

# Gutachten

zu den Bodenbewegungen im Rahmen des  
stufenweisen Grubenwasseranstiegs im Bereich  
der Wasserprovinz Carolinenglück

- Bewertung des Einwirkungspotenzials,  
Betrachtungsniveau bis ca. -515 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 18. Februar 2019  
mit Vorbemerkungen Revision a vom 17. Juli 2021

Dieser Bericht besteht aus 59 Seiten, 1 Anh. und 13 Anl.

WP Carolinenglück - Einwirkungspotenzial von Bodenbewegungen  
im Rahmen des Grubenwasseranstiegs, Betrachtungsniveau bis ca. -515 mNHN

---

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

Die Planung der RAG Aktiengesellschaft sieht für die betrachteten Wasserprovinzen der Großprovinz Lohberg einen Grubenwasseranstieg bis zum Niveau -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. Für die Wasserprovinz Carolinenglück wird erwartet, dass sich aufgrund der Eigenschaften der hydraulischen Verbindung zur angrenzenden Wasserprovinz Zollverein ein Anstiegsniveau von -550 mNHN einstellt.

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 ein Niveau um -515 mNHN innerhalb der Großprovinz Lohberg.

Im Hinblick auf die Bewertung möglicher Einwirkungen des Grubenwasseranstiegs auf die Geländeoberfläche durch ungleichmäßige Bodenbewegungen im Bereich der Wasserprovinz Carolinenglück stellt die im vorliegenden Gutachten vorgenommene Betrachtung eines potenziell höheren Anstiegsniveaus einen un-


WP Carolinenglück - Einwirkungspotenzial von Bodenbewegungen  
im Rahmen des Grubenwasseranstiegs, Betrachtungsniveau bis ca. -515 mNHN

---

günstigeren Zustand dar. Dabei wird hier unter Berücksichtigung der Wirksamkeit der hydraulischen Verbindung zur westlich angrenzenden Wasserprovinz Prosper-Haniel ein um rd. 85 m höheres Anstiegsniveau betrachtet. Die daraus resultierende größere Gesamteinstauhöhe der Grubenbaue resultiert in einem höheren Einwirkungspotenzial im Hinblick auf die zu erwartenden Bodenhebungen.

Die somit im vorliegenden Gutachten unter Berücksichtigung eines unplanmäßigen höheren Zielniveaus von -515 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 -550 mNHN zugrunde gelegt werden.

Revision a: Aachen, den 17. Juli 2021

  
(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>23</b>
5.1	Hydraulische Verbindungen und Standwasserniveaus	24
5.2	Bisheriger Verlauf des Grubenwasseranstiegs	25
5.3	Bereits eingestaute Abbaubereiche	28
<b>6</b>	<b>Übersicht Bodenbewegungen</b>	<b>29</b>
6.1	Abbaubedingte Bodensenkungen	29
6.2	Unstetigkeiten	31
6.3	Zeitliche und räumliche Entwicklung der Bodenbewegungen nach Einstellung des Abbaus	32
<b>7</b>	<b>Räumliche und zeitliche Entwicklung des geplanten Grubenwasseranstiegs</b>	<b>39</b>
7.1	Langfristiges Wasserhaltungskonzept der RAG	39
7.2	Anstiegsszenario	40
7.3	Identifikation von markanten Hebungsrandbereichen	43

<b>8</b>	<b>Bewertung des Einwirkungspotenzials</b>	<b>46</b>
8.1	Bewertungskriterien	46
8.2	Einflussfaktoren	48
8.3	Einwirkungspotenziale an markanten Hebungsrandbereichen	52
8.4	Zusammenfassende Bewertung	54
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>57</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. 2:	Verlauf der Standwasserniveaus im Bereich der WP Carolinenglück zwischen 1988 und 2017	26
Abb. 3:	Bodenbewegungen an ausgewählten Höhenfestpunkten in der TP C1 („Carolinenglück West“) - Zeitraum 2000 bis 2016	34
Abb. 4:	Entwicklung der Bodenbewegungen im Rahmen des Grubenwasseranstiegs nach Ende der Abbaueinwirkung am Beispiel eine Höhenfestpunktes aus der Box Erin (TP C1 - „Carolinenglück West“) - Zeitraum 1984 bis 2016	34
Abb. 5:	Bodenbewegungen an ausgewählten Höhenfestpunkten in der TP C2 („Carolinenglück Ost“) - Zeitraum 2000 bis 2016	36
Abb. 6:	Entwicklung der Bodenbewegungen im Rahmen des Grubenwasseranstiegs nach Ende der Abbaueinwirkung am Beispiel von zwei Höhenfestpunkten aus den Boxen Waltrop und Ickern (TP C2 - „Carolinenglück Ost“) - Zeitraum 1980/1984 bis 2016	37
Abb. 7:	Grobprognose des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinzen Carolinenglück (gemäß Angaben RAG) mit Gliederung in Teilanstiegsphasen (TA)	40
Abb. 8:	Vergleichende Gegenüberstellung von Grubenwasseranstiegsverläufen in verschiedenen Steinkohlengruben/-revieren in NRW und Südlimburg (NL) mit Prognose für den Anstieg im Betrachtungsraum bis rd. -515 mNHN (verändert nach ROSNER, 2011)	50

## **Anhangverzeichnis**

Anh. 1: Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

## **Anlagenverzeichnis**

- Anl. 1: Übersichtlageplan Betrachtungsraum, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-001)
- Anl. 2: Tektonik und Abbaubereiche, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-002)
- Anl. 3: Räumliche Gliederung des Deckgebirges, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-003)
- Anl. 4: Geologisch-bergbauliches Längsprofil durch den Betrachtungsraum, Maßstab der Länge 1:100.000, Maßstab der Höhe 1:10.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-004)
- Anl. 5: Zeitliche Entwicklung des Abbaus, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-005)
- Anl. 6: Räumliche Verteilung der Abbauteufen, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-006)
- Anl. 7: Gebaute Mächtigkeiten, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-007)
- Anl. 8: Hydraulische Gliederung, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-008)
- Anl. 9: Anstiegsbereiche des Grubenwassers (IST-Zustand),  
Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-11-009)
- Anl. 10: Bergbaulich bedingte Bodensenkungen und Unstetigkeiten gemäß  
RAG, Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-11-010.1)
- Bodensenkungen seit Beginn des Bergbaus gemäß Emscherger-  
nossenschaft (2014), Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-010.2)

Veränderungen der Geländehöhen im Ruhrgebiet seit 1892 nach  
HARNISCHMACHER (2012), Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-010.3)

Anl. 11: Übersicht zeitlich-räumliche Entwicklung des Grubenwasseran-  
stiegs, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-011)

Anl. 12: Einstauhöhen der Abbaubereiche bei einem Betrachtungsniveau  
bis ca. -515 mNHN, Maßstab 1:100.000  
(Zeichnungs-Nr. 181-11-012)

Anl. 13: Hebungsrandbereiche mit höchstem Einwirkungspotenzial,  
Maßstab 1:100.000 (Zeichnungs-Nr. 181-11-013)



## **1 Veranlassung**

Das Konzept der RAG AG zur Optimierung der Wasserhaltungen nach der erfolgten 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 Wasserhaltung Carolinenglück soll im Zusammenhang mit der Einstellung der Wasserhaltung Zollverein im Jahre 2021 eingestellt werden. Im Zusammenhang mit der Stilllegung der Wasserhaltung wird das Grubenwasser in den westlichen Teilen der Wasserprovinz Carolinenglück bis etwa 2040 soweit ansteigen, dass dann alle Grubenwasserzuläufe über die Wasserprovinz Zollverein nach Prosper-Haniel und von dort weiter dem dann noch verbleibenden zentralen Wasserhaltungsstandort Lohberg zulaufen.

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 unstetigen Bodenbewe-

gungen 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 Carolinenglück bis in ein Betrachtungsniveau von ca. -515 mNHN.

## 2 Grundsätzliche Anmerkungen zur Bearbeitung

Das vorliegende Gutachten betrachtet den Anstieg des Grubenwassers bis auf das Pumpniveau der zukünftigen Wasserhaltung Lohberg bei -630 mNHN. Nach den vorliegenden Prognosen kann dabei das Grubenwasser in der Wasserprovinz Carolinenglück auf ein mittleres Niveau von ca. -515 mNHN ansteigen. In einzelnen Boxen können allerdings aufgrund eingeschränkter hydraulischer Verbindungen auch höhere Anstiegsniveaus erreicht werden (s. Kap. 7).

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 eine kurzfristige erneute Zunahme von Bodensenkungen bewirken 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 oder Infrastruktureinrichtungen 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, s. Anh. 1).

#### **- 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 Carolinenglück 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. -515 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 geplanten 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 unterschiedlichen 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 Carolinenglück mit einer Gesamtfläche von rd. 230 km<sup>2</sup> im Bereich der Städte/Kommunen Bochum, Herne, Castrop-Rauxel, Waltrop und Lünen. Der Betrachtungsraum ist weitgehend flächenhaft dicht besiedelt. Nur im nordöstlichen Teil, im Bereich zwischen Datteln-Hamm-Kanal und den Lippeauen, erfolgte der Abbau unter flächenhaft unbebautem Gebiet.

Am nordwestlichen Rand des Betrachtungsraums verläuft der Rhein-Herne Kanal, südöstlich von Ickern zusammen mit der Emscher. Im nordöstlichen Teil des Untersuchungsberreichen queren die Emscher, der Dortmund-Ems-Kanal, der Datteln-Hamm-Kanal und die Lippe den Betrachtungsraum von SE nach NW.

Die Geländeoberfläche liegt am Nordostrand des Betrachtungsraums in der Lippeaue auf einem tiefsten Niveau um rd. 45 mNHN. Im nordöstlichen Randbereich des Betrachtungsraums verläuft der Rhein-Herne-Kanal auf einem Niveau zwischen rd. 50 und 60 mNHN.

Am südwestlichen Rand des Betrachtungsraums steigt die Geländeoberfläche im Bereich des Höhenzuges südöstlich von Castrop-Rauxel auf Niveaus um 125 bis 130 mNHN an. Die höchste Erhebung im Betrachtungsraum ist der Tippelsberg, eine ursprünglich natürliche Anhöhe östlich von Bochum-Riemke, welche durch die Nutzung als Bau- und Bodenschuttdeponie zusätzlich künstlich erhöht wurde, mit einer maximalen Geländehöhe von rd. 150 mNHN.

## 4.2 Geologischer Rahmen

### - Tektonische Gliederung des Steinkohlegebirges

Die Abbaubereiche der Wasserprovinz Carolinenglück erstrecken sich im Wesentlichen über die Essener Hauptmulde. Weiterhin befinden sich im nördlichen Randbereich gelegene Abbaubereiche im Gelsenkirchener Hauptsattel sowie die im südlichen Randbereich gelegenen Abbaubereiche im Wattenscheider Hauptsattel (Anl. 2).

Nordwestlich des Betrachtungsraums setzt sich der Abbau im Gelsenkirchener Hauptsattel und der sich anschließenden Emscher Hauptmulde in der Wasserprovinz Zollverein fort. In südlicher Richtung setzen sich die Abbaubereiche im Wattenscheider Hauptsattel und der sich südöstlich anschließenden Bochumer Hauptmulde in den Wasserprovinzen Heinrich, Friedlicher Nachbar, Robert Müser, Hansa und Ost fort.

