

DMT GmbH & Co. KG

Fachstelle für Sicherheit-
Prüfstelle für
Grubenbewetterung

DIN EN ISO
9001
zertifiziert

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

www.dmt-group.com

Unternehmensgruppe
TÜV NORD

Gutachtliche Stellungnahme
zum Ausgasungsverhalten des Schachtes Amalie
der Wasserhaltung Amalie der RAG Aktiengesellschaft
im Hinblick auf seine Verfüllung

PFG-Nr. 351 216 20

Essen, 10.11.2020

DMT GmbH & Co. KG
Fachstelle für Sicherheit -
Prüfstelle für Grubenbewetterung


(Beckmann)

INHALTSVERZEICHNIS

Blatt:

1	Einleitung	4
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Berg- und wettertechnische Angaben	5
4	Verfüllung des Schachtes Amalie	7
5	Ausgasungsverhalten des Schachtes Amalie	7
5.1	Auswertung der Dammkartei	7
5.2	Messungen im Zuge von Befahrungen	8
5.3	Langzeituntersuchung des Ausgasungsverhaltens	10
6	Auftreten von CH ₄ und Gefährdungen während der Verfüllung	11
6.1	Situation vor dem wettertechnischen Abschluss	11
6.2	Situation während und nach dem wettertechnischen Abschluss	11
6.3	Gefährdungspotentiale im Zuge der Verfüllung	11
6.3.1	Zulegen der Schalungsbühne und Ausfahrt der Mannschaft	11
6.3.2	Zeitraum vom Zulegen der Schalungsbühne bis zum explosionsfesten Abschluss	12
6.3.3	Schachtverfüllung nach dem explosionsfesten Abschluss	12
7	Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre und Gefahren durch stickende Gasgemische	12
7.1	Vermeidung zündfähiger oder stickender Gasgemische im Arbeitsbereich	12
7.2	Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre unterhalb der Schalungsbühne	13
7.3	Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre oberhalb der Schalungsbühne	13
8	Vor Verfüllbeginn umzusetzende Maßnahmen	13
9	Wettertechnischer Abschluss	16

10	Vorgehen während der Verfüllung	17
10.1.1	CH ₄ -Überwachung	17
10.1.2	O ₂ -Überwachung.....	18
11	Schutz der Tagesoberfläche vor Gefahren durch schädliche Gase aus dem stillgelegten Grubengebäude	19
11.1	Entgasungsleitung	19
11.2	Behandlung nicht mehr benötigte Rohrleitungen	20
11.3	Behandlung der Tagesoberfläche.....	21
11.4	Nutzung der Oberfläche im Schachtschutzbereich	21

1 Einleitung

Die RAG Aktiengesellschaft (RAG) beabsichtigt, den Schacht Amalie der Wasserhaltung Amalie abzuwerfen und dauerstandsicher zu verfüllen. Im Hinblick auf Fragestellungen der Ausgasung und der Wettertechnik wurde die Fachstelle für Sicherheit - Prüfstelle für Grubenbewetterung (PFG) der DMT GmbH & Co. KG durch die RAG beauftragt, zum Abwerfen des Schachtes Amalie gutachtlich Stellung zu nehmen.

Für die Erarbeitung der vorliegenden gutachtlichen Stellungnahme wurden das barometrische Ausgasungsverhalten des Schachtes und der an den Schacht angeschlossenen Grubenbaue anhand langfristig aufgezeichneter Messwerte des CH₄-Gehalts mittels ortsfester CH₄-Messeinrichtungen und die örtliche Verteilung der CH₄-Zuströme innerhalb des Schachtes sowie der an den Schacht angeschlossenen Grubenbaue mittels tragbarer CH₄-Messgeräte und entnommener Wetterproben untersucht und bewertet.

Die vorliegende gutachtliche Stellungnahme behandelt Fragen der Ausgasung. Fragen, die die Standsicherheit der Füllsäule des Schachtes betreffen, sind nicht Gegenstand dieser Stellungnahme.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] 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-)
- [2] Richtlinien der Bezirksregierung Arnsberg über das explosionsfeste Abdämmen von aufgegebenen Grubenbauen vom 13.01.2006 (AZ 83.18.8-2000-12)
- [3] Rundverfügung „Stilllegung von Grubenfeldern im Steinkohlenbergbau und Entgasungsmöglichkeiten abgeworfener Tagesöffnungen“, Landesoberbergamt NRW vom 02.08.2000 (AZ 18.8-2000-7)
- [4] Anforderungen an Entgasungseinrichtungen für abgeworfene Tagesöffnungen der DIN EN 14983 „Explosionsschutz in untertägigen Bergwerken - Geräte und Schutzsysteme zur Absaugung von Grubengas“, Juni 2007
- [5] Wasserhaltung Amalie, Bewetterungsplan, RAG, 13.11.2017
- [6] Wasserhaltung Amalie, Messgeräteeinsatzplan, RAG, 13.11.2017
- [7] Wasserhaltung Amalie, Dammplan, RAG, 13.11.2017

