

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 Zollverein

PFG-Nr. 351 015 21

Essen, 22.04.2021

DMT GmbH & Co. KG

Fachstelle für Sicherheit -
Prüfstelle für Grubenbewetterung



(Imgrund)

INHALTSVERZEICHNIS

Blatt:

1	Einleitung	5
2	Verwendete Unterlagen	6
3	Anlagen.....	7
4	Beeinflussung der Ausgasung durch den Wasseranstieg.....	8
5	Ausgangslage	9
5.1	Lage und Beschreibung der Wasserprovinz Zollverein	9
5.2	Wasserstände und Wasseranstieg	9
5.3	Gaszusammensetzung und Gasfreisetzung	10
5.4	Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung.....	11
6	Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche	21
6.1	Unterscheidung verschiedener Bereiche	21
6.2	Bereiche mit abdichtendem und homogenisierendem Deckgebirge	22
6.3	Bereiche mit nicht abdichtendem und nicht homogenisierendem Deckgebirge....	22
6.4	Bereiche mit fehlendem Deckgebirge und tagesnahe Bergbau	22
6.5	Bereiche mit kontrollierter Gasabführung	23
6.6	Bereiche mit eingeschränkter Gasabführung.....	23
6.7	Bereiche mit fehlender Gasabführung	24
6.8	Bereiche direkter Beeinflussung	24
6.9	Bereiche indirekter Beeinflussung	25
6.10	Keine Beeinflussung.....	26
6.11	Bewertungsmatrix	26
7	Methodik der Bewertung	29
8	Abgrenzung des vom Wasseranstieg beeinflussten Bereiches	30
8.1	Beeinflussung innerhalb der Wasserprovinz Zollverein	30
8.2	Beeinflussung außerhalb der Wasserprovinz Zollverein	30

9	Eigenschaften des Deckgebirges	34
9.1	Grundlage der Bewertung	34
9.2	Bereich 2.....	34
9.3	Bereich 3.....	35
9.4	Bereiche 4 und 4a	36
9.5	Bereich 6.....	38
9.6	Einstufung der Grubenfelder	39
10	Gasabführung	40
11	Bewertung der Gefährdung vor Umsetzung von Schutzmaßnahmen	47
11.1	Allgemeine Vorgehensweise	47
11.2	Gasaustritte an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen.....	47
11.3	Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine	48
11.4	Grubenfeld Amalie.....	50
11.5	Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak	51
11.6	Grubenfeld Katharina	51
11.7	Grubenfeld Ludwig	55
11.8	Grubenfeld Holland	56
11.9	Grubenfeld Centrum.....	58
11.10	Tagesoberfläche im Bereich bekannter Tagesöffnungen.....	58
12	Schutzmaßnahmen.....	61
12.1	Schächte mit Lockermassenfüllsäulen.....	61
12.2	Bereiche mit abdichtendem oder homogenisierendem Deckgebirge	61
12.3	Bereiche mit nicht abdichtendem oder nicht homogenisierendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung	61
12.4	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine	62
12.5	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Holland.....	65
12.6	Bereiche mit fehlendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung	68
12.7	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Katharina	69
12.8	Bereiche mit nicht abdichtendem oder nicht homogenisierendem Deckgebirge bei indirekter Beeinflussung	71
12.9	Ausführung der Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. der Entgasungsleitungen.....	72

12.10	Anforderungen an Gasabsauganlagen.....	72
12.11	Machbarkeit und Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen.....	73
12.12	Bewertung der Gefährdung nach Umsetzung von Schutzmaßnahmen.....	74
13	Monitoring.....	76
13.1	Aufbau des Monitorings.....	76
13.1.1	Stufe 1.....	79
13.1.2	Referenzwerte.....	91
13.1.3	Stufe 2.....	91
13.1.4	Messintervalle.....	111
13.1.5	Durchführung der Messungen.....	112
13.1.6	Warnwerte.....	113
13.1.7	Anpassung des Monitoringprogrammes.....	115
13.1.8	Koordination und Dokumentation der Monitoringprogramme.....	115
13.2	Empfehlungen zum Monitoring von potentiellen Radonaustritten.....	115
14	Umzusetzende Maßnahmen.....	116
15	Zusammenfassung.....	117

1 Einleitung

Die RAG Aktiengesellschaft (RAG) beabsichtigt, den Grubenwasserspiegel in der Wasserprovinz Zollverein bis auf ein Niveau von ca. -600 m NN 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 Zollverein 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] Risswerke der Bergwerke in der Wasserprovinz Zollverein, Bezirksregierung Arnberg und RAG Aktiengesellschaft
- [3] Wasserhebungsbereich Zollverein Maßstab 1:40.000, RAG Aktiengesellschaft, Oktober 2014
- [4] Aufzeichnungen der Befahrungen der stillgelegten Tagesöffnungen der RAG 2000 - 2021, RAG Aktiengesellschaft
- [5] Aufzeichnungen der Befahrungen der verwahrten Tagesöffnungen im Bereich des Bergwerkes Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, DMT GmbH & Co.KG, 2000
- [6] Aufzeichnungen der Befahrungen der verwahrten Tagesöffnungen im Bereich des Bergwerkes Amalie, thyssenkrupp Business Services GmbH, 2018
- [7] Messungen an verfüllten Schächten in der Wasserprovinz Zollverein, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [8] Archivunterlagen zu verwahrten Tagesöffnungen, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [9] Schachtdaten verfüllter Schächten in der Wasserprovinz Zollverein, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [10] Die Steinkohlenzechen im Ruhrrevier, J. Huske, 3. Auflage, 2006
- [11] 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
- [12] Gutachten zur Grubengasgewinnung in Nordrhein-Westfalen, 03.04.2020, PFG-Nr. 352 019 20, DMT GmbH & Co. KG

- [13] Leitfaden der Bezirksregierung Arnsberg, Abt. Bergbau und Energie in NRW, für das Verwaren von Tagesschächten vom 05.12.2007 (AZ -86.18.13.1-8-35-)
- [14] Rundverfügung „Stilllegung von Grubenfeldern im Steinkohlenbergbau und Entgasungsmöglichkeiten abgeworfener Tagesöffnungen“, Landesoberbergamt NRW vom 02.08.2000 (AZ 18.8-2000-7)
- [15] 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
- [16] Stellungnahme zum Wasseranstieg im Bereich der Wasserhaltung Zollverein von Dr. Christoph Klinger, 22.04.2021, DMT GmbH & Co. KG. GEE5-2016-01186-k

3 Anlagen

- Anlage 1: Bewertung des Deckgebirges
- Anlage 2: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche
- Anlage 3: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten
- Anlage 4: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an mit Lockermassen verfüllten Schächten
- Anlage 5: Bergwerk Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine
-Lage der 1. Sohle, 7. Sohle und 8. Sohle
- Anlage 6: Bergwerk Bonifacius und Holland - Lage der 1. Sohle
- Anlage 7: Bergwerk Katharina
- Lage der 5. Sohle Katharina und der 6., 7. und 8. Sohle Königin Elisabeth
- Anlage 8: Bergwerk Katharina - Schnitt 4 - Schacht Emil
- Anlage 9a: Bergwerk Katharina - Schnitt 10-12n - Schacht Hubert 1
- Anlage 9b: Bergwerk Katharina - Schnitt 10-12n - Schacht Hubert 1
- Anlage 10: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche mit Entgasungsbohrungen
- Anlage 11: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten mit Entgasungsbohrungen
- Anlage 12: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an mit Lockermassen verfüllten Schächten mit Entgasungsbohrungen

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-reicheres 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 Zollverein

Die Wasserprovinz Zollverein liegt im zentralen Bereich des Ruhrgebietes und erstreckt sich auf einer Länge von 35 km in nordost-südwestlicher Richtung und bis zu 22 km in nordwest-südöstlicher Richtung. Insgesamt wird eine Fläche von rund 435 km² eingenommen.

Die Wasserprovinz Zollverein umfasst die Stadtgebiete Essen, Gelsenkirchen, Gladbeck, Herten, Recklinghausen, Oer-Erkenschwick, Datteln, Herne und Bottrop.

Die Steinkohlegewinnung innerhalb der Wasserprovinz Zollverein lief in den Jahren 2000/ 2001 mit der Stilllegung der Bergwerke Ewald/Hugo und Blumenthal/Haard aus. Der großräumige Rückzug aus den Grubenfeldern im Westen und Süden der Wasserprovinz erfolgte bereits ab den 1970er Jahren mit den Stilllegungen der Bergwerke Graf Moltke, Mathias Stinnes, Emil/Fritz und Katharina.

Innerhalb der Wasserprovinz Zollverein befinden sich zahlreiche stillgelegte Tagesöffnungen. Im südlichen Bereich der Wasserprovinz stehen die Schächte direkt im Karbon und mit dem nördlichsten Schacht An der Haard 1 wurde ein bis zu 800 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 die Schächte Zollverein 2 und 12. Die Wasserannahme erfolgt auf der 14. Sohle in einem Niveau von ca. -950 m NN.

Die derzeitigen Wasserstände in den einzelnen Grubenfeldern innerhalb der Wasserprovinz ergeben sich aus regelmäßigen Lotungen bzw. dem Niveau der Übertrittstellen. Im Bereich der ehemaligen Bergwerke Ewald/Hugo, Consolidation und Zollverein liegt der Wasserstand bei rund -950 m NN. Im Grubenfeld des Bergwerkes General Blumenthal liegt der Wasserstand derzeit bei etwa -965 m NN. In den im Westen und Osten angrenzenden Grubenfeldern liegen die Wasserstände teilweise in höheren Niveaus zwischen -700 und -870 m NN.

Für die hinsichtlich der Ausgasung besonders bedeutenden Grubenfelder im Süden der Wasserprovinz ergeben sich aus der Lage der Übertrittstellen folgende Wasserstände:

- Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine: -855 m NN
- Katharina: -870 m NN
- Holland: -930 m NN

Es wird damit gerechnet, dass der Wasseranstieg bis -600 m NN über einen Zeitraum von rund 11 Jahren erfolgt [15 und 16].

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 im Mittel 24 Vol.-% und maximal 50 Vol.-% sowie CO₂-Gehalte von im Mittel 18 Vol.-% und maximal 52 Vol.-%. Messungen an ausgasenden verwahrten Schächten ergaben vor Ausweitung der Grubengasgewinnung CH₄-Gehalte von bis zu 100 Vol.-%, in der Regel zwischen 30 und 70 Vol.-%. Die CO₂-Gehalte lagen in der Regel zwischen 5 und 15 Vol.-%. Am Südrand der Lagerstätte lagen dabei die CH₄-Gehalte tendenziell niedriger, während höhere CO₂-Gehalte festgestellt wurden (Beispiel Schacht Katharina 3: maximal 6 Vol.-% CH₄ und 16 Vol.-% CO₂).

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 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 Zollverein Grubengas über Entgasungsleitungen bzw. Gewinnungsbohrungen abgesaugt:

- 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

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

- Bergwerk Lippe: Entgasungsleitung des Schachtes Westerholt 1
- Bergwerk Friedrich der Große: Gewinnungsbohrung Friedrich der Große-Methan

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, König Ludwig und Emscher Lippe rund -700 hPa
- Bergwerk Westerholt rund -400 hPa
- Bergwerk Friedrich der Große rund -250 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 Zweckel/Scholven bei rund -400 hPa,
- im Bereich der Bergwerke Möller/Rheinbaben, Mathias Stinnes und Graf Moltke in der Größenordnung von -50 hPa,
- im Bereich der Bergwerke Consolidation und Unser Fritz in der Größenordnung von -100 hPa,
- im Bereich des Bergwerkes Zollverein bei rund -10 hPa,
- im Bereich der Bergwerke Ewald und Recklinghausen in der Größenordnung von -180 hPa und
- im Bereich des Bergwerkes Schlägel & Eisen bei rund -350 hPa.

Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen die Entwicklung der Unterdrücke innerhalb der besaugten Grubenfelder und angrenzender, mit beeinflusster Grubenfelder. Während die Unterdrücke in den unmittelbar besaugten Grubenfeldern kontinuierlich anwachsen, haben sie sich in einigen angrenzenden Grubenfeldern nahezu stabilisiert (z.B. Consolidation und Ewald).

Abbildung 1: Entwicklung der Drücke in den Grubenfeldern Hugo

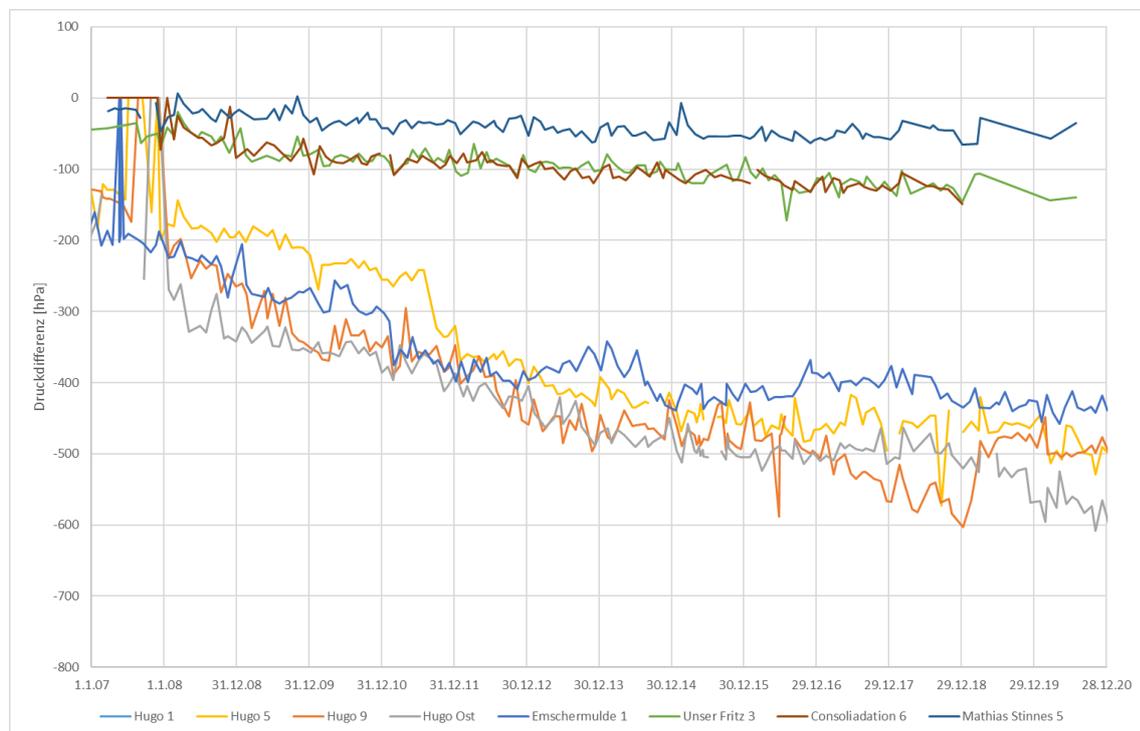


Abbildung 2: Entwicklung der Drücke in den Grubenfeldern Blumenthal und Ewald Fortsetzung

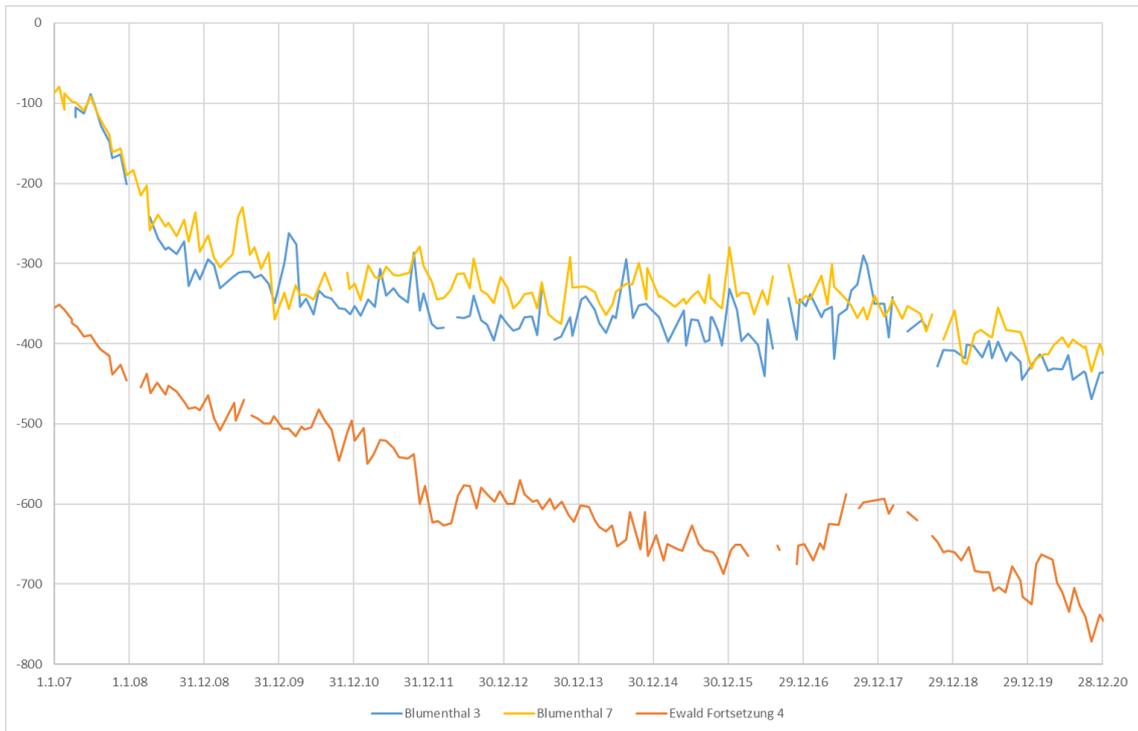
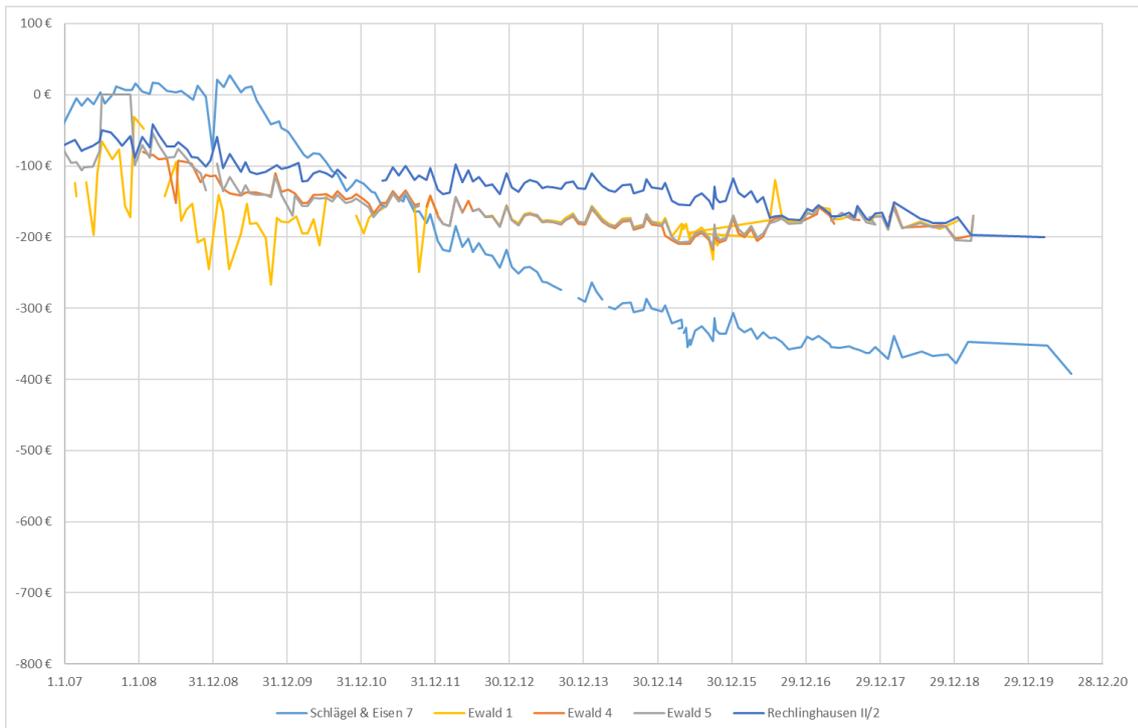


Abbildung 3: Entwicklung der Drücke in den Grubenfeldern Schlägel & Eisen, Ewald und Recklinghausen



Die an Abschlussdämmen innerhalb der Wasserhaltungsanlage Zollverein gemessenen Unterdrücke gingen seit 2017 von rund -20 hPa auf derzeit rund -10 hPa zurück, obwohl der damit zusammenhängende an das Bergwerk Hugo angelegte Unterdruck weiter steigt. In den südlich des Grubenfeldes Zollverein angrenzenden Grubenfeldern konnten in den letzten Jahren an Schächten der Bergwerke Katharina (Wilhelm, Friedrich Joachim 2, Hubert 2) und Holland (Bonifacius 3, Holland 4) Unterdrücke von teilweise mehr als -10 hPa gemessen werden. Bei Messungen am 29.01.2021 konnte eine dauerhafte und flächendeckende Beeinflussung der Grubenfelder südlich von Zollverein durch die Grubengasgewinnung jedoch nicht verifiziert werden. Von einem ständigen Unterdruck und damit einem stabilen von der Tagesoberfläche in das Grubengebäude gerichteten Druckgefälle kann in den Grubenfeldern der Bergwerke Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland daher derzeit nicht ausgegangen werden.

