krudenburg-Sprung im Bereich Box 3 (Prosper Nord)
- Kölner-Bergwerksverein-Sprung im Bereich Box 3 (Prosper Nord).
- Kölner-Bergwerksverein-Sprung im Bereich Box 7 (Prosper Alt).

## 6.2 Unstetigkeiten

Die bei der RAG dokumentierten Unstetigkeiten sind in Anl. 10.1 dargestellt. Der Datensatz umfasst Unstetigkeiten mit Datumsangaben im Zeitraum 1971 bis 2017. Danach sind Unstetigkeiten schwerpunktmäßig in den Hauptzerrungsbereichen um den getätigten Abbau dokumentiert (vgl. Anl. 10.1). Entlang der in Anl. 10.1 dokumentierten Hauptstörungszonen treten solche Unstetigkeiten insbesondere am Grafenmühle-Sprung in Box 2, am Krudenburg-Sprung in Box 3, am Kölner-Bergwerksverein-Sprung in den Boxen 3 und 7 sowie am Franz-Haniel-Sprung in Box 6 auf.

Darüber hinaus treten Unstetigkeiten in den Boxen 6 und 7 in den Abbauschwerpunkten im Bereich des Eigener Sattels an zwei das Abbauzentrum in NW-SE-Richtung querenden, untergeordneten tektonischen Störungszonen auf.

### 6.3 Zeitliche und räumliche Entwicklung der Bodenbewegungen nach Einstellung des Abbaus/aktuelle Bodenbewegungssituation

Eine wesentliche Grundlage zur Bewertung der im Rahmen des Grubenwasseranstiegs zu erwartenden Bodenbewegungen ist eine Bestandsaufnahme der aktuellen Bodenbewegungsverhältnisse. Die zeitliche Entwicklung der Bodenhebungen im Zuge des Grubenwasseranstiegs ist insbesondere davon abhängig, ob die abbaubedingten Senkungen abgeschlossen sind, noch Restsenkungen stattfinden oder bereits erste Hebungen stattgefunden haben.

In den nördlichen Bergwerksfeldern Haniel West (Box 1), Haniel Ost (Box 2) und Prosper Nord (3) wird 2018 noch Steinkohle abgebaut. In diesen Bereichen ist in den nächsten Jahren noch mit signifikanten Restsenkungen zu rechnen.

Für die südlichen Boxen Haniel (4), Prosper Süd (5), Jacobi (6) und Prosper Alt (7), die bereits in den 1970er und 1980er Jahren stillgelegt wurden, ist demgegenüber davon auszugehen, dass die durch den Abbau bedingten Bodensenkungen abgeschlossen sind. In der Box Haniel (4) befindet sich der Standort der Hauptwasserhaltung (TP PH1); im Bereich der TP PH2 ist bereits in den 1980er Jahren ein Teilanstieg des Standwasserniveaus erfolgt.

Zur Veranschaulichung der Grundzüge der aktuellen Bodenbewegungssituation im Betrachtungsraum wurden entsprechend der hydraulischen Gliederung des Betrachtungsraums sowie der zeitlichen Entwicklung des Abbaus repräsentative Vermessungspunkte des Leitnivelements ausgewählt und die zugehörigen Vermessungsdaten für die einzelnen Teilprovinzen in Diagrammform dargestellt (Abb. 3 und Abb. 4).

Die wesentlichen Charakteristika der Bodenbewegungen nach 2000 sind für die einzelnen Teilprovinzen im Folgenden zusammenfassend erläutert. Bei der Auswahl wurden solche Vermessungspunkte berücksichtigt, für die kontinuierlich Messdaten aus dem Zeitraum ab 2000 bis 2016 vorliegen. Die Lage dieser repräsentativen Höhenpunkte ist in Anl. 5 und Anl. 9 dargestellt.

- TP PH1

An den ausgewählten Festpunkten in den Abbaufeldern Haniel West (Box 1) sowie Prosper Nord (Box 3) haben sich im Rahmen des aktiven Steinkohlenabbaus seit 2000 deutliche Bodensenkungen im Meterbereich gezeigt (Abb. 3). Im Bereich des Grafenwalder Horstes (vgl. Festpunkt 4407900104, Box 3) sind Bodensenkungen um 6 m dokumentiert; ab 2012 ist auch hier eine sukzessive Abnahme der Senkungen zu beobachten.

Der am nördlichen Rand des Stilllegungsbereiches der Box 4 gelegene Festpunkt 4407900172 zeigt seit 2000 geringe Restsenkungen um 0,07 m (Abb. 4). In der Box 4 ist der Abbau schon seit den 1980er Jahren stillgelegt. Die Bodenbewegungen sind durch den Abbau der nördlich angrenzenden Box 2 bis Ende des letzten Jahrhunderts geringfügig beeinflusst.

- TP PH2

In den älteren Stilllegungsbereichen der Boxen Prosper Süd (5) und Prosper Alt (7) liegen die Bodensenkungen für den Zeitraum 2000 bis 2016 bei unter 0,05 m (Abb. 4). Seit 2010 haben sich hier mittlere Senkungsgeschwindigkeiten um 2 mm/a eingestellt; die Bodensenkungen halten hier somit weiter an.

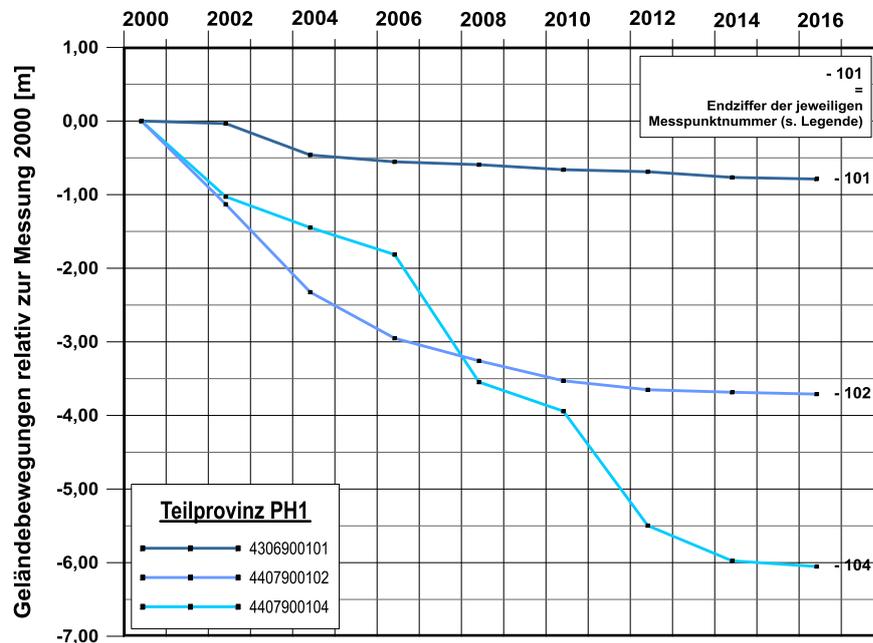


Abb. 3: Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten in den aktiven Abbaufeldern der TP PH1 (Boxen 1 und 3) - Zeitraum 2000 bis 2016

