

DMT GmbH & Co. KG

Fachstelle für Sicherheit-
Prüfstelle für
Grubenbewetterung

Am TÜV 1
45307 Essen
Telefon 0201 172-1270
Telefax 0201 172-1735

Info@dm-tgroup.com
www.dmt-group.com

TÜV NORD GROUP

Gutachtliche Stellungnahme
zur Freisetzung von Grubengas an der Tagesoberfläche und zum Monitoring im Zuge des
Wasseranstiegs im Bereich der Wasserprovinz Carolinenglück

PFG-Nr. 351 116 21

Essen, 02.09.2021

DMT GmbH & Co. KG

Fachstelle für Sicherheit -
Prüfstelle für Grubenbewetterung



(Imgrund)

INHALTSVERZEICHNIS

Blatt:

1	Einleitung	5
2	Verwendete Unterlagen	6
3	Anlagen.....	8
4	Beeinflussung der Ausgasung durch den Wasseranstieg.....	9
5	Ausgangslage	10
5.1	Lage und Beschreibung der Wasserprovinz Carolinenglück.....	10
5.2	Wasserstände und Wasseranstieg	10
5.3	Gaszusammensetzung und Gasfreisetzung	11
5.4	Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung.....	12
6	Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche	15
6.1	Unterscheidung verschiedener Bereiche	15
6.2	Bereiche mit abdichtendem und homogenisierendem Deckgebirge	16
6.3	Bereiche mit nicht abdichtendem und nicht homogenisierendem Deckgebirge....	16
6.4	Bereiche mit fehlendem Deckgebirge und tagesnahe Bergbau	16
6.5	Bereiche mit kontrollierter Gasabführung	17
6.6	Bereiche mit eingeschränkter Gasabführung.....	17
6.7	Bereiche mit fehlender Gasabführung	18
6.8	Bereiche direkter Beeinflussung.....	18
6.9	Bereiche indirekter Beeinflussung	19
6.10	Keine Beeinflussung.....	20
6.11	Bewertungsmatrix	20
7	Methodik der Bewertung	23
8	Abgrenzung des vom Wasseranstieg beeinflussten Bereiches	24
8.1	Beeinflussung innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück	24
8.2	Beeinflussung außerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück.....	24

9	Eigenschaften des Deckgebirges	26
9.1	Grundlage der Bewertung	26
9.2	Bereich 2.....	27
9.3	Bereich 3.....	28
9.4	Bereiche 4 und 4a	29
9.5	Bereich 6.....	30
9.6	Einstufung der Grubenfelder	32
10	Gasabführung	32
11	Bewertung der Gefährdung vor Umsetzung von Schutzmaßnahmen	38
11.1	Allgemeine Vorgehensweise	38
11.2	Gasaustritte an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen.....	38
11.3	Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne.....	39
11.4	Grubenfeld Katharina	40
11.5	Grubenfeld Holland	41
11.6	Grubenfeld Hannover	42
11.7	Grubenfeld Hannibal	43
11.8	Grubenfeld Carolinenglück	44
11.9	Grubenfeld Präsident	45
11.10	Grubenfeld Constantin	46
11.11	Grubenfeld Lothringen.....	48
11.12	Grubenfeld Erin	48
11.13	Grubenfeld Graf Schwerin	49
11.14	Grubenfeld Zollern/Germania	51
11.15	Tagesoberfläche im Bereich bekannter Tagesöffnungen.....	52
12	Schutzmaßnahmen.....	54
12.1	Schächte mit Lockermassenfüllsäulen.....	54
12.2	Bereiche mit abdichtendem oder homogenisierendem Deckgebirge	55
12.3	Bereiche mit nicht abdichtendem oder nicht homogenisierendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung	55
12.4	Überwachung der Unterdrücke sowie Beurteilung der Unterdruckerzeugung	56
12.5	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Hannover	59
12.6	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Carolinenglück	60
12.7	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Präsident.....	60

12.8	Bereiche mit fehlendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung	62
12.9	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne	62
12.10	Bereiche mit nicht abdichtendem, nicht homogenisierendem oder fehlendem Deckgebirge bei indirekter Beeinflussung	64
12.11	Ausführung der Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. der Entgasungsleitungen.....	65
12.12	Anforderungen an Gasabsauganlagen.....	65
12.13	Machbarkeit und Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen.....	66
12.14	Bewertung der Gefährdung nach Umsetzung von Schutzmaßnahmen.....	67
13	Monitoring	70
13.1	Aufbau des Monitorings.....	70
13.1.1	Stufe 1	72
13.1.2	Referenzwerte.....	81
13.1.3	Stufe 2	81
13.1.4	Messintervalle	90
13.1.5	Durchführung der Messungen.....	91
13.1.6	Warnwerte	92
13.1.7	Anpassung des Monitoringprogrammes.....	95
13.1.8	Koordination und Dokumentation der Monitoringprogramme.....	95
13.2	Empfehlungen zum Monitoring von potentiellen Radonaustritten	96
14	Umzusetzende Maßnahmen	96
15	Zusammenfassung	98

1 Einleitung

Die RAG Aktiengesellschaft (RAG) beabsichtigt, den Grubenwasserspiegel in der Wasserprovinz Carolinenglück bis auf ein Niveau von ca. -550 m NHN ansteigen zu lassen. Die Fachstelle für Sicherheit - Prüfstelle für Grubenbewetterung (PFG) der DMT GmbH & Co. KG (DMT) wurde durch die RAG beauftragt, zur möglichen Freisetzung von Grubengas an der Tagesoberfläche infolge des Grubenwasseranstieges gutachtlich Stellung zu nehmen.

Grundlage für die vorliegende gutachtliche Stellungnahme sind neben dem Gutachten zur Vorhersage der Grubengasfreisetzung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wasseranstiegsszenarien nach Stilllegung von Bergbaustandorten (DMT GmbH & Co. KG vom 15.12.2008) insbesondere die Risswerke der Bergwerke, Aufzeichnungen der Messungen von Gaszusammensetzungen und Drücken an verwahrten Tagesöffnungen sowie Gutachten und Archivunterlagen zur Verwahrung und Sicherung von Tagesschächten in der Wasserprovinz Carolinenglück und in angrenzenden Grubenfeldern.

Die vorliegende gutachtliche Stellungnahme umfasst eine Beurteilung der wasseranstiegsbedingten Änderungen der Ausgasungssituation, Empfehlungen für zu ergreifende Maßnahmen zum Schutz der Tagesoberfläche vor Gefahren durch schädliche Gase und einen Plan zum Monitoring der Ausgasungssituation.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] Gutachten zur Vorhersage der Grubengasfreisetzung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wasseranstiegsszenarien nach Stilllegung von Bergbaustandorten – Teil B: Abgrenzung von Bereichen unterschiedlicher Gefährdung der Tagesoberfläche durch Gasaustritte in Abhängigkeit von Gasführung und Eigenschaften des Steinkohlen- und seines Deckgebirges, 15.12.2008, Nr. 03415 0000, DMT GmbH & Co. KG
- [2] Gutachtliche Stellungnahme zur messtechnischen Überwachung (Monitoring) des Ausgasungsverhaltens an der Tagesoberfläche infolge des Grubenwasseranstieges in der Wasserhaltungsteilprovinz Carolinenglück-Süd der RAG Deutsche Steinkohle, 19.11.2015, PFG-Nr. 351 258 15, DMT GmbH & Co. KG
- [3] Abschlussbericht zur messtechnischen Überwachung (Monitoring) des Ausgasungsverhaltens an der Tagesoberfläche im Zuge des Grubenwasserteilanstieges in der Wasserhaltungsteilprovinz Carolinenglück-Süd der RAG Deutsche Steinkohle, 19.05.2017, PFG-Nr. 351 078 17, DMT GmbH & Co. KG
- [4] Abschlussbericht über das Ausgasungsverhalten des Schachtes Carolinenglück 3 der Wasserhaltung Carolinenglück der RAG Deutsche Steinkohle während der Verfüllung, 26.07.2018, PFG-Nr. 351 153 18, DMT GmbH & Co. KG
- [5] Ausgasungstechnische Bewertung des Schachtes Centrum 2 nach der Sanierung, 12.01.2017, Bearbeitungs-Nr. 352 259 16, DMT GmbH & Co. KG
- [6] Gutachtliche Stellungnahme zur Freisetzung von Grubengas an der Tagesoberfläche und zum Monitoring im Zuge des Wasseranstiegs im Bereich der Wasserprovinz Zollverein, 22.04.2021, PFG-Nr. 351 015 21, DMT GmbH & Co. KG
- [7] Risswerke der Bergwerke in der Wasserprovinz Carolinenglück, Bezirksregierung Arnsberg und RAG Aktiengesellschaft
- [8] Wasserhebungsbereich Carolinenglück Maßstab 1:40.000, RAG Aktiengesellschaft, September 2014
- [9] Listen der Wasserübertrittstellen innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück, RAG, 2021
- [10] Aufzeichnungen der Befahrungen der stillgelegten Tagesöffnungen der RAG 2000 - 2021, RAG Aktiengesellschaft

- [11] Aufzeichnungen der Befahrungen der verwahrten Tagesöffnungen im Bereich des Bergwerkes Centrum/Morgensonne, thyssenkrupp Business Services GmbH, 2021
- [12] Messungen an verfüllten Schächten in der Wasserprovinz Carolinenglück, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [13] Archivunterlagen zu verwahrten Tagesöffnungen, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [14] Schachtdaten verfüllter Schächte in der Wasserprovinz Carolinenglück, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [15] Die Steinkohlenzechen im Ruhrrevier, J. Huske, 3. Auflage, 2006
- [16] Gutachten zur Frage des Auftretens von Radon im Zusammenhang mit dem geplanten Abbau des Bergwerks Warndt/Luisenthal in den Flözen 1 - 4, Westfeld, 8. Sohle, Gutachten im Auftrag des Oberbergamtes für das Saarland und das Land Rheinland-Pfalz, Kemski, Klingel & Veerhoff, Partnerschaft beratender Geologen, 07.07.1998
- [17] Gutachten zur Grubengasgewinnung in Nordrhein-Westfalen, 03.04.2020, PFG-Nr. 352 019 20, DMT GmbH & Co. KG
- [18] Leitfaden der Bezirksregierung Arnsberg, Abt. Bergbau und Energie in NRW, für das Verwahren von Tagesschächten vom 05.12.2007 (AZ -86.18.13.1-8-35-)
- [19] Rundverfügung „Stilllegung von Grubenfeldern im Steinkohlenbergbau und Entgasungsmöglichkeiten abgeworfener Tagesöffnungen“, Landesoberbergamt NRW vom 02.08.2000 (AZ 18.8-2000-7)
- [20] Einfluss eines Wasseranstiegs durch Einstellung der Wasserhaltungen Zollverein, Carolinenglück, Amalie und AV auf die PCB- und sonstige Stoffgehalte im Grubenwasser“, 21.11.2019, DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE4-2018-02359, DMT GmbH & Co. KG
- [21] Kurve des Wasseranstiegs im Bereich der Wasserhaltung Carolinenglück von Dr. Christoph Klinger, 05.08.2021, DMT GmbH & Co. KG

3 Anlagen

- Anlage 1: Bewertung des Deckgebirges
- Anlage 2: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche
- Anlage 3: Bergwerk Constantin - Lage der 1. und 5. Sohle
- Anlage 4: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten
- Anlage 5: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an mit Lockermassen verfüllten Schächten
- Anlage 6: Bergwerk Hannover - Lage der 1. und 2. Sohle
- Anlage 7: Bergwerke Carolinenglück und Präsident - Lage der 1., 2. und 7. Sohle
Carolinenglück und der 1., 2. und 8. Sohle Präsident
- Anlage 8: Bergwerk Centrum/Morgensonne - Lage der 1. und 5. Sohle
- Anlage 9: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche mit
Schutzmaßnahmen
- Anlage 10: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten mit
Schutzmaßnahmen
- Anlage 11: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an mit Lockermassen verfüllten Schächten
Schutzmaßnahmen

4 Beeinflussung der Ausgasung durch den Wasseranstieg

Der Anstieg von Grubenwasser kann bezüglich der Gasfreisetzung aus der Steinkohlenlagerstätte und der aus dem Grubenwasseranstieg folgenden Gasaustritte an der Tagesoberfläche folgende maßgebliche Effekte haben:

1. Mit dem Anstieg des Grubenwassers ist mit einem sukzessiven Rückgang des CH₄-Zustromes aus dem Gebirge zu rechnen, da die Desorption aus den noch anstehenden Flözen und Restpfeilern aufgrund des entgegenwirkenden hydrostatischen Druckes abnimmt. Dies hängt auch von der Verteilung der Gasführung innerhalb der Lagerstätte ab. Auf den rein barometrisch bedingten Austausch von Gasgemischen zwischen Grubengebäude und freier Atmosphäre hat dies jedoch keinen Einfluss.
2. Durch den Grubenwasseranstieg können Strömungswege innerhalb des Grubengebäudes überstaut werden. Dies kann im Einzelfall zur Folge haben, dass Teile des Grubengebäudes keine Verbindungen zu vorhandenen Entgasungsleitungen haben und somit nicht mehr planmäßig entgast werden können. Es bilden sich dann isolierte Bereiche.
3. Infolge des Grubenwasseranstieges wird das in nicht wassererfüllten Grubenbauen anstehende Grubengas verdichtet und durch den steigenden Druck mehr oder weniger schnell verdrängt. Die Verdrängung des Grubengases kann einerseits über Entgasungsleitungen, verfüllte Schächte, Störungen oder das Gebirge zur Atmosphäre hin und andererseits über verschiedene Streckenverbindungen, Abbauannäherungen oder das Gebirge zu benachbarten Grubenbauen hin erfolgen. Wie sich die Verdrängung auf diese Strömungswege volumetrisch aufteilt, hängt von den jeweiligen Strömungswiderständen bzw. Durchlässigkeiten ab.
4. Im Zuge des Grubenwasseranstieges kann sich die Gaszusammensetzung im Grubengebäude dadurch ändern, dass z.B. CH₄-reichereres Gasgemisch durch das ansteigende Wasser in andere Grubenbaue in horizontaler und/ oder vertikaler Richtung verdrängt wird.

Diese Effekte haben Auswirkungen auf die Gasabführung der Grubenbaue und auf Gasaustritte aus Grubenbauen während des Wasseranstieges und auch nach Abschluss des Wasseranstieges.

5 Ausgangslage

5.1 Lage und Beschreibung der Wasserprovinz Carolinenglück

Die Wasserprovinz Carolinenglück liegt im zentralen Bereich des Ruhrgebietes und erstreckt sich auf einer Länge von 36 km in nordost-südwestlicher Richtung und bis zu 10 km in nordwest-südöstlicher Richtung. Insgesamt wird eine Fläche von rund 229 km² eingenommen.

Die Wasserprovinz Carolinenglück umfasst die Stadtgebiete Bochum, Herne, Castrop-Rauxel, Dortmund, Waltrop und Lünen.

Die Steinkohlegewinnung innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück lief im Jahr 1992 mit der Stilllegung des Bergwerkes Minister Achenbach aus. Der großräumige Rückzug aus den Grubenfeldern im Westen und Süden der Wasserprovinz erfolgte bereits ab Mitte der 1970er Jahre mit den Stilllegungen der Bergwerke Bochum mit den Schachtanlagen Königsgrube, Hannover, Hannibal, Constantin und Mont Cenis, sowie der Bergwerke Friedrich der Große, Victor-Ickern, Lothringen, Erin und Graf Schwerin.

Innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück befinden sich zahlreiche stillgelegte Tagesöffnungen. Im südlichen Bereich der Wasserprovinz stehen die Schächte direkt im Karbon und mit dem nördlichsten Schacht Waltrop 3 wurde ein bis zu 595 m mächtiges Deckgebirge durchteuft. Die Tiefbauschächte sind zum Teil mit kohäsiven Füllsäulen verwahrt und zum Teil mit Lockermassen verfüllt und mit Abdeckplatten ausgestattet. Die mit Lockermassen verfüllten Schächte verfügen teilweise bereits über montierte Entgasungseinrichtungen bzw. können damit ausgestattet werden. Die mit kohäsiven Voll- oder Teilfüllsäulen verfüllten Schächte sind teilweise mit Entgasungsleitungen ausgestattet, die bis in das Grubengebäude führen und somit zur gezielten Entgasung zur Verfügung stehen.

5.2 Wasserstände und Wasseranstieg

Die Wasserhaltung erfolgt derzeit noch über den Schacht Carolinenglück 2. Die Wasserannahme erfolgt in einem Niveau von ca. -715 m NHN.

Die derzeitigen Wasserstände in den einzelnen Teilprovinzen innerhalb der Wasserprovinz ergeben sich aus regelmäßigen Lotungen bzw. dem Niveau der Übertrittstellen:

- Carolinenglück Süd (Bergwerke Carolinenglück, Präsident, Centrum-Morgensonne):
-715 m NHN

- Carolinenglück West (Bergwerke Hannover, Königsgrube, Hannibal, Constantin und Shamrock): -673 m NHN
- Carolinenglück Mitte (Bergwerke Monte Cenis, Friedrich der Große, Lothringen, Erin und Graf Schwerin): -639 m NHN
- Carolinenglück Ost (Bergwerke Victor, Ickern, Adolph von Hansemann, Waltrop und Minister Achenbach): -355 m NHN bis -402 m NHN

Es wird damit gerechnet, dass der Wasseranstieg bis -550 m NHN über einen Zeitraum von rund 10 Jahren erfolgt [21]. In der Teilprovinz Carolinenglück Süd erfolgt der Wasseranstieg bis -615 m NHN dabei innerhalb von etwa 1,5 Jahren.

5.3 Gaszusammensetzung und Gasfreisetzung

Neben dem in der Lagerstätte vorhandenen Methan ist das Grubengebäude nach dem Abwerfen mit Gasgemischen erfüllt, die in einzelnen Teilen des Grubengebäudes unterschiedliche CH₄-, CO₂- und O₂-Gehalte aufweisen. Generell nehmen die CH₄- und CO₂-Gehalte zu, während der O₂-Gehalt abnimmt. Die Gaszusammensetzung gleicht sich innerhalb des Grubengebäudes längerfristig an.

Die im Zuge der Grubengasgewinnung abgesaugten Gasgemische ergeben derzeit CH₄-Gehalte von 15 bis 30 Vol.-% sowie CO₂-Gehalte von um 7 - 15 Vol.-%. Messungen an ausgasenden verwahrten Schächten ab 2010 ergaben CH₄-Gehalte von bis zu 40 Vol.-%. Die CO₂-Gehalte lagen bei bis zu 17 Vol.-%.

Es ist daher davon auszugehen, dass das in den Grubenbauen oberhalb des Grubenwasserspiegels anstehende Gasgemisch mehr oder weniger hohe CH₄- und CO₂-Gehalte und niedrige O₂-Gehalte mit den entsprechenden Gefährdungspotentialen aufweist.

Abhängig von barometrischen Luftdruckschwankungen findet ein Gasaustausch zwischen abgeworfenen Grubenbauen und der freien Atmosphäre statt. Bei niedrigen Luftdrücken bzw. Luftdruckabfällen strömt Gas planmäßig über Entgasungsleitungen in verfüllten Schächten oder unplanmäßig über andere Strömungswege z.B. verfüllte Schächte zur Tagesoberfläche. Bei hohen Luftdrücken bzw. Luftdruckanstiegen kann sich die Strömungsrichtung umkehren. Unterdruck, der z.B. durch Grubengasgewinnung an abgeworfene Grubenbaue angelegt wird, beeinflusst diese Zusammenhänge. Abhängig vom Volumenstrom des weiterhin aus der Steinkohlenlagerstätte zuströmenden CH₄ und von der Existenz bzw. der Dichtigkeit der Strömungswege kann sich auch ein mehr oder weniger großer Überdruck in den abgeworfenen Grubenbauen aufbauen.

5.4 Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung

Die nördlich an die Wasserprovinz Carolinenglück anschließenden Bergwerke im Bereich der Emschermulde (Nordstern, Consolidation, Hugo, Ewald, Schlägel & Eisen, General Blumenthal, Haard) wurden ab Mitte der 1990er Jahre bis Anfang der 2000er Jahre stillgelegt. In diesem Zusammenhang konnte zunächst an vielen verfüllten Schächten eine verstärkte Ausgasung beobachtet werden. Ab dem Jahr 2000 begann, gefördert auf Basis des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG), die weiträumige Gewinnung und Verwertung von Grubengas. Dadurch hat sich die Ausgasung an der Tagesoberfläche im Bereich verfüllter Schächte bis heute deutlich verringert.

Derzeit wird an folgenden Standorten innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück Grubengas über Entgasungsleitungen bzw. Gewinnungsbohrungen abgesaugt:

- Bergwerk Mont Cenis: Gewinnungsbohrung Herne-Methan 6
- Bergwerk Friedrich der Große: Gewinnungsbohrung Herne-Methan 4
- Bergwerk Erin: Schachtleitung des Schachtes Erin 6
- Bergwerk Lothringen: Gewinnungsbohrung Corvin 1

Weiterhin erfolgt in den Wasserprovinzen Zollverein und Haus Aden Grubengasgewinnung aus Grubenfeldern, die unmittelbar an die Wasserprovinz Carolinenglück anschließen:

- Bergwerk Ewald/Hugo: Entgasungsleitungen der Schächte Hugo 1, Hugo 5, Hugo 9, Hugo Ost und Emschermulde 1
- Bergwerk General Blumenthal: Entgasungsleitungen der Schächte Blumenthal 3 und Blumenthal 7
- Bergwerk Ewald Fortsetzung: Entgasungsleitung des Schachtes Ewald Fortsetzung 4
- Bergwerk König Ludwig: Gewinnungsbohrung König Ludwig 4/5-Methan
- Bergwerk Emscher-Lippe: Gewinnungsbohrung Datteln-Methan 1
- Bergwerk Minister Stein: Entgasungsleitung des Schachtes Minister Stein 4

Durch die Grubengasgewinnung hat sich weiträumig ein Unterdruck in den abgeworfenen Grubengebäuden ausgebildet. In den unmittelbar von der Grubengasgewinnung beeinflussten Grubenfeldern liegen die Unterdrücke im Grubengebäude in folgenden Größenordnungen:

- Bergwerk Hugo rund -450 hPa
- Bergwerk General Blumenthal rund -400 hPa
- Bergwerke Ewald Fortsetzung und König Ludwig rund -700 hPa
- Bergwerk Mont Cenis rund -90 hPa
- Bergwerk Friedrich der Große rund -210 hPa
- Bergwerk Erin rund -180 hPa

- Bergwerk Lothringen rund -130 hPa
- Bergwerk Minister Stein rund -650 hPa

Über die unterschiedlichen Strömungswege wirkt der durch die Grubengasgewinnung aufgeprägte Unterdruck weit über diese unmittelbar besaugten Grubenfelder hinaus und liegt derzeit

- im Bereich des Bergwerkes Carolinenglück bei rund -10 hPa,
- im Bereich des Bergwerkes Präsident bei rund -10 hPa,
- im Bereich des Bergwerkes Hannibal bei rund -80 hPa,
- im Bereich des Bergwerkes Shamrock bei rund -175 hPa,
- im Bereich des Bergwerkes Constantin bei -50 bis -130 hPa,
- im Bereich des Bergwerkes Graf Schwerin bei rund -175 hPa,
- im Bereich des Bergwerkes Victor-Ickern bei rund -5 hPa und
- im Bereich des Bergwerkes Minister Achenbach bei rund -50 hPa.

Die an Abschlussdämmen innerhalb der Wasserhaltungsanlage Carolinenglück zuletzt gemessenen Unterdrücke lagen bei maximal -21 hPa. An der Entgasungsleitung des Schachtes Carolinenglück 3 wurde im Juli 2021 ein Unterdruck von -10,3 hPa gemessen. An den mit Lockermassen verfüllten Schächten Präsident 1, 2, 3 und 4 wurde seit 2015 meistens Unterdrücke festgestellt, die bis zu -17,2 hPa betragen. Von einem ständigen Unterdruck und damit einem stabilen von der Tagesoberfläche in das Grubengebäude gerichteten Druckgefälle kann jedoch in den Grubenfeldern der Bergwerke Carolinenglück und Präsident derzeit nicht ausgegangen werden.

Neben der weiträumigen Entwicklung der Unterdrücke gingen an zahlreichen mit Lockermassen verfüllten, vorher stark ausgasenden Schächten die CH₄- und CO₂-Gehalte seit Beginn der Grubengasgewinnung in 2000 zurück.

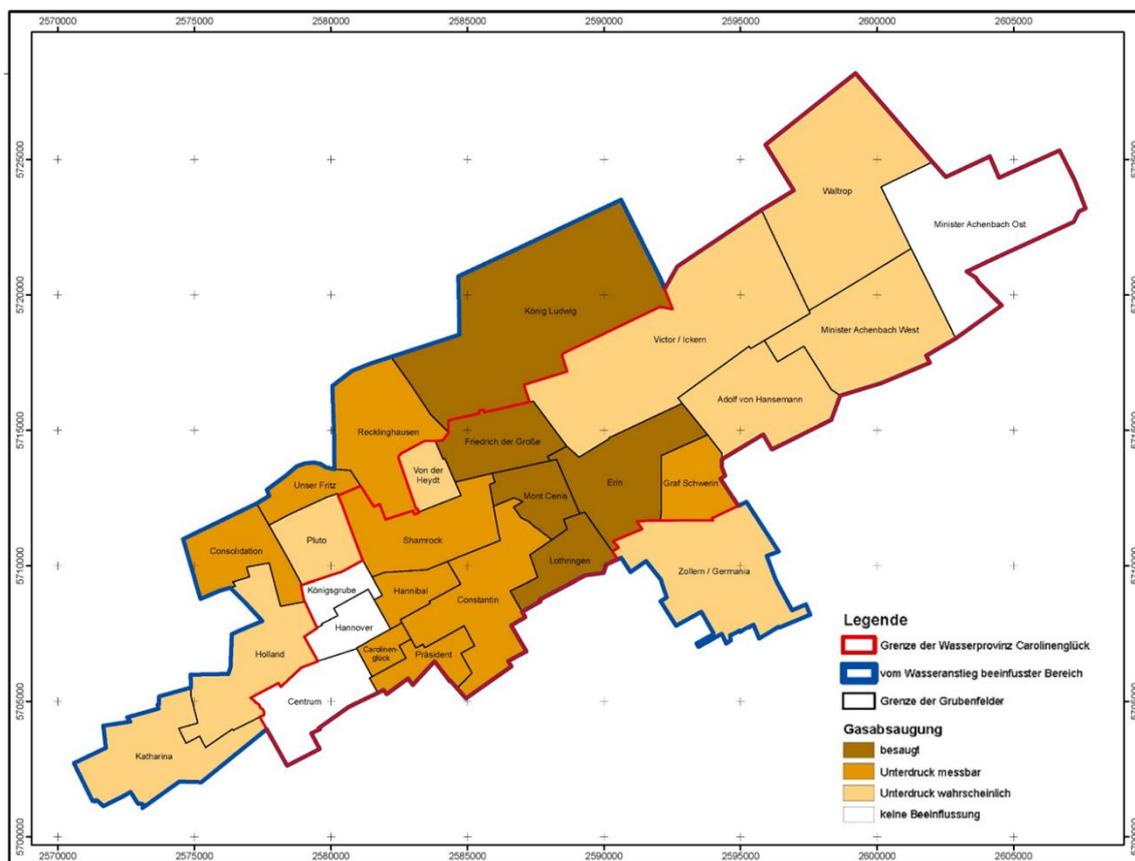
Im Bereich des Bergwerkes Centrum-Morgensonne wurde in 2015/16 CH₄-Gehalte von bis zu 13 Vol.-% gemessen. Hier besteht offensichtlich keine Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung.