Neben der weiträumigen Entwicklung der Unterdrücke gingen an mit Lockermassen verfüllten, vorher stark ausgasenden Schächten die CH₄- und CO₂-Gehalte seit Beginn der Grubengasgewinnung in 2000 zurück. Die O₂-Gehalte glichen sich in vielen Fällen dem der Luft an, was zeigt, dass die Schächte ständig oder zumindest überwiegend einziehen. Die Messwerte der RAG (Abbildungen 4 bis 12) zeigen, dass die Ausgasung zum Teil mit dem endgültigen Rückzug des Bergbaus aus der Emschermulde zunächst anstieg, was dadurch zu erklären ist, dass der zuvor von den Hauptgrubenlüftern an die Grubengebäude angelegte Unterdruck entfallen ist. Mit Aufnahme der Grubengasgewinnung ging die Ausgasung schließlich ausgehend von den unmittelbar besaugten Grubenfeldern bis hin in deren Peripherie zurück. Der stärkste Rückgang erfolgt im Zeitraum 2001 bis 2004. In den meisten Grubenfeldern trat nach 2005 kaum noch CH₄ an den verfüllten Schächten auf. Bemerkenswert ist das Grubenfeld Graf Bismarck, das zuletzt zum Teil im Bergwerk Ewald/Hugo aufgegangen war, welches unter einem hohen Unterdruck steht. Daraus lässt sich ableiten, dass sich Unterdrücke und Gaszusammensetzungen auch innerhalb eines Grubenfeldes zur Teufe hin unterscheiden können. Weiterhin auffällig ist das Grubenfeld Schlägel & Eisen, in welchem nach Aufgabe der Grubengasgewinnung zunächst wieder Gasaustritte auftraten und mit der Aufnahme der Grubengasgewinnung am Standort Westerholt wieder zurückgingen.

Die Messwerte zeigen auch, dass in den jeweiligen Grubenfeldern Grubengas mit hohen CH₄-Gehalten im Grubengebäude anstand und über die verfüllten Schächte austrat. Es ist davon auszugehen, dass in diesen Grubenfeldern immer noch Grubengas mit ähnlichen CH₄-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 CH₄-reichere Gasgemische eher in den tieferen Teilen der Grubengebäude anstehen.

Abbildung 4: Entwicklung der Ausgasung in den Grubenfeldern Mathias Stinnes, Nordstern und Wilhelmine Victoria

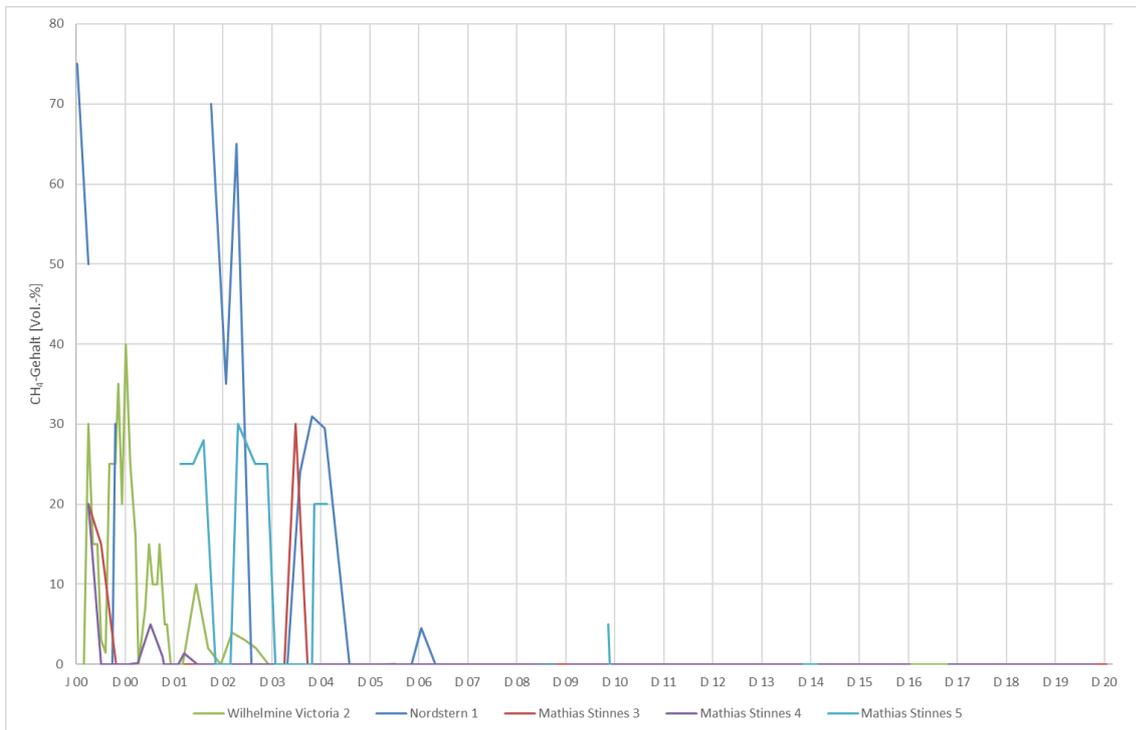


Abbildung 5: Entwicklung der Ausgasung im Grubenfeld Emil Fritz

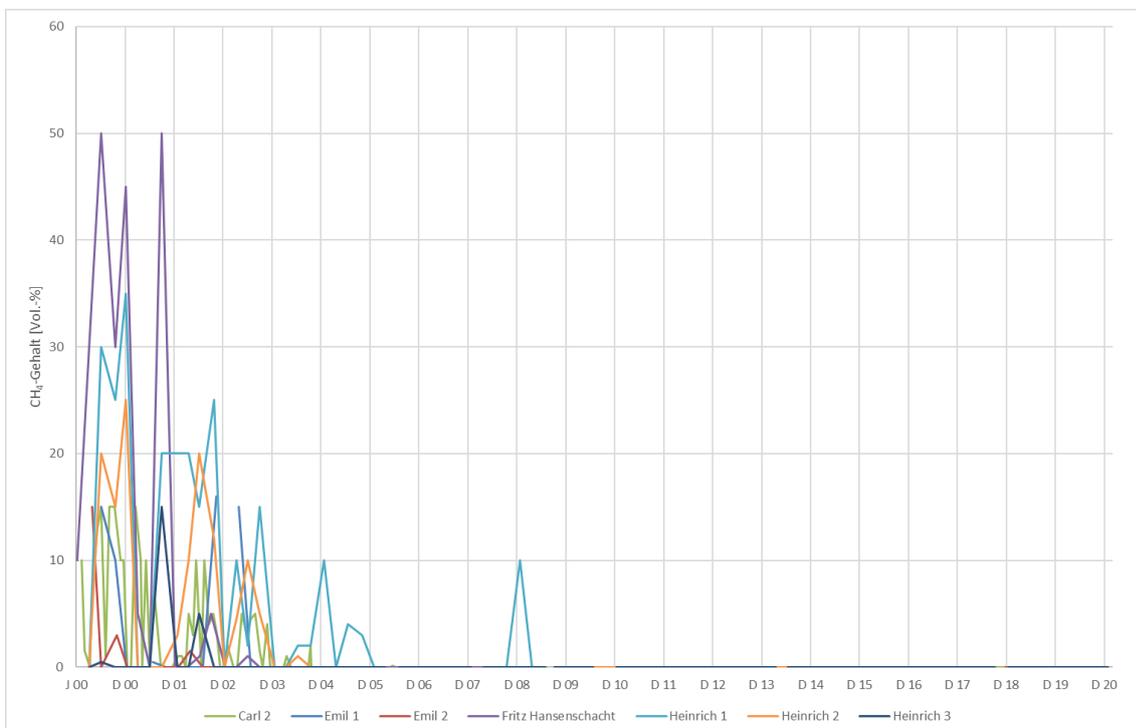


Abbildung 6: Entwicklung der Ausgasung im Grubenfeld Graf Bismarck

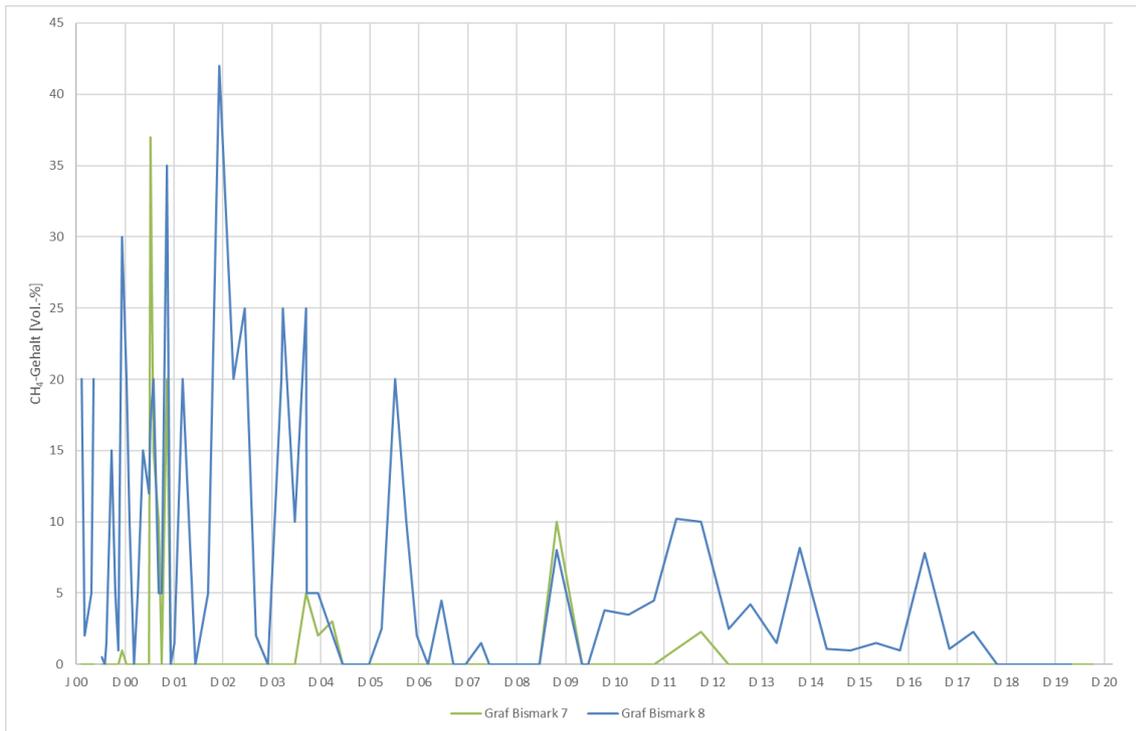


Abbildung 7: Entwicklung der Ausgasung in den Grubenfeldern Dahlbusch und Hibernia

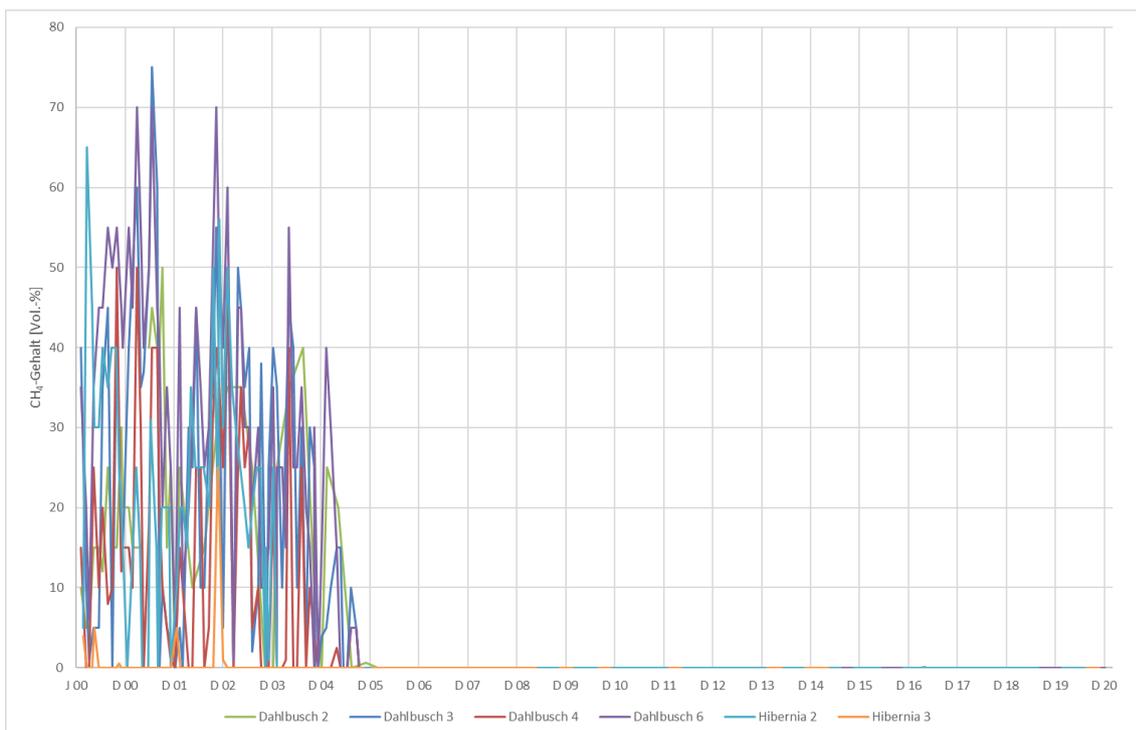


Abbildung 8: Entwicklung der Ausgasung in den Grubenfeldern Schlägel & Eisen und Ewald

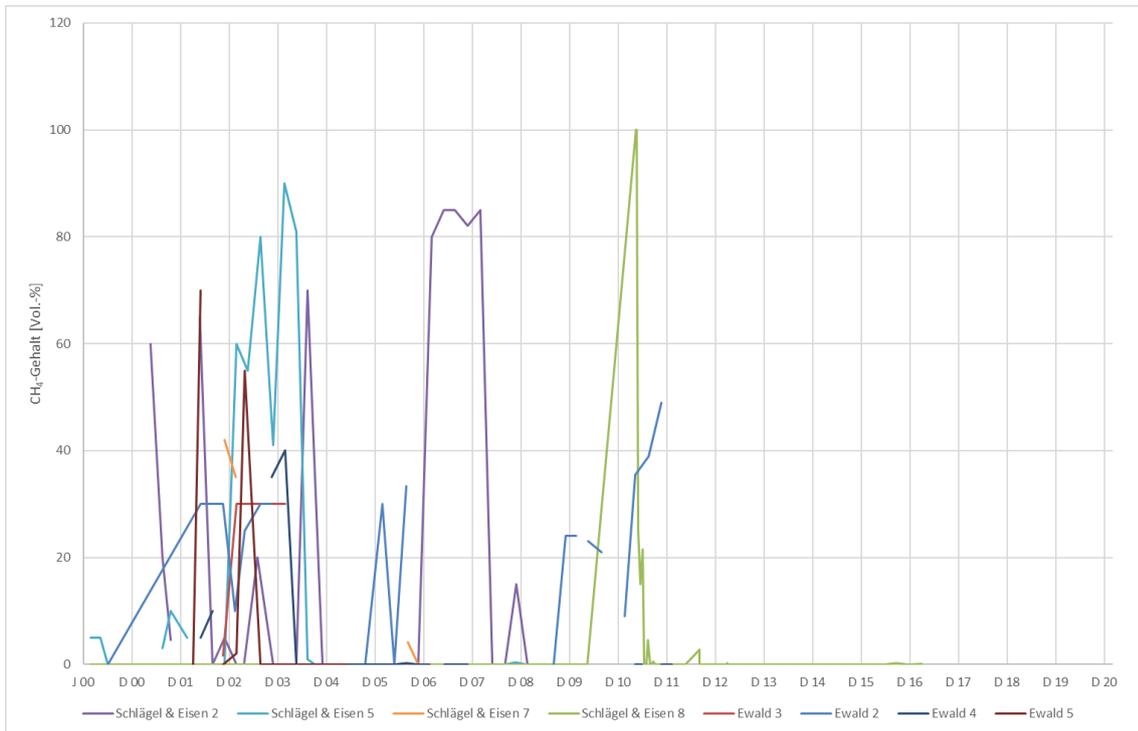


Abbildung 9: Entwicklung der Ausgasung in den Grubenfeldern Consolidation, Unser Fritz und Pluto