- [8] Auszüge aus dem Risswerk des Bergwerks Amalie, RAG
- [9] Protokolle über die Befahrung des Schachtes Amalie am 05.07.2018, DMT-Fachstelle für Sicherheit – Prüfstelle für Grubenbewetterung
- [10] Messwerte der ortsfesten CH₄-Messeinrichtungen für den Zeitraum 01.10.2019 - 02.04.2020, RAG

3 Berg- und wettertechnische Angaben

Der Schacht Amalie befindet sich auf einem Grundstück der RAG in Essen-Altendorf. Er wurde ab dem Jahre 1850 geteuft, im Jahre 1929 verfüllt und anschließend neu abgeteuft. In etwa 100 m Entfernung befindet sich der Schacht Marie.

Der Schacht dient der Wasserhaltung Amalie als einziehender Wetterschacht. Der Einziehstrom beträgt rund 30 m³/s

Der Schacht hat bei kreisförmigem Querschnitt einen lichten Durchmesser von 6 m. Zwischen der 7. und 8. Sohle weist der Schachtquerschnitt eine Verengung auf 5,5 m auf. Die Rasenhängebank liegt bei + 54,2 m NN. Seine Gesamtteufe beträgt 996,0 m (-941,2 m NN). An den Schacht sind als durchgehend bewetternete Grubenbaue die 8. und 9. Sohle angeschlossen. Darüber hinaus waren weitere Sohlen bzw. Schachtzugänge mit dem Schacht verbunden, die mittlerweile abgeworfen und abgedämmt sind. Tabelle 1 zeigt die offenen und abgedämmtten Anschläge. Tabelle 2 zeigt die Schachtleitungen.

Tabelle 1: Schacht Amalie, Übersicht der Schachtzugänge

Teufe [m]	Höhe NN [m]	Bezeichnung	Bemerkung
85,5	-31,3	1. Sohle	Anschlag im Nordosten, nicht sichtbar
131,3	-77,1	130 m-Sohle	Anschlag nicht sichtbar
154,5	-100,3	2. Sohle	Anschlag im Nordwesten, Damm D14, Dammrohr DN 700, 1 Wasserabflussrohr Anschlag im Südosten, Damm 23, Mauerung bündig, Schnüffelrohr DN 50
220,8	-166,6	3. Sohle	Anschlag im Nordwesten, Damm D3, Dammrohr DN 700, 1 Schnüffelrohr DN 50 Anschlag im Südosten, Mauerung bündig

Teufe [m]	Höhe NN [m]	Bezeichnung	Bemerkung
319,3	-265,1	4. Sohle	Anschlag im Nordwesten, Damm D4, Dammrohr DN 700, 1 Schnüffelrohr DN 50 Anschlag im Südosten, Mauerung bündig
405,8	-351,6	5. Sohle	Anschlag im Nordwesten, ausgesetzt und abgedämmt Anschlag im Südosten, Mauerung bündig
ca. 454,2	ca. -400	Flöz Wasserfall	kein Anschlag sichtbar
487,6	-433,4	Zwischensohle	kein Anschlag sichtbar
528,5	-474,3	unbekannt	kein Anschlag sichtbar
544,1	-489,9	6. Sohle	Anschlag im Nordwesten, Damm D7, Mauerung bündig, Dammrohr DN 700, 1 Schnüffelrohr DN 50 Anschlag im Südosten, Mauerung bündig
673,8	-619,6	7. Sohle	Anschlag im Nordwesten, Damm D9, Mauerung bündig, Dammrohr DN 700 Anschlag im Südosten, Damm D8, Mauerung bündig, Dammrohr DN 700
803,9	-749,7	8. Sohle	Anschlag im Nordwesten offen Anschlag im Südosten ausgesetzt, Damm D10, 2 Dammrohre DN700
974,2	-920,0	9. Sohle	Anschläge im Nordwesten und Südosten offen

