

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-group.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 Amalie

PFG-Nr. 351 057 21

Essen, 10.06.2021

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 Amalie	9
5.2	Wasserstände und Wasseranstieg	9
5.3	Gaszusammensetzung und Gasfreisetzung	10
5.4	Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung.....	10
6	Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche	11
6.1	Unterscheidung verschiedener Bereiche	11
6.2	Bereiche mit abdichtendem und homogenisierendem Deckgebirge	12
6.3	Bereiche mit nicht abdichtendem und nicht homogenisierendem Deckgebirge....	12
6.4	Bereiche mit fehlendem Deckgebirge und tagesnahe Bergbau	13
6.5	Bereiche mit kontrollierter Gasabführung	13
6.6	Bereiche mit eingeschränkter Gasabführung.....	14
6.7	Bereiche mit fehlender Gasabführung	14
6.8	Bereiche direkter Beeinflussung	15
6.9	Bereiche indirekter Beeinflussung	15
6.10	Keine Beeinflussung.....	16
6.11	Bewertungsmatrix	16
7	Methodik der Bewertung	19
8	Abgrenzung des vom Wasseranstieg beeinflussten Bereiches	20
8.1	Beeinflussung innerhalb der Wasserprovinz Amalie	20
8.2	Beeinflussung außerhalb der Wasserprovinz Amalie.....	20

9	Eigenschaften des Deckgebirges	23
9.1	Grundlage der Bewertung	23
9.2	Bereich 2.....	23
9.3	Bereich 4.....	24
9.4	Bereich 6.....	25
9.5	Einstufung der Grubenfelder	27
10	Gasabführung	28
11	Bewertung der Gefährdung vor Umsetzung von Schutzmaßnahmen	31
11.1	Allgemeine Vorgehensweise	31
11.2	Gasaustritte an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen.....	31
11.3	Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank.....	32
11.4	Grubenfeld Amalie.....	34
11.5	Grubenfeld Sälzer & Neuack	34
11.6	Grubenfeld Rosenblumendelle/Hagenbeck	35
11.7	Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine	36
11.8	Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak	37
11.9	Tagesoberfläche im Bereich bekannter Tagesöffnungen.....	37
12	Schutzmaßnahmen.....	41
12.1	Schächte mit Lockermassenfüllsäulen.....	41
12.2	Bereiche mit abdichtendem oder homogenisierendem Deckgebirge	41
12.3	Bereiche mit nicht abdichtendem oder nicht homogenisierendem Deckgebirge bei direkter Beeinflussung	41
12.4	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank.....	42
12.5	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Sälzer & Neuack	44
12.6	Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Amalie.....	46
12.7	Bereiche mit nicht abdichtendem bzw. fehlendem Deckgebirge bei indirekter Beeinflussung	48
12.8	Ausführung der Pegel- und Entgasungsbohrung.....	48
12.9	Anforderungen an Gasabsauganlagen.....	49
12.10	Machbarkeit und Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen.....	49
12.11	Bewertung der Gefährdung nach Umsetzung von Schutzmaßnahmen.....	50

13	Monitoring	53
13.1	Aufbau des Monitorings.....	53
13.1.1	Stufe 1	55
13.1.2	Referenzwerte.....	58
13.1.3	Stufe 2	58
13.1.4	Messintervalle	67
13.1.5	Durchführung der Messungen.....	68
13.1.6	Warnwerte	70
13.1.7	Anpassung des Monitoringprogrammes	72
13.1.8	Koordination und Dokumentation der Monitoringprogramme.....	72
13.2	Empfehlungen zum Monitoring von potentiellen Radonaustritten	72
14	Umzusetzende Maßnahmen	72
15	Zusammenfassung	74

1 Einleitung

Die RAG Aktiengesellschaft (RAG) beabsichtigt, den Grubenwasserspiegel in der Wasserprovinz Amalie 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 Amalie 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 Amalie, Bezirksregierung Arnsberg
- [3] Wasserhebungsbereich Amalie Maßstab 1:25.000, RAG Aktiengesellschaft, 2018
- [5] Aufzeichnungen der Befahrungen der verwahrten Tagesöffnungen im Bereich des Bergwerkes Amalie, E.ON SE, 2018
- [6] Aufzeichnungen der Befahrungen der verwahrten Tagesöffnungen im Bereich des Bergwerkes Amalie, thyssenkrupp Business Services GmbH, 2019
- [7] Messungen an verfüllten Schächten in der Wasserprovinz Amalie, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [8] Archivunterlagen zu verwahrten Tagesöffnungen, DMT GmbH & Co.KG, 2021
- [9] Schachtdaten verfüllter Schächten in der Wasserprovinz Amalie, 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 Verwahren 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 Amalie von Dr. Christoph Klinger, 31.05.2021, DMT GmbH & Co. KG. GEE5-2016-01186-I

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 Christian Levin / Wolfsbank - Lage der relevanten Sohlen
- Anlage 6: Bergwerk Sälzer & Neuack - Lage der 1., 2. und 3. Sohle
- Anlage 7: Bergwerk Amalie - Lage der 6. Sohle
- Anlage 8: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche mit Schutzmaßnahmen
- Anlage 9: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten mit Schutzmaßnahmen
- Anlage 10: Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an mit Lockermassen verfüllten Schächten mit Schutzmaßnahmen

4 Beeinflussung der Ausgasung durch den Wasseranstieg

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

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

Die Wasserprovinz Amalie liegt am südlichen Rand des Ruhrreviers und erstreckt sich auf einer Länge von 12,5 km in nordost-südwestlicher Richtung und bis zu 9 km in Nord-Süd Richtung. Insgesamt wird eine Fläche von 54,2 km² eingenommen.

Die Wasserprovinz Amalie umfasst die Stadtgebiete Mülheim und Essen.

Die Steinkohlegewinnung innerhalb der Wasserprovinz Amalie lief 1966 mit der Stilllegung der Bergwerke Rosenblumendelle/Wiesche und Amalie aus.

Innerhalb der Wasserprovinz Amalie befinden sich zahlreiche stillgelegte Tagesöffnungen. Im südlichen Bereich der Wasserprovinz stehen die Schächte direkt im Karbon und mit dem nördlichsten Schacht Christian Levin 1 wurde ein bis zu 165 m mächtiges Deckgebirge durchteuft. Die Tiefbauschächte sind zum größten Teil mit Lockermassenfüllsäulen und zum kleineren Teil mit kohäsiven Füllsäulen verwahrt. Die mit Lockermassen verfüllten Schächte verfügen teilweise bereits über montierte Entgasungseinrichtungen bzw. können damit ausgestattet werden. Der Schacht Amalie soll mit einer kohäsiven Teilfüllsäule verwahrt und mit einer Entgasungsleitung zur gezielten Entgasung ausgestattet werden.

5.2 Wasserstände und Wasseranstieg

Die Wasserhaltung erfolgt derzeit noch über die Schächte Amalie und Marie. Die Wasserannahme erfolgt auf der 9. Sohle in einem Niveau von ca. -920 m NN.

Die derzeitigen Wasserstände in den einzelnen Grubenfeldern innerhalb der Wasserprovinz ergeben sich aus dem Pumpniveau und den Niveaus der Übertrittstellen. Sie liegen in folgenden Niveaus:

- Hagenbeck: -460 m NN
- Rosenblumendelle: -440 m NN
- Kronprinz: -266 m NN
- Neu-Wesel: -514 m NN

Es wird damit gerechnet, dass der Wasseranstieg bis -600 m NN über einen Zeitraum von rund 10 Jahre erfolgt [15].

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.

Messungen an ausgasenden verwahrten Schächten ergaben CH₄-Gehalte von bis zu 4 Vol.-%, und CO₂-Gehalte von bis zu 8,5 Vol.-%.

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

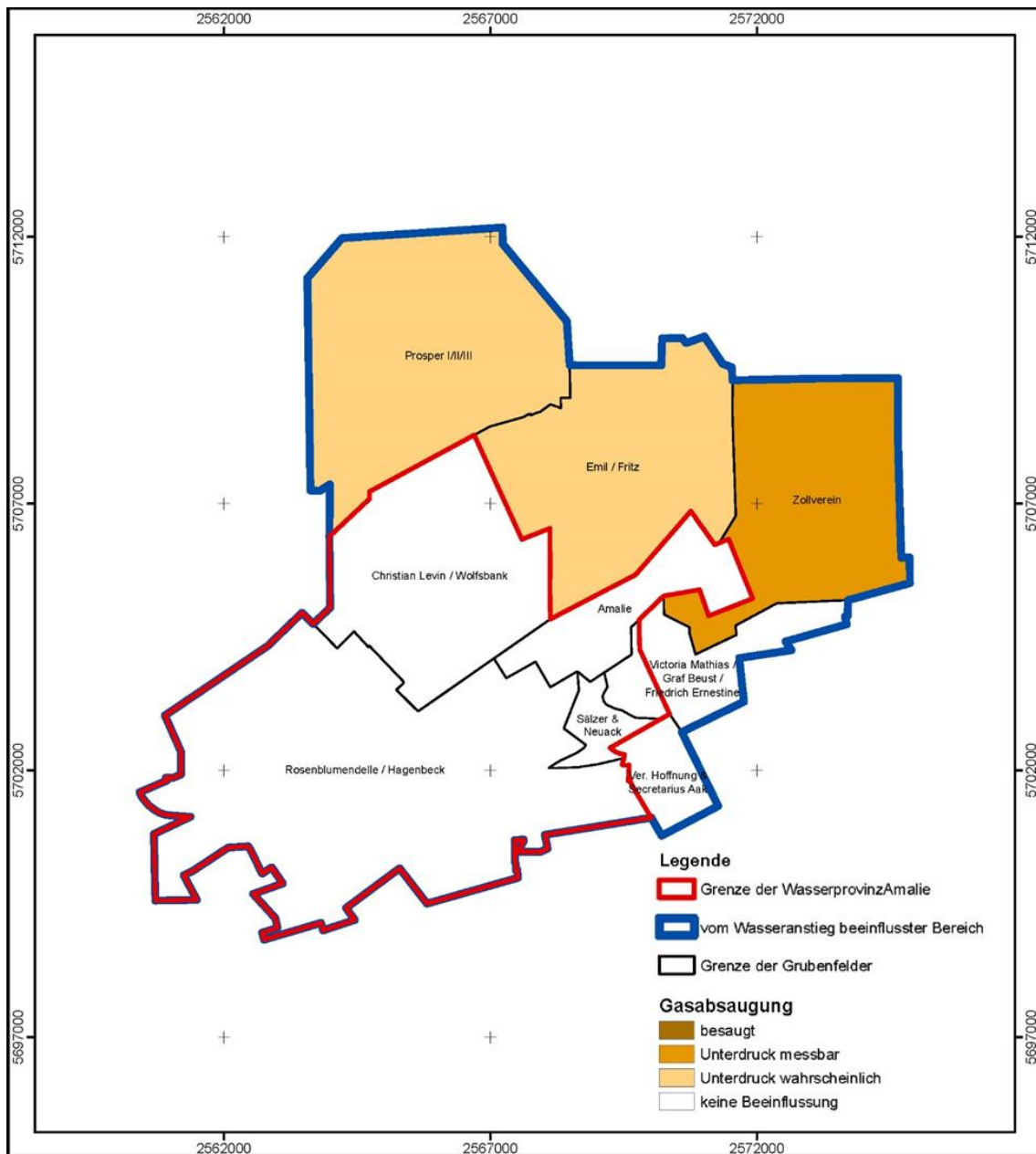
Abhängig von barometrischen Luftdruckschwankungen findet ein Gasaustausch zwischen abgeworfenen Grubenbauen und der freien Atmosphäre statt. Bei niedrigen Luftdrücken bzw. Luftdruckabfällen strömt Gas planmäßig über Entgasungsleitungen in verfüllten Schächten oder unplanmäßig über andere Strömungswege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

5.4 Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung

Im Bereich der Wasserprovinz Amalie findet keine Grubengasgewinnung statt. Eine Aufprägung des Unterdruckes der in umliegenden Grubenfeldern (Osterfeld, Prosper-Haniel, Hugo) betriebenen Grubengasgewinnung auf die Grubenfelder innerhalb der Wasserprovinz Amalie ist nicht eindeutig nachzuweisen.