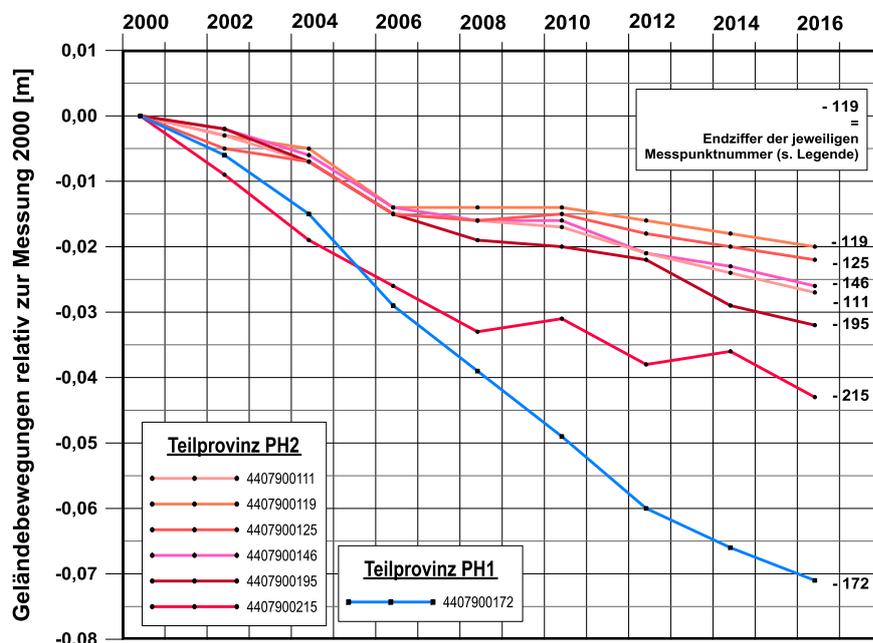


Abb. 4: Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten in den Stilllegungsbereichen der TP PH1 (Box 4) und der TP PH2 (Boxen 5 und 7) - Zeitraum 2000 bis 2016

Insgesamt weist dieser grobe Überblick darauf hin, dass auch über 25 Jahre nach Stilllegung des Abbaus in der TP PH2 (vgl. Kap. 4.3) und eines Teilanstiegs des Standwasserniveaus noch schwache Restsenkungen auftreten.

## **7 Räumliche und zeitliche Entwicklung des geplanten Grubenwasseranstiegs**

### **7.1 Langfristiges Wasserhaltungskonzept der RAG**

Das Wasserhaltungskonzept der RAG sieht die Einstellung der Zentralen Wasserhaltungen WP Prosper-Haniel Ende 2019 vor. Die Wasserprovinz Prosper-Haniel ist hydraulisch mit den angrenzenden Wasserprovinzen Zollverein/Amalie und Lohberg verbunden.

Die im Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel zulaufenden Grubenwässer sollen - zusammen mit den aus den Wasserprovinzen Zollverein/Amalie, AV/Lippe und Carolinenglück nach WP Prosper-Haniel zulaufenden Grubenwässern - über eine Verbindung auf der 6. Sohle Prosper (-908 mNHN) zur 4. Sohle Lohberg (-805 mNHN) in die Wasserprovinz Lohberg übertreten. Dort ist die langfristige Hebung der in der Großprovinz Lohberg zuströmenden Grubenwässer am Standort Lohberg 1/2 auf ca. -630 mNHN vorgesehen; das dort gehobene Grubenwasser wird in den Rhein eingeleitet.

In Abhängigkeit von der Qualität der hydraulischen Verbindungen zum Wasserhaltungsstandort Lohberg werden sich in den angeschlossenen Wasserprovinzen/Boxen entsprechend höhere Standwasserniveaus mit ausreichendem hydraulischem Gefälle zum Wasserhaltungsstandort einstellen. Für die WP Prosper-Haniel wird ein tiefstes Standwasserniveau um -630 mNHN erwartet (betrachtetes „Zielniveau“). Für die Box 7 (Prosper Alt) wird aufgrund der unsicheren hydraulischen Anbindung an die WP Proper-Haniel ein höheres Anstiegsniveau von ca. -525 mNHN betrachtet.

### 7.2 Anstiegsszenario

Auf der Grundlage der von der RAG zur Verfügung gestellten Prognosedaten für den Grubenwasseranstieg in der Großprovinz Lohberg (Stand 08.2018) sind die Anstiegsverläufe für die einzelnen Boxen der Wasserprovinz Prosper-Haniel zusammen mit den Anstiegsverläufen in den angrenzenden Wasserprovinzen Lohberg und Zollverein in Abb. 5 dargestellt.