Tabelle 2: Schacht Amalie, Übersicht der Rohrleitungen

Rohrleitung	Durchmesser	Verlauf von bis
Steigeleitung	DN 350	Rasenhängebank - 9. Sohle
Falleitung	DN 150	860 m - 9. Sohle
Falleitung	DN 150	Rasenhängebank - 9. Sohle
Steigeleitung (ZSM)	DN 350	Rasenhängebank - 9. Sohle
Luftleitung	DN 150	Rasenhängebank - 9. Sohle

4 Verfüllung des Schachtes Amalie

Der Schacht Amalie soll unter Berücksichtigung einer einzurichtenden Wasserhaltung verwahrt werden. Es ist geplant, den Schacht Amalie für einen eventuell später einzurichtenden Brunnenbetrieb aufbohrbar teilzuerfüllen. Dafür wird bei einer Teufe von 650 m eine Schalungsbühne errichtet.

Als Widerlager für die kohäsive Füllsäule wird ein insgesamt etwa 20 m hoher Betonpfropfen in mehreren Schichten mit entsprechenden Aushärtephasen auf der Schalungsbühne aufgebracht. Der erste Abschnitt bildet dabei den explosionsdruckfesten Abschluss des Grubengebäudes.

Die Verfüllung soll im freien Verstoß erfolgen.

Mit dem Schacht Amalie sollen der Schacht Marie und die offenen Grubenbaue auf der 8. und 9. Sohle abgeworfen werden.

Der wettertechnische und explosionsdruckfeste Abschluss muss im Schacht Amalie und im Schacht Marie zeitgleich erfolgen.

5 Ausgasungsverhalten des Schachtes Amalie

5.1 Auswertung der Dammkartei

In der Wasserhaltung Amalie befinden sich Abschlussdämme, die mit Beprobungsrohren ausgestattet sind, die eine regelmäßige Kontrolle bezüglich der an den Dämmen anliegenden Druckdifferenzen und der Gaszusammensetzung hinter den Dämmen ermöglichen. Zur Beurteilung der CH₄-Gehalte und der Drücke in den abgedämmten Grubenbauen wurde die Dammkartei des Bergwerkes für die Jahre 2017 bis 2020 ausgewertet (Tabelle 3).

Die Messungen sind nur noch eingeschränkt möglich, da funktionsfähige Beprobungsrohre nicht mehr vorhanden sind bzw. die Dämme nicht befahrbar sind.

Tabelle 3: Messungen an Dämmen im Schacht Amalie

Damm	Ort	Datum	Druck- differenz [Pa]	CH ₄ - Gehalt [Vol.-%]
5	5. Sohle	19.10.2017	0	0,30
		13.10.2018	0	0,01
		18.10.2019	0	0,02
7	6. Sohle	19.10.2017	0	0,01
		19.10.2018		
		18.10.2019	0	0,02
8	7. Sohle	19.09.2017	-13	0,00
		11.10.2018	-6	0,00
		18.10.2019	0	0,00
10	8. Sohle	19.09.2017	0	0,00
		11.10.2018	0	0,00
		18.10.2019	0	0,00
39	8. Sohle, Verbindung zum Scht. Marie	19.09.2017	-85	0,00
		11.10.2018	0	0,00
		18.10.2019	0	0,00
		28.10.2020	+10	0,00

5.2 Messungen im Zuge von Befahrungen

Am 05.07.2018 erfolgte eine Befahrung der Schächte Amalie und Marie durch die PFG. Der Luftdruck betrug an diesem Tag ca. 1.002 hPa bei fallender Tendenz. Am 03.08.2018 erfolgte eine Befahrung der Grubenbaue der 9. Sohle. Der Luftdruck betrug an diesem Tag ca. 1.011 hPa bei steigender Tendenz.

Bei den Befahrungen erfolgten Messungen des CH₄-Gehalts in den freien Querschnitten des Schachtes und der schachtnahen Grubenbaue mittels CH₄-Handmessgeräten. Zusätzlich zu diesen Messungen wurden Wetterproben entnommen und im Labor der PFG auf ihre CH₄-Gehalte untersucht. Neben den Messungen der CH₄-Gehalte im freien Querschnitt des Schachtes und der durchgehend bewetterten Grubenbaue erfolgten Messungen des Differenzdruckes und des CH₄-Gehalts in den zugänglichen Schnüffelrohren der Abschlussdämme abgeworfener Grubenbaue innerhalb des Schachtes.

Am 05.07.2018 stieg der CH₄-Gehalt von der Rasenhängebank bis zur 9. Sohle von 1 bis auf 4 ppm an. Dies entspricht bei einer Wettermenge von ca. 35 m³/s einem CH₄-Zustrom von 0,006 m³/min. Dieser geringe Zustrom korreliert mit den Messungen an den Dämmen (Tabelle 4), die einzogen und hinter denen kein CH₄ nachgewiesen werden konnte.