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

Abbildung 1: Beeinflussung durch die Grubengasgewinnung



6 Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche

6.1 Unterscheidung verschiedener Bereiche

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

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

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

Die Gasführung der Steinkohlenlagerstätte, genauer gesagt der CH_4 -Inhalte der Kohle und des Gesteins, ist in diesem Zusammenhang sekundär. Mit Ausnahme tagesnaher Grubenbaue am südlichen Rand der Wasserprovinz Amalie 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.

6.2 Bereiche mit abdichtendem und homogenisierendem Deckgebirge

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

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

6.3 Bereiche mit nicht abdichtendem und nicht homogenisierendem Deckgebirge

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

Bereiche mit fehlendem Deckgebirge und tagesnahem 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].

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 Amalie 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 wasserantriebsbedingte 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 wasserantriebsbedingten Gasaustritten bzw. Gasverdrängung zugeordnet werden kann. Diese wird für Bereiche direkter Beeinflussung (Tabelle 1) und Bereiche indirekter Beeinflussung (Tabelle 2) unterschieden.

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

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

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

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

7 Methodik der Bewertung

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

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

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

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

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

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

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

Innerhalb der Wasserprovinz Amalie erfolgt ein Grubenwasseranstieg nur in den Grubenfeldern Christian Levin/Wolfsbank und Amalie. Eine laterale Verdrängung von Grubengas aus diesen Grubenfeldern in das benachbarte Grubenfeld Rosenblumendelle/Hagenbeck ist im Zuge des Grubenwasseranstieges möglich.

8.2 Beeinflussung außerhalb der Wasserprovinz Amalie

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.

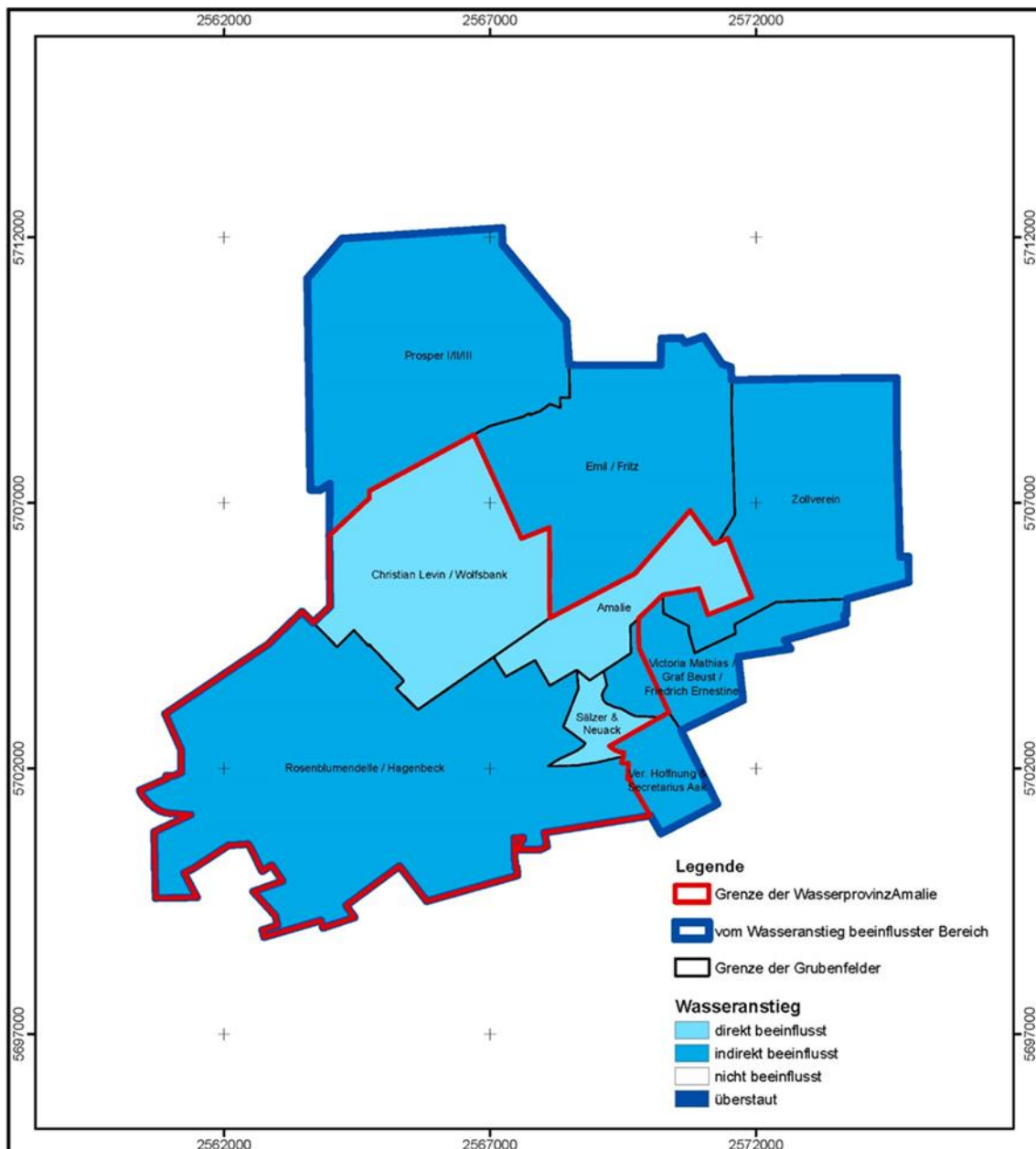
Tabelle 3 zeigt die untersuchten, an die Wasserprovinz Amalie angrenzenden Grubenfelder. Benachbarte Grubenfelder, bei denen eine laterale Verdrängung von Grubengas aus der Wasserprovinz Amalie heraus möglich ist und die nicht über ein umgesetztes Entgasungskonzept und damit eine kontrollierte Gasabführung verfügen, sind in die weiteren Bewertungen mit einbezogen worden.

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

Grubenfeld außerhalb der Wasserprovinz Amalie	Entgasungskonzept	Grubenfeld innerhalb der Wasserprovinz Amalie	Gasabführung	Wahrscheinlichkeit der Verdrängung von Gas	Art der Gaswegigkeit
Baufelder Prosper I/II/III	nein	Christian Levin/Wolfsbank	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Emil/Fritz	nein	Christian Levin/Wolfsbank	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
		Amalie	eingeschränkt	hoch	Abbauannäherungen
Zollverein	nein	Amalie	eingeschränkt	hoch	Abbauannäherungen
Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine	nein	Amalie	eingeschränkt	hoch	Abbauannäherungen
	nein	Sälzer & Neuack	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Ver. Hoffnung & Secretarius Aak	nein	Sälzer & Neuack	fehlend	sehr hoch	Abbauannäherungen
Concordia	-	-	-	-	keine
Alstaden	-	-	-	-	keine
Oberhausen	-	-	-	-	keine

Der im Rahmen der weiteren Bewertungen betrachtete Bereich wird daher über die Grenze der Wasserprovinz Amalie hinaus um die Grubenfelder Prosper I/II/III, Emil Fritz, Zollverein, Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine und Ver. Hoffnung & Secretarius Aak erweitert (Abbildung 2).

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



9 Eigenschaften des Deckgebirges

9.1 Grundlage der Bewertung

Bezüglich der Gasführung im Ruhrgebiet in Abhängigkeit des Gasinhalts-Teufen-Trends, der Tektonik und der Gesteinskomposition des Deckgebirges im Hinblick auf ihre Durchlässigkeit wurde ein durch die RAG finanziertes Forschungsvorhaben von der DMT durchgeführt [1]. Ein Ergebnis dieses Forschungsvorhabens ist eine Einteilung des Ruhrreviers in sieben Gefährdungsbereiche bezüglich der Oberflächenausgasung in Abhängigkeit von der Gasmigration durch das Deckgebirge. Die Ausgasung an den Schächten ist davon entkoppelt, da diese generell als mögliche Gasströmungswege zu betrachten sind. Die Wasserprovinz Amalie und die angrenzenden betrachteten Grubenfelder können in die drei Bereiche 2, 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.

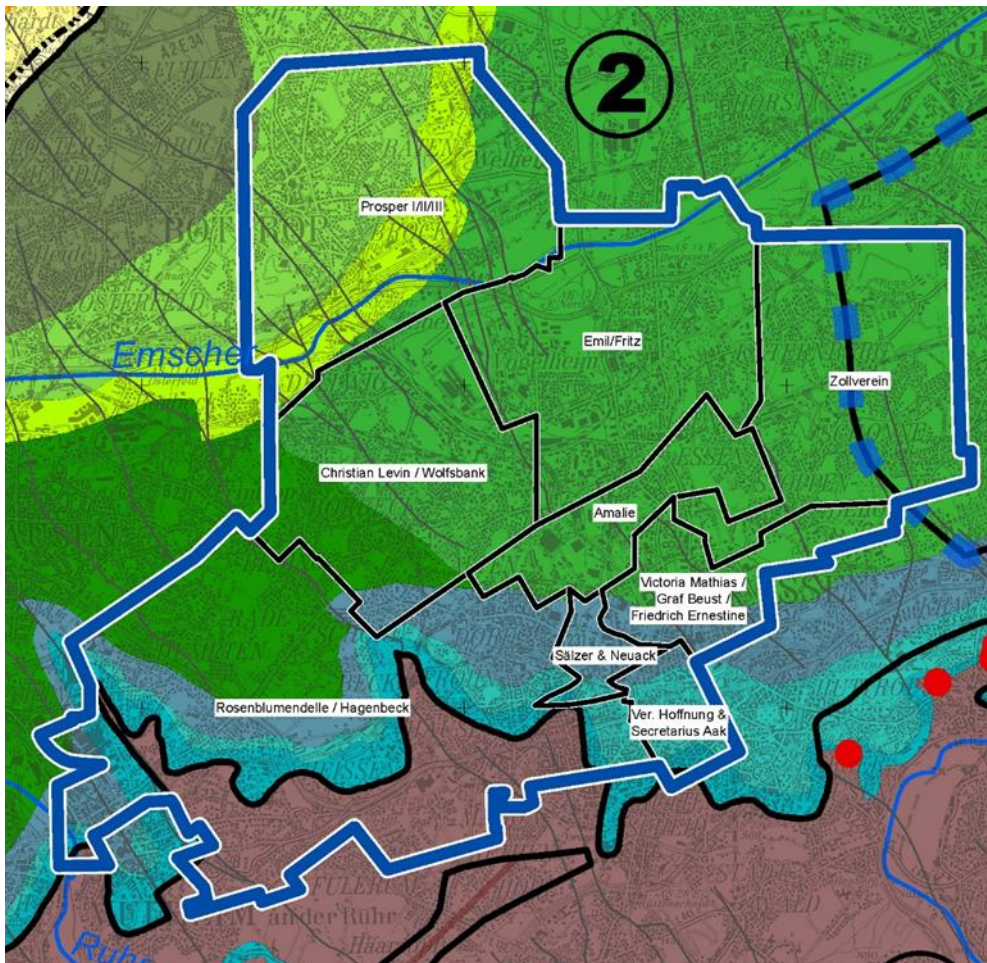
Die Deckgebirgsschichten sind gasfrei bzw. eine eventuelle Gasbildung ist hier so gering, dass sie an der Oberfläche nicht detektiert werden kann. Eine zusätzliche undurchlässige Barriere bilden – soweit vorhanden – die Ablagerungen des Zechsteins.

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 größte Teil der Wasserprovinz Amalie ist dem Bereich 2 zuzurechnen (Abbildung 3).