Weiterhin wird die Struktur des Steinkohlegebirges im Bereich der Wasserprovinz Carolinenglück 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 Primus-Sprung, Julia-Constantin-Sprung, Sekundus-Sprung, Tertius-Sprung, Quartus-Sprung, Quintus-Sprung und Achenbach-Sprung gliedern das Steinkohleengebirge im Untersuchungsbereich in ein System von tektonischen Horst- und Grabenstrukturen. Als im Untersuchungsgebiet bedeutsame Horst- und Grabenstrukturen sind von Südwesten nach Nordosten der Marler Graben, der Castroper Horst und der Dortmunder Graben (s. Anl. 2) zu nennen. Das Einfallen der Querstörungen kann im Niveau des Steinkohleengebirges im Mittel um  $70^\circ$  angesetzt werden.

Darüber hinaus sind zahlreiche kleinere Quer- und Diagonalstörungen, Blattverschiebungen sowie zahlreiche Überschiebungsbahnen ausgebildet, die insbesondere als Baugrenzen im Niveau des Steinkohleengebirges in Erscheinung treten (z.B. Gelsenkirchener- und Hannibal-Überschiebung).

- Aufbau des Deckgebirges

Am südlichsten Rand der Wasserprovinz Carolinenglück (Box Centrum Morgensonne), im Bereich Wattenscheid-Westenfeld, liegt die Karbonoberfläche auf einem höchsten Niveau um rd. 100 mNHN (Anl. 2); das karbonische Grundgebirge steht damit in diesem Bereich unterhalb einer geringmächtigen quartären Deckschicht oberflächennah an. Von hier aus sinkt die Karbonoberfläche vergleichsweise gleichmäßig mit einer mittleren Neigung von 1 bis  $2^\circ$  in nördlicher Richtung ab.

Im westlichen Betrachtungsraum erreicht die Karbonoberfläche bis in den Bereich des Gelsenkirchener Sattels ein Niveau von etwa -100 mNHN. Entlang der Nordgrenze des Betrachtungsraums sinkt die Karbonoberfläche in nordöstlicher Richtung sukzessive ab und erreicht in den Abbaubereichen des ehemaligen Bergwerks Waltrop ein tiefstes Niveau um -650 mNHN.

Die Mächtigkeit des Deckgebirges liegt im südwestlichen Teil des Betrachtungsraums bereichsweise bei wenigen Metern und nimmt zum Nordostrand des Betrachtungsraums bis auf rd. 700 m zu. Das Deckgebirge wird im Untersuchungsbereich im Wesentlichen von den Schichten der Oberkreide im Niveau zwischen dem Essener Grünsand (Cenoman, heute als Essen-Grünsand-Formation bezeichnet) und dem Emscher Mergel (Santon, heute als Emscher Formation bezeichnet)<sup>1</sup> aufgebaut (Abb. 1). Die Ausbildung der Kreideschichten an der Quartärbasis ist in Anl. 3 dargestellt. Danach stehen an der Quartärbasis weiträumig die Schichten des Emscher Mergels an. 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:

- ein oberflächennahes Grundwasserstockwerk im Niveau der Quartär- und Oberkreideschichten (i. W. in den oberen Zehner-Metern des Emscher Mergels),

---

<sup>1</sup> Im folgenden Text als Emscher Mergel bezeichnet.

- einen mächtigen Grundwasserstauer im Niveau des Emscher Mergels und
- ein basales tiefes Grundwasserstockwerk im Niveau der Kalksteine und Kalkmergelsteinen des Cenoman/Turon (Plänerkalk-Gruppe).

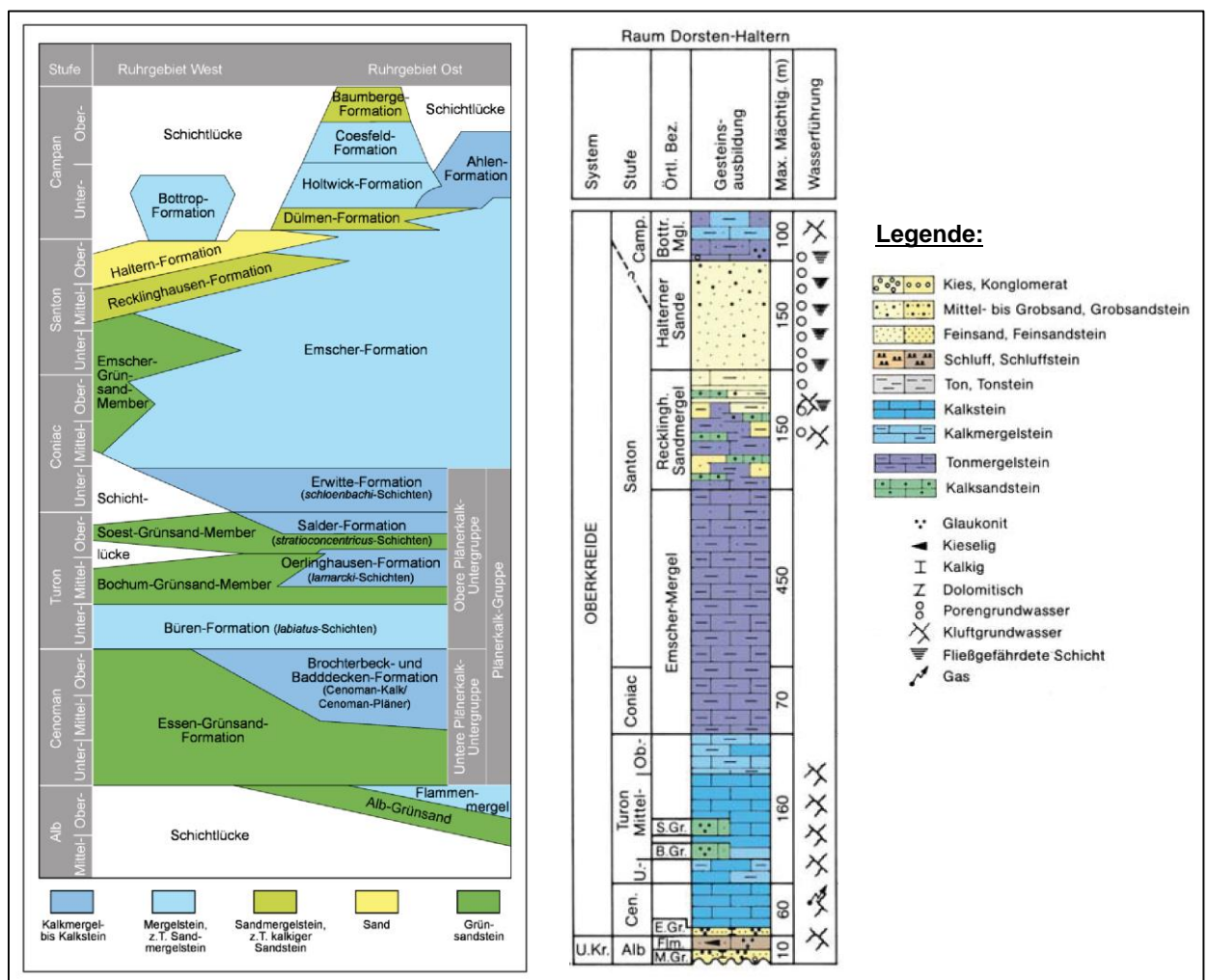


Abb. 1: Schematisches Deckgebirgsprofil für den Betrachtungsraum (ohne Zechstein und Buntsandstein) nach MÜLLER (1982, rechts) und stratigraphische Gliederung des Deckgebirges nach ABELS ET AL. (2010, links)

Das obere Grundwasserstockwerk ist in den Quartär- und Oberkreideschichten mit freier Grundwasseroberfläche ausgebildet.

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.

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. Im südöstlichen Ausbissbereich dieser Formation hat sich ein oberflächennahes Süßwassersystem ausgebildet.

- 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 lokal zu einem Versatz der Deckgebirgsschichten führen. Allerdings enden die Hauptquerstörungen zum überwiegenden Teil im Niveau des Emscher Mergels und setzen sich nur bereichsweise bis zur Quartärbasis fort (s. Anl. 4). Gemäß den Daten des Informationssystems Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:50.000 (IS GK 50, GD NRW) setzen sich im Betrachtungsraum der Primus-Sprung, der Julia-Constantin-

Sprung, der Sekundus-Sprung, der Tertius-Sprung (nur am Nordrand der Box Friedrich der Große), der Quartus-Sprung und der Quintus-Sprung bis an die Quartärbasis fort (vgl. Anl. 3).

Der Versatz an der Karbonoberfläche ist dabei unterschiedlich stark ausgebildet. Im Bereich der Hauptquerstörungen Primus-Sprung, Julia-Constantin-Sprung, Sekundus-Sprung, Tertius-Sprung, Quartus-Sprung, Quintus-Sprung und Achenbach-Sprung liegt der Versatz der Karbonoberfläche im Bereich weniger Zehnermeter; insgesamt ist eine Zunahme der Versatzbeträge entlang der Hauptquerstörungen in nördlicher Richtung zu beobachten.

Die Versatzbeträge der Karbonoberfläche an den Querstörungen sind im Vergleich zur Mächtigkeit des basalen Grundwasserstockwerks insgesamt gering. Daher ist hier eine signifikante Verengung des hydraulisch wirksamen Querschnitts im Niveau des tiefen Grundwasserstockwerks an den Hauptstörungszonen nicht zu erwarten. Allerdings gehen COLDEWEY & WESCHE (2017) davon aus, dass auch im Niveau der Cenoman/Turon-Schichten infolge "clay smear" die Durchlässigkeit der Störungsflächen herabgesetzt ist (s.u.). Vom Grundsatz her ist aber hinsichtlich der hydraulischen Wirksamkeit der tektonischen Deckgebirgsstörungen für den Untersuchungsbereich davon auszugehen, dass keine grundsätzliche Behinderung der Grundwasserzirkulation zwischen den tektonischen Schollen 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. Nach COLDEWEY & WESCHE (2017) ist aber auch in diesen Schichten mit gewissen Tonbelägen in den Störungszonen zu rechnen.

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 räumliche Verteilung der Abbaubereiche in der Wasserprovinz Carolinenglück ist in Anl. 2 dargestellt. Detailangaben zu den Abbaubereichen liegen aus der aktuellen Abbaudatenbank der RAG vor. Für die Box Adolf von Hanseemann sowie für Teilbereiche der Box Ickern fehlen in dieser Datenbank entsprechend detaillierte Angaben. Für diese Bereiche wurde auf eine ältere überschlägige Bestandsaufnahme der RAG - die sogenannten „BRUNGS-Flächen“ zurückgegriffen; diese Daten wurden 2016 durch die RAG überarbeitet und beinhalten Angaben zu Abbauteufen und zur gebauten Flözmächtigkeit. Auch wenn diese Daten in Details unvollständig oder ungenauer sein können, sind sie für die vorliegende Bearbeitung dennoch ausreichend.