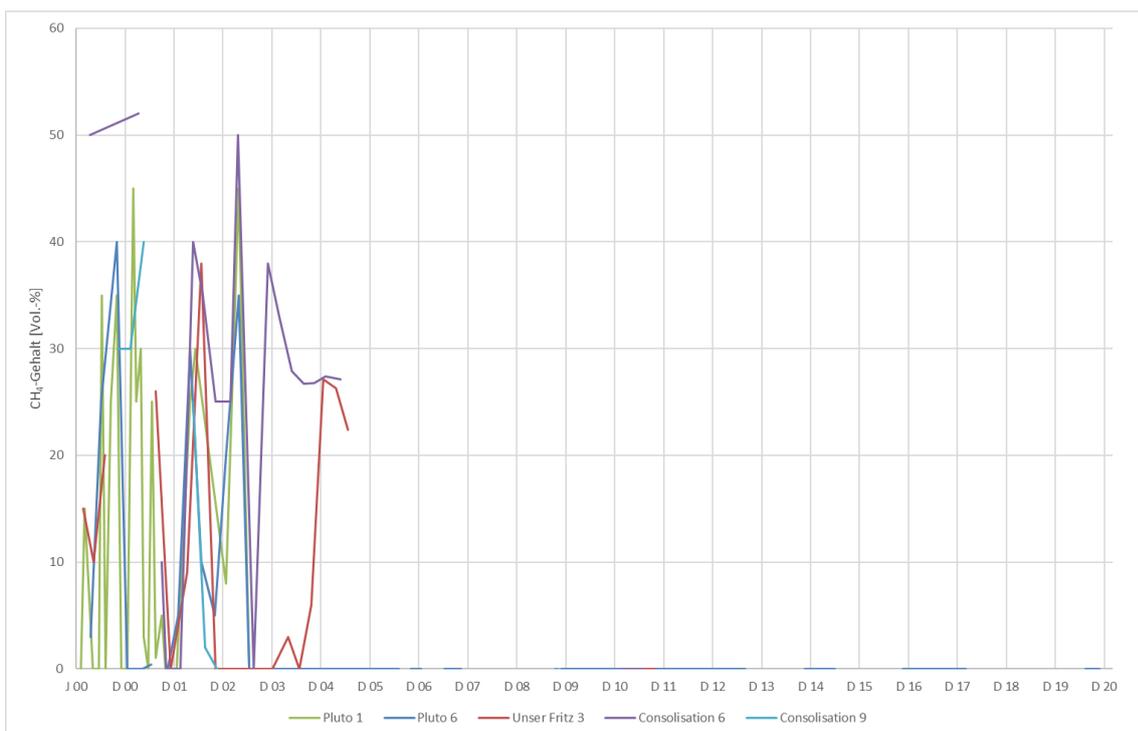


Abbildung 10: Entwicklung der Ausgasung im Grubenfeld Zollverein

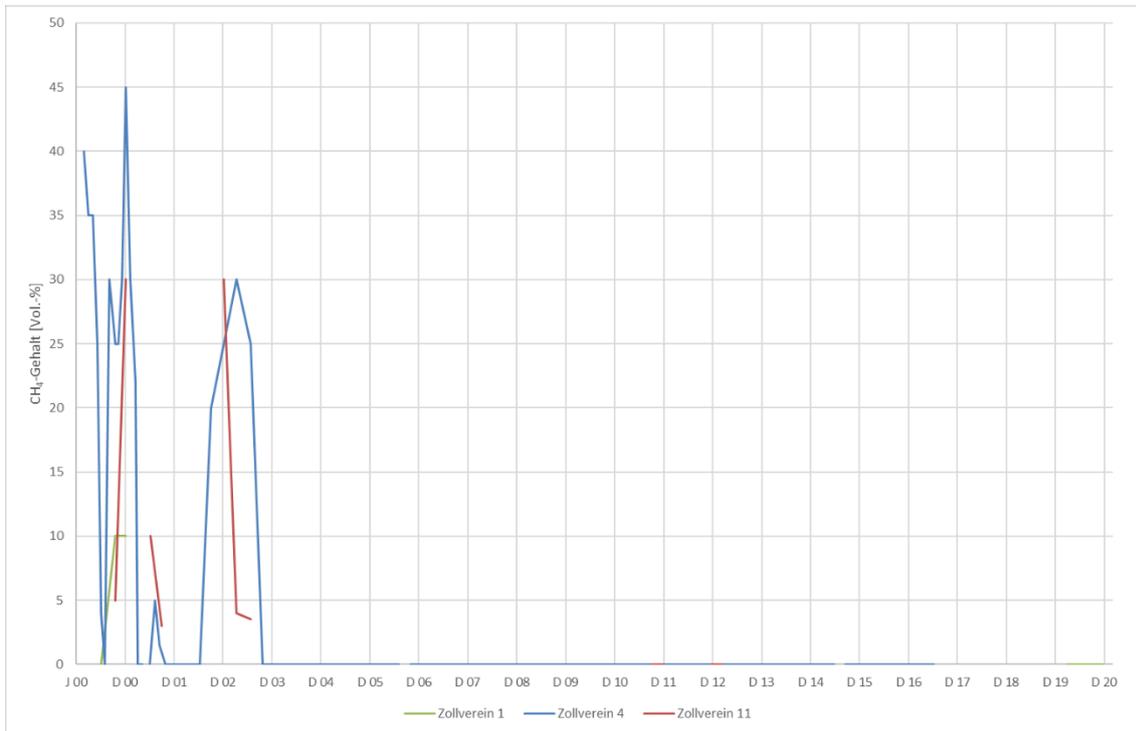


Abbildung 11: Entwicklung der Ausgasung im Grubenfeld Holland

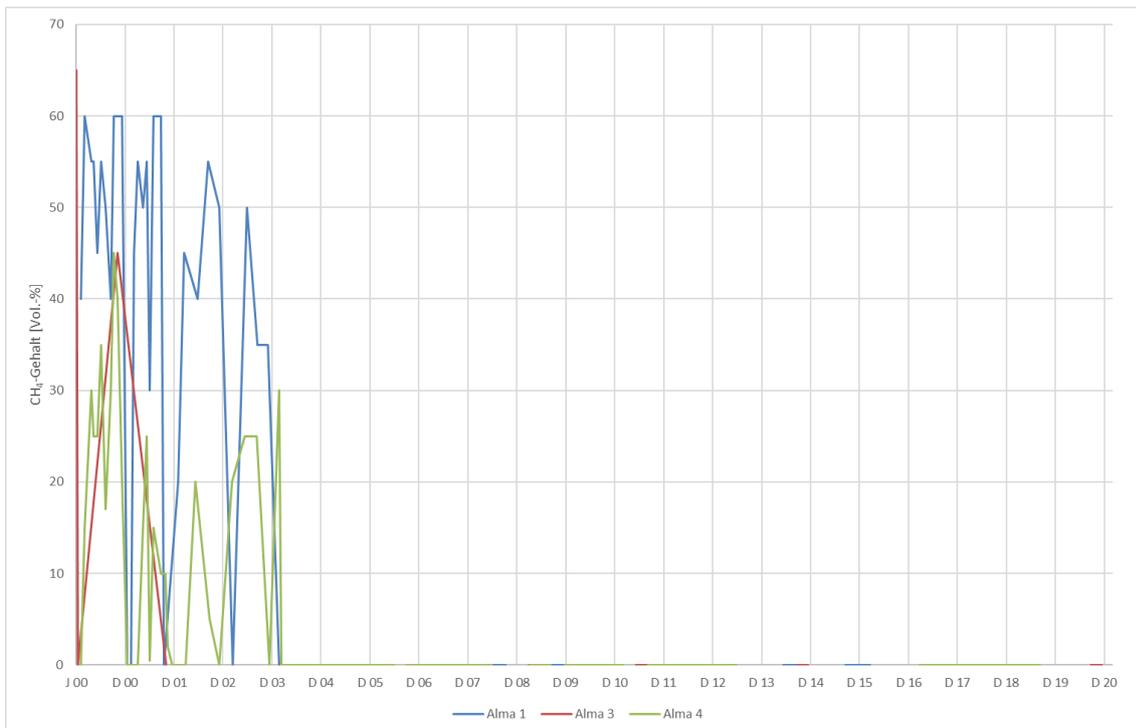


Abbildung 12: Entwicklung der Ausgasung im Grubenfeld Katharina

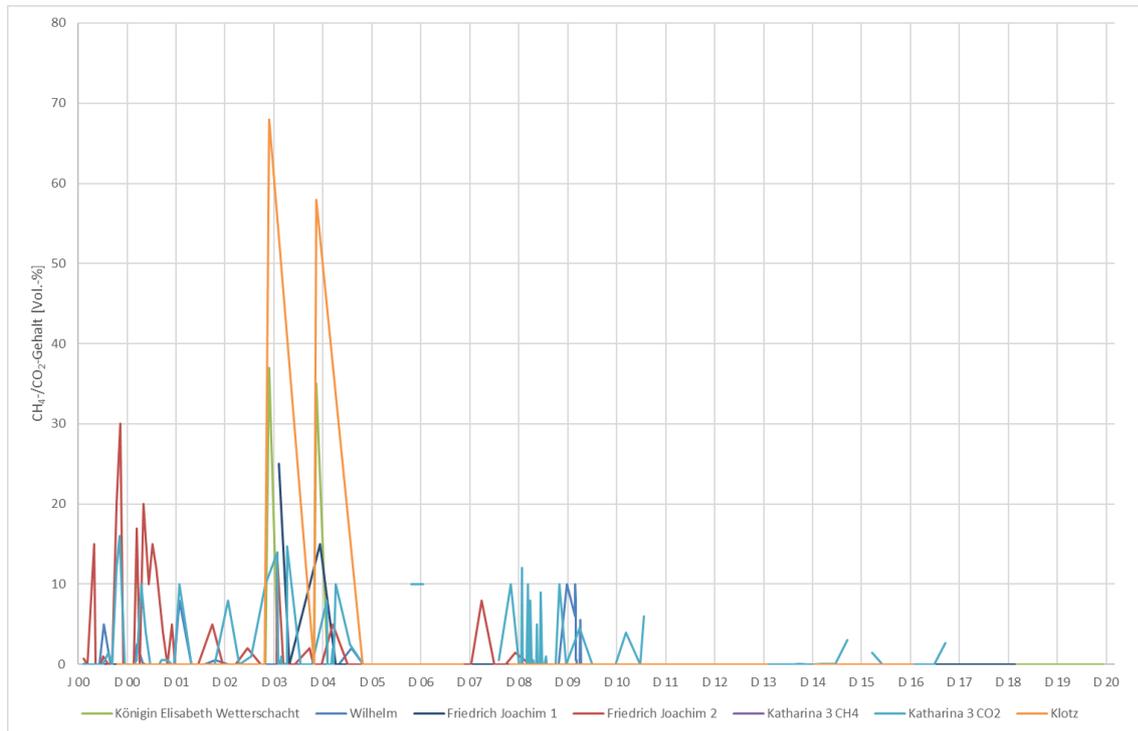
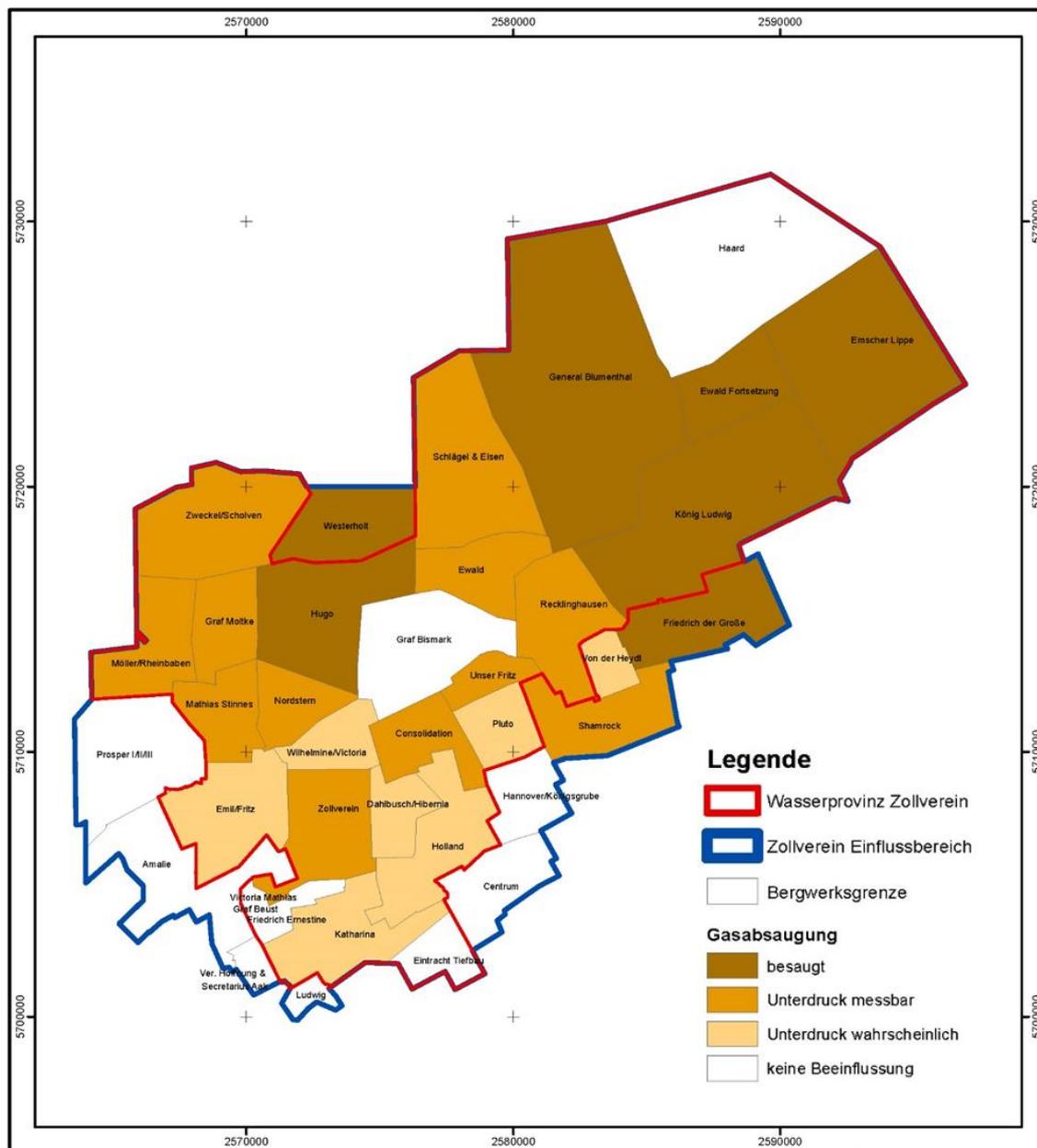


Abbildung 13 zeigt die derzeitige Beeinflussung der einzelnen Grubenfelder durch die Grubengasgewinnung. Wie sich die an die Grubenfelder angelegten Unterdrücke innerhalb der nächsten Jahre entwickeln, ist nicht sicher vorhersehbar.

Abbildung 13: 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. Mit Ausnahme tagesnaher Grubenbaue am südlichen Rand der Wasserprovinz Zollverein (Bergwerke Hercules, Johann, Eintracht Tiefbau) 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 Zollverein 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 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 Gasaustritte 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 Zollverein, die eine Deckgebirgsmächtigkeit von weniger als 50 m aufweisen.

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 [14] 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 CH_4 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 [12]. Eine komplette Überstauung des aufgeschlossenen Karbons erfolgt nur am nördlichen Rand der Wasserprovinz Zollverein (Grubenfeld Haard). 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 CH_4 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 Zollverein 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, gaserfülltes Grubengebäude vorhanden ist. Ein zusammenhängendes Grubengebäude im Sinne dieser Bewertung ist ein primär über Streckenverbindungen in sich verbundener, gaserfüllter 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. So ist zum Beispiel das Grubenfeld Graf Bismarck berücksichtigt, welches später unter den benachbarten Bergwerken aufgeteilt und durch diese unterbaut worden ist. Der deckgebirgsnahe, auch nach dem Grubenwasseranstieg noch gaserfüllte Hohlraum wird hier primär durch die Grubenbaue des alten Bergwerkes Graf Bismarck gebildet. 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 gaserfüllten Hohlräume möglich ist.

In einem ersten Schritt wurden die Grubenfelder herausgearbeitet, in welchen das Ausgasungsverhalten durch den Grubenwasseranstieg in der Wasserprovinz Zollverein 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 Zollverein

Innerhalb der Wasserprovinz Zollverein erfolgt ein Grubenwasseranstieg in allen Grubenfeldern mit Ausnahme des Bergwerkes Eintracht Tiefbau. Eine laterale Verdrängung von Grubengas aus dem Grubenfeld Katharina kann hier aufgrund fehlender Gaswegigkeiten ausgeschlossen werden.

In einigen Grubenfeldern erfolgt der Wasseranstieg erst zeitlich versetzt zum Abschalten der Pumpen auf der Wasserhaltung Zollverein, da der Wasserstand dort bereits oberhalb von -950 m NN liegt. Dies ist insbesondere für die Grubenfelder Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland relevant, in denen Schutzmaßnahmen umzusetzen sind, die funktionsbereit sein müssen, sobald der Grubenwasseranstieg in diesen Grubenfeldern erfolgt.

8.2 Beeinflussung außerhalb der Wasserprovinz Zollverein

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 Zollverein angrenzenden Grubenfelder. Benachbarte Grubenfelder, bei denen eine laterale Verdrängung von Grubengas aus der Wasserprovinz Zollverein heraus möglich ist und die nicht über ein umgesetztes Entgasungskonzept und damit eine kontrollierte Gasabführung verfügen, sind in die weiteren Bewertungen mit einbezogen worden.

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

Grubenfeld außerhalb der Wasserprovinz Zollverein	Entgasungskonzept	Grubenfeld innerhalb der Wasserprovinz Zollverein	Gasabführung	Wahrscheinlichkeit der Verdrängung von Gas	Art der Gaswegigkeit
Baufeld Prosper IV	ja	Möller/Rheinbablen	fehlend	sehr hoch	Streckenverbindungen
Baufelder Prosper I/II/III	nein	Möller/Rheinbablen	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Mathias Stinnes	eingeschränkt	hoch	Abbauannäherungen
		Emil/Fritz	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Amalie	nein	Emil/Fritz	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
	nein	Zollverein	kontrolliert	mittel	Abbauannäherungen
Ver. Hoffnung & Secretarius Aak	nein	Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine	fehlend	sehr hoch	Streckenverbindungen
Ludwig	nein	Katharina	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Baufeld Bergmannsglück	nein	Zwecke/Scholven	eingeschränkt	hoch	Streckenverbindungen
		Hugo	kontrolliert	mittel	Abbauannäherungen
Baufelder Westerholt und Polsum	ja	Hugo	kontrolliert	mittel	Abbauannäherungen
		Schlägel & Eisen	eingeschränkt	hoch	Streckenverbindungen
Brassert	-	-	-	-	keine
Auguste Victoria	-	-	-	-	keine

Grubenfeld außerhalb der Wasserprovinz Zollverein	Entgasungskonzept	Grubenfeld innerhalb der Wasserprovinz Zollverein	Gasabführung	Wahrscheinlichkeit der Verdrängung von Gas	Art der Gaswegigkeit
Haltern	-	-	-	-	überstaut
Centrum	nein	Holland	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Katharina	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Hannover/ Königsgrube	nein	Holland	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Consolidation	kontrolliert	mittel	Abbauannäherungen
		Pluto	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Shamrock	nein	Pluto	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Unser Fritz	eingeschränkt	hoch	Abbauannäherungen
		Recklinghausen	eingeschränkt	hoch	Abbauannäherungen
Von der Heydt	nein	Recklinghausen	eingeschränkt	hoch	Abbauannäherungen
Friedrich der Große	nein	König Ludwig	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen

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 Zollverein kann in die vier Bereiche 2, 3, 4 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.

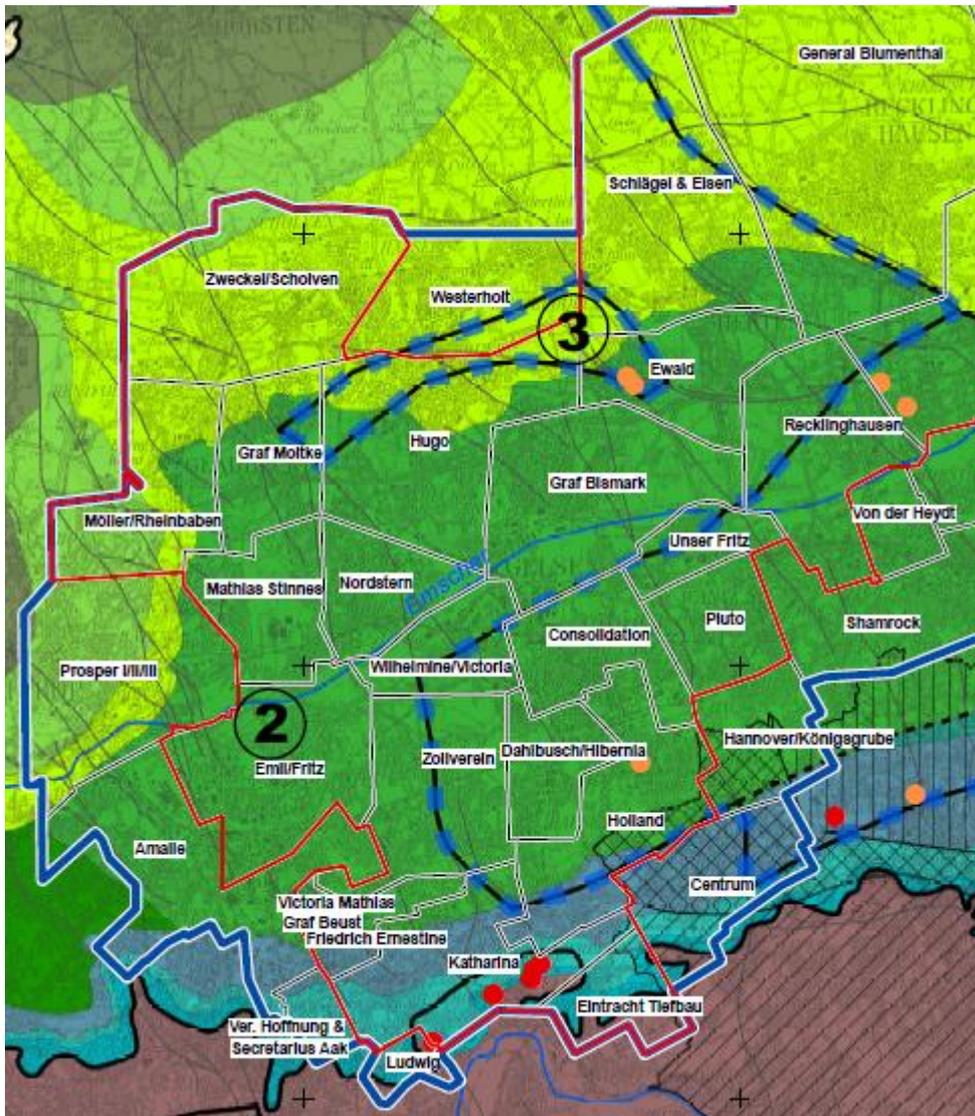
Die Deckgebirgsschichten sind gasfrei bzw. eine eventuelle Gasbildung ist hier so gering, dass sie an der Oberfläche nicht detektiert werden kann. Eine zusätzliche undurchlässige Barriere bilden – soweit vorhanden – die Ablagerungen des Zechsteins.

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 nordwestliche Teil der Wasserprovinz Zollverein ist dem Bereich 2 zuzurechnen (Abbildung 15).