Abbildung 2: Erstreckung des Bereiches 2



9.3 Bereich 4

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.

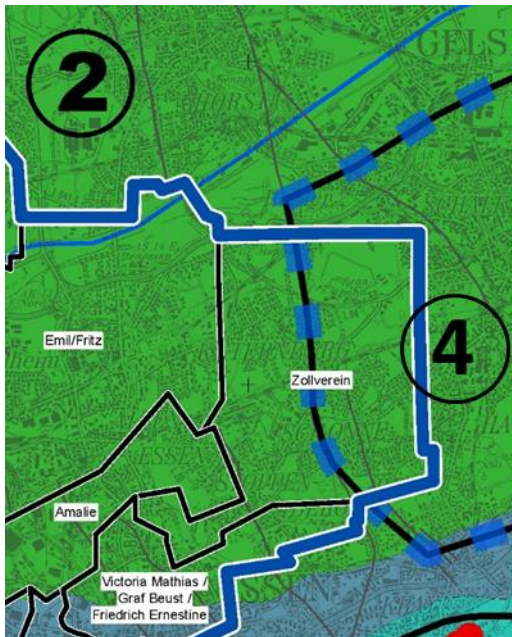
Beim Abteufen von Schächten und in Bohrungen wurden Gase in den Schichten unterhalb des Emscher-Mergels angetroffen. Auch hier verhindert die geringe Durchlässigkeit des Emscher-Mergels in der Regel merkliche Gasaustritte an der Tagesoberfläche.

Es fehlt gegenüber Bereich 3 die Vergleichmäßigung eventueller, geringer Gaszuflüsse 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.

Das Grubenfeld Zollverein ist dem Bereich 4 zuzuordnen (Abbildung 3).

Abbildung 3: Erstreckung der Bereich 4



9.4 Bereich 6

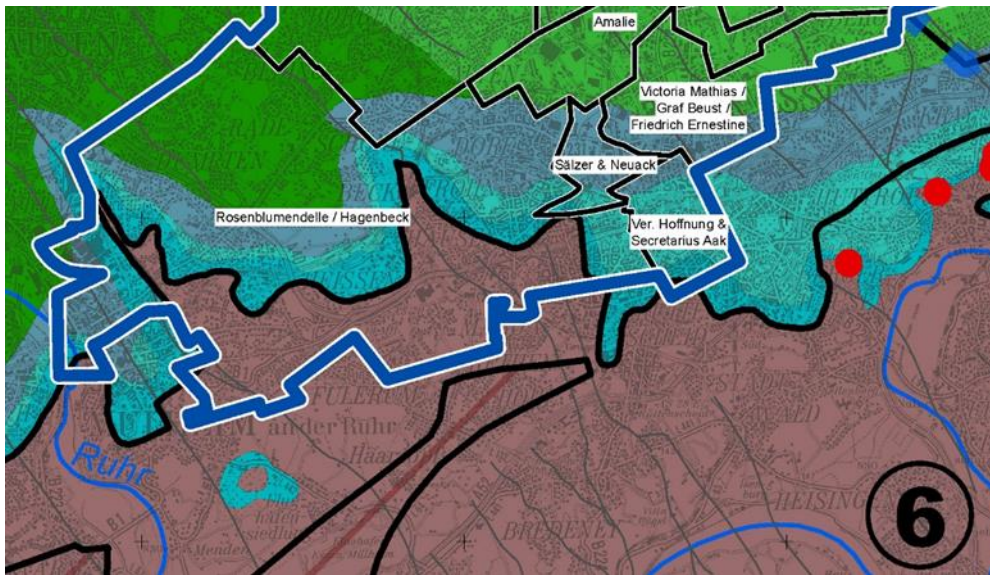
Südlich der Verbreitung der Kreide und östlich des Tertiärs streicht das Steinkohlengebirge an der Tagesoberfläche aus (Quartär abgedeckt). Dort wurden punktuell einzelne geringe Gaszuströme sowohl von Methan als auch von Kohlendioxid beobachtet.

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 Amalie ist dem Bereich 6 zuzurechnen (Abbildung 4).

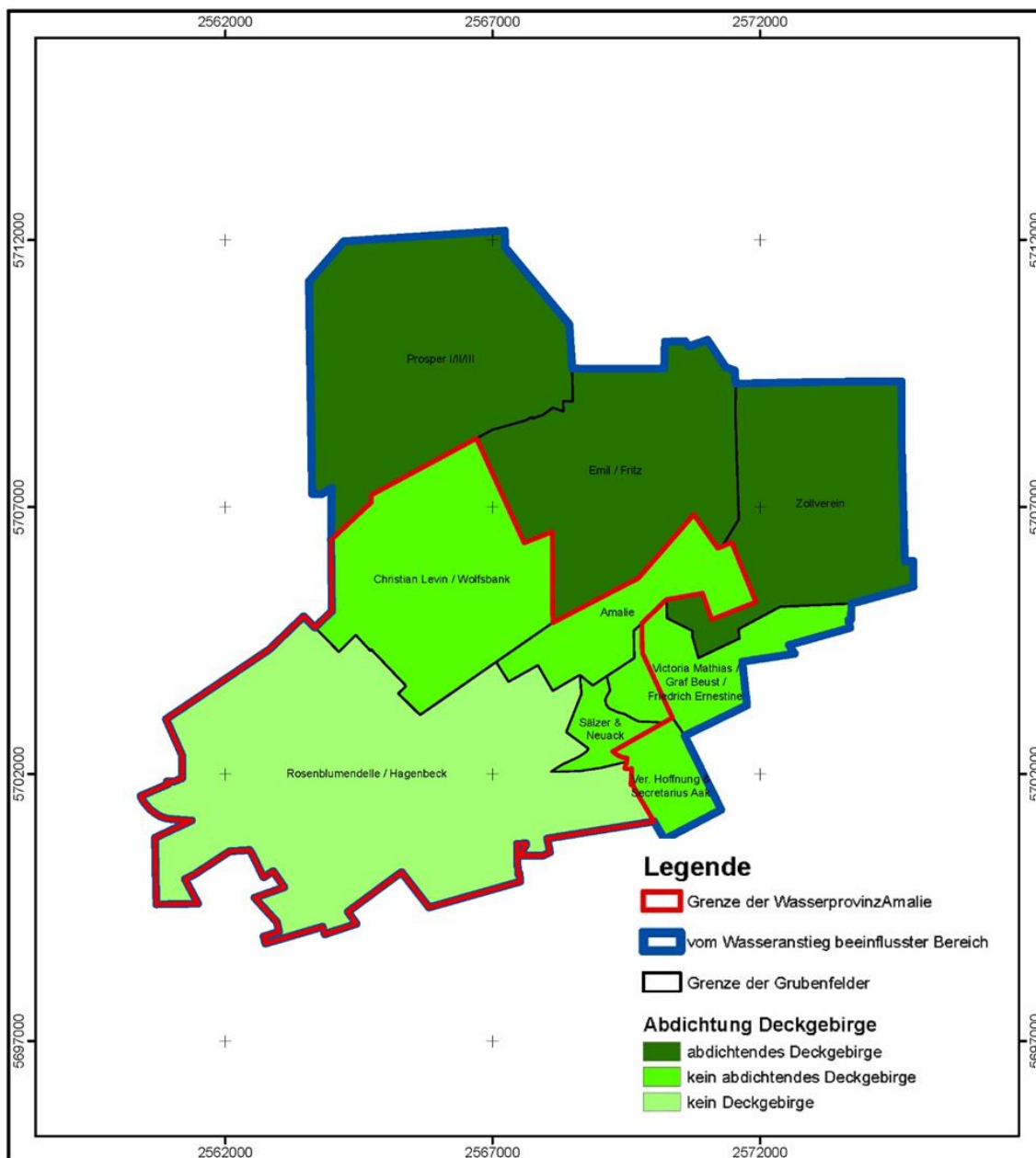
Abbildung 4: Erstreckung des Bereiches 6



9.5 Einstufung der Grubenfelder

Nach der Bewertungsmatrix ergibt sich die in Abbildung 5 dargestellte Einstufung der betrachteten Grubenfelder in Bezug auf die Eigenschaften des Deckgebirges.

Abbildung 5: Einstufung der Grubenfelder bezüglich der Eigenschaften des Deckgebirges



10 Gasabführung

Innerhalb der Wasserprovinz Amalie ist derzeit kein Schacht mit einer Entgasungsleitung ausgestattet. Es ist jedoch geplant, den Schacht Amalie der derzeit noch betriebenen Wasserhaltung Amalie mit einer Entgasungsleitung auszustatten. Durch den direkten Anschluss der Entgasungsleitungen an das offene und wasserfreie Grubengebäude kann anfallendes Grubengas gezielt angenommen und abgeführt 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.

Hauptsächlich bestehen innerhalb der Wasserprovinz Amalie und in den angrenzenden Grubenfeldern Schächte, 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 6 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 6: Einstufung der Grubenfelder bezüglich der Gasabführung