Die Lage der Abbaubereiche wird durch die im Untersuchungsbereich auftretenden tektonischen Strukturen geprägt. Die Wasserprovinz Carolinenglück setzt sich aus vielen ehemaligen Kleinzechen zusammen, die im Laufe der Abbaugeschichte im Betrachtungsraum vereinigt und umbenannt wurden. Im Box-Modell der DMT wird die Wasserprovinz Carolinenglück in 18 hydraulische Boxen gegliedert.

Im südwestlichen Teil der Wasserprovinz Carolinenglück hat bis in den Bereich des Castroper Horstes hinein flächenhaft Abbau stattgefunden. Unterbrochen werden die Abbaubereiche hier nur von einigen tektonisch stärker beanspruchten Überschiebungszonen (z.B. Gelsenkirchener- und Hannibal-Überschiebung).

Im nordöstlichen Teil der Wasserprovinz Carolinenglück konzentriert sich der Abbau stärker auf die Essener Hauptmulde und deren näherem Umfeld. Insbesondere im Bereich der Box Adolf von Hanseemann hat nach den vorliegenden Unterlagen nur lokal begrenzt Abbau stattgefunden.

- Zeitliche Entwicklung der Abbaubereiche (Anl. 5)

Im Bereich der Wasserprovinz Carolinenglück wurde ab Mitte des 19. Jahrhunderts Steinkohle gefördert. Zu Beginn der industriellen Steinkohlenförderung im Betrachtungsraum beschränkte sich der Abbau im Wesentlichen auf die südwestlich des Sekundus-Sprungs gelegenen Zechen Centrum Morgensonne, Hannover, Königsgrube, Carolinenglück und Shamrock in der Essener Hauptmulde und dem Wattenscheider Hauptsattel. Anschließend weitete sich der Abbau sukzessive in nordöstlicher Richtung aus. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurden mit Betriebsbeginn der Zechen Friedrich der Große, Mont Cenis, Erin und Lothringen Abbaubereiche im Marler Graben erschlossen. Weiterhin wurden nordöstlich des Tertius-Sprungs die Bergwerke Graf Schwerin, Victor und Adolf von Hanseemann in Betrieb genommen.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde im Betrachtungsraum mit Betriebsbeginn der Zeche Minister Achenbach erstmals auch nordöstlich des Quintus-Sprungs Steinkohle gefördert; der Abbau beschränkte sich dabei zunächst auf das heutige Westfeld (Box Minister Achenbach-West). Bis zum Ende der 1920er Jahre erreichte der Abbau mit Betriebsbeginn der Zechen Ickern und Waltrop sowie der Erschließung des Ostfeldes von Minister Achenbach (Box Minister Achenbach-Ost) die nordöstlichsten Bereiche des Betrachtungsraums. Im Anschluss wurde auf allen Zechen der Wasserprovinz Carolinenglück bis zum Ende der 1950er Jahre Steinkohle gefördert.

Ab Anfang der 1960er Jahre wurden die Zechen im Betrachtungsraum nach und nach stillgelegt. Mit Betriebsende der Bergwerke Königsgrube, Centrum Morgensonne, Carolinenglück, Constantin und Shamrock erfolgte zunächst die Stilllegung

eines Großteils der Abbaubereiche südwestlich des Marler Grabens. Weiterhin wurde durch die Stilllegung der Zechen Lothringen, Graf Schwerin und Adolf von Hanseemann auch der Abbau im Wattenscheider Sattel großflächig eingestellt. In den 1970er und 80er Jahren erfolgte dann die Einstellung des Abbaus im Marler Graben (Boxen Friedrich der Große, Mont Cenis und Erin) sowie die Stilllegung der im Gelsenkirchener Hauptsattel und in der Essener Hauptmulde gelegenen Abbaubereiche der Zechen Victor, Ickern und Waltrop.

Die letzten Abbaubereiche im Betrachtungsraum wurden bis in die 1990er Jahren in der Essener Hauptmulde betrieben (Box Minister Achenbach-West); die Einstellung des Abbaus im Betrachtungsraum endete mit Stilllegung des Bergwerks Minister Achenbach im Jahr 1992. Einen entsprechenden Überblick über die zeitliche Entwicklung der Abbaubereiche im Betrachtungsraum liefert Anl. 5.

Zum Schutz der nördlich der Wasserprovinz Carolinenglück verbliebenen aktiven Bergwerke wurde die Wasserhaltung im Betrachtungsraum aufrechterhalten.

- Abbauteufen (Anl. 6)

Einen Überblick über die räumliche Verteilung der Abbaubereiche im Betrachtungsraum liefert Anl. 6. Demnach ist im Betrachtungsraum flächenhafter Abbau oberhalb von -600 mNHN betrieben worden; auch Abbauteufen zwischen -600 und -800 mNHN wurden weiträumig erreicht.

Größere Abbauteufen zwischen -800 und -1.000 mNHN sind im Wesentlichen in den Kernbereichen der Essener Hauptmulde, vor allem südwestlich des Sekundus-Sprungs (Box Constantin), im Marler Graben (Box Mont Cenis) und nordöstlich des Quintus-Sprungs (v. a. Box Minister Achenbach-West) erreicht worden. Da-

neben wurden im Marler Graben auch nordöstlich und südöstlich der zentralen Essener Hauptmulde entsprechende Abbauteufen erreicht (Boxen Friedrich der Große und Lothringen). In diesen Bereichen wurden lokal auch Abbauteufen unterhalb von -1.000 mNHN erreicht. Die tiefsten Abbaubereiche in der Wasserprovinz Carolinenglück befinden sich im Abbaufeld Mont Cenis in einem Teufenniveau um -1.200 mNHN.

- Abbaumächtigkeiten (Anl. 7)

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

Danach treten weiträumig abgebaute Mächtigkeiten bis zu 10 m auf. Insbesondere in den Abbauschwerpunkten innerhalb der Essener Hauptmulde und im Bereich des Marler Grabens werden auch abgebaute Mächtigkeiten von über 20 m erreicht (max. bis rd. 28 m dokumentiert). Demgegenüber gehen die abgebauten Mächtigkeiten in den tektonisch stärker beanspruchten Faltungszonen der Box Shamrock deutlich unter 10 m zurück.

Im nordöstlichen Teil der Wasserprovinz Carolinenglück erreichen die abgebauten Mächtigkeiten in den Boxen Ickern und Waltrop sowie im nordöstlichen Teil der Box Minister Achenbach-Ost insgesamt deutlich geringere Werte von im Allgemeinen maximal 5,0 bis 7,5 m.

Markante abrupte Wechsel der abgebauten Mächtigkeiten zeigen sich insbesondere im Bereich des Sekundus-Sprunges, an dem unmittelbar östlich folgenden

Mont-Cenis-Sprung sowie an den Abbaugrenzen der Boxen Erin und Minister Achenbach West zur Box Adolf von Hanseemann im Bereich von Quartus- und Quintus-Sprung.

## 5     **Hydraulische Gliederung der Wasserprovinzen**

Die Hauptwasserhaltung in der Wasserprovinz Carolinenglück erfolgt aktuell am Schacht Carolinenglück 2 im Niveau oberhalb der 8. Sohle bei -705 mNHN. Die hydraulische Anbindung an die Großprovinz Lohberg erfolgt im südwestlichen Teil der Wasserprovinz Carolinenglück über die Boxen Hannover West und Hannover Ost an die Wasserprovinz Zollverein (Box Holland):

- zwischen der Box Holland (WP Zollverein) und der Box Hannover West (WP Carolinenglück) besteht eine hydraulische Verbindung im Flöz Dickebank im Niveau -908 mNHN; in der Box Holland hat sich im Zuge der Wasserhaltung in der Wasserprovinz Zollverein ein Standwasserniveau von -930 mNHN eingestellt;
- die Box Hannover West selbst ist erst ab einem Niveau von -675 mNHN über die Box Hannover Ost hydraulisch an die übrigen Boxen der Wasserprovinz Carolinenglück angebunden; die tiefere Verbindung über die 950 m-Sohle wurde durch einen Wasserdamm in einem Niveau von rd. -888 mNHN abgedämmt.
- die Box Hannover West ist daher nicht an die derzeitige Wasserhaltung der Wasserprovinz Carolinenglück bei -705 mNHN angebunden; die Entwässerung erfolgt über die Box Holland; es wird davon ausgegangen, dass sich in der Box Hannover West ein Standwasserniveau von etwa -906 mNHN eingestellt hat.

## 5.1 Hydraulische Verbindungen und Standwasserniveaus

Im Box-Modell der DMT werden für die WP Carolinenglück 18 hydraulische Boxen unterschieden. Die Grubenwässer laufen im Wesentlichen der zentralen Wasserhaltung am Standort Schacht Carolinenglück 2 zu. Anhand der aktuellen Standwasserniveaus und Grubenwasserströmungen lassen sich für die WP Carolinenglück zwei Teilprovinzen (TP) unterscheiden (s. Anl. 8):

TP C1 („Carolinenglück West“) -

Die Standwasserniveaus haben sich in diesem Bereich durch die Wasserhaltung Carolinenglück in einem Niveau zwischen -705 mNHN und -676 mNHN eingestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Standwasserniveaus lassen sich hier zwei Zonen unterscheiden:

- eine südwestliche Zone, in der das Standwasserniveau durch die Wasserhaltung im Schacht Carolinenglück 2 bei -705 mNHN gehalten wird (Boxen Centrum Morgensonne und Carolinenglück);
- eine zentrale und nordöstliche Zone mit einem Standwasserniveau zwischen -683 und -675 mNHN, aus der das Grubenwasser der Wasserhaltung Carolinenglück über die Box Hannover Ost zuläuft.

TP C2 („Carolinenglück Ost“) -

In dieser Teilprovinz haben sich die Standwasserniveaus bereits auf einem höheren Niveau zwischen -407 mNHN und -360 mNHN eingestellt. Die in diesem Bereich zulaufenden Grubenwässer treten über einen Querschlag auf der 3. Sohle Victor im Niveau um -428 mNHN der Box Friedrich der Große der TP C1 („Carolinenglück West“) zu.



Aufgrund der unterschiedlichen Standwasserniveaus lassen sich auch hier zwei Zonen unterscheiden:

- die nördliche Box Waltrop mit einem Standwasserniveau von -360 mNHN und
- die übrigen fünf Boxen mit einem etwa einheitlichen Standwasserniveau zwischen -407 und -404 mNHN.

Die am südwestlichen Rand der Wasserprovinz Carolinenglück gelegene Box Hannover West ist bei den aktuellen Standwasserniveaus hydraulisch der Wasserprovinz Zollverein zuzuordnen und daher mit Blick auf die zeitliche Entwicklung des Standwasserniveaus in der Wasserprovinz Zollverein gesondert zu betrachten.

## 5.2 Bisheriger Verlauf des Grubenwasseranstiegs

Die Erfassung der Standwasserniveaus in der Wasserprovinz Carolinenglück erfolgte über sechs Lotungsstellen (s. Anl. 8). Die zeitliche Entwicklung der Standwasserniveaus an den Lotungsstellen in der WP Carolinenglück ist in Abb. 2 dargestellt.