Auch in 2021 konnte CH₄ nachgewiesen werden. Im Bereich der Bergwerke Königsgrube und Hannover wurden seit 2010 nur in Einzelfällen CH₄-Gehalte bis zu 4 Vol.-%, aber in mehreren Fällen höhere CO₂-Gehalte von bis zu 5 Vol.-% festgestellt. Das Ausgasungsverhalten der Schächte ist barometrisch und es besteht maximal eine untergeordnete Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung.

Es ist trotz der geringen Ausgasung an verfüllten Tagesschächten davon auszugehen, dass in den Grubenfeldern in der Wasserprovinz Carolinenglück Grubengas mit hohen CH_4 -Gehalten ansteht, aufgrund des derzeit vorherrschenden Druckgefälles jedoch nicht an den verfüllten Schächten auftritt. Da die im Zuge von Verbänden hergestellten Streckenverbindungen der verschiedenen Grubenfelder untereinander primär auf den unteren Sohlen vorhanden sind, ist davon auszugehen, dass ein Druckgefälle von den oberen Sohlen zu den tieferen Sohlen besteht und somit CH_4 -reichere Gasgemische eher in den tieferen Teilen der Grubengebäude anstehen.

Abbildung 1 zeigt die derzeitige Beeinflussung der einzelnen Grubenfelder durch die Grubengasgewinnung. Wie sich die an die Grubenfelder angelegten Unterdrücke innerhalb der nächsten Jahre entwickeln, ist nicht sicher vorhersehbar.

Abbildung 1: Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung



6 Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche

6.1 Unterscheidung verschiedener Bereiche

Bezüglich der Gasfreisetzung an der Tagesoberfläche sind Bereiche verschiedener Kategorien zu unterscheiden. Eine entsprechende Untergliederung erfolgte im Rahmen der vorliegenden gutachtlichen Stellungnahmen auf Basis der drei Bewertungskriterien

- Eigenschaften des Deckgebirges
- Entgasung des Grubengebäudes und
- Beeinflussung durch den Wasseranstieg.

Für die sich aus diesen Bewertungskriterien ergebenden Kategorien wurden jeweils die Wahrscheinlichkeiten durch wasseranstiegsbedingte Gasaustritte bewertet.

Die Gasführung der Steinkohlenlagerstätte, genauer gesagt der CH_4 -Inhalte der Kohle und des Gesteins, ist in diesem Zusammenhang sekundär. Es ist davon auszugehen, dass die Grubengase in allen Grubenfeldern mehr oder weniger hohe CH_4 -Gehalte aufweisen, wobei CH_4 aus dem Gebirge nachströmt. Es ist davon auszugehen, dass die tagesnahen Grubenbaue sauerstoffarme Gasgemische mit signifikanten CO_2 -Anteilen führen, wobei nahezu kein Gas aus dem Gebirge nachströmt. Das bedeutet, dass in allen Grubenfeldern schädliche Gase anstehen.

Durch die Grubengasgewinnung stehen weite Teile des Grubengebäudes unter Unterdruck. Die Grubengasgewinnung innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück und der angrenzenden Grubenfelder ist nicht Bestandteil der von der RAG derzeit umgesetzten Maßnahmen zur kontrollierten Gasabführung, welche auf eine rein passive Entgasung beschränkt sind. Die Grubengasgewinnung erfolgt daher nicht primär zum Zweck des Schutzes der Tagesoberfläche vor Gasaustritten, hat aber in diesem Zusammenhang einen positiven Effekt. Dieser Effekt wirkt sich insbesondere auf Grubenfelder mit eingeschränkter oder fehlender Gasabführung über Entgasungsleitungen aus. Bei der folgenden Definition von Kategorien für die Wahrscheinlichkeit wasseranstiegsbedingter Gasaustritte wird der Einfluss der Grubengasgewinnung zunächst nicht berücksichtigt, da deren Betrieb zunächst unabhängig vom Grubenwasseranstieg ist und sich die Unterdruckverteilung entsprechend auch unabhängig vom Grubenwasseranstieg verändern kann.

6.2 Bereiche mit abdichtendem und homogenisierendem Deckgebirge

Bereiche mit einem abdichtenden Deckgebirge sind solche Bereiche, in denen abdichtende Schichten vorhanden sind, durch die Gase nur mit geringen Volumenströmen hindurchdringen. Bereiche mit einem homogenisierenden Deckgebirge sind solche Bereiche, in denen aufgrund der geringen Durchlässigkeit der tagesnäheren Schichten eine flächige Verteilung solch geringer Gasabströme aus dem Karbon erfolgen kann. Dazu gehören Teile der Bereiche 2, 3 und 4 nach der Definition des Gutachtens zur Vorhersage der Grubengasfreisetzung [1].

In diesen Bereichen ist auch im Fall von steigenden Drücken im Grubengebäude die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten über das Deckgebirge als sehr gering einzustufen.

6.3 Bereiche mit nicht abdichtendem und nicht homogenisierendem Deckgebirge

Bereiche mit einem nicht abdichtenden Deckgebirge sind Bereiche, in denen die geklüfteten Schichten des Turons und Cenomans keine oder eine nur teilweise Abdichtung durch den Emschermergel aufweisen. In diesen Bereichen liegt die Mächtigkeit des Deckgebirges teilweise unter 50 m. Die Grubenbaue sind dabei teils durch Stollen oder Schächte von wenigen 10 m Teufe aufgeschlossen. Somit sind Gasabströme aus dem Karbon über das Deckgebirge nicht ausgeschlossen und können dann bei einer fehlenden Überdeckung mit durchlässigen, homogenisierenden Schichten zu einer Gefährdung führen. Dazu gehören Teile der Bereiche 2 und 4 nach der Definition des Gutachtens zur Vorhersage der Grubengasfreisetzung [1] im Süden der Wasserprovinz Carolinenglück, die eine Deckgebirgsmächtigkeit von weniger als 50 m aufweisen, sowie der Bereich 4a.

Im Fall von steigenden Drücken im Grubengebäude ist in diesen Bereichen die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten über das Deckgebirge bei fehlender Gasabführung als mittel bis hoch einzustufen.

6.4 Bereiche mit fehlendem Deckgebirge und tagesnahe Bergbau

Bereiche mit fehlendem Deckgebirge und tagesnahe Bergbau sind Bereiche ohne Abdeckung des Karbons, die u.a. durch Stollen oder Schächte von wenigen 10 m Teufe aufgeschlossen sind.

Im Fall von steigenden Drücken im Grubengebäude besteht bei fehlender Gasabführung eine hohe Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten. Diese können dabei nicht ausschließlich punktförmig an bekannten Tagesöffnungen, sondern auch über größere Flächen z.B. an Ausbisslinien oder an unbekanntem Tagesöffnungen auftreten.

6.5 Bereiche mit kontrollierter Gasabführung

Im Rahmen dieser Betrachtung sind Bereiche mit einer kontrollierten Gasabführung solche Grubenfelder, in denen ein Entgasungskonzept auf Basis der Rundverfügung „Stilllegung von Grubenfeldern im Steinkohlenbergbau und Entgasungsmöglichkeiten abgeworfener Tagesöffnungen“ des früheren Landesoberbergamtes NRW vom 02.08.2000 [19] umgesetzt ist oder aber ausreichend Entgasungsleitungen bei überwiegend kohäsiv verfüllten Schächten bestehen. Dies ist in der Regel der Fall, wenn mindestens 25 % der verfüllten Tagesschächte innerhalb eines Grubenfeldes mit Entgasungsleitungen ausgestattet wurden, mindestens eine der beiden oberen Sohlen des Grubenfeldes über eine Entgasungsleitung erschlossen ist und weniger als 25 % der Tagesschächte mit Lockermassen verfüllt sind.

Die Wahrscheinlichkeit einer lateralen Verdrängung in benachbarte Grubenfelder ist als mittel einzustufen, da untertägige Verbindungen meist einen geringeren Strömungswiderstand als Rohrleitungen aufweisen.

Es besteht eine geringe Wahrscheinlichkeit der Verdrängung von Grubengas in das Deckgebirge. Die Verdrängung von Grubengas in die unteren Deckgebirgsschichten ist zunächst nicht zwangsweise mit Gasaustritten an der Tagesoberfläche verbunden. Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche oberhalb des Grubenfeldes ist bei entsprechend abdichtenden Deckgebirge sehr gering, wenn die Entgasung über die vorhandenen und vorgesehenen Entgasungsleitungen in den Schächten funktionsfähig ist.

Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten im Bereich von kohäsiv verfüllten Schächten innerhalb dieser Grubenfelder ist bei funktionsfähiger Entgasung gering. Eine Gefährdung der Tagesoberfläche im unmittelbaren Schachtumfeld ist bei Einhaltung der ausgewiesenen ausgasungstechnischen Schachtschutzbereiche ausgeschlossen.

Es besteht eine mittlere Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten im Bereich von mit Lockermassen verfüllten Schächten.

6.6 Bereiche mit eingeschränkter Gasabführung

Im Rahmen dieser Betrachtung sind Bereiche mit einer eingeschränkten Gasabführung solche Grubenfelder, in denen weniger als 25 % der verfüllten Tagesschächte mit Entgasungsleitungen ausgestattet wurden, keine der beiden oberen Sohlen des Grubenfeldes über eine Entgasungsleitung erschlossen ist oder mehr als 25 % der Tagesschächte mit Lockermassen verfüllt sind.

Die Wahrscheinlichkeit einer lateralen Verdrängung in benachbarte Grubenfelder ist als hoch einzustufen, wenn Gaswegigkeiten bestehen.

Es besteht eine mittlere Wahrscheinlichkeit der Verdrängung von Grubengas in das Deckgebirge. Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche oberhalb des Grubenfeldes ist bei entsprechend abdichtendem Deckgebirge sehr gering, wenn die Entgasung über die vorhandenen und vorgesehenen Entgasungsleitungen in den Schächten funktionsfähig ist.

Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten im Bereich von kohäsiv verfüllten Schächten innerhalb dieser Grubenfelder ist bei funktionsfähiger Entgasung als mittel einzustufen. Eine Gefährdung der Tagesoberfläche im unmittelbaren Schachtumfeld ist bei Einhaltung der ausgewiesenen ausgasungstechnischen Schachtschutzbereiche ausgeschlossen.

Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten im Bereich von mit Lockermassen verfüllten Schächten ist als hoch einzustufen.

6.7 Bereiche mit fehlender Gasabführung

Bereiche mit fehlender Gasabführung sind solche Grubenfelder, in denen keine Entgasungsleitungen bestehen. Dies ist unabhängig davon, ob die Schächte mit Lockermassen oder kohäsiv verfüllt sind.

Die Wahrscheinlichkeit einer lateralen Verdrängung in benachbarte Grubenfelder ist als sehr hoch einzustufen.

Es besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit der Verdrängung von Grubengas in das Deckgebirge. Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche ist bei entsprechend abdichtendem Deckgebirge sehr gering, bei nicht abdichtendem oder fehlendem Deckgebirge jedoch als mittel bzw. hoch einzustufen.

Die Wahrscheinlichkeit von erhöhter Ausgasung an verfüllten Schächten ist hoch bis sehr hoch.

6.8 Bereiche direkter Beeinflussung

Grubenfelder, in denen das Grubenwasser ansteigt, werden im Rahmen der vorliegenden gutachtlichen Stellungnahme als Bereiche direkter Beeinflussung definiert.

In solchen Bereichen ist ein mehr oder weniger großer Rückgang der Freisetzung von CH₄ aus noch anstehenden Restkohlen durch die teilweise Überstauung der gasführenden Flöze zu erwarten. Wenn der hydrostatische Druck der aufstehenden Wassersäule größer ist als der Restgasdruck in der Kohle, erfolgt keine Desorption mehr. Die Steinkohlen in der Ruhrlagerstätte weisen Gasdrücke von maximal 4 MPa auf, wobei der nach der Durchbauung der Lagerstätte verbliebene Restgasdruck deutlich geringer, im Bereich zwischen 0 und etwa 2,5 MPa liegt [17]. Eine komplette Überstauung des aufgeschlossenen Karbons erfolgt nur am nordöstlichen Rand der Wasserprovinz Carolinenglück in Teilen der Grubenfelder Waltrop und Minister Achenbach. Dort ist zu unterstellen, dass die Gasfreisetzung aus den Restkohlen nahezu vollständig abklingt.

Als Folge des Grubenwasseranstieges erfolgt unmittelbar eine Verdrängung des in den Hohlräumen anstehenden Grubengases.

In Bereichen, die bedingt durch die Grubengasgewinnung gegenüber der Atmosphäre unter Unterdruck stehen, erfolgt zunächst nur eine Verdichtung und damit keine Verdrängung in Richtung Tagesoberfläche und keine laterale Verdrängung in Bereiche höheren Druckes.

In Bereichen, die gegenüber der Atmosphäre nicht unter Unterdruck stehen, erfolgt eine Verdichtung und je nach Strömungswiderstand eine Verdrängung des anstehenden Gasgemisches. In Bereichen mit einer kontrollierten Gasabführung wird davon ausgegangen, dass das verdrängte Gas im Wesentlichen über Entgasungsleitungen abgeführt wird. Eine teilweise laterale Verdrängung in benachbarte Grubenfelder ist jedoch aufgrund der im Vergleich zu den Entgasungsleitungen niedrigeren Strömungswiderstände innerhalb des Grubengebäudes möglich. Insgesamt erfolgt durch den Grubenwasseranstieg in den direkt beeinflussten Bereichen jedoch sehr wahrscheinlich eine wesentliche Erhöhung des Gasabstromes an die Atmosphäre.

Weiterhin kann es zu einer Überstauung von Gaswegigkeiten und dadurch zur Veränderung des Einflusses der passiven Gasabführung bzw. der Grubengasgewinnung und somit zur Abtrennung isolierter Bereiche kommen.

6.9 Bereiche indirekter Beeinflussung

In Grubenfeldern, in denen das Grubenwasser nicht ansteigt, erfolgt im Zuge des Grubenwasseranstieges kein Rückgang der Freisetzung von CH₄ aus den noch anstehenden Restkohlen.

Es kann jedoch ein Gasübertritt aus benachbarten Grubenfeldern, zu denen Gaswegigkeiten bestehen und in denen das Grubenwasser ansteigt, durch laterale Verdrängung des dort anstehenden Grubengases erfolgen. Grubenfelder, in denen das Grubenwasser nicht ansteigt, in denen die Ausgasung aber durch den Grubenwasseranstieg in benachbarten Grubenfeldern beeinflusst wird, werden im Rahmen der vorliegenden gutachtlichen Stellungnahme als Bereiche indirekter Beeinflussung definiert.

Eine Erhöhung des Gasabstromes zur Atmosphäre ist in den indirekt beeinflussten Bereichen damit möglich, aber geringer als in den direkt beeinflussten Bereichen.

Die Verdrängung von Grubengas kann somit auch über die Grenze der Wasserprovinz hinaus erfolgen, wenn oberhalb des Grubenwasserspiegels entsprechende Gaswegigkeiten vorhanden sind. Im Rahmen der vorliegenden gutachtlichen Stellungnahme wird daher der gesamte Bereich betrachtet, der hinsichtlich des Ausgasungsverhaltens durch den Grubenwasseranstieg in der Wasserprovinz Carolinenglück beeinflusst werden kann.

6.10 Keine Beeinflussung

In Grubenfeldern, in denen das Grubenwasser nicht ansteigt und die keine Gaswegigkeiten zu benachbarten Grubenfeldern aufweisen, in denen ein Grubenwasseranstieg erfolgt, ist eine wasseranstiegsbedingte Veränderung des Ausgasungsverhaltens ausgeschlossen.

6.11 Bewertungsmatrix

Aus den oben beschriebenen Bewertungskriterien ergibt sich eine Bewertungsmatrix für die verschiedenen Kategorien, denen jeweils eine Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten bzw. Gasverdrängung zugeordnet werden kann. Diese wird für Bereiche direkter Beeinflussung (Tabelle 1) und Bereiche indirekter Beeinflussung (Tabelle 2) unterschieden.

Tabelle 1: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten bzw. Gasverdrängung in direkt beeinflussten Grubenfeldern

Gasabführung	kontrollierte Gasabführung			eingeschränkte Gasabführung			fehlende Gasabführung		
	abdichtend bzw. homogen- isierend	nicht ab- dichtend bzw. nicht homogen- isierend	nicht vor- handen, tagesnahe Bergbau	abdichtend bzw. homogen- isierend	nicht ab- dichtend bzw. nicht homogen- isierend	nicht vor- handen, tagesnahe Bergbau	abdichtend bzw. homogen- isierend	nicht ab- dichtend bzw. nicht homogen- isierend	nicht vor- handen, tagesnahe Bergbau
Verdrängung von Gas in benachbarte Grubenfelder	mittel			hoch			sehr hoch		
Verdrängung von Gas in das Deckgebirge	gering		-	mittel		-	hoch		-
Gasaustritte an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen	sehr gering	sehr gering	gering	sehr gering	gering	mittel	sehr gering	mittel	hoch
Gasaustritte an kohäsiv verfüllten Schächten	gering			mittel			hoch		
Gasaustritte an mit Lockermassen verfüllten Schächten	mittel			hoch			sehr hoch		

Tabelle 2: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten bzw. Gasverdrängung in indirekt beeinflussten Grubenfeldern

Gasabführung	kontrollierte Gasabführung			eingeschränkte Gasabführung			fehlende Gasabführung		
	abdichtend bzw. homogen- isierend	nicht ab- dichtend bzw. nicht homogen- isierend	nicht vor- handen, tagesnaher Bergbau	abdichtend bzw. homogen- isierend	nicht ab- dichtend bzw. nicht homogen- isierend	nicht vor- handen, tagesnaher Bergbau	abdichtend bzw. homogen- isierend	nicht ab- dichtend bzw. nicht homogen- isierend	nicht vor- handen, tagesnaher Bergbau
Verdrängung von Gas in benachbarte Grubenfelder	sehr gering			sehr gering			sehr gering		
Verdrängung von Gas in das Deckgebirge	sehr gering		-	gering		-	mittel		-
Gasaustritte an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	gering	sehr gering	gering	mittel
Gasaustritte an kohäsiv verfüllten Schächten	sehr gering			gering			mittel		
Gasaustritte an mit Lockermassen verfüllten Schächten	sehr gering			mittel			hoch		

7 Methodik der Bewertung

Im Zuge der Bewertung werden solche Bereiche unterschieden, die hinsichtlich der Druckentwicklung eine Einheit darstellen, da sich Gasaustritte an der Tagesoberfläche primär aus einem Überdruck im Grubengebäude ergeben.

Die Bewertung erfolgte daher für jeweils einzelne Grubenfelder, in denen auch nach dem Grubenwasseranstieg ein zusammenhängendes, gasgefülltes Grubengebäude vorhanden ist. Ein zusammenhängendes Grubengebäude im Sinne dieser Bewertung ist ein primär über Streckenverbindungen in sich verbundener, gasgefüllter Hohlraum.

Es wird unterstellt, dass sich innerhalb solcher zusammenhängenden Grubengebäude abhängig von der wasseranstiegsbedingten Verdrängung, von der Freisetzung von CH₄ aus der Lagerstätte und der Gasabführung ein jeweils ähnliches Druckniveau einstellt.

Entsprechend wird bewertet, inwieweit während und nach dem Wasseranstieg eine kontrollierte Gasabführung aus solchen zusammenhängenden Grubengebäuden erfolgen kann. Abbauannäherungen werden bei dieser Untergliederung nicht berücksichtigt, da sie im Vergleich zu Streckenverbindungen einen höheren Strömungswiderstand darstellen und somit nicht als Gaswegigkeit im Sinne einer gesicherten Gasabführung betrachtet werden können.

Bezüglich einer lateralen Verdrängung von Grubengas in benachbarte Grubenfelder, in denen das Grubenwasser nicht ansteigt, werden Abbauannäherungen jedoch im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung als mögliche Gaswegigkeit betrachtet.

Ausgasungstechnisch zusammenhängende Grubengebäude bilden dreidimensionale Körper, die auch in der Teufe abgegrenzt werden können. Die Abgrenzung der Grubenfelder im Sinne dieser Bewertung erfolgte aus diesem Grund weitgehend anhand der Bergwerksgrenzen aus dem Jahr 1962, auf deren Basis eine ausreichende Abgrenzung der tages- bzw. deckgebirgsnahen, dauerhaft gasgefüllten Hohlräume möglich ist.

In einem ersten Schritt wurden die Grubenfelder herausgearbeitet, in welchen das Ausgasungsverhalten durch den Grubenwasseranstieg in der Wasserprovinz Carolinenglück beeinflusst werden kann. Auf diese Grubenfelder wurde dann die Bewertungsmatrix systematisch angewendet.

8 Abgrenzung des vom Wasseranstieg beeinflussten Bereiches

8.1 Beeinflussung innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück

Innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück erfolgt ein Grubenwasseranstieg in den Teilprovinzen Carolinenglück Süd, Carolinenglück Mitte und Carolinenglück West. In der Teilprovinz Carolinenglück Ost erfolgt kein Wasseranstieg, jedoch kann eine laterale Verdrängung von Grubengas aus den Grubenfeldern Friedrich der Große, Erin und Graf Schwerin Katharina nicht ausgeschlossen werden.

In einigen Grubenfeldern erfolgt der Wasseranstieg erst zeitlich versetzt zum Abschalten der Pumpen auf der Wasserhaltung Carolinenglück, da der Wasserstand dort bereits oberhalb von -715 m NHN liegt. Dies ist insbesondere für die Grubenfelder Hannover und Constantin relevant, in denen Schutzmaßnahmen umzusetzen sind, die funktionsbereit sein müssen, sobald der Grubenwasseranstieg in diesen Grubenfeldern erfolgt.

8.2 Beeinflussung außerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück

Durch eine laterale Verdrängung von Grubengas besteht die Möglichkeit, dass sich im Zuge des Grubenwasseranstieges auch das Ausgasungsverhalten angrenzender Grubenfelder verändert. Eine laterale Verdrängung von Grubengas kann dort stattfinden, wo Grubenwasser innerhalb eines Grubenfeldes ansteigt und Gaswegigkeiten zu benachbarten Grubenfeldern bestehen. Solche Gaswegigkeiten können in Form von Streckenverbindungen oder Abbauannäherungen vorliegen. Entsprechend erfolgte eine Auswertung des Risswerkes. Weiterhin konnte auf Informationen über Verbindungen zwischen den Grubenfeldern zurückgegriffen werden, die im Zuge der Bewertungen der Wasserwegigkeiten durch die RAG erarbeitet wurden. Weiterhin können Gaswegigkeiten auf Basis der Verteilung der durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdrücke nachgewiesen werden.

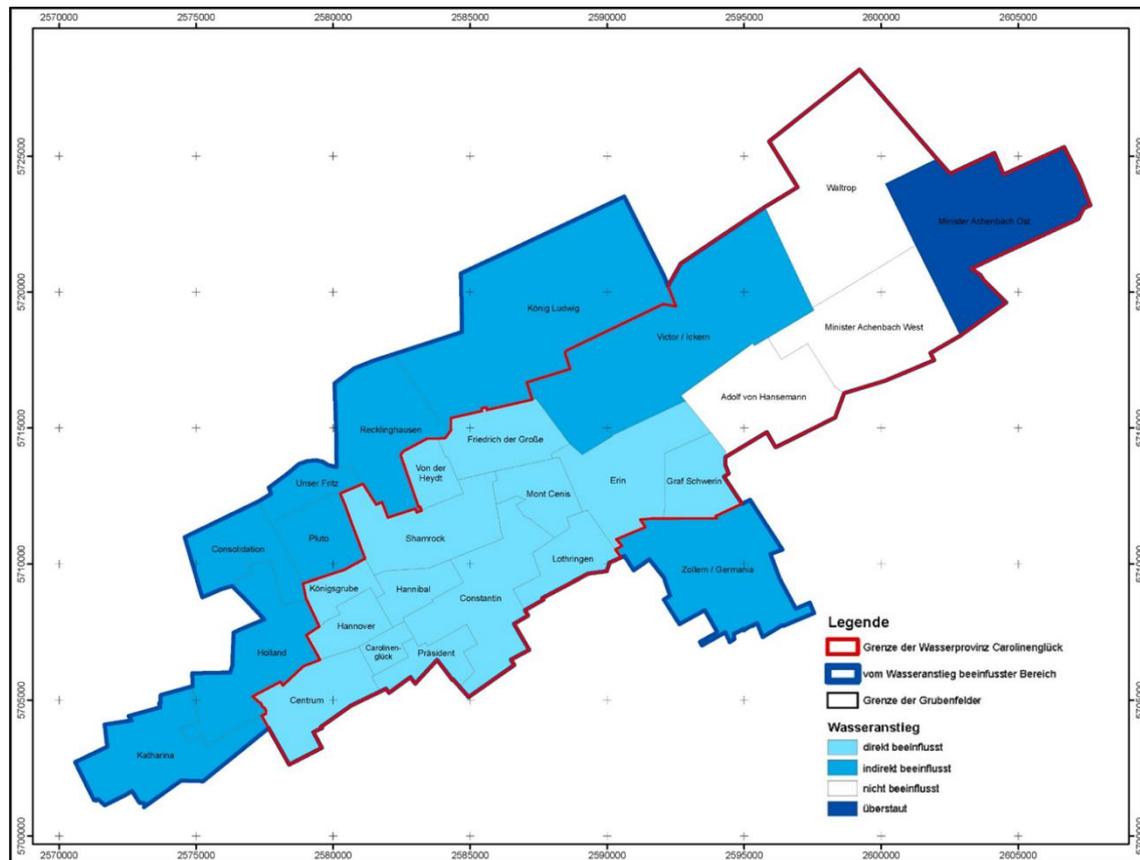
Tabelle 3 zeigt die untersuchten an die Wasserprovinz Carolinenglück angrenzenden Grubenfelder. Benachbarte Grubenfelder, bei denen eine laterale Verdrängung von Grubengas aus der Wasserprovinz Carolinenglück heraus möglich ist und die nicht über ein umgesetztes Entgasungskonzept und damit eine kontrollierte Gasabführung verfügen, sind in die weiteren Bewertungen mit einbezogen worden. Sekundäre Gaswegigkeiten über Abbauannäherungen und tektonische Störungen zu den südlich der Wasserprovinz gelegenen Grubenfeldern Maria, Anna & Steinbank, Vereinigte Engelsburg, Frederica und Robert Müser wurden nicht untersucht. Die angrenzenden Grubenfelder Centrum/ Fröhliche Morgensonne, Präsident, Constantin und Lothringen sind aufgrund der Deckgebirgsgeologie gegen den Aufbau eines Überdruckes im Grubengebäude zu schützen, so dass eine möglicherweise laterale Gasverdrängung in die südlich angrenzenden Grubenfelder ausgeschlossen werden kann.