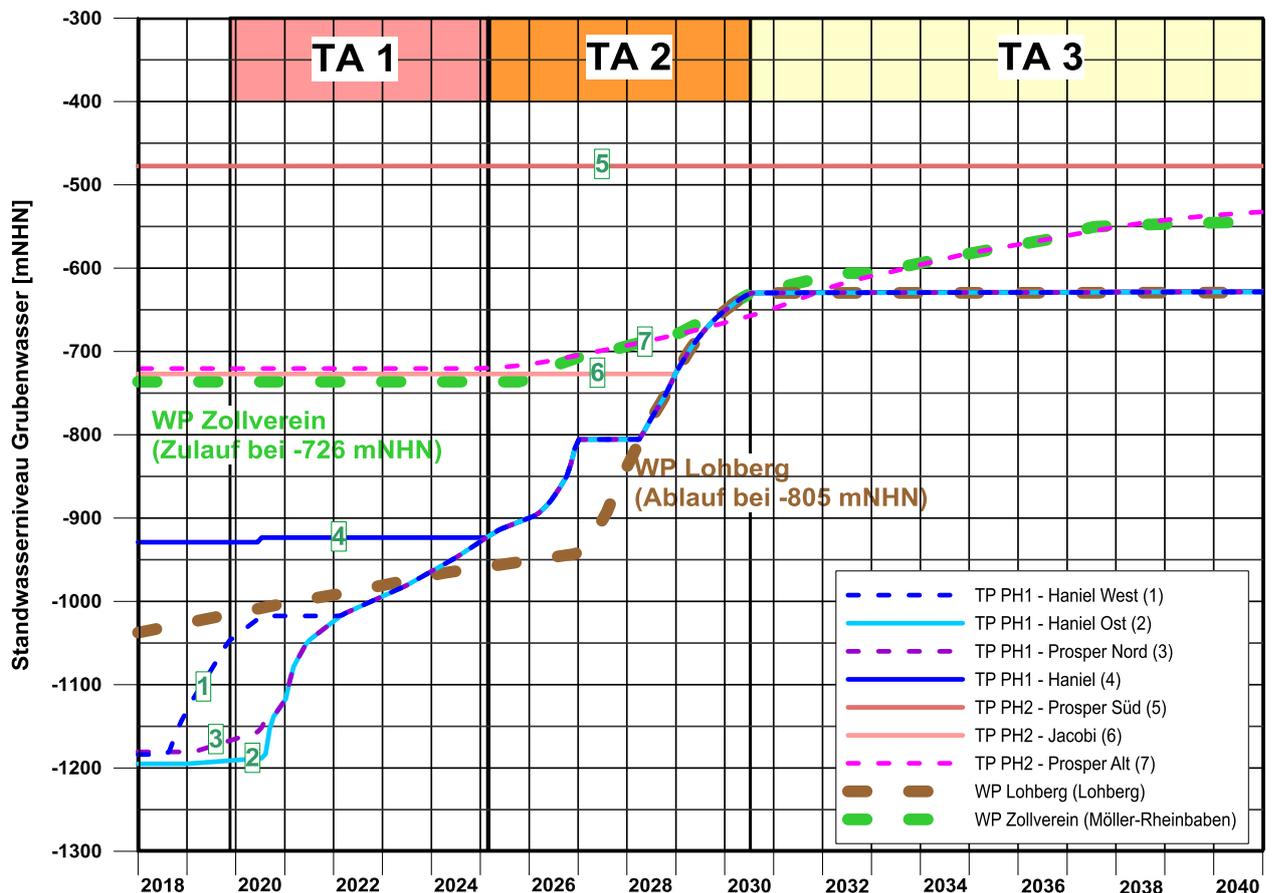


Abb. 5: Grobprognose des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinzen Prosper-Haniel nach Angaben RAG mit Gliederung in Teilanstiegsphasen (TA)

Die Einstellung der Wasserhaltung in der Wasserprovinz Prosper-Haniel ist Ende 2019 geplant. Das betrachtete Zielniveau von ca. -630 mNHN wird sich danach etwa in 2030 einstellen; lediglich in der Box 7 (Prosper Alt) wird mit einem verzögerten Verlauf des Grubenwasseranstiegs gerechnet. In Abb. 5 ist ein Prognosezeitraum bis 10 Jahre nach Aufnahme der Wasserhaltung in Lohberg dargestellt.

Vorlaufend zur Einstellung der zentralen Wasserhaltung Ende 2019 erfolgte im Zusammenhang mit dem Rückzug aus dem Baufeld Haniel West ab Mitte 2018 bereits die Einstellung der Nebenwasserhaltung im Bereich der Box 1 (Haniel West). Das Standwasserniveau wird hier bis Mitte 2020 bereits bis auf ein Niveau um rd. -1.017 mNHN ansteigen und dann in die benachbarte Box 2 übertreten.

Im Bereich der Box 5 (Prosper Süd) liegt das Standwasserniveau mit -477 mNHN bereits oberhalb des Zielniveaus der Wasserprovinz Prosper-Haniel (ca. -630 mNHN), so dass hier kein weiterer Anstieg erfolgen wird.

Im Hinblick auf die Bewertung der zeitlich und räumlich veränderlichen Bodenbewegungsentwicklung kann der Gesamtverlauf des Grubenwasseranstiegs nach Einstellung der Hauptwasserhaltung Ende 2019 bis zur Einstellung eines stationären Fließregimes in der gesamten WP Prosper-Haniel in drei Teilanstiegsphasen - TA1 bis TA3 - gegliedert werden:

- Teilanstiegsphase TA1

In der Teilanstiegsphase TA1 (Dauer rd. 5,2 Jahre, 12.2019 bis 02.2025) erfolgt in den nördlichen Bergwerksfeldern der TP PH1 (Boxen 1 bis 3) zunächst die Flutung der tiefsten Abbaubereiche bis etwa auf das derzeitige Niveau in der Box 4 bei rd. -920 mNHN. In der Box 1 erfolgt bereits zeitlich vorlaufend ab Mitte 2018

ein Anstieg des Standwasserniveaus um rd. 166 m bis zum Übertritt in die Box 2 bei -1.017 mNHN; bis Ende 2021 steigt dann auch in den Boxen 2 und 3 das Standwasserniveau etwa parallel bis auf dieses Niveau an. Der weitere Anstieg erfolgt in den Boxen 1 bis 3 auf einem einheitlichen Niveau. Der Anstieg erfolgt in den einzelnen Boxen zunächst mit einer vergleichsweise hohen mittleren Anstiegsgeschwindigkeit um rd. 80 m/a; zu Beginn des Anstiegs werden dabei in den Boxen 2 und 3 über einen begrenzten Zeitraum von weniger als 1 Jahr maximale Anstiegsgeschwindigkeiten um rd. 130 m/a erreicht. In der Box 4 der TP PH1 sowie in den südlichen Altbereichen (TP PH2) erfolgt in der Teilanstiegsphase TA1 kein signifikanter Anstieg des Standwasserniveaus.

Parallel zur Entwicklung in der WP Prosper-Haniel erfolgt in der Teilanstiegsphase TA 1 auch in der WP Lohberg ein Grubenwasseranstieg auf ein Niveau von rd. -958 mNHN.

#### - Teilanstiegsphase TA2

In der Teilanstiegsphase TA2 (Dauer 5,4 Jahre, 02.2025 bis 07.2030) wird die Box 4 (Haniel) in den Grubenwasseranstieg einbezogen; der weitere Grubenwasseranstieg erfolgt dann in der nördlichen TP PH1 auf einem einheitlichen Niveau. Mit Erreichen eines Anstiegsniveaus um -805 mNHN läuft das Grubenwasser in 2027 kurzzeitig nach Lohberg, bevor dann Anfang 2028 zwischen den Wasserprovinzen Lohberg und Prosper-Haniel ein Ausgleich der Standwasserniveaus bei etwa -805 mNHN erfolgt. In dieser Phase nimmt die Anstiegsgeschwindigkeit in der Wasserprovinz Lohberg deutlich zu. Der weitere Anstieg erfolgt dann in beiden Wasserprovinzen auf einem einheitlichen Niveau. So steigt in diesen Bereichen das Standwasserniveau in der TA2 mit einer gegenüber der Teilanstiegspha-

se TA 1 nur unwesentlich veränderten mittleren Anstiegsgeschwindigkeit von rd. 80 m/a bis auf das betrachtete Zielniveau von ca. -630 mNHN an.

Der Anstieg in der Box 7 (Prosper Alt) erfolgt in der Teilanstiegsphase TA 2 unabhängig von der Entwicklung im übrigen Teil der WP Prosper-Haniel parallel zur Entwicklung in der östlich angrenzenden Wasserprovinz Zollverein (Box Möller-Rheinbaben). Der Anstieg erfolgt dabei mit deutlich geringerer Geschwindigkeit von im Mittel rd. 15 m/a als in den übrigen Boxen der WP Prosper-Haniel. Bis zum Ende der Teilanstiegsphase TA2 wird in der Box 7 ein Anstiegsniveau von -658 mNHN erreicht. Damit hat sich dann gegen Ende der Teilanstiegsphase TA 2 auch in den Wasserprovinzen Prosper-Haniel und Zollverein ein weitgehend einheitliches Standwasserniveau ausgebildet.