- Standwasserniveaus TP C1 („Carolinenglück West“)

Der Abbau wurde in diesem Bereich bereits in den 1960er und 1970er Jahren stillgelegt. Angaben zum Verlauf des Grubenwasseranstiegs liegen ab 1988 vor. Danach erfolgte im Schacht Carolinenglück 2 bis Ende 2015 eine Wasserhaltung im Niveau um -915 mNHN. In 2016 wurde das Wasserhaltungsniveau in Carolinenglück zusammen mit dem Standwasserniveau in der Box Centrum Morgensonne auf rd. -705 mNHN angehoben.

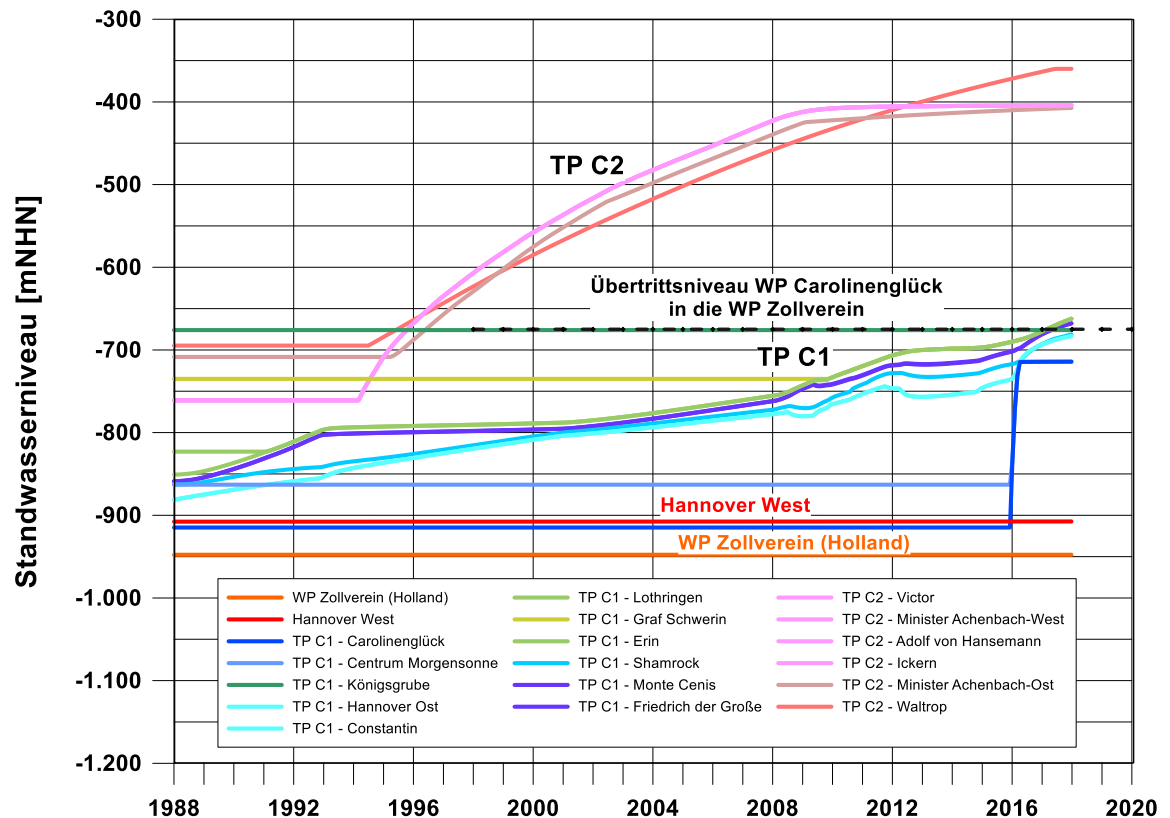


Abb. 2: Verlauf der Standwasserniveaus im Bereich der WP Carolinenglück zwischen 1988 und 2017

Die hydraulische Anbindung der übrigen Boxen der TP C1 an den Wasserhaltungsbereich Carolinenglück über die Verbindung im Niveau -896 mNHN ist offensichtlich nur eingeschränkt wirksam. Das Standwasserniveau stieg hier zwischen 1988 und 2012 von rd. -850 mNHN bis auf ein Niveau zwischen -700 mNHN (Lothringen 6) und -750 mNHN (Hannover Ost) an.

Mit dem Übertritt der Wässer aus der TP C2 (s.u.) nahm die Anstiegsgeschwindigkeit dabei zwischen 2009 und 2011 zwischenzeitlich deutlich zu. Mit der Anhebung des Wasserhaltungsniveaus Carolinenglück in 2016 stieg das Standwas-

erniveau in den übrigen Boxen der TP C1 nochmals um einige Meter bis auf das aktuelle Niveau um -680 mNHN an.

In der Box Königsgrube wird für diesen Betrachtungszeitraum ein konstantes Standwasserniveau im Niveau der Übertrittsstelle zur Box Hannover West bei -675 mNHN angenommen.

- Standwasserniveaus TP C2 („Carolinenglück Ost“)

Der Abbau wurde in der TP C2 zu Beginn der 1990er Jahre eingestellt (Minister Achenbach-West; vgl. Kap. 4.3). Angaben zur Entwicklung des Grubenwasseranstiegs liegen ab 1988 vor. Danach wurde die Wasserhaltung um 1994 eingestellt. Das Grubenwasser stieg in der TP C2 außerhalb der Box Waltrop weitgehend einheitlich von rd. -760 mNHN in 1994 bis auf das Niveau der Übertrittsstelle zur südwestlichen TP C1 bei -428 mNHN an und trat dann in die TP C1 über; in der Box Minister Achenbach-Ost wurde die Wasserhaltung in 1995 eingestellt; der Anstieg erfolgte dann aber etwa parallel zu den übrigen Boxen. Seit etwa 2012 stagniert das Standwasser hier in einem Niveau um -404 bis -407 mNHN.

In der Box Waltrop erfolgte der Grubenwasseranstieg zwischen 1994 und 2011 mit weitgehend konstanter Geschwindigkeit bis auf ein Niveau von rd. -400 mNHN; mit dem weiteren Anstieg über das Standwasserniveau der angrenzenden Box Minister Achenbach-Ost nahm die Anstiegsgeschwindigkeit dann sukzessive ab. Bis Ende 2017 stellte sich ein konstantes Standwasserniveau um -360 mNHN ein; die hydraulische Verbindung Waltrop - Minister Achenbach-Ost bei -494 mNHN ist dabei offensichtlich nur eingeschränkt wirksam.

### 5.3 Bereits eingestaute Abbaubereiche

Die räumliche Verteilung der bereits eingestauten Grubenbaue und die maximal erreichten Einstauhöhen in den Abbaubereichen sind in Anl. 9 dargestellt.

In der TP C1 liegen die Einstauhöhen der Abbaubereiche flächenhaft bei rd. 100 bis 200 m. Im Kernbereich der Essener Hauptmulde (Box Constantin) werden maximale Einstauhöhen von 300 bis 400 m und im Marler Graben zwischen 400 und 500 m, sehr lokal auch zwischen 500 und 600 m (Mont Cenis) erreicht.

In der TP C2 ist der Grubenwasseranstieg bereits weiter fortgeschritten, so dass hier auch insgesamt bereits größere Einstauhöhen vorliegen. Flächenhaft wurden hier in den Abbaubereichen Einstauhöhen zwischen 200 und 300 m erreicht. In den Abbauschwerpunkten erreichen die Einstauhöhen weiträumig Beträge zwischen 300 und 500 m; im nördlichen Teil der Box Minister Achenbach-West werden die maximalen Einstauhöhen mit Beträgen von 500 bis 600 m erreicht.

## **6 Übersicht Bodenbewegungen**

### **6.1 Abbaubedingte Bodensenkungen**

Das Ausmaß der im Zuge des Grubenwasseranstiegs zu erwartenden Bodenhebungen korreliert 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 Carolinenglück (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 Carolinenglück 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 Essener Hauptmulde sowie in den nordwestlich und südöstlich davon gelegenen tektonischen Hauptstrukturen Gelsenkirchener- und Wattenscheider Sattel auf.

Südwestlich des Tertius-Sprunges treten weitflächig Bodensenkungen zwischen 5 und 10 m auf. In den Abbauschwerpunkten werden hier Senkungen zwischen 10 und 15 m erreicht.

Nordöstlich des Tertius Sprunges konzentrieren sich die Bodensenkungen zunehmend auf den zentralen Bereich der Essener Hauptmulde und deren Umfeld. In den Abbauschwerpunkten der Boxen Erin, Victor und Minister Achenbach-West treten Bodensenkungen zwischen 5 und 10 m auf; lokal werden Senkungen bis 20 m erreicht.

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. In einigen Bereichen sind zusätzliche bzw. stärkere Bodensenkungen ausgewiesen:

- im Bereich des Marler Grabens treten gemäß HARNISCHMACHER (2012) deutlich weiträumiger Bodensenkungen von 5 bis 10 m auf (Anl. 10.3);
- im Bereich Victor erreichen die Bodensenkungen gemäß EMSCHERGENOSSENSCHAFT (2014) Beträge um 10 bis 15 m;
- im Bereich Adolf von Hanseemann treten gemäß HARNISCHMACHER (2012) sowie auch EMSCHERGENOSSENSCHAFT (2014) zusätzliche Bereiche mit deutlichen Bodensenkungen von 5 bis 10 m auf (zusätzliche Abbauf Flächen aus „BRUNGS-Flächen“- Datensatz).

Die verfügbaren Daten zu den abbaubedingten Bodensenkungen im Bereich der Wasserprovinz Carolinenglück ergeben insgesamt ein für die vorliegende Bearbeitung ausreichend schlüssiges Bild.

Für die vorliegende Betrachtung markante Senkungsrandbereiche treten danach insbesondere an den Abbaurändern entlang folgender Hauptquerstörungen auf (vgl. Anl. 10):

- Sekundus-Sprung im Bereich der Box Shamrock
- Tertius-Sprung im Bereich der Box Friedrich der Große
- Quintus-Sprung im Bereich der Boxen Victor und Adolf von Hansemann.

Weitere Hebungsrandbereiche können an den Hauptquerstörungen auch innerhalb der Abbauflächen dort auftreten, wo der Grubenwasseranstieg auf beiden Seiten einer solchen Störung ungleichmäßig erfolgt (vgl. Kap. 7.3).

## 6.2 Unstetigkeiten

Die bei der RAG dokumentierten Unstetigkeiten sind in Anl. 10.1 dargestellt. In dem von der RAG bereit gestellten Datensatz sind Unstetigkeiten mit Datumsangaben im Zeitraum 1906 bis 2017 dokumentiert.

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 Primus-Sprung in den Boxen Centrum Morgensonne, Hannover West und Königsgrube, am Julia-Constantin-Sprung in Box Constantin und am Sekundus-Sprung im Bereich der Boxen Constantin und Shamrock auf.

Von den oben aufgeführten markanten Hebungsrandbereichen (Kap. 6.1) ist somit nur der Sekundus-Sprung durch markante Unstetigkeiten gekennzeichnet.

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

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 auch davon abhängig, inwieweit noch Restsenkungen stattfinden, abbaubedingte Senkungen abgeschlossen sind oder bereits erste Hebungen stattgefunden haben.