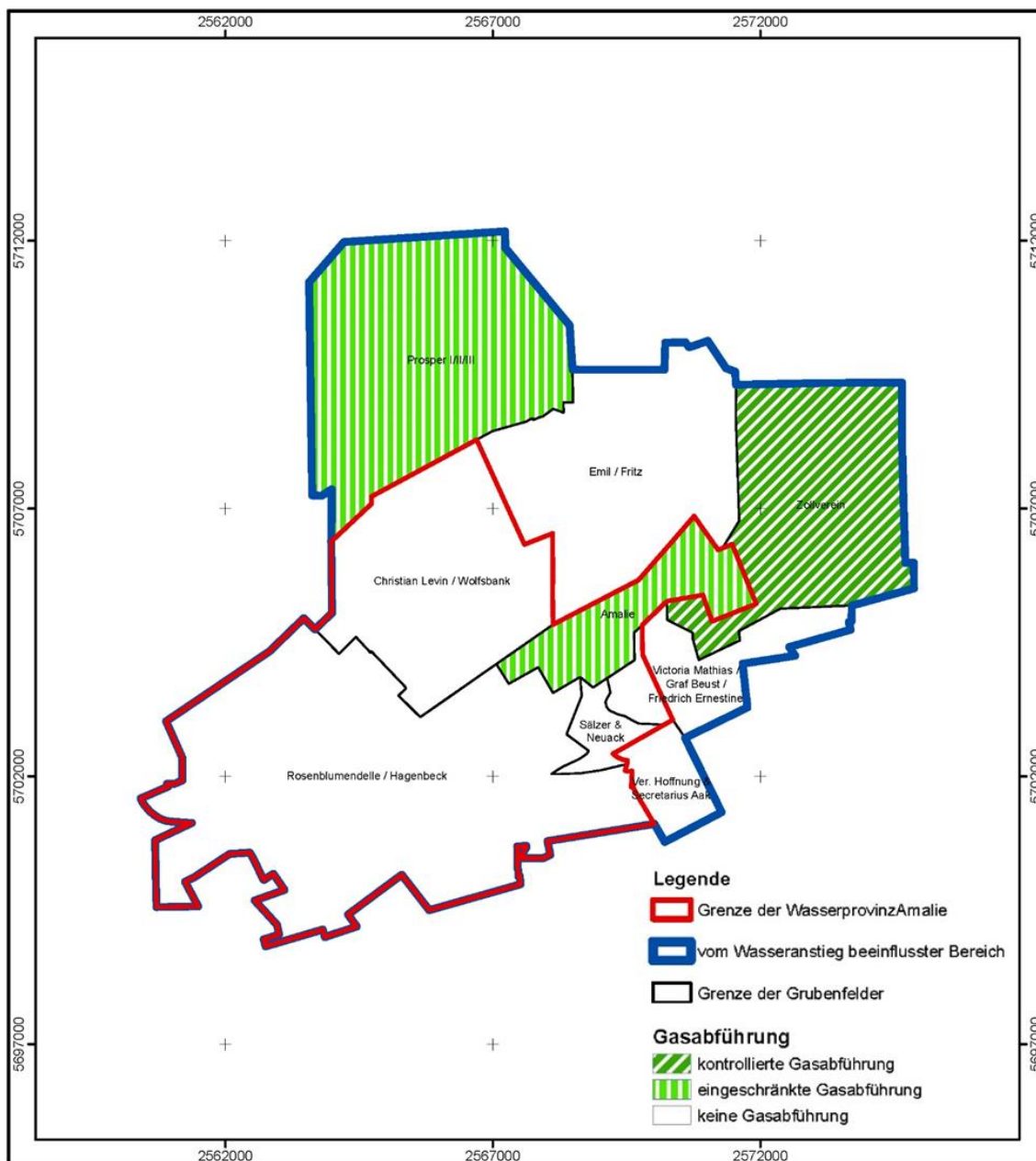


Tabelle 4: Entgasungsmöglichkeiten innerhalb der betrachteten Grubenfelder

Grubenfeld	Schächte/Tageszugänge		Entgasungsleitungen	Bewertung
	Lockermassen- verfüllung	kohäsive Verfüllung		
Christian Levin/Wolfsbank	19	3	nicht vorhanden Entgasung über Amalie bis Wasserstand -750 m NN	fehlende Gasabführung ab Wasserstand -750 m NN
Amalie	4	2	Amalie (geplant)	eingeschränkte Gasabführung
Sälzer & Neuack	24	3	nicht vorhanden Entgasung über Amalie bis Wasserstand -620 m NN	fehlende Gasabführung ab Wasserstand -620 m NN
Rosenblumendelle/Hagenbeck	>300	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Baufelder Prosper I/II/III	1	11	Prosper 8	eingeschränkte Gasabführung
Emil/Fritz	17	-	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Zollverein	3	9	Zollverein 1 Zollverein 2 (geplant) Zollverein 11	kontrollierte Gasabführung
Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine	10	1	nicht vorhanden	fehlende Gasabführung
Ver. Hoffnung & Secretarius Aak	>14	-	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

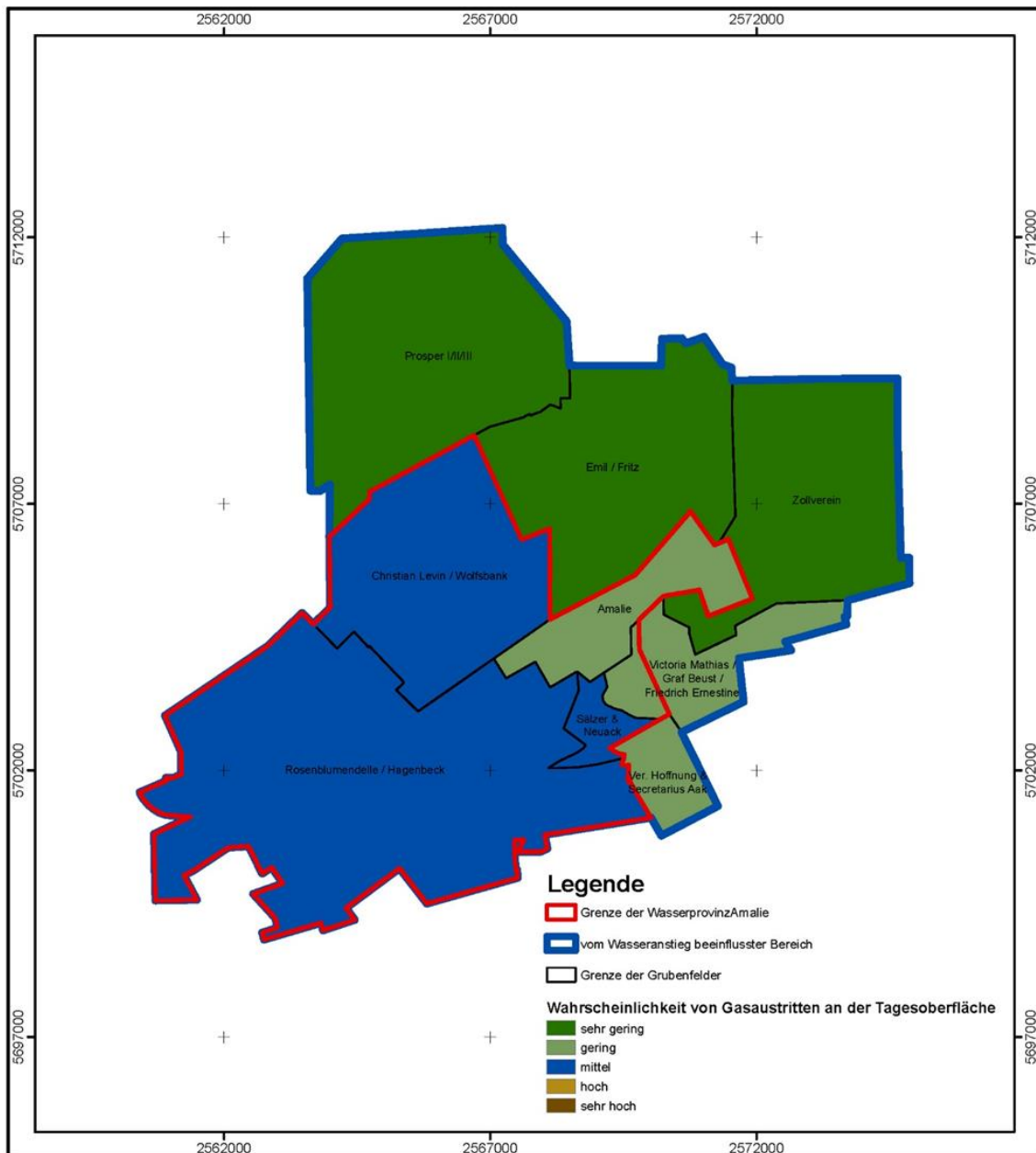
Abbildung 7 und Anlage 2 zeigen die Einstufung der einzelnen Grubenfelder hinsichtlich einer Gefährdung durch Gasaustritte an der Tagesoberfläche, wobei eine Umsetzung von Schutzmaßnahmen noch nicht berücksichtigt ist.

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

- Christian Levin/Wolfsbank (Baufeld Wolfsbank),
- Amalie (Baufeld Amalie),
- Sälzer & Neuack,
- Rosenblumendelle/Hagenbeck
- Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine,
- Ver. Hoffnung & Secretarius Aak.

Diese Grubenfelder werden nachfolgend im Detail betrachtet.

Abbildung 7: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen



11.3 Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank

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

Oberhalb des derzeitigen Wasserspiegels sind die Baufelder Christian Levin, Wolfsbank und Amalie über den Verbindungsquerschlag auf 9. Sohle Amalie (ca. -920 m NN) verbunden. Weiterhin existiert eine Streckenverbindung über die 7. Sohle Wolfsbank (ca. -700 m NN), über den Blindschacht W81 und die 8. Sohle Amalie (ca. -750 m NN).

Nach Überstauung der 8. Sohle Amalie und auch nach dem Wasseranstieg bis -600 m NN verbleiben Streckenverbindungen zwischen den Baufeldern Christian Levin, Neu-Cöln, Carolus Magnus, Wolfsbank und Neu-Wesel. Die Streckenverbindung zwischen den Baufeldern Christian Levin und Wolfsbank befindet sich auf der 6. Sohle Wolfsbank (ca. -515 m NN). Die höchstgelegene Streckenverbindung zwischen den Baufeldern Wolfsbank und Neu-Wesel besteht über die 3. Sohle Wolfsbank (ca. -150 m NN).

Innerhalb des Grubenfeldes besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen. Die Anbindung an die geplante Entgasungsleitung des Schachtes Amalie entfällt ab einem Wasserstand von -750 m NN.

In diesem Zusammenhang ist der prognostizierte Verlauf des Wasseranstieges zu berücksichtigen. Im Niveau -905 m NN besteht eine Übertrittsstelle vom Grubenfeld Amalie zum Grubenfeld Zollverein. Innerhalb des Wasserweges bestehen zwei Dämme im Niveau von -908 m NN bestehen, die auf eine Überstauung von 56 m ausgelegt sind. Als Worst-Case-Szenario wird in der Prognose [16] jedoch ein weiterer Anstieg bis in das Niveau der 8. Sohle unterstellt, über die das Wasser schließlich in Richtung Zollverein übertreten kann. Der Wasseranstieg bis in ein Niveau von -837 m NN wird voraussichtlich innerhalb von drei Monaten erfolgen. Es wird davon ausgegangen, dass dann zunächst über einen Zeitraum von etwa drei Jahren Wasser in die Wasserprovinz Zollverein übertritt und dann mit Ausgleich der Wasserstände der weitere Wasseranstieg in den beiden Wasserprovinzen Amalie und Zollverein gleichermaßen erfolgt.

Dies bedeutet, dass die Gaswegigkeit zwischen dem Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank und der Entgasungsleitung im Schacht Amalie möglicherweise in etwa drei Monaten nach Abschalten der Wasserhaltung Amalie knapp überstaut wird, jedoch dann über etwa drei Jahre kein weiterer Wasseranstieg in den Grubenfeldern Amalie und Christian Levin/Wolfsbank erfolgt. Somit erfolgt innerhalb dieses Zeitraumes auch keine weitere signifikante wasseranstiegsbedingte Verdrängung von Grubengas. Diese setzt erst mit dem weiteren Wasseranstieg etwa drei Jahre und drei Monate nach Abschalten der Wasserhaltung Amalie ein.

Das Grubenfeld ist weitgehend von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert. Im Südwesten des Baufeldes Wolfsbank, im Umfeld des Schachtes Wolfsbank 1, beträgt die Deckgebirgsmächtigkeit bei einer teils fehlenden Abdeckung durch den Emschermergel weniger als 50 m. Das Deckgebirge läuft unmittelbar am südlichen Rand des Baufeldes aus. Die Tagesoberfläche in diesem Bereich ist im Wesentlichen durch Wohnbebauung genutzt.

Dort befinden sich zudem mehrere mit Lockermassen verfüllte Tagesöffnungen, die zum Teil unmittelbar in bebauten Bereichen liegen.

Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesem Grubenfeld als mittel einzustufen. Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche im Bereich der mit Lockermassen verfüllten Tagesöffnungen ist dagegen als sehr hoch einzustufen. Ohne weitere Schutzmaßnahmen ist daher eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch wasseranstiegsbedingte Austritte von Grubengas nicht auszuschließen.

Es bestehen derzeit aufgrund fehlender Leitungen mit Anschluss an das Grubengebäude keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges einen Druckanstieg im Grubengebäude 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

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

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

Das Grubenfeld ist weitgehend von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert. Im Südwesten des Baufeldes beträgt die Deckgebirgsmächtigkeit weniger als 50 m.

Die Tagesoberfläche ist in weiten Teilen durch eine Nutzung als Wohngebiet bzw. Industrie- und Gewerbegebiet gekennzeichnet.

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

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

11.5 Grubenfeld Sälzer & Neuack

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

Innerhalb des Grubenfeldes Sälzer & Neuack besteht keine kontrollierte Gasabführung über Entgasungsleitungen. Innerhalb des benachbarten Grubenfeldes Amalie ist im Zuge der Verfüllung des Schachtes Amalie die Herrichtung einer Entgasungsleitung zur kontrollierte Gasabführung vorgesehen. Oberhalb des derzeitigen Wasserspiegels bestehen Streckenverbindung zum Grubenfeld Amalie auf der 7. Sohle Amalie (-620 m NN), 8. Sohle Amalie (-750 m NN) und 9. Sohle Amalie (-920 m NN). Somit wird die Anbindung des Grubenfeldes Sälzer & Neuack unterbrochen, wenn die 7. Sohle Amalie überstaut wird.