Tabelle 4: Messungen an den Dämmen im Schacht Amalie

Damm Nr.	Ort	CH₄-Gehalt [Vol.-%]	Druckdifferenz [Pa]
D23	2. Sohle, Osten	0,00	-3
D3	3. Sohle, Westen	0,00	-114
D4	4. Sohle, Westen	0,00	-93
D7	6. Sohle, Westen	0,00	-151

Im Schacht Marie stieg der CH₄-Gehalt auf maximal 17 ppm. Daraus ergibt sich ein gesamter CH₄-Zustrom in die Wasserhaltung Amalie von 0,03 m³/min.

Am 03.08.2018 stieg der CH₄-Gehalt im Schacht Amalie von der Rasenhängebank bis zur 9. Sohle auf 5 ppm an. Dies entspricht einem CH₄-Zustrom von 0,01 m³/min. Auf der 9. Sohle stieg der CH₄-Gehalt auf 18 ppm weiter an. Daraus ergibt sich ein gesamter CH₄-Zustrom auf der 9. Sohle von 0,03 m³/min. Dieser geringe Zustrom korreliert wiederum mit den Messungen an den Dämmen (Tabelle 5), die einzogen bzw. hinter denen keine oder geringe CH₄-Gehalte nachgewiesen werden konnten. Im Schacht Marie stieg der CH₄-Gehalt bis zur Rasenhängebank nicht weiter an. Daraus ergibt sich ein gesamter CH₄-Zustrom in die Wasserhaltung Amalie von 0,04 m³/min.

Tabelle 5: Messungen an den Dämmen auf der 9. Sohle

Damm Nr.	Ort	CH₄-Gehalt [Vol.-%]	Druckdifferenz [Pa]
D1	9. Sohle, Hauptquerschlag Osten	0,00	-1305
D17	9. Sohle, südl. Umtrieb	0,40	-300
D18	9. Sohle, südl. Umtrieb	0,00	+80
D21	9. Sohle, südl. Umtrieb	0,00	+82
D22	9. Sohle, südl. Umtrieb	0,00	+23
D2	9. Sohle, Hauptquerschlag Westen	0,00	-994
D24	9. Sohle, Hauptquerschlag Westen	0,00	-833

5.3 Langzeituntersuchung des Ausgasungsverhaltens

Zur Beurteilung des langfristigen Ausgasungsverhaltens des Schachtes Amalie und der an den Schacht angeschlossenen bewetterten Grubenbaue wurden die ortsfesten registrierenden CH₄-Messeinrichtung 101 und 102 herangezogen (Anlage 1). Die Messeinrichtung 101 befand sich unterhalb der Rasenhängebank im Schacht Marie und erfasste somit den Gesamtausziehstrom der Wasserhaltung Amalie. Die CH₄-Messeinrichtung 102 befand sich am Eingang der Pumpenkammer und konnte zur Beurteilung des CH₄-Gehaltes im Einziehstrom herangezogen werden.

Die aufgezeichneten Messwerte der o.g. CH₄-Messeinrichtung wurden der PFG für den Zeitraum vom 01.10.2019 bis zum 02.04.2020 als Stundenmittelwerte zur Verfügung gestellt. Die aufgezeichneten Messwerte wurden durch die PFG auf Plausibilität geprüft und Abweichungen, wie z.B. durch Drift, weitgehend korrigiert. Durch Multiplikation der CH₄-Gehalte mit dem Wetterstrom wurden die CH₄-Ströme an den Messstellen errechnet. Durch Differenzbildung wurden die CH₄-Zuströme zwischen den Messstellen ermittelt.

Im Untersuchungszeitraum betrug der CH₄-Gehalt an der Messstelle 101 zwischen 0,00 und 0,10 Vol.-% (Anlage 2). Damit wurden über den Schacht Marie im Mittel 1,8 m³/min und maximal 3,6 m³/min CH₄ abgeführt.

Der CH₄-Gehalt an der Messstelle 102 betrug zwischen 0,00 und 0,16 Vol.-% (Anlage 2). Damit strömten dem Schacht Amalie im Mittel 1,7 m³/min und maximal 2,9 m³/min CH₄ zu.

Die Verläufe der CH₄-Ströme zeigen ein deutlich barometrisch bedingtes Verhalten.

6 Auftreten von CH₄ und Gefährdungen während der