Im Bereich der WP Carolinenglück wurde die Abbautätigkeit im Wesentlichen vor 1990 eingestellt (vgl. Anl. 5). Die letzten einzelnen Abbaufelder im Baufeld Vereinigte Minister Achenbach wurden 1992 stillgelegt. Es ist daher davon auszugehen, dass die durch den Abbau bedingten Bodensenkungen im Wesentlichen abgeschlossen sind. Im Zuge des bereits erfolgten Grubenwasseranstiegs (s. Kap. 5.2) sind insbesondere im Bereich der TP C2 („Carolinenglück Ost“), wo in weiten Bereichen bereits Einstauhöhen um 500 m erreicht wurden (vgl. Anl. 9), bereits erste Hebungen zu erwarten (s. Abb. 5).

Zur Vermittlung eines Überblicks der aktuellen Bodenbewegungssituation im Betrachtungsraum wurden entsprechend der hydraulischen Gliederung sowie der zeitlichen Entwicklung des Abbaus repräsentative Vermessungspunkte des Leitnivelements ausgewählt und die zugehörigen Vermessungsdaten für die einzelnen Teilprovinzen in Diagrammform dargestellt. Bei der Auswahl wurden solche Vermessungspunkte berücksichtigt, für die kontinuierlich Messdaten aus dem Zeitraum ab 2000 bis 2016 vorliegen. Darüber hinaus wurde die langfristige zeit-



liche Entwicklung der Bodenbewegungen in Abhängigkeit vom Verlauf des Grubenwasseranstiegs ab den 1980er Jahren an einzelnen ausgewählten Höhenfestpunkten dargestellt. Die Lage der repräsentativen Höhenfestpunkte ist in Anl. 5 und Anl. 9 dargestellt. Die wesentlichen Charakteristika der Bodenbewegungen nach Abbauende sind für die einzelnen Teilprovinzen im Folgenden erläutert.

- TP C1

Die für die TP C1 ausgewählten Höhenfestpunkte (HFP) zeigen für den Zeitraum ab 2000 eine einheitliche Senkungstendenz mit unterschiedlichen Senkungsbeträgen bis zu maximal rd. 0,10 m am HFP 4409900168 in der Box Erin (vgl. Abb. 3). Da die Abbaueinwirkungen hier sicher abgeklungen sind, sind die beobachteten Bodenbewegungen als Folge des Grubenwasseranstiegs zu bewerten („Sättigungssetzung“).

Den entsprechenden Zusammenhang verdeutlicht die zeitliche Entwicklung der Bodenbewegungen und des Grubenwasseranstiegs am Standort des HFP 4409900168 für den Zeitraum nach der Einstellung des Abbaus 1984 in Abb. 4. Die in Abb. 4 dargestellten Bodenbewegungen sind bezogen auf die Messung im Jahr 1980. Im Zeitraum 1980 bis 1984 zeigen sich Bodensenkungen von rd. 1,0 m infolge der Abbaueinwirkung. Nach Einstellung des Abbaus klingen die Bodenbewegungen bis 1992 aus; in dieser Phase hat der Grubenwasseranstieg bereits begonnen. Im Zuge des weiteren Grubenwasseranstiegs zeigt sich ab etwa 1993 eine signifikante Zunahme der Bodensenkungen. Mit der Zunahme der Geschwindigkeit des Grubenwasseranstiegs ab 2004 stellt sich auch eine signifikante Zunahme der Bodensenkungen ein. Ab 2013 gehen dann Bodensenkungen und Grubenwasseranstieg deutlich zurück.

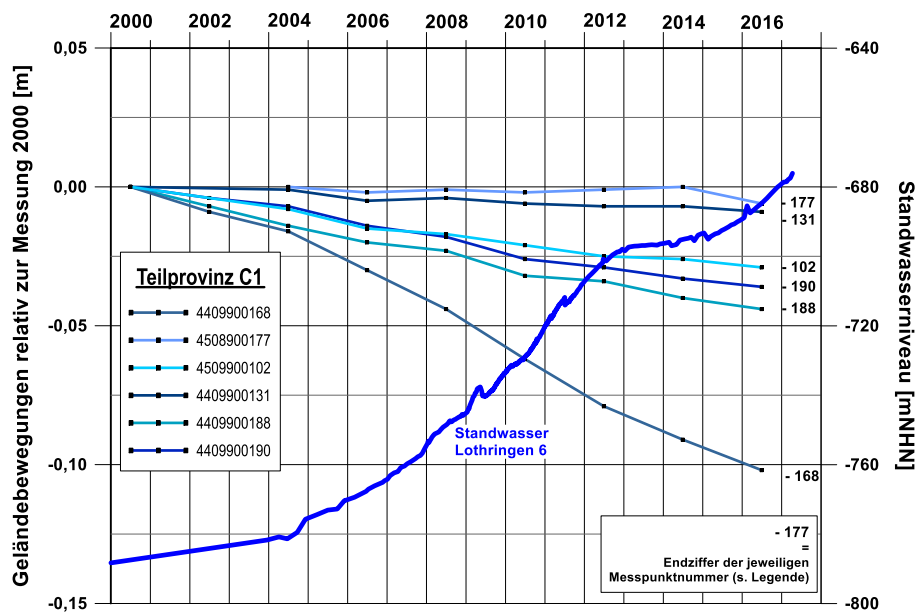


Abb. 3: Bodenbewegungen an ausgewählten Höhenfestpunkten in der TP C1 („Carolinenglück West“) - Zeitraum 2000 bis 2016

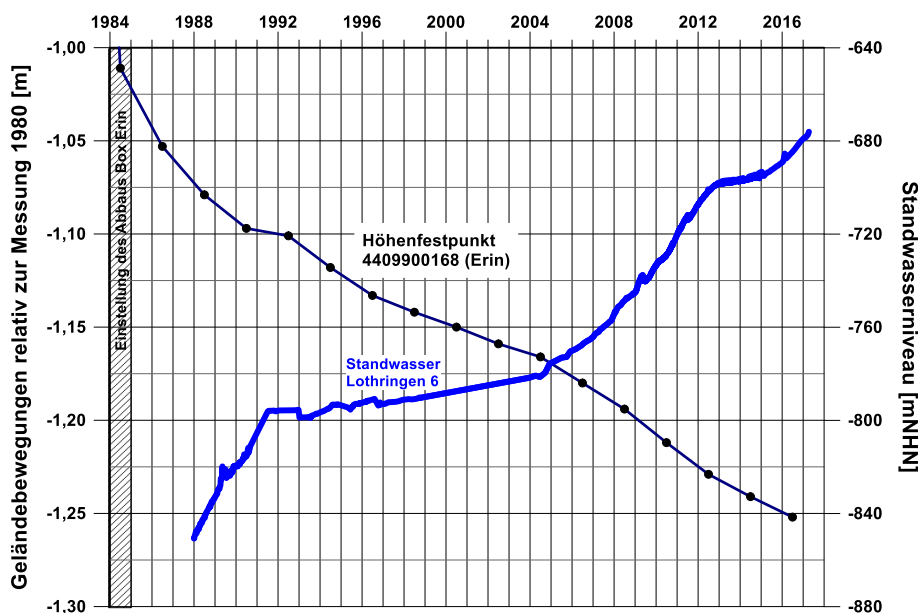


Abb. 4: Entwicklung der Bodenbewegungen im Rahmen des Grubenwasseranstiegs nach Ende der Abbaueinwirkung am Beispiel eine Höhenfestpunktes aus der Box Erin (TP C1 - „Carolinenglück West“) - Zeitraum 1984 bis 2016

Diese signifikante Korrelation der Geschwindigkeiten von Bodensenkungen und Grubenwasseranstieg deutet auf Sättigungssetzungen infolge des Einstaus der Abbaubereiche hin. Diese Entwicklung der Bodenbewegungen zeigt, dass in den bereits eingestauten Abbaubereichen der TP C1 im Zuge des bisherigen Grubenwasseranstiegs flächenhaft Bodensenkungen im Zentimeterbereich aufgetreten sind. Da die bisher erzielten Einstauhöhen im Wesentlichen auf Beträge unter 300 m begrenzt sind, haben offensichtlich noch keine Bodenhebungen eingesetzt.

In den Abbauschwerpunkten z.B. der Box Mont Cenis, wo bereits Einstauhöhen um 400 bis 500 m erreicht wurden, ist damit zu rechnen, dass hier nach Abbauende im Rahmen des Grubenwasseranstiegs vergleichsweise stärkere Bodensenkungen aufgetreten sind und möglicherweise auch bereits erste Bodenhebungen eingesetzt haben (vgl. TP C2).

#### - TP C2

Die ausgewählten Höhenfestpunkte (HFP) aus der TP C2 zeigen ab 2000 im Wesentlichen stagnierende Bodenbewegungen bzw. sukzessive einsetzende Bodenhebungen (Abb. 5). Auch in den Abbaurandbereichen, wie am HFP 4311900471 in der Box Minister Achenbach-Ost zeigen sich keine signifikanten Bodensenkungen mehr.

In den Abbauschwerpunkten der Boxen Waltrop (HFP 4310900-117 / -133), Ickern (HFP 4310900460) und Minister Achenbach-West (HFP 4410900174) treten demgegenüber bereits Bodenhebungen im Zentimeterbereich auf. Dabei sind für den Zeitraum 2000 bis 2016 maximale Bodenhebungen von rd. 0,05 m am HFP 4310900460 (Box Ickern) dargestellt; diese stehen wahrscheinlich im Zu-

sammenhang mit dem Einstau der tiefen Abbaubereiche in der Box Minister Achenbach-West unmittelbar südöstlich des Festpunktstandortes (vgl. Anl. 9).