Das Grubenfeld ist weitgehend von einem geringmächtigen Deckgebirge des Bereiches 2 überlagert. Die Deckgebirgsmächtigkeit beträgt bei fehlender Abdeckung durch den Emschermergel weniger als 50 m. Die Tagesoberfläche ist durch eine weitgehend dichte, teils innerstädtische Bebauung und die Nutzung durch Industrie- bzw. Gewerbebetriebe gekennzeichnet.

In der südwestlichen Hälfte des Grubenfeldes befinden sich zudem mehrere mit Lockermassen verfüllte Tagesöffnungen, die zum Teil unmittelbar in Bereichen dichter Wohnbebauung sowie in Industrie- bzw. Gewerbegebieten und liegen.

Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesem Grubenfeld als mittel einzustufen. Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche im Bereich der mit Lockermassen verfüllten Tagesöffnungen ist dagegen als sehr hoch einzustufen. Ohne weitere Schutzmaßnahmen ist daher eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch wasseranstiegsbedingte Austritte von Grubengas nicht auszuschließen.

Es bestehen nach Überstauung der 7. Sohle Amalie aufgrund fehlender Leitungen mit Anschluss an das Grubengebäude keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges einen Druckanstieg im Grubengebäude zu erkennen.

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

11.6 Grubenfeld Rosenblumendelle/Hagenbeck

Es bestehen Abbauannäherungen jeweils zwischen dem Grubenfeldern Rosenblumendelle/Hagenbeck und den Grubenfeldern Sälzer & Neuack, Amalie sowie Christian Levin/Wolfsbank. Daher kann das Grubenfeld Rosenblumendelle/Hagenbeck im Zuge des Grubenwasseranstieges hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst werden.

Oberhalb des Wasserspiegels besteht eine Verbindung der einzelnen Baufelder untereinander unter anderem über die 5. Sohle Rosenblumendelle bzw. die 6. Sohle Hagenbeck (ca. -455 m NN).

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 teilweise dichte innerstädtische Bebauung gekennzeichnet.

Weiterhin besteht eine große Zahl mit Lockermassen verfüllter Tagesöffnungen des Altbergbaus, die zum Teil in Bereichen einer intensiv genutzten Tagesoberfläche liegen.

Für das Grubenfeld Rosenblumendelle/Hagenbeck ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche aufgrund der Qualität der Gaswegigkeiten als mittel einzustufen. Die Wahrscheinlichkeit von Gasaustritten an der Tagesoberfläche im Bereich der verfüllten Tagesöffnungen ist dagegen als hoch einzustufen. Ohne weitere Schutzmaßnahmen ist daher eine Gefährdung der Tagesoberfläche durch wasseranstiegsbedingte Austritte von Grubengas nicht auszuschließen.

Im Grubenfeld Rosenblumendelle/Hagenbeck bestehen derzeit keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges in den Grubenfeldern Sälzer & Neuack, Amalie und Christian Levin/Wolfsbank eine mögliche laterale Gasverdrängung zu erkennen.

Gasübertritte aus dem Grubenfeldern Sälzer & Neuack, Amalie und Christian Levin/Wolfsbank müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

11.7 Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine

Zwischen den Grubenfeldern Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine und Amalie sowie Sälzer & Neuack besteht Abbauannäherungen. Daher kann das Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine im Zuge des Wasseranstieges hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst werden.

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. 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.

Für das Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine ist die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche aufgrund der Qualität der Gaswegigkeiten als gering einzustufen. Im Grubenfeld Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine bestehen jedoch derzeit keine Möglichkeiten, den tatsächlichen Druck im Grubengebäude zu messen und somit im Zuge des Wasseranstieges in den Grubenfeldern Sälzer & Neuack und Amalie eine mögliche laterale Gasverdrängung zu erkennen.

Gasübertritte aus den Grubenfeldern Sälzer & Neuack und Amalie müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

11.8 Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak

Das Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak weist Verbindungen zum Grubenfeld Sälzer & Neuack über Abbauannäherungen auf. Somit kann das Grubenfeld Ver. Hoffnung & Secretarius Aak im Zuge des Wasseranstieges im Grubenfeld Sälzer & Neuack hinsichtlich der Ausgasung indirekt beeinflusst 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 aufgrund der Qualität der Gaswegigkeiten als gering einzustufen. 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 Sälzer & Neuack eine mögliche laterale Gasverdrängung zu erkennen.

Gasübertritte aus dem Grubenfeld Sälzer & Neuack müssen somit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

11.9 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 515 bekannte Tagesöffnungen.

Im Umfeld der verfüllten Tagesschächte sind zum Teil ausgasungstechnische Schachtschutzbereiche ausgewiesen, in denen die Nutzung eingeschränkt bzw. bei Umsetzung entsprechender Schutzmaßnahmen möglich ist. Dies gilt nicht für die Tagesöffnungen des Altbergbaus, die in der südlichen Hälfte des betrachteten Bereiches befinden.

Abbildung 8 und Anlage 3 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten. Abbildung 9 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 8: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an kohäsiv verfüllten Schächten – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen

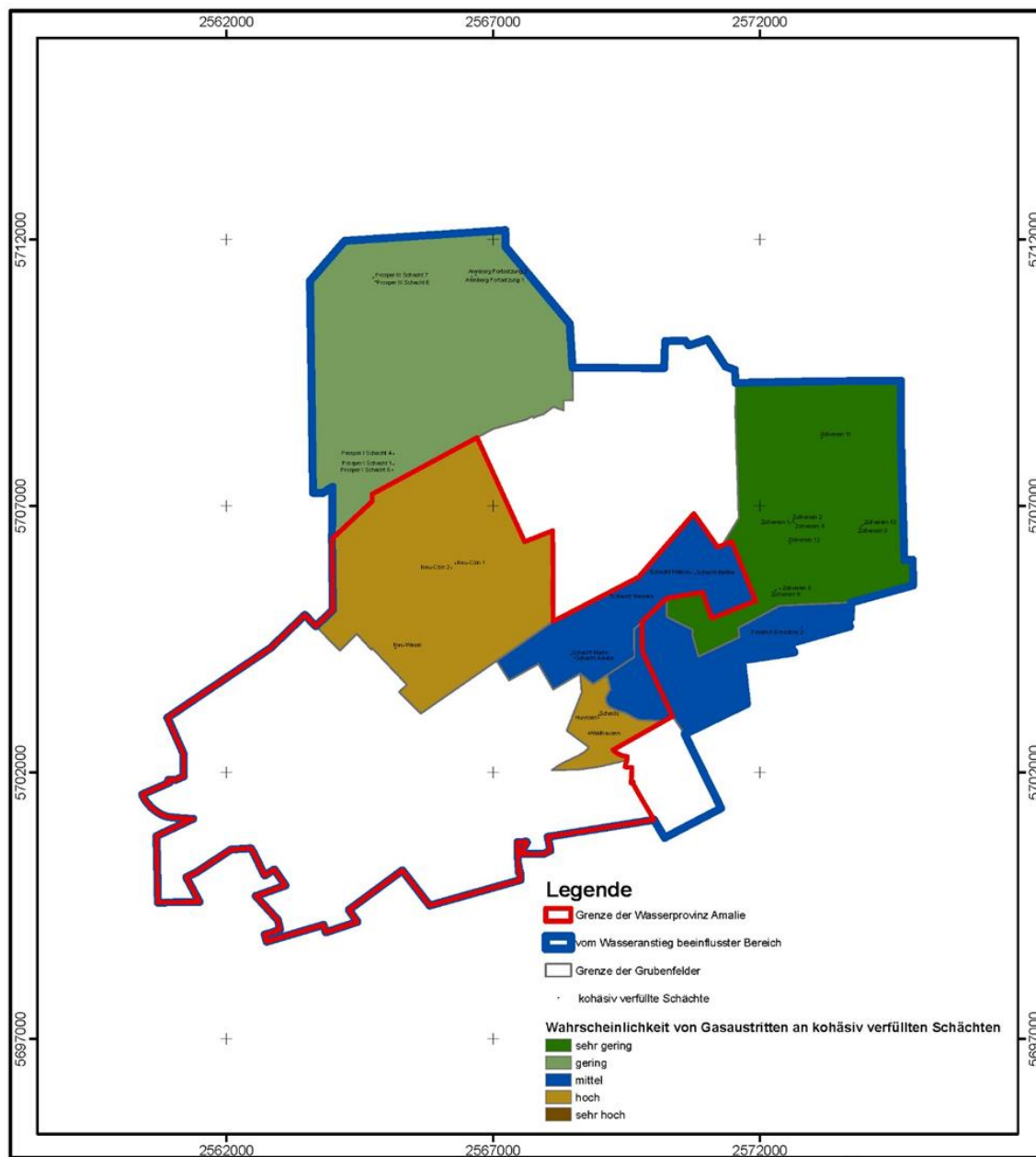
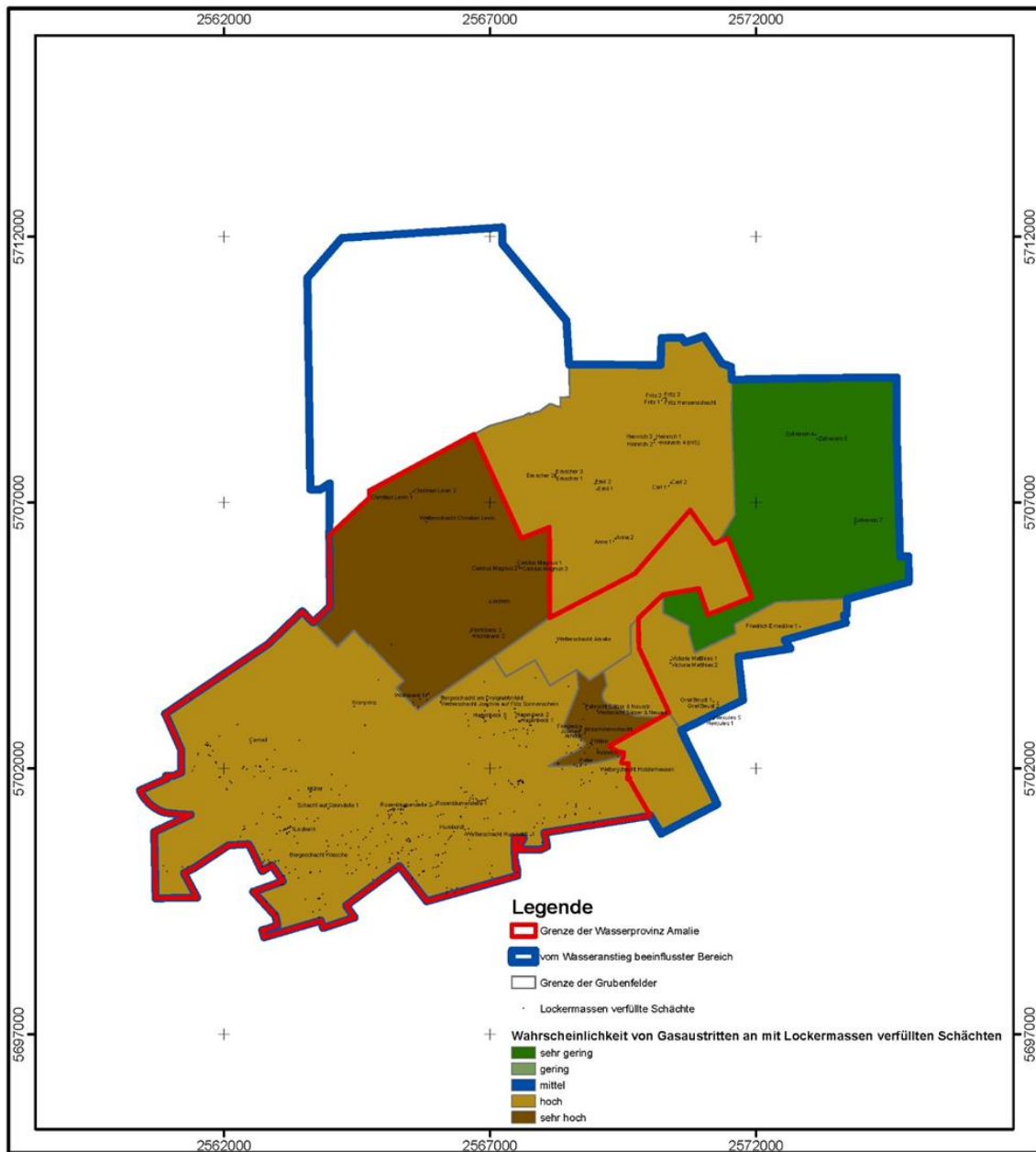


Abbildung 9: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an mit Lockermassen verfüllten Schächten – ohne Umsetzung von Schutzmaßnahmen



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 Christian Levin/Wolfsbank, Amalie sowie Sälzer & Neuack 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 Christian Levin/Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack sind als Bereiche mit nicht abdichtendem bzw. nicht homogenisierendem Deckgebirge bei gleichzeitig direkter Beeinflussung und fehlender bzw. eingeschränkter Gasabführung eingestuft. Die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche außerhalb von Schachtbereichen ist in diesen Grubenfeldern als mittel bzw. gering 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:

- 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. die Entgasungsleitung,
- Überwachung der Drücke an der Füllsäulenoberfläche von mit Lockermassen verfüllten Schächten,
- Umsetzung einer aktiven Entgasung über Besaugung von Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. der Entgasungsleitung im Falle des Aufbaus eines dauerhaften Überdruckes im Grubengebäude.