Tabelle 3: Durch den Wasseranstieg beeinflusste Grubenfelder außerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück

Grubenfeld außerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück	Entgasungskonzept	Grubenfeld innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück	Gasabführung	Wahrscheinlichkeit der Verdrängung von Gas	Art der Gaswegigkeit
Eintracht Tiefbau	-	-	-	-	keine
Katharina	nein	Centrum/Fröhliche Morgensonne	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Holland	nein	Centrum/Fröhliche Morgensonne	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Hannover	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Königsgrube	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Consolidation	nein	Königsgrube	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Pluto	nein	Königsgrube	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Shamrock	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Unser Fritz	nein	Shamrock	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Recklinghausen	nein	Shamrock	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Von der Heydt	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Friedrich der Große	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
König Ludwig	nein	Friedrich der Große	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Hansa/Westhausen	-	-	-	-	keine
Zollern/Germania	nein	Graf Schwerin	fehlend	sehr hoch	Streckenverbindung

Der im Rahmen der weiteren Bewertungen betrachtete Bereich wird daher über die Grenze der Wasserprovinz Carolinenglück hinaus um die Grubenfelder Katharina, Holland, Consolidation, Pluto, Unser Fritz, Recklinghausen, König Ludwig und Zollern/Germania erweitert (Abbildung 2).

Abbildung 2: Grenze der Wasserprovinz Carolinenglück und der indirekt beeinflussten Bereiche



9 Eigenschaften des Deckgebirges

9.1 Grundlage der Bewertung

Bezüglich der Gasführung im Ruhrgebiet in Abhängigkeit des Gasinhalts-Teufen-Trends, der Tektonik und der Gesteinskomposition des Deckgebirges im Hinblick auf ihre Durchlässigkeit wurde ein durch die RAG finanziertes Forschungsvorhaben von der DMT durchgeführt [1]. Ein Ergebnis dieses Forschungsvorhabens ist eine Einteilung des Ruhrreviers in sieben Gefährdungsbereiche bezüglich der Oberflächenausgasung in Abhängigkeit von der Gasmigration durch das Deckgebirge. Die Ausgasung an den Schächten ist davon entkoppelt, da diese generell als mögliche Gasströmungswege zu betrachten sind. Die Wasserprovinz Carolinenglück sowie die darüber hinaus betrachteten Bereiche können in die sechs Bereiche 2, 3, 4, 4a, 5 und 6 eingeteilt werden (Anlage 1). Diese Bereiche können hinsichtlich der Gefährdung durch Gasaustritte charakterisiert werden.

9.2 Bereich 2

Im Bereich 2 stehen an der Tagesoberfläche (Quartär abgedeckt) die Ablagerungen aus der Zeit der Oberkreide an. Nach Süden streichen diese Schichten entsprechend ihrer Abfolge vom Hangenden zum Liegenden nacheinander aus. Zwischen den kretazischen und den karbonischen Gesteinen sind im nördlichen Teil des Bereichs 2 Ablagerungen des Zechsteins und der Trias (überwiegend Buntsandstein) eingeschaltet, die aber nirgends an der Oberfläche ausbeißern.

In diesem Gebiet wurden bisher – außer an Schachtstandorten – keine Gasaustritte an der Tagesoberfläche detektiert. Ein wesentlicher Grund hierfür ist der gasfreie Abschnitt im oberen Teil des Karbons, der hier Mächtigkeiten zwischen 300 und 1000 m erreicht. Dieser Abschnitt liefert kein Gas und wirkt wegen seiner geringen Durchlässigkeit des Gebirges auch als Abdichtung.

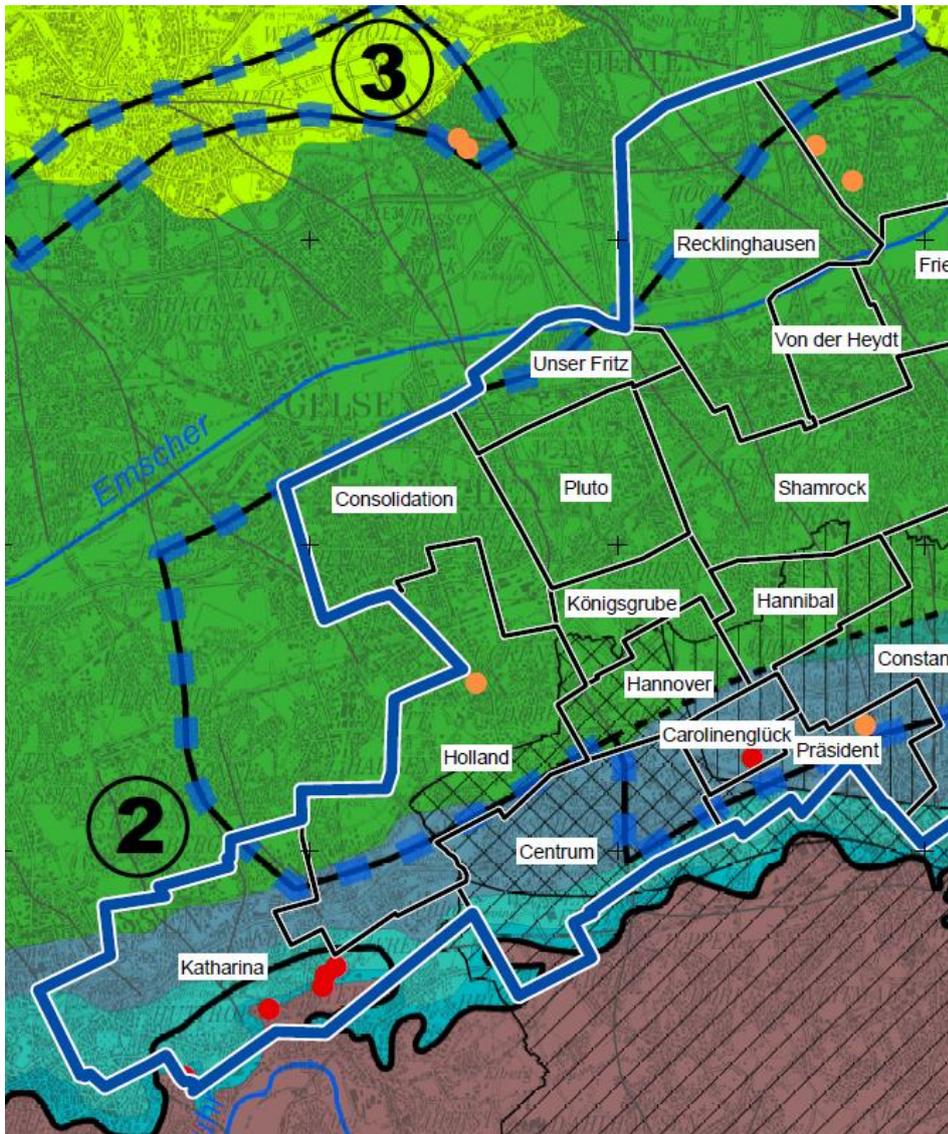
Die Deckgebirgsschichten sind gasfrei bzw. eine eventuelle Gasbildung ist hier so gering, dass sie an der Oberfläche nicht detektiert werden kann. Eine zusätzliche undurchlässige Barriere bilden – soweit vorhanden – die Ablagerungen des Zechsteins.

Weiterhin können sich mögliche geringe Gaszuflüsse in den oberen Schichten des Deckgebirges (Halturner Sande, Osterfelder Sande, Recklinghäuser Sandmergel), die eine gute Durchlässigkeit besitzen, gleichmäßig flächenhaft verteilen und damit weiter abschwächen.

Eine Ausnahme von diesen Deckgebirgseigenschaften innerhalb des Bereiches 2 bildet der Süden der Wasserprovinz, in dem das Deckgebirge ausläuft

Der südwestliche Teil der Wasserprovinz Carolinenglück sowie angrenzende Grubenfelder sind dem Bereich 2 zuzurechnen (Abbildung 3).

Abbildung 3: Erstreckung des Bereiches 2



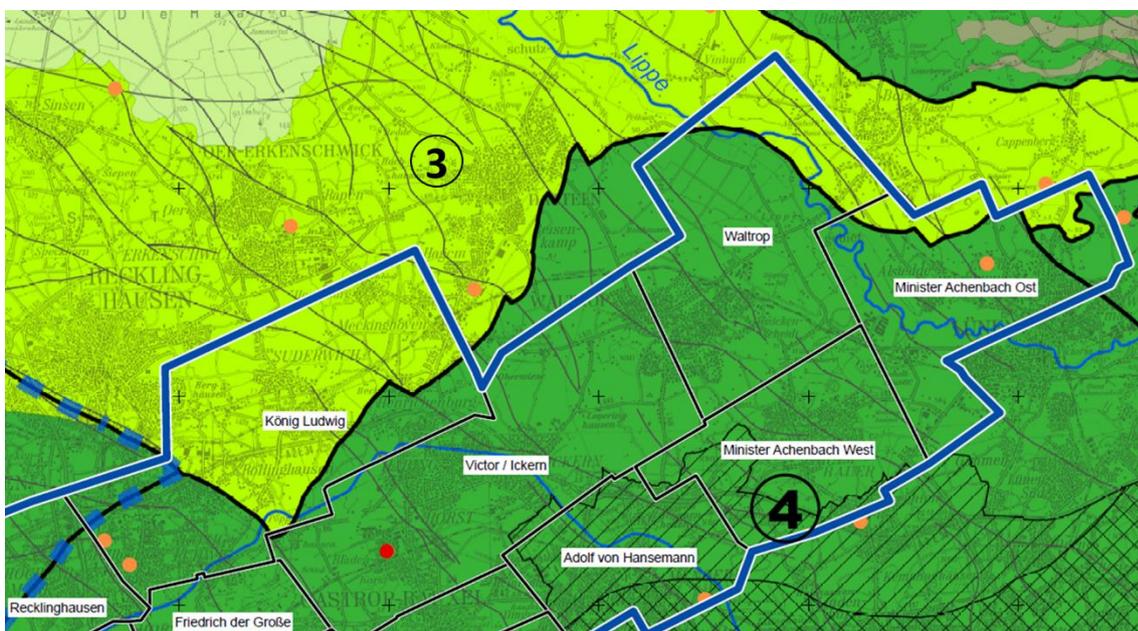
9.3 Bereich 3

Der Bereich 3 ist bezüglich der Schichtenfolge des Deckgebirges sehr ähnlich dem Bereich 2, wobei allerdings Ablagerungen, die älter sind als Kreide, fehlen. Dieser ist dadurch gekennzeichnet, dass in Tiefbohrungen und beim Abteufen von Schächten häufig Gas in den Schichten unterhalb des Emscher-Mergels angetroffen wurde. Hier kann Methan im tieferen Deckgebirge, aber nicht in den oberen Deckgebirgsschichten oder an der Tagesoberfläche nachgewiesen werden.

Die geringe Durchlässigkeit des Emscher-Mergels verhindert merkbare Gasströme in die höheren Schichten. An der Tagesoberfläche stehen im Bereich 3 Halterner Sande und Recklinghäuser Sandmergel an (Quartär abgedeckt), die aufgrund ihrer guten Durchlässigkeit zur Vergleichmäßigung eventueller, geringer Gasaustritte an der Tagesoberfläche führen. Dort sind deshalb keine Methanaustritte messbar.

Der nördliche Rand der Wasserprovinz Carolinenglück sowie angrenzende Grubenfelder sind dem Bereich 3 zuzuordnen (Abbildung 4).

Abbildung 4: Erstreckung des Bereiches 3



9.4 Bereiche 4 und 4a

Im Bereich 4 besteht das Deckgebirge aus den Ablagerungen der Kreide vom Emscher-Mergel bis zum Essener Grünsand. Ältere Deckgebirgsschichten fehlen. Eine Gasführung besteht im oberen Abschnitt des Karbons und im unteren Abschnitt des Deckgebirges.

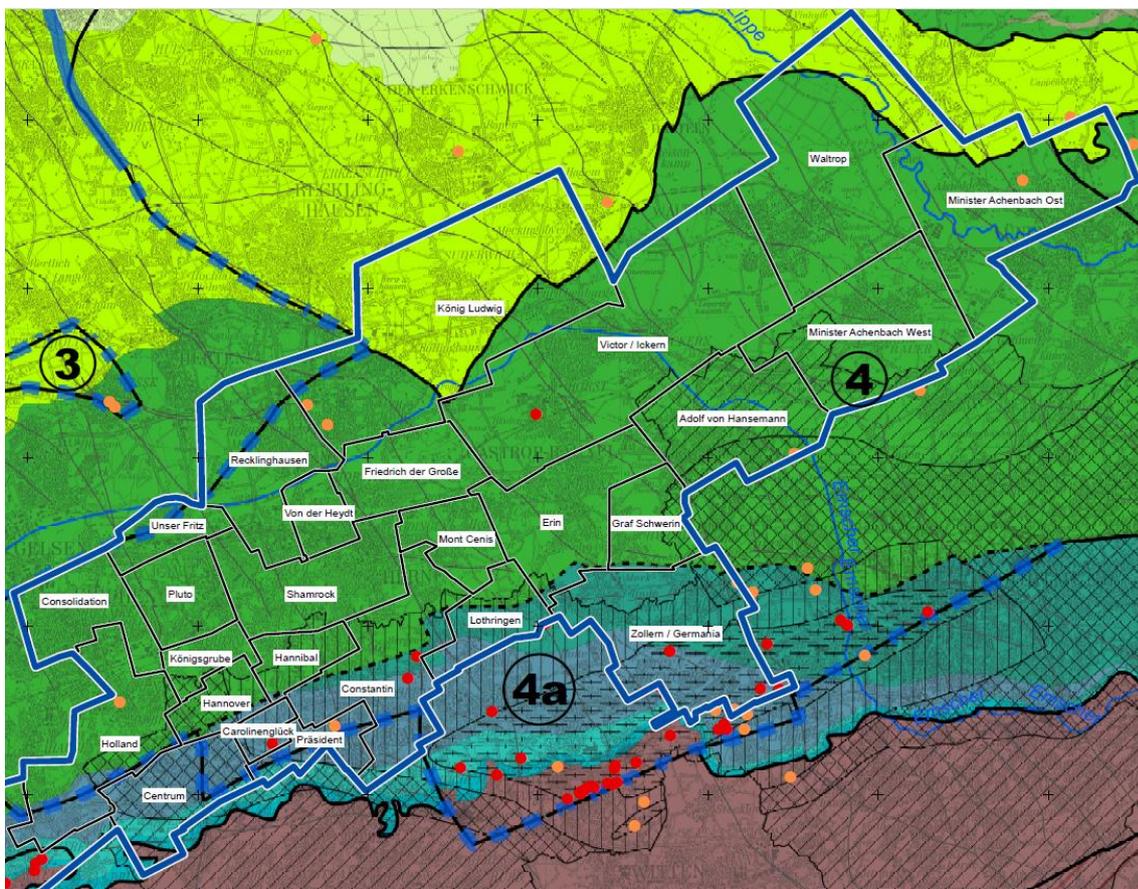
Beim Abteufen von Schächten und in Bohrungen wurden Gase in den Schichten unterhalb des Emscher-Mergels angetroffen. Auch hier verhindert die geringe Durchlässigkeit des Emscher-Mergels in der Regel merkbare Gasaustritte an der Tagesoberfläche.

Es fehlt gegenüber Bereich 3 die Vergleichmäßigung eventueller, geringer Gasströme durch eine gut durchlässige Überdeckung. In wenigen Fällen wurden Austritte von Methan aus der tieferen Kreide oder dem Karbon an der Oberfläche beobachtet. Vermutlich ist hier der Emscher-Mergel entlang tektonischer Störungen unter Abbaueinwirkung nicht völlig abdichtend. Gasaustritte im Bereich 4 sind deshalb in Zukunft nicht völlig auszuschließen.

Im Bereich 4a fehlt die Überdeckung durch den Emschermergel großflächig. Dort wurden an zahlreichen Stellen Methanaustritte an der Oberfläche und auch in Baugruben und Baugrundbohrungen nachgewiesen.

Der weitaus größte Teil der Wasserprovinz Carolinenglück ist den Bereichen 4 und 4a zuzuordnen (Abbildung 5).

Abbildung 5: Erstreckung der Bereiche 4 und 4a



9.5 Bereich 6

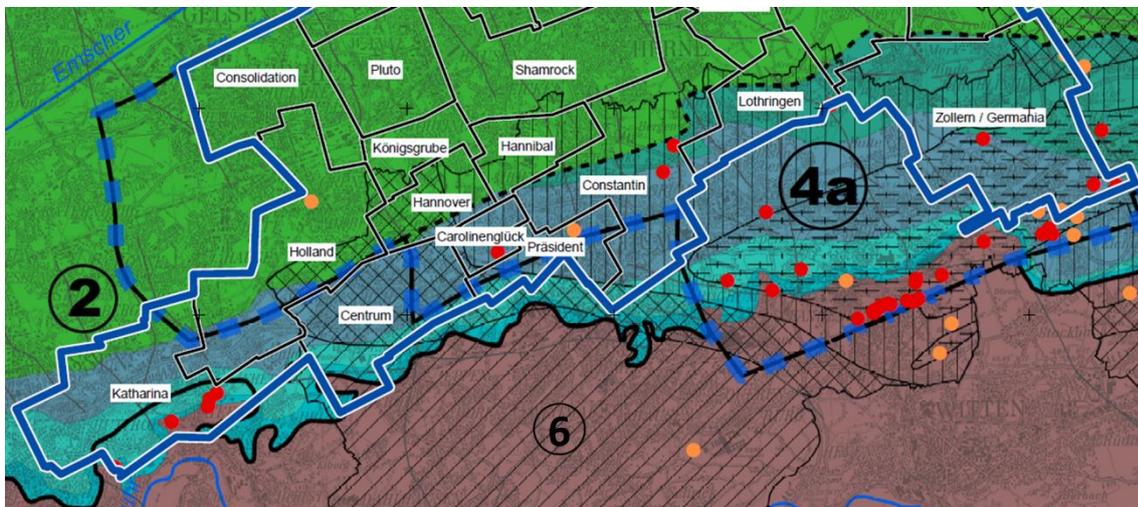
Südlich der Verbreitung der Kreide und östlich des Tertiärs streicht das Steinkohlengebirge an der Tagesoberfläche aus (Quartär abgedeckt). Dort wurden punktuell einzelne geringe Gaszuströme sowohl von Methan als auch von Kohlendioxid beobachtet.

Aus den Beobachtungen während des Kohleabbaus und auch aus der Nähe der Tagesoberfläche kann geschlossen werden, dass der Gasinhalt im Bereich 6 bereits ursprünglich gering war. Dieser wurde durch den Abbau weiter verringert.

Als Zwischenspeicher für die geringen Gasabströme aus den Flözen dienen die verlassenen Grubenbaue, die wegen der relativ geringen Tiefe nicht oder wenig durch den Gebirgsdruck geschlossen wurden und die in vielen Fällen auch noch wasserfrei sind. Bei größerer Verweildauer des Methans im Grubengebäude und durch Luftzutritt in Folge atmosphärischer Luftdruckschwankungen kann es teilweise zu Kohlendioxid oxidiert werden, so dass im Bereich 6 häufig ein Gemisch aus beiden Gasen an der Tagesoberfläche detektiert wird.

Nur der äußerste südliche Rand der Grubenfelder Katharina, Centrum/Fröhliche Morgensonne und Zollern/Germania ist dem Bereich 6 zuzurechnen (Abbildung 6).

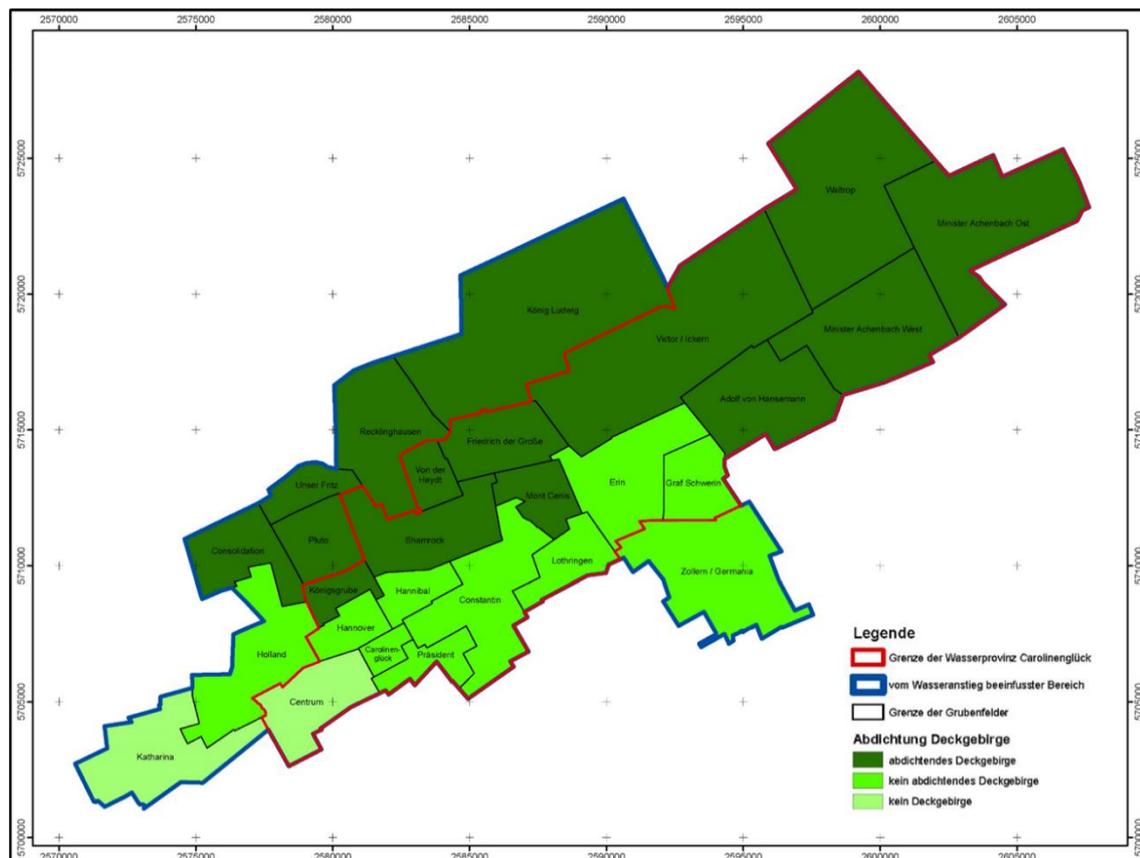
Abbildung 6: Erstreckung des Bereiches 6



9.6 Einstufung der Grubenfelder

Nach der Bewertungsmatrix ergibt sich die in Abbildung 7 dargestellte Einstufung der betrachteten Grubenfelder in Bezug auf die Eigenschaften des Deckgebirges.

Abbildung 7: Einstufung der Grubenfelder bezüglich der Eigenschaften des Deckgebirges



10 Gasabführung

Innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück sind derzeit insgesamt 6 Schächte mit Entgasungsleitungen ausgestattet, die noch Anschlüsse oberhalb des Wasserstandes aufweisen. Durch den direkten Anschluss der Entgasungsleitungen an das offene und wasserfreie Grubengebäude kann anfallendes Grubengas gezielt angenommen und abgeführt werden, sofern die Anschlüsse nicht überstaut werden.

Eine kontrollierte Gasabführung wurde systematisch erst ab 2000 auf Basis der Rundverfügung des damaligen Landesoberbergamtes NRW zur „Stilllegung von Grubenfeldern im Steinkohlenbergbau und Entgasungsmöglichkeiten abgeworfener Tagesöffnungen“ [19] umgesetzt. Jedoch wurden schon seit der späten 1980er Jahre beim Abwerfen von Bergwerken oder Baufeldern einzelne Schächte mit Entgasungsleitungen ausgestattet.

Die Ausstattung der Schächte mit Entgasungsleitungen wurde auf Basis der Gutachten zu den einzelnen Schachtverfüllungen und Archivunterlagen der DMT geprüft.

Entgasungsleitungen, deren höchstgelegener Anschluss an das Grubengebäude unterhalb des Niveaus von -550 m NHN liegt und die somit nach Beendigung des Grubenwasseranstieges nicht mehr wirksam sind, sind im Sinn der Bewertungskriterien nach Kapitel 6 nicht als relevant berücksichtigt.