Abbildung 15: Erstreckung des Bereiches 2



9.3 Bereich 3

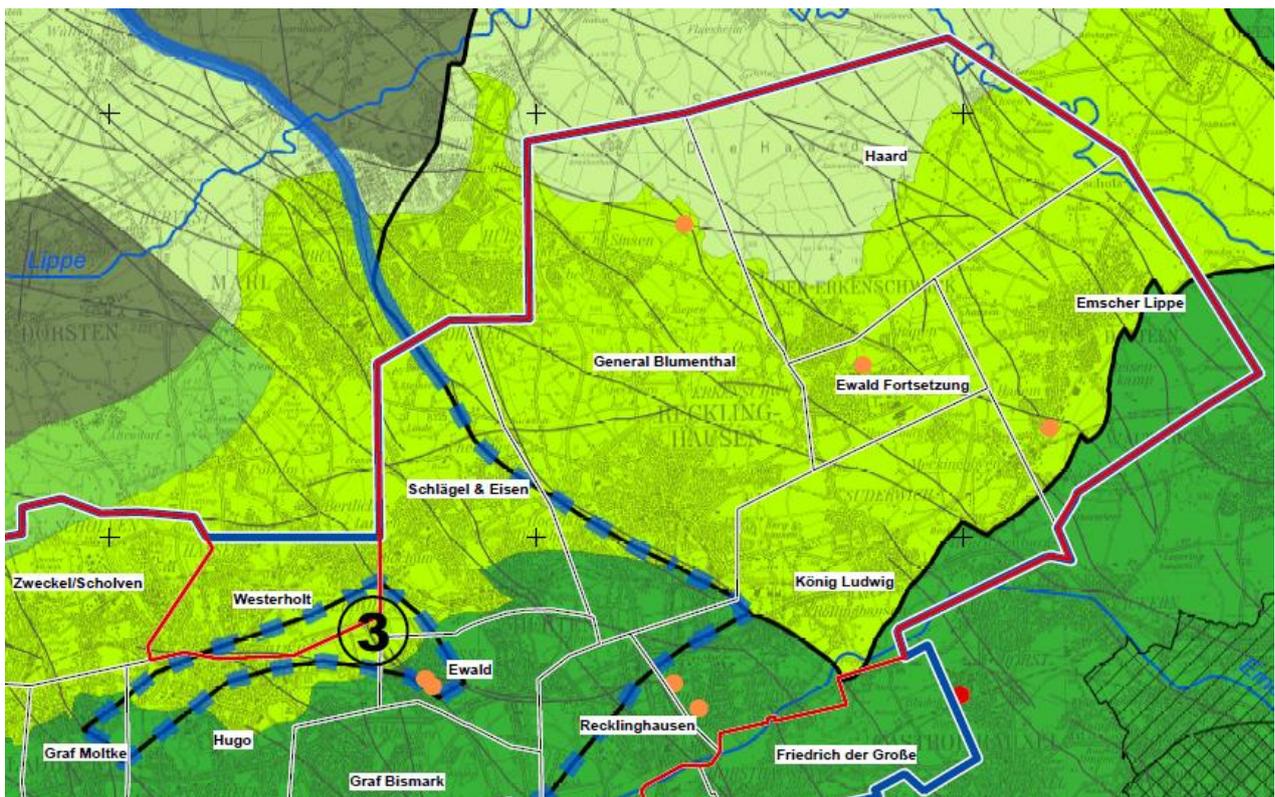
Der Bereich 3 ist bezüglich der Schichtenfolge des Deckgebirges sehr ähnlich dem Bereich 2, wobei allerdings Ablagerungen, die älter sind als Kreide, fehlen. Dieser ist dadurch gekennzeichnet, dass in Tiefbohrungen und beim Abteufen von Schächten häufig Gas in den Schichten unterhalb des Emscher-Mergels 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 merkliche Gaszuströme 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 östliche Teil der Wasserprovinz Zollverein sowie ein Bereich in der Südflanke des Gladbecker Sattels, wo der Gasaufstieg durch die steile Lagerung begünstigt wird, ist dem Bereich 3 zuzuordnen (Abbildung 16).

Abbildung 16: 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.

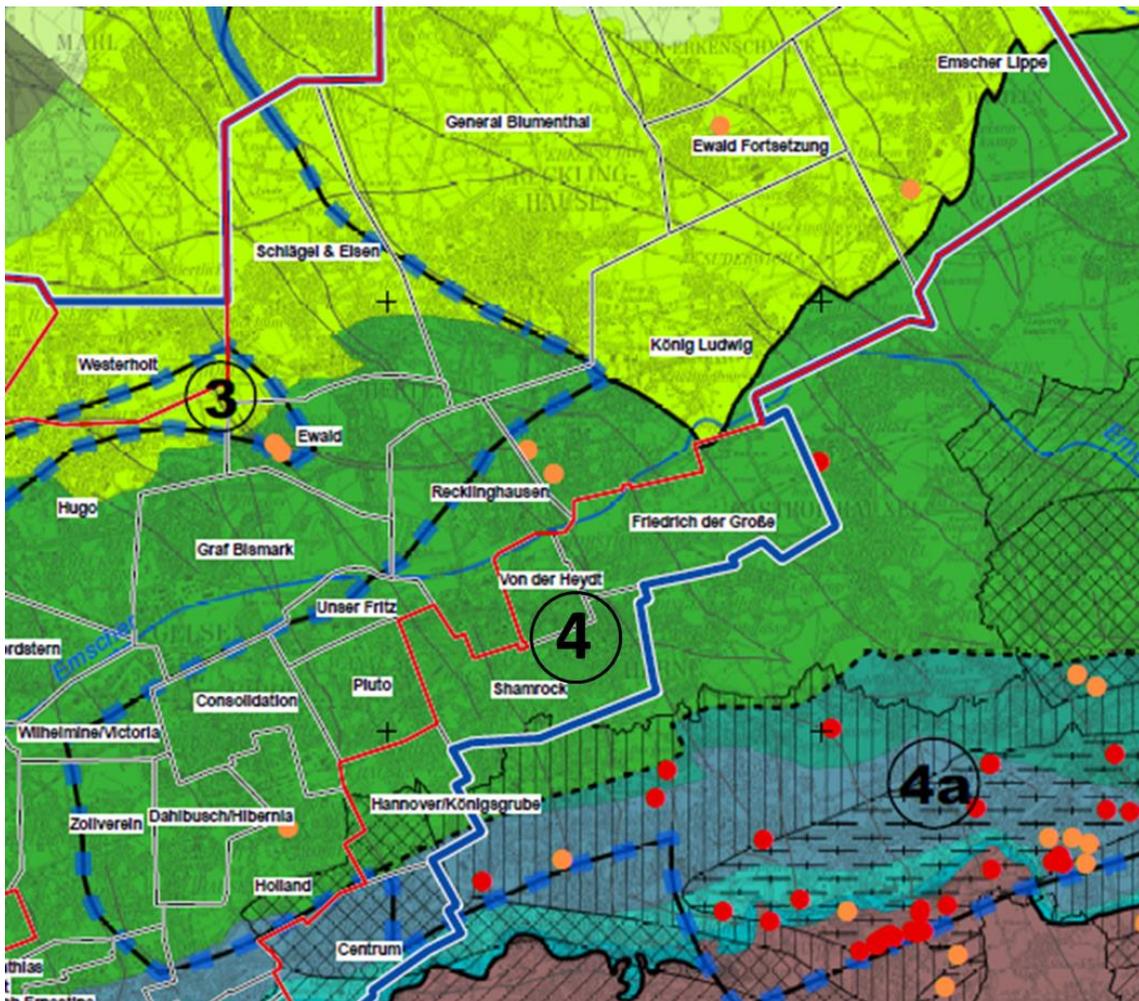
Beim Abteufen von Schächten und in Bohrungen wurden Gase in den Schichten unterhalb des Emscher-Mergels angetroffen. Auch hier verhindert die geringe Durchlässigkeit des Emscher-Mergels in der Regel merkbliche Gasaustritte an der Tagesoberfläche.

Es fehlt gegenüber Bereich 3 die Vergleichmäßigung eventueller, geringer Gaszuströme 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 südöstliche Teil der Wasserprovinz Zollverein ist dem Bereich 4 und Teile der angrenzenden, durch den Wasseranstieg mit beeinflussten Grubenfelder, sind dem Bereich 4a zuzuordnen (Abbildung 17).

Abbildung 17: Erstreckung der Bereiche 4 und 4a



9.5 Bereich 6

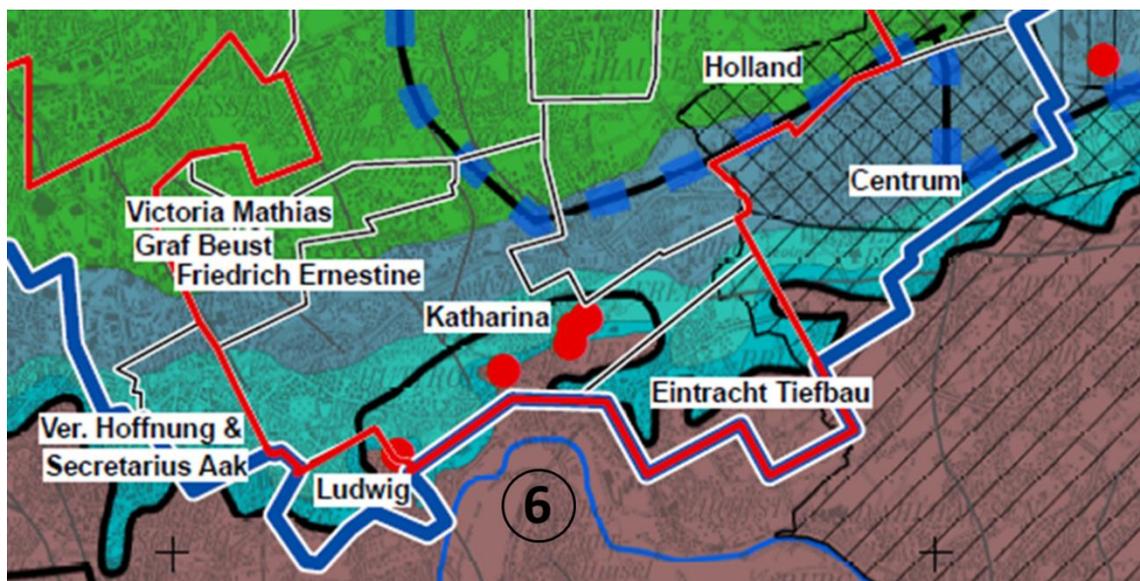
Südlich der Verbreitung der Kreide und östlich des Tertiärs streicht das Steinkohlengebirge an der Tagesoberfläche aus (Quartär abgedeckt). Dort wurden punktuell einzelne geringe Gaszuströme sowohl von Methan als auch von Kohlendioxid beobachtet.

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.

Der südliche Rand der Wasserprovinz Zollverein und Teile der angrenzenden, durch den Wasseranstieg mit beeinflussten Grubenfelder Ver. Hoffnung & Secretarius Aak, Ludwig und Centrum ist dem Bereich 6 zuzurechnen (Abbildung 18).

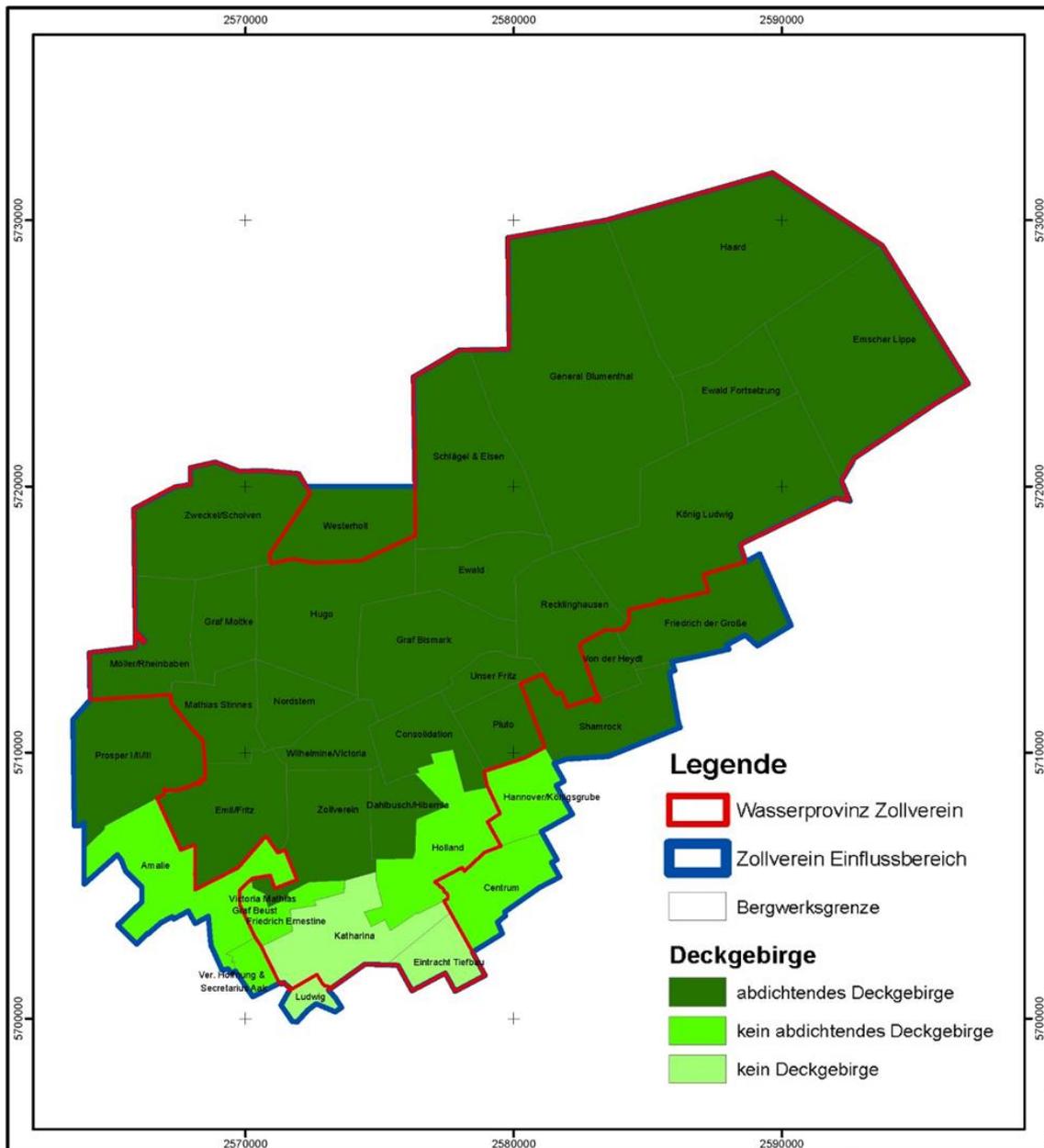
Abbildung 18: Erstreckung des Bereiches 6



9.6 Einstufung der Grubenfelder

Nach der Bewertungsmatrix ergibt sich die in Abbildung 19 dargestellte Einstufung der betrachteten Grubenfelder in Bezug auf die Eigenschaften des Deckgebirges.

Abbildung 19: Einstufung der Grubenfelder bezüglich der Eigenschaften des Deckgebirges



10 Gasabführung

Innerhalb der Wasserprovinz Zollverein sind derzeit insgesamt 33 Schächte mit Entgasungsleitungen ausgestattet. 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“ [13] 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 -600 m NN 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 Zollverein 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 20 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 20: Einstufung der Grubenfelder bezüglich der Gasabführung

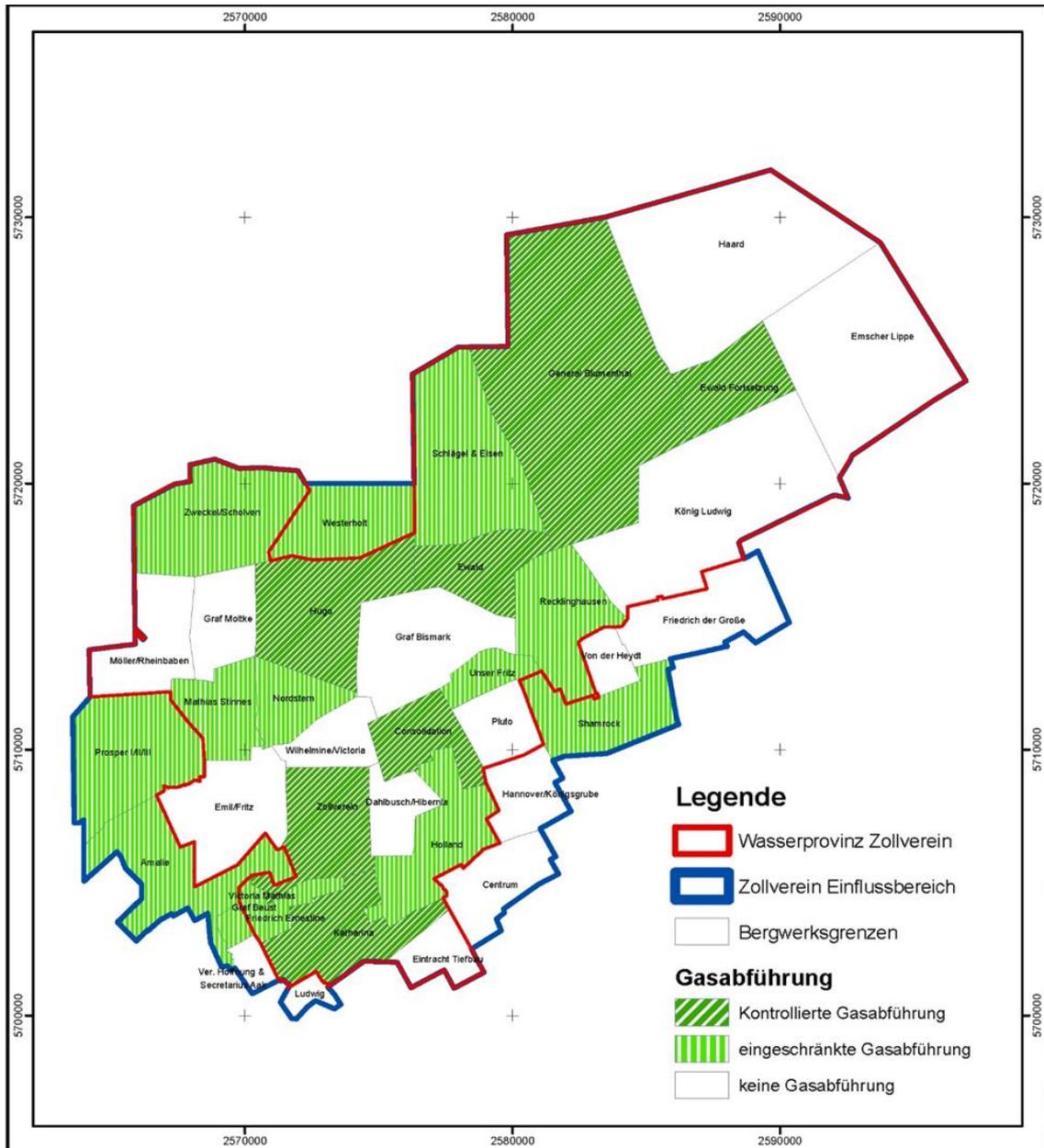


Tabelle 4: Entgasungsmöglichkeiten innerhalb der betrachteten Grubenfelder

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Möller/Rheinbaben	4	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Graf Moltke	4	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Mathias Stinnes	6	1	Mathias Stinnes 5	eingeschränkte Gasabführung
Nordstern	-	4	Nordstern 1	eingeschränkte Gasabführung
Zweckel/Scholven	2	2	Zweckel 1 (überstaut ab -608 m NN)	eingeschränkte Gasabführung fehlende Gasabführung ab -608 m NN
Hugo	1	8	Hugo 1 (überstaut ab -700 m NN) Hugo 5 Hugo 8 Hugo 9 Hugo Nord Hugo Ost Emschermulde 1 Emschermulde 2 (überstaut)	kontrollierte Gasabführung
Graf Bismarck	9	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Schlägel & Eisen	2	6	Schlägel & Eisen 5 (überstaut ab -713 m NN) Schlägel & Eisen 7	kontrollierte Gasabführung eingeschränkte Gasabführung ab -713 m NN
Ewald	-	7	Ewald 2 Ewald 3 (überstaut ab -844 m NN) Ewald 4 Ewald 5	kontrollierte Gasabführung
Recklinghausen	4	5	Recklinghausen II/2	eingeschränkte Gasabführung
General Blumenthal	1	7	Blumenthal 2 Blumenthal 3 Blumenthal 7 Blumenthal 8 (überstaut ab -767 m NN)	kontrollierte Gasabführung
Ewald Fortsetzung	-	5	Ewald Fortsetzung 1 Ewald Fortsetzung 3 Ewald Fortsetzung 4 (überstaut ab -603 m NN)	kontrollierte Gasabführung

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Haard	-	2	An der Haard 1 (überstaut)	überstaut
König Ludwig	7	1	nicht vorhanden, aber Gruben- gasgewinnung über Bohrung König Ludwig 4/5	fehlende Gasabführung
Emscher Lippe	4	2	nicht vorhanden, aber Gruben- gasgewinnung über Bohrung Datteln-Methan 1	fehlende Gasabführung
Consolidation	2	7	Consolidation 6 Consolidation 7 Consolidation 9	kontrollierte Gasabführung
Unser Fritz	-	5	Unser Fritz 3	eingeschränkte Gasabführung
Pluto	2	5	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Emil/Fritz	17	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Wilhelmine Victoria	2	2	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Dahlbusch/Hibernia	12	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Zollverein	3	9	Zollverein 1 Zollverein 2 (geplant) Zollverein 11	kontrollierte Gasabführung
Holland	11	11	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine	10	1	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Katharina	>67	4	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Eintracht Tiefbau	>108	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Baufeld Prosper IV	-	4	Prosper 9 Franz Haniel 2 (geplant)	kontrollierte Gasabführung
Baufelder Prosper I/II/III	1	11	Prosper 8	eingeschränkte Gasabführung
Amalie	>38	2	Amalie (geplant)	eingeschränkte Gasabführung
Ver. Hoffnung & Secretarius Aak	>14	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Ludwig	>44	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Westerholt/ Bergmannsglück	-	4	Westerholt	eingeschränkte Gasabführung
Centrum	>22	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Hannover/ Königsgrube	10	-	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	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