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 der Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. der Entgasungsleitung notwendig.

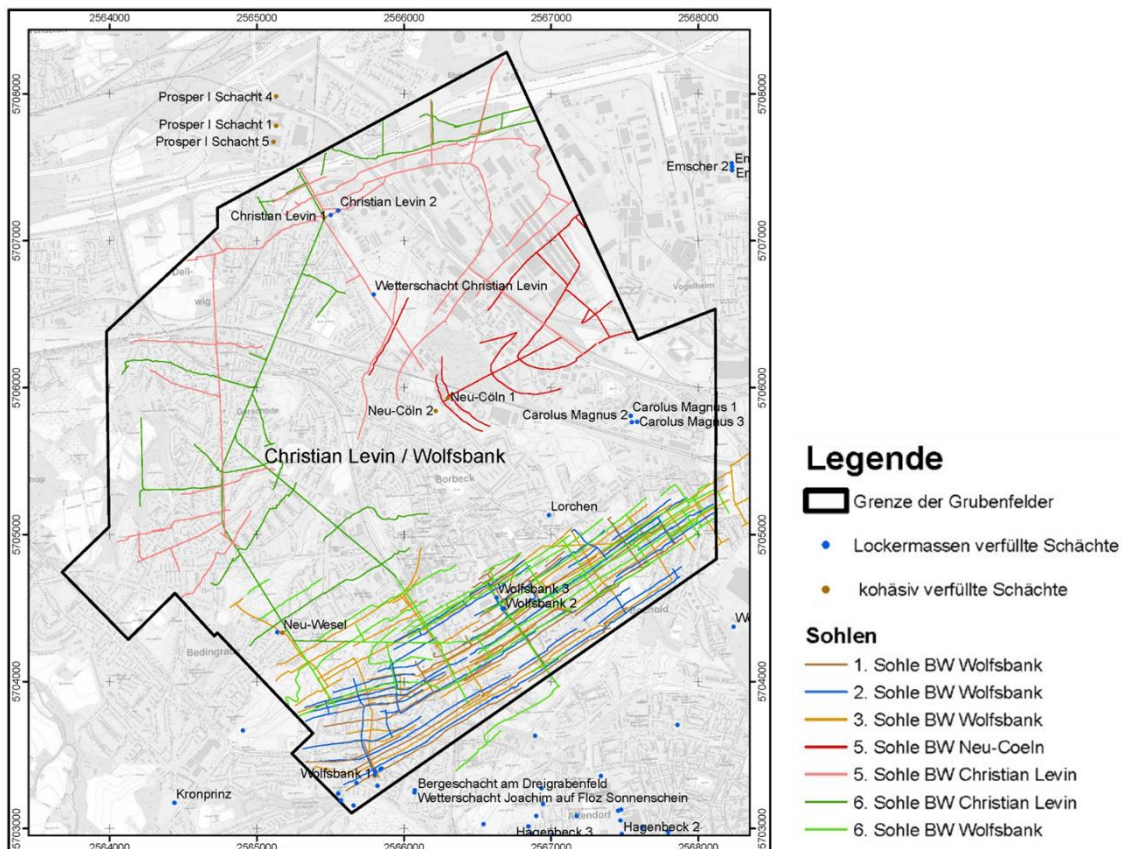
12.4 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank

Das Ziel der Schutzmaßnahmen ist es, dass sich im Zuge des Grubenwasseranstieges 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 Christian Levin/Wolfsbank kann über eine Pegel- und Entgasungsbohrung entgast und überwacht werden, da die Baufelder Christian Levin, Neu-Cöln, Carolus Magnus, Wolfsbank und Neu-Wesel untereinander bis zum Niveau der 6. Sohle Wolfsbank (- 515 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 10 und Anlage 5).

Abbildung 10: Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank - Lage der bezüglich der Gaswegigkeiten relevanten Sohlen



Bezüglich eines geeigneten Bohrzieles sind folgende Punkte zu beachten:

- Im Südwesten des Baufeldes Wolfsbank besteht ein höheres Gefährdungspotential aufgrund der geringeren Deckgebirgsmächtigkeiten. Im Südwesten des Baufeldes Wolfsbank steht die Karbonoberfläche in einer Teufe von ca. 20 m an.
- 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 5 aufgeführte Rahmen für geeignete Bohrziele.

Tabelle 5: Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank - Bohrziele

Mögliche Bohrziele	Teufe [m NN]
1. Sohle Wolfsbank, Hauptquerschlag nördlich Scht. Wolfsbank 1	-79
2. Sohle Wolfsbank, Hauptquerschlag nördlich Scht. Wolfsbank 1	-144
3. Sohle Wolfsbank, Hauptquerschlag nördlich Scht. Wolfsbank 1	-204

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 das Grubenwasser in der Wasserprovinz Amalie nach dem Wasserübertritt in die Wasserprovinz Zollverein weiter ansteigt.

12.5 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Sälzer & Neuack

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

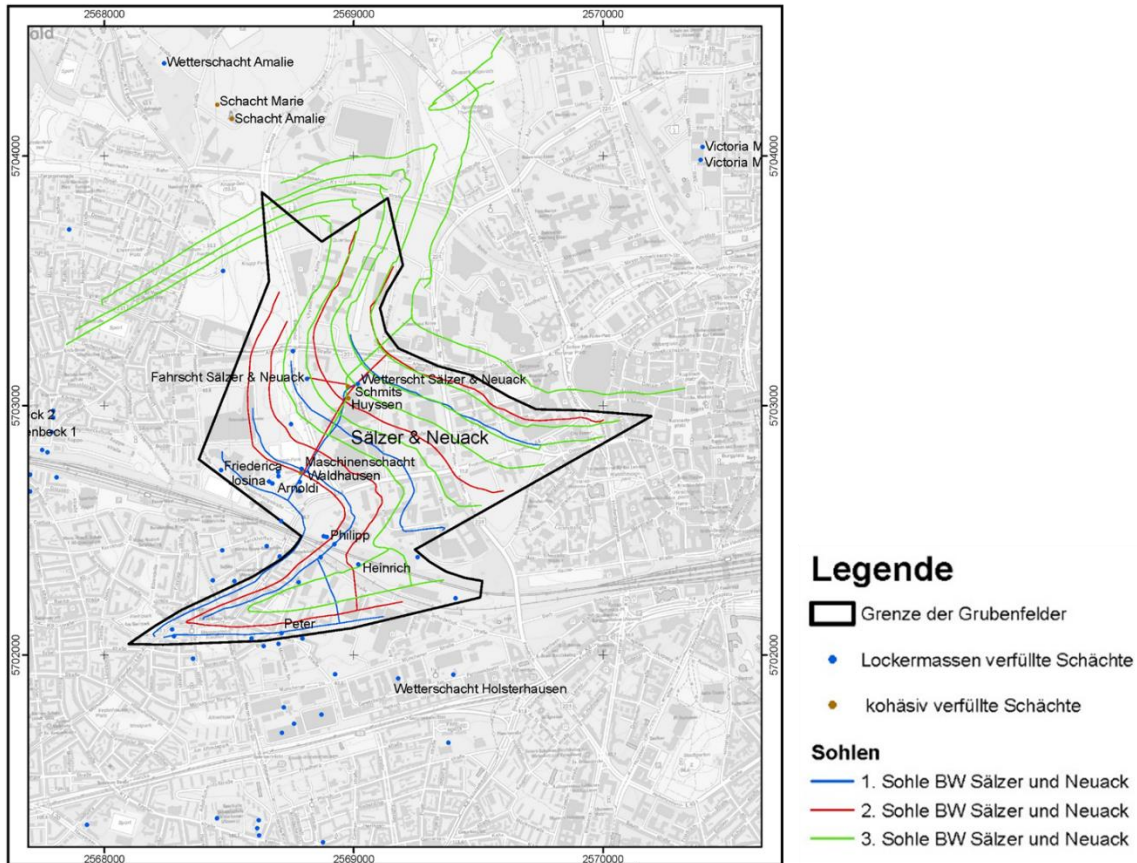
Innerhalb des benachbarten Grubenfeldes Amalie ist für den Schacht Amalie im Zuge des Abwerfens der untertägigen Wasserhaltung die Herrichtung einer Entgasungsleitung geplant. Es ist geplant, den Schacht Amalie oberhalb einer verlorenen Schalungsbühne in etwa 650 m Teufe mit hydraulisch erhaltendem Material zu verfüllen. Die Entgasungsleitung mit einem Querschnitt von mindestens DN 300 soll unterhalb der Schalungsbühne mit vollem Querschnitt geöffnet werden und an die Dämme der 2. Sohle (-100,3 NN), 3. Sohle (-166,6 m NN), 4. Sohle (-265,1 m NN) und der 6. Sohle (-489,9 m NN) angeschlossen werden. Weiterhin sollen die 1 Sohle (-31,3 m NN) über eine Bohrung angeschlossen werden. Somit kann das Grubenfeld Sälzer & Neuack über diese Leitung entgast werden, bis die 7. Sohle Amalie (-620 m NN) überstaut wird.

Daher ist zusätzlich eine Pegel- und Entgasungsbohrung auf ein geeignetes Bohrziel zu erstellen, über die der im Grubengebäude des Grubenfeldes Sälzer & Neuack anstehende Druck gemessen werden kann.

Zusätzlich sollen Messungen der Drücke durchgeführt werden, die an den Füllsäulenoberflächen der mit Lockmassen 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 Sälzer & Neuack kann über eine Pegel- und Entgasungsbohrung entgast und überwacht werden, da oberhalb des geplanten Wasserspiegels von -600 m NN Gaswegigkeiten bestehen (Abbildung 11 und Anlage 5).

Abbildung 11: Grubenfeld Sälzer & Neuack - Lage der 1. bis 3. Sohle



Bezüglich eines geeigneten Bohrzieles sind folgende Punkte zu beachten:

- Im Südwesten des Grubenfeldes Sälzer & Neuack besteht ein höheres Gefährdungspotential aufgrund der geringeren Deckgebirgsmächtigkeiten. Im Südwesten des Grubenfeldes Sälzer & Neuack steht die Karbonoberfläche in einer Teufe von ca. 15 m (Schacht Waldthausen) an.
- 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 6 aufgeführte Rahmen für geeignete Bohrziele.