Darüber hinaus besteht innerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück und in den angrenzenden Grubenfeldern eine Vielzahl von Schächten, die kohäsiv oder mit Lockermassen verfüllt sind und über keine Entgasungsleitungen verfügen. Einige der mit Lockermassen verfüllten Schächte wurden saniert. Bei diesen Sanierungen wurden die Schachtköpfe der Schächte durch z.B. Ausbauverstärkungen stabilisiert. Im Normalfall sind diese Schächte mit Vorrichtungen ausgestattet, an die im Bedarfsfall auch Entgasungseinrichtungen angeschlossen werden können. Im Gegensatz zu den Schächten mit Entgasungsleitungen mit Anschluss an das Grubengebäude werden hierbei die über die Lockermassenfüllsäulen abströmenden Gasgemische gesichert an die Atmosphäre abgeführt. Aufgrund des hohen Strömungswiderstandes der Lockermassenfüllsäule gelten solche Entgasungseinrichtungen nicht als relevant im Sinne einer kontrollierten Gasabführung.

Nach der Bewertungsmatrix ergibt sich die in Abbildung 8 dargestellte Einstufung der betrachteten Grubenfelder hinsichtlich der Gasabführung. In Tabelle 4 sind die Entgasungsmöglichkeiten der einzelnen Grubenfelder innerhalb des betrachteten Bereiches sowie die Anzahl der kohäsiv und mit Lockermassen verfüllten Schächte beschrieben. Die Grubenfelder sind den entsprechenden Kategorien zugeordnet.

Abbildung 8: Einstufung der Grubenfelder bezüglich der Gasabführung

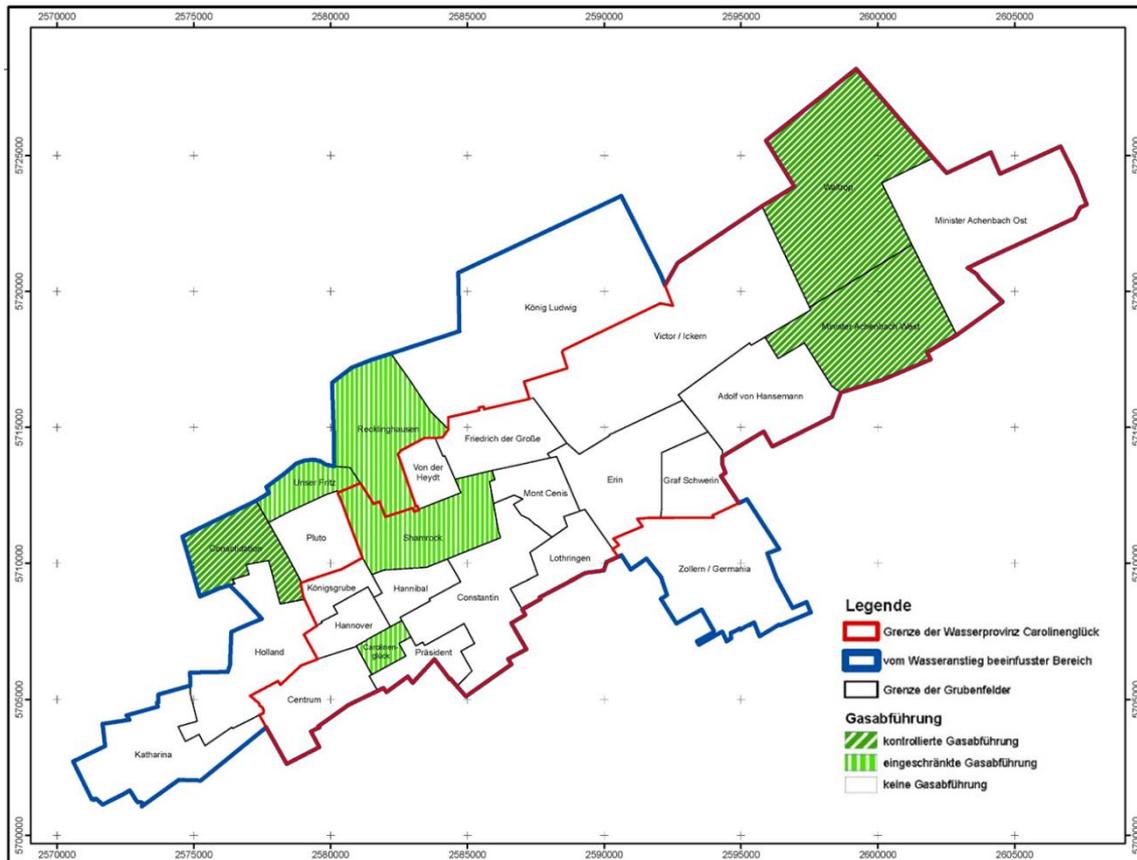


Tabelle 4: Entgasungsmöglichkeiten innerhalb der betrachteten Grubenfelder

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Königsgrube	4	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Hannover	6	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Hannibal	5	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Constantin	14	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Mont Cenis	6	1	Mont Cenis 3 (Anschlüsse unbekannt), Grubengasgewinnung über Bohrung Herne-Methan 6	fehlende Gasabführung
Centrum/Fröhliche Morgensonne	16	3	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Carolinenglück	2	2	Carolinenglück 3	eingeschränkte Gasabführung
Präsident	6	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Shamrock	10	1	Shamrock 11	eingeschränkte Gasabführung
Von der Heydt	2	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Friedrich der Große	5	1	nicht vorhanden, aber Grubengasgewinnung über Bohrung Herne-Methan 4	fehlende Gasabführung

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Victor/Ickern	8	2	Ickern 3, überstaut	fehlende Gasabführung
Lothringen	4	2	nicht vorhanden, aber Lotleitung Schacht Lothringen 6 zur Ent- gasung genutzt und Grubengas- gewinnung über Bohrung Corvin 1	fehlende Gasabführung
Erin	2	6	nicht vorhanden, aber Grubengasgewinnung über Schachtleitung Erin 6 und Gewin- nungsbohrung Herne-Methan 2	fehlende Gasabführung
Graf Schwerin	4	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Adolf von Hanseemann	7	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Waltrop	-	3	Waltrop 1 Waltrop 2 Waltrop 3, überstaut	kontrollierte Gasabführung
Minister Achenbach West	-	5	Minister Achenbach 1 Minister Achenbach 2 Minister Achenbach 4, überstaut Minister Achenbach 7, überstaut	kontrollierte Gasabführung

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Minister Achenbach Ost	-	2	Minister Achenbach 5, überstaut	fehlende Gasabführung
Katharina	>67	4	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Holland	11	11	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Consolidation	2	7	Consolidation 6 Consolidation 7 Consolidation 9	kontrollierte Gasabführung
Pluto	2	5	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Unser Fritz	-	5	Unser Fritz 3	eingeschränkte Gasabführung
Recklinghausen	4	5	Recklinghausen II/2	eingeschränkte Gasabführung
König Ludwig	7	1	nicht vorhanden, aber Gruben- gasgewinnung über Bohrung König Ludwig 4/5	fehlende Gasabführung
Zollern/Germania	14	-	nicht vorhanden, Germania Südschacht offen	fehlende Gasabführung

11 Bewertung der Gefährdung vor Umsetzung von Schutzmaßnahmen

11.1 Allgemeine Vorgehensweise

Das Risiko einer Gefährdung durch wasseranstiegsbedingte Gasaustritte ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeit und den möglichen Auswirkungen von Gasaustritten. Die möglichen Auswirkungen ergeben sich im Wesentlichen aus der Nutzung der Tagesoberfläche.

Es wird hier grundsätzlich zwischen potentiellen Gasaustritten an Tagesöffnungen und diffusen Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb des Umfeldes von Tagesöffnungen unterschieden.

11.2 Gasaustritte an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen

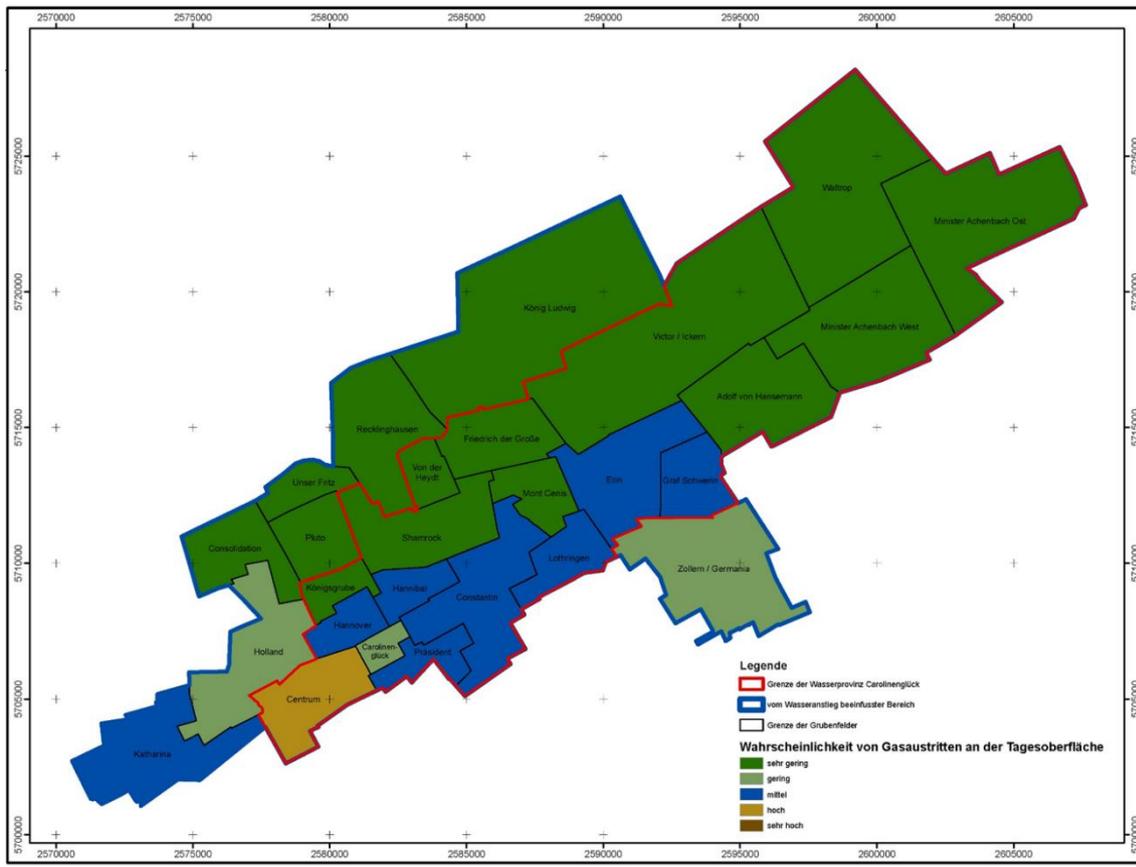
Abbildung 9 und Anlage 2 zeigen die Einstufung der einzelnen Grubenfelder hinsichtlich einer Gefährdung durch Gasaustritte an der Tagesoberfläche, wobei eine Umsetzung von Schutzmaßnahmen noch nicht berücksichtigt ist.

Die Tagesoberfläche innerhalb des betrachteten Bereiches weist in den Zonen mit fehlendem, geringmächtigem oder durchlässigem Deckgebirge überwiegend eine intensive Nutzung und geschlossene Bebauung auf. Bezüglich der vom Grubenwasseranstieg direkt und indirekt beeinflussten Bereiche betrifft das die Grubenfelder der Bergwerke

- Katharina (Baufelder Königin Elisabeth - Wilhelm/Emil und Friedrich Joachim, Hercules, Katharina, Johann Deimelsberg und Centrum 4/6),
- Holland (Baufelder Bonifacuis und Holland),
- Centrum/Fröhliche Morgensonne,
- Hannover,
- Hannibal,
- Carolinenglück,
- Präsident,
- Constantin,
- Lothringen,
- Erin,
- Graf Schwerin und
- Zollern/Germania.

Diese Grubenfelder werden nachfolgend im Detail betrachtet.

Abbildung 9: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen



11.3 Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne

Das Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt unmittelbar mit Abschalten der Wasserhaltung.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen.

Es bestehen theoretisch Gaswegigkeiten zum Bergwerk Carolinenglück über zahlreiche Abbauannäherungen (Abstand < 1 m) in Niveaus zwischen -99 und -501 m NHN und eine Flözstreckenverbindung in Flöz Dickebank im Bereich der 6. Sohle Centrum bei -358 m NHN. Weiterhin bestehen Abbauannäherungen zum Grubenfeld Holland. Die Grubenfelder Carolinenglück und Holland sind von der Grubengasgewinnung beeinflusst Sie weisen jedoch nur einen geringen Unterdruck auf und im Grubenfeld Hannover ist kein Unterdruck nachweisbar, so dass eine Beeinflussung des Grubenfeldes Centrum/Fröhliche Morgensonne durch Grubengasgewinnung über diese Wege offensichtlich nicht gegeben ist.

Messungen an den verfüllten Tagesschächten im Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne zeigen ein barometrisches Ausgasungsverhalten. Bei den Messungen der DMT während des Wasseranstieges in der Teilprovinz Carolinenglück Süd im Zeitraum von 2015 bis 2016 wurden CH₄-Gehalte von bis zu 13 Vol.-% und CO₂-Gehalte von bis zu 3 Vol.-% gemessen, wobei der Wasseranstieg keinen Einfluss auf das Ausgasungsverhalten der Schächte hatte. Die jüngeren Messungen der thyssenkrupp Business Services GmbH zeigen zwar geringere CH₄-Gehalte, jedoch ein weiterhin barometrisches Ausgasungsverhalten.

Das Grubenfeld ist im Osten von einem Deckgebirge des Bereiches 4a überlagert. Im Westen und Süden besteht Deckgebirge des Bereiches 2, wobei dessen Mächtigkeit teilweise weniger als 50 m beträgt. Am südlichen Rand des Bereiches 2 läuft das Deckgebirge aus und ein kleiner Bereich ist dem Bereich 6 zuzuordnen.

Die Tagesoberfläche ist durch eine weitgehend dichte, teils innerstädtische Bebauung und die Nutzung durch Industrie- bzw. Gewerbebetriebe gekennzeichnet.

Das Grubengebäude weist keinen durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck auf. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt ein Druckanstieg und damit eine Erhöhung des Gasabstroms zur Tagesoberfläche. Aufgrund der Eigenschaften des Deckgebirges kann nicht angenommen werden, dass dieser Gasabstrom ausschließlich über die mit Lockermassen verfüllten Tagesschächte erfolgt.

Ohne weitere Maßnahmen, ist daher eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch Austritte von Grubengas nicht auszuschließen.

Es besteht derzeit aufgrund fehlender Leitungen mit Anschluss an das Grubengebäude keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges die Aktivierung des o.g. Szenarios zu erkennen.

Es müssen daher Maßnahmen umgesetzt werden, die wasseranstiegsbedingte Gasaustritte über das Deckgebirge vermeiden und eine Überwachung des Druckes im Grubengebäude ermöglichen.

11.4 Grubenfeld Katharina

Das Grubenfeld Katharina weist Verbindungen zum Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne über Abbauannäherungen auf. Somit kann das Grubenfeld Katharina im Zuge des Wasseranstieges im Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst werden.

Im Grubenfeld Katharina sind keine Entgasungsleitungen vorhanden.

Das Grubenfeld ist weitgehend von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert. Im gesamten Grubenfeld (Baufelder Königin Elisabeth, Hercules, Katharina, Centrum 4/6 und Johann Deimelsberg) beträgt die Deckgebirgsmächtigkeit bei einer fehlenden Abdeckung durch den Emschermergel weniger als 50 m. Die Deckgebirgsmächtigkeit nimmt nach Süden weiter ab und das Baufeld Johann Deimelsberg weist teilweise ein fehlendes Deckgebirge auf und liegt somit im Bereich 6.

Die Tagesoberfläche ist durch eine weitgehend dichte, teils innerstädtische Bebauung und die Nutzung durch Industrie- bzw. Gewerbebetriebe gekennzeichnet.

Für das Grubenfeld Katharina ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche aufgrund der Qualität der Gaswegigkeiten als gering einzustufen. Im Grubenfeld Katharina bestehen jedoch derzeit keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges im Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne eine mögliche laterale Gasverdrängung zu erkennen.

Gasübertritte aus dem Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden oder es müssen entsprechend Schutzmaßnahmen im Grubenfeld Katharina umgesetzt werden.

11.5 Grubenfeld Holland

Das Grubenfeld Holland weist Verbindungen zu den Grubenfeldern Centrum/Fröhliche Morgensonne und Hannover über Abbauannäherungen auf. Somit kann das Grubenfeld Holland im Zuge des Wasseranstieges in den Grubenfeldern Centrum/Fröhliche Morgensonne und Hannover hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst werden.

Im Grubenfeld Holland sind keine Entgasungsleitungen vorhanden.

Das Grubenfeld Bonifacius ist weitgehend von einem geringmächtigen Deckgebirge der Bereiche 2 und 4 und das Grubenfeld Holland von einem teils geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 4 überlagert. Im Süden der Grubenfelder Bonifacius und Holland beträgt die Deckgebirgsmächtigkeit bei einer teilweise fehlenden Abdeckung durch den Emschermergel weniger als 50 m.

Die Tagesoberfläche ist in weiten Teilen durch eine lockere, teils aber auch dichte innerstädtische Bebauung und die Nutzung durch Industrie- bzw. Gewerbebetriebe gekennzeichnet.

Für das Grubenfeld Holland ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche aufgrund der Qualität der Gaswegigkeiten als gering einzustufen. Im Grubenfeld Holland bestehen jedoch derzeit keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges in den Grubenfeldern Centrum/Fröhliche Morgensonne und Hannover eine mögliche laterale Gasverdrängung zu erkennen.

Gasübertritte aus den Grubenfeldern Centrum/Fröhliche Morgensonne und Hannover müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden oder es müssen entsprechend Schutzmaßnahmen im Grubenfeld Holland umgesetzt werden.

11.6 Grubenfeld Hannover

Das Grubenfeld wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -673 m NHN aus.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen.

Es bestehen theoretisch Gaswegigkeiten zum Bergwerk Hannibal über zahlreiche Abbauannäherungen (Abstand < 1 m) in Niveaus zwischen -268 und -545 m NHN und zwei Streckenverbindungen im Bereich der 6. Sohle Hannover und der 5.Sohle Hannibal bei -428 m NHN. Somit wirkt sich möglicherweise der von der Grubengasgewinnung in der Emschermulde bzw. im Bereich der Bergwerke Friederich der Große und Mont Cenis auf das Grubengebäude Hannibal aufgeprägte Unterdruck bis in das Grubenfeld Hannover mehr oder weniger stark aus. Die benachbarten Grubenfelder Holland und Carolinenglück weisen nur einen geringen Unterdruck auf und im Grubenfeld Königsgrube ist kein Unterdruck nachweisbar, so dass eine Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung über diese Wege sehr unwahrscheinlich ist.

Über Messungen an den verfüllten Tagesschächten des Bergwerkes Hannover konnte eine Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung bisher jedoch nicht nachgewiesen werden. Bei den Messungen der RAG im Zeitraum von 2010 bis 2021 wurden keine Druckdifferenzen festgestellt und zudem CH₄-Gehalte von bis zu 4 Vol.-% und CO₂-Gehalte von bis zu 5 Vol.-% gemessen.

Das Grubenfeld ist am südlichen Rand von einem mehr als 50 m mächtigen Deckgebirge des Bereiches 4a überlagert. Dieser Bereich ist im Niveau der 1. Sohle unterbaut. Die Tagesoberfläche in diesem Bereich ist in weiten Teilen durch Wohnbebauung genutzt.

Im Zuge des Grubenwasseranstieges sind bezüglich des Ausgasungsverhaltens folgende Szenarien möglich:

1. Das Grubengebäude weist keinen durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck auf. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt ein Druckanstieg und damit eine Erhöhung des Gasabstroms zur Tagesoberfläche. Aufgrund der geringen Mächtigkeit des Deckgebirges kann nicht angenommen werden, dass dieser Gasabstrom ausschließlich über die mit Lockermassen verfüllten Tagesschächte erfolgt.
2. Das Grubengebäude steht unter einem nicht stabilen durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck. Es besteht kein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt eine Verdichtung des im Grubenfeld unter Unterdruck anstehenden Grubengases. Es erfolgt eine Verdrängung von möglicherweise CH₄-reicherem Gasgemisch von den tieferen Sohlen in Richtung der obersten Sohlen, wo diese Gasgemische dann an barometrischer Ausgasung teilnehmen.
3. Das Grubengebäude steht unter einem nicht stabilen durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck. Durch den Grubenwasseranstieg werden tatsächlich wirksame Gaswegigkeiten zum Bergwerk Hannibal teilweise oder vollständig überstaut. Das zeitweilig vorhandene Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude entfällt vollständig oder nimmt soweit ab, dass es bei Luftdruckabfällen kippt.

Ohne weitere Maßnahmen, ist in allen Szenarien eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch Austritte von Grubengas nicht auszuschließen.

Es bestehen derzeit aufgrund fehlender Leitungen mit Anschluss an das Grubengebäude keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges die Aktivierung der o.g. Szenarien zu erkennen.

Es müssen daher Maßnahmen umgesetzt werden, die wasseranstiegsbedingte Gasaustritte über das Deckgebirge vermeiden und eine Überwachung des Druckes im Grubengebäude ermöglichen.

Sollte sich im Vorfeld des Grubenwasseranstieges innerhalb des Grubenfeldes Hannover zeigen, dass die o.g. Szenarien ausgeschlossen werden können, kann auf diese Maßnahmen verzichtet werden.

11.7 Grubenfeld Hannibal

Das Grubenfeld wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -673 m NHN aus.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen.

Das Grubenfeld steht jedoch unter einem Unterdruck von rund -80 hPa. Es bestehen Gaswegigkeiten zu den Bergwerken Shamrock und Constantin über Abbauannäherungen mit Abständen < 1 m in den Flözen Zollverein 1, Zollverein 2, Zollverein 3 und Zollverein 4 in Niveaus zwischen -199 und -145 m NHN. Somit wirkt sich offensichtlich der von der Grubengasgewinnung in der Emschermulde bzw. im Bereich der Bergwerke Friederich der Große und Mont Cenis aufgeprägte Unterdruck auf das Grubengebäude Hannibal aus.

Über Messungen an den verfüllten Tagesschächten des Bergwerkes Hannibal konnte die Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung bisher an dem mit Lockermassen verfüllten Schacht Hannibal 4 eindeutig nachgewiesen werden. Bei den Messungen der RAG im Zeitraum von 2010 bis 2021 wurde kein CH₄ nachgewiesen und es wurden CO₂-Gehalte von maximal 3 Vol.-% gemessen.

Das Grubenfeld ist am südlichen Rand von einem mehr als 50 m mächtigen Deckgebirge des Bereiches 4a überlagert. Dieser Bereich ist im Niveau der 1. Sohle unterbaut. Die Tagesoberfläche in diesem Bereich ist durch Wohnbebauung genutzt.

Derzeit steht das Grubengebäude unter einem stabilen durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck. Es besteht ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt eine Verdichtung des im Grubenfeld unter Unterdruck anstehenden Grubengases. Solange ein ausreichender Unterdruck am Grubengebäude Hannibal anliegt, sind Gasaustritte über das Deckgebirge sehr unwahrscheinlich.

Sollte die Grubengasgewinnung in der Emschermulde bzw. im Bereich der Bergwerke Friederich der Große und Mont Cenis eingestellt werden oder sich die abgesaugten Gasmengen deutlich verringern, ist damit zu rechnen, dass sich der am Grubengebäude Hannibal anliegende Unterdruck über die Zeit verringert. Das gleiche gilt für den Fall, dass durch den Grubenwasseranstieg die Gaswegigkeiten über das Bergwerk Shamrock bzw. Constantin teilweise oder vollständig überstaut werden. Das Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude könnte dann vollständig entfallen oder soweit abnehmen, dass es bei Luftdruckabfällen kippt.

Der Unterdruck im Grubengebäude ist daher im Rahmen des Monitorings zu überwachen und bei Rückgang des Unterdruckes unter einen kritischen Wert sind weitergehende Schutzmaßnahmen umzusetzen.

11.8 Grubenfeld Carolinenglück

Das Grubenfeld Carolinenglück wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt unmittelbar mit Abschalten der Wasserhaltung.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht eine eingeschränkte Gasabführung über die geplante Entgasungsleitung des Schachtes Carolinenglück 3.

Das Grubenfeld steht unter einem Unterdruck von etwa -10 hPa. Es bestehen Gaswegigkeiten zu den Bergwerken Hannibal und Constantin über Abbauannäherungen mit Abständen < 1 m. Diese liegen zwischen den Bergwerken Carolinenglück und Hannibal in Niveaus zwischen -253 und -540 m NHN und zwischen den Bergwerken Carolinenglück und Constantin in Niveaus zwischen -114 und -486 m NHN. Somit wirkt sich offensichtlich der von der Grubengasgewinnung in der Emschermulde bzw. im Bereich der Bergwerke Friederich der Große und Mont Cenis aufgeprägte Unterdruck auf das Grubengebäude Carolinenglück aus. Der derzeit anliegende Unterdruck reicht vor dem Hintergrund der barometrischen Luftdruckschwankungen jedoch nicht aus, ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude zu garantieren.

Das Grubenfeld ist dem Bereich 4a zuzuordnen und das Deckgebirge ist in der südlichen Hälfte des Grubenfeldes weniger als 50 m mächtig. Die Tagesoberfläche ist in weiten Teilen durch eine Nutzung als Wohngebiet bzw. Industrie- und Gewerbegebiet gekennzeichnet.

Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesem Grubenfeld als gering einzustufen. Ohne weitere Schutzmaßnahmen ist jedoch eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch Austritte von Grubengas nicht auszuschließen.

Es müssen daher Maßnahmen umgesetzt werden, die wasseranstiegsbedingte Gasaustritte über das Deckgebirge vermeiden und eine Überwachung des Druckes im Grubengebäude ermöglichen.

11.9 Grubenfeld Präsident

Das Grubenfeld Präsident wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt unmittelbar mit Abschalten der Wasserhaltung.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen.