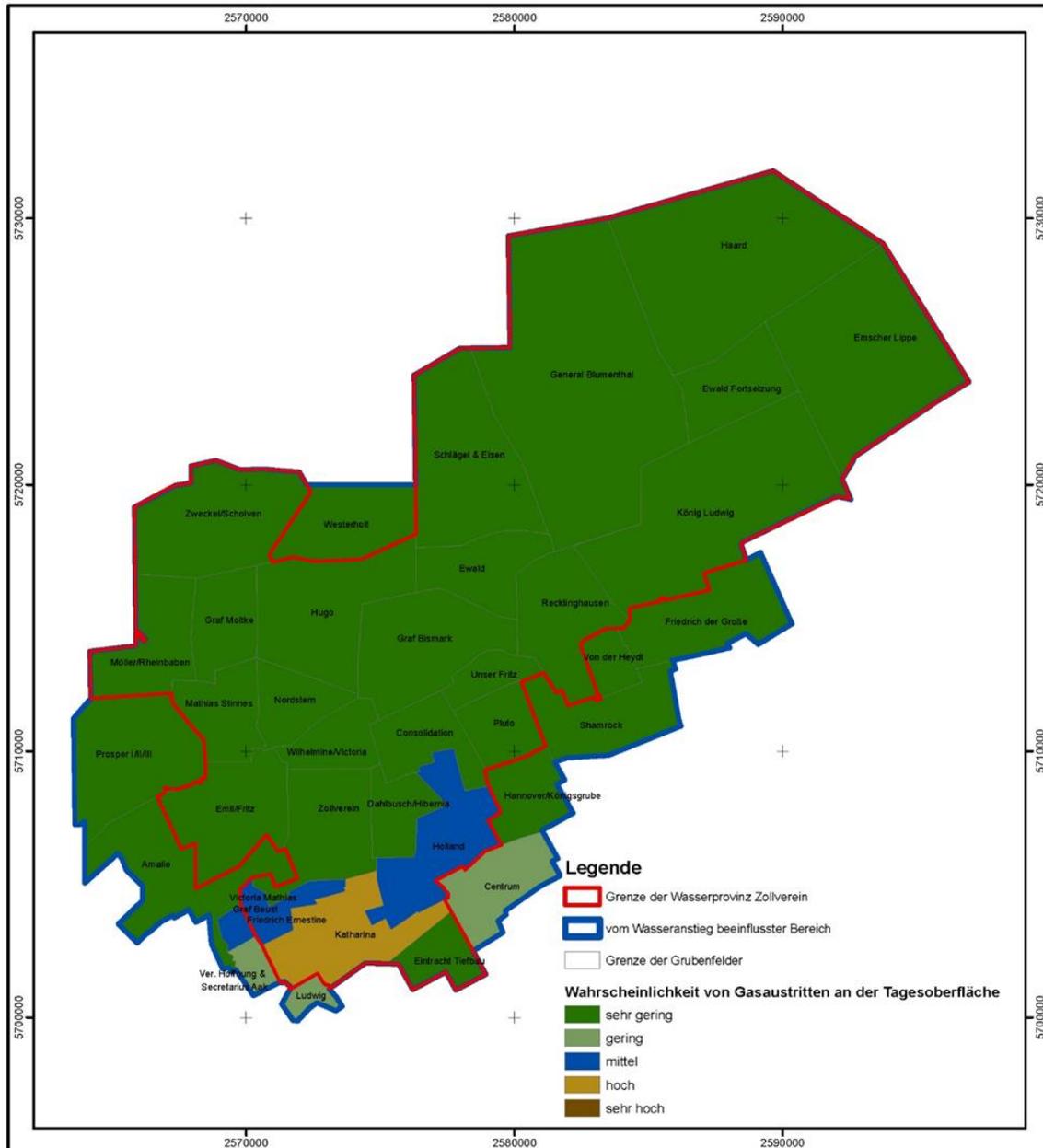
Abbildung 21 und Anlage 2 zeigen die Einstufung der einzelnen Grubenfelder hinsichtlich einer Gefährdung durch Gasaustritte an der Tagesoberfläche, wobei eine Umsetzung von Schutzmaßnahmen noch nicht berücksichtigt ist.

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

- Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine,
- Amalie (Baufeld Sälzer & Neuack),
- Ver. Hoffnung & Secretarius Aak,
- Katharina (Baufelder Königin Elisabeth - Wilhelm/Emil und Friedrich Joachim, Hercules, Katharina, Johann Deimelsberg und Centrum 4/6),
- Ludwig,
- Holland (Baufelder Bonifacuis und Holland) und
- Centrum (Baufelder Centrum und Fröhliche Morgensonne).

Diese Grubenfelder werden nachfolgend im Detail betrachtet.

Abbildung 21: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen



11.3 Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine

Das Grubenfeld wird hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -855 m NN aus.

Oberhalb des derzeitigen Wasserspiegels besteht eine Verbindung der drei Baufelder untereinander über die 7. Sohle (ca. -446 m NN), die 8. Sohle (ca. -548 m NN) und die 9. Sohle (ca. -710 m NN). Auch nach dem Grubenwasseranstieg bis -600 m NN bestehen somit gaswegige Streckenverbindungen zwischen den Baufeldern.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen. Über Abbauannäherungen zum Bergwerk Zollverein und Bohrlöcher zwischen der 13. Sohle Zollverein und der 7. Sohle Victoria Mathias sowie Wasserlösungsbohrungen bei -784 m NN bestehen theoretisch Gaswegigkeiten, so dass der am Grubengebäude Zollverein anliegende Unterdruck möglicherweise bis in das Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine wirkt. Über Messungen konnte dies bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden. Bei Messungen im Januar und Februar konnten an den Abdeckungen der Schächte Victoria Mathias 1 und 2, Graf Beust 1 und Friedrich Ernestine 1 keine Druckdifferenzen nachgewiesen werden (Tabelle 5). Die fehlenden CH₄-Gehalte, geringen CO₂-Gehalte und hohen O₂-Gehalte sind ein Indiz, aber kein Nachweis hinsichtlich einer Beeinflussung des Grubenfeldes durch die Gasabsaugung.

Tabelle 5: Drücke und Gaszusammensetzungen an den Schächten im Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine

Schacht	Datum	Luftdruck [hPa]	Druck	CH ₄ -Gehalt [Vol.-%]	CO ₂ -Gehalt [Vol.-%]	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]
Victoria Mathias 1	26.02.2021	1026	± 0 Pa	0,00	0,38	18,4
Victoria Mathias 2	26.02.2021	1026	± 0 Pa	0,00	0,80	4,7
Graf Beust 1	29.01.2021	981	± 0 Pa	0,00	0,03	20,9
	23.02.2021	1020	± 0 Pa	0,00	0,04	20,8
Friedrich Ernestine 1	29.01.2021	981	± 0 Pa	0,00	0,03	20,9
	23.02.2021	1019	± 0 Pa	0,00	0,04	20,0

Das Grubenfeld ist von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert. Im Süden des Grubenfeldes (Baufeld Graf Beust) beträgt die Deckgebirgsmächtigkeit bei einer fehlenden Abdeckung durch den Emschermergel deutlich weniger als 50 m.

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

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 die Gaswegigkeiten zum Bergwerk Zollverein 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 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 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.

11.4 Grubenfeld Amalie

Zwischen den Grubenfeldern Amalie sowie den Grubenfeldern Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Zollverein und Emil/Fritz bestehen Gaswegigkeiten über Abbauannäherungen. Daher kann das Grubenfeld Amalie im Zuge des Grubenwasseranstieges hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst werden.

Innerhalb des Grubenfeldes Amalie ist die Herrichtung einer Entgasungsleitung im Schacht Amalie vorgesehen.

Das Grubenfeld ist von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert, wobei die Deckgebirgsmächtigkeit im Süden des Grubenfeldes Amalie bei einer fehlenden Abdeckung durch den Emschermergel weniger als 50 m beträgt.

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

Für das Grubenfeld Amalie ist die Wahrscheinlichkeit von durch den Grubenwasseranstieg in der Wasserprovinz Zollverein bedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche aufgrund der nur als Abbauannäherungen vorhandenen Gaswegigkeiten sowie der vorgesehenen Entgasungsmöglichkeit über den Schacht Amalie als sehr gering einzustufen.

11.5 Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak

Zwischen den Grubenfeldern Ver. Hoffnung & Secretarius Aak und Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine besteht eine Streckenverbindung, die ausweislich des Risswerkes jedoch eingestaut ist. Eine indirekte Beeinflussung durch den Wasseranstieg im Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Im Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak sind keine Entgasungsleitungen vorhanden.

Das Grubenfeld ist von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert, dessen Mächtigkeit bei fehlender Abdeckung durch den Emschermergel nur um die 25 m beträgt.

Die Tagesoberfläche ist durch eine weitgehend dichte innerstädtische Bebauung gekennzeichnet.

Für das Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche als gering einzustufen, da die Streckenverbindung wahrscheinlich eingestaut ist. Im Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak bestehen jedoch derzeit keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges im Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine eine mögliche laterale Gasverdrängung zu erkennen.

Da die Gaswegigkeit nicht eindeutig aufgeklärt werden kann, müssen Gasübertritte aus dem Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

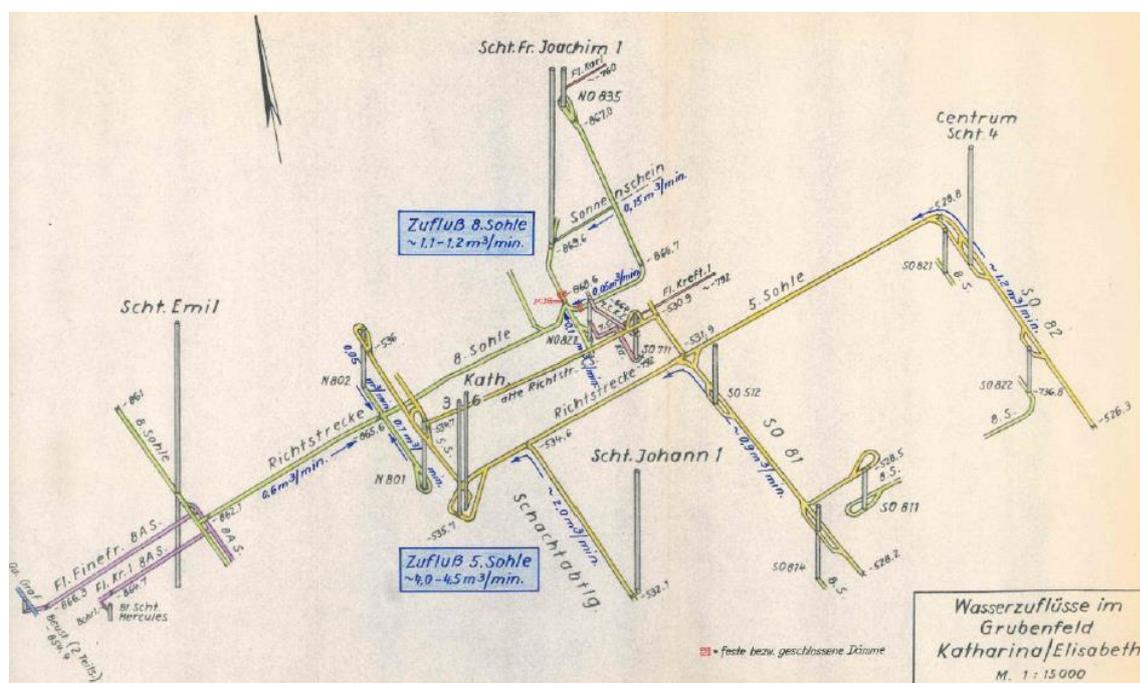
11.6 Grubenfeld Katharina

Das Grubengebäude wird im Norden (Grubenfelder Wilhelm/Emil und Friedrich Joachim) hinsichtlich der Ausgasung durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -870 m NN aus.

Oberhalb des derzeitigen Wasserspiegels sind die Grubenfelder Wilhelm/Emil und Friedrich Joachim u.a. über die 7. Sohle (ca. -665 m NN) und 8. Sohle (ca. -865 m NN) Königin Elisabeth (ca. -710 m NN) aufgeschlossen. Die 8. Sohle Königin Elisabeth ist über die Blindschächte NO 801 und NO 802 in der Schachtabteilung Norden des Bergwerkes Katharina und den Blindschacht SO 711 mit der 5. Sohle Katharina (-535 m NN) verbunden. Die 7. Sohle Königin Elisabeth ist ebenfalls über den Blindschacht NO 802 sowie über den Blindschacht SO 711 im Bereich der alten 3. östlichen Abteilung des Bergwerkes Katharina mit der 5. Sohle Katharina verbunden.

Über die 5. Sohle Katharina ist das Grubenfeld im Süden flächendeckend aufgeschlossen. An die 5. Sohle Katharina sind die Schächte Katharina 3, Katharina 6, Johann 1 und Centrum 4 angebunden (Abbildung 22).

Abbildung 22: Grubengebäude des Bergwerkes Katharina



Im Grubenfeld Johann Deimelsberg bestehen wiederum Verbindungen zu den höheren, tagesnahen Sohlen und Abbauen.

Auch nach dem Wasseranstieg bis -600 m NN verbleiben Streckenverbindungen zwischen den Baufeldern Wilhelm/Emil, Hubert und Friedrich Joachim des früheren Bergwerkes Königin Elisabeth und den Baufeldern Katharina und Hercules.

Über die 14. Sohle Zollverein, das Zentralgesenk im Baufeld Bonifacius bzw. den Berg zur 10. Sohle Holland und weiter über die Wasserlösungsstrecke Bonifacius - Katharina besteht eine Streckenverbindung zwischen den Grubenfeldern Zollverein und Katharina. Die 14. Sohle Zollverein hat dabei im Bereich der Richtstrecke Osten Bonifacius einen Tiefpunkt von -952,1 m NN. Es besteht wahrscheinlich über diese Verbindung eine Gaswegigkeit, über die der Unterdruck vom Grubenfeld Zollverein her auf das Grubenfeld Katharina aufgeprägt wird. Diese Verbindung wird kurz nach der Einstellung der Wasserhaltung durch Überstauung entfallen.

Abbildung 23: Verbindung Zollverein - Katharina



Weiterhin bestehen zwischen dem Grubenfeld Zollverein und dem Baufeld Königin Elisabeth Abbauannäherungen zum Teil auch oberhalb von -600 m NN. Inwieweit diese für die Ausbreitung des Unterdruckes maßgeblich sind und inwieweit ggf. gaswegige Abbauannäherungen im Zuge des Grubenwasseranstieges überstaut werden, ist nicht eindeutig zu beantworten.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen. Zum Bergwerk Zollverein hin bestehen nachweislich Gaswegigkeiten, die sich in den letzten Jahren durch Unterdrücke in der Größenordnung von -10 bis -20 hPa an den Schächten Wilhelm, Friedrich Joachim 2 und Hubert 2 gezeigt haben. Messungen am Schacht Friedrich Joachim 2 im Januar 2021 ergaben jedoch, dass der Unterdruck nicht stabil ist (Tabelle 6). Dies ist möglicherweise auf eine temporäre Überstauung des Tiefpunktes der Gaswegigkeiten auf der 14. Sohle Zollverein zurückzuführen.

Tabelle 6: Drücke und Gaszusammensetzungen an Schächten im Grubenfeld Katharina

Schacht	Datum	Luftdruck [hPa]	Druck	CH ₄ -Gehalt [Vol.-%]	CO ₂ -Gehalt [Vol.-%]	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]
Wilhelm	26.02.2021	1025	-19,1 hPa	0,00	0,04	20,8
Friedrich Joachim 2	29.01.2021	984	+8,5 hPa	0,00	0,38	19,4
	23.02.2021	1021	-20,0 hPa	0,00	0,04	20,8
Katharina 3	29.01.2021	984	+1,3 hPa	0,00	3,05	14,9
	23.02.2021	1017	-220 Pa	0,00	0,04	20,9
Katharina 4	29.01.2021	984	± 0 Pa	0,00	0,18	10,1
Centrum 4	29.01.2021	984	-0,3 hPa	0,00	0,03	20,9
Johann 1	29.01.2021	984	± 0 Pa	0,00	0,55	16,6
	23.02.2021	1021	± 0 Pa	0,00	0,38	17,0

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.

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

1. 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 tagesnahen Sohlen und Abbaue, wo diese an der barometrischen Ausgasung teilnehmen.

2. Das Grubengebäude steht unter einem durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck. Durch den Grubenwasseranstieg werden die Gaswegigkeiten zum Bergwerk Zollverein teilweise oder vollständig überstaut. Das Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude entfällt vollständig oder nimmt soweit ab, dass es bei Luftdruckabfällen kippt. Durch die Verdrängung des Grubengases in Zuge des Wasseranstieges kann sich ausgehend vom Baufeld Königin Elisabeth auf der 5. Sohle Katharina ein Überdruck aufbauen, der unmittelbar großräumig auf die Baufelder Katharina, Centrum und Johann Deimelsberg wirkt.

Ohne weitere Maßnahmen, ist in beiden Szenarien eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch Austritte von Grubengas nicht auszuschließen. Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten aus den tagesnahen Grubenbauen und Tageszugängen des Altbergbaus ist zwar als gering bis mittel einzustufen. Aufgrund der Kombination aus tagesnahen Grubenbaue und dichter Bebauung besteht hier jedoch ein höheres Risiko einer Gefährdung durch Gasaustritte.

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 und im Bereich des Altbergbaus vermeiden und eine Überwachung des Druckes im Grubengebäude ermöglichen.

11.7 Grubenfeld Ludwig

Das Grubenfeld Ludwig weist Verbindungen zum Grubenfeld Katharina über Abbauannäherungen auf. Somit kann das Grubenfeld Ludwig im Zuge des Grubenwasseranstieges im Grubenfeld Katharina hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst werden.

Im Grubenfeld Ludwig sind keine Entgasungsleitungen vorhanden.

Das Grubenfeld ist in weiten Teilen von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert, wobei dessen Mächtigkeit bei einer fehlenden Abdeckung durch den Emschermergel weniger als 25 m beträgt. Ein Teil des Grubenfeldes weist ein fehlendes Deckgebirge aus und ist dem Bereich 6 zuzuordnen.

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

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

Gasübertritte aus dem Grubenfeld Katharina müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

11.8 Grubenfeld Holland

Das Grubengebäude wird durch den Grubenwasseranstieg direkt beeinflusst. Der Grubenwasseranstieg erfolgt von einem Niveau von ca. -930 m NN aus.

Oberhalb des derzeitigen Wasserspiegels sind die Grubenfelder Bonifacius und Holland über die 10. Sohle (ca. -930 m NN) aufgeschlossen. Die 10. Sohle ist mit der 14. Sohle Zollverein (-950 m NN) verbunden.

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen. Zum Bergwerk Zollverein hin bestehen nachweislich Gaswegigkeiten, die sich in den letzten Jahren durch einen Unterdruck in der Größenordnung von -10 hPa am Schacht Bonifacius 3 zeigen. Der Schacht Bonifacius 2, der an die oberen Sohlen des Grubenfeldes Bonifacius angeschlossen ist, weist keinen Unterdruck auf. Der Unterdruck ist nicht stabil, wie durch Messungen am 29.01.2021 festgestellt wurde (Tabelle 7).

Ob die Ausbreitung des Unterdruckes über die 14. Sohle Zollverein oder andere Gaswegigkeiten erfolgt und inwieweit diese im Zuge des Grubenwasseranstieges überstaut werden, ist nicht eindeutig zu beantworten. Die Verbindung über die 14. Sohle wird als Gaswegigkeit jedoch kurz nach der Einstellung der Wasserhaltung durch Überstauung entfallen.

Tabelle 7: Drücke und Gaszusammensetzungen an Schächten im Grubenfeld Holland

Schacht	Datum	Luftdruck [hPa]	Druck	CH ₄ -Gehalt [Vol.-%]	CO ₂ -Gehalt [Vol.-%]	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]
Bonifacius 2	29.01.2021	984	+0,7 hPa	1,05	2,00	1,4
Nachfüllöffnung 1	23.02.2021	1024	-2 Pa	0,00	1,35	9,8
Bonifacius 2	29.01.2021	984	+2,4 hPa	0,00	0,03	20,0
Nachfüllöffnung 1	23.02.2021	1024	± 0 Pa	0,00	0,02	7,2
Bonifacius 3	29.01.2021	984	+7,2 hPa	0,15	0,04	20,0
Holland 4	29.01.2021	984	-4,7 hPa	0,00	0,03	20,9

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.