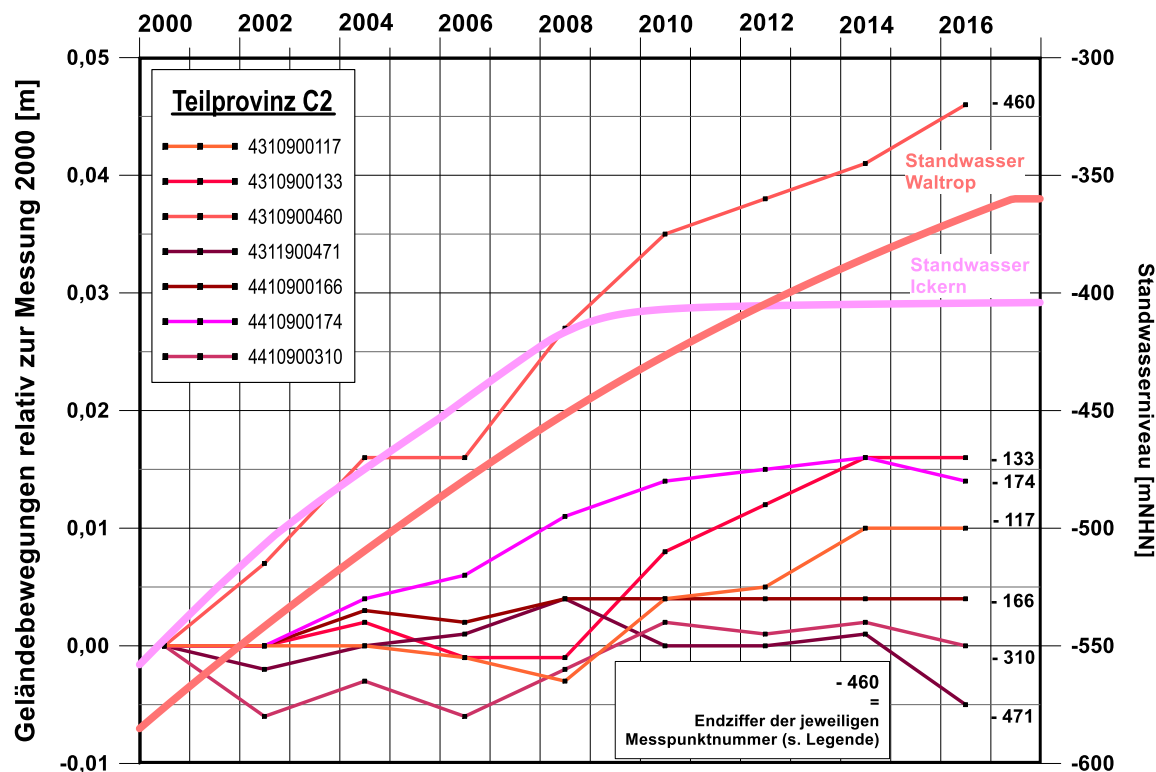


Abb. 5: Bodenbewegungen an ausgewählten Höhenfestpunkten in der TP C2 („Carolinenglück Ost“) - Zeitraum 2000 bis 2016

Zur Erfassung der Übergangsphase von den Bodensenkungen zum Einsetzen der Bodenhebungen in Abhängigkeit von der Entwicklung des Grubenwasseranstiegs ist die längerfristige zeitliche Entwicklung der Bodenbewegungen für zwei repräsentative Höhenfestpunkte aus dem Einflussbereich der Abbauschwerpunkte Waltrop (HFP 4310900133) und Minister Achenbach-West (HFP 4310900460) ab 1980 bzw. 1984 in Abb. 6 dargestellt.

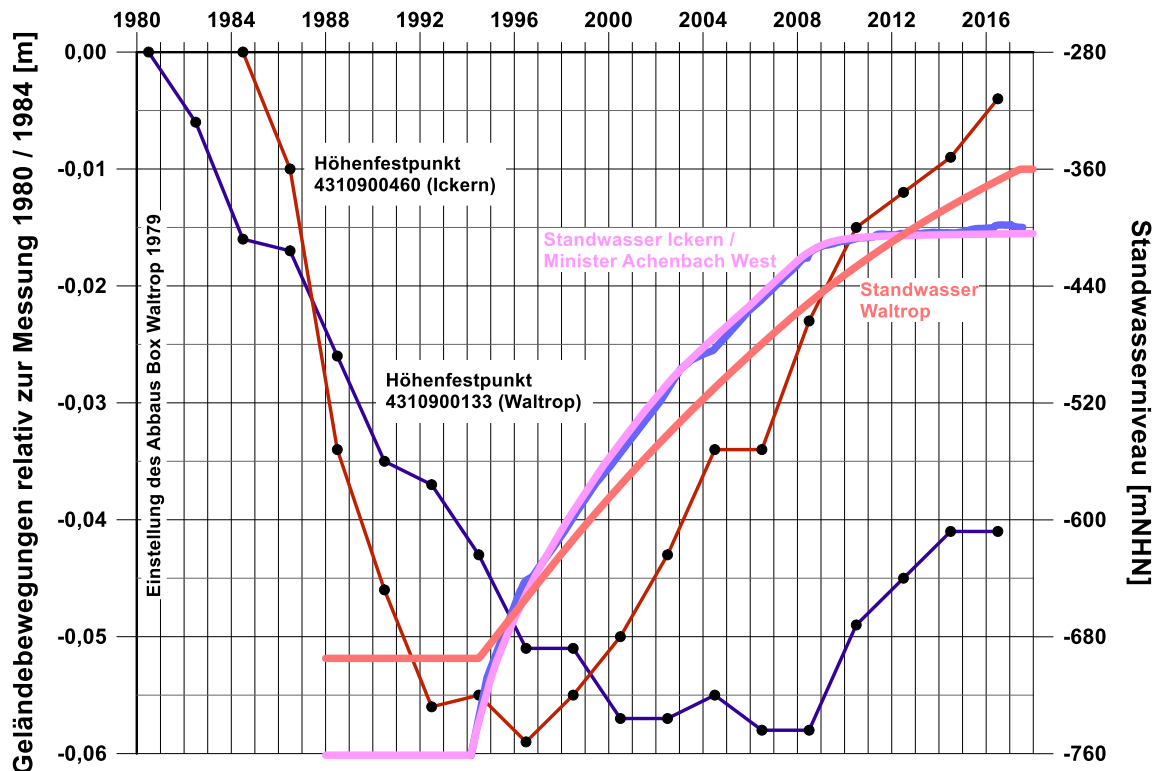


Abb. 6: Entwicklung der Bodenbewegungen im Rahmen des Grubenwasseranstiegs nach Ende der Abbaueinwirkung am Beispiel von zwei Höhenfestpunkten aus den Boxen Waltrop und Ickern (TP C2 - „Carolinenglück Ost“) - Zeitraum 1980/1984 bis 2016

In der Box Waltrop wurde der Abbau 1979 eingestellt; im Zuge des Grubenwasseranstiegs zeigten sich bis in das Jahr 2000 Bodensenkungen im Zentimeterbereich. Mit Erreichen eines Standwasserniveaus von -600 mNHN in 2000 gingen die Bodensenkungen deutlich zurück; mit Erreichen eines Standwasserniveaus von -480 mNHN in 2008 setzten dann deutliche Bodenhebungen ein. Zu diesem Zeitpunkt war in diesem Bereich eine maximale Einstauhöhe der Abbaue von rd. 370 m erreicht.

Im Umfeld des Abbauschwerpunktes am Nordrand der Box Minister Achenbach traten bis etwa 1991 signifikante Restsenkungen im Zentimeterbereich auf; danach stagnieren die Bodenbewegungen kurzzeitig. Ab 1997 setzen dann hier deutliche Bodenhebungen ein. Zu diesem Zeitpunkt erreichte das Standwasser ein Niveau von -640 mNHN; die maximale Einstauhöhe der Abbaue im angrenzenden Abbaufeld Minister Achenbach-West betrug dabei rd. 330 m. Im Zeitraum 1996 bis 2016 sind hier insgesamt rd. 0,055 m Hebungen aufgetreten.

Die Übersicht der Vermessungsdaten aus dem Bereich der TP C2 verdeutlicht, dass hier in den Abbauschwerpunkten bereits deutliche Bodenhebungen im Zentimeterbereich eingesetzt haben. Hebungsbewegungen setzen hier in Bereichen ein, in denen das Grubenwasser bis über ein Niveau von -640 mNHN angestiegen war und in den tiefsten, nächst gelegenen Abbaubereichen bereits Einstauhöhen von mindestens rd. 300 m erreicht wurden. Diese Beobachtungen passen zu den Beobachtungen aus dem Bereich der TP C1, wo der Grubenwasseranstieg erst bis auf rd. -675 mNHN erfolgt ist und bisher noch keine signifikanten Hebungen festzustellen sind bzw. eher geringe Senkungstendenzen dominieren.

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

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

Das Wasserhaltungskonzept der RAG (Stand 08.2018) sieht die Einstellung der Zentralen Wasserhaltungen WP Carolinenglück für den 01.07.2021 vor. Die WP Carolinenglück ist hydraulisch mit der angrenzenden WP Zollverein verbunden.

Die im Bereich der WP Carolinenglück zulaufenden Grubenwässer sollen über eine Richtstrecke in einem Niveau von etwa -675 mNHN über die Box Hannover West in die WP Zollverein übertreten. Die in der WP Zollverein zusammenlaufenden Grubenwässer sollen dann über die WP Prosper-Haniel der zentralen Wasserhaltung Lohberg zugeführt werden. Dort ist die langfristige Hebung der in der Großprovinz Lohberg zuströmenden Grubenwässer am Standort Lohberg 1/2 auf -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 dem benötigten hydraulischen Gefälle höhere Standwasserniveaus oberhalb des Standwasserniveaus der zentralen Wasserhaltung (-630 mNHN) einstellen. Für die WP Carolinenglück wird dazu der Grubenwasseranstieg bis 2040 auf ein Standwasserniveau zwischen -516 und -501 mNHN betrachtet („Betrachtungsniveau -515 mNHN“).

### 7.2 Anstiegsszenario

Die von der RAG zur Verfügung gestellte Prognose (08.2018) für den Grubenwasseranstieg in der Großprovinz Lohberg umfasst einen Betrachtungszeitraum von 2018 bis 2040. Die Hauptwasserhaltung der WP Carolinenglück soll danach in 07.2021 eingestellt werden. Einen groben schematischen Überblick über die Prognosen zum Verlauf des Grubenwasseranstiegs liefert Abb. 7.

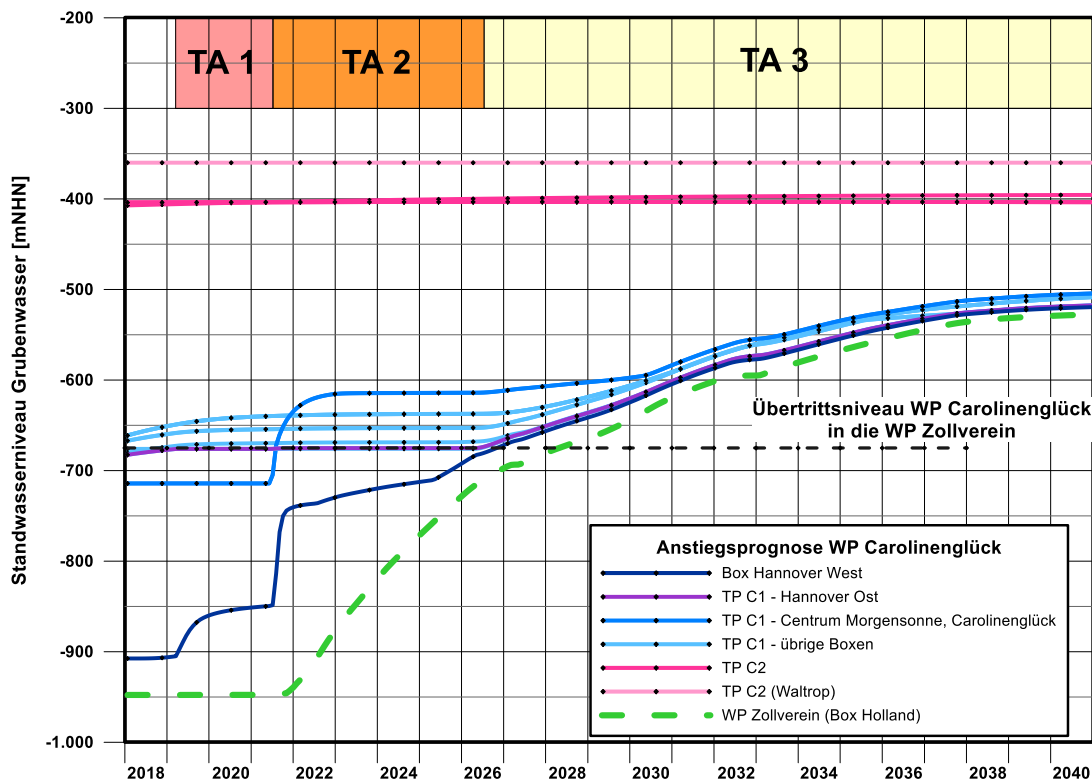


Abb. 7: Grobprognose des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinzen Carolinenglück (gemäß Angaben RAG) mit Gliederung in Teilanstiegsphasen (TA)

Das für die Wasserprovinz Carolinenglück festgelegte Betrachtungsniveau von ca. -515 mNHN wird sich danach etwa in 2040 einstellen.



In der TP C2 liegt das Standwasserniveau in den hydraulischen Boxen mit Niveaus zwischen -407 und -360 mNHN bereits oberhalb des Betrachtungsniveaus für die Wasserprovinz Carolinenglück (-515 mNHN); daher wird für diesen Bereich für den betrachteten Grubenwasseranstieg kein weiterer Anstieg der Standwasserniveaus erwartet.

In der TP C1 liegen die Standwasserniveaus überwiegend ebenfalls bereits auf einem vergleichsweise hohen Niveau. Im Rahmen des betrachteten Grubenwasseranstiegs wird das Standwasserniveau hier um max. rd. 160 m angehoben. Lediglich in den Boxen am südwestlichen Randbereich der WP Carolinenglück zur WP Zollverein (Hannover West, Centrum Morgensonne und Carolinenglück) findet ein Anstieg über 200 m statt.

Im Hinblick auf die Bewertung der zeitlich und räumlich veränderlichen Bodenbewegungsentwicklung kann der Gesamtverlauf des Grubenwasseranstiegs nach Einstellung der Hauptwasserhaltung in 2021 bis zur Einstellung eines stationären Fließregimes in der WP Carolinenglück in die drei Teilanstiegsphasen TA 1, TA 2 und TA 3 gegliedert werden:

- Teilanstiegsphase TA 1

In der Teilanstiegsphase TA 1 (Dauer rd. 2 Jahre, 2019 bis 2021) kommt es im Zuge des Weiteren sehr langsamen Grubenwasseranstiegs in der TP C1 zu einem Übertritt von Grubenwässern nach Hannover West. Das Standwasserniveau steigt dabei dort um rd. 56 m bis auf ein Niveau von -850 mNHN an; bei diesem Standwasserniveau treten die Grubenwässer dann der WP Zollverein zu. In der TP C1

stellt sich das Standwasser in dieser Zeit auf ein konstantes Niveau zwischen -640 und -675 mNHN ein.

In der westlich angrenzenden Box Holland der WP Zollverein stagniert das Standwasserniveau in dieser Zeit noch bei rd. -950 mNHN.

- Teilanstiegsphase TA 2

Die Teilanstiegsphase TA 2 (Dauer rd. 5 Jahre, 2021 bis 2026) beginnt mit Einstellung der Zentralen Wasserhaltung Carolinenglück in 07.2021. In den Boxen Centrum Morgensonne und Carolinenglück steigt das Grubenwasser nach Einstellung der Wasserhaltung innerhalb von 1,5 Jahren schnell um rd. 100 m bis auf ein Niveau von etwa -615 mNHN. In den übrigen Boxen der TP C1 stagnieren die Standwasserniveaus in der Teilanstiegsphase TA 2.

Auch in der Box Hannover West nimmt die Geschwindigkeit des Grubenwasseranstiegs in dieser Phase sehr stark zu. Bis Ende 2021 steigt das Grubenwasser um rd. 110 m bis auf ein Niveau von -740 mNHN an. Danach geht die Anstiegsgeschwindigkeit deutlich zurück (rd. 15 m/a); bis Mitte 2026 stellt sich ein Standwasserniveau um rd. -680 mNHN ein.

Ab 2022 treten die in der WP Carolinenglück zulaufenden Grubenwässer überwiegend in die WP Zollverein (Box Holland) zu. In der Box Holland setzt Ende 2021 im Zusammenhang mit der Einstellung der zentralen Wasserhaltung Zollverein ebenfalls ein kontinuierlicher Grubenwasseranstieg mit einer mittleren Geschwindigkeit von 55 m/a ein. Bis Mitte 2026 steigt das Standwasserniveau hier auf rd. -700 mNHN an.

### - Teilanstiegsphase TA 3

Mit Erreichen eines Standwasserniveaus von rd. -700 mNHN in der WP Zollverein (Box Holland) nehmen die Wasserübertritte aus der WP Carolinenglück sukzessive ab. In der Teilanstiegsphase TA 3 (Dauer rd. 14,5 Jahre, 2026 bis 2040) stellt sich dann in allen Boxen der TP C1 ein einheitlicher Grubenwasseranstieg ein. Das Standwasserniveau steigt dabei in den einzelnen Boxen der TP C1 parallel auf ein Niveau zwischen -516 mNHN (Hannover West) und -501 mNHN (Carolinenglück, Centrum Morgensonne) an.

Bei dieser Betrachtung wird davon ausgegangen, dass sich das Standwasserniveau in der TP C1 wenige Meter oberhalb des Standwasserniveaus der WP Zollverein in der Box Holland einstellt. Spätestens mit Erreichen des Betrachtungsniveaus von -515 mNHN in der TP C1 der WP Carolinenglück treten dann gemäß Prognose alle in der WP Carolinenglück zulaufenden Grubenwässer in die WP Zollverein über. Von dort strömen diese Grubenwässer zusammen mit den in der WP Zollverein zulaufenden Grubenwässern über die WP Prosper-Haniel der WP Lohberg zu und werden dort bei -630 mNHN gehoben.

## 7.3 Identifikation von markanten Hebungsrandbereichen

Markante Hebungsrandbereiche 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 in-

nerhalb des Betrachtungsraums Bereiche mit unterschiedlichem Verlauf des Grubenwasseranstiegs und daraus resultierendem Bodenbewegungspotenzial aneinander grenzen.

Im Hinblick auf die Bewertung möglicher Bergschäden mit einigem Gewicht im Rahmen des betrachteten Grubenwasseranstiegs bis etwa -515 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 für die WP Carolinenglück die folgenden markantesten Hebungsrandbereiche mit höchstem Einwirkungspotenzial im Hinblick auf die Ausbildung von Unstetigkeitszonen im Betrachtungsraum identifizieren (Anl. 13):

- A: Box Hannover West, Primus-Sprung,  
östlicher Abbaurand im Grenzbereich zur Box Hannover Ost;  
einseitiger Einstau am Primus-Sprung um rd. 230 m in der Box Hannover West, beginnend in der Teilanstiegsphase TA 1 in 2019; Gesamteinstauhöhe in der Box Hannover West erreicht hier Beträge zwischen 400 und 500 m;
- B: Box Friedrich der Große, Sekundus-Sprung  
westlicher Abbaurand am Sekundus-Sprung;  
einseitiger Einstau am Sekundus-Sprung um rd. 140 m in der Box Friedrich der Große, beginnend in der Teilanstiegsphase TA 3 in 2026; Fortsetzung des bereits bis 2019 erfolgten einseitigen Einstaus (vgl. Anl. 9); Gesamteinstauhöhe in der Box Friedrich der Große erreicht hier Beträge zwischen 400 und 600 m.

Zur benachbarten WP Zollverein bestehen keine im Hinblick auf Bergschäden mit einigem Gewicht signifikante Hebungsrandbereiche, da einerseits der Abbau und die daraus resultierenden Bodensenkungen ohne signifikanten Bruch über die Provinzgrenzen hinaus erfolgt sind und andererseits auch in der WP Zollverein ein im Wesentlichen paralleler Grubenwasseranstieg erfolgt.

Der Grenzbereich zu den im Südosten angrenzenden Wasserhaltungen an der Ruhr (Heinrich, Friedlicher Nachbar, Rober Müser) ist gekennzeichnet durch einen breiteren Übergang mit geringeren Bodensenkungen (vgl. Anl. 10), so dass hier auch keine signifikanten Sprünge in der Entwicklung der Bodenhebungen 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 Schadensrisikos herangezogen werden können.

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

Diese Erfahrungen werden auch durch die im Bereich der WP Carolinenglück im Zusammenhang mit dem bereits erfolgten Grubenwasseranstieg gemachten Beobachtungen bestätigt. So zeigten sich in der TP C2 im Zusammenhang mit dem Grubenwasseranstieg über viele Jahre anhaltende Senkungen. Erste Bodenhebungen traten in Bereichen mit Einstauhöhen von rd. 300 m ab einem Anstiegsniveau von mindestens -640 mNHN auf (vgl. Kap. 6.3). Beim Anstieg bis in ein Niveau um -400 mNHN wurden maximale Bodenhebungen von wenigen Zentimetern festgestellt.

## 8.2 Einflussfaktoren

### **- Geologisch-hydrogeologische Kriterien**

Die tektonischen Störungszonen im Bereich der WP Carolinenglück 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 dem basalen Deckgebirgsgrundwasserleiter keine 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 in den betrachteten Anstiegsbereichen das Standwasserniveau die Deckgebirgsbasis nicht erreichen wird, so dass in der Wasserprovinz Carolinenglück für den betrachteten Grubenwasseranstieg bis -515 mNHN 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; auch 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 Carolinenglück in Abb. 8 dargestellt.

Für den Bereich der WP Carolinenglück ist nach den Prognosen des Grubenwasseranstiegs der RAG mit einer mittleren Anstiegsgeschwindigkeit von rd. 10 m/a zu rechnen; zwischenzeitlich wird mit maximalen Anstiegsgeschwindigkeiten um 110 m/a über einen Zeitraum von etwa 1 Jahr gerechnet (Teilanstiegsphase TA 2, Box Hannover West).

### WP Carolinenglück - Einwirkungspotenzial von Bodenbewegungen

im Rahmen des Grubenwasseranstiegs, Betrachtungsniveau bis ca. -515 mNHN

Seite 50

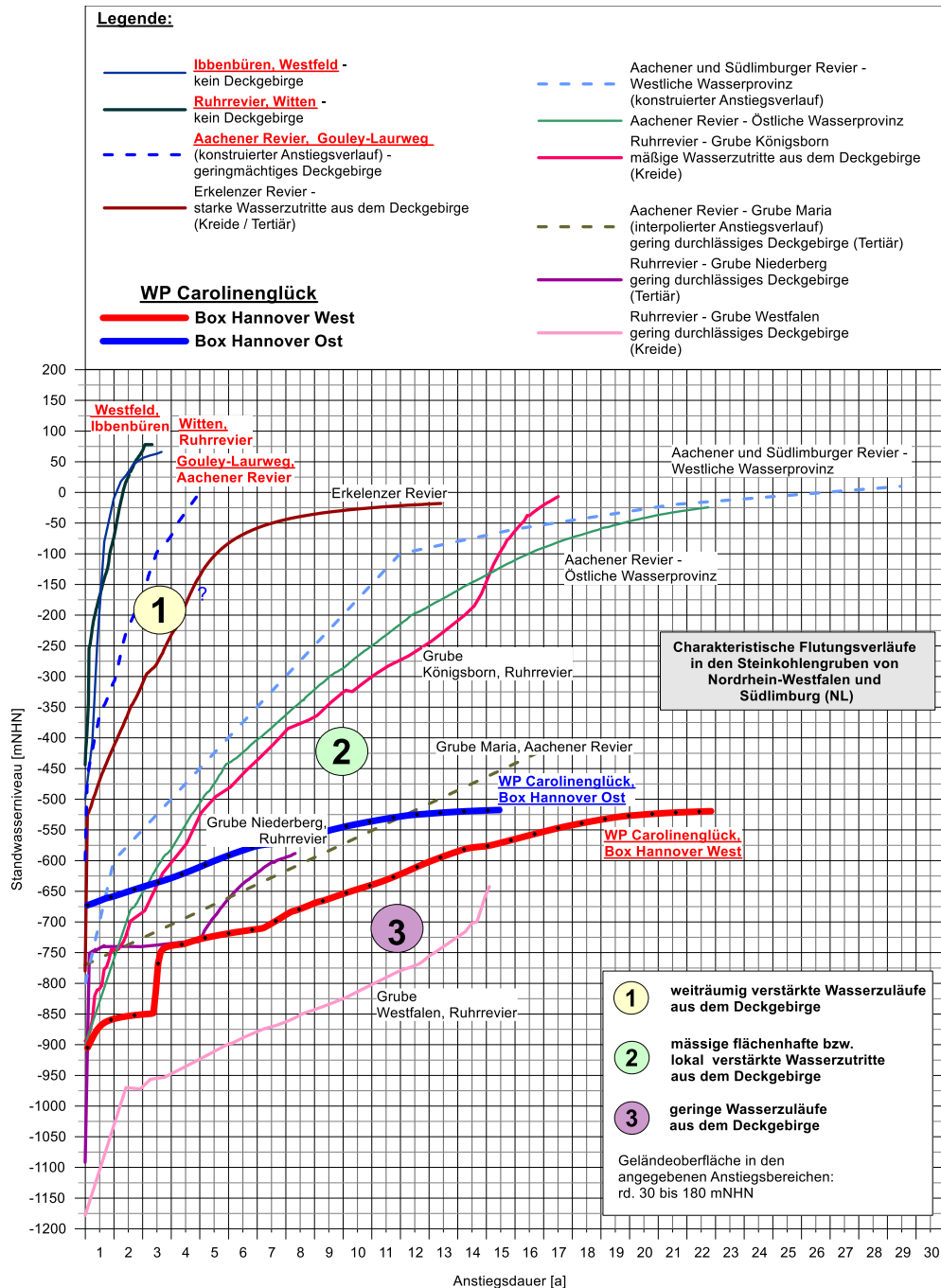


Abb. 8: Vergleichende Gegenüberstellung von Grubenwasseranstiegsverläufen in verschiedenen Steinkohlengruben/-revieren in NRW und Südlimburg (NL) mit Prognose für den Anstieg im Betrachtungsraum bis rd. -515 mNHN (verändert nach ROSNER, 2011)

Insgesamt kennzeichnet der Anstiegsverlauf einen Bereich mit vergleichsweise langsamem Grubenwasseranstieg. Die Anstiegsgeschwindigkeit stellt daher im Betrachtungsraum keinen im Hinblick auf eine mögliche Entwicklung von Gemeinschäden relevanten Risikofaktor dar.

### **- 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 0,3 m abschätzen (rd. 2 % der abbaubedingten Bodensenkungen). Dabei können sich geringe Bodenhebungen auch über die Grenzen der beim Abbau festgestellten Bergsenkungsbereiche hinaus entwickeln.

Der Teilanstieg des Grubenwassers in der WP Carolinenglück erfolgt auf einem vergleichsweise tiefen Teufenniveau bis rd. -515 mNHN ohne Einstau in das Deckgebirge. Erfahrungsgemäß wird bei solchen Verhältnissen nur ein Bruchteil des Gesamthebungspotenzials aktiviert.

Im Betrachtungsraum verbleiben die in der Summe erzielten Einstauhöhen der Abbaubereiche in den betrachteten Anstiegsbereichen (TP C1 und Box Hannover West) überwiegend 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 sich hier die im Rahmen des bisher bereits erfolgten Teilanstiegs beobachteten Bodensenkungen fortsetzen (vgl. Kap. 6.3).

Die zentralen Abbaubereiche im Marler Graben (Boxen Mont Cenis, Friedrich der Große) sowie im Bereich der Box Constantin weisen beim Anstieg bis in das Betrachtungsniveau von rd. -515 mNHN aufgrund der zu erwartenden maximalen Einstauhöhen um 500 bis 600 m das höchste Bodenhebungspotenzial im Betrachtungsraum auf.

In diesen Bereichen ist mit der Ausbildung erster signifikanter Bodenhebungen zu rechnen. Insbesondere auch unter Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen aus den Anstiegsbereichen in der nordöstlichen Teilprovinz der WP Carolinenglück (TP C2) sind diese aber in einer Größenordnung  $< 0,1$  m zu erwarten.

### 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 bewertet.

- Potenzielle Unstetigkeitszone A

Wo: TP C1 - Box Hannover West, Primus-Sprung am östlichen Abbaurand  
Baufeld Hannover West zum Baufeld Hannover Ost.

Wie: Im Zuge der Teilanstiegsphasen TA 1 und TA 2 entwickelt sich beim  
Anstieg bis -675 mNHN ein einseitiger Einstau westlich der Störungs-  
zone von rd. 200 m (Box Hannover West).

Was: temporärer einseitiger Einstau in einem intensiv abgebauten Bereich  
auf einem tiefen Niveau an einer Hauptstörungszone mit dokumentier-  
ten Unstetigkeiten aus der Abbauphase;

⇒ Entwicklung einer Unstetigkeitszone ist unwahrscheinlich, aber  
nicht grundsätzlich auszuschließen; Potenzial für die Ausbildung von  
Gemeinschaften ist aufgrund des begrenzten Hebungspotenzials im  
Rahmen des temporären einseitigen Einstaus nicht vorhanden.

- Potenzielle Unstetigkeitszone B

Wo: TP C1 - Box Friedrich der Große, Sekundus-Sprung am westlichen  
Abbaurand.

Wie: Im Zuge der Teilanstiegsphase TA 3 erfolgt ein einseitiger Einstau öst-  
lich der Störungszone um rd. 140 m (Box Friedrich der Große), damit  
setzt sich der bereits bis 2019 erfolgte einseitige Einstau fort; dadurch  
entwickelt sich hier ein einseitiger Einstau auf der Ostseite der Stö-  
rungszone, der lokal in der Summe Beträge um 400 bis 600 m erreicht.

Was: signifikanter einseitiger Einstau an einer durch abbaubedingte Unste-  
tigkeiten gekennzeichneten Hauptstörungszone

⇒ Entwicklung einer Unstetigkeitszone ist möglich; Potenzial für die

Ausbildung von Bergschäden mit einigem Gewicht ist aber aufgrund des begrenzten Gesamthebungspotenzials nicht vorhanden.

Vom Grundsatz her sind die hier aufgeführten markanten Hebungsrandbereiche den Einwirkungsklasse 2 und 3 zuzuordnen, bei denen in anderen Grubenwasseranstiegsbereichen des Steinkohlenbergbaus in Nordrhein-Westfalen und Südlimburg (NL) bisher keine schweren 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  $> 20$  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 ca. -515 mNHN wird darüber hinaus nur ein Teil des Gesamthebungspotenzials aktiviert. Flächenhaft kann sich daher im Zuge dieses Teilanstiegs nur ein geringes Bodenhebungspotenzial entwickeln. In den Bereichen mit den höchsten Einstauhöhen um 500 bis 600 m werden maximale Hebungen im Zentimeterbereich erwartet ( $< 0,10$  m).

In der Anfangsphase des Grubenwasseranstiegs können sich weitere 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. -515 mNHN erfahrungsgemäß nicht mit dem Auftreten von Schiefstellungen größer als 1:2.000 zu rechnen.

**Vom Grundsatz her ist daher festzustellen, dass das Bodenhebungspotenzial im Rahmen des hier betrachteten Grubenwasseranstiegs bis -515 mNHN insgesamt auf wenige Zentimeter begrenzt ist und markante Einflussfaktoren für die Ausbildung von Unstetigkeiten an tektonisch vorgezeichneten He-**

**bungsrandbereichen 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**

Im Rahmen der Optimierung der Wasserhaltungen nach der erfolgten Stilllegung des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet (Ende 2018) plant die RAG die Einstellung der Zentralen Wasserhaltung in der Wasserprovinz Carolinenglück im Jahr 2021. Die Wasserprovinz Carolinenglück ist hydraulisch mit der nordwestlich angrenzenden Wasserprovinz Zollverein verbunden.

Die im Bereich der WP Carolinenglück zulaufenden Grubenwässer treten über eine hydraulische Verbindung im Niveau von -675 mNHN der WP Zollverein zu. Zusammen mit den übrigen in der WP Zollverein zusammenlaufenden Grubenwässern sollen diese dann über die Wasserprovinz Prosper-Haniel der Wasserprovinz Lohberg zulaufen und dort am Standort Lohberg auf -630 mNHN gehoben werden.

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 betrachtet, welche Einwirkungen zu erwarten wären, wenn das Standwasserniveau in der Wasserprovinz Carolinenglück über einen Zeitraum von rd. 20 Jahren weiträumig bis in ein Niveau um rd. -515 mNHN ansteigen würde.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die wesentlichen Bewertungsgrundlagen zu den geologisch-hydrogeologischen Randbedingungen sowie der räumlichen 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. 400 m angehoben. Die resultierenden Gesamteinstauhöhen des Grubengebäudes erreichen flächenhaft Beträge  $< 300$  m; lokal werden Beträge zwischen 500 und 600 m erreicht. Das Deckgebirgsniveau wird dabei in den Anstiegsbereichen 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 des betrachteten 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  $< 0,10$  m zu rechnen.

Die Analyse der im Rahmen des Grubenwasseranstiegs bis rd. -515 mNHN zu erwartenden Bodenbewegungen und der Vergleich mit vergleichbaren Bereichen des Grubenwasseranstiegs in Nordrhein-Westfalen zeigt, dass auch an den mar-

kantesten Hebungsrandbereichen im Betrachtungsraum 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 einzig schwere Bergschäden im Sinne von Gemeinenschäden durch unstetige Bodenhebungen infolge des Grubenwasseranstiegs aufgetreten sind.

Auch sind infolge des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinz Carolinenglück keine Wechselwirkungen mit den benachbarten Wasserprovinzen (z.B. Zollverein) zu erwarten, die an den Grenzen der Wasserprovinzen oder in diesen selbst zu schadensrelevanten unstetigen Bodenhebungen führen könnten.

Unabhängig von der vorliegenden Betrachtung ist das Auftreten von Unstetigkeitszonen mit begrenztem Schadenspotenzial im Zuge des Grubenwasseranstiegs in der Wasserprovinz Carolinenglück bis rd. -515 mNHN nicht vollständig auszuschließen.

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

Aachen, den 18. Februar 2019

  
(Dr. P. Rosner)

  
(Dr.-Ing. M. Heitfeld)