Das Grubenfeld steht unter einem Unterdruck von etwa -10 hPa. Es bestehen Gaswegigkeiten zu den Bergwerken Carolinenglück über Abbauannäherungen mit Abständen < 1 m und über Flözstrecken, die sich oberhalb des Zielwasserstandes von -550 m NHN befinden. Weiterhin bestehen zum Bergwerk Constantin Abbauannäherungen oberhalb des Zielwasserstandes von -550 m NHN. Somit wirkt sich offensichtlich der von der Grubengasgewinnung in der Emschermulde bzw. im Bereich der Bergwerke Friederich der Große und Mont Cenis aufgeprägte Unterdruck bis auf das Grubengebäude Präsident aus.

Der derzeit anliegende Unterdruck reicht vor dem Hintergrund der barometrischen Luftdruckschwankungen jedoch nicht aus, ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude zu garantieren.

Das Grubenfeld ist im Norden dem Bereich 4a und im Süden dem Bereich 2 bei einer Deckgebirgsmächtigkeit von weniger als 50 m zuzuordnen. Die Tagesoberfläche ist durch eine weitgehend dichte innerstädtische Bebauung und die Nutzung durch Industrie- bzw. Gewerbebetriebe gekennzeichnet.

Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesem Grubenfeld als mittel einzustufen. Ohne weitere Schutzmaßnahmen ist jedoch eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch Austritte von Grubengas nicht auszuschließen.

Es müssen daher Maßnahmen umgesetzt werden, die wasseranstiegsbedingte Gasaustritte über das Deckgebirge vermeiden und eine Überwachung des Druckes im Grubengebäude ermöglichen.

11.10 Grubenfeld Constantin

Das Grubenfeld wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -673 m NHN aus.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen.

Das Grubenfeld steht jedoch unter einem Unterdruck von bis zu -130 hPa. Zum Bergwerk Shamrock bestehen Gaswegigkeiten über Abbauannäherungen mit Abständen < 1 m in Niveaus zwischen -515 und -400 m NHN und eine Flözstreckenverbindung in Flöz Röttgersbank im Bereich der 7. Sohle Constantin und der 6. Sohle Shamrock in einem Niveau von -619 m NHN. Zum Bergwerk Mont Cenis bestehen Gaswegigkeiten über zahlreiche Abbauannäherungen mit Abständen < 1 m in Niveaus zwischen -402 und -131 m NHN und einen Durchschlag einer Flözstrecke mit dem Abbau in Flöz Zollverein 6 in einem Niveau von -151 m NHN. Das gesamte Grubenfeld ist über die 5. Sohle (-420 m NHN) bis an die südliche Grenze erschlossen (Anlage 3).

Somit wirkt sich offensichtlich der von der Grubengasgewinnung in der Emschermulde bzw. im Bereich der Bergwerke Friederich der Große und Mont Cenis aufgeprägte Unterdruck auf das Grubengebäude Constantin aus.

Über von der DMT in 2021 durchgeführte Messungen an den verfüllten Tagesschächten des Bergwerkes Constantin konnte die Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung bisher eindeutig nachgewiesen werden (Tabelle 5). Die Messungen der RAG bestätigen diese Unterdrücke.

Tabelle 5: Drücke an verfüllten Tagesschächten des Bergwerkes Constantin

Schacht	Datum	Luftdruck [hPa]	Druck [hPa]
Constantin 1	19.07.2021	1012	-49,0
Constantin 3	19.07.2021	1011	-0,95
Constantin 4	19.07.2021	1008	-97,5
Constantin 5	19.07.2021	1008	-95,3
Constantin 8	19.07.2021	1013	-83,1
Constantin 11	19.07.2021	1012	-130

Das Grubenfeld ist in der Mitte dem Bereich 4a und im Süden dem Bereich 2 bei einer Deckgebirgsmächtigkeit von weniger als 50 m zuzuordnen. Die Tagesoberfläche ist durch eine weitgehend dichte innerstädtische Bebauung und die Nutzung durch Industrie- bzw. Gewerbebetriebe gekennzeichnet.

Derzeit steht das Grubengebäude unter einem stabilen durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck. Es besteht ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt eine Verdichtung des im Grubenfeld unter Unterdruck anstehenden Grubengases. Solange ein ausreichender Unterdruck Grubengebäude Constantin anliegt, sind Gasaustritte über das Deckgebirge sehr unwahrscheinlich.

Sollte die Grubengasgewinnung in der Emschermulde bzw. im Bereich der Bergwerke Friederich der Große und Mont Cenis eingestellt werden oder sich die abgesaugten Gasmengen deutlich verringern, ist damit zu rechnen, dass sich der am Grubengebäude Constantin anliegende Unterdruck über die Zeit verringert. Das gleiche gilt für den Fall, dass durch den Grubenwasseranstieg die Gaswegigkeiten zu den Bergwerken Shamrock bzw. Mont Cenis teilweise oder vollständig überstaut werden. Das Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude könnte dann vollständig entfallen oder soweit abnehmen, dass es bei Luftdruckabfällen kippt.

Der Unterdruck im Grubengebäude ist daher im Rahmen des Monitorings zu überwachen und bei Rückgang des Unterdruckes unter einen kritischen Wert sind weitergehende Schutzmaßnahmen umzusetzen.

11.11 Grubenfeld Lothringen

Das Grubenfeld wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -639 m NHN aus.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen. Jedoch bestehen eine zur Entgasung nutzbare Lotleitung DN 100 im Schacht Lothringen 6 und eine Grubengasgewinnungsbohrung mit einem Durchmesser von 440 mm in der Füllsäule des Schachtes Lothringen 6. Die Bohrung endet unter dem Widerlager der Teilfüllsäule in etwa 181 m Tiefe. Unterhalb des Widerlagers ist der Schacht oberhalb des aktuellen und des geplanten Wasserstandes an mehrere Sohlen angeschlossen.

Über die Grubengasgewinnungsbohrung wird Grubengas durch die Firma A-TEC abgesaugt und vor Ort energetisch verwertet. Der an das Grubengebäude angelegte Unterdruck beträgt -130 hPa.

Das Grubenfeld ist im Süden dem Bereich 4a bei einer Deckgebirgsmächtigkeit von mehr als 50 m zuzuordnen. Die Tagesoberfläche ist in weiten Teilen durch eine Nutzung als Wohngebiet bzw. Industrie- und Gewerbegebiet gekennzeichnet.

Derzeit steht das Grubengebäude unter einem stabilen durch die Grubengasgewinnung erzeugten Unterdruck. Es besteht ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt eine Verdichtung des im Grubenfeld unter Unterdruck anstehenden Grubengases. Solange ein ausreichender Unterdruck am Grubengebäude Lothringen anliegt, sind Gasaustritte über das Deckgebirge sehr unwahrscheinlich.

Sollte die Grubengasgewinnung eingestellt werden, ist damit zu rechnen, dass sich der am Grubengebäude anliegende Unterdruck über die Zeit verringert. Das Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude wird dann vollständig entfallen und bei Luftdruckabfällen kippen.

Der Unterdruck im Grubengebäude ist daher im Rahmen des Monitorings zu überwachen und bei Rückgang des Unterdruckes unter einen kritischen Wert sind weitergehende Schutzmaßnahmen umzusetzen.

11.12 Grubenfeld Erin

Das Grubenfeld wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -639 m NHN aus.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen. Jedoch bestehen eine Grubengasgewinnungsbohrung (Herne-Methan 2) im Feldesteil Teutoburgia und eine zur Grubengasgewinnung genutzte Schachtleitung im Schacht Erin 6. Die Bohrung Herne-Methan 2 hat einen Durchmesser von 200 mm und ist in einer Teufe von 221 m an das Grubengebäude angeschlossen. Der Durchmesser und die Art des Anschlusses dieser Schachtleitung an das Grubengebäude sind nicht bekannt. Die Grubengasgewinnungsanlage steht seit 2020 still.

Grubengas wird über die Schachtleitung im Schacht Erin 6 durch die Firma A-TEC abgesaugt und vor Ort energetisch verwertet. Der an das Grubengebäude angelegte Unterdruck beträgt etwa -180 hPa.

Das Grubenfeld ist am südlichen Rand dem Bereich 4a bei einer Deckgebirgsmächtigkeit von mehr als 50 m zuzuordnen. Die Tagesoberfläche ist in diesem Bereich überwiegend landwirtschaftlich genutzt.

Derzeit steht das Grubengebäude unter einem stabilen durch die Grubengasgewinnung erzeugten Unterdruck. Es besteht ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt eine Verdichtung des im Grubenfeld unter Unterdruck anstehenden Grubengases. Solange ein ausreichender Unterdruck am Grubengebäude Erin anliegt, sind Gasaustritte über das Deckgebirge sehr unwahrscheinlich.

Sollte die Grubengasgewinnung eingestellt werden, ist damit zu rechnen, dass sich der am Grubengebäude anliegende Unterdruck über die Zeit verringert. Das Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude wird dann vollständig entfallen und bei Luftdruckabfällen kippen.

Der Unterdruck im Grubengebäude ist daher im Rahmen des Monitorings zu überwachen und bei Rückgang des Unterdruckes unter einen kritischen Wert sind weitergehende Schutzmaßnahmen umzusetzen.

11.13 Grubenfeld Graf Schwerin

Das Grubenfeld wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -639 m NHN aus.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen.

Das Grubenfeld steht jedoch unter einem Unterdruck von rund -175 hPa. Zum Bergwerk Erin bestehen Gaswegigkeiten über Abbauannäherungen, die allerdings mit einer Ausnahme Abständen von > 1 m aufweisen. Eine Abbauannäherung mit Abstand < 1 m befindet sich in Flöz Ernestine 2 in einem Niveau von -286 m NHN. Drei Abbauannäherungen mit einem Abstand von < 10 m befinden sich in Niveaus zwischen -356 und -163 m NHN. Offensichtlich wirkt sich jedoch der von der Grubengasgewinnung im Bereich des Bergwerkes Erin aufgeprägte Unterdruck auf das Grubengebäude Graf Schwerin aus.

Über von der DMT in 2021 durchgeführte Messungen an den verfüllten Tagesschächten des Bergwerkes Graf Schwerin konnte die Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung bisher eindeutig nachgewiesen werden (Tabelle 6). Die Messungen der RAG bestätigen diese Unterdrücke.

Tabelle 6: Drücke an verfüllten Tagesschächten des Bergwerkes Graf Schwerin

Schacht	Datum	Luftdruck [hPa]	Druck [hPa]
Graf Schwerin 2	16.07.2021	1002	-174,2
Graf Schwerin 3	16.07.2021	1004	-170
Graf Schwerin 4	16.07.2021	1004	-171

Das Grubenfeld ist am südlichen Rand dem Bereich 4a bei einer Deckgebirgsmächtigkeit von mehr als 50 m zuzuordnen. Dieser Bereich ist direkt unterhalb des Deckgebirges nicht unterbaut. Die Tagesoberfläche ist in diesem Bereich überwiegend landwirtschaftlich und zum Teil durch Wohnbebauung genutzt.

Derzeit steht das Grubengebäude unter einem stabilen durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck. Es besteht ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt eine Verdichtung des im Grubenfeld unter Unterdruck anstehenden Grubengases. Solange ein ausreichender Unterdruck Grubengebäude Graf Schwerin anliegt, sind Gasaustritte über das Deckgebirge sehr unwahrscheinlich.

Sollte die Grubengasgewinnung im Bereich des Bergwerkes Erin eingestellt werden oder sich die abgesaugten Gasmengen deutlich verringern, ist damit zu rechnen, dass sich der am Grubengebäude Graf Schwerin anliegende Unterdruck über die Zeit verringert. Das gleiche gilt für den Fall, dass durch den Grubenwasseranstieg die Gaswegigkeiten zum Bergwerk Erin teilweise oder vollständig überstaut werden. Das Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude könnte dann vollständig entfallen oder soweit abnehmen, dass es bei Luftdruckabfällen kippt.

Der Unterdruck im Grubengebäude ist daher im Rahmen des Monitorings zu überwachen und bei Rückgang des Unterdruckes unter einen kritischen Wert sind weitergehende Schutzmaßnahmen umzusetzen.

11.14 Grubenfeld Zollern/Germania

Das Grubenfeld Zollern/Germania weist eine Streckenverbindung zum Grubenfeld Graf Schwerin über die 2. Sohle Graf Schwerin (-229 m NHN) und die 3. Sohle Zollern (-173 m NHN) auf. Somit kann das Grubenfeld Zollern/Germania im Zuge des Wasseranstieges im Grubenfeld Graf Schwerin hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst werden.

Im Grubenfeld Zollern/Germania sind keine Entgasungsleitungen vorhanden.

Die von der DMT in 2021 durchgeführte Messungen an den verfüllten Tagesschächten des Bergwerk Zollern zeigen, dass eine Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung im Bereich des Bergwerkes Erin wahrscheinlich vorhanden ist und somit eine Gaswegigkeit zwischen Graf Schwerin und Zollern ebenfalls vorhanden ist (Tabelle 7).

Tabelle 7: Drücke an verfüllten Tagesschächten des Bergwerkes Zollern

Schacht	Datum	Luftdruck [hPa]	Druck [hPa]
Zollern 1	16.07.2021	1008	-7,2
Zollern 3	16.07.2021	1008	-0,1

Der derzeit anliegende Unterdruck reicht vor dem Hintergrund der barometrischen Luftdruckschwankungen jedoch nicht aus, ein stabiles Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude zu garantieren.

Das Grubenfeld ist nahezu vollständig von einem Deckgebirge des Bereiches 4a überlagert, wobei dessen Mächtigkeit im Süden weniger als 50 m beträgt. Am südlichen Rand des Bereiches 4a läuft das Deckgebirge aus und ein sehr kleiner Bereich ist sogar dem Bereich 6 zuzuordnen.

Die Tagesoberfläche ist durch eine teils dichte innerstädtische Bebauung und die Nutzung durch Industrie- bzw. Gewerbebetriebe gekennzeichnet.

Für das Grubenfeld Zollern/Germania ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche aufgrund der Qualität der Gaswegigkeiten als sehr hoch einzustufen. Im Grubenfeld Zollern/Germania bestehen jedoch derzeit keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges im Grubenfeld Graf Schwerin eine mögliche laterale Gasverdrängung zu erkennen.

Gasübertritte aus dem Grubenfeld Graf Schwerin müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden oder es müssen entsprechend Schutzmaßnahmen im Grubenfeld Zollern/Germania umgesetzt werden.

11.15 Tagesoberfläche im Bereich bekannter Tagesöffnungen

Innerhalb der vom Grubenwasseranstieg direkt und indirekt beeinflussten Grubenfelder sind wasseranstiegsbedingt erhöhte Gasaustritte primär im Bereich von verfüllten Tagesschächten und anderen Tagesöffnungen zu erwarten. Insgesamt gibt es in diesen Grubenfeldern 252 bekannte Tagesöffnungen.

Im Umfeld der verfüllten Tagesschächte sind in der Regel ausgasungstechnische Schachtschutzbereiche ausgewiesen, in denen die Nutzung eingeschränkt bzw. bei Umsetzung entsprechender Schutzmaßnahmen möglich ist.

Abbildung 10 und Anlage 4 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten. Abbildung 11 und Anlage 5 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an mit Lockermassen verfüllten Schächten. In beiden Fällen erfolgte auch hier zunächst die Einstufung ohne die Berücksichtigung von Schutzmaßnahmen.

Abbildung 10: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an kohäsiv verfüllten Schächten – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen

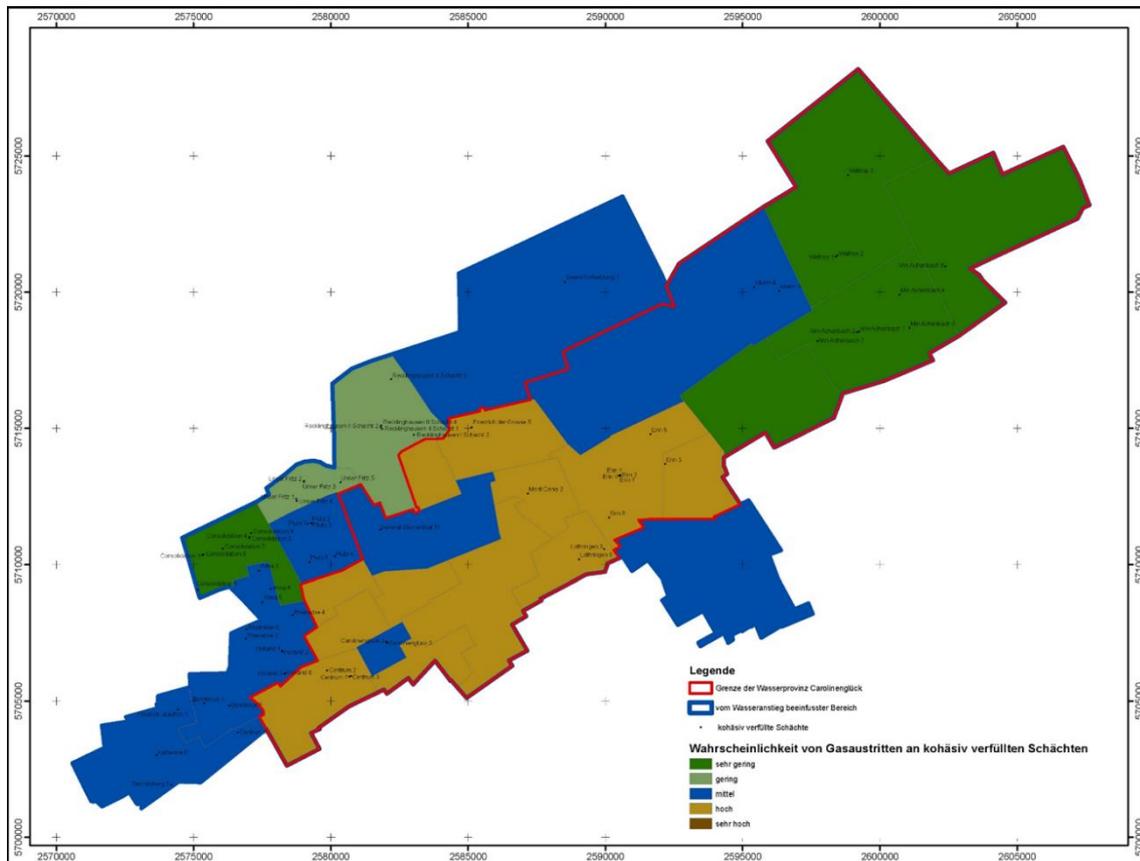
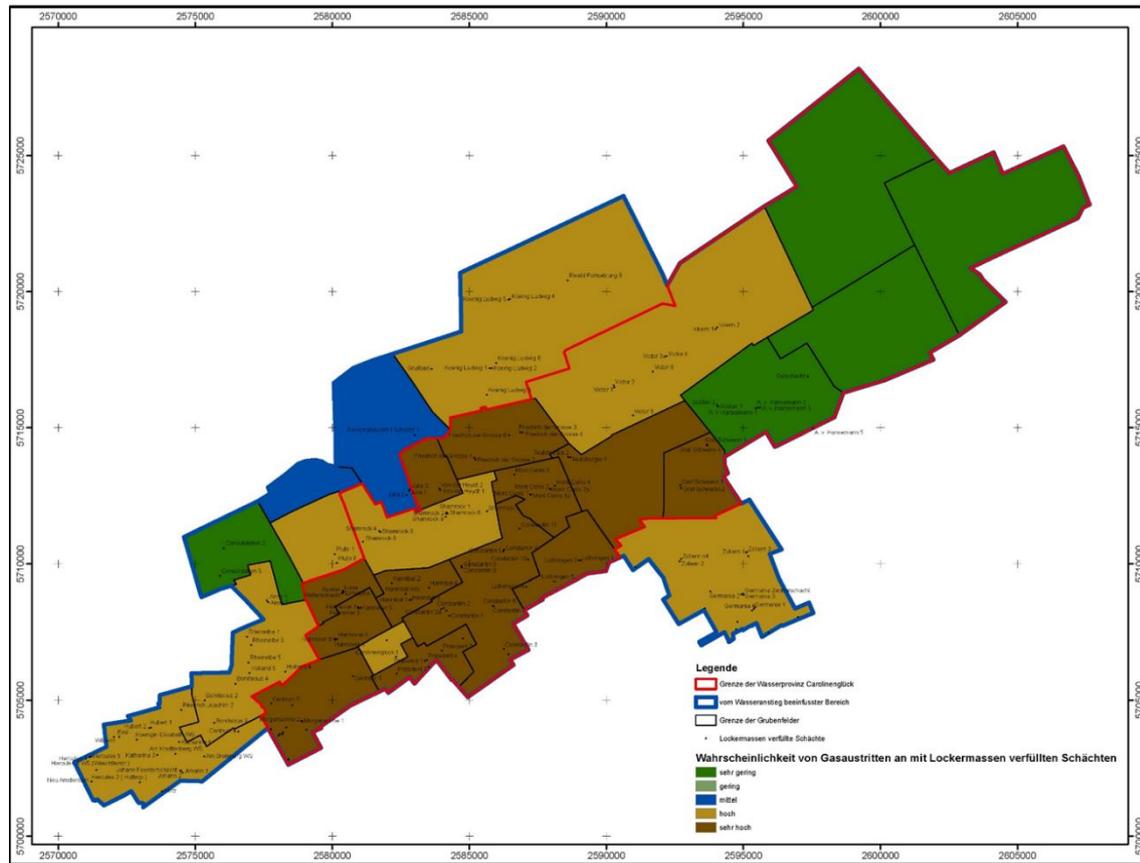


Abbildung 11: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an mit Lockermassen verfüllten Schächten – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen



12 Schutzmaßnahmen

12.1 Schächte mit Lockermassenfüllsäulen

Bei Erreichen eines Schwellenwertes für den Druck an einer Messstelle innerhalb eines Grubenfeldes sollten die mit Lockermassen verfüllten Schächte innerhalb dieses Grubenfeldes mit Entgasungseinrichtungen ausgerüstet werden. In Fällen, bei denen durch Gasaustritte im Schachtbereich keine Gefährdung besteht, kann davon abgewichen werden.

Für die Grubenfelder Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin und Graf Schwerin gilt diese Empfehlung nicht. Für diese Grubenfelder sind gesonderte Empfehlungen beschrieben.

12.2 Bereiche mit abdichtendem oder homogenisierendem Deckgebirge

Sollte im Zuge des Monitorings festgestellt werden, dass die Drücke im Grubengebäude steigen und unkontrollierbare Gasaustritte an der Tagesoberfläche im Bereich der Schächte möglich sind, sind entsprechende Maßnahmen zu planen und durchzuführen. Die Notwendigkeit soll bei Erreichen der Warnwerte geprüft werden. Dazu kommen im Einzelfall folgende gestaffelte Maßnahmen in Frage, die jeweils zum Einsatz kommen können, wenn die zuvor durchgeführte Maßnahme keinen Erfolg zeigt:

- Anschluss von Entgasungseinrichtungen an die Abdeckungen von mit Lockermassen verfüllten Schächten,
- Fassung von Gasaustritten im Bereich von mit Lockermassen verfüllten Schächten durch Gasflächendrainagen und Bohrungen,
- Entgasungsbohrungen in das Grubengebäude mit passiver Entgasung,
- aktive Entgasung durch Besaugung von Entgasungsleitungen oder Entgasungsbohrungen.

12.3 Bereiche mit nicht abdichtendem oder nicht homogenisierendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung

Die Grubenfelder Hannover, Hannibal, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin und Graf Schwerin sind als Bereiche mit nicht abdichtendem bzw. nicht homogenisierendem Deckgebirge bei gleichzeitig direkter Beeinflussung und fehlender Gasabführung eingestuft. Die Wahrscheinlichkeit von wasserantriebsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesen Grubenfeldern als mittel einzustufen. Das Grubenfeld Carolinenglück verfügt über eine eingeschränkte Entgasung, so dass die Wahrscheinlichkeit von wasserantriebsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen als gering einzustufen ist.

Aufgrund der dichten Bebauung sind solche Gasaustritte nicht akzeptabel, so dass in allen genannten Grubenfeldern ein dauerhafter Überdruck im Grubengebäude unterhalb des Deckgebirges vermieden werden muss.

Dort wo der durch die Grubengasgewinnung aufgeprägte Unterdruck ausreichend wirksam ist und die barometrische Ausgasung vollständig unterbindet, sind Gasaustritte an der Tagesoberfläche sehr unwahrscheinlich. Um diesen Effekt zum Schutz der Tagesoberfläche vor Gasaustritten zu nutzen, ist eine intensive Überwachung der Unterdrücke sowie eine laufende Beurteilung der Unterdruckerzeugung notwendig. Bestehende Grubengasgewinnungsbohrungen sollten als Pegel – und Entgasungsbohrungen genutzt werden, sollte die Grubengasgewinnung eingestellt werden.