#### - Teilanstiegsphase TA3

In der Teilanstiegsphase TA3 (Dauer >10 Jahre, 07.2030 bis nach 12.2040) stagniert das Standwasserniveau in den Wasserprovinzen Lohberg und Prosper-Haniel, nachdem das betrachtete Zielniveau von ca. -630 mNHN in der Teilanstiegsphase TA2 bereits in beiden Wasserprovinzen erreicht wurde.

Für die Box 7 (Prosper Alt) wird betrachtet, dass sich der Grubenwasseranstieg parallel zur Entwicklung in der benachbarten Wasserprovinz Zollverein weiter fortsetzt. Bis 2040 würde das Standwasser bei dieser Betrachtung gemäß Prognose der RAG langsam um weitere rd. 125 m auf ein Niveau von rd. -533 mNHN ansteigen. Das Niveau auf dem sich das Standwasser bei dieser Betrachtung einstellen würde, wird seitens der RAG mit ca. -525 mNHN angegeben.

### 7.3 Identifikation von markanten Hebungsrandbereichen

Markante Hebungsrandbereiche gemäß der in Kap. 3 aufgeführten Definition sind zunächst dort zu erwarten, wo im Rahmen des Abbaus an Abbaugrenzen markante Senkungsränder entstanden sind (vgl. Kap. 6.1). Da der Grubenwasseranstieg im Betrachtungsraum räumlich und zeitlich differenziert erfolgt, werden im Verlauf des Grubenwasseranstiegs aber nicht nur an den äußeren Abbaurändern des Betrachtungsraums sondern auch innerhalb des Betrachtungsraums Bereiche mit unterschiedlichem Verlauf des Grubenwasseranstiegs und daraus resultierendem Potenzial für die Entwicklung von Bodenhebungsdifferenzen aneinander grenzen.

Im Hinblick auf die Bewertung möglicher Bergschäden mit einigem Gewicht im Rahmen des Grubenwasseranstiegs bis rd. -630 mNHN werden hier zunächst die markantesten solcher Randbereiche bewertet. Unter Berücksichtigung der in den Anl. 10.1 bis Anl. 10.3 dargestellten Senkungsbereiche, der Lage der Einstaubereiche einschließlich der Einstauhöhen (Anl. 12) sowie der zeitlichen Entwicklung des Grubenwasseranstiegs lassen sich die folgenden markantesten Hebungsrandbereiche mit höchstem Einwirkungspotenzial im Hinblick auf die Ausbildung von Unstetigkeitszonen im Betrachtungsraum identifizieren (Anl. 13):

- A: TP PH1 - Box 1 (Haniel West), Franz-Haniel-Sprung, westlicher Abbaurand WP Prosper-Haniel gegen WP Lohberg (im Bereich des Hünxer Grabens wurde auf Seiten des Bergwerks Lohberg kein Abbau betrieben; vgl. Anl. 2); einseitiger Einstau am Franz-Haniel-Sprung um rd. 550 m in der Box 1 in den Teilanstiegsphasen TA1 bis TA2, beginnend mit der Einstellung der Nebenerhaltung Mitte 2018.

- B: TP PH1 - Box 2 (Haniel Ost) - Grafenmühle-Sprung,  
östlicher Abbaurand im Bereich der Gartroper Staffel, im Grenzbereich zwischen den Boxen 2 und 3;  
einseitiger Einstau am Grafenmühle-Sprung um rd. 570 m in der Box 3 in den Teilanstiegsphasen TA1 bis TA2.
- C: TP PH1 - Box 3 (Prosper Nord) - Krudenburg-Sprung,  
westlicher Abbaurand auf dem Grafenwalder Horst;  
einseitiger Einstau am Krudenburg-Sprung um rd. 550 m in den Teilanstiegsphasen TA1 bis TA2.
- D: TP PH1 - Box 3 (Prosper Nord) - Kölner-Bergwerksverein-Sprung,  
östlicher Abbaurand des Grafenwalder Horstes;  
einseitiger Einstau am Kölner-Bergwerksverein-Sprung in der Box 3 um rd. 300 bis 400 m in den Teilanstiegsphasen TA1 bis TA2.

Zu den benachbarten Wasserprovinzen der Großprovinz Lohberg bestehen keine weiteren im Hinblick auf Bergschäden mit einigem Gewicht signifikante Hebungsrandbereiche entlang von Querstörungszonen.

In der südlichen Teilprovinz TP PH2 erfolgten der Abbau und die daraus resultierenden Bodensenkungen ohne signifikanten Bruch über die Provinzgrenzen hinaus. Weiterhin erfolgt hier der Grubenwasseranstieg auch parallel zur Entwicklung in den Nachbarprovinzen, so dass keine signifikanten Bodenhebungsdifferenzen zu erwarten sind.

## **8 Bewertung des Einwirkungspotenzials**

### **8.1 Bewertungskriterien**

Als Grundlage für eine differenzierte Betrachtung des Einwirkungspotenzials aus Bodenhebungen im Zuge des Grubenwasseranstiegs in Bereichen des Steinkohlentiefbaus mit Deckgebirgsüberlagerung wurde für das Ruhrrevier eine dreistufige Klassifikation durch Aufstellung von Einwirkungsklassen (EK) mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von möglicherweise schadensrelevanten Bodenhebungsdifferenzen erarbeitet (WP Ost; HEITFELD ET AL., 2014):  
EK 1 (rot) - hohe Wahrscheinlichkeit,  
EK 2 (gelb) - mittlere Wahrscheinlichkeit,  
EK 3 (blau) - geringe Wahrscheinlichkeit  
für das Auftreten von schadensrelevanten Bodenhebungsdifferenzen.

Ein wesentlicher Aspekt dieser Klassifikation ist die überregionale Vergleichbarkeit des Einwirkungspotenzials anhand einheitlicher geologisch-hydrogeologischer und bergbaulicher Kriterien. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Bewertung des Einwirkungspotenzials im Vergleich zu den Verhältnissen im Erkelenzer Revier (Wassenberg) von Bedeutung, wo bisher erstmalig öffentlichkeitswirksame Bergschäden von einigem Gewicht durch un stetige Bodenhebungen infolge des Grubenwasseranstiegs aufgetreten sind.

Die für den Bereich der WP Ost eingeführte und auch bereits für die WP AV/Lippe angesetzte Klassifikation kann aufgrund der grundsätzlichen Vergleichbarkeit der geologisch-hydrogeologischen und bergbaulichen Verhältnisse von der Struktur der Zuordnungskriterien her für den hier behandelten Betrachtungs-

tungsraum übernommen werden. Die geologisch-hydrogeologischen und bergbaulichen Verhältnisse am Rurrand im Erkelenzer Revier werden als Referenz für die Einwirkungsklasse 1 angesehen.