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

1. Das Grubengebäude steht unter einem durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck, der bei Luftdruckabfällen nur auf den unteren Sohlen stabil bleibt. Es besteht ein Druckgefälle im Grubengebäude von den oberen zu den unteren Sohlen. Durch den Grubenwasseranstieg erfolgt eine Verdichtung des im Grubenfeld unter Unterdruck anstehenden Grubengases. Es erfolgt eine Verdrängung von möglicherweise CH_4 -reicherem Gasgemisch von den tieferen Sohlen in Richtung der obersten Sohlen. In diesem Fall erfolgen jedoch zunächst keine wasseranstiegsbedingten Gasaustritte an der Tagesoberfläche. Im Falle einer späteren Verringerung der abgesaugten Grubengasmengen oder Einstellung der Grubengasgewinnung würden dann CH_4 -reichere Gasgemische an einer barometrischen Ausgasung teilnehmen.
2. Das Grubengebäude steht auf den unteren Sohlen unter einem durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruck. Durch den Grubenwasseranstieg werden die Gaswegigkeiten zum Bergwerk Zollverein teilweise oder vollständig überstaut. Das Druckgefälle von der Tagesoberfläche zum Grubengebäude entfällt vollständig oder nimmt soweit ab, dass es bei Luftdruckabfällen kippt.

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

Es bestehen derzeit keine gesicherten 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.

11.9 Grubenfeld Centrum

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

Im Grubenfeld Centrum sind keine Entgasungsleitungen vorhanden.

Das Grubenfeld ist in weiten Teilen von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert, wobei dessen Mächtigkeit bei einer fehlenden Abdeckung durch den Emschermergel weniger als 50 m beträgt. Der südliche Rand des Grubenfeldes weist ein fehlendes Deckgebirge aus und ist dem Bereich 6 zuzuordnen.

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

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

Gasübertritte aus dem Grubenfeld Holland müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

11.10 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 435 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 23 und Anlage 3 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten. Abbildung 24 und Anlage 4 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 23: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an kohäsiv verfüllten Schächten – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen

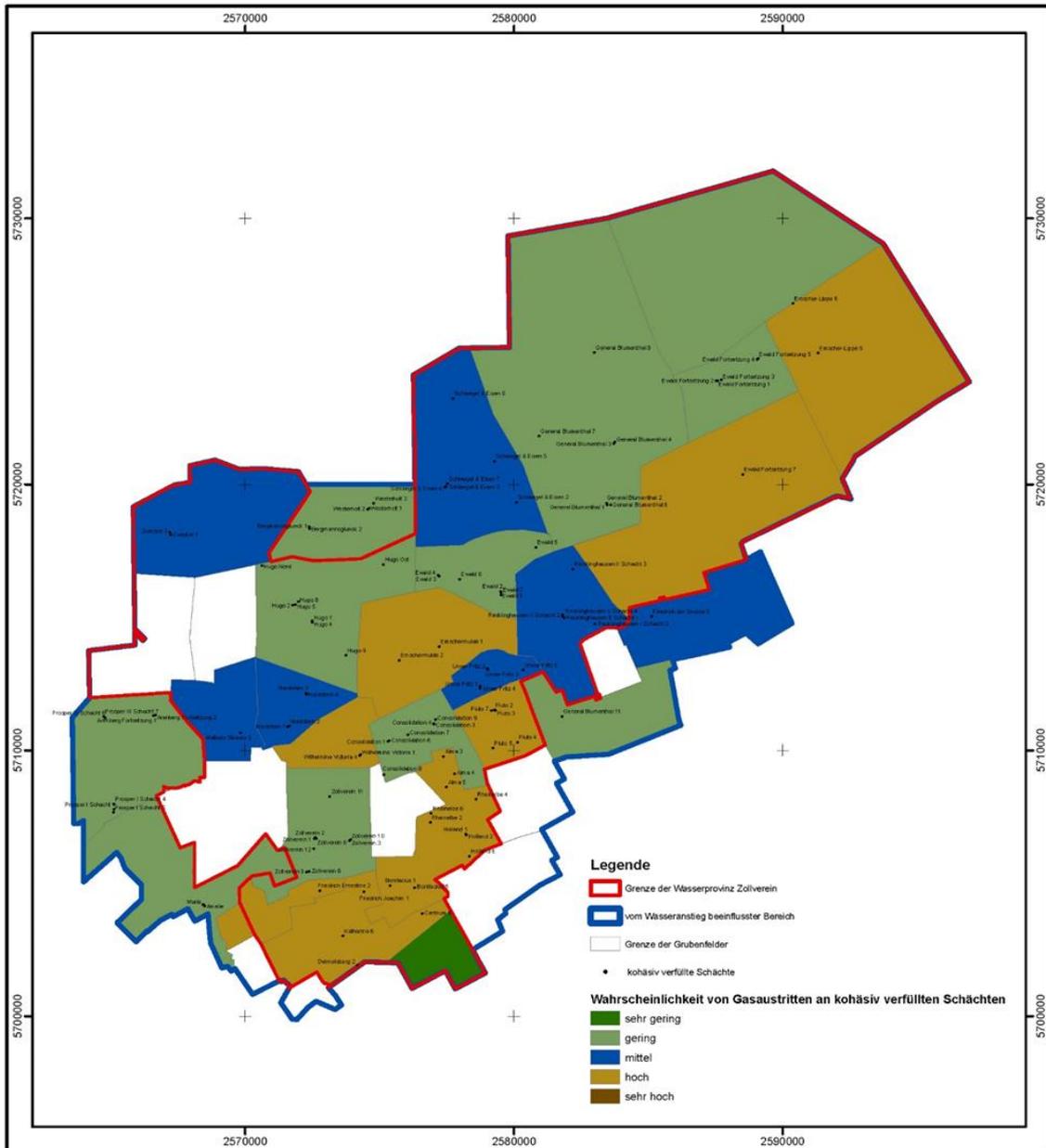
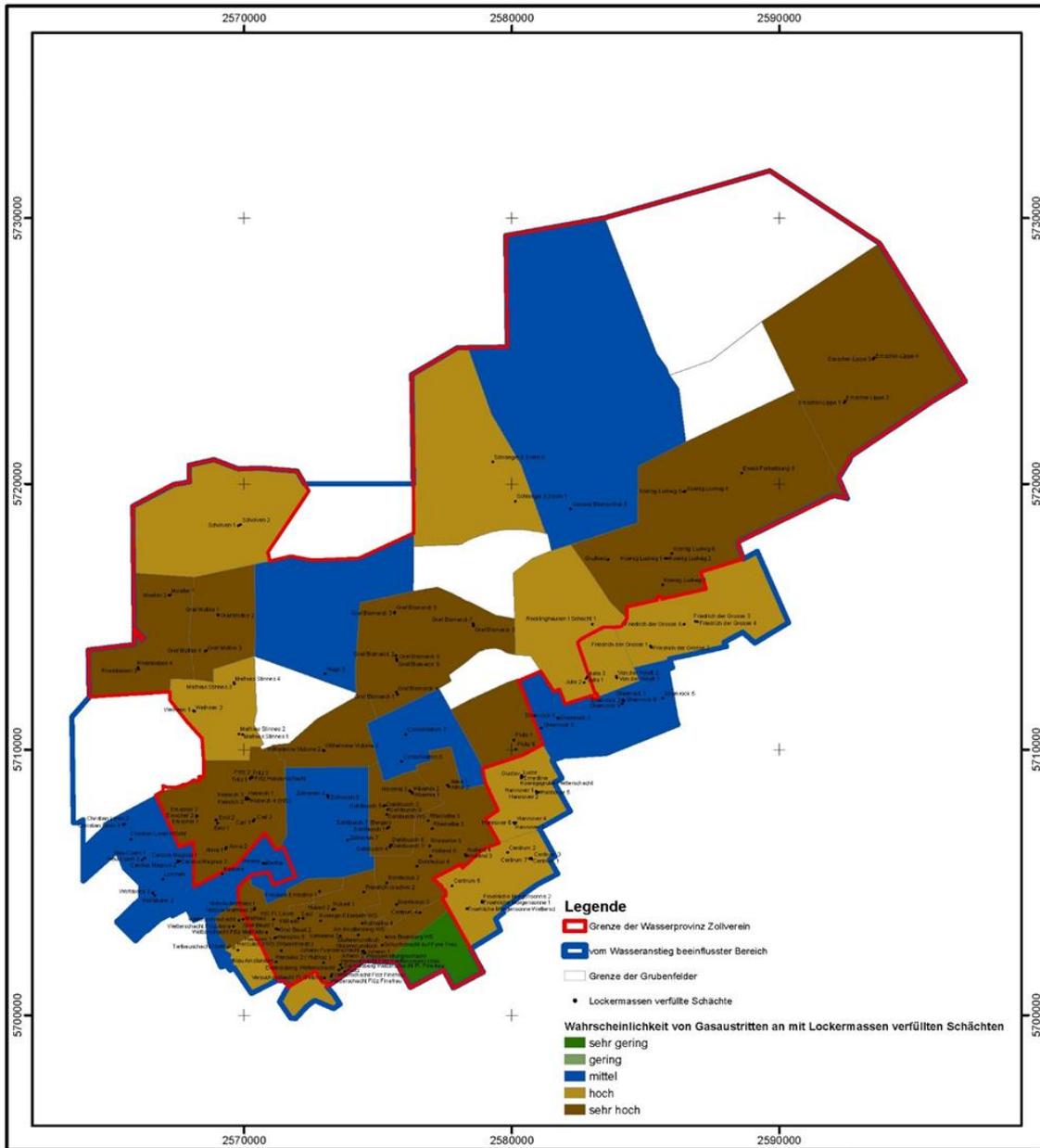


Abbildung 24: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an mit Lockermassen verfüllten Schächten – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen



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 Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland 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 Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine und Holland sind als Bereiche mit nicht abdichtendem bzw. nicht homogenisierendem Deckgebirge bei gleichzeitig direkter Beeinflussung und fehlender Gasabführung eingestuft. Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesen Grubenfeldern als mittel einzustufen. Aufgrund der dichten Bebauung sind solche Gasaustritte nicht akzeptabel, so dass ein dauerhafter Überdruck im Grubengebäude unterhalb des Deckgebirges vermieden werden muss.

Dazu wird folgendes Schutzkonzept empfohlen

- Nutzung vorhandener Schachtleitungen 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 bzw. über an das Grubengebäude angeschlossene Schachtleitungen im Falle des Aufbaus eines dauerhaften Überdruckes im Grubengebäude.

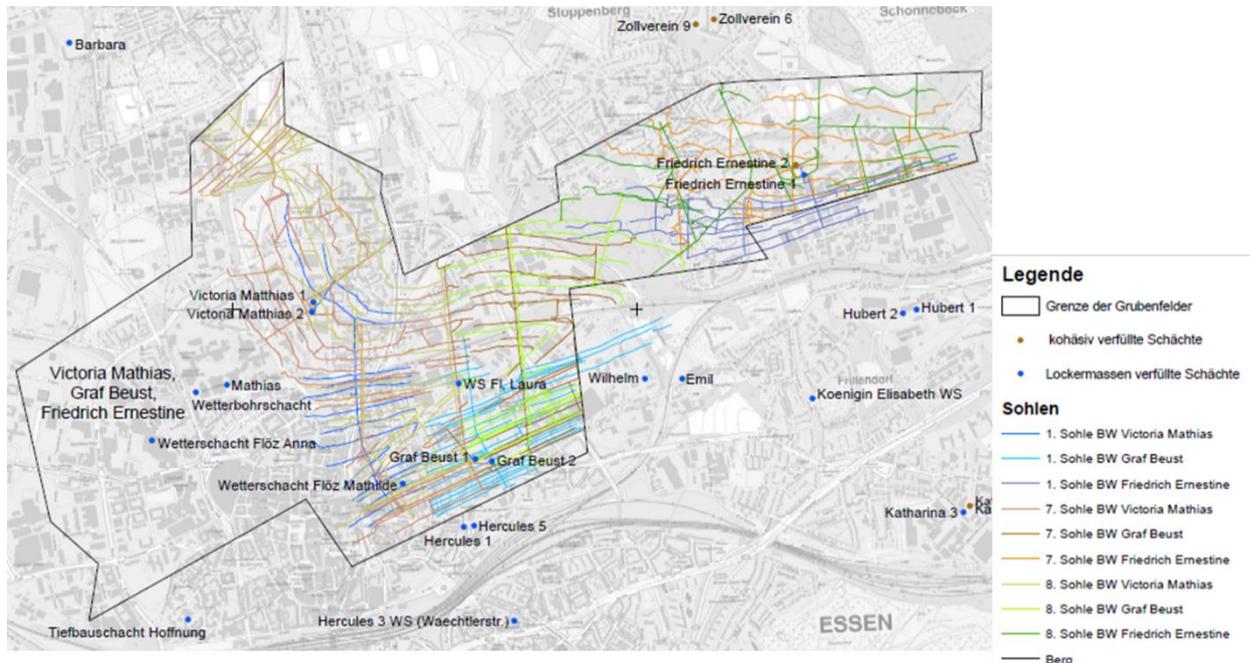
12.4 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine

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.

Das Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine kann über eine Pegel- und Entgasungsbohrung entgast und überwacht werden, da die drei Baufelder untereinander auf der 7. Sohle (ca. -446 m NN) und auf der 8. Sohle (ca. -548 m NN) verbunden sind. Diese Verbindungen liegen oberhalb des geplanten Wasserspiegels von -600 m NN und bleiben damit auch nach dem Wasseranstieg als Gaswegigkeiten bestehen (Abbildung 25 und Anlage 5).

Abbildung 25: Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine - Lage der 1. Sohlen sowie der 7. und 8. Sohle



Bezüglich eines geeigneten Bohrzieles sind folgende Punkte zu beachten:

- Im Bereich der Baufelder Victoria Mathias und Graf Beust besteht ein höheres Gefährdungspotential aufgrund der dichteren Bebauung und der geringeren Deckgebirgsmächtigkeiten. Im Süden der Baufelder Victoria Mathias und Graf Beust steht die Karbonoberfläche in einer Teufe von ca. 35 m an.
- Die Verbindungen der Sohlen untereinander über Blindschächte sind ausweislich des Risswerkes im Grubenfeld Victoria Mathias ausreichend vorhanden (Abbildung 26), jedoch im Grubenfeld Graf Beust nur bedingt vorhanden.
- 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.

Daraus ergibt sich der in Tabelle 8 aufgeführte Rahmen für geeignete Bohrziele.

Abbildung 26: Baufeld Victoria Mathias – Schnitt im Bereich der Schächte 1 und 2

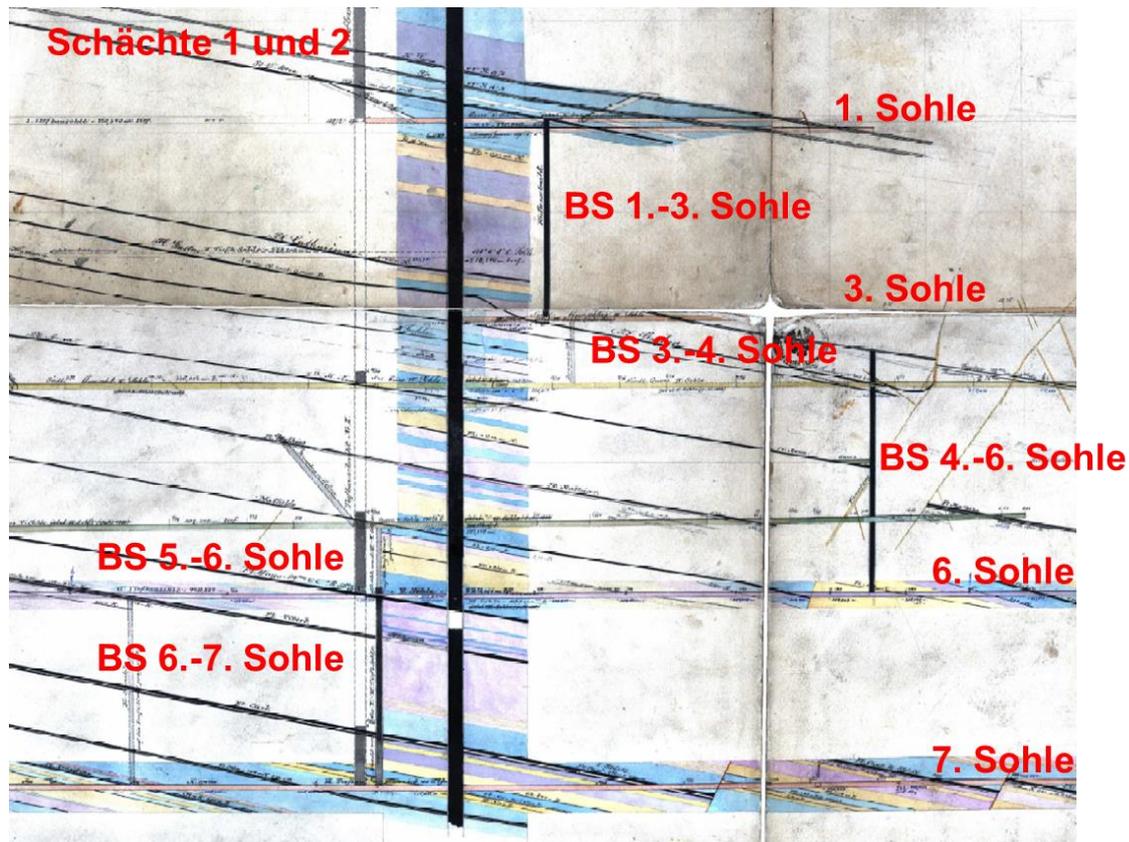


Tabelle 8: Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine - Bohrziele

Mögliche Bohrziele	Teufe [m NN]	Anmerkungen
1. Sohle Victoria Mathias im Bereich des Schachtes Gustav	-150	Aufschluss der 1. Sohle, Wetterblindschacht zur. 3. Sohle und über weitere Blindschächte zur 7. + 8. Sohle
5. Sohle Graf Beust Querschlag 2. östl. Abt.	-322	Aufschluss der 7. Sohle über Blindschacht
1. Sohle Victoria Mathias Hauptquerschlag	-150	schlechtere Gaswegigkeit nach Graf Beust als im Bereich des Schachtes Gustav, , da keine Blindschächte

Es wird empfohlen, mit Lockmassen verfüllte Schächte mit Entgasungseinrichtungen auszurüsten. Die Auswahl der entsprechenden Schächte soll mit der Festlegung des Bohrzieles erfolgen. Es kommen die Standorte Mathias, Victoria Mathias 1/2 und Graf Beust 1/2 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. Soweit keine Leitungen oder Schraubenöffnungen an den Deckeln der Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen vorhanden sind, müssen entsprechende Messstellen eingerichtet werden.

Die Pegel- und Entgasungsbohrung muss betriebsbereit und funktionsfähig sein, wenn der Grubenwasserstand ein Niveau von -855 m NN erreicht.

12.5 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Holland

Für das Baufeld Holland besteht eine identische Zielsetzung der Schutzmaßnahmen, wie für das Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine.

Es besteht hier jedoch keine Verbindung der beiden Baufelder Bonifacius und Holland oberhalb des geplanten Wasserspiegels von -600 m NN, so dass für die beiden Baufelder jeweils eine separate Möglichkeit zur Entgasung geschaffen werden muss.

Im Baufeld Holland besteht im Schacht Holland 4 eine Schachtleitung, die ggf. zur Entgasung genutzt werden kann. Der Schacht Holland 4 wurde 1988 oberhalb einer verlorenen Schalungsbühne in 130 m Teufe mit hydraulisch erhärtendem Material verfüllt. Im Schacht wurde eine Leitung DN 200 zu Fassung von Wasserzuflüssen hergerichtet. Die Leitung ist ausweislich der vorhandenen Unterlagen unterhalb der Schalungsbühne offen. Da die dauerhafte Standsicherheit nicht nachgewiesen werden konnte, wurde der Schacht später mit einer inneren Ausbaustärkung und Abdeckplatte versehen. In Zuge des dafür notwendigen Ausbaggerns des oberen Abschnittes der Füllsäule wurde die Fassung des zulaufenden Wassers neu hergestellt. Dazu wurde die Leitung DN 200 zwischen einer Teufe von 25,4 m und 27 m perforiert und in diesem Bereich eine Drainageschicht eingebaut.

Unterhalb der Schalungsbühne sind die 3. bis 9. Sohle an den Schacht angeschlossen. Der Schacht ist somit zwischen der 3. Sohle (ca. -165 m NN) und der 7. Sohle (ca. -520 m NN) oberhalb des vorgesehenen Grubenwasserspiegels von -600 m NN an das Grubengebäude angeschlossen.

Die Leitung DN 200 ist am Schachtkopf bis oberhalb Rasenhängebank geführt und dort blindgedeckt. Messungen der RAG und der DMT zeigen, dass die Leitung wahrscheinlich dauerhaft einen Unterdruck aufweist. An der Beobachtungs- und Nachfüllöffnung des Schachtes konnten Unterdrücke in der jeweils gleichen Größenordnung gemessen werden, was mit der Perforation der Leitung im oberen Schachtabschnitt zu erklären ist.