Alternativ bzw. wenn die Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung nicht mehr ausreichend ist, wird folgendes Schutzkonzept empfohlen

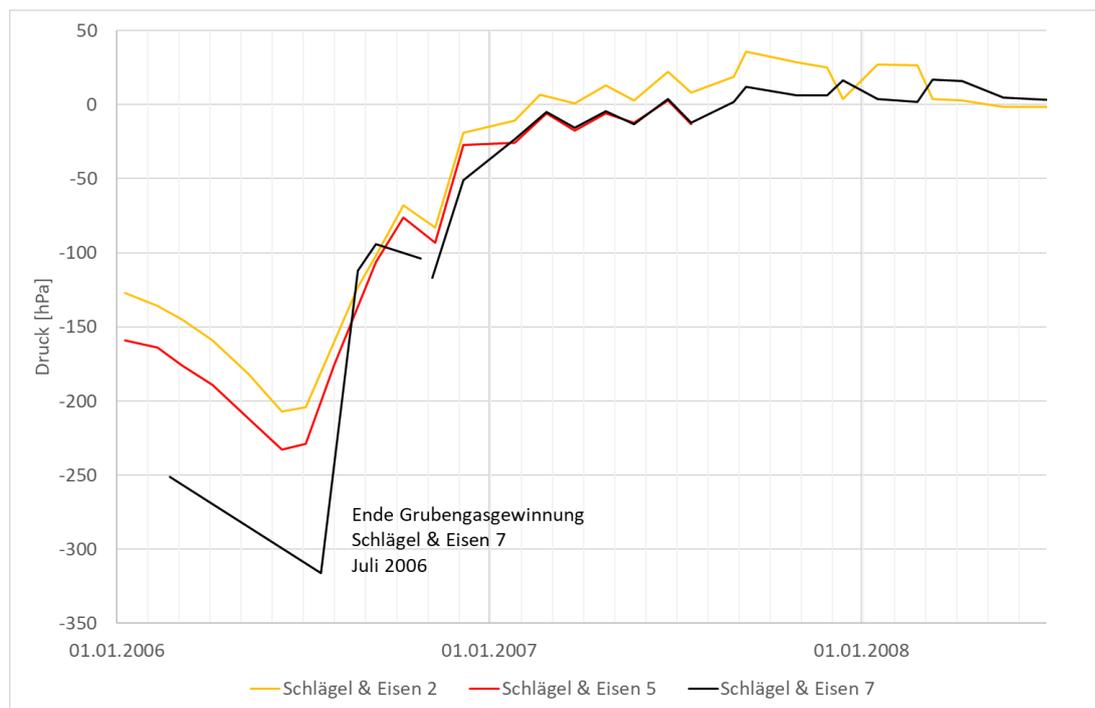
- Nutzung vorhandener Schachtleitungen bzw. Grubengasgewinnungsbohrungen zur passiven Entgasung,
- Erstellen von Pegel- und Entgasungsbohrungen zumindest auf die oberste Sohle des Grubengebäudes des zu schützenden Bereiches und Ausstattung mit Entgasungseinrichtungen zur passiven Entgasung,
- Anschluss von Entgasungseinrichtungen an die Abdeckungen von bestimmten mit Lockermassen verfüllten Schächten zur passiven Entgasung,
- Überwachung des Druckes im Grubengebäude im Zuge des Wasseranstieges über Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. über an das Grubengebäude angeschlossene Schachtleitungen,
- Überwachung der Drücke an der Füllsäulenoberfläche von mit Lockermassen verfüllten Schächten,
- Umsetzung einer aktiven Entgasung über Besaugung von Pegel- und Entgasungsbohrungen an das Grubengebäude angeschlossene Schachtleitungen oder Grubengasgewinnungsbohrungen im Falle des Aufbaus eines dauerhaften Überdruckes im Grubengebäude.

12.4 Überwachung der Unterdrücke sowie Beurteilung der Unterdruckerzeugung

Für die Grubenfelder Hannibal, Constantin, Lothringen, Erin und Graf Schwerin kann auf weitergehende Schutzmaßnahmen verzichtet werden, solange die barometrische Ausgasung durch den vorhandenen Unterdruck unterbunden wird. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass bei Außerbetriebnahme einer Grubengasgewinnungsanlage oder einer deutlichen Verringerung der Förderung die Unterdrücke durch aus dem Gebirge nachströmendes Grubengas, über verwahrte oder offene Grubenbaue in das Grubengebäude einziehende Luft und durch den Grubenwasseranstieg zurückgehen.

Die Auswirkungen der Außerbetriebnahme einer Grubengasgewinnung auf die Entwicklung des Unterdruckes im Grubengebäude konnte 2006 - 2008 im Bereich des Bergwerkes Schlägel & Eisen beobachtet werden. Die Grubengasgewinnung erfolgte bis zum Juli 2006 über die Entgasungsleitung des Schachtes Schlägel & Eisen 7. Durch die DMT wurden Messungen der Drücke an den Entgasungsleitungen der Schächte Schlägel & Eisen 2, 5 und 7 durchgeführt. Der bis Juli 2006 am Schacht Schlägel & Eisen 7 gemessene Unterdruck ist der durch die Gasabsauganlage angelegte Saugdruck und ist aufgrund der Strömungsverluste innerhalb der Entgasungsleitung höher als der tatsächlich am Grubengebäude anliegende Unterdruck. Die an den Entgasungsleitungen der Schächte Schlägel & Eisen 2 und 5 bis zum Juli 2006 gemessenen Werte sowie die nachfolgend an allen drei Schächten gemessenen Werte repräsentieren den tatsächlichen Druck im Grubengebäude. Im Januar 2007, also sechs Monate nach Einstellung der Grubengasgewinnung kippte erstmal das Druckgefälle und es entwickelte sich eine barometrisch bedingte Ausgasung über die Entgasungsleitungen (Abbildung 12).

Abbildung 12: Entwicklung der Drücke im Grubengebäude Schlägel & Eisen ab 2006

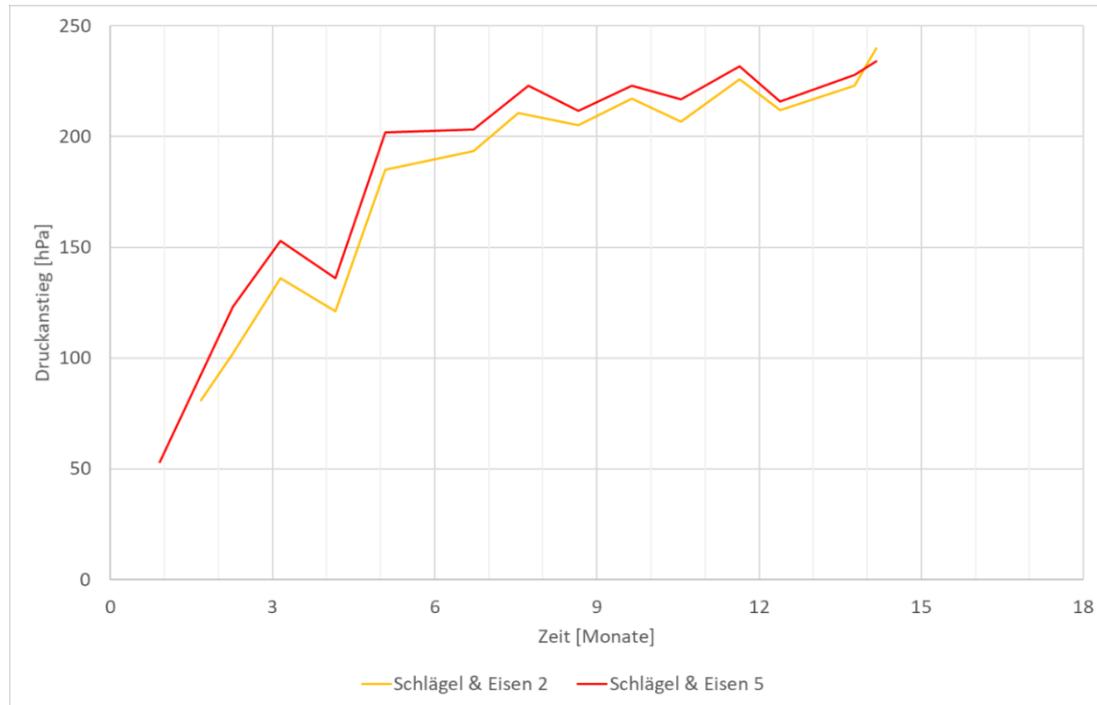


Der Druck stieg unmittelbar nach Einstellung der Grubengasgewinnung nahezu linear mit etwa 50 hPa je Monat an (Abbildung 13). Übertragen auf eine Einstellung der Grubengasgewinnungsanlagen, die die Ausgasung im Bereich der Wasserprovinz Carolinenglück beeinflussen, wäre damit zu rechnen, dass sich der Unterdruck in folgenden Zeiträumen abbaut:

- Bergwerk Hugo: 9 Monate
- Bergwerk Friedrich der Große: 4 Monate
- Bergwerk Lothringen: 2.5 Monate
- Bergwerk Erin: 3.5 Monate

Somit besteht zusätzlich zu dem Zeitraum bis zu einer planmäßigen oder zu erwartenden Einstellung der Grubengasgewinnung eine Vorlaufzeit für umzusetzende Schutzmaßnahmen.

Abbildung 13: Entwicklung des Druckanstieges im Grubengebäude Schlägel & Eisen ab Einstellung der Grubengasgewinnung



An der Entgasungseinrichtung des mit Lockermassen verfüllten Schachtes Centrum 2 konnten während des Wasseranstieges in der Teilprovinz Carolinenglück Süd in den Jahren 2015 – 2016 barometrisch bedingte Druckdifferenzen von -17,7 hPa bis +15,4 hPa gemessen werden [3].

Bei untertägigen Abschlussdämmen im Bereich der Ruhrlagerstätte, an denen Unterdrücke von bis zu -25 hPa gemessen wurden, konnte teilweise ein Kippen des Druckgefälles bei sehr tiefen Luftdrücken festgestellt werden.

Um Gasaustritte über das Deckgebirge auszuschließen, soll der Unterdruck im Grubengebäude daher ständig mindestens -30 hPa betragen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass an Entgasungseinrichtungen bzw. Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen von mit Lockermassen verfüllten Schächten in der Regel aufgrund der Undichtigkeiten am Schachtkopf und aufgrund der strömungstechnischen Dämpfung durch die Füllsäule tendenziell geringere Druckdifferenzen gemessen werden als tatsächlich zwischen Grubengebäude und Atmosphäre bestehen. Wird also dauerhaft an einer solchen Entgasungseinrichtung bzw. Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen ein Unterdruck gemessen, kann davon ausgegangen werden, dass auch im Grubengebäude ein dauerhafter Unterdruck besteht.

Sollte sich der Unterdruck im Grubengebäude verringern und unter einen bestimmten Wert abfallen, sind weitergehende Schutzmaßnahmen umzusetzen. Dies kann zum Beispiel der Weiterbetrieb der das jeweilige Grubengebäude beeinflussenden Grubengasabsauganlage unabhängig von einer Gasverwertung sein.

12.5 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Hannover

Das Ziel der Schutzmaßnahmen ist es, dass sich kein dauerhafter Überdruck in den Grubenbauen unterhalb des Deckgebirges aufbaut. Dies ist z.B. durch eine passive Entgasung der obersten Sohle ausreichend. Dazu ist eine Pegel- und Entgasungsbohrung auf ein geeignetes Bohrziel zu erstellen, über die der im Grubengebäude anstehende Druck gemessen werden kann.

Zusätzlich sollen Messungen der Drücke durchgeführt werden, die an den Füllsäulenoberflächen der mit Lockermassen verfüllten Schächte anstehen. Über eine Korrelation mit den Messungen an der Pegelbohrung sind dann Aussagen zu der Druckentwicklung im Grubengebäude im Umfeld der einzelnen Schächte möglich.

Der Süden des Grubenfeldes, der bezüglich des Deckgebirges als Bereich 4a eingestuft ist, kann über eine Pegel- und Entgasungsbohrung entgast und überwacht werden, da Verbindungen über die 1. und 2. Sohle bestehen. Diese Verbindungen liegen oberhalb des geplanten Wasserspiegels von -550 m NHN und bleiben damit auch nach dem Wasseranstieg als Gaswegigkeiten bestehen (Anlage 6).

Bezüglich eines geeigneten Bohrzieles sind folgende Punkte zu beachten:

- Im Süden des Grubenfeldes besteht das Gefährdungspotential aufgrund der dichteren Bebauung und Eigenschaften des Deckgebirges.
- Als Bohrziel sollten langlebige Grubenbaue gewählt werden, über die das Grubengebäude weiträumig aufgeschlossen ist. Es kommen entsprechend im Wesentlichen Querschläge, Haupttrichterstrecken sowie Füllörter von Tages- oder Blindschächten und schachtnahe Grubenbaue in Frage.

Es wird empfohlen, mit Lockermassen verfüllte Schächte mit Entgasungseinrichtungen auszurüsten. Die Auswahl der entsprechenden Schächte soll mit der Festlegung des Bohrzieles erfolgen. Es kommen die Standorte Hannover 1/2/5 und 3/4/6 in Frage.

Es müssen die Druckdifferenzen zwischen Atmosphäre und Füllsäulenoberfläche der im Rahmen der Stufe 1 des Monitorings aufgeführten mit Lockmassen verfüllten Schächte gemessen werden können. Im Fall des Schachtes Hannover 4 muss eine entsprechende Messstellen eingerichtet werden.

Die Pegel- und Entgasungsbohrung muss betriebsbereit und funktionsfähig sein, wenn der Grubenwasserstand ein Niveau von -673 m NHN erreicht. Das gleiche gilt für die Ausrüstung der mit Lockermassen verfüllten Schächte mit Entgasungseinrichtungen. Sollte sich im Zuge des Monitorings zeigen, dass Gasaustritte an der Tagesoberfläche außerhalb von Schächten ausgeschlossen werden können, kann auf diese Maßnahmen verzichtet werden.

12.6 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Carolinenglück

Das Ziel der Schutzmaßnahmen ist es, dass sich kein dauerhafter Überdruck in den Grubenbauen unterhalb des Deckgebirges aufbaut. Dies ist durch eine passive Entgasung über die Entgasungsleitung im Schacht Carolinenglück 3 gegeben.

An die Entgasungsleitung wurden oberhalb des geplanten Wasserspiegels von -550 m NHN die 4., 5., 6. und die 7. Sohle angeschlossen [4]. Über diese Sohlen ist das gesamte Grubenfeld aufgeschlossen, so dass eine Entgasung des gesamten Grubenfeldes über die Entgasungsleitung im Schacht Carolinenglück 3 möglich ist (Anlage 7).

Über die Entgasungsleitung kann auch der im Grubengebäude anstehende Druck gemessen werden. Eine Besaugung der Entgasungsleitung ist möglich, wenn der Druck durch passive Entgasung nicht abgebaut werden kann.

12.7 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Präsident

Das Ziel der Schutzmaßnahmen ist es, dass sich kein dauerhafter Überdruck in den Grubenbauen unterhalb des Deckgebirges aufbaut. Dies ist durch eine passive Entgasung ausreichend.

Innerhalb des benachbarten Grubenfeldes besteht eine Entgasungsleitung im Schacht Carolinenglück 3.

Zwischen den Grubenfeldern Carolinenglück und Präsident bestehen Verbindungen über Abbauannäherungen mit einem Abstand von < 1 m sowie Durchschläge in Form von Flözstrecken im Bereich der 7. Sohle Carolinenglück und der 8. Sohle Präsident -533 m NHN (Anlage 7) in den Flözen Dickebank (Abbildung 14) sowie Sonnenschein (Abbildung 15).

Abbildung 14: Flöz Dickebank

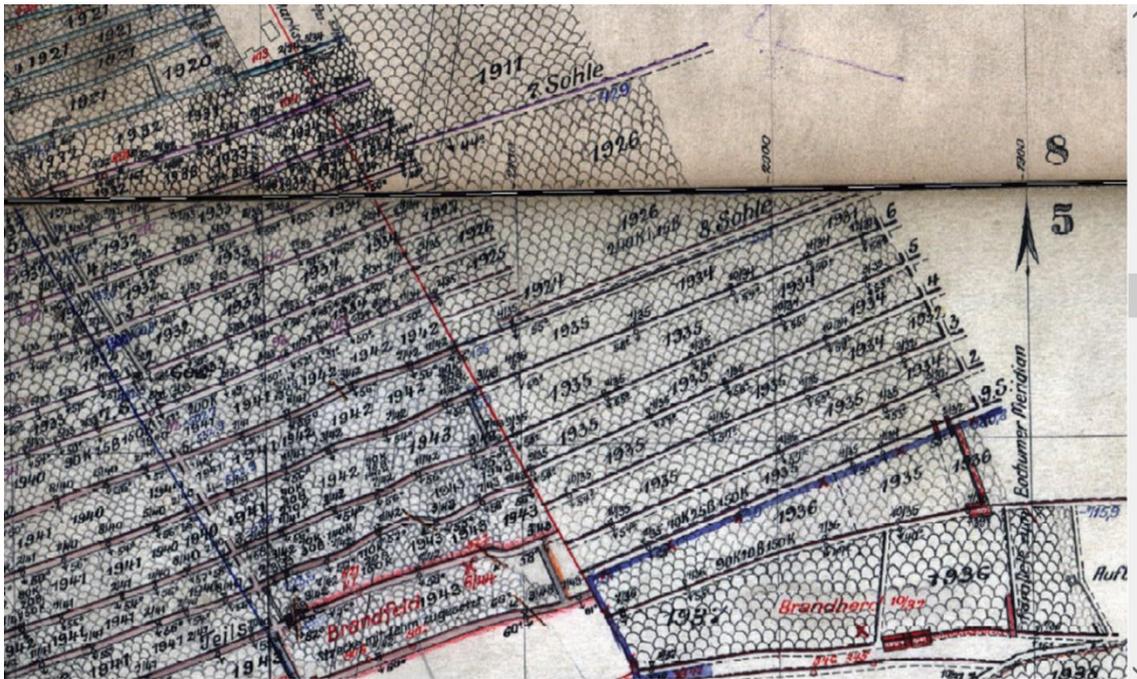
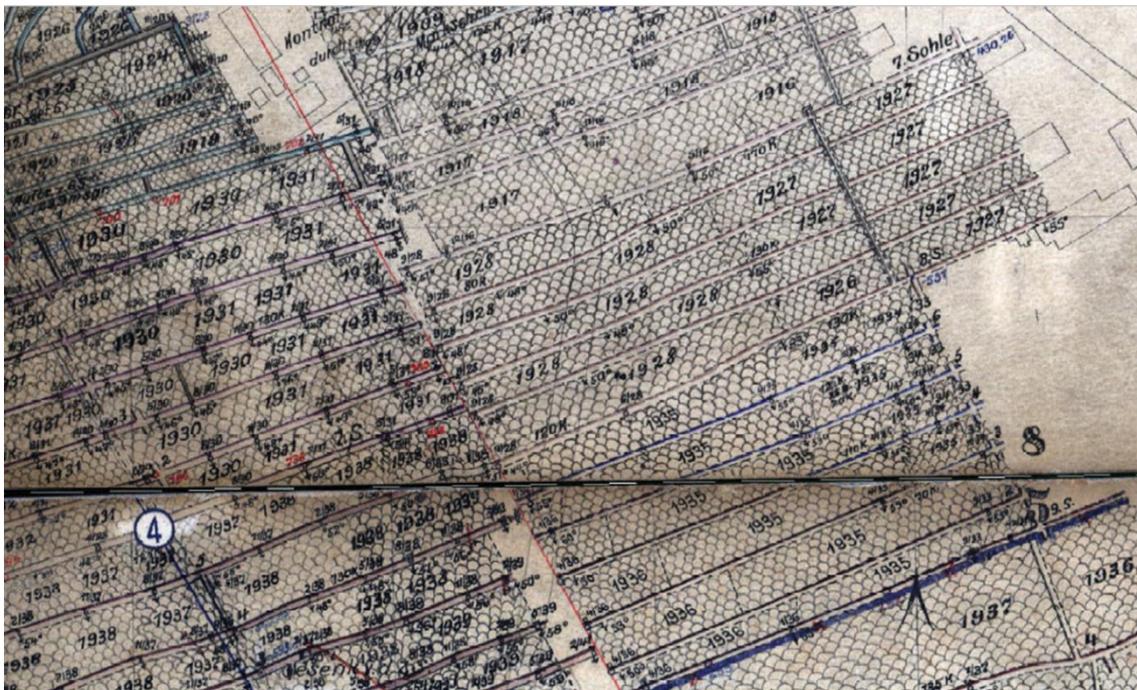


Abbildung 15: Flöz Sonnenschein



Da in beiden Grubenfeldern ein gleiches Druckniveau herrscht, wird an dieser Stelle von einer tatsächlich vorhandenen Gaswegigkeit ausgegangen.

Über die Entgasungsleitung im Schacht Carolinenglück 3 kann der im Grubengebäude Carolinenglück anstehende Druck gemessen werden. Zusätzlich sollen Messungen der Drücke durchgeführt werden, die an den Füllsäulenoberflächen der mit Lockermassen verfüllten Schächte Präsident 1, Präsident 2, Präsident 3 und Präsident 4 anstehen. Über eine Korrelation mit den Messungen an der Entgasungsleitung sind dann Aussagen zu der Druckentwicklung im Grubengebäude im Umfeld der einzelnen Schächte möglich.

Es müssen die Druckdifferenzen zwischen Atmosphäre und Füllsäulenoberfläche der im Rahmen der Stufe 1 des Monitorings aufgeführten mit Lockmassen verfüllten Schächte gemessen werden können.

Es wird empfohlen, die Schächte Präsident 1, 2 und 4 mit Entgasungseinrichtungen auszurüsten.

12.8 Bereiche mit fehlendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung

Das Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne ist als Bereich mit teilweise fehlendem Deckgebirge bei gleichzeitig direkter Beeinflussung und fehlender Gasabführung eingestuft. Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist im Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne aufgrund der direkten Beeinflussung als hoch einzustufen. Aufgrund der dichten Bebauung ist dies nicht akzeptabel, so dass in allen genannten Grubenfeldern ein dauerhafter Überdruck im Grubengebäude unterhalb des Deckgebirges vermieden werden muss.

12.9 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne

Für das Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne wird das Erstellen

- einer Pegel- und Entgasungsbohrung zumindest auf die oberste Sohle des Grubengebäudes des zu schützenden Bereiches und Ausstattung mit Entgasungseinrichtungen zur passiven Entgasung oder
- die aktive Entgasung über eine Besaugung des mit Lockermassen verfüllten Schachtes Centrum 2

empfohlen.

Der Schacht Centrum 2 wurde 1963 mit Lockermassen verfüllt. Für die Verfüllung wurden vorwiegend Waschberge mit einem Körnungsband von 20 mm bis 80 mm verwendet. Im Bereich der Anschläge wurde grobstückiges Material mit einem Körnungsband von 50 mm bis 100 mm verstürzt. In 2014 wurde er durch einen 63 m langen kohäsiven Abschnitt gesichert, wobei der Arbeitsraum mit Injektionen abgedichtet worden ist.

Für Messungen der Gaszusammensetzung und des Differenzdrucks sowie zur Abführung von Gas wurde eine Rohrleitung DN 200 durch den kohäsiven Füllsäulenabschnitt geführt. Der Anschlag der 1. Sohle liegt bei 98,6 m Teufe und somit rund 35 m unterhalb der Unterkante des kohäsiven Füllsäulenabschnittes bzw. des unteren Endes der eingebauten Rohrleitung. Der Schacht kann somit als zur Tagesoberfläche weitgehend abgedichtet und die Füllsäule als möglicherweise ausreichend permeabel eingestuft werden.

Im Anschluss der Sanierung erfolgte am 08.02.2016 ein Gasabströmversuch. Bei einem Überdruck in der Rohrleitung DN 200 von zunächst 15,4 hPa strömten während des Versuches über eine Stunde 10 m³ Gasgemisch ab. Daraus ergibt sich ein Abstrom von rund 2,1 l/s = 0,126 m³/min. Vor diesem Hintergrund erscheint in diesem Fall die Besaugung des Grubengebäudes über eine Lockermassenfüllsäule als technisch machbar.

Es wird empfohlen, die Machbarkeit der Besaugung des Grubengebäudes über den Schacht Centrum 2 durch einen Absaugversuch nachzuweisen.

Bezüglich eines alternativ geeigneten Bohrzieles sind folgende Punkte zu beachten:

- Im Osten des Grubenfeldes besteht das Gefährdungspotential aufgrund der Eigenschaften des Deckgebirges.
- Als Bohrziel sollten langlebige Grubenbaue gewählt werden, über die das Grubengebäude weiträumig aufgeschlossen ist. Es kommen entsprechend im Wesentlichen Querschläge, Haupttrichterstrecken sowie Füllörter von Tages- oder Blindschächten und schachtnahe Grubenbaue in Frage.

Das Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne ist über die 5. Sohle (-336,9 m NHN) vollständig aufgeschlossen (Anlage 8)

Im Fall der Erstellung der Pegel- und Entgasungsbohrung wird empfohlen, zusätzlich zu den Schächten Fröhliche Morgensonne 1 und 2 die Schächte Centrum 2, 3 und 7 mit Entgasungseinrichtungen auszurüsten.

Es sollen Messungen der Drücke durchgeführt werden, die an den Füllsäulenoberflächen der mit Lockermassen verfüllten Schächte anstehen. Über eine Korrelation mit den Messungen an den Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. des Saugdruckes am Schacht Centrum 2 sind dann Aussagen zu der Druckentwicklung im Grubengebäude im Umfeld der einzelnen Schächte möglich.

Es müssen die Druckdifferenzen zwischen Atmosphäre und Füllsäulenoberfläche der im Rahmen der Stufe 1 des Monitorings aufgeführten mit Lockmassen verfüllten Schächte gemessen werden können.

Die Schutzmaßnahmen müssen mit Abstellen der Pumpen auf der Wasserhaltung Carolinenglück betriebsbereit und funktionsfähig sein.

12.10 Bereiche mit nicht abdichtendem, nicht homogenisierendem oder fehlendem Deckgebirge bei indirekter Beeinflussung

Die Grubenfelder Holland und Zollern/Germania sind als Bereiche mit nicht abdichtendem oder nicht homogenisierendem Deckgebirge bei gleichzeitig indirekter Beeinflussung und fehlender Gasabführung eingestuft. Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesen Grubenfeldern als gering einzustufen. Im Grubenfeld Katharina fehlt das Deckgebirge teilweise vollständig, so dass die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesen Grubenfeldern als mittel einzustufen ist.

Aufgrund der dichten Bebauung ist dies nicht akzeptabel, so dass ein Überdruck im Grubengebäude vermieden werden muss.

Dies wird bei Umsetzung der für die angrenzenden Grubenfelder, die jeweils einer direkten Beeinflussung unterliegen, beschriebenen Schutzmaßnahmen erreicht. Durch die Gasabführung und Überwachung dieser Grubenfelder wird eine laterale Gasverdrängung vermieden.

Für die Grubenfelder Holland und Katharina wird auf die gutachterliche Stellungnahme zur Freisetzung von Grubengas an der Tagesoberfläche und zum Monitoring im Zuge des Wasseranstiegs im Bereich der Wasserprovinz Zollverein [6] verwiesen, in der bereits Schutzmaßnahmen für diese Grubenfelder empfohlen worden sind.

Für das Grubenfeld Zollern/Germania kann auf weitergehende Schutzmaßnahmen verzichtet werden, solange die eine laterale Gasverdrängung aus dem Grubenfeld Graf Schwerin durch den derzeit dort vorhandenen Unterdruck unterbunden wird.

12.11 Ausführung der Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. der Entgasungsleitungen

Die Verrohrungen der Pegel- und Entgasungsbohrungen sollen einen Innendurchmesser von mindestens 200 mm aufweisen. Für den Grubenwasseranstieg in den einzelnen Grubenfeldern wird von einem Wasserzufluss von je rund 10 m³/min ausgegangen. Unterstellt man, dass die Verdrängung von Grubengas je Grubenfeld in der Größenordnung von 10 m³/min liegt, ergibt sich bei diesem Durchmesser ein akzeptabler Druckverbrauch von etwa 2 hPa bei 150 m Leitungslänge und von etwa 7 hPa bei 500 m Leitungslänge.