Neben den Kriterien, die vom Untergrundaufbau (geologisch-hydrogeologische Kriterien) und der räumlichen Verteilung der Abbaubereiche abhängen, sind auch Kriterien relevant, die das Niveau des Grubenwasseranstiegs, die Anstiegshöhe und die Anstiegsgeschwindigkeit betreffen. Auch hierzu liegen neben Erfahrungen aus anderen Steinkohlenrevieren auch Erfahrungen insbesondere aus den Bereichen Königsborn und Westfalen (U4, U6, U11) vor, die als Referenz für die Bewertung des Einwirkungspotenzials herangezogen werden können.

So zeigen Erfahrungen aus dem Bereich des Bergwerks Westfalen, dass in der Anfangsphase des Grubenwasseranstiegs gegebenenfalls zunächst mit neu einsetzenden Bodensenkungen zu rechnen ist und zur Aktivierung von ersten Bodenhebungen Mindestinstauhöhen zwischen 300 und 600 m erforderlich sind. Dies wird auch durch entsprechende Beobachtungen aus anderen Bereichen des Grubenwasseranstiegs in Nordrhein-Westfalen und aus dem Raum Südlomburg (NL) bestätigt.

Andererseits können in den Bereichen, in denen die Einstellung der Wasserhaltung kurz nach Abbauende erfolgt und die abbaubedingten Senkungen noch nicht abgeschlossen sind, Hebungen auch früher einsetzen.

## 8.2 Einflussfaktoren

### - Geologisch-hydrogeologische Kriterien

Die tektonischen Störungszonen im Bereich der WP Prosper-Haniel stellen keine noch heute aktiven Störungsbahnen (im Vergleich zu Störungszonen der Niederrheinischen Bucht) dar. Bei den Störungsbahnen handelt es sich um breite Gesteinsbruchzonen, mit einer Schar von Bewegungsbahnen. Eine scharfe, mit Tonbelägen „geschmierte“ singuläre Trennfuge als potenzielle Hauptgleitfuge mit entsprechend reduzierter Scherfestigkeit, auf die sich durch einseitige Hebungsbewegungen hervorgerufene Scherbewegungen konzentrieren könnten (vergleichbar dem Rurrand im Erkelenzer Revier), ist hier nicht ausgebildet. Solche Bewegungsbahnen treten bevorzugt in einem von Lockergesteinen aufgebauten Deckgebirge mit Tonschichten auf. Derartige Verhältnisse liegen innerhalb des Betrachtungsraums nicht vor.

Die bisherigen Erfahrungen aus dem Ruhrrevier weisen darauf hin, dass an den tektonisch bedingten Abbaurandbereichen in Bereichen mit mächtigem Kreidendeckgebirge die Hebungsbewegungen kontinuierlich, ohne Ausbildung von Unstetigkeiten abnehmen (Königsborn, Fliericher Sprung; U4, U11). Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass diese Störungen nur begrenzt im Deckgebirge aushalten und hier in den basalen Deckgebirgsgrundwasserleiter keine signifikante hydraulische Barriere bilden, an denen es zu einem einseitigen Anstieg des Druckniveaus im Deckgebirge kommen könnte. Die Entwicklung der Bodenbewegungen in den Hauptquerstörungsbereichen weicht damit hier grundsätzlich von der schadensrelevanten Entwicklung am Rurrand im Erkelenzer Revier ab.

Für den Betrachtungsraum ist weiterhin zu berücksichtigen, dass das Standwasserniveau die Deckgebirgsbasis nicht erreicht und so kein zusätzliches Einwirkungspotenzial aus Dehnungsbewegungen im Deckgebirge zu erwarten ist.

Aus der Betriebsphase sind gemäß den Angaben der RAG Unstetigkeiten an Abbaurändern im Bereich der tektonischen Hauptstörungszonen aufgetreten; diese sind hinsichtlich der Bewertung potenzieller Einwirkungsbereiche zu berücksichtigen.

#### **- Anstiegsgeschwindigkeit**

Ein schneller Anstieg des Grubenwasserspiegels kann möglicherweise einen zusätzlichen Impuls zur Aktivierung einer tektonisch vorgeprägten Bewegungsbahn geben und so die Ausbildung von Hebungs differenzen an einer scharf begrenzten Bewegungsbahn begünstigen. Zum Vergleich sind die Anstiegskurven anderer Bereiche des Grubenwasseranstiegs im Steinkohlenbergbau in Nordrhein-Westfalen und Südl imburg (NL) zusammen mit repräsentativen Anstiegskurven für die WP Prosper-Haniel in Abb. 6 dargestellt.

Für den Bereich der WP Prosper-Haniel ist nach den Prognosen des Grubenwasseranstiegs der RAG mit einer mittleren Anstiegsgeschwindigkeit von rd. 55 m/a zu rechnen; in der Anfangsphase wird über einen begrenzten Zeitraum von wenigen Monaten mit maximalen Anstiegsgeschwindigkeiten um 130 m/a gerechnet.

Insgesamt kennzeichnet der Anstiegsverlauf einen Bereich mit einer mittleren Anstiegsgeschwindigkeit - ähnlich den Verhältnissen in Königsborn, aber auf einem deutlich tieferen Niveau. Die Anstiegsgeschwindigkeit ist daher nicht als primärer Einflussfaktor zur Klassifizierung des Einwirkungspotenzials zu bewerten.

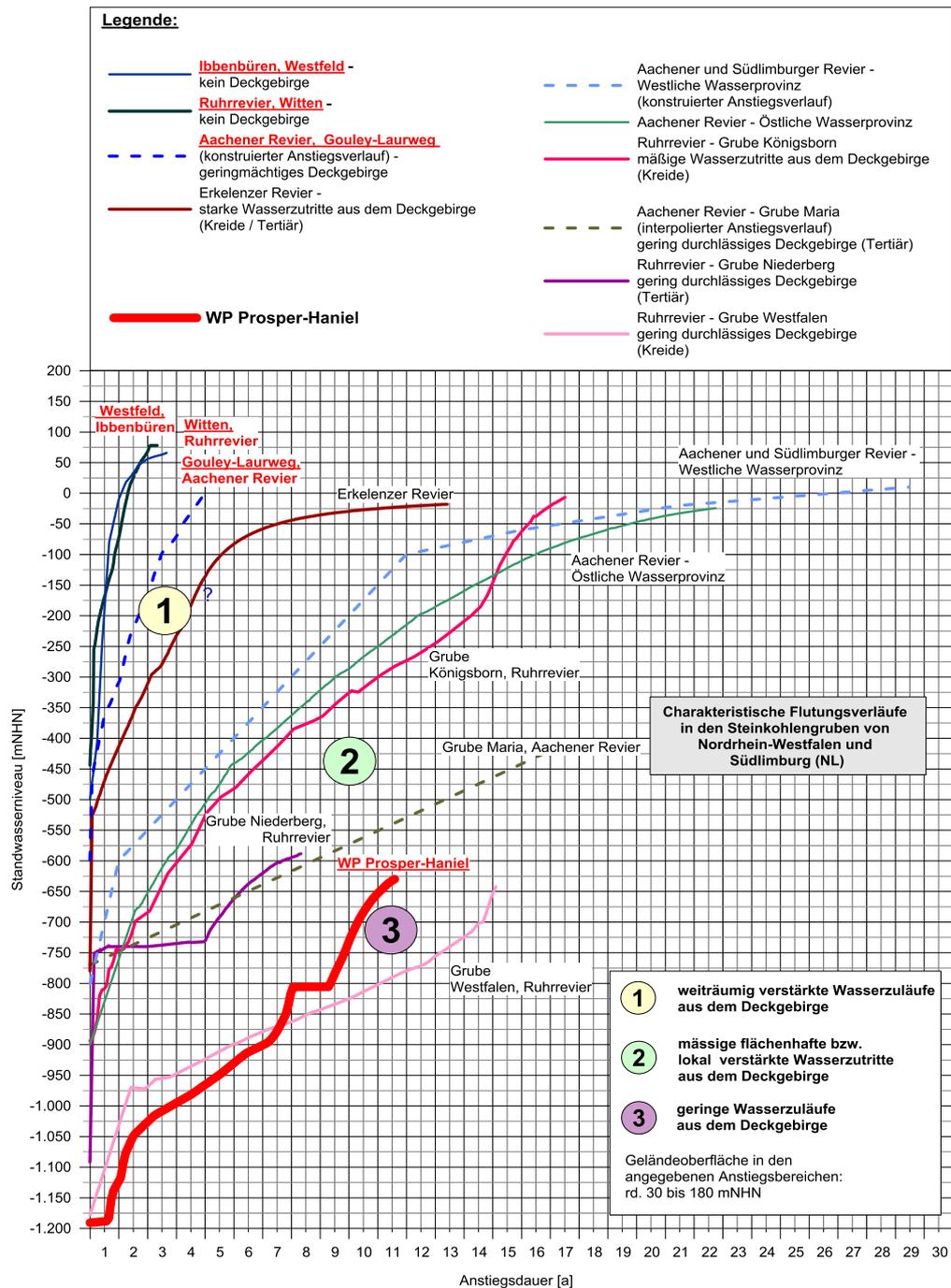


Abb. 6: Vergleichende Gegenüberstellung von Grubenwasseranstiegsverläufen in verschiedenen Steinkohlengruben/-revieren in NRW und Südlimburg (NL) mit Prognose für den Anstieg im Betrachtungsraum bis rd. -630 mNHN (verändert nach ROSNER, 2011)

### **- Bodenhebungspotenzial**

Das Gesamthebungspotenzial eines vollständigen Grubenwasseranstiegs lässt sich unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Bereich Königsborn sowie aus anderen Stilllegungsbereichen (z.B. Aachener Revier) und den speziellen geologisch-hydrogeologisch-bergbaulichen Verhältnissen des Betrachtungsraums für die Hauptsenkungsbereiche des ehemaligen Abbaus überschlägig in einer Größenordnung um maximal rd. 0,2 bis 0,4 m abschätzen (rd. 2 % der abbaubedingten Bodensenkungen). Dabei können sich geringe Bodenhebungen auch über die Grenzen der beim Abbau festgestellten Bergsenkungsbereiche hinaus entwickeln.

Im Rahmen des Teilanstiegs auf einem vergleichsweise tiefen Teufenniveau bis rd. -630 mNHN, ohne Einstau in das Deckgebirge, wird erfahrungsgemäß allerdings nur ein Bruchteil dieses Gesamthebungspotenzials aktiviert.

Im Betrachtungsraum verbleiben die in der Summe erzielten Einstauhöhen der Abbaubereiche überwiegend unter 300 m (Anl. 12), ohne dass das Deckgebirge erreicht wird. In diesen Bereichen ist nach den bisherigen Erfahrungen noch nicht mit signifikanten Bodenhebungen zu rechnen. Vielmehr ist damit zu rechnen, dass in der Anfangsphase geringe Bodensetzungen im Zentimeterbereich auftreten bzw. die bereits vorhandenen Bodensenkungen sich fortsetzen (vgl. Kap. 6.3).

Die zentralen Abbaubereiche in der Lippe-Hauptmulde (Boxen 1 bis 3) weisen beim Anstieg bis rd. -630 mNHN aufgrund der zu erwartenden Einstauhöhen um 500 bis 600 m das höchste Bodenhebungspotenzial im Betrachtungsraum auf. Da hier die abbaubedingten Setzungen zu Beginn des Grubenwasseranstiegs voraus-

sichtlich noch nicht abgeschlossen sein werden, ist zugleich auch eher als in den älteren Stilllegungsbereichen mit ersten Bodenhebungen zu rechnen.

In den zentralen Abbaubereichen der Emscher-Hauptmulde im südlichen Betrachtungsraum (Box 7), wo sehr lokal Gesamteinstauhöhen um 500 bis 600 m erreicht werden, ist die Anstiegshöhe im Zuge der Einstellung der Wasserhaltungen mit rd. 200 m begrenzt und die Anstiegsgeschwindigkeit vergleichsweise langsam. Im Zuge der vorgesehenen Anhebung des Standwasserniveaus können hier durchaus erste Bodenhebungstendenzen auftreten.

Auch in diesen zentralen Abbaubereichen von Lippe- und Emscher-Hauptmulde ist aber bei dem geplanten Teilanstieg das Bodenhebungspotenzial räumlich begrenzt und wird nach den bisherigen Erfahrungen betragsmäßig nur wenige Zentimeter ( $< 0,05$  m) erreichen.

### 8.3 Einwirkungspotenziale an markanten Hebungsrandbereichen

Als Referenz für die Charakterisierung des Einwirkungspotenzials im Hinblick auf die Ausbildung von potenziell schadensrelevanten Unstetigkeitszonen wurden in Kap. 7.3 die unter Berücksichtigung der Abbauverhältnisse und der zeitlichen Entwicklung des Grubenwasseranstiegs markantesten Hebungsrandbereiche ausgewiesen (Anl. 13). Diese sind im Folgenden unter Berücksichtigung der zuvor aufgeführten bergbaulich-hydrogeologisch-geotechnisch relevanten Einflussfaktoren im Hinblick auf die Ausbildung von Bergschäden mit einigem Gewicht bewertet.

- Potenzielle Unstetigkeitszone A

Wo: TP PH1 - Box 1 (Haniel West), Franz-Haniel-Sprung am westlichen Abbaurand Haniel West.

Wie: Einseitiger Einstau um 550 m bei vergleichsweise erhöhter Anstiegsgeschwindigkeit in der Anfangsphase bis rd. 100 m/a.

Was: Markanter Abbaurand mit lokal dokumentierten Unstetigkeiten; aufgrund Abbauhistorie, Anstiegsgeschwindigkeit und Einstauhöhe ist mit Hebungen zu rechnen. ⇨

Entwicklung einer Unstetigkeitszone ist nicht grundsätzlich auszuschließen, aber Potenzial für die Ausbildung von Bergschäden mit einigem Gewicht ist aufgrund des begrenzten Gesamthebungspotenzials beim Teilanstieg bis rd. -630 mNHN nicht vorhanden.

- Potenzielle Unstetigkeitszone B

Wo: TP PH1 - Box 2 (Haniel Ost), Grafenmühle-Sprung, östlicher Abbaurand im Bereich der Gartroper Staffel im Grenzbereich zwischen den Boxen 2 und 3.

Wie: einseitiger Einstau um rd. 550 m bei vergleichsweise erhöhten Anstiegsgeschwindigkeiten bis 130 m/a.

Was: Markanter Abbaurand mit dokumentierten Unstetigkeiten; aufgrund Abbauhistorie, Anstiegsgeschwindigkeit und Einstauhöhe ist mit Hebungen zu rechnen. ⇨

Entwicklung einer Unstetigkeitszone ist nicht grundsätzlich auszuschließen, aber Potenzial für die Ausbildung von Bergschäden mit einigem Gewicht ist aufgrund des begrenzten Gesamthebungspotenzials beim Teilanstieg bis rd. -630 mNHN nicht vorhanden.

- Potenzielle Unstetigkeitszone C

Wo: TP PH1 - Box 3 (Prosper Nord), Krudenburg-Sprung,  
westlicher Abbaurand des Grafenwalder Horstes

Wie: einseitiger Einstau um rd. 550 m bei vergleichsweise erhöhten Anstiegeschwindigkeiten bis 130 m/a.

Was: Markanter Abbaurand mit dokumentierten Unstetigkeiten;  
aufgrund Abbauhistorie, Anstiegsgeschwindigkeit und Einstauhöhe ist mit Hebungen zu rechnen. ⇨

Entwicklung einer Unstetigkeitszone ist nicht grundsätzlich auszuschließen, aber Potenzial für die Ausbildung von Bergschäden mit einigem Gewicht ist aufgrund des begrenzten Gesamthebungspotenzials beim Teilanstieg bis rd. -630 mNHN nicht vorhanden.

- Potenzielle Unstetigkeitszone D

Wo: TP PH1 - Box 3 (Prosper Nord), Kölner-Bergwerksverein-Sprung,  
östlicher Abbaurand des Grafenwalder Horstes.

Wie: einseitiger Einstau um rd. 300 bis 400 m bei vergleichsweise erhöhten Anstiegsgeschwindigkeiten bis 100 m/a.

Was: Markanter Abbaurand mit dokumentierten Unstetigkeiten;  
aufgrund Abbauhistorie, Anstiegsgeschwindigkeit aber begrenzter Gesamteinstauhöhe sind erste Hebungstendenzen nicht auszuschließen. ⇨  
Ausbildung einer Unstetigkeitszone ist aufgrund des begrenzten Hebungspotenzials unwahrscheinlich; ein Potenzial für die Ausbildung von Bergschäden mit einigem Gewicht ist aufgrund des begrenzten Gesamthebungspotenzials beim Teilanstieg bis rd. -630 mNHN nicht vorhanden.

Vom Grundsatz her sind die hier aufgeführten markanten Hebungsrandbereiche den Einwirkungsklassen 2 und 3 zuzuordnen, bei denen in anderen Grubenwasseranstiegsbereichen des Steinkohlenbergbaus in Nordrhein-Westfalen und Südlirnburg (NL) bisher keine Bergschäden beobachtet wurden.

#### 8.4 Zusammenfassende Bewertung

Hinsichtlich der Gesamtbewertung des Einwirkungspotenzials von Bodenbewegungen im Rahmen des Grubenwasseranstiegs ist zunächst festzuhalten, dass im Zuge der Bodenhebungen infolge des Grubenwasseranstiegs nur ein Bruchteil der abbaubedingten Bodenbewegungen (Senkungen lokal bis rd. 20 m) auf die Geländeoberfläche einwirken und das Schadenspotenzial solcher durch den Grubenwasseranstieg hervorgerufenen Bodenhebungen damit schon vom Grundsatz her um Größenordnungen geringer ist.

Bei dem hier dargelegten Teilanstieg bis rd. -630 mNHN wird darüber hinaus nur ein Teil des Gesamthebungspotenzials aktiviert. In den Bereichen mit den höchsten Einstauhöhen um 500 bis 600 m im Bereich von Lippe- und Emscher-Hauptmulde werden maximale Hebungen im Zentimeterbereich erwartet (< 0,05 m).

In der Anfangsphase des Grubenwasseranstiegs klingen abbaubedingte Bodensenkungen aus. Dort, wo die abbaubedingten Bodensenkungen bereits abgeschlossen waren, können sich kurzzeitig zusätzliche Senkungen in einer Größenordnung von wenigen Zentimetern entwickeln, die insgesamt als unschädlich angesehen werden können.

Außerhalb von tektonisch vorgezeichneten Hebungsrandbereichen, wo die Bodenhebungen großflächig und gleichmäßig erfolgen, sind keine schadensrelevanten Einwirkungen auf die Geländeoberfläche zu besorgen. In solchen Bereichen ist auch keine Reaktivierung von Unstetigkeitszonen aus der Abbauphase zu besorgen.

Die in diesen Bereichen auftretenden Schiefstellungen sind bei den hier betrachteten Hebungsbeträgen aus bautechnischer Sicht irrelevant und erfahrungsgemäß deutlich kleiner 1:10.000. Aus geotechnischer Sicht und im Hinblick auf die Bodenstruktur sind Zerrungen daher als unbedeutend zu bewerten.

Innerhalb des Betrachtungsraums treten lokal tektonisch vorgezeichnete Hebungsrandbereiche auf, an denen die Ausbildung von ungleichmäßigen Bodenhebungen nicht grundsätzlich auszuschließen ist. Für diese sind aber keine prioritären bergbaulich-hydrogeologisch-geotechnischen Einflussfaktoren erkennbar, die selbst im Zuge eines vollständigen Grubenwasseranstiegs eine Einstufung in die Wirkungsklasse 1 entsprechend den Verhältnissen im Erkelenzer Revier erfordern würde, wo bisher erstmalig öffentlichkeitswirksame Bergschäden von einigem Gewicht durch unstetige Bodenhebungen infolge des Grubenwasseranstiegs aufgetreten sind. Auch in diesen Bereichen ist daher im Zuge des Grubenwasseranstiegs bis ca. -630 mNHN erfahrungsgemäß nicht mit dem Auftreten von Schiefstellungen größer als 1:2.000 zu rechnen.

**Somit ist für den Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel festzuhalten, dass das Bodenhebungspotenzial im Rahmen des hier betrachteten Grubenwasseranstiegs bis rd. -630 mNHN bzw. rd. -525 mNHN im Altfeld Prosper Alt insgesamt auf wenige Zentimeter begrenzt ist und markante Einflussfak-**

**toren für die Ausbildung von Unstetigkeiten an tektonisch vorgezeichneten Hebungsrandbereichen fehlen. Eine Aktivierung solcher Bewegungsbahnen an Hebungsrandbereichen ist daher für diesen Teilanstieg nicht auszuschließen, aber als unwahrscheinlich zu bewerten. Ein Auftreten von Bergschäden mit einigem Gewicht ist nicht zu besorgen.**

Dies wird auch durch die Erfahrungen aus anderen Grubenwasseranstiegsbereichen des Ruhrreviers bestätigt, wo bisher keine Bergschäden infolge ungleichmäßiger Bodenhebungen festgestellt wurden.

Im Hinblick auf ein mögliches Schadensrisiko ist auch zu berücksichtigen, dass die hier ausgewiesenen potenziellen Unstetigkeitszonen A bis D mit dem stärksten Einwirkungspotenzial innerhalb der Wasserprovinz Prosper-Haniel überwiegend in unbebauten Flächen oder nur dünn besiedelten Bereichen liegen.

Die im Rahmen des Grubenwasseranstiegs zu erwartenden Bodenbewegungen sind durch ein geeignetes Monitoring zu überwachen.

## **9 Zusammenfassung**

Im Rahmen der Optimierung der Wasserhaltungen nach Stilllegung des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet Ende 2018 plant die RAG AG die Einstellung der Zentralen Wasserhaltung in der Wasserprovinz Prosper-Haniel Ende 2019. Die Wasserprovinz Prosper-Haniel ist hydraulisch mit den angrenzenden Wasserprovinzen Zollverein/Amalie und Lohberg verbunden.

Die im Bereich der Wasserprovinz Prosper-Haniel zulaufenden Grubenwässer sollen - zusammen mit den aus den Wasserprovinzen Zollverein/Amalie, AV/Lippe und Carolinenglück nach WP Prosper-Haniel übertretenden Grubenwässern - über eine hydraulische Verbindung zwischen Haniel West (Box 1) und Lohberg im Niveau -805 mNHN in die Wasserprovinz Lohberg übertreten. Dort ist die langfristige Hebung der in der Großprovinz Lohberg zuströmenden Grubenwässer am Standort Lohberg 1/2 auf -630 mNHN vorgesehen.

Im Zuge des Grubenwasseranstiegs ist mit dem Auftreten von Bodenbewegungen zu rechnen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde untersucht, ob dabei ungleichmäßige Bodenbewegungen auftreten können, infolge derer Bergschäden mit einigem Gewicht an der Geländeoberfläche zu besorgen sind. Dabei wurde unter Ansatz ungünstiger hydraulischer Randbedingungen mit betrachtet, welche Einwirkungen zu erwarten wären, wenn das Standwasserniveau in Teilbereichen der Wasserprovinz Prosper-Haniel (Altfeld Prosper Alt) über einen Zeitraum von rd. 20 Jahren bis in ein Niveau um rd. -525 mNHN ansteigen würde.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die wesentlichen Bewertungsgrundlagen zu den geologisch-hydrogeologischen Randbedingungen sowie der räumli-

chen Verteilung der Abbaubereiche und der durch den Abbau erfolgten Bodensenkungen zusammengestellt. Weiterhin wurde die zeitliche und räumliche Entwicklung des Grubenwasseranstiegs analysiert.

Auf dieser Grundlage wurden diejenigen Zonen identifiziert, an denen das größte Potenzial für die Ausbildung von ungleichmäßigen Bodenhebungen erwartet wird. Für diese repräsentativen Zonen (als „Hebungsrandbereiche“ bezeichnet) wurde eine Bewertung des Einwirkungspotenzials im Hinblick auf das Auftreten von Bergschäden mit einigem Gewicht vorgenommen.

Das Standwasserniveau wird im Zuge des hier betrachteten Grubenwasseranstiegs um maximal rd. 570 m angehoben. Die resultierenden Gesamteinstauhöhen des Grubengebäudes erreichen flächenhaft Beträge  $< 300$  m, lokal Beträge zwischen 500 und 600 m. Das Deckgebirgsniveau wird dabei in den Abbaubereichen nicht erreicht.

Bei Einstauhöhen unter 500 m wird bei der hier vorliegenden Tiefenlage der Abbaubereiche nicht mit der Ausbildung von signifikanten Bodenhebungen gerechnet. Das Bodenhebungspotenzial reicht im Rahmen eines solchen Teilanstiegs nicht aus, um Unstetigkeitszonen zu entwickeln, an denen Bergschäden mit einigem Gewicht entstehen könnten; es ist vielmehr überwiegend mit Restsenkungen im Zentimeterbereich zu rechnen. In Bereichen mit höheren Einstauhöhen ist lokal mit dem Auftreten von Bodenhebungen in einer Größenordnung  $< 0,05$  m zu rechnen.

Die Analyse der im Rahmen des hier betrachteten Grubenwasseranstiegs zu erwartenden Bodenbewegungen und der Vergleich mit vergleichbaren Bereichen

des Grubenwasseranstiegs in Nordrhein-Westfalen zeigt, dass im Betrachtungsraum auch an den markantesten Hebungsrandbereichen mit dem vergleichsweise höchsten Einwirkungspotenzial im Hinblick auf die Entwicklung von Unstetigkeiten ein Auftreten von Bergschäden mit einigem Gewicht nicht zu besorgen ist. Insbesondere liegen hier keine vergleichbaren einwirkungsrelevanten geologisch-bergbaulichen Randbedingungen wie im Erkelenzer Revier vor, wo bisher erstmalig öffentlichkeitswirksame Bergschäden von einigem Gewicht durch unstetige Bodenhebungen infolge des Grubenwasseranstiegs aufgetreten sind.

Auch sind infolge des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinz Prosper-Haniel keine Wechselwirkungen mit den benachbarten Wasserprovinzen (Lohberg und Zollverein/Amalie) zu erwarten, die an den Grenzen der Wasserprovinzen oder in diesen selbst zu unstetigen Bodenhebungen führen könnten.

Unabhängig von der vorliegenden Betrachtung ist das Auftreten von Unstetigkeitszonen mit begrenztem Schadenspotenzial im Zuge des hier betrachteten Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinz Prosper-Haniel lokal nicht vollständig auszuschließen.

Die im Rahmen des Grubenwasseranstiegs zu erwartenden Bodenbewegungen sind durch ein geeignetes Monitoring zu überwachen.

Aachen, den 20. September 2018

  
(Dr. P. Rosner)

  
(Dr.-Ing. M. Heitfeld)