Die Leitung erscheint somit grundsätzlich als geeignet, eine Entgasung des Baufeldes Holland mit der o.g. Zielsetzung zu realisieren. Dazu ist jedoch nachzuweisen, dass die Leitung unterhalb der Schalungsbühne geöffnet ist und vor dem Hintergrund der langjährigen Wasserabführung ein ausreichend offener Querschnitt vorhanden ist.

Alternativ kommt für das Baufeld Holland eine Pegel- und Entgasungsbohrung in Frage.

Im Baufeld Bonifacius ist das Erstellen einer Pegel- und Entgasungsbohrung notwendig. Bezüglich geeigneter Bohrziele in den beiden Baufeldern sind folgende Punkte zu beachten:

- Das Gefährdungspotential besteht aufgrund geringer Deckgebirgsmächtigkeiten und dichter Bebauung für die Bereiche, die jeweils von der 1. Sohle aufgeschlossen sind (Abbildung 27 und Anlage 6).
- Als Bohrziel sollten langlebige Grubenbaue gewählt werden, über die das Grubengebäude weiträumig aufgeschlossen ist. Es kommen entsprechend im Wesentlichen Querschläge, Haupttrichterstrecken sowie Füllrörter von Tages- oder Blindschächten und schachtnahe Grubenbaue in Frage.
- Bohrungen in teilverfüllte Schächte wären optimal, da so eine Anbindung der unteren Sohlen erfolgt, in deren Bereich eine Verdrängung von Grubengas infolge des Grubenwasseranstieges erfolgt. So kann zum einen der wasseranstiegsbedingte Druck unmittelbar abgebaut werden und zum anderen eine langfristige Gasabführung von den wasserfreien Sohlen erreicht werden.

Daraus ergibt sich der Rahmen für geeignete Bohrziele im Baufeld Holland (Tabelle 6) und im Baufeld Bonifacius (Tabelle 10).

Abbildung 27: Grubenfeld Holland - Lage der 1. Sohlen in den Baufeldern Bonifacius und Holland

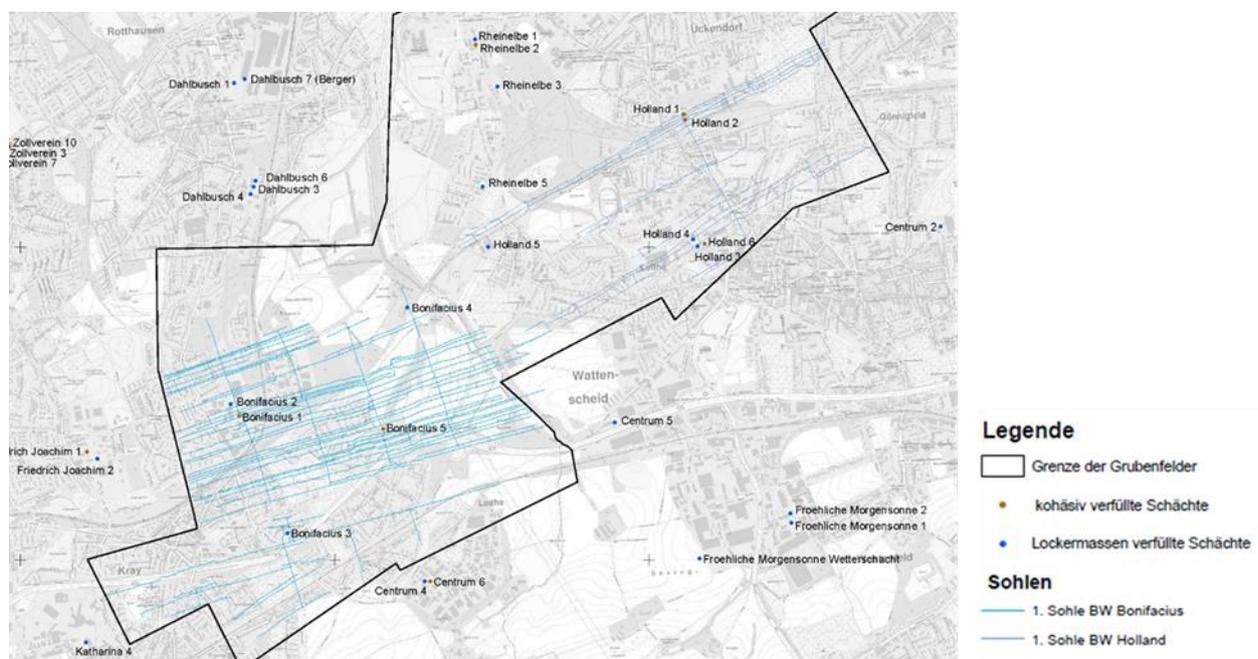


Tabelle 9: Baufeld Holland - Bohrziele

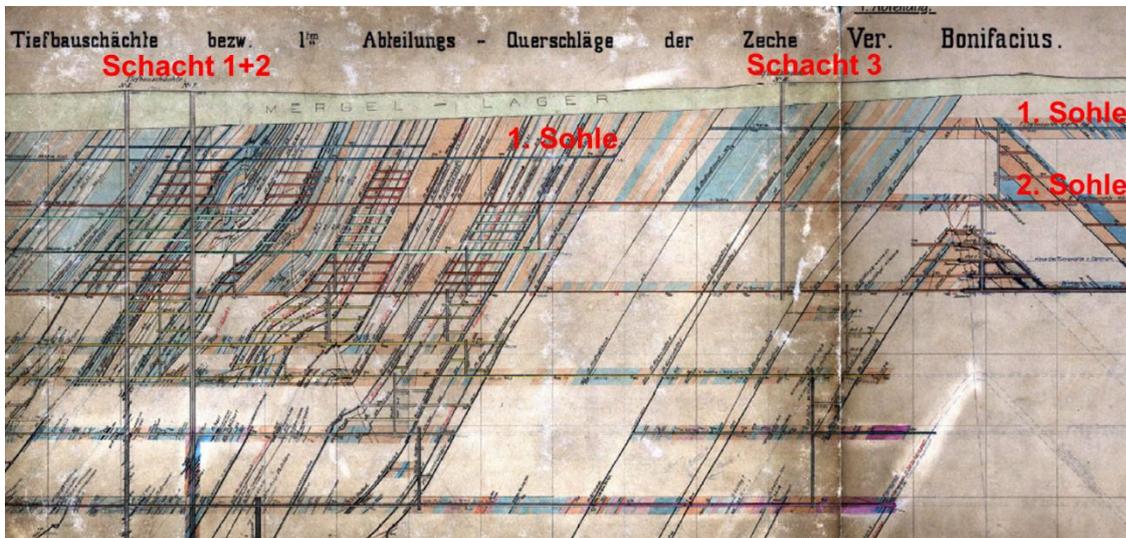
Mögliche Bohrziele	Teufe [m NN]	Anmerkungen
Schacht 4 unterhalb Schalungsbühne	-67 m	Bohrung durch Füllsäule oder seitlich in den offenen Schachtabschnitt, Aufschluss der 3. bis 9. Sohle
Schacht 6 unterhalb Schalungsbühne	-67 m	Bohrung durch Füllsäule oder seitlich in den offenen Schachtabschnitt, Aufschluss der 4. bis 9. Sohle
1. Sohle Querschlag Hauptabteilung	-55 m	-
2. Sohle Querschlag Hauptabteilung	-127 m	-
3. Sohle Querschlag Hauptabteilung	-171 m	-
3. Sohle Querschlag Schächte 3/4/6	-167 m	-

Tabelle 10: Baufeld Bonifacius – Bohrziele

Mögliche Bohrziele	Teufe [m NN]	Anmerkungen
Schacht 1 unterhalb Schalungsbühne	-83 m	Bohrung durch Füllsäule oder seitlich in den offenen Schachtabschnitt, Aufschluss der 3. bis 9. Sohle
1. Sohle Schacht 1 Querschlag 1. Abteilung	-32 m	Verbindung zwischen 1. Sohle Schacht 1 und 1. Sohle Schacht 3 über die 2. Sohle
1. Sohle Schacht 3 Querschlag 1. Abteilung	+14 m	Verbindung zwischen 1. Sohle Schacht 1 und 1. Sohle Schacht 3 über die 2. Sohle
2. Sohle Querschlag 1. Abteilung	-102 m	-
3. Sohle Querschlag 1. Abteilung	-166 m	-

Die an den Schacht Bonifacius 3 angeschlossene 1. Sohle im Feld Caspar Alexander weist Verbindungen zu der an die Schächte Bonifacius 1 und 2 angeschlossenen 1. Sohle auf (Abbildung 28).

Abbildung 28: Baufeld Bonifacius – Schnitt im Bereich der Schächte 1, 2 und 3 (1. Abt.)



Es wird empfohlen, den Schacht Bonifacius 2 oder den Schacht Bonifacius 3 mit einer Entgasungseinrichtung auszurüsten. Der von der Pegel- und Entgasungsbohrung am weitesten entfernte Schacht soll mit einer Entgasungseinrichtung ausgerüstet werden.

Es müssen die Druckdifferenzen zwischen Atmosphäre und Füllsäulenoberfläche der im Rahmen der Stufe 1 des Monitorings aufgeführten mit Lockmassen verfüllten Schächte gemessen werden können. Soweit keine Leitungen oder Schraubenöffnungen an den Deckeln der Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen vorhanden sind, müssen entsprechende Messstellen eingerichtet werden.

Die Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. die Entgasungsleitung im Schacht Holland 4 müssen betriebsbereit und funktionsfähig sein, wenn der Grubenwasserstand ein Niveau von -930 m NN erreicht.

12.6 Bereiche mit fehlendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung

Das Grubenfeld Katharina ist als Bereich mit fehlendem Deckgebirge bei gleichzeitig direkter Beeinflussung und fehlender Gasabführung eingestuft. Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist im Grubenfeld Katharina aufgrund der direkten Beeinflussung als hoch einzustufen. Aufgrund der dichten Bebauung ist dies nicht akzeptabel. Die Baufelder Königin Elisabeth, Katharina und Centrum 4/6 weisen eine geringmächtige Überdeckung durch das Deckgebirge auf, so dass dort ein dauerhafter Überdruck im Grubengebäude unterhalb des Deckgebirges vermieden werden muss. Im Baufeld Johann Deimelsberg fehlt jedoch das Deckgebirge und es bestehen tagesnahe Grubenbaue, so dass ein Überdruck im Grubengebäude generell vermieden werden muss, um eine unmittelbare Gasverdrängung über tagesnahe Grubenbaue zu verhindern.

Dazu wird folgendes Schutzkonzept empfohlen:

- Erstellen einer Pegel- und Entgasungsbohrung in den Bereich des Grubengebäudes, in dem Grubengas durch den Grubenwasseranstieg verdrängt wird und Ausstattung mit Entgasungseinrichtungen zur passiven Entgasung,
- Anschluss von Entgasungseinrichtungen an die Abdeckungen von mit Lockermassen verfüllten Schächten zur passiven Entgasung,
- Überwachung des Druckes im Grubengebäude im Zuge des Wasseranstieges über die Pegel- und Entgasungsbohrung 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 bzw. über an das Grubengebäude angeschlossene Schachtleitungen im Falle des Aufbaus eines Überdruckes im Grubengebäude.

Reicht die passive Entgasung nicht aus, um einen Druckaufbau im Grubengebäude zu vermeiden, ist die Herstellung eines von der Tagesoberfläche zur 5. Sohle Katharina gerichteten Druckgefälles notwendig. Dazu ist eine aktive Entgasung über eine Besaugung der Pegel- und Entgasungsbohrung notwendig. Damit kann eine großflächigere Einwirkung und ein stabiles, von der Tagesoberfläche zur Teufe gerichtetes Druckgefälle erzielt werden.

12.7 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Katharina

Es ist davon auszugehen, dass das vor der Stilllegung des Bergwerkes Katharina in 1972 zuletzt offene und derzeit noch wasserfreie Grubengebäude mit der 8. Sohle Königin Elisabeth, der 5. Sohle Katharina und den Blindschächten NO 801, NO 802 sowie SO 711 ohne oder mit wenigen Zwischenabdämmungen als zusammenhängender Hohlraum besteht (nachfolgend Restgrubengebäude genannt). Das Ziel der Schutzmaßnahmen ist es, dass sich kein Überdruck in diesen Grubenbauen aufbaut. Dies ist grundsätzlich durch eine passive Entgasung möglich. Dazu ist eine Pegel- und Entgasungsbohrung auf ein geeignetes Bohrziel zu erstellen, über die auch der im tiefen 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.

Daraus ergibt sich der Rahmen für geeignete Bohrziele im Grubenfeld Katharina (Tabelle 11).

Tabelle 11: Grubenfeld Katharina – Bohrziele

Mögliche Bohrziele	Teufe [m NN]	Anmerkungen
6. Sohle Königin Elisabeth Blindschacht N 802	-438 m	Aufschluss der 5. Sohle Katharina, 6. - 8. Sohle Königin Elisabeth wahrscheinlich Alter Mann oberhalb Bohrziel
Schacht Emil	±0 m	Aufschluss der 6. - 8. Sohle Königin Elisabeth (Anlage 8).
5. Sohle Katharina Schachtabt. nördl. BS 801	-535 m	Aufschluss der 5. Sohle Katharina, Blindschächte N 801 und N 802
6. Sohle Königin Elisabeth Querschläge oder Richtstrecke Fl. Platzhofsbank, Umfeld Scht. Hubert	-438 m	Aufschluss der 6. Sohle Königin Elisabeth, Blindschacht N 802

Es wird empfohlen, zusätzlich zu vorhandenen Entgasungseinrichtungen die mit Lockermassen verfüllten Schächte Friedrich Joachim 2 und Johann 1 mit Entgasungseinrichtungen auszurüsten.

Es müssen die Druckdifferenzen zwischen Atmosphäre und Füllsäulenoberfläche der im Rahmen der Stufe 1 des Monitorings aufgeführten mit Lockmassen verfüllten Schächte gemessen werden können. Soweit keine Leitungen oder Schraubenöffnungen an den Deckeln der Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen vorhanden sind, müssen entsprechende Messstellen eingerichtet werden.

Die Pegel- und Entgasungsbohrungen müssen betriebsbereit und funktionsfähig sein, wenn der Grubenwasserstand ein Niveau von -870 m NN erreicht.

12.8 Bereiche mit nicht abdichtendem oder nicht homogenisierendem Deckgebirge bei indirekter Beeinflussung

Die Grubenfelder Ver. Hoffnung & Secretarius Aak, Ludwig und Centrum sind als Bereiche mit fehlendem 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. 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.

12.9 Ausführung der Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. der Entgasungsleitungen

Die Verrohrungen der Pegel- und Entgasungsbohrungen sollen einen Innendurchmesser von mindestens 200 mm aufweisen. Für das Grubenfeld Katharina wurde vor der Stilllegung des Bergwerkes ein Wasserzufluss von rund 6 m³/min angegeben. Das sind etwa 50 % der heute über die Wasserhaltung Zollverein geförderten Wassermenge. Unterstellt man, dass die Verdrängung von Grubengas je Grubenfeld in der Größenordnung von 6 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 [12] zu errichten und zu betreiben sind.

12.10 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.

12.11 Machbarkeit und Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen

Bezüglich der Machbarkeit der für die Grubenfelder Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Holland und Katharina 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.

12.12 Bewertung der Gefährdung nach Umsetzung von Schutzmaßnahmen

Für die Umsetzung der Schutzmaßnahmen wird die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten im Bereich der Grubenfelder Ver. Hoffnung & Secretarius Aak, Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina, Ludwig, Holland und Centrum 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.

Abbildung 30 und Anlage 10 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten. Abbildung 31 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 30: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an kohäsiv verfüllten Schächten – mit Umsetzung von Schutzmaßnahmen

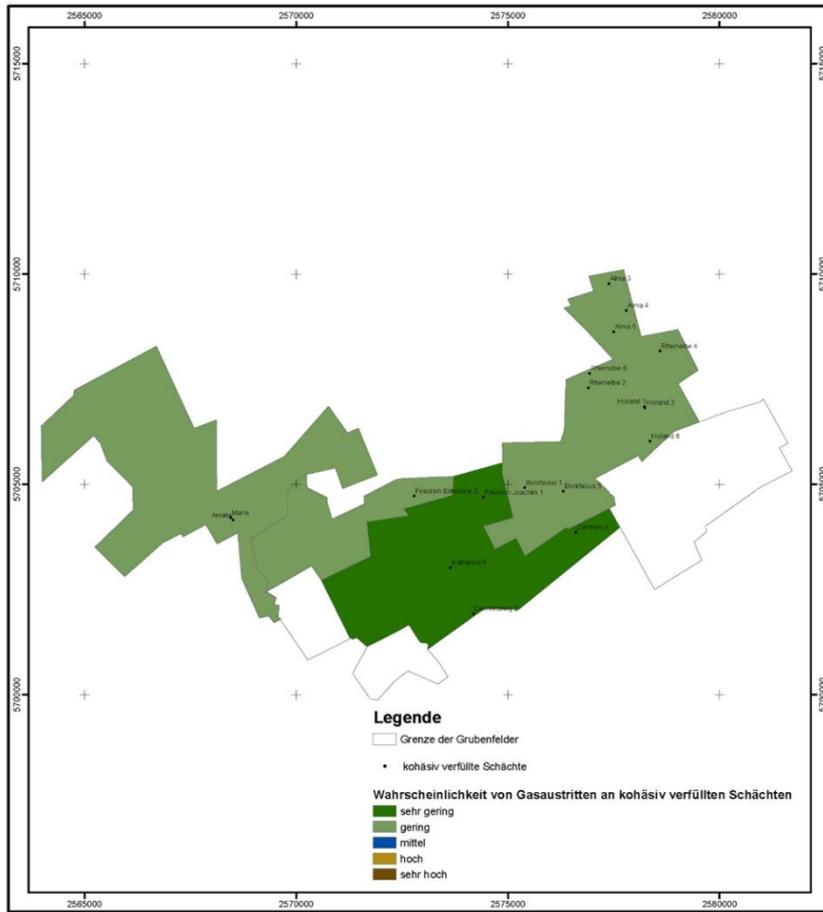
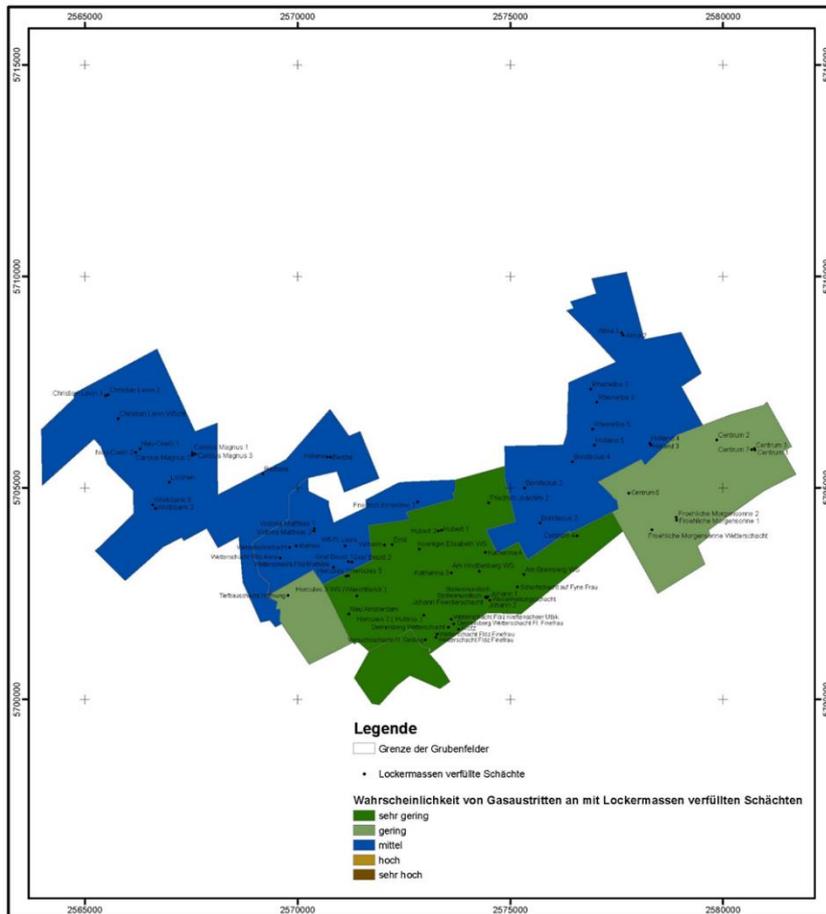


Abbildung 31: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an mit Lockermassen verfüllten Schächten – mit Umsetzung von Schutzmaßnahmen



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 fehlende 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 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 12 und 13.

Tabelle 12: 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 13: 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 14 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 Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina sowie Holland werden zusätzlich Messungen an noch zu erstellenden Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. an Schachtleitungen durchgeführt. Dort erfolgt eine Überwachung des Druckes und der Gaszusammensetzung im Grubengebäude. In den Grubenfeldern Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine sowie Holland sind Handmessungen ausreichend. An der Pegel- und Entgasungsbohrung im Grubenfeld Katharina sollte zumindest der Druck kontinuierlich durch ein ortsfestes Messgerät überwacht werden, wobei die aufgezeichneten Messwerte monatlich im Hinblick auf die Schwellen- und Warnwerte zu prüfen sind.

Tabelle 14: Messstellen – Stufe 1

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Möller 1	2567 5715 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Möller 2	2567 5715 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Rheinbablen 3	2566 5713 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Rheinbablen 4	2566 5713 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Moltke 1	2569 5715 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Moltke 2	2569 5715 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Moltke 3	2568 5713 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Moltke 4	2568 5713 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Welheim 1	2568 5711 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Welheim 2	2568 5711 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mathias Stinnes 3	2569 5712 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mathias Stinnes 4	2569 5712 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Mathias Stinnes 5	2569 5710 004		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Nordstern 1	2571 5710 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Zweckel 1	2567 5718 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Scholven 1	2569 5718 001	-608	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Scholven 2	2569 5718 001	-608	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hugo 5	2571 5715 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hugo 9	2573 5713 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hugo Nord	2570 5716 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hugo Ost	2575 5716 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emschermulde 1	2577 5713 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Bismarck 1	2575 5712 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Bismarck 2	2575 5713 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Bismarck 3	2575 5715 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Bismarck 4	2575 5712 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Bismarck 5	2575 5715 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Bismarck 6	2575 5713 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Bismarck 9	2575 5713 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Schlägel & Eisen 1	2580 5719 001	-713	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schlägel & Eisen 2	2580 5719 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Schlägel & Eisen 5	2579 5720 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Schlägel & Eisen 6	2579 5720 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schlägel & Eisen 7	2577 5720 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Ewald 2	2579 5715 003		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Ewald 4	2577 5716 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Ewald 5	2580 5717 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Recklinghausen I/ 1	2583 5714 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Recklinghausen II/ 2	2581 5715 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Julia 1	2582 5712 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 2	2582 5712 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 3	2582 5712 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Blumenthal 2	2583 5719 003		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Blumenthal 3	2583 5721 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Blumenthal 7	2580 5721 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Ewald Fortsetzung 3	2587 5723 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Ewald Fortsetzung 4	2589 5724 001		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Grullbad	2583 5717 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 1	2585 5717 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 2	2585 5717 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 3	2585 5716 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 4	2586 5719 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 5	2586 5719 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 6	2585 5717 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 7 (Ewald Fortsetzung 7)	2588 5720 002		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
König Ludwig 8 (Ewald Fortsetzung 8)	2588 5720 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emscher-Lippe 1	2592 5723 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Emscher-Lippe 2	2592 5723 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emscher-Lippe 3	2593 5724 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emscher-Lippe 4	2593 5724 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emscher-Lippe 5	2591 5724 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emscher-Lippe 6	2590 5726 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Consolidation 6	2575 5710 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Consolidation 9	2577 5711 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Unser Fritz 3	2579 5713 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Pluto 1	2580 5710 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Pluto 2	2579 5711 002		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Pluto 3	2579 5711 003		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Pluto 4	2580 5710 003		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Pluto 5	2579 5710 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Pluto 6	2580 5710 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Pluto 7	2579 5711 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Emscher 1	2568 5707 003		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emscher 2	2568 5707 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emscher 3	2568 5707 004		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emil 1	2569 5707 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emil 2	2568 5707 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Anna 1	2569 5706 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Anna 2	2569 5706 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Carl 1	2570 5707 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Carl 2	2570 5707 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Heinrich 1	2570 5708 006		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Heinrich 2	2570 5708 007		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Heinrich 3	2570 5708 008		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Heinrich 4	2570 5708 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Fritz 1	2570 5708 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Fritz 2	2570 5708 005		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Fritz 3	2570 5708 004		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Fritz Hansenschacht	2570 5708 003		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wilhelmine Victoria 1	2574 5709 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Wilhelmine Victoria 2	2572 5709 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wilhelmine Victoria 3	2572 5709 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wilhelmine Victoria 4	2574 5709 002		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hibernia 1	2576 5708 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hibernia 2	2576 5708 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hibernia 3	2576 5708 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Dahlbusch 1	2575 5707 005		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Dahlbusch 2	2575 5707 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Dahlbusch 3	2575 5706 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Dahlbusch 4	2575 5706 003		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Dahlbusch 5	2575 5707 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Dahlbusch 6	2575 5706 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Dahlbusch 7	2575 5707 006		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Dahlbusch 8	2575 5707 003		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Dahlbusch Wetterschacht	2575 5707 004		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Zollverein 1	2572 5706 002		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Zollverein 2	2572 5706 003		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Zollverein 11	2573 5708 003		Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Bonifacius 2	2575 5704 002	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Bonifacius 3	2575 5704 001	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Bonifacius 4	2576 5705 001	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Holland 3	2578 5706 003	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Holland 4	2578 5706 004	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung und Entwässerungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Holland 5	2576 5706 002	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Alma 1	2577 5708 002	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Alma 2	2577 5708 001	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Alma 3	2577 5709 002	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Rheinelbe 1	2576 5707 001	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Rheinelbe 3	2577 5707 001	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Rheinelbe 5	2576 5706 001	-930	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Victoria Mathias 1	2570 5704 001	-855	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Victoria Mathias 2	2570 5703 001	-855	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Mathias	2569 5703 004	-855	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Beust 1	2571 5703 002	-855	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Beust 2	2571 5703 003	-855	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Graf Beust Wetterschacht Fl. Laura	2571 5703 001	-855	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich Ernestine 1	2572 5704 002	-855	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hercules 1	2571 5702 001	-870	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hercules 5	2571 5702 002	-870	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Königin Elisabeth Wilhelm	2572 5703 002	-870	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Königin Elisabeth Emil	2572 5703 003	-870	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Königin Elisabeth Wetterschacht	2572 5703 001	-870	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hubert 1	2573 5704 001	-870	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich Joachim 2	2574 5704 001	-870	Rohrleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Katharina 3	2573 5702 001	-870	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Katharina 4	2574 5703 002	-870	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Johann 1	2574 5702 001	-870	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hannover 1	2580 5708 004		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hannover 2	2580 5708 005		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hannover 3	2580 5707 003		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hannover 4	2580 5707 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hannover 5	2581 5708 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hannover 6	2580 5707 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
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 ,

Schacht	TÖB-Nr.	zu messen ab Wasserstand [m NN]	Messstelle	Messparameter
Königsgrube Wetterschacht	2580 5708 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ ,
Von der Heydt 1	2583 5712 002		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Von der Heydt 2	2583 5712 001		Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Friedrich der Große 1	2585 5713 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 2	2585 5713 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 3	2586 5714 001		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 4	2586 5714 002		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Friedrich der Große 5	2585 5715 001		Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Friedrich der Große 6	2586 5714 003		Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

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 Stichtagsmessung 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 15 und 16 definierten Schwellenwerte soll das Monitoring auf weitere Messstellen und benachbarte Grubenfelder ausgeweitet werden. Es sollten dann zusätzlich an den in Tabelle 17 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 15: 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 16: Schwellenwerte für Drücke

Grubenfelder	Messstelle	Druckdifferenz	Anzahl der Schwellenwert- erreichungen
alle bis auf Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland	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
Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, 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
Katharina	Pegel- und Entgasungsbohrung	≥ 7 hPa	≥ 24 Stunden
		≥ 5 hPa	≥ 72 Stunden
	mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 2 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 1 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen

Durch laterale Verdrängung können bei vorhandenen Gaswegigkeiten durch den Wasseranstieg in der Wasserprovinz Zollverein 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 Zollverein 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 17: Messstellen – Stufe 2

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Möller 1	Arenberg Fortsetzung 1	2566 5711 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Möller 2	Arenberg Fortsetzung 2	2566 5711 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Rheinbaben 3	Prosper 6	2564 5711 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Rheinbaben 4	Prosper 7	2564 5711 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Welheim 1				
Welheim 2				
Mathias Stinnes 3				
Mathias Stinnes 4				
Mathias Stinnes 5				

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Mathias Stinnes 5 Nordstern 1 Hugo 5 Hugo 9	Mathias Stinnes 1	2569 5710 001	Tagesoberfläche Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Mathias Stinnes 2	2569 5710 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Mathias Stinnes 5	2569 5710 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Nordstern 1	2571 5710 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Nordstern 2	2571 5710 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Nordstern 3	2572 5712 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Nordstern 4	2572 5712 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zweckel 1	Zweckel 1	2567 5718 001	Tagesoberfläche
Zweckel 2		2567 5718 002	Tagesoberfläche Lotleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Bergmannsglück 1		2572 5718 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Bergmannsglück 2		2572 5718 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Hugo Nord	Bergmannsglück 1	2572 5718 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Bergmannsglück 2	2572 5718 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hugo 5 Hugo 8	Hugo 1	2572 5714 001	Tagesoberfläche Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Hugo Nord	Hugo 2	2571 5715 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Hugo Ost	Hugo 3	2573 5712 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hugo 4	2572 5714 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hugo 5	2571 5715 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hugo 8	2571 5715 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hugo 9	2573 5713 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hugo Nord	2570 5716 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hugo Ost	2575 5716 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Schlägel & Eisen 2	Schlägel & Eisen 1	2580 5719 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schlägel & Eisen 5	Schlägel & Eisen 2	2580 5719 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schlägel & Eisen 6	Schlägel & Eisen 3	2577 5719 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schlägel & Eisen 7	Schlägel & Eisen 4	2577 5719 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Schlägel & Eisen 7	2577 5720 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Schlägel & Eisen 8	2577 5723 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Ewald 2	Ewald 1	2579 5715 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Ewald 3	Ewald 2	2579 5715 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Ewald 5	Ewald 3	2577 5716 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Ewald 4	2577 5716 002	Tagesoberfläche Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Ewald 5	2580 5717 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Ewald 6	2577 5716 001	Tagesoberfläche Lotleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Ewald 7	2579 5715 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Recklinghausen II/ 2	Recklinghausen II/ 1	2581 5714 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Recklinghausen I/ 1	Recklinghausen II/ 2	2581 5715 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 1	Recklinghausen II/ 3	2582 5716 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 2	Recklinghausen II/ 4	2581 5715 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 3	Recklinghausen I/ 2	2583 5714 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Grullbad	Von der Heydt 1	2583 5712 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Von der Heydt 2	2583 5712 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Blumenthal 2	Blumenthal 1	2583 5719 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Blumenthal 3	Blumenthal 2	2583 5719 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Blumenthal 7	Blumenthal 3	2583 5721 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Blumenthal 4	2583 5721 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Blumenthal 5	2582 5719 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ ,
	Blumenthal 6	2583 5719 002	Tagesoberfläche Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Blumenthal 7	2580 5721 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Blumenthal 8	2583 5724 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Blumenthal 2	Shamrock 1	2584 5711 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Blumenthal 3	Shamrock 2	2584 5711 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 1	Shamrock 3	2581 5711 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 2	Shamrock 4	2581 5711 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Julia 3	Shamrock 5	2585 5711 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Unser Fritz 3	Shamrock 6	2584 5711 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Pluto 1	Shamrock 8	2581 5710 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Pluto 2	Shamrock 9	2584 5711 004	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Pluto 3	Shamrock 11 (Blumenthal 11)	2581 5711 003	Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Pluto 4				
Pluto 5				
Pluto 6				

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Ewald Fortsetzung 3 Ewald Fortsetzung 4	Ewald Fortsetzung 1	2587 5723 002	Tagesoberfläche Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Ewald Fortsetzung 2	2587 5723 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Ewald Fortsetzung 3	2587 5723 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Ewald Fortsetzung 4	2589 5724 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Ewald Fortsetzung 5	2589 5724 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Consolidation 6 Consolidation 9	Consolidation 1	2575 5710 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Consolidation 2	2576 5710 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Consolidation 3	2577 5710 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Consolidation 4	2577 5711 001	Tagesoberfläche Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Consolidation 5	2575 5709 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Consolidation 6	2575 5710 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Consolidation 7	2576 5710 002	Tagesoberfläche Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Consolidation 8	2575 5709 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Consolidation 9	2577 5711 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Unser Fritz 3	Unser Fritz 1	2578 5712 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Unser Fritz 2	2579 5713 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Unser Fritz 3	2579 5713 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Unser Fritz 4	2578 5712 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Unser Fritz 5	2580 5713 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emscher 1	Prosper 1	2565 5707 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emscher 2	Prosper 4	2565 5707 005	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emscher 3	Prosper 5	2565 5707 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emil 1				
Emil 2				

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Emscher 1	Christian Levin 1	2565 5707 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emscher 2	Christian Levin 2	2565 5707 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emscher 3	Christian Levin	2565 5706 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Emil 1	Wetterschacht			
Emil 2	Carolus Magnus 1	2567 5705 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Anna 1	Carolus Magnus 2	2567 5705 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Anna 2	Carolus Magnus 3	2567 5705 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Carolus Magnus Loerchen	2566 5705 003	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Emscher 1 Emscher 2	Neu-Coeln 1	2566 5705 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emscher 3 Emil 1	Neu-Coeln 2	2566 5705 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Emil 2 Anna 1	Wolfsbank 2	2566 5704 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Anna 2	Wolfsbank 3	2566 5704 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Helene	2570 5705 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Bertha	2570 5705 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Barbara	2569 5705 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Amalie	2568 5704 003	Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Consolidation 6 Zollverein 2 Zollverein 11	Zollverein 1	2572 5706 002	Tagesoberfläche Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Zollverein 2	2572 5706 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 3	2573 5706 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 4	2573 5708 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Zollverein 5	2573 5708 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 6	2572 5705 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 7	2573 5706 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Zollverein 8	2572 5706 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 9	2572 5705 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 10	2573 5706 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 11	2573 5708 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 12	2572 5706 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Zollverein 2	Helene	2570 5705 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Zollverein 11	Bertha	2570 5705 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Barbara	2569 5705 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	Amalie	2568 5704 003	Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Holland 4	Fröhliche Morgensonne 1	2578 5704 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Fröhliche Morgensonne 2	2578 5704 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Fröhliche Morgensonne Wetterschacht	2579 5703 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Centrum 1	2580 5705 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Centrum 2	2579 5706 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Centrum 3	2580 5705 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Centrum 5	2577 5704 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Centrum 7	2580 5705 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Bonifacius 2	Bonifacius 1	2575 5704 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Bonifacius 3	Bonifacius 5	2576 5704 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Bonifacius 4	Holland 1	2578 5706 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Holland 3	Holland 2	2578 5706 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Holland 4	Holland 6	2578 5706 005	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Holland 5	Alma 4	2577 5709 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Alma 1	Alma 5	2577 5708 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Alma 2	Rheinelbe 2	2576 5707 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Alma 3	Rheinelbe 4	2578 5708 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Rheinelbe 1				
Rheinelbe 3				
Rheinelbe 5				

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Victoria Mathias 1	Friedrich Ernestine 2	2572 5704 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Victoria Mathias 2 Mathias	Victoria Mathias Wetterscht. Flöz Mathilde	2570/5703/002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Beust 1 Graf Beust 2	Victoria Mathias Wetterscht. Flöz Anna	2569/5703/002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Graf Beust Wetterschacht F. Laura	Victoria Mathias Wetterscht.	2569/5703/003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Friedrich Ernestine 1 Friedrich Ernestine 2	Tiefbauschacht Hoffnung	2569 5702 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Wilhelm	Neu Amsterdam	2571 5702 004	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Friedrich Joachim 2	Hercules 2 (Huttrop)	2572 5701 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Johann 1	Hercules 3 (Wächtlerstrasse)	2571 5702 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Katharina	Friedrich Joachim 1	2574 5704 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hubert 2	2573 5703 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Katharina 6	2573 5703 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Johann 2	2574 5702 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Johann Förderschacht	2574 5702 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Centrum 4	2576 5703 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Centrum 6	2576 5703 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Versuchsschacht Fl. Geilting	2573 5701 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Deimelsberg Wetterschacht Flöz Finefrau	2573 5701 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Deimelsberg Wetterschacht Flöz Finefrau	2573 5701 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Deimelsberg Wetterschacht	2573 5701 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Wilhelm Friedrich Joachim 2 Johann 1 Katharina	Deimelsberg Wetterschacht Flöz Kreftenscheer Utbk.	2573 5701 005	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Deimelsberg Wetterschacht Flöz Finefrau	2573 5701 006	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Klotz	2573 5701 007	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Deimelsberg 2	2574 5701 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Deimelsberg Wasserhaltungsschacht	2574 5702 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Johann Stollen	2574 5702 005	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Johann Stollen	2574 5702 006	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Wetterschacht Am Knottenberg	2574 5703 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Wetterschacht Am Bremberg	2575 5702 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Schurfschacht auf Fyne Frau	2575 5702 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

13.1.4 Messintervalle

Die Messungen der Stufe 1 sollen an allen Schächten in den in Tabelle 18 aufgeführten Intervallen erfolgen.

Tabelle 18: 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 Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland 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 Schwellenwert 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.

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 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 19 und 20 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.

Falls in den Grubenfeldern Hugo, Ewald oder General Blumenthal ein Warnwert für den Druck erreicht wird, soll die sogenannten Geotraverse in die Untersuchung einbezogen werden.

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

Tabelle 19: 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 20: Warnwerte für Drücke

Grubenfelder	Messstelle	Druckdifferenz	Anzahl der Warnwert- erreichungen
alle bis auf Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland	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
Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Holland	Pegel- und Entgasungsbohrungen und Entgasungsleitungen	≥ 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
Katharina	Pegel- und Entgasungsbohrung	≥ 7 hPa	≥ 24 Stunden
		≥ 5 hPa	≥ 72 Stunden
	mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 2 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen

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 [11]. 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 21 und 22 geben eine Übersicht über die umzusetzenden Schutzmaßnahmen und für die Durchführung des Monitorings notwendigen Maßnahmen. Die Zeitpunkte ab Abschalten der Pumpen auf der Wasserhaltung Zollverein wurde der Prognose des Wasseranstieges [16] entnommen.

Tabelle 21: Übersicht der abhängig vom Wasserstand umzusetzenden Maßnahmen

Umsetzung bis/ bei	Maßnahme	Grubenfelder
drei Monate vor Abschalten der Pumpen	- soweit noch nicht vorhanden Nachrüsten von Beobachtungs- und Nachfüllöffnungen der in Tabellen 14 und 17 genannten Tagesöffnungen mit Messstellen für Druckmessung (betrifft maximal 13 Schächte)	- Victoria Mathias, Graf Beust & Friedrich Ernestine - Katharina - Holland
Wasserstand - 930 m NN 7 Monate nach Abschalten der Pumpen	- Entgasungsleitung bzw. Pegel- und Entgasungsbohrungen betriebsbereit und funktionsfähig - Ausrüstung des Schachtes Bonifacius 2 oder 3 mit einer Entgasungseinrichtung, abhängig von der Lage der Pegel- und Entgasungsbohrung	- Holland
Wasserstand - 870 m NN 17 Monate nach Abschalten der Pumpen	- Pegel- und Entgasungsbohrung betriebsbereit und funktionsfähig - Ausrüstung der Schächte Friedrich Joachim 2 und Johann 1 mit Entgasungseinrichtungen	- Katharina
Wasserstand - 855 m NN 20 Monate nach Abschalten der Pumpen	- Pegel- und Entgasungsbohrung betriebsbereit und funktionsfähig - Ausrüstung von max. 3 noch festzulegenden Schächten mit Entgasungseinrichtungen, abhängig von der Lage der Pegel- und Entgasungsbohrung	- Victoria Mathias, Graf Beust & Friedrich Ernestine

Tabelle 22: 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 Victoria Mathias, Graf Beust & Friedrich Ernestine, Katharina und Holland
bei Erreichen des Warnwertes für den Druck	- Besaugung der Pegel- und Entgasungsbohrung bzw. Entgasungsleitung	- Victoria Mathias, Graf Beust & Friedrich Ernestine - Katharina - Holland
	- Prüfen der Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen nach 12.2	- alle bis auf Victoria Mathias, Graf Beust & Friedrich Ernestine, Katharina und Holland
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 Zollverein bis in ein Niveau von -600 m NN 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 Zollverein 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 Zollverein 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 Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland 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. In dem Zusammenhang wird das Erstellen von Pegel- und Entgasungsbohrungen vorgeschlagen.

Bei Umsetzung der Schutzmaßnahmen ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche für die Wasserprovinz Zollverein sowie die angrenzenden mit beeinflussten 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.
- 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 Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine, Katharina und Holland erfolgenden Grubenwasseranstieges umgesetzten Maßnahmen kann in dem Fall mit weiteren Maßnahmen zur Gefahrenabwehr umgehend reagiert werden, um eine Gefährdung durch Gasaustritte zu verhindern.

Essen, 22.04.2021

Der Sachverständige



(Imgrund)