Über Tage ist an die Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. an als Entgasungsleitung hergerichtete Schachtleitungen jeweils eine Entgasungseinrichtung anzuschließen. Das Ausblasende der Entgasungseinrichtung ist mit mindestens zwei explosions- und dauerbrandsicheren Be- und Entlüftungshauben z.B. Typ PROTEGO LH/EB 400 der Braunschweiger Flammenfilter GmbH auszustatten. Die Entgasungseinrichtung sollte etwa 1 m über dem Gelände mit einem Absperrschieber ausgestattet werden. Unterhalb und oberhalb des Schiebers sind Muffen (3/4") für Messzwecke vorzusehen.

Die Entgasungseinrichtung muss mit Rückschlagklappen ausgestattet werden, mit deren Hilfe das Austrittsende der Leitung in Abhängigkeit von der Druckdifferenz zwischen dem Inneren der Entgasungseinrichtung und der Atmosphäre geöffnet bzw. geschlossen wird. Hierdurch soll erreicht werden, dass das Gas bei erhöhtem Druck (niedriger Barometerstand) in die Atmosphäre abströmen kann und dass bei zu niedrigem Druck (hoher Barometerstand) ein Eindringen von Luft in die Leitung vermieden wird. Bei der Verwendung der Rückschlagklappen ist darauf zu achten, dass sie hängend (in horizontal verlaufende Rohrleitungsabschnitte) eingebaut werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die übertägigen Teile der Entgasungseinrichtung gemäß Ziffer 4.7 Abs. 1 des Leitfadens für das Verwahren von Tagesschächten [18] zu errichten und zu betreiben sind.

12.12 Anforderungen an Gasabsauganlagen

Reicht die passive Entgasung nicht aus, um einen dauerhaften Druckaufbau im Grubengebäude zu vermeiden, ist die Herstellung eines von der Tagesoberfläche in das Grubengebäude gerichteten Druckgefälles notwendig. Dazu ist eine aktive Entgasung über eine Besaugung von an das Grubengebäude angeschlossenen Schachtleitungen bzw. von Pegel- und Entgasungsbohrungen notwendig.

Dazu wird der Einsatz einer mobilen Gasabsauganlage empfohlen, die 3500 - 4000 m³/h Gasgemisch bezogen auf einen Saugdruck von 100 hPa fördern kann. Da die abzusaugende Gaszusammensetzung nicht bekannt ist, aber niedrigere CH₄-Gehalte wahrscheinlich sind, wird empfohlen, die Anlage in Anlehnung an die Grubengasgewinnungs-Richtlinie (≥ 25 Vol.-% CH₄ oder ≤ 6 Vol.-% O₂), als Schwachgasabsaugung mit Luftzumischung in Anlehnung an die Gasabsaugung-Richtlinie (< 3 Vol.-% CH₄) oder als Anlage, die explosionsfähige Gasgemische mit beliebigem CH₄- bzw. O₂-Gehalt fördern kann (Zone 0 - Betrieb) zu betreiben. Bei Luftzumischung wäre eine entsprechend höhere Leistung der Anlage notwendig, um die gleiche Menge Grubengas zu fördern.

12.13 Machbarkeit und Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen

Bezüglich der Machbarkeit der für das Grubenfeld Hannover und im Fall eines Rückganges des von der Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruckes auch für andere Grubenfelder umzusetzenden Schutzmaßnahmen können folgende Aussagen gemacht werden:

- Das Anbohren von Strecken auf den obersten Sohlen eines Bergwerkes, die im 19. Jahrhundert aufgefahren worden sind, ist generell technisch machbar. Solche Strecken wurden durch Grubengasgewinnungsbohrungen im Bereich der Bergwerke Dorstfeld, Alma und Friedrich Thyssen bereits erfolgreich aufgeschlossen.
- Das Anbohren von teilverfüllten Schächten ist in der Vergangenheit realisiert worden, so zum Beispiel im Fall der Grubengasgewinnungsbohrung in den Schacht Königsmühle des Bergwerkes Hansa.
- Eine weitgehende Druckentlastung von Grubenbauen über eine passive Entgasung ist Stand der Technik und Bestandteil der seit 2000 umgesetzten Entgasungskonzepte. Die Praxis zeigt, dass durch eine ausreichend dimensionierte passive Entgasung der Druckaufbau in Grubenbauen vermieden werden kann.
- Eine aktive Entgasung über Bohrungen, welche die obersten Sohlen eines Bergwerkes, die im 19. Jahrhundert aufgefahren worden sind, aufschließen, ist machbar. Dies zeigen die derzeit betriebenen Gasabsaugungen im Bereich der Bergwerke Dorstfeld und Friedrich Thyssen. Die Bohrung im Bereich des Bergwerkes Dorstfeld in Dortmund-Dorstfeld wurde in 2001 für eine Schutzbesaugung erstellt, um Gasaustritte an der Tagesoberfläche zu vermeiden. Über die Grubengasgewinnungsbohrung Realisa-Methan 1 im Bereich des Schachtes Friedrich Thyssen 1 in Duisburg erfolgt Gasabsaugung zur energetischen Verwertung, wobei der an das Grubengebäude angelegte Unterdruck weiträumig, bis in die benachbarten Grubenfelder Neumühl und Concordia hinein nachweisbar ist.

- Die Erzeugung eines innerhalb von abgeworfenen Grubenbauen gerichteten Druckgefälles ist durch Betrieb einer Gasabsaugung möglich. Dies zeigt die weiträumige Ausbreitung der Unterdrücke innerhalb der Lagerstätten des Ruhrreviers und des Saarreviers, die durch die Grubengasgewinnung an einzelne Grubenfelder angelegt wird.
- Der Betrieb von Gasabsaugeanlagen bei explosionsfähigen Gasgemischen ist technisch machbar und wurde in der Vergangenheit bereits realisiert. Nach dem Rückzug aus dem Bergwerk Ewald/Hugo wurde am Schacht Unser Fritz 3 eine entsprechende Anlage betrieben, um durch das so erzeugte Druckgefälle Gaszuströme in den sogenannten Shamrock-Querschlag des Bergwerkes Blumenthal/Haard zu vermeiden.

12.14 Bewertung der Gefährdung nach Umsetzung von Schutzmaßnahmen

Für die Umsetzung der Schutzmaßnahmen bzw. die Berücksichtigung des durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruckes wird die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten im Bereich der Grubenfelder Katharina, Holland, Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin, Graf Schwerin und Zollern/Germania neu eingestuft.

Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist für die genannten Grubenfelder als sehr gering einzustufen, wenn die beschriebenen Schutzmaßnahmen umgesetzt und funktionsfähig sind sowie deren Wirksamkeit im Rahmen des Monitorings nachgewiesen wird (Anlage 9). Das gleiche gilt für die Aufrechterhaltung eines ausreichenden Unterdruckes in den Grubenfeldern Hannibal, Constantin, Lothringen, Erin und Graf Schwerin.

Abbildung 16 und Anlage 10 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten. Abbildung 17 und Anlage 11 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an mit Lockermassen verfüllten Schächten. Auch hier gilt diese Einstufung für den Fall, dass die Schutzmaßnahmen umgesetzt und funktionsfähig sind sowie deren Wirksamkeit im Rahmen des Monitorings nachgewiesen wird.

Abbildung 16: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an kohäsiv verfüllten Schächten – mit Umsetzung von Schutzmaßnahmen

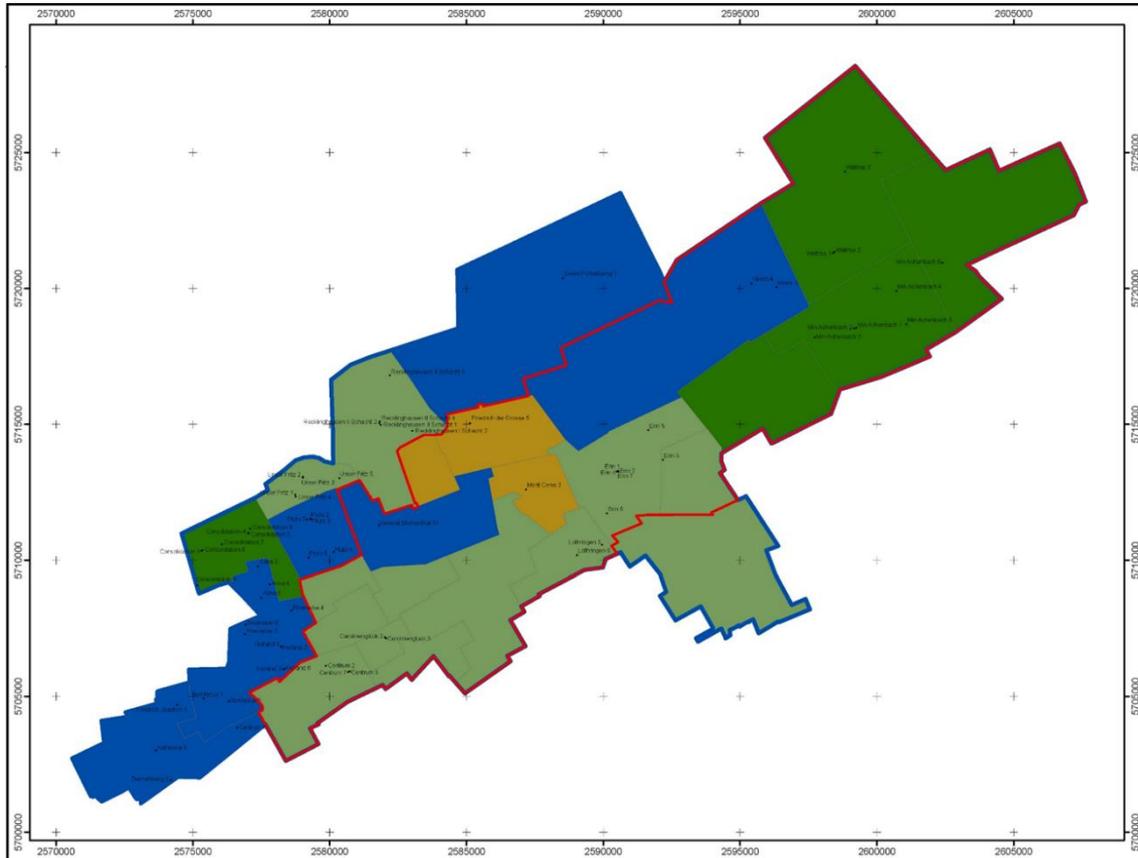
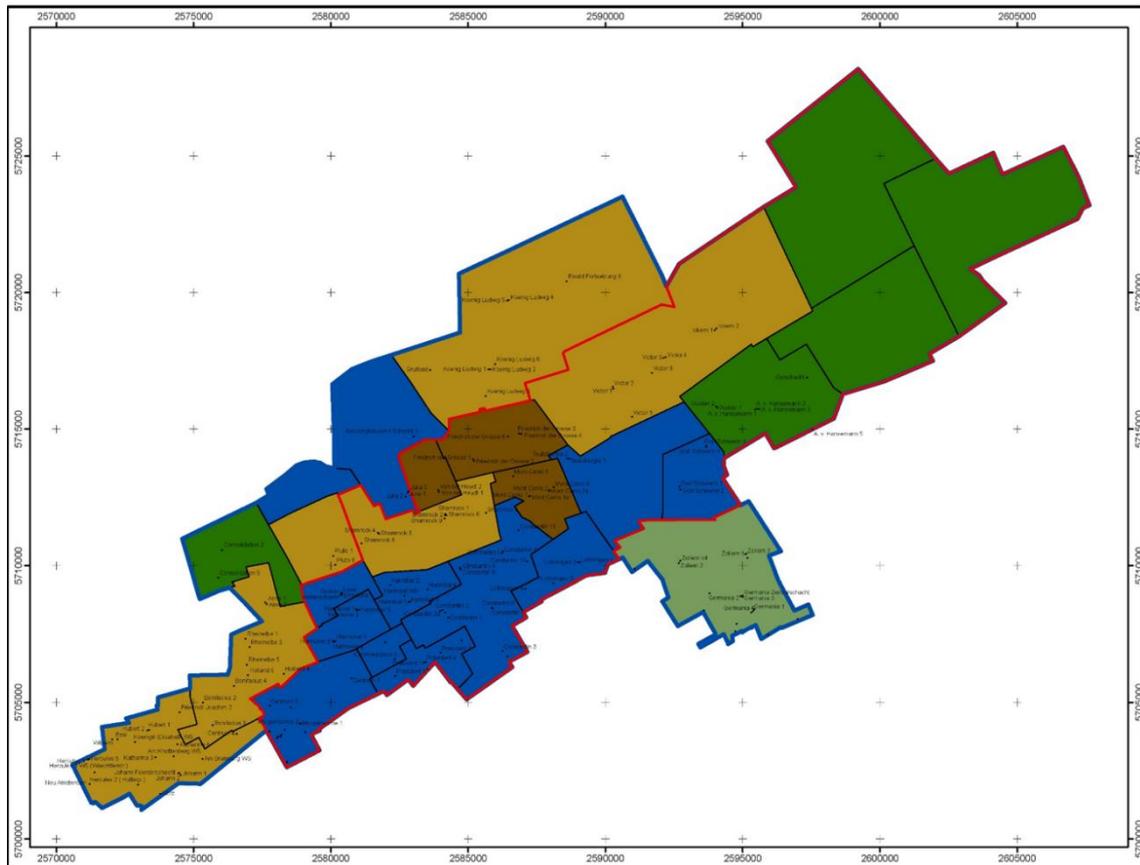


Abbildung 17: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an mit Lockermassen verfüllten Schächten – mit Umsetzung von Schutzmaßnahmen



13 Monitoring

13.1 Aufbau des Monitorings

Grundsätzlich ist begleitend zum Grubenwasseranstieg ein Monitoring der Ausgasung durchzuführen. Für die verschiedenen Kategorien bestehen für das Monitoring unterschiedliche Ziele. Die Messungen im Rahmen des Monitorings sollen in zwei Stufen erfolgen. Bei Erreichen von vorher definierten Schwellenwerten im Rahmen der 1. Stufe erfolgt eine Ausweitung der Messungen in Form einer räumlichen Verdichtung der Messpunkte und/oder einer Verdichtung des Messintervalls in der 2. Stufe.

In Grubenfeldern mit einer kontrollierten Gasabführung erfolgt zunächst die Überwachung der Wirksamkeit der passiven Entgasung bzw. des durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruckes. Bei Erreichen von Schwellenwerten erfolgt eine räumliche und zeitliche Verdichtung der Messungen zur frühzeitigen Erkennung potentieller Gasaustritte im Bereich der Tagesschächte.

In Grubenfeldern mit einer eingeschränkten Gasabführung erfolgt die Überwachung der Wirksamkeit der passiven Entgasung bzw. des durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruckes und zusätzlich die Überwachung der mit Lockermassen verfüllten Schächte. Bei Erreichen von Schwellenwerten erfolgt eine räumliche und zeitliche Verdichtung der Messungen zur frühzeitigen Erkennung potentieller Gasaustritte im Bereich der Tagesschächte.

In Grubenfeldern mit fehlender Gasabführung erfolgt die Überwachung aller verfüllten Schächte. Bei Erreichen von Schwellenwerten erfolgt eine zeitliche Verdichtung der Messungen zur frühzeitigen Erkennung potentieller Gasaustritte im Bereich der Tagesschächte.

In den Grubenfeldern, die ein nicht abdichtendes bzw. homogenisierendes oder aber kein Deckgebirge aufweisen, erfolgt primär eine Überwachung der von der Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdrücke über Entgasungseinrichtungen oder Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen mit Lockermassen verfüllter Schächte oder - in Abwesenheit eines aufgeprägten Unterdruckes - eine Überwachung der Drücke über in das Grubengebäude gebohrte Pegelbohrungen und an mit Lockermassen verfüllten Schächten.

Die Zuordnung der Messstellen zu den Stufen 1 und 2 erfolgt im Wesentlichen auf Basis der Tabellen 8 und 9.

Tabelle 8: Monitoring auf Basis der Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten in direkt beeinflussten Grubenfeldern

Gasabführung	kontrollierte Gasabführung	eingeschränkte Gasabführung	fehlende Gasabführung
Gasaustritte an kohäsiv verfüllten Schächten	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 1
Gasaustritte an mit Lockermassen verfüllten Schächten	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 1

Tabelle 9: Monitoring auf Basis der Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten in indirekt beeinflussten Grubenfeldern

Gasabführung	kontrollierte Gasabführung	eingeschränkte Gasabführung	fehlende Gasabführung
Gasaustritte an kohäsiv verfüllten Schächten	-	Stufe 2	Stufe 2
Gasaustritte an mit Lockermassen verfüllten Schächten	-	Stufe 2	Stufe 1

13.1.1 Stufe 1

Aufgrund der vorhandenen Bewertungen der Ausgasungssituation kann das Monitoring auf bestimmte Schachtstandorte beschränkt werden. Sollte innerhalb nicht planmäßig entgaster Grubenbaue ein höherer Überdruck entstehen, wird dieser Zustand zunächst an den Schachtstandorten feststellbar sein, die die primär potentiellen Strömungswege zur Tagesoberfläche darstellen.

Es sollen an den in Tabelle 10 aufgeführten Schächten Messungen der Gaszusammensetzung (CH_4 , CO_2 und O_2) und - soweit möglich - der Druckdifferenzen zwischen Grubengebäude und freier Atmosphäre durchgeführt werden. An den Schächten, die im Zuge der Schutzmaßnahmen noch mit einer Entgasungseinrichtung ausgestattet werden, sollen ebenfalls Messungen der Druckdifferenzen erfolgen.

In den Grubenfeldern Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Lothringen und Erin werden zusätzlich Messungen an ggf. noch zu erstellenden Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. an vorhandenen Grubengasgewinnungsbohrungen, Entgasungsleitungen oder anderen Schachtleitungen durchgeführt. Dort erfolgt eine Überwachung des Druckes und der Gaszusammensetzung im Grubengebäude. Dabei sind Handmessungen ausreichend.

In den Grubenfeldern Hannibal, Präsident, Constantin und Graf Schwerin soll überwacht werden, ob der derzeit anliegende Unterdruck stabil bestehen bleibt. Dazu werden Messungen des Druckes an Entgasungseinrichtungen bzw. Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen von mit Lockermassen verfüllten Schächten durchgeführt.

Weiterhin sollen die von der Grubengasgewinnung an die in Tabelle 11 aufgeführten Entgasungs- bzw. Schachtleitungen und Gewinnungsbohrungen angelegten Unterdrücke entweder durch Handmessungen im Intervall von drei Monaten oder durch eine Abfrage der von den Betreibern aufgezeichneten Werten im Intervall von drei Monaten ermittelt werden.

Tabelle 10: Messstellen – Stufe 1

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Königsgrube Gustav	2580 5709 001		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Königsgrube Luise	2580 5708 002		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Königsgrube Ernestine	2580 5708 003		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ ,
Königsgrube Wetterschacht	2580 5708 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ ,
Hannover 1	2580 5708 004		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 2	2580 5708 005		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung bzw. Rohrleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 3	2580 5707 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung bzw. Rohrleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 4	2580 5707 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 5	2581 5708 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung bzw. Rohrleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 6	2580 5707 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung bzw. Rohrleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Hannibal 1	2582 5708 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannibal 2	2582 5709 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannibal 3	2582 5708 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannibal 4	2583 5709 001		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannibal Wetterschacht	2582 5708 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Centrum 1	2580 5705 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Centrum 2	2579 5706 001		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Centrum 3	2580 5705 001		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Centrum 5	2577 5704 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Centrum 7	2580 5705 002		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Fröhliche Morgensonne 1	2578 5704 003		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Fröhliche Morgensonne 2	2578 5704 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Carolinenglück 3	2582 5707 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Präsident 1	2583 5706 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Präsident 2	2584 5706 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Präsident 3	2582 5705 001		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Präsident 4	2583 5706 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Luftschacht auf Flöz Bänksgen	2584 5707 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schacht auf Sonnenschein	2583 5706 003		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 1	2584 5711 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 2	2584 5711 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 3	2581 5711 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 4	2581 5711 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 5	2585 5711 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Shamrock 6	2584 5711 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 7	2583 5710 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 8	2581 5710 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Shamrock 9	2584 5711 004		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Shamrock 11 (Blumenthal 11)	2581 5711 003		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Von der Heydt 1	2583 5712 002	-673	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Von der Heydt 2	2583 5712 001	-673	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Constantin 1	2584 5708 003		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 2	2584 5708 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 2a	2583 5708 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 3	2586 5706 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 4	2586 5710 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 5	2586 5710 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 6	2585 5708 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 7	2585 5708 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 8	2584 5709 002		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 9	2584 5709 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin 10	2587 5710 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Constantin 11	2586 5711 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin Wetterschacht an der Kokerei	2584 5708 002		Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Constantin Wetterschacht südl. Schacht 3	2586 5706 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Mont-Cenis 1	2587 5712 004	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mont-Cenis 1a	2587 5712 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mont-Cenis 2	2587 5712 003	-639	Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mont-Cenis 2a	2587 5712 002	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mont-Cenis 3	2587 5712 005	-639	Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mont-Cenis 4	2588 5712 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 1	2585 5713 002	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 2	2585 5713 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 3	2586 5714 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 4	2586 5714 002	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 5	2585 5715 001	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Friedrich der Große 6	2586 5714 003	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Lothringen 1	2589 5710 001	-639	Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Lothringen 2	2588 5710 001	-639	Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Lothringen 3	2589 5710 002	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Lothringen 4	2587 5709 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Lothringen 5	2588 5709 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Lothringen 6	2589 5710 003	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Erin 1	2590 5713 002	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Erin 2	2590 5713 003	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Erin 3	2592 5713 001	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Erin 4	2590 5713 001	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Erin 5	2591 5714 001	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Erin 6	2590 5711 001	-639	Tagesoberfläche, Schachtleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Erin 7	2590 5713 004	-639	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Teutoburgia 1	2588 5713 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Teutoburgia 2	2588 5713 002	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Schwerin 1	2592 5712 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Schwerin 2	2592 5712 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Schwerin 3	2593 5714 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Schwerin 4	2593 5714 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Grullbad	2583 5717 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 1	2585 5717 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 2	2585 5717 002	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 3	2585 5716 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 4	2586 5719 002	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 5	2586 5719 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 6	2585 5717 003	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 8 (Ewald Fortsetzung 8)	2588 5720 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NHN]	Messstelle	Messparameter
Victor 1	2590 5716 002	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Victor 2	2590 5716 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Victor 3	2592 5717 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Victor 4	2592 5717 002	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Victor 5	2590 5715 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Victor 6	2591 5717 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Ickern 1	2593 5718 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Ickern 2	2594 5718 001	-639	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Zollern 1	2595 5710 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Zollern 2	2592 5710 002	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Zollern 3	2595 5710 002	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Zollern 4	2592 5710 001	-639	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Tabelle 11: Messungen im Bereich besaugter Entgasungsleitungen und Gewinnungsbohrungen

Grubenfeld	Messtelle
Hugo	Entgasungsleitung Schacht Hugo 1
	Entgasungsleitung Schacht Hugo 5
	Entgasungsleitung Schacht Hugo 9
	Entgasungsleitung Schacht Hugo Ost
Graf Bismark	Entgasungsleitung Schacht Emschermulde 1
Friedrich der Große	Gewinnungsbohrung Herne-Methan 4
Mont Cenis	Gewinnungsbohrung Herne-Methan 6
Erin	Schachtleitung Erin 6
Lothringen	Gewinnungsbohrung Corvin 1

13.1.2 Referenzwerte

Vor dem Grubenwasseranstieg werden individuelle Referenzwerte für alle Schächte begründet festgelegt. Auf Basis vorliegender älterer Messungen, die nach 1999 (Beginn der Grubengasgewinnung im Ruhrrevier) durchgeführt worden sind, und der Stichtagmessung können dabei die vor dem Wasseranstieg aufgetretenen Minimalwerte als Referenzwert genutzt werden. Ist die Nutzung eines Minimalwertes als Referenzwert nicht sinnvoll, müssen bei der Festlegung des individuellen Referenzwertes auch Änderungen im Absaugregime der im Umfeld betriebenen Grubengasgewinnung berücksichtigt werden.

13.1.3 Stufe 2

Bei Erreichen der in den Tabellen 12 und 13 definierten Schwellenwerte soll das Monitoring auf weitere Messstellen und benachbarte Grubenfelder ausgeweitet werden. Es sollten dann zusätzlich an den in Tabelle 14 aufgeführten Schächten Messungen durchgeführt werden. Bei Erreichen eines Schwellenwertes an einer der in der Spalte „Schwellenwerverreichung“ aufgelisteten Schächte erfolgt die Ausweitung auf alle in der Spalte „Schacht“ aufgelisteten Messstellen.

Bei Erreichen eines Schwellenwertes erfolgt zunächst innerhalb von 14 Tagen eine weitere Messung an derselben Messstelle.

Tabelle 12: Schwellenwerte für CH₄- oder CO₂-Gehalte

Messstelle	CH ₄ - oder CO ₂ -Gehalte	Anzahl der Schwellenwert-erreichungen
mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Füllsäulenoberfläche	≥ 1,2-fache des Referenzwertes	zwei aufeinanderfolgende Messungen
	bei zuvor gasfreien Schächten CH ₄ -Gehalt ≥ 0,3 Vol. % oder CO ₂ -Gehalt ≥ 1 Vol.-%	
Tagesoberfläche	CH ₄ -Gehalt ≥ 0,1 Vol. % oder CO ₂ -Gehalt ≥ 1 Vol.-%	zwei aufeinanderfolgende Messungen

Tabelle 13: Schwellenwerte für Drücke

Grubenfelder	Messstelle	Druckdifferenz	Anzahl der Schwellenwert-erreichungen
alle bis auf Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin, Graf Schwerin	kohäsiv verfüllte Schächte: Entgasungsleitungen	≥ 15 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 10 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
	mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 5 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 3 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Carolinenglück, Präsident, Lothringen, Erin, Katharina und Holland	Pegel- und Entgasungsbohrungen und Entgasungsleitungen	≥ 10 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 5 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
	mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 3 hPa	zwei aufeinanderfolgen Messungen
		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgen Messungen

Durch laterale Verdrängung können bei vorhandenen Gaswegigkeiten durch den Wasseranstieg in der Wasserprovinz Carolinenglück auch Änderungen der Ausgasung in den benachbarten Wasserprovinzen auftreten. Entsprechend werden Schächte in benachbarten Wasserprovinzen in der Stufe 2 berücksichtigt, wenn die entsprechenden Grubenfelder nicht oder eingeschränkt entgast sind. Entsprechend der verminderten Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten erfolgen dabei Messungen im Wesentlichen nur an solchen Tagesöffnungen, die sich in unmittelbarer Nähe zur Wasserprovinz Carolinenglück befinden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass für benachbarte Wasserprovinzen ggf. bereits ein Monitoring der Stufe 1 im Zusammenhang mit dem Grubenwasseranstieg in diesen Wasserprovinzen durchgeführt wird.