Tabelle 6: Grubenfeld Sälzer & Neuack – Bohrziele

Mögliche Bohrziele	Teufe [m NN]
1. Sohle Sälzer & Neuack, Querschlag zwischen Flöz Ernestine und Röttgersbank	+2
1. Sohle Sälzer & Neuack, Querschlag südlich Schacht Huysen	+2
2. Sohle Sälzer & Neuack, Querschlag südlich Schacht Huysen	-27
3. Sohle Sälzer & Neuack, Querschlag südlich Schacht Huysen	-69

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.

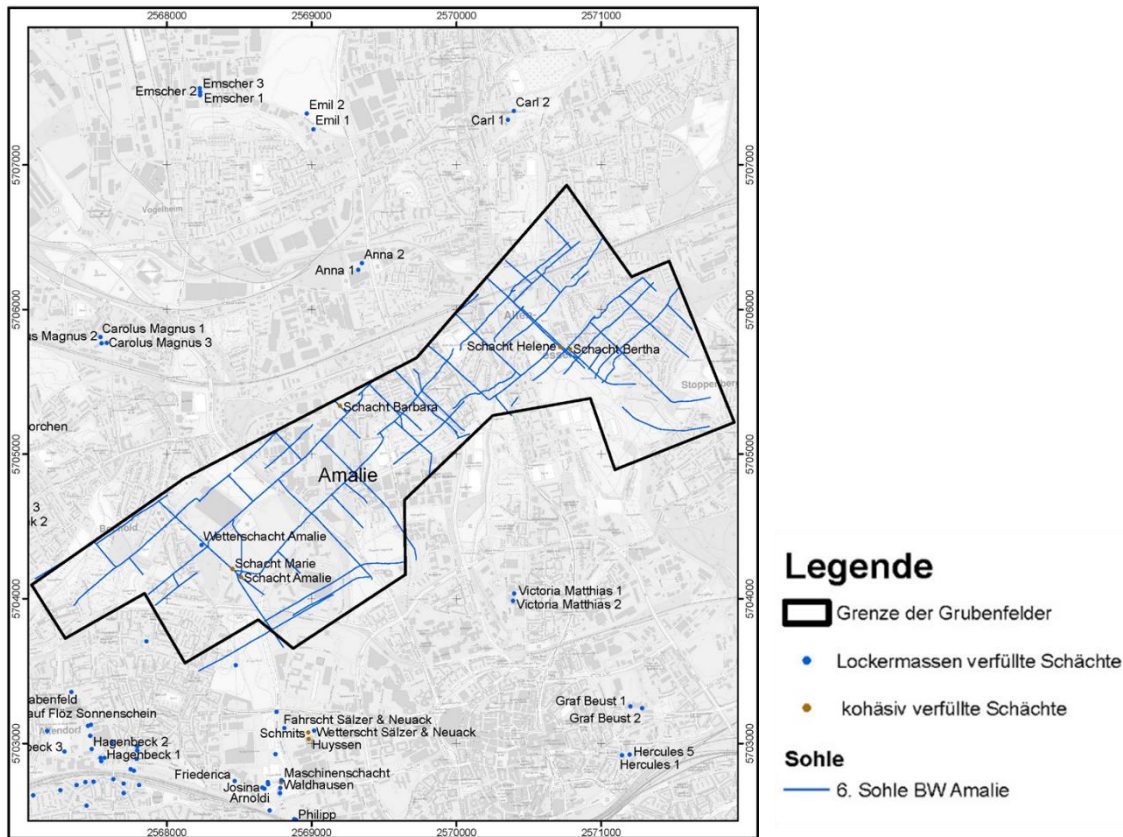
Die Pegel- und Entgasungsbohrungen muss betriebsbereit und funktionsfähig sein, wenn der Grubenwasserstand ein Niveau von -620 m NN erreicht.

12.6 Umsetzung von Schutzmaßnahmen für das Grubenfeld Amalie

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

An die Entgasungsleitung sollen oberhalb des geplanten Wasserspiegels von -600 m NN die 1., 2., 3., 4. und 6. Sohle angeschlossen werden. Über die 6. Sohle (-489,9 m NN) ist das gesamte Grubenfeld aufgeschlossen, so dass eine Entgasung des gesamten Grubenfeldes über die Entgasungsleitung im Schacht Amalie möglich ist (Abbildung 12).

Abbildung 12: Grubenfeld Amalie - Lage der 6. Sohle



Über die Entgasungsleitung kann auch der im Grubengebäude anstehende Druck gemessen werden.

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 Entgasungsleitung sind dann Aussagen zu der Druckentwicklung im Grubengebäude im Umfeld der einzelnen Schächte möglich.

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

12.7 Bereiche mit nicht abdichtendem bzw. fehlendem Deckgebirge bei indirekter Beeinflussung

Die Grubenfelder Rosenblumendelle/Wiesche, Ver. Hoffnung & Secretarius Aak und Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine sind als Bereiche mit nicht abdichtendem bzw. 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.

12.8 Ausführung der Pegel- und Entgasungsbohrung

Die Verrohrungen der Pegel- und Entgasungsbohrungen sollen einen Innendurchmesser von mindestens 200 mm aufweisen. Für den Grubenwasseranstieg in den Grubenfeldern Christian Levin/Wolfsbank und Amalie wird von einem Wasserzufluss von rund 11 m³/min ausgegangen. Unterstellt man, dass die Verdrängung von Grubengas im Grubenfeld Christian Levin/Wolfsbank in der Größenordnung von 7 m³/min liegt, ergibt sich bei diesem Durchmesser ein akzeptabler Druckverbrauch von etwa 2 hPa bei 100 m Leitungslänge (1. Sohle Wolfsbank) und von etwa 4 hPa bei 220 m Leitungslänge (3. Sohle Wolfsbank).

Über Tage ist an die Pegel- und Entgasungsbohrungen 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.

12.9 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.

12.10 Machbarkeit und Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen

Bezüglich der Machbarkeit der für die Grubenfelder Christian Levin und Sälzer & Neuack umzusetzenden Schutzmaßnahmen können folgende Aussagen gemacht werden:

- Das Anbohren von Strecken auf den obersten Sohlen eines Bergwerkes, die im 19. Jahrhundert aufgefahen 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 Gasabsauganlagen 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.

12.11 Bewertung der Gefährdung nach Umsetzung von Schutzmaßnahmen

Für die Umsetzung der Schutzmaßnahmen wird die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten im Bereich der Grubenfelder Christian Levin/Wolfsbank, Amalie, Sälzer & Neuack, Rosenblumendelle/Wiesche, Victoria Mathias, Graf Beust und Friedrich Ernestine sowie Ver. Hoffnung & Secretarius Aak 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 13 und Anlage 10 zeigen die Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an kohäsiv verfüllten Schächten. Abbildung 14 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 13: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an kohäsiv verfüllten Schächten – mit Umsetzung von Schutzmaßnahmen

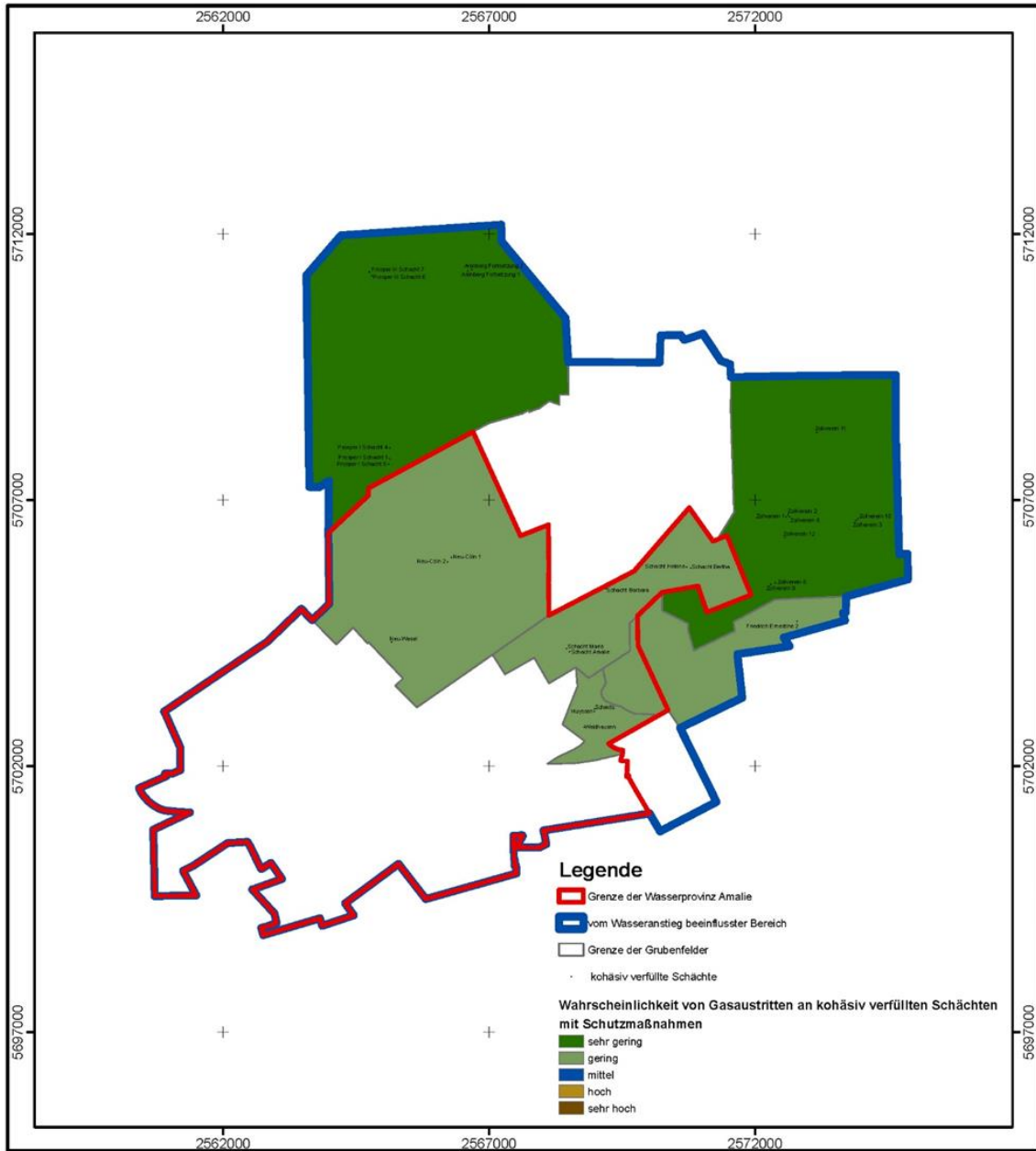
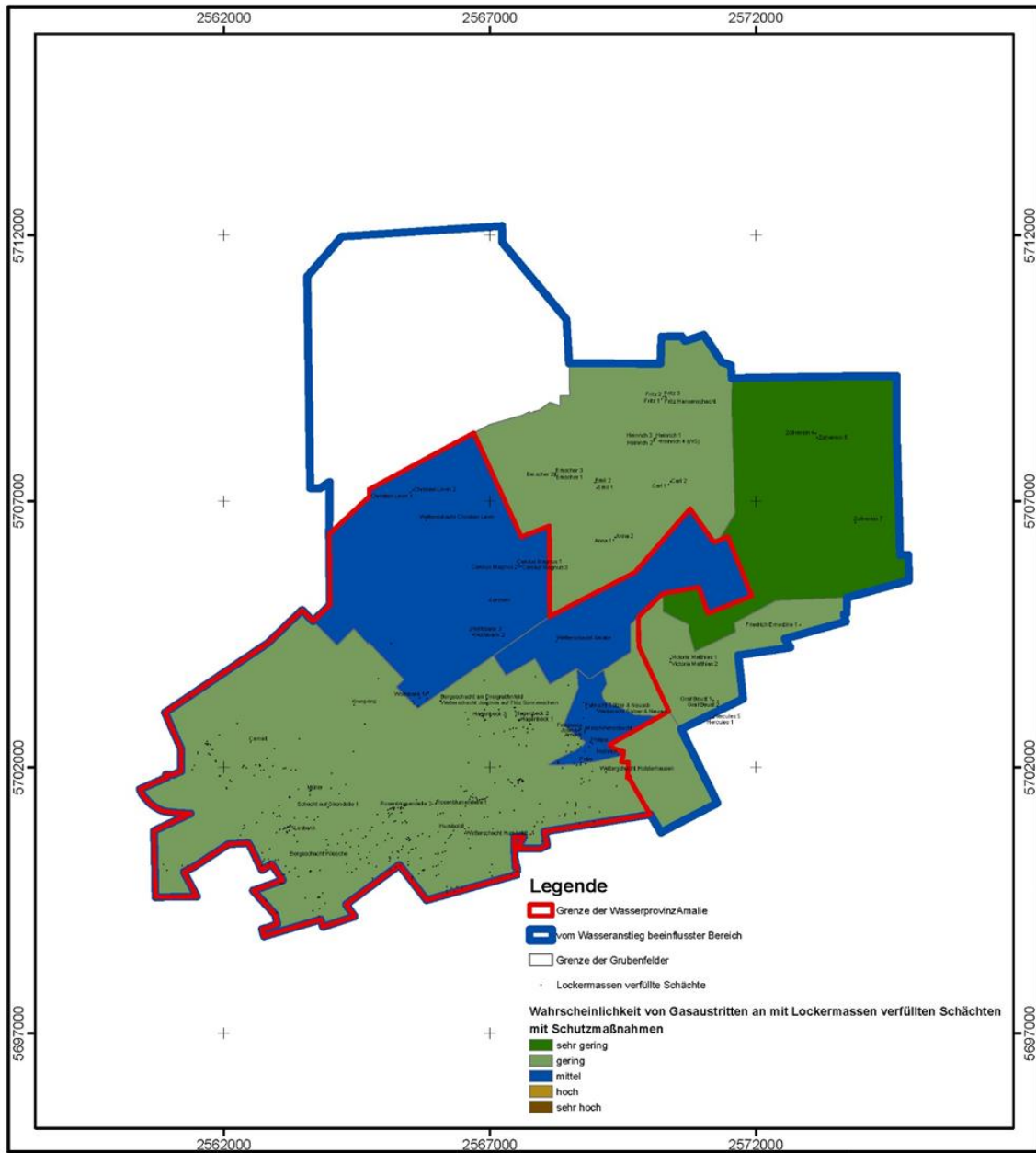


Abbildung 14: Wahrscheinlichkeit von wasseranstiegsbedingten Gasaustritten an der Tagesoberfläche an mit Lockermassen verfüllten Schächten – mit Umsetzung von Schutzmaßnahmen



13 Monitoring

13.1 Aufbau des Monitorings

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

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

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

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

In den Grubenfeldern, die ein nicht abdichtendes bzw. homogenisierendes oder aber kein Deckgebirge aufweisen, erfolgt primär eine Überwachung der 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 7 und 8. In den Grubenfeldern, in denen eine intensive Überwachung über Pegel- und Entgasungsbohrungen bzw. eine Entgasungsleitung stattfindet, für die niedrigere Schwellen- und Warnwerte angesetzt werden, erfolgen die Messungen nicht an allen Tagesöffnungen, sondern an ausgewählten Referenzmessstellen. Entsprechend erfolgt auch die Überwachung der angrenzenden indirekt beeinflussten Grubenfelder an ausgewählten Referenzmessstellen.

Tabelle 7: 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 8: 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 9 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 Christian Levin/Wolfsbank und Sälzer & Neuack werden zusätzlich Messungen an der noch zu erstellenden Pegel- und Entgasungsbohrung durchgeführt. Dort erfolgt eine Überwachung des Druckes und der Gaszusammensetzung im Grubengebäude.

Tabelle 9: Messstellen – Stufe 1

Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Christian Levin 1	2565 5707 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Christian Levin 2	2565 5707 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Christian Levin Wetterschacht	2565 5706 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Neu-Cöln 1	2566 5705 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Neu-Cöln 2	2566 5705 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Neu-Wesel	2565 5704 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Schacht Carolus Magnus 1	2567 5705 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schacht Carolus Magnus 2	2567 5705 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schacht Carolus Magnus 3	2567 5705 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Lorchen	2566 5705 003	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wolfsbank 1	2565 5703 004	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wolfsbank 2	2566 5704 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wolfsbank 3	2566 5704 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Amalie	2568 5704 003	Entgasungsleitung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Schmits	2568 5703 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Huyssen	2568 5703 003	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Waldhausen	2568 5702 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 10 und 11 definierten Schwellenwerte soll das Monitoring auf weitere Messstellen und benachbarte Grubenfelder ausgeweitet werden. Es sollten dann zusätzlich an den in Tabelle 12 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 10: 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 11: Schwellenwerte für Drücke

Grubenfelder	Messstelle	Druckdifferenz	Anzahl der Schwellenwert- erreichungen
alle bis Christian Levin/Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack	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
Christian Levin/ Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack	Pegel- und Entgasungsbohrungen und Entgasungsleitungen	≥ 10 hPa	zwei aufeinanderfolgende Messungen
		≥ 5 hPa	vier aufeinanderfolgende Messungen
	mit Lockermassen verfüllte Schächte: Entgasungseinrichtungen oder Messstellen	≥ 3 hPa	zwei aufeinanderfolgen Messungen
		≥ 1 hPa	vier aufeinanderfolgen Messungen

Durch laterale Verdrängung können bei vorhandenen Gaswegigkeiten durch den Wasseranstieg in der Wasserprovinz Amalie 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 Amalie 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 12: Messstellen – Stufe 2

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Christian Levin 1	Kronprinz	2564 5703 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Christian Levin 2	Rosenblumendelle 1	2565 5701 020	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Christian Levin Wetterschacht	Rosenblumendelle 2	2565 5701 019	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Neu-Cöln 1	Hagenbeck 1	2567 5702 010	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Neu-Cöln 2	Hagenbeck 2	2567 5702 007	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Neu-Wesel	Hagenbeck 3	2567 5702 006	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schacht Carolus Magnus 1	Prosper 1	2565 5707 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schacht Carolus Magnus 2	Prosper 5	2565 5707 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schacht Carolus Magnus 3	Prosper 6	2564 5711 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Lorchen	Emscher 1	2568 5707 003	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wolfsbank 1	Emscher 2	2568 5707 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wolfsbank 2	Emscher 3	2568 5707 004	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wolfsbank 3	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

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Christian Levin 1	Anna 1	2569 5706 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Christian Levin 2	Anna 2	2569 5706 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Christian Levin Wetterschacht	Carl 1	2570 5707 002	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Neu-Cöln 1	Carl 2	2570 5707 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Neu-Cöln 2	Heinrich 1	2570 5708 006	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Neu-Wesel	Heinrich 2	2570 5708 007	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Schacht Carolus Magnus 1	Heinrich 3	2570 5708 008	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Schacht Carolus Magnus 2	Heinrich 4	2570 5708 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Schacht Carolus Magnus 3	Fritz 1	2570 5708 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Lorchen	Fritz 2	2570 5708 005	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Wolfsbank 1	Fritz 3	2570 5708 004	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Wolfsbank 2	Fritz Hansenschacht	2570 5708 003	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
Wolfsbank 3				

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Amalie	Amalie	2568 5704 003	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Marie	2568 5704 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Amalie Wetterschacht	2568 5704 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Helene	2570 5705 001	Entgasungseinrichtung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz
	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
	Hagenbeck 1	2567 5702 010	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hagenbeck 2	2567 5702 007	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Hagenbeck 3	2567 5702 006	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Wetterschacht Holsterhausen	2569 5701 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	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	

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Amalie	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
	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
	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 6	2572 5705 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Zollverein 8	2572 5706 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂	

Schwellenwerverreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Amalie	Zollverein 9	2572 5705 002	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Zollverein 12	2572 5706 004	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Victoria Mathias 1	2570 5704 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Victoria Mathias 2	2570 5703 001	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Graf Beust 1	2571 5703 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Graf Beust 2	2571 5703 003	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Friedrich Ernestine 1	2572 5704 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Friedrich Ernestine 2	2572 5704 001	Tagesoberfläche	CH ₄ , CO ₂ und O ₂

Schwellenwerterreichung	Schacht	TÖB-Nr.	Messstelle	Messparameter
Schmits	Hagenbeck 1	2567 5702 010	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Huysen	Hagenbeck 2	2567 5702 007	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
Waldhausen	Hagenbeck 3	2567 5702 006	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Wetterschacht Holsterhausen	2569 5701 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung	CH ₄ , CO ₂ und O ₂
	Tiefbauschacht Hoffnung	2569 5702 002	Beobachtungs- und Nachfüllöffnung Entgasungsrohr	CH ₄ , CO ₂ und O ₂ , Druckdifferenz

13.1.4 Messintervalle

Die Messungen der Stufe 1 sollen an allen Schächten in den in Tabelle 13 aufgeführten Intervallen erfolgen.

Tabelle 13: 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 Christian Levin/Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack monatlich
nach Beendigung des Grubenwasseranstieges	36 Monate	mindestens alle 3 Monate, bei Erreichen der Schwellenwerte monatlich Christian Levin/Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack 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 Christian Levin/Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack sollen weiter monatlich erfolgen.

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

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

13.1.5 Durchführung der Messungen

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

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

Die Messung der Gaszusammensetzung an Entgasungsleitungen und Entgasungseinrichtungen soll mit tragbaren Mehrkomponentengasmessgeräten durchgeführt werden, die die Bestandteile 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. 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 CH₄-Gehalte von ≥ 1 ppm oder CO₂-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 14 und 15 definierten Warnwerte im Einzelfall untersucht werden. Das Erreichen eines Warnwertes bedeutet zunächst noch keine Gefährdung.

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

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

Tabelle 14: 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 15: Warnwerte für Drücke

Grubenfelder	Messstelle	Druckdifferenz	Anzahl der Warnwert- erreichungen
alle bis Christian Levin/Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack	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
Christian Levin/ Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack	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

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 16 und 17 geben eine Übersicht über die umzusetzenden Schutzmaßnahmen und für die Durchführung des Monitorings notwendigen Maßnahmen. Die Zeitpunkte ab Abschalten der Pumpen auf der Wasserhaltung Amalie wurde der Prognose des Wasseranstieges [16] entnommen.

Tabelle 16: 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 Tabelle 9 genannten Tagesöffnungen mit Messstellen für Druckmessung	- Christian Levin/ Wolfsbank - Amalie - Sälzer & Neuack
weiterer Wasseranstieg nach Übertritt in die Wasserprovinz Zollverein 3 Jahre und 3 Monate nach Abschalten der Pumpen	- Pegel- und Entgasungsbohrungen betriebsbereit und funktionsfähig	- Christian Levin/ Wolfsbank
Wasserstand - 620 m NN 8 Jahre und 10 Monate nach Abschalten der Pumpen	- Pegel- und Entgasungsbohrung betriebsbereit und funktionsfähig	- Sälzer & Neuack

Tabelle 17: 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 Christian Levin/ Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack
bei Erreichen des Warnwertes für den Druck	- Besaugung der Pegel- und Entgasungsbohrung bzw. Entgasungsleitung	- Christian Levin/ Wolfsbank - Amalie - Sälzer & Neuack
	- Prüfen der Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen nach 12.2	- alle bis auf Christian Levin/ Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack
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 Amalie 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 Amalie 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.

In den Grubenfeldern Christian Levin/Wolfsbank, Amalie und Sälzer & Neuack besteht ein nicht abdichtendes 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 Amalie 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 fehlender 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 Grubenwasseranstieges umgesetzten Maßnahmen kann in dem Fall mit weiteren Maßnahmen zur Gefahrenabwehr umgehend reagiert werden, um eine Gefährdung durch Gasaustritte zu verhindern.

Essen, 10.06.2021

Der Sachverständige



(Imgrund)