

Gutachten
zu den Bodenbewegungen
im Rahmen des stufenweisen Grubenwasseranstiegs
im Bereich der Wasserprovinz Lohberg
- Bewertung des Einwirkungspotenzials,
Anstiegsphase bis ca. -630 mNHN -

erstattet von

INGENIEURBÜRO HEITFELD - SCHEDELIG GMBH

BEARBEITER:

DR.-ING. M. HEITFELD

DR. P. ROSNER

M. SC. S. PIETRALLA

im Auftrag der
RAG Aktiengesellschaft, Herne

Aachen, den 11. Juli 2019

Dieser Bericht besteht aus 54 Seiten, 1 Anh. und 13 Anl.

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Grundsätzliche Anmerkungen zur Bearbeitung	3
3	Problemstellung und Bearbeitungsgrundlagen	4
4	Übersicht Untergrundverhältnisse und Abbaubereiche	10
4.1	Lage des Betrachtungsraums	10
4.2	Geologischer Rahmen	11
4.3	Abbauverhältnisse	19
5	Hydraulische Gliederung der Wasserprovinzen	24
5.1	Hydraulische Verbindungen und Standwasserniveaus	24
5.2	Bereits eingestaute Abbaubereiche	26
6	Übersicht Bodenbewegungen	28
6.1	Abbaubedingte Bodensenkungen	28
6.2	Unstetigkeiten	30
6.3	Zeitliche und räumliche Entwicklung der Bodenbewegungen nach Einstellung des Abbaus/aktuelle Bodenbewegungssituation	30
7	Räumliche und zeitliche Entwicklung des geplanten Grubenwasseranstiegs	35
7.1	Langfristiges Wasserhaltungskonzept der RAG	35
7.2	Anstiegsszenario	36
7.3	Identifikation von markanten Hebungsrandbereichen	38
8	Bewertung des Einwirkungspotenzials	41
8.1	Bewertungskriterien	41

8.2	Einflussfaktoren	43
8.3	Einwirkungspotenziale an markanten Hebungsrandbereichen	48
8.4	Zusammenfassende Bewertung	49
9	Zusammenfassung	52

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. 2:	Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten und Grubenwasserstand in den Abbaufeldern der TP Lo1 (Boxen Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht) - Zeitraum 2000 bis 05.2019	32
Abb. 3:	Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten und Grubenwasserstand in den Alt-Abbaufeldern der TP Lo2 (Boxen Osterfeld, Alt-Vondern und Alt-Oberhausen) - Zeitraum 2000 bis 05.2019	34
Abb. 4:	Grobprognose des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinz Lohberg nach Angaben RAG mit Gliederung in Teilanstiegsphasen (TA)	37
Abb. 5:	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)	45

Anhangverzeichnis

Anh. 1:	Verzeichnis der verwendeten Unterlagen
---------	--

Anlagenverzeichnis

- Anl. 1: Übersichtlageplan Betrachtungsraum, Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-001)
- Anl. 2: Tektonik und Abbaubereiche, Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-002)
- Anl. 3: Räumliche Gliederung des Deckgebirges, Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-003)
- Anl. 4.1: Geologisch-bergbauliches Querprofil NW-SE durch den Betrachtungsraum, Maßstab der Länge 1:100.000, Maßstab der Höhe 1:10.000 (Zeichnungs-Nr. 181-13-004.1)
- Anl. 4.2: Geologisch-bergbauliches Längsprofil SW-NE durch den Betrachtungsraum, Maßstab der Länge 1:100.000, Maßstab der Höhe 1:10.000 (Zeichnungs-Nr. 181-13-004.2)
- Anl. 5: Zeitliche Entwicklung des Abbaus, Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-005)
- Anl. 6: Räumliche Verteilung der Abbauteufen, Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-006)
- Anl. 7: Gebaute Mächtigkeiten, Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-007)
- Anl. 8: Hydraulische Gliederung, Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-008)
- Anl. 9: Anstiegsbereiche des Grubenwassers (Ist-Zustand),
Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-13-009)
- Anl. 10.1: Bergbaulich bedingte Bodensenkungen und Unstetigkeiten gemäß RAG, Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-13-010.1)

- Anl. 10.2: Bodensenkungen seit Beginn des Bergbaus gemäß Emscherge-
nossenschaft (2014), Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-010.2)
- Anl. 10.3: Veränderungen der Geländehöhen im Ruhrgebiet seit 1892 nach
HARNISCHMACHER (2012), Maßstab 1:100.000
(Zeichnungs-Nr. 181-13-010.3)
- Anl. 11: Übersicht zeitlich-räumliche Entwicklung des Grubenwasseran-
stiegs, Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-13-011)
- Anl. 12: Einstauhöhen der Abbaubereiche beim Grubenwasseranstieg bis
ca. -630 mNHN, Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-13-012)
- Anl. 13: Hebungsrandbereiche mit höchstem Einwirkungspotenzial,
Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-13-013)

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 WP Lohberg ist als „Ewigkeitsstandort“ für die Wasserhaltung vorgesehen. Im Zusammenhang mit der Stilllegung wird das Grubenwasser in den einzelnen Wasserprovinzen der Großprovinz Lohberg soweit ansteigen, dass dann die Grubenwasserzuläufe in die Wasserprovinz Lohberg übertreten; in der Wasserprovinz Lohberg ist ein Wasserhaltungsniveau von rd. -630 mNHN vorgesehen.

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 das geplante Wasserhaltungsniveau einzureichenden Abschlussbetriebsplans soll eine Bewertung des durch den beantragten Grubenwasseranstieg hervorgerufenen Einwirkungspotenzials von unstetigen 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 Lohberg bis rd. -630 mNHN.

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 Lohberg 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 Lohberg und befindet sich im Wesentlichen auf den Gebieten der Städte Oberhausen und Dinslaken bzw. der Gemeinde Hünxe. Im südlichen Teil reichen kleinere Teilflächen noch auf die Stadtgebiete von Bottrop und Essen. Die Gesamtfläche der Wasserprovinz Lohberg beträgt rd. 121 km². Der zentrale und südliche Teil der Wasserprovinz im Bereich von Oberhausen und Dinslaken ist überwiegend dicht besiedelt. Der nördliche Teil im Bereich der Gemeinde Hünxe ist demgegenüber eher landwirtschaftlich geprägt (Anl. 1).

Unmittelbar nördlich des Betrachtungsraums verlaufen von Ost nach West die Lippe und der Wesel-Datteln-Kanal parallel zueinander und münden südlich von Wesel in den Rhein. Im südlichen Teil des Betrachtungsraums verlaufen in Oberhausen-Neue Mitte die Emscher und parallel dazu der Rhein-Herne-Kanal. Die Emscher zweigt am südwestlichen Rand bei Oberhausen-Zentrum vom Verlauf des Rhein-Herne-Kanals ab und mündet rd. 2,5 km westlich des Betrachtungsraums bei Dinslaken in den Rhein.

Die Geländeoberfläche liegt am Nordwestrand des Betrachtungsraums, nahe dem Rhein bei Voerde (Niederrhein), auf einem tiefsten Niveau um rd. 25 mNHN. Am südlichen Rand des Betrachtungsraums steigt die Geländeoberfläche im Bereich Essen-Frintrop auf ein Niveau um 90 mNHN an. Die höchste Erhebung im Betrachtungsraum ist die Halde Lohberg in Dinslaken-Lohberg (höchster Punkt: rd. 112 mNHN).

4.2 Geologischer Rahmen

- Tektonische Gliederung des Steinkohlengebirges

Die Wasserprovinz Lohberg wird durch die Gladbecker Überschiebung tektonisch in einen kleineren südlichen Engfaltenbereich und einen nördlichen tektonisch weniger intensiv aufgefalteten Bereich unterteilt. Südlich der Gladbecker Überschiebung bildet der Gladbecker Sattel den Übergang zur Emscher Mulde, die den südlichen Teil der Wasserprovinz prägt. Nördlich der Gladbecker Überschiebung wird das Steinkohlengebirge von der weiträumigen Großfaltenstruktur der Lippe-Hauptmulde geprägt.

Im Norden wird der Abbau in der Lippe-Hauptmulde im Wesentlichen durch die Walsumer Überschiebung begrenzt. Im Süden reicht der dokumentierte Abbaubereich bis an den südlichen Randbereich der Emscher-Mulde.

Die tektonischen Faltenstrukturen des Steinkohlengebirges werden durch NW-SE-verlaufende markante Querstörungszonen überprägt. Die Lage dieser 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 liefern die in NW-SE- sowie SW-NE-Richtung verlaufenden Profilschnitte in Anl. 4.1 und Anl. 4.2; die Lage der Profillinien ist in Anl. 3 dargestellt.

Die Abbaubereiche der Wasserprovinz Lohberg liegen auf einer tektonischen Hochscholle, dem Lohberger Horst (vgl. Kap. 4.3). Dieser wird im Südwesten zum Dinslakener Graben im Wesentlichen durch den Lohberger Sprung begrenzt. Im Nordosten bilden Hünxe Sprung und Vondern-Sprung die Begrenzung zum Hünxer Graben. Das Einfallen dieser Querstörungszonen kann im Niveau des Steinkohlengebirges im Mittel um 70° 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. Concordia-Sprung, Nordschacht-Sprung, Dinslakener Sprung, Bruckhausener Störung).

- Aufbau des Deckgebirges

Am Südrand der Wasserprovinz Lohberg liegt die Karbonoberfläche auf einem höchsten Niveau um rd. -50 mNHN (Anl. 2). Von hier aus sinkt die Karbonoberfläche vergleichsweise gleichmäßig mit einer mittleren Neigung von 1 bis 2° in nördlicher Richtung ab. Bis zur der Gladbecker Überschiebung erreicht die Karbonoberfläche ein Niveau von rd. -250 mNHN. Im Bereich der Lippe-Hauptmulde sinkt die Karbonoberfläche auf dem Lohberger Horst dann bis zur Bruckhausener Störung auf ein Niveau von rd. -500 mNHN ab. Nördlich der Bruckhausener Störung sinkt die Karbonoberfläche dann bis zur nördlichen Abbaugrenze nochmals deutlich um rd. 200 m ab.

Die Mächtigkeit des Deckgebirges nimmt entsprechend dem Einfallen der Karbonoberfläche in nördlicher Richtung zu. Am Südrand des Betrachtungsraumes beträgt die Deckgebirgsmächtigkeit etwa 100 m. Im Bereich der Lippe-

Hauptmulde erreichen die Deckschichten bis zur Bruckhausener Störung eine Mächtigkeit zwischen rd. 460 und 530 m. Nördlich der Bruckhausener Störung steigt die Deckgebirgsmächtigkeit bis zum nördlichen Abbaurand dann nochmals deutlich auf rd. 750 m an.

Das Deckgebirge wird im Untersuchungsbereich im Wesentlichen von Oberkreideschichten im Niveau zwischen dem Essener Grünsand (Cenoman, heute als Essen-Grünsand-Formation bezeichnet) und dem Bottroper Mergel (Santon, heute als Emscher Formation bezeichnet)¹ aufgebaut (Abb. 1); die Kreideschichten werden von tertiären Schichten der Rupel-Formation überlagert. Im nördlichen Teil des Lohberger Horstes, nördlich von Dinslaken, treten darüber hinaus im basalen Deckgebirgsbereich Ablagerungen des Zechstein und Buntsandstein im Liegenden der Kreideschichten auf.

Die Ausbildung und Verbreitung der an der Quartärbasis ausgebildeten Tertiär- und Kreideschichten sowie das Verbreitungsgebiet der Zechsteinablagerungen an der Karbonoberfläche sind in Anl. 3 dargestellt. Einen Überblick über die Struktur und den Aufbau des Deckgebirges geben die Profilschnitte in Anl. 4.

- Hydrogeologie

Wesentliches Charakteristikum des Deckgebirgsaufbaus ist aus hydrogeologischer Sicht die Dreiteilung in ein oberflächennahes Hauptgrundwasserstockwerk, den

¹ Im folgenden Text als Emscher Mergel bezeichnet.

als mächtigen Grundwasserstauer auftretenden Emscher Mergel bzw. die Emscher Formation sowie ein basales Hauptgrundwasserstockwerk.

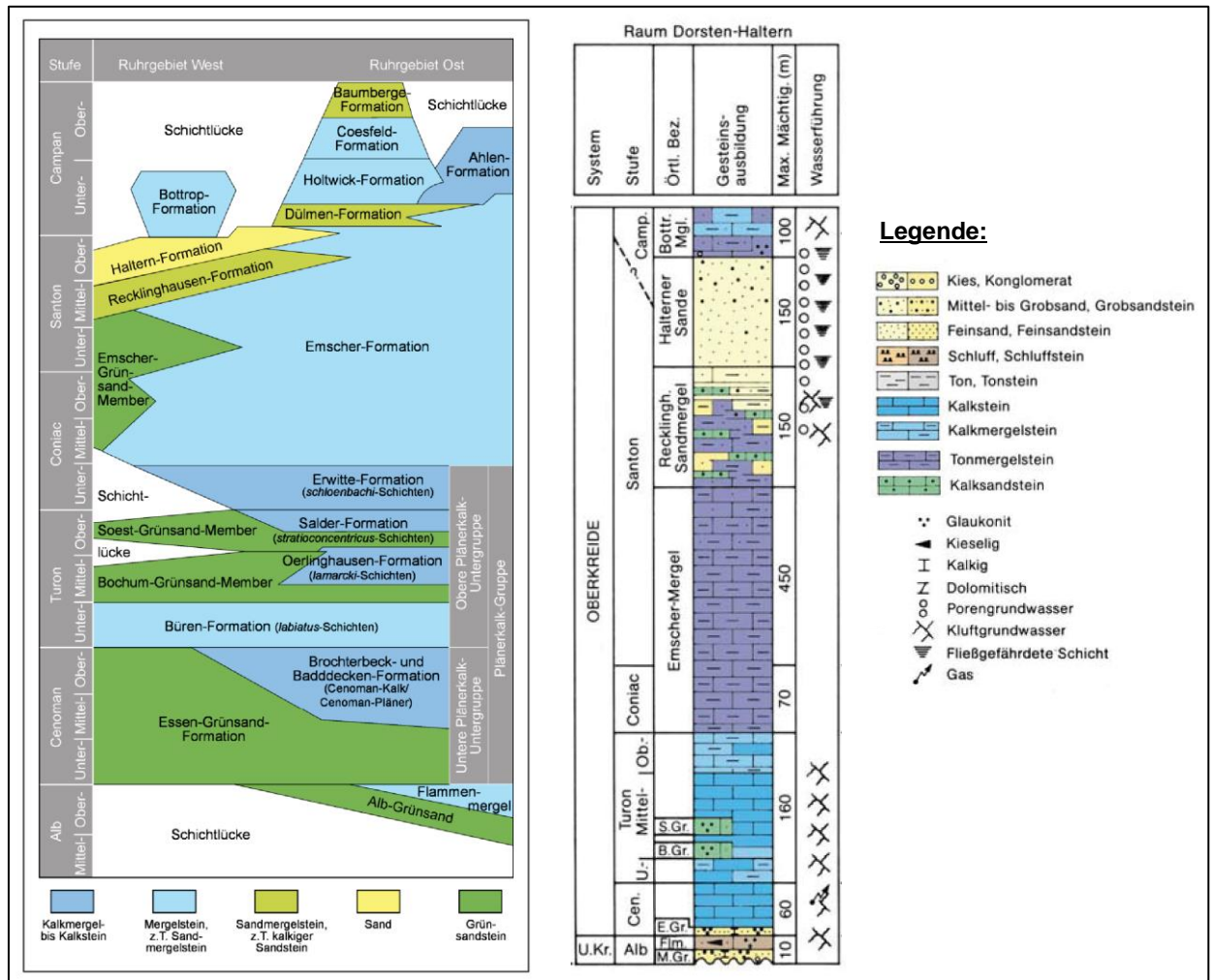


Abb. 1: Schematisches Deckgebirgsprofil für den Betrachtungsraum (ohne Zechstein und Buntsandstein) nach MÜLLER (1982, rechts) und stratigraphische Gliederung des Deckgebirges nach ABELS ET AL. (2010, links)

Im Betrachtungsraum bewirken die gering durchlässigen Schichten der tertiären Rupel- und kretazischen Bottrop-Formation eine Zweigliederung des oberen

Hauptgrundwasserstockwerks. Das obere Grundwasserstockwerk ist in den Quartärschichten mit freier Grundwasseroberfläche ausgebildet. Das tiefere Grundwasserstockwerk wird von den Osterfelder Sanden der Recklinghausen-Formation (bzw. Recklinghäuser Sandmergel) aufgebaut; in diesem tieferen Grundwasserstockwerk ist das Grundwasser bereichsweise artesisch gespannt.

Im Liegenden folgen die mächtigen Grundwasser stauenden Schichten im Niveau des Emscher Mergels (bzw. Emscher Formation). Dort, wo der Emscher Mergel bis an die Quartärbasis tritt, ist in den stärker durchlässigen oberen Zehner Metern des Emscher Mergels ein oberflächennahes Grundwasserstockwerk ausgebildet. Unterhalb dieses Bereiches gilt der Emscher Mergel als grundwasserfrei. In Bereichen mit einer Mächtigkeit $> \text{rd. } 100 \text{ m}$ 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 $1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ angegeben.

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. Die Mächtigkeit des basalen kretazischen Grundwasserleiters beträgt um rd. 60 bis 100 m.

Im Liegenden der kretazischen Sedimente treten im nördlichen Teil des Betrachtungsraums Sedimente des Buntsandsteins auf. Der Buntsandstein ist im Betrachtungsraum im Dinslakener und Hünxer Graben erhalten geblieben, während er auf dem Lohberger Horst stärker erodiert ist oder ganz fehlt. Die im Betrachtungsraum sedimentierte Schichtenfolge von maximal etwa 480 m umfasst den gesam-

ten Buntsandstein. Bei den Schichten des Unteren und Mittleren Buntsandsteins handelt es sich im Wesentlichen um Ablagerungen von Sandstein mit Einschaltungen von Tonsteinbänken. Im Oberen Buntsandstein wurde eine Abfolge von roten Tonsteinen mit Gips- und Anhydriteinschaltungen (Röt-Folge) abgelagert.

An der Deckgebirgsbasis sind im Liegenden der Buntsandsteinschichten im nördlichen Teil des Betrachtungsraums darüber hinaus Sedimente des Zechsteins von maximal etwa 120 m Mächtigkeit ausgebildet (Zechstein-Folgen 1-4). Dabei handelt es sich mit Ablagerungen von im Wesentlichen Tonstein, Dolomit und Anhydrit um typische Sedimente im Übergangsbereich zwischen der Beckenfazies und der Randfazies des Niederrheinischen Zechstein-Beckens. Die Sedimente der Oberen Werra-Folge (Oberer Werra-Anhydrit und Werra-Steinsalz) wurden im Betrachtungsraum vermutlich bereichsweise nicht abgelagert bzw. ausgelaugt; mögliche Vorkommen von Werra-Steinsalz befinden sich im nordwestlichen Betrachtungsraum. Insgesamt liegen die Mächtigkeiten der einzelnen Zechsteinfolgen im Bereich weniger Meter bis einige Zehnermeter. Die größten Gesamtmächtigkeiten der Zechsteinablagerungen werden im Betrachtungsraum nördlich der Bruckhausener Störung sowie im Hünxer Graben erreicht.

Die Schichten des Buntsandsteins und Zechsteins im Liegenden des kretazischen Hauptgrundwasserstockwerks werden insgesamt als gering durchlässige Grundwasserstauer betrachtet.

- 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.

Für den Betrachtungsraum werden die tektonischen Störungen, welche sich im Deckgebirge fortsetzen, gemäß den Daten des Informationssystems Geologische Karte 1:50.000 des GD NRW (IS GK 50) an der Quartärbasis („Präquartärkarte“) dargestellt. Mit Ausnahme des äußersten nordwestlichen Betrachtungsraums (etwa nördliche Hälfte der hydraulischen Box Lohberg) liegen diese Daten für die WP Lohberg flächendeckend vor. Nördlich des Bearbeitungsbereiches der IS GK 50 wurde der Ausbiss der tektonischen Störungen an der Quartärbasis auf Grundlage des ebenfalls vom GD NRW zur Verfügung gestellten Datensatzes „Grosstektonik“ konstruiert. Im nördlichen Betrachtungsraum setzt sich nur der Hünxer-Sprung im Deckgebirge fort; der konstruierte Ausbiß ist in Anl. 3 gestrichelt dargestellt.

Der Versatz der tektonischen Störungen an der Karbonoberfläche ist im Betrachtungsraum unterschiedlich stark ausgebildet. Im südlichen Teil der Wasserprovinz Lohberg, bis etwa auf Höhe der Muldenachse der Lippe-Hauptmulde, liegen die Versätze der Karbonoberfläche an den Abbau-begrenzenden Hauptquerstörungen im 10‘er Meter Bereich. Auf der Nordwestflanke der Lippe-Hauptmulde nehmen die Versatzbeträge dann entlang des Hünxe-Sprunges bis auf 200 m zu; entlang des Lohberg-Sprunges werden maximale Versatzbeträge um 100 m erreicht.

Die Hauptversatzbeträge an diesen tektonischen Störungen treten dabei im Wesentlichen im Niveau des Buntsandsteins und des Zechsteins auf. Die Versatzbeträge im Niveau der Kreidebasis sind im Vergleich zur Mächtigkeit des basalen Grundwasserstockwerks vergleichsweise gering (vgl. Anl. 4.1 und 4.2). Daher ist

hier keine signifikante Verengung des hydraulisch wirksamen Querschnitts im Niveau des tiefen Grundwasserstockwerks an den Hauptstörungszonen zu erwarten.

Von den in Anl. 2 im Niveau der Karbonoberfläche dokumentierten Hauptquerstörungszonen an den Rändern des Lohberger Horstes durchschlagen gemäß den Angaben des GW NRW nur wenige die Kreideschichten und die Hangenden Sedimente bis an die Quartärbasis. Für die vorliegende Betrachtung relevant sind dabei der Hünxer Sprung und der Vondern-Sprung am NE-Rand des Lohberger Horstes sowie der Concordia-Sprung am südwestlichen Abbaurand auf dem Lohberger Horst (vgl. Anl. 3). Insbesondere der Lohberger Sprung auf der SW-Seite des Lohberger Horstes setzt sich gemäß den Angaben des GD NRW nicht in das kre-tazische Deckgebirge hinein fort.

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 Deckgebirgsschichten fortsetzen. Diese Trennflächen sind damit auch im Rahmen des

Grubenwasseranstiegs als bevorzugte Bewegungsbahnen für mögliche differenzielle 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). Dadurch können ausgeprägt tektonisch vorgezeichnete Störungszonen im Zuge des Grubenwasseranstiegs vergleichsweise leichter als Bewegungsbahn reaktiviert werden.

4.3 Abbauverhältnisse

Für die WP Lohberg liegt flächenhaft eine detaillierte Bestandsaufnahme zur Raumlage und Mächtigkeit der Abbaufächen in digitaler Form vor. Nur für die im südöstlichen Teil gelegenen Altfelder Alt-Vondern und Alt-Oberhausen sind die verfügbaren Abbaudaten unvollständig.

Für diese Bereiche wurde auf eine ältere, überschlägige Bestandsaufnahme der RAG („BRUNGS-Flächen“) zurückgegriffen; diese Daten wurden 2016 durch die RAG überarbeitet und beinhalten Angaben zu Abbauteufen und zur gebauten Flözmächtigkeit. Es ist jedoch im Bereich der Altfelder davon auszugehen (v.a. Box Alt-Oberhausen), dass auch die „BRUNGS-Flächen“ nicht alle Abbaubereiche beinhalten. Auch wenn diese Daten unvollständig oder in Details ungenauer sein können, sind sie für die vorliegende Bearbeitung dennoch ausreichend. Für die Bewertung der Einwirkungen des Grubenwasseranstiegs sind diese Bereiche ohnehin nicht von Bedeutung, da für das betrachtete Anstiegsszenario die Standwasserniveaus in diesen Bereichen unverändert bleiben (vgl. Kap. 7).

- Lage der Abbaubereiche (Anl. 2)

Die Wasserprovinz Lohberg 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 Lohberg in fünf hydraulische Boxen gegliedert.

Die Abbaubereiche der Wasserprovinz Lohberg erstrecken sich flächenhaft über die gesamte Ausdehnung des Lohberger Horstes südöstlich der Walsumer Überschiebung. Im Bereich des Lohberger Horstes werden die Abbaubereiche insbesondere im Bereich der Lippe-Hauptmulde gegliedert durch einige in SW-NE-Richtung verlaufende Hauptstörungszonen (u.a. Walsumer Überschiebung, Bruckhausener Störung, Gladbecker Überschiebung; s. Anl. 2). Auf dem Lohberger Horst bildet darüber hinaus der NW-verlaufende Nordschacht-Sprung lokal eine signifikante Abbaugrenze. Im Nahbereich dieser Störungszonen ist kein Abbau umgegangen. Daneben bilden einige Querstörungen wie der Dinslakener

Sprung und der Concordia-Sprung am SW-Rand des Lohberger Horstes lokal markante Abbaugrenzen.

- Zeitliche Entwicklung der Abbaubereiche (Anl. 5)

Im Bereich der Wasserprovinz Lohberg wurde seit Mitte des 19. Jahrhunderts zunächst auf der Zeche Oberhausen (Box Alt-Oberhausen) Steinkohle gefördert. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts beschränkte sich der Abbau im Wesentlichen auf die Südostflanke der Emscher-Hauptmulde im Süden des Betrachtungsraums. Anschließend weitete sich der Abbau sukzessive in Richtung Norden aus. Das nördlichste Bergwerksfeld Lohberg wurde dabei in größerem Umfang erst in den 1930er Jahren erschlossen.

Die Stilllegung des Steinkohlenbergbaus im Bereich der Bergwerksfelder Alt-Oberhausen und Alt-Vondern erfolgte bereits in den 1930er Jahren. Die Einstellung des Abbaus im nördlich angrenzenden Bergwerksfeld Osterfeld erfolgte Anfang der 1970er Jahre. Damit konzentrierten sich die Abbautätigkeiten in der Wasserprovinz Lohberg in den letzten Jahrzehnten auf die Boxen Lohberg sowie Sterkrade u. Nordschacht. Ab dem Jahre 2000 erfolgte der Abbau ausschließlich im Bereich der Box Lohberg.

Das Bergwerk Lohberg wurde am 31.12.2005 stillgelegt.

- Abbauteufen (Anl. 6)

Der Betrachtungsraum lässt sich hinsichtlich der erzielten Abbauteufen zunächst grob gliedern in einen südlichen Teil, südöstlich der Gladbecker Überschiebung, mit weniger tiefen Abbauniveaus oberhalb -800 mNHN und einen nördlichen Teil,

nordwestlich der Gladbecker Überschiebung, wo der Abbau Teufen bis -1.000 mNHN und darunter erreichte.

In den älteren Abbaubereichen, Boxen Osterfeld, Alt-Vondern und Alt-Oberhausen, ist Abbau flächenhaft oberhalb von -600 mNHN betrieben worden. Insbesondere im Kern der Emscher Mulde erreichte der Abbau im Bereich der Box Osterfeld aber auch weitflächig Teufen zwischen -600 und -800 mNHN.

In den nördlichen Abbaubereichen der Wasserprovinz Lohberg, in der Lippe-Hauptmulde, ist flächenhaft Abbau unterhalb von -800 mNHN betrieben worden. Hier wurden Abbauteufen zwischen -1.200 und -1.300 mNHN erreicht. Ein markanter Wechsel erfolgt in der Box Lohberg allerdings nördlich der Bruckhausener Störung, wo der Abbau auf den Teufenbereich zwischen rd. -600 und -1.000 mNHN beschränkt war. In den unterhalb -1.000 mNHN gelegenen Abbaubereichen der Box Lohberg (5. Sohle) wurde überwiegend südlich der Bruckhausener Störung noch bis zur Stilllegung des Bergwerks Ende des Jahres 2005 Steinkohle gefördert.

- Abbaumächtigkeiten (Anl. 7)

Angaben zu den aufsummierten abgebauten Flöz-Mächtigkeiten wurden seitens der RAG für den Bereich der Wasserprovinz Lohberg bereitgestellt. Einen entsprechenden Überblick über die aufsummierten gebauten Flözmächtigkeiten für den Untersuchungsbereich liefert Anl. 7. Für die Altfelder liegen dazu ebenfalls nur unvollständige Daten vor. Die Abbauswerpunkte, in denen abgebaute Mächtigkeiten über 15 m (maximal bis etwa 18 m dokumentiert) erreicht wurden, konzentrieren sich auf drei Bereiche (vgl. Anl. 7):

- Box Lohberg, etwa 1 km breiter Streifen auf der NW-Flanke der Lippe Hauptmulde südwestlich der Bruckhausener Störung,
- Box Sterkrade u. Nordschacht, etwa 500 m bis 1 km breiter Streifen zwischen Lohberger Sprung und Nordschacht-Sprung;
- Box Osterfeld, rd. 500 breiter Streifen im Kern der Eigener-Sattels.

Großflächigere Bereiche mit aufsummierten abgebauten Mächtigkeiten von weniger als 5,0 m befinden sich insbesondere im Kernbereich der Lippe-Hauptmulde am Nordrand des Baufeldes Sterkrade u. Nordschacht.

5 Hydraulische Gliederung der Wasserprovinzen

In der Wasserprovinz Lohberg wurde die Wasserhaltung nach Stilllegung des Bergwerks in 2005 eingestellt. In den zuletzt aktiven Bergwerksbereichen (Boxen Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht) erfolgt seit 2006 bzw. 2008 ein Anstieg des Standwasserniveaus (vgl. Kap. 6.3). Als Ewigkeitsstandort für die Wasserhaltung sind die Schächte Lohberg 1 und 2 vorgesehen. An diesen Standorten soll frühesten 2030 der Pumpbetrieb aufgenommen werden (s. Kap. 7).

Für die vorliegende Betrachtung besteht nur eine relevante hydraulische Verbindungen zu benachbarten Wasserprovinzen (Anl. 8):

- zur Wasserprovinz Prosper-Haniel (Box Haniel-West) im Niveau -805 mNHN über die Box Lohberg.

Weiterhin besteht zur Wasserprovinz Concordia eine mögliche hydraulische Anbindung an die 4. Sohle Osterfeld bei -535 mNHN, die aber für die vorliegende Betrachtung nicht relevant ist.

Bisher erfolgen noch keine Übertritte aus oder in benachbarte Wasserprovinzen.

5.1 Hydraulische Verbindungen und Standwasserniveaus

Im Box-Modell der DMT werden für die WP Lohberg fünf hydraulische Boxen unterschieden. Anhand der aktuellen Standwassersituation lassen sich für die WP Lohberg zwei Teilprovinzen (TP) unterscheiden (s. Anl. 8):

TP Lo1 - Grubenwasseranstiegsbereich,

die Box Lohberg (südlich und nördlich der Bruckhausener Störung) und die Box Sterkrade u. Nordschacht sind zwischen dem Nordschacht und dem Schacht Hünxe über die beiden Lohberg-Schächte durch ein Streckensystem im Niveau der 5. Sohle Lohberg (-1.230 bis -1.270 mNHN) hydraulisch verbunden.

In diesem Bereich erfolgt derzeit im Rahmen des Grubenwasseranstiegs eine Auffüllung der tiefen Abbaubereiche mit Grubenwasser; aufgrund der hydraulischen Verbindung liegt das Standwasserniveau in diesem Bereich auf einem weitgehend einheitlichen Niveau; in 05.2019 lag das Standwasserniveau bei -1.024 mNHN (Box Lohberg) bzw. -1.029 mNHN (Box Sterkrade u. Nordschacht).

TP Lo2 - Standwasserbereich,

in den Altbereichen (Boxen Alt-Oberhausen, Alt-Vondern) und der Box Osterfeld liegt ein konstantes Standwasserniveau vor; die zulaufenden Grubenwässer strömen nach Norden dem Grubenwasseranstiegsbereich (TP Lo1) zu.

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

- Im südlichen Alt-Bereich mit den Boxen Alt-Oberhausen und Alt-Vondern wird das Standwasser in einem hohen Niveau von -484 bzw. -487 mNHN angenommen (gemäß Anstiegsprognose RAG);
der Abbau wurde hier bereits in den 1930er Jahren eingestellt, so dass das Standwasserniveau hier schon seit langem auf einem konstanten Niveau anzunehmen ist;

das in diesen Bereichen zusitzende Grubenwasser strömt über eine hydraulische Verbindung im Niveau -538 mNHN der Box Osterfeld zu.

- In der nördlichen Box Osterfeld wird das Standwasser im Niveau der Verbindungsstrecke zur Box Sterkrade u. Nordschacht im Niveau der 5. Sohle Osterfeld bei rd. -726 mNHN angenommen. Gemäß Angaben der RAG ist bereits für 1988 ein entsprechendes Standwasserniveau von rd. -726 mNHN dokumentiert.

5.2 Bereits eingestaute Abbaubereiche

Die räumliche Verteilung der bereits eingestauten Grubenbaue und die maximal in diesen Bereichen erreichten Einstauhöhen sind in Anl. 9 dargestellt. Im Rahmen der Stilllegungen bis in die 1970er Jahre ist in einigen Bereichen der südlichen Teilprovinz TP Lo2 lokal bereits eine Auffüllung der tiefsten Abbaubereiche mit Grubenwasser erfolgt (vgl. Anl. 9); die Einstauhöhen betragen für die dokumentierten Bereiche aber unter 100 m. Für die Altfelder ist aber aufgrund des bereits erreichten höheren Standwasserniveaus lokal mit einem höheren Einstau der tieferen Abbaubereiche auszugehen; konkrete Daten liegen dazu aber nicht vor.

Nach Stilllegung des Bergwerks Lohberg in 2005 wurden auch in der TP Lo1 ab etwa 2006 im Rahmen des Grubenwasseranstiegs die tiefsten Abbaubereiche eingestaut. Dabei wurden im zentralen Bereich der Boxen Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht bereits weitflächig tiefe Abbaubereiche in den Anstieg einbezogen. Die größten Einstauhöhen wurden dabei bisher im Bereich des Abbauschwerpunkten in der Box Lohberg südlich der Bruckhausener Störung (Einstauhöhen zwi-

schen 200 und 300 m) sowie im Umfeld des Nordschachtes (100 bis 200 m) erreicht.

6 Übersicht Bodenbewegungen

6.1 Abbaubedingte Bodensenkungen

Das Ausmaß der im Zuge des Grubenwasseranstiegs zu erwartenden Bodenhebungen korreliert 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 Lohberg (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 Lohberg quantitativ ermittelten Bodensenkungen in Anl. 10.1 spiegelt naturgemäß die Verteilung der abgebauten Mächtigkeiten (vgl. Anl. 7) wider. Die stärksten Bodensenkungen sind danach im Bereich der Abbauschwerpunkte in der Lippe-Hauptmulde sowie auf der Nordwestflanke der Emscher-Mulde aufgetreten. Die Bodensenkungsbeträge liegen demnach im Bereich dieser Abbauschwerpunkte in einer Größenordnung zwischen 5 und 10 m.

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 ähnliches Bild. Insgesamt weisen die Hauptsenkungsbereiche mit Senkungsbeträgen zwischen 5 und 10 m dabei nach EMSCHERGENOSSENSCHAFT und HARNISCHMACHER eine etwas größere Ausdehnung auf. Gegenüber den Berechnungen der RAG sind die ermittelten abbaubedingten Bodensenkungen gemäß EMSCHERGENOSSENSCHAFT und HARNISCHMACHER in folgenden Bereichen stärker ausgewiesen:

- gemäß EMSCHERGENOSSENSCHAFT erstreckt sich der Senkungsschwerpunkt im Bereich der Box Osterfeld auch auf die südöstliche Flanke der Emscher Mulde; die Senkungsbeträge erreichen hier lokal auch über 10 m (Anl. 10.2);
- gemäß HARNISCHMACHER werden in den einzelnen Senkungsschwerpunkten auch Senkungsbeträge über 10 m erreicht (Anl. 10.3); ein zusätzlicher Senkungsschwerpunkt mit Senkungsbeträgen zwischen 5 und 10 m wird am Nordrand der Box Sterkrade u. Nordschacht ausgewiesen.

Die vorliegenden Daten zu den abbaubedingten Bodensenkungen im Bereich der WP Lohberg ergeben insgesamt ein schlüssiges Bild. Für die vorliegende Betrachtung signifikante Senkungsrandbereiche treten an den Abbaurändern entlang folgender im Deckgebirge ausgebildeten Hauptquerstörungen auf (vgl. Anl. 10):

- Hünxer-Sprung im Bereich der Box Lohberg,
- Vondern-Sprung im Bereich der Box Osterfeld.

Weitere signifikante Senkungsrandbereiche sind insbesondere auch entlang des Lohberger Sprunges im Bereich der Boxen Lohberg sowie Sterkrade u. Nordschacht ausgebildet. Allerdings ist nach den Auswertungen des GD NRW davon auszugehen, dass der Lohberger Sprung das Deckgebirge nicht durchschlägt (vgl. Kap. 4).

6.2 Unstetigkeiten

Die bei der RAG dokumentierten Unstetigkeiten sind in Anl. 10.1 dargestellt. Der Datensatz umfasst Unstetigkeiten mit Datumsangaben im Zeitraum 1961 bis 1996. Danach sind Unstetigkeiten schwerpunktmäßig in den Hauptzerrungszonen um den getätigten Abbau dokumentiert (vgl. Anl. 10.1).

Im Bereich der Box Lohberg sind Unstetigkeiten dabei gehäuft entlang der Bruckhausener Störung aufgetreten. Entlang der nordöstlichen Randstörungen des Lohberger Horstes wurden Unstetigkeiten insbesondere nördlich der Bruckhausener Störung am östlichen Abbaurand in der Box Lohberg sowie im südlichen Teil der Wasserprovinz an den östlichen Rändern der Abbauswerpunkte in der Emscher Mulde (Box Osterfeld) dokumentiert.

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

Eine weitere 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.

Die Bergwerksfelder Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht waren die letzten aktiven Bereiche der Wasserprovinz Lohberg. In diesen Bereichen ist in den ehema-

ligen Hauptabbaubereichen in den nächsten Jahren noch mit leichten Restsenkungen zu rechnen.

Für die südlichen Boxen Alt-Vondern, Alt-Oberhausen und Osterfeld, die bereits in den 1930er und 1970er Jahren stillgelegt wurden, ist demgegenüber davon auszugehen, dass die durch den Abbau bedingten Bodensenkungen abgeschlossen sind. Im Bereich der TP Lo2 liegt der Grubenwasserspiegel seit mindesten 30 Jahren auf dem heutigen Niveau. Auch mögliche Einwirkungen des bereits erfolgten Grubenwasseranstiegs auf die Geländeoberfläche sind daher hier abgeklungen.

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. 2 und Abb. 3).

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 2016/2018 vorliegen. Die Lage dieser repräsentativen Höhenpunkte ist in Anl. 5 und Anl. 9 dargestellt.

- TP Lo1

An den ausgewählten Festpunkten im Abbaufeld Lohberg haben sich im Rahmen des aktiven Steinkohlenabbaus bis Ende 2005 deutliche Bodensenkungen im Meterbereich gezeigt (Abb. 2).

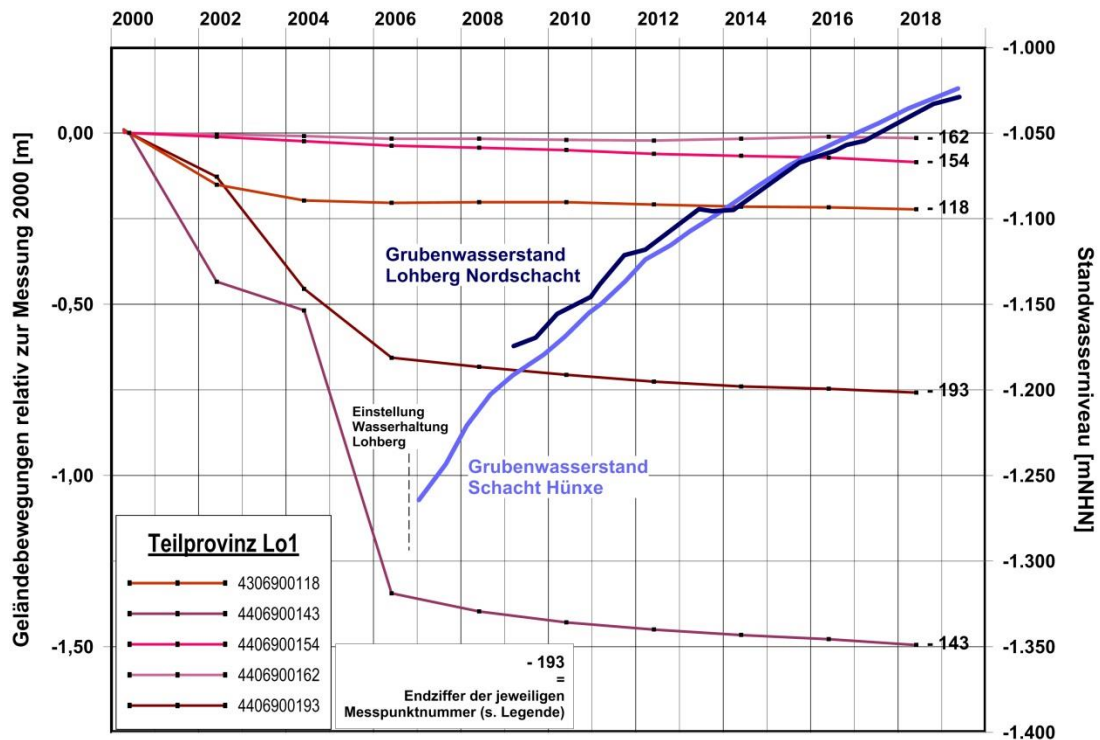


Abb. 2: Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten und Grubenwasserstand in den Abbaufeldern der TP Lo1 (Boxen Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht) - Zeitraum 2000 bis 05.2019

Im Bereich der Box Lohberg traten in der Abbauphase an den Festpunkten 4406900143 und 4406900193 Bodensenkungen zwischen etwa 0,5 und 1,5 m auf. Nach Abbauende ist ab 2006 in diesem Bereich eine deutliche Abnahme der Senkungsgeschwindigkeit zu beobachten. In den Kernabbaubereichen der Box Lohberg (Festpunkte 4406900143 und 4406900193) sind seit 2010 vergleichsweise konstante mittlere Senkungsgeschwindigkeiten um 7,5 mm/a beobachtet worden; diese Restsenkungen halten weiter an.

Die Höhenfestpunkte 4406900154 und 4406900162 in der südlich angrenzenden Box Sterkrade u. Nordschacht zeigen seit 2000 nur noch geringe Restsenkungen von insgesamt rd. 0,02 bzw. 0,09 m (vgl. Abb. 2). Im Bergwerksfeld Sterkrade u. Nordschacht ist der Abbau seit Ende der 1990er Jahre stillgelegt; es treten somit nur noch sehr geringe Restsenkungen auf.

Dieser grobe Überblick weist darauf hin, dass im Bereich der TP Lo1 flächenhaft geringe Restsenkungen stattfinden, die naturgemäß in den zuletzt abgebauten Bereichen der Box Lohberg die größten Beträge um 7,5 mm/a erreichen.

- TP Lo2

Auch in den älteren Stilllegungsbereichen zeigen die ausgewählten Festpunkte insgesamt noch geringe Restsenkungen; die Bodensenkungen betragen dabei für den Zeitraum 2000 bis 2018 unter 0,03 m (Abb. 3).

Im Bereich der Box Osterfeld, wo der Abbau bereits in den 1970er Jahren eingestellt wurde, sind seit 2000 nur noch sehr geringe mittlere Senkungsgeschwindigkeiten von weniger als 1 mm/a beobachtet worden; die ermittelten Beträge liegen somit im Rahmen der Messgenauigkeit. Auch die im Altfeld Alt-Vondern am Höhenfestpunkt 4407900226 im Beobachtungszeitraum 2000 bis 2018 ermittelten geringen Senkungsbeträge liegen im Rahmen der Messgenauigkeit.

Insgesamt weist dieser grobe Überblick darauf hin, dass im Bereich der TP Lo2 keine signifikanten abbaubedingten Bodensenkungen mehr stattfinden. Es treten leichte Restsenkungen auf, die auch im Zusammenhang mit dem Grubenwasseranstieg stehen können. Bodenhebungen wurden erwartungsgemäß noch nicht beobachtet.

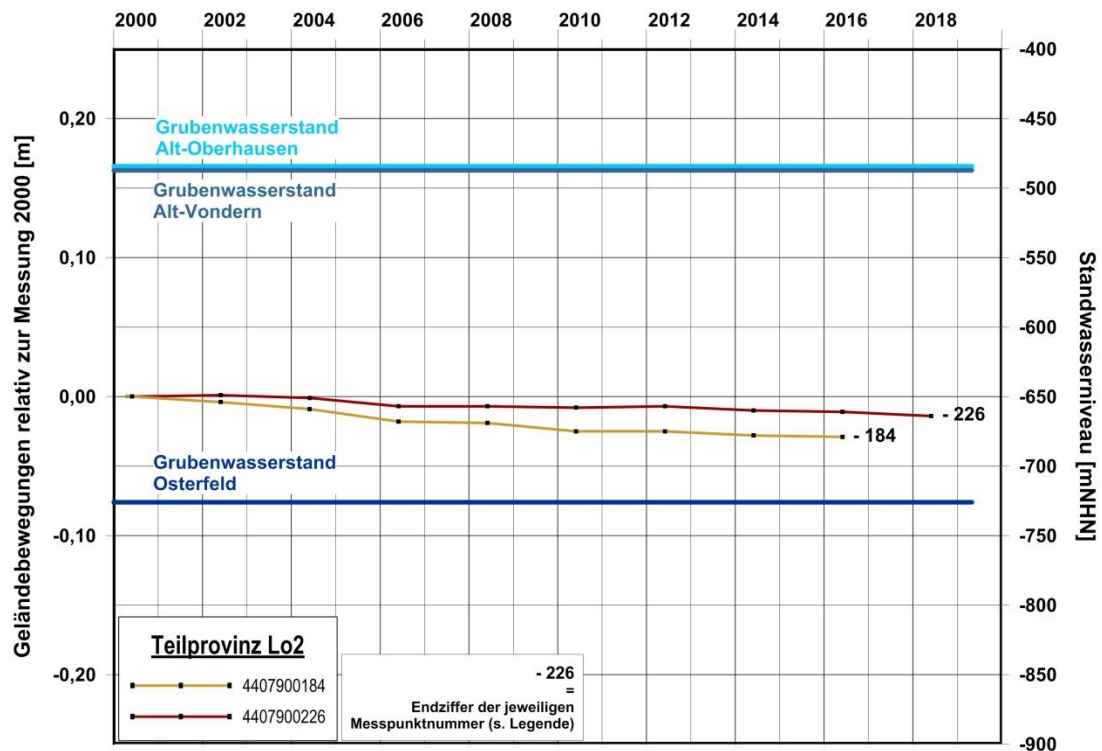


Abb. 3: Bodenbewegungsdifferenzen an Höhenfestpunkten und Grubenwasserstand in den Alt-Abbaufeldern der TP Lo2 (Boxen Osterfeld, Alt-Vondern und Alt-Oberhausen) - Zeitraum 2000 bis 05.2019

7 Räumliche und zeitliche Entwicklung des geplanten Grubenwasseranstiegs

7.1 Langfristiges Wasserhaltungskonzept der RAG

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.

Aktuell erfolgt ein Anstieg des Grubenwassers in den hydraulischen Boxen Lohberg sowie Sterkrade u. Nordschacht. Dabei fließt das Grubenwasser aus den bereits teilgefluteten Stilllegungsbereichen der TP Lo2 in nördlicher Richtung den derzeitigen Anstiegsbereichen der TP Lo1 zu. Dort ist die langfristige Hebung der in der Großprovinz Lohberg zuströmenden Grubenwasser am Standort Lohberg 1/2 auf ca. -630 mNHN vorgesehen.

Die Wasserprovinz Lohberg ist hydraulisch über die östlich angrenzenden Wasserprovinzen Prosper-Haniel mit den übrigen Wasserprovinzen der zukünftig entstehenden Großprovinz Lohberg verbunden. Die Einstellung der Wasserhaltung in der Wasserprovinz Prosper-Haniel ist Ende 2019 geplant. 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.

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 Lohberg zusammen mit dem Anstiegsverlauf in der angrenzenden Wasserprovinz Prosper-Haniel in Abb. 4 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung der zeitlich und räumlich veränderlichen Bodenbewegungsentwicklung kann der Gesamtverlauf des Grubenwasseranstiegs in der WP Lohberg bis zum Erreichen des Pumpniveaus von -630 mNHN in den Boxen Lohberg, Sterkrade u. Nordschacht und Osterfeld in die zwei Teilanstiegsphasen TA1 und TA2 gegliedert werden:

- Teilanstiegsphase TA1

In der aktuell bereits laufenden Teilanstiegsphase TA1 (bis 12.2026) erfolgt in den Bergwerksfeldern der TP Lo1 (Boxen Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht) zunächst die Auffüllung der tiefsten Abbaubereiche bis etwa auf ein Niveau von rd. -940 mNHN. Gemäß den bisherigen Beobachtungen und der Prognose der RAG erfolgt der Grubenwasseranstieg in der TA1 mit einer mittleren Anstiegsgeschwindigkeit von rd. 11 m/a. In dieser Anstiegsphase ist der Grubenwasseranstieg auf die Bereiche der Boxen Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht begrenzt.

Parallel zur Entwicklung in der WP Lohberg erfolgt in der Teilanstiegsphase TA 1 auch in der WP Prosper-Haniel (Box Haniel West) ein Grubenwasseranstieg; bis

Ende 2026 wird hier ein Anstieg bis auf das Übertrittsniveau zur WP Lohberg bei rd. -805 mNHN erwartet.

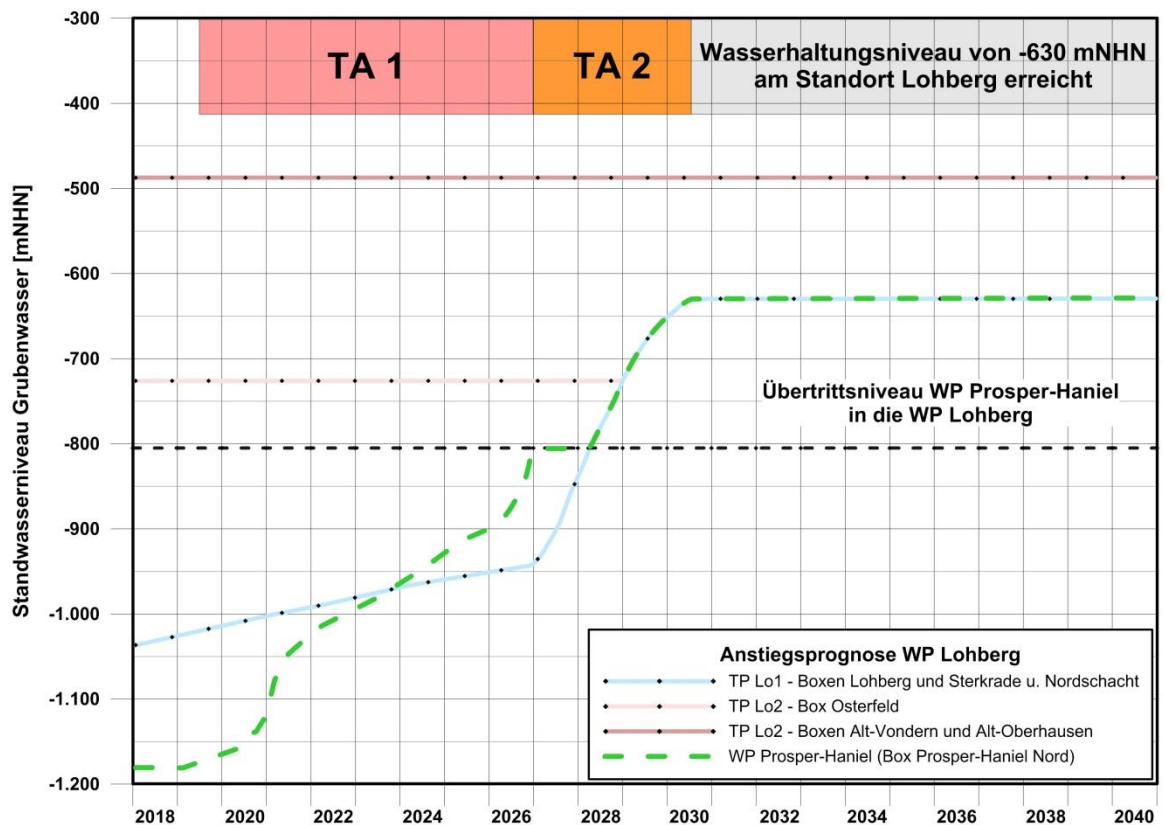


Abb. 4: Grobprognose des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinz Lohberg nach Angaben RAG mit Gliederung in Teilanstiegsphasen (TA)

- Teilanstiegsphase TA2

Mit dem Übertritt von Grubenwasser aus der WP Prosper-Haniel steigt die Anstiegsgeschwindigkeit im Bereich der WP Lohberg in der TA2 (Dauer 3,5 Jahre, 12.2026 bis 06.2030) stark an (auf rd. 90 m/a). Bis Mitte 2030 soll so bereits das Zielniveau von -630 mNHN erreicht werden.

Ende 2028 werden mit Erreichen eines Anstiegsniveaus von -726 mNHN auch die Box Osterfeld der TP Lo2 in den Grubenwasseranstieg einbezogen. Die Anstiegsgeschwindigkeit in der zusammengesetzten Anstiegszone wird durch die Einbeziehung der hydraulischen Box Osterfeld bis zum Ende der TA2 leicht auf einen mittleren Wert von rd. 65 m/a verringert.

In den bereits höher eingestauten Altfeldern Alt-Oberhausen und Alt-Vondern wird im Rahmen des Grubenwasseranstiegs bis -630 mNHN keine Veränderung des Standwasserniveaus erwartet.

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 Lo1 - Box Lohberg, Hünxer-Sprung,
östlicher Abbaurand des Abbauschwerpunktes in der Box Lohberg, südlich der Bruckhausener Störung
einseitiger Einstau am Hünxer-Sprung um bis zu rd. 390 m in der Box Lohberg in den Teilanstiegsphasen TA1 und TA2; Gesamteinstauhöhe unter Berücksichtigung des bis 2019 bereits erfolgten Teilanstiegs rd. 430 m.
- B: TP Lo1 - Box Sterkrade u. Nordschacht - Vondern-Sprung,
östlicher Abbaurand des zentralen Abbaubereiches der Box Sterkrade u. Nordschacht;
einseitiger Einstau am Vondern-Sprung um rd. 390 m in den Teilanstiegsphasen TA1 und TA2; Gesamteinstauhöhe unter Berücksichtigung des bis 2019 bereits erfolgten Teilanstiegs rd. 520 m.

Bei der Darstellung der Hebungsrandbereiche in Anl. 13 ist zu berücksichtigen, dass diese entlang der Ausbisszone der tektonischen Störungslinie an der Geländeoberfläche verlaufen. Die dabei scheinbar in diesen Bereichen östlich der Störungszone gelegenen Abbaubereiche liegen unter Berücksichtigung des Einfallens der Störungszone nach NE im Niveau des Steinkohlengebirges tatsächlich im Liegenden, also dort südwestlich der Störungszone. Der Einstau erfolgt somit in diesem Bereich durchgehend einseitig, im Liegenden der Störungszone.

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

In der südlichen Teilprovinz TP Lo2 (Boxen Alt-Vondern und Alt-Oberhausen) erfolgt kein Anstieg des Grubenwassers, so dass hier auch keine Einwirkungen zu besorgen 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. Davon ist im Bereich der Wasserprovinz Lohberg aber nicht auszugehen (vgl. Kap. 6.3).

8.2 Einflussfaktoren

- Geologisch-hydrogeologische Kriterien

Die tektonischen Störungszonen im Bereich der WP Lohberg 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 Kreide- deckgebirge 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 Deckgebirgsgrundwasserleitern 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 nur im äußersten Nordwesten des Abbaubereichs, nördlich der Bruckhausener Störung, erreicht. Hier lagern dem Karbon gering durchlässige Zechsteinablagerungen auf (vgl. Kap. 4.2), so dass in dieser Anstiegsphase bis -630 mNHN keine signifikanten Einwirkungen auf die Druckhöhen der Grundwasserleiter im Deckgebirge (Cenoman/Turon-Schichten) zu erwarten sind.

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 im Rahmen des Grubenwasseranstiegs zu berücksichtigen.

- Anstiegsgeschwindigkeit

Ein schneller Anstieg des Grubenwasserspiegels kann 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 Lohberg in Abb. 5 dargestellt.

In der Wasserprovinz Lohberg erfolgt seit 2006 ein vergleichsweise langsamer Anstieg des Standwasserniveaus (vgl. Kap. 6.3), was auf die vergleichsweise geringen geogenen Wasserzuläufe zurückzuführen ist.

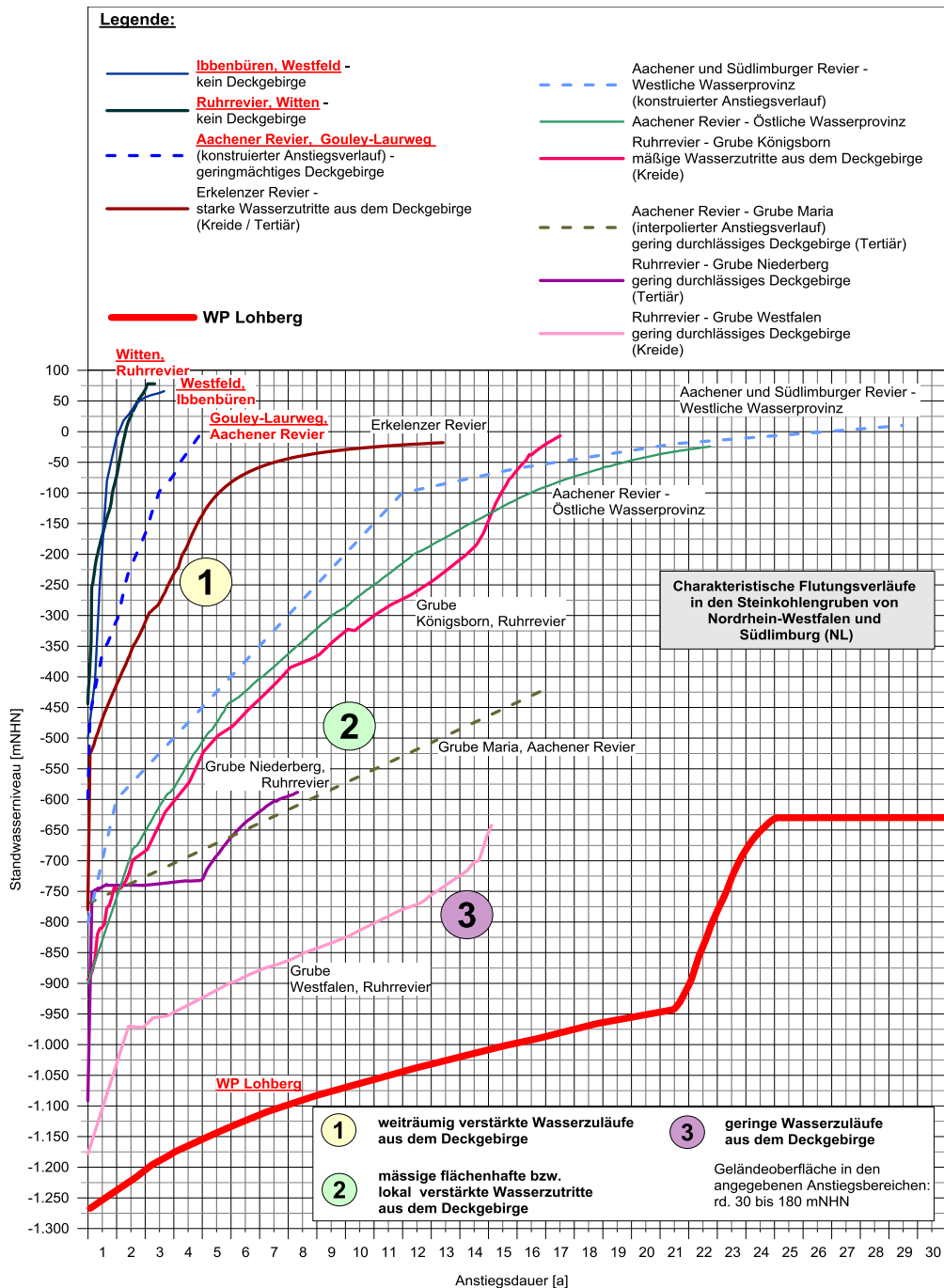


Abb. 5: Vergleichende Gegenüberstellung von Grubenwasseranstiegsverläufen in verschiedenen Steinkohlengruben/-revieren in NRW und Südlimburg (NL) mit Prognose für den Anstieg im Betrachtungsraum bis rd. -630 mNHN (verändert nach ROSNER, 2011)

Ein markanter Anstieg der Anstiegsgeschwindigkeit wird ab dem Zeitpunkt erwartet, ab dem Wasserzuläufe aus der benachbarten Wasserprovinz Prosper-Haniel erfolgen (Teilanstiegsphase TA2, vgl. Kap. 7.2). In dieser Phase werden maximale Anstiegsgeschwindigkeiten um rd. 110 m/a erwartet. Über einen begrenzten Zeitraum von 3,5 Jahren steigt das Grubenwasser in dieser Phase mit einer mittleren Anstiegsgeschwindigkeit von 90 m/a bis auf das Zielniveau an. Der Anstieg erfolgt dabei auf einem insgesamt vergleichsweise tiefen Niveau unter -630 mNHN.

Insgesamt kennzeichnet der durch die „Fremdwasserzuläufe“ bestimmte Anstiegsverlauf bis zum Erreichen des Zielniveaus einen Bereich mit einer mittleren Anstiegsgeschwindigkeit - ähnlich den Verhältnissen in der Anfangsphase des Grubenwasseranstiegs im Bereich Königsborn, in einem insgesamt tiefen Niveau. Die Anstiegsgeschwindigkeit ist daher nicht als primärer Risikofaktor im Hinblick auf die Bewertung des Einwirkungspotenzials zu werten.

- 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-bergbauischen Verhältnissen des Betrachtungsraums für die Hauptsenkungsbereiche des ehemaligen Abbaus überschlägig in einer Größenordnung um maximal rd. 0,2 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 signifikanten Einstau in das Deckgebirge, wird erfahrungsgemäß allerdings nur ein Bruchteil dieses Gesamthebungspotenzials aktiviert.

In den nordwestlichen und südöstlichen Randbereichen des Abbaubereiches der WP Lohberg (Box Lohberg nördlich der Bruckhausener Störung und Box Osterfeld) verbleiben die in der Summe erzielten Einstauhöhen der Abbaubereiche großflächig unter 300 m (Anl. 12). 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. noch vorhandene Restsenkungen sich fortsetzen (vgl. Kap. 6.3).

In den Abbaubereichen der Lippe-Hauptmulde zwischen der Bruckhausener Störung im Nordwesten und der Gladbecker Überschiebung im Südosten sind beim Anstieg bis rd. -630 mNHN flächenhaft Einstauhöhen um 400 bis 500 m zu erwarten; in den Abbauschwerpunkten an der Bruckhausener Störung sowie im Zentrum der Boxen Lohberg und Sterkrade u. Nordschacht werden Einstauhöhen bis 600 m, lokal bis 630 m erreicht. In diesen Bereichen ist im Zuge der vorgesehenen Anhebung des Standwasserniveaus mit ersten Bodenhebungstendenzen zu rechnen. Auch in diesen zentralen Abbaubereichen 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 Lo1 - Box Lohberg, Hünxer-Sprung,

östlicher Abbaurand des Lohberger Horstes, südlich der Bruckhausener Störung

Wie: einseitiger Einstau um rd. 390 m bei vergleichsweise erhöhter Anstiegsgeschwindigkeit bis 110 m/a; Gesamteinstauhöhe einseitig 430 m.

Was: Markanter Abbaurand an Hauptstörungszone, ohne dokumentierte Unstetigkeiten;

aufgrund Abbauhistorie, Anstiegsgeschwindigkeit und Einstauhöhe ist mit ersten 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 Lo1 - Box Sterkrade u. Nordschacht, Vondern-Sprung,
östlicher Abbaurand des Baufeldes östlich des Nordschacht-Sprungs in
der Lippe-Hauptmulde

Wie: einseitiger Einstau um rd. 390 m bei vergleichsweise erhöhter An-
stiegsgeschwindigkeit bis 110 m/a; Gesamteinstauhöhe einseitig 520 m.

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

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

Vom Grundsatz her sind die hier aufgeführten markanten Hebungsrandbereiche
der Einwirkungsklasse 3 zuzuordnen, bei denen in anderen Grubenwasseran-
stiegsbereichen des Steinkohlenbergbaus in Nordrhein-Westfalen und Südklimburg
(NL) auch bei vollständigem Einstau der Grubenbaue bisher keine Bergschäden
beobachtet wurden.

8.4 Zusammenfassende Bewertung

Hinsichtlich der Gesamtbewertung des Einwirkungspotenzials von Bodenbewe-
gungen im Rahmen des Grubenwasseranstiegs ist zunächst festzuhalten, dass im
Zuge der Bodenhebungen infolge des Grubenwasseranstiegs nur ein Bruchteil der
abbaubedingten Bodenbewegungen (Senkungen lokal max. rd. 10 bis 15 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 630 m im Zentrum der Lippe 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 sind, 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 hier 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 Lohberg festzuhalten, dass das Bodenhebungspotenzial im Rahmen des hier betrachteten Grubenwasseranstiegs bis rd. -630 mNHN insgesamt auf wenige Zentimeter begrenzt ist und markante Einflussfaktoren 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.

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

9 Zusammenfassung

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. Dort ist die langfristige Hebung der in der Großprovinz Lohberg zuströmenden Grubenwässer am Standort Lohberg 1/2 auf -630 mNHN vorgesehen.

In der Wasserprovinz Lohberg wurde die Wasserhaltung bereits 2006 eingestellt; seither erfolgt hier ein vergleichsweise langsamer Anstieg des Standwasserniveaus (rd. 11m/a). Nach dem prognostizierten Zutritt der Grubenwässer aus den Nachbarprovinzen der GP Lohberg ab etwa 2027 wird ein Anstieg des Standwasserniveaus bis auf das Zielniveau um -630 mNHN innerhalb von etwa 3,5 Jahren erwartet.

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 Lohberg über einen Zeitraum von rd. 11 Jahren bis in ein Niveau um rd. -630 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 Boden-senkungen 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. 390 m angehoben. Die resultierenden Gesamteinstauhöhen des Grubengebäudes erreichen in den Hauptabbaubereichen der Lippe-Hauptmulde flächenhaft um 400 bis 500 m, lokal bis 630 m. Das Deckgebirgsniveau wird dabei nur im nordwestlichen Randbereich der Abbauzone erreicht, wo gering durchlässige Zechsteinablagerungen dem Karbon auflagern.

In den Bereichen mit flächenhaften Einstauhöhen bis 500 m ist bei der hier vorliegenden Tiefenlage der Abbaubereiche nicht mit der Ausbildung von signifikanten Bodenhebungen gerechnet. Das Bodenhebungspotenzial reicht im Rahmen eines solchen Teilanstiegs auch 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 Lohberg keine Wechselwirkungen mit den benachbarten Wasserprovinzen (Prosper-Haniel, Amalie, Concordia und Walsum) 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 Lohberg lokal nicht vollständig auszuschließen.

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

Aachen, den 11. Juli 2019


(Dr. P. Rosner)


(Dr.-Ing. M. Heitfeld)