Tabelle 14: Messstellen – Stufe 2

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Königsgrube Gustav	Holland 3	2578 5706 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Königsgrube Luise	Holland 4	2578 5706 004	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung und Entwässerungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Königsgrube Ernestine				
Königsgrube Wetterschacht	Holland 5	2576 5706 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 1	Alma 1	2577 5708 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 2	Alma 2	2577 5708 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 3	Alma 3	2577 5709 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 4				
Hannover 5	Rheinerbe 1	2576 5707 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 6	Rheinerbe 3	2577 5707 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Centrum 1	Rheinerbe 5	2576 5706 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Centrum 2				
Centrum 3				
Centrum 5				
Centrum 7				
Fröhliche Morgensonne 1				
Fröhliche Morgensonne 2				

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Königsgrube Gustav	Pluto 1	2580 5710 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Königsgrube Luise	Pluto 2	2579 5711 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Königsgrube Ernestine	Pluto 3	2579 5711 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Königsgrube Wetterschacht	Pluto 4	2580 5710 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 1	Pluto 5	2579 5710 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 2	Pluto 6	2580 5710 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Shamrock 4	Pluto 7	2579 5711 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 5				
Shamrock 6				
Shamrock 7				
Shamrock 8				
Shamrock 9				
Shamrock 11				
(Blumenthal 11)				

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Centrum 1	Johann 1	2574 5702 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Centrum 2	Centrum 4	2576 5703 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Centrum 3	Centrum 6	2576 5703 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Centrum 5	Morgenstern Schacht 1	2577 5703 008	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Centrum 7	Morgenstern Schacht 2	2577 5703 005	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Fröhliche Morgensonne 1	Morgenstern Förderschacht in Flöz Dickebank	2578 5703 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Fröhliche Morgensonne 2	Morgenstern Luftschacht auf Flöz Dickebank	2578 5703 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Morgenstern Luftschacht auf Flöz Luise	2578 5703 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Morgenstern Förderschacht in Fl. Luise	2578 5703 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Morgenstern Luftschacht auf Flöz Karoline	2578 5703 005	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Morgenstern Alter Luftschacht auf Fl. Dickebank	2578 5704 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Carolinenglück 3	Carolinenglück 1	2582 5706 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Carolinenglück 2	2582 5707 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Carolinenglück Wetterschacht	2581 5707 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 1	Recklinghausen I/ 1	2583 5714 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Shamrock 2	Recklinghausen II/ 2	2581 5715 001	Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Shamrock 3	Recklinghausen II/ 1	2581 5714 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 4	Recklinghausen II/ 2	2581 5715 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 5	Recklinghausen II/ 3	2582 5716 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 6	Recklinghausen II/ 4	2581 5715 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 7	Recklinghausen I/ 2	2583 5714 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 8	Julia 1	2582 5712 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 9	Julia 2	2582 5712 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 11 (Blumenthal 11)	Julia 3	2582 5712 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Von der Heydt 1				
Von der Heydt 2				

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Shamrock 1	Unser Fritz 1	2578 5712 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 2	Unser Fritz 2	2579 5713 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 3	Unser Fritz 3	2579 5713 002	Entgasungsleitung, Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Shamrock 4	Unser Fritz 4	2578 5712 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 5	Unser Fritz 5	2580 5713 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Shamrock 6				
Shamrock 7				
Shamrock 8				
Shamrock 9				
Shamrock 11 (Blumenthal 11)				
Friedrich der Große 1	König Ludwig 7 (Ewald Fortsetzung 7)	2588 5720 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Friedrich der Große 2				
Friedrich der Große 3				
Friedrich der Große 4				
Friedrich der Große 5				
Friedrich der Große 6				

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Friedrich der Große 1	Ickern 3	2596 5720 001	Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 2	Ickern 4	2595 5720 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Friedrich der Große 3				
Friedrich der Große 4				
Friedrich der Große 5				
Friedrich der Große 6				
Erin 1				
Erin 2				
Erin 3				
Erin 4				
Erin 5				
Erin 6				
Erin 7				
Teutoburgia 1				
Teutoburgia 2				

13.1.4 Messintervalle

Die Messungen der Stufe 1 sollen an allen Schächten in den in Tabelle 15 aufgeführten Intervallen erfolgen.

Tabelle 15: Messintervalle für Messpunkte der Stufe 1

Phase	Zeitraum	Intervall
drei Monaten vor dem Beginn des Grubenwasseranstieges	3 Monate	einmal monatlich
drei Monaten nach dem Beginn des Grubenwasseranstieges	3 Monate	einmal monatlich
ab dem vierten Monat des Grubenwasseranstieges	-	mindestens alle 3 Monate, bei Erreichen der Schwellenwerte monatlich
nach Beendigung des Grubenwasseranstieges	36 Monate	mindestens alle 3 Monate, bei Erreichen der Schwellenwerte monatlich

Sechs Monate nach Beginn des Monitorings können die Intervalle auf der Basis von Einzelbewertungen (z.B. in Abhängigkeit der Wasseranstiegsgeschwindigkeit, Überstauung von Lagerstättenbereichen mit hohen Restgasinhalten, Grubengasabsaugung) und der Ergebnisse der vorgehenden Messungen angepasst werden. Sie sollen 3 Monate nicht überschreiten. Die Messungen in den Grubenfeldern Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin und Graf Schwerin sollen weiter monatlich erfolgen.

Bei Erreichen eines Schwellenwertes an einer Messstelle erfolgt die Verkürzung des Intervalls auf einen Monat an allen Messpunkten innerhalb des betroffenen Grubenfeldes, in dem der Schwellenwertes erreicht wurde. Werden die Schwellenwerte an allen Messstellen innerhalb des betroffenen Grubenfeldes in den nachfolgenden 12 Monaten nicht mehr erreicht, erfolgt wiederum die Rückkehr zum ursprünglichen Intervall.

Die Messungen der Stufe 2 erfolgen spätestens vier Wochen nach Erreichen des Schwellenwertes und nachfolgend in einem Intervall von einem Monat. Werden die Warnwerte an den Messstellen der Stufe 2 innerhalb von 12 Monaten nicht erreicht, werden die Messungen der Stufe 2 zunächst wieder eingestellt.

13.1.5 Durchführung der Messungen

Die Messungen sollen vorzugsweise bei sehr niedrigen (< 1000 hPa) bzw. fallenden Luftdrücken durchgeführt werden, da bei steigenden bzw. hohen Luftdrücken an den Tagesöffnungen in der Regel mehr oder weniger große Luftmengen in die Schachtsäule eintreten und somit die tatsächliche Grubengaszusammensetzung nicht feststellbar ist.

Die Messungen der Gaszusammensetzung in Entgasungsleitungen bzw. Entgasungseinrichtungen sowie der Druckdifferenz zwischen Entgasungsleitung bzw. Entgasungseinrichtungen und der Atmosphäre sollen jeweils am Messstutzen unterhalb (schachtseitig) des Schiebers erfolgen. Bei der Messung des Druckes soll der Schieber der Entgasungseinrichtung für die Messung geschlossen werden. Die Messung soll dabei erst nach Einlaufen des Druckes oder frühestens 15 Minuten nach Schließen des Schiebers durchgeführt werden. Nur so kann der tatsächliche Druck im Grubengebäude festgestellt werden.

Die Messung der Gaszusammensetzung an Entgasungsleitungen und Entgasungseinrichtungen soll mit tragbaren Mehrkomponentengasmessgeräten durchgeführt werden, die die Bestandteile CH_4 und CO_2 mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ Vol.-% und den Bestandteil O_2 mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ Vol.-% messen können. Diese Messgeräte sind unter Berücksichtigung der berufsgenossenschaftlichen Regelwerke (Merkblatt T 023 „Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb“ und Merkblatt T 021 „Gaswarneinrichtungen für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff – Einsatz und Betrieb“) zu betreiben.

Die Druckdifferenz soll mit tragbaren Messgeräten mit einer Genauigkeit von ± 1 Pa bis zu einer Druckdifferenz von unter ± 2000 Pa bzw. von ± 1 hPa bis zu einer Druckdifferenz von über ± 2000 hPa durchgeführt werden.

Die Messung der Gaszusammensetzung an Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen soll möglichst an vorhandenen Schraubenöffnungen durchgeführt werden, ohne den Deckel zu öffnen.

Für die Messungen der Gaskonzentrationen an der Tagesoberfläche von Schächten sollen Sondierlöcher von etwa 10 cm in den Boden geschlagen werden bzw. bei versiegelten Flächen Messungen an sichtbaren Löchern und Fugen durchgeführt werden. Die Messungen sollen auf konzentrischen Ringen im Umkreis von zunächst bis zu 10 m um den für die Tagesöffnungen angegebenen Mittelpunkt und in Abständen von maximal je etwa 5 m erfolgen. Falls dort CH_4 -Gehalte von ≥ 1 ppm oder CO_2 -Gehalte von $\geq 1,0$ Vol.-% gemessen werden, sollen die Messungen auf einen Umkreis von 25 m bei gleichen Abständen zwischen den Messpunkten ausgeweitet werden.

Die Messung der Gaszusammensetzung an Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen bzw. der Tagesoberfläche sollen mit tragbaren Mehrkomponentengasmessgeräten durchgeführt werden, die die Bestandteile CH₄ und CO₂ mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ Vol.-% und den Bestandteil O₂ mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ Vol.-% messen können. Für derartige Messungen des CH₄-Gehaltes eignen sich deshalb Gasspürgeräte, die mit Flammenionisations-Detektoren (FID) oder mit Metalloxid-Halbleiter-Sensoren (MOS) ausgestattet sind.

Derartige Gasspürgeräte, die auch zur Dichtigkeitsüberprüfung erdverlegter Gasleitungen verwendet werden, haben verschiedene Messbereiche für Methan und höhere Kohlenwasserstoffe, die in der Regel eine Spanne von 0 bis 10.000 ppm abdecken. Diese Gasspürgeräte, die mit eingebauten Gasförderpumpen ausgestattet sind, sind als tragbare Messgeräte verfügbar.

Für die Messungen eignen sich Teppich- oder Glockensonden, mit denen die Bodenluft an den Messstellen angesaugt werden kann.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Gasspürgeräte und die zugehörigen Probenahmeeinrichtungen in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt G 465/IV betrieben und vor jedem Einsatz überprüft werden müssen. Dazu gehören neben der umfassenden Kenntnis der zugehörigen Betriebs- und Wartungsanleitungen das Vorhalten und der sichere Umgang mit den geeigneten Prüfgasen und im Falle des Einsatzes von FID-Geräten der sichere Umgang mit den zugehörigen Brenngasen.

13.1.6 Warnwerte

Ursachen von Veränderungen des Ausgasungsverhaltens und potentieller Gefährdungen sollen beim Erreichen der in den Tabellen 16, 17 und 18 definierten Warnwerte im Einzelfall untersucht werden. Das Erreichen eines Warnwertes bedeutet zunächst noch keine Gefährdung.

Objektbezogene Untersuchungen sind jedoch unverzüglich einzuleiten, wenn aufgrund der Gaszusammensetzung im Bereich von Messstellen eine offensichtliche Gefährdung durch schädliche Gase zu erkennen ist.

Bei Erreichen eines Warnwertes gem. Tabelle 16 oder 17 erfolgt zunächst innerhalb von 14 Tagen eine weitere Messung an derselben Messstelle.

Tabelle 16: Warnwerte für CH₄- oder CO₂-Gehalte

Messstelle	CH ₄ - oder CO ₂ -Gehalte	Anzahl der Warnwert- erreichungen
mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Füllsäulenoberfläche	≥ 1,2-fache des Referenzwertes	vier aufeinanderfolgende Messungen
	bei zuvor gasfreien Schächten CH ₄ -Gehalt ≥ 0,3 Vol. % oder CO ₂ -Gehalt ≥ 1 Vol.-%	
Tagesoberfläche	CH ₄ -Gehalt ≥ 0,1 Vol. % oder CO ₂ -Gehalt ≥ 1 Vol.-%	zwei aufeinanderfolgende Messungen

Tabelle 17: Warnwerte für Drücke

Grubenfelder	Messstelle	Druckdifferenz	Anzahl der Warnwert- erreichungen
alle bis auf Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin, Graf Schwerin	kohäsiv verfüllte Schächte: Entgasungsleitungen	≥ 25 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 15 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
	mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 10 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 5 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Carolinenglück, Präsident, Lothringen, Erin, Katharina und Holland	Grubengasgewinnungs- bohrungen und Entgasungs- bzw. Schachtleitungen	≥ 15 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 5 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
	mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 5 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen

Grubenfelder	Messstelle	Druckdifferenz	Anzahl der Warnwert- erreichungen
Hannibal	Schacht Hannibal 4	≥ -50 hPa	eine Messung
	Schacht Shamrock 11	≥ -140 hPa	eine Messung
	andere mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 5 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
Constantin	Schacht Constantin 1	≥ -30 hPa	eine Messung
	Schacht Constantin 4 Schacht Constantin 5	≥ -50 hPa	eine Messung
		Schacht Constantin 11	≥ -100 hPa
	Schacht Shamrock 11	≥ -140 hPa	eine Messung
	andere mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 5 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
	Graf Schwerin	Schacht Graf Schwerin 3 Schacht Graf Schwerin 4	≥ -100 hPa
≥ 5 hPa			zwei aufeinanderfolgende Messungen
andere mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen

Tabelle 18: Warnwerte für die Standorte der Grubengasgewinnung

Messstelle	Druckdifferenz	bei Warnwerterreichung zu bewertende Grubenfeder
Hugo 1, Hugo 5, Hugo 9, Hugo Ost oder Emschermulde 1	≥ -400 hPa	Hannibal, Constantin
Herne-Methan 4 (Friedrich der Große)	≥ -180 hPa	
Herne-Methan 6 (Mont Cenis)	≥ -80 hPa	
Erin 6	≥ -150 hPa	Erin, Graf Schwerin
Lothringen	≥ -100 hPa	Lothringen

Die Warnwerte für die Unterdrücke in Tabelle 18 beziehen sich jeweils auf die an die Entgasungsleitung bzw. Gewinnungsbohrung durch die Gewinnungsanlagen angelegten Unterdrücke bzw. die dort bei temporärem Stillstand der Gewinnungsanlagen gemessenen Unterdrücke. Die strömungstechnischen Druckverluste sind bei der Definition der Warnwerte berücksichtigt worden, so dass die Bewertung unabhängig vom Betrieb der Gewinnungsanlage erfolgt.

Die Einstellung der Grubengasgewinnung an den genannten Standorten ist gleich einer Warnwerterreichung zu betrachten.

13.1.7 Anpassung des Monitoringprogrammes

Es wird empfohlen, dass Monitoringprogramm im Abstand von zwei Jahren auf Grundlage der gesammelten Datenbasis zu überprüfen. Messstellen, Messintervalle, Schwellen- und Warnwerte können dann gutachterlich begründet angepasst werden.

13.1.8 Koordination und Dokumentation der Monitoringprogramme

Es wird dringend empfohlen, die Monitoringprogramme für die verschiedenen Wasserprovinzen zu verknüpfen und im Rahmen des integralen Monitorings eine Datenbank einzurichten, in der alle Messwerte zusammengefasst gegen die Wasseranstiegskurven aufgetragen werden. Hierin sind die entsprechenden Referenz-, Schwellen- und Warnwerte fixiert, um zeitnah operationelle Maßnahmen einleiten zu können.

13.2 Empfehlungen zum Monitoring von potentiellen Radonaustritten

Nachgewiesenermaßen können Gasgemische als Trägermedium für Radon aus der Tiefe fungieren [16]. Insofern ist es nicht auszuschließen, dass mit erhöhten Methan- und Kohlendioxidgehalten im Bereich der Tagesoberfläche erhöhte Radonkonzentrationen einhergehen. Bei Radon handelt es sich um einen Innenraumschadstoff. Daher wird empfohlen, bezüglich potentieller Erhöhungen der Radonkonzentrationen primär oberflächennahe Bereiche in bebauten Gebieten zu überprüfen.

Im Zuge des Monitorings werden an Schachtstandorten Messungen der Gaszusammensetzung durchgeführt.

Maßnahmen, die bei erhöhten Gasaustritten umgesetzt werden können, werden in Abschnitt 10 aufgeführt. Sollten trotz dieser Maßnahmen in bebauten Gebieten dauerhafte Anstiege des Methangehaltes an der Tagesoberfläche im Bereich verfüllter Schächte beobachtet werden, ist zu prüfen, ob ergänzend Raumluftmessungen der Radonaktivitätskonzentration in benachbarten Gebäuden, vorzugsweise im Keller bzw. im Erdgeschoss, erforderlich sind. Die betroffenen Bereiche sind dann individuell festzulegen.

Dauerhafte Anstiege der Methangehalte sind in diesem Zusammenhang das Erreichen der vor dem Wasseranstieg gemessenen Werte gem. 13.1.6 über einen Zeitraum von mehr als 6 Monaten.

14 Umzusetzende Maßnahmen

Die Tabellen 18 und 19 geben eine Übersicht über die umzusetzenden Schutzmaßnahmen und für die Durchführung des Monitorings notwendigen Maßnahmen.

Tabelle 18: Übersicht der abhängig vom Wasserstand umzusetzenden Maßnahmen

Umsetzung bis/ bei	Maßnahme	Grubenfelder
drei Monate vor Abschalten der Pumpen	- Nachrüsten von Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen der Schächte Hannibal 3 und Präsident 1 mit Messstellen für Druckmessung	- Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannibal, Präsident
Abschalten der Pumpen	- Inbetriebnahme der Gasabsaugung am Schacht Centrum 2 oder - Pegel- und Entgasungsbohrung betriebsbereit und funktionsfähig - Ausrüstung der Schächte Centrum 2, 3 und 7 mit einer Entgasungseinrichtung (im Falle der Option Pegel- und Entgasungsbohrung)	- Centrum/Fröhliche Morgensonne
	- Ausrüsten der Schächte Präsident 1, 2 und 4 mit einer Entgasungseinrichtung	- Präsident
Wasserstand - 673 m NN	- Entgasungsleitung bzw. Pegel- und Entgasungsbohrungen betriebsbereit und funktionsfähig - Ausrüstung noch festzulegender Schächte mit einer Entgasungseinrichtung, abhängig von der Lage der Pegel- und Entgasungsbohrung - Nachrüsten der Beobachtungs- und Nachfüllöffnung des Schachtes Hannover 4 mit einer Messstelle für Druckmessung	- Hannover

Tabelle 19: Übersicht der abhängig vom Monitoring umzusetzenden Maßnahmen

Umsetzung bis/ bei	Maßnahme	Grubenfelder
bei Erreichen des Schwellenwertes für den Druck	- Prüfen der Notwendigkeit der Ausrüstung von mit Lockermassen verfüllten Schächten innerhalb des betroffenen Grubenfeldes mit Entgasungseinrichtungen	- alle bis auf Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin, Graf Schwerin
bei Erreichen des Warnwertes für den Druck	- Besaugung der Pegel- und Entgasungsbohrung, Grubengasgewinnungsbohrung bzw. Entgasungsleitung	- Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Carolinenglück, Präsident, Lothringen, Erin
	- Prüfen der Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen nach 12.2	- alle bis auf Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Carolinenglück, Präsident, Lothringen, Erin
Erreichen des Warnwertes für den CH ₄ - oder CO ₂ -Gehalt	- Prüfen der Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen nach 12.2	- alle

15 Zusammenfassung

Mit dem Anstieg des Grubenwassers in der Wasserprovinz Carolinenglück bis in ein Niveau von -550 m NHN sind vier maßgebliche Effekte auf die Ausgasung verbunden. Diese sind:

- sukzessiver Rückgang des CH₄-Zustromes aus dem Gebirge bei weiterhin barometrischem Austausch zwischen Grubengebäude und freier Atmosphäre,
- Überstauung von Strömungswegen und Bildung isolierter, nicht entgaster Bereiche,
- Verdichtung und Verdrängung des anstehenden Grubengases einerseits über Entgasungsleitungen, verfüllte Schächte, Störungen oder das Gebirge zur Atmosphäre hin und andererseits über verschiedene Streckenverbindungen, Abbauannäherungen oder das Gebirge zu benachbarten Grubenbauen hin und
- Änderung der Gaszusammensetzung im Grubengebäude durch horizontale und/ oder vertikale Verdrängung z.B. CH₄-reicher Gasgemische.

Diese Effekte haben Auswirkungen auf die Gasabführung und Gasaustritte während des Wasseranstieges und auch nach Abschluss des Wasseranstieges.

Weiterhin kann aufgrund von lateraler Gasverdrängung auch die Ausgasung von Grubenfeldern beeinflusst werden, die an die Wasserprovinz Carolinenglück angrenzen.

Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen und im Bereich von Schächten wurde bewertet. Als Basis für diese Bewertung wurden Grenzen von Grubenfeldern definiert, die jeweils auch mit nach dem Grubenwasseranstieg zusammenhängenden, gaserfüllten Grubengebäuden korrelieren. Es wird unterstellt, dass sich innerhalb solcher zusammenhängenden Grubengebäude abhängig von der wasseranstiegsbedingten Verdrängung, vom Gaszustrom aus der Lagerstätte und der Gasabführung zur Atmosphäre ein jeweils ähnliches Druckniveau einstellt.

Weite Teile der Wasserprovinz Carolinenglück stehen derzeit unter einem mehr oder wenigen hohen Unterdruck, der durch die Grubengasgewinnung aufgeprägt ist, so dass der Wasseranstieg zu einer Verdichtung, aber nicht zu einer Verdrängung zur Tagesoberfläche führt. Derzeit ist nicht abzusehen, inwieweit die Grubengasgewinnung weiter betrieben und dieser Zustand bestehen bleibt.

In den Grubenfeldern Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Hannibal, Carolinenglück, Präsident, Constantin, Lothringen, Erin und Graf Schwerin sowie den außerhalb der Wasserprovinz Carolinenglück liegenden, indirekt vom Grubenwasseranstieg beeinflussten Grubenfeldern Katharina, Holland sowie Zollern/Germania besteht ein nicht abdichtendes bzw. fehlendes Deckgebirge. Um Gasaustritte über das Deckgebirge oder im Bereich von tagesnahem Altbergbau in Bereichen dichter Bebauung und intensiver Nutzung der Tagesoberfläche zu vermeiden, werden Schutzmaßnahmen empfohlen, um einen Druckaufbau im Grubengebäude zu vermeiden. Dort, wo durch die Grubengasgewinnung kein ausreichend großer Unterdruck auf das Grubengebäude aufgeprägt wird und keine Entgasungsleitungen vorhanden sind, wird in dem Zusammenhang das Erstellen von Pegel- und Entgasungsbohrungen vorgeschlagen. Im Grubenfeld Centrum/Fröhliche Morgensonne besteht alternativ die Möglichkeit einer aktiven Entgasung durch eine Besaugung des mit Lockermassen verfüllten Schachtes Centrum 2. Die technische Machbarkeit muss dazu nachgewiesen werden.

Bei Umsetzung der Schutzmaßnahmen ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche für die Wasserprovinz Carolinenglück sowie die angrenzenden mitbeeinflussten Grubenfelder sehr gering. Eine Gefährdung der Tagesoberfläche im Bereich der verfüllten Schächte innerhalb dieser Baufelder ist in diesem Fall und bei Einhaltung der ausgewiesenen ausgasungstechnischen Schachtschutzbereiche unwahrscheinlich. Für die Schachtbereiche erfolgt weiterhin auf Basis der Einstufung der Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten eine Überwachung.

Es wurde ein Monitoringkonzept erarbeitet, welches der Überwachung der Ausgasung im Zuge des Wasseranstieges dient:

- In Grubenfeldern mit einer kontrollierten Gasabführung über ausreichende Entgasungsleitungen erfolgt zunächst die Überwachung der Wirksamkeit der passiven Entgasung bzw. des durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruckes.
- In Grubenfeldern mit einer eingeschränkten Gasabführung über eine oder mehrere Entgasungsleitungen erfolgt die Überwachung der Wirksamkeit der passiven Entgasung bzw. des durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruckes und die Überwachung der mit Lockermassen verfüllten Schächte.
- In Grubenfeldern mit fehlende Gasabführung über Entgasungsleitungen erfolgt die Überwachung aller verfüllten Schächte.
- In Grubenfeldern, die von der Grubengasgewinnung beeinflusst sind und über ein nicht abdichtendes Deckgebirge verfügen, erfolgt die Überwachung des Unterdruckes an Lockermassenschächten sowie eine laufende Beurteilung der jeweilig beeinflussenden Gasabsaugungen.
- Bei Erreichen von Schwellenwerten erfolgt eine räumliche und/oder zeitliche Verdichtung der Messungen zur frühzeitigen Erkennung potentieller Gasaustritte.

Da Grubengas als Trägermedium für Radon dienen kann, erfolgen bei der Erkennung verstärkter Methanausgasung zusätzlich objektbezogene Messungen der Radonbelastung.

Durch das intensive Monitoring der Ausgasung während und nach dem Wasseranstieg kann der Prozess insgesamt beobachtet werden und kritische Veränderungen der Ausgasung frühzeitig erkannt werden. Neben den bereits im Vorfeld des jeweils in den Grubenfelder Centrum/Fröhliche Morgensonne, Hannover, Carolinenglück und Präsident erfolgenden Grubenwasseranstieges umgesetzten Maßnahmen kann in dem Fall mit weiteren Maßnahmen zur Gefahrenabwehr umgehend reagiert werden, um eine Gefährdung durch Gasaustritte zu verhindern.

Essen, 02.09.2021

Der Sachverständige



(Imgrund)



(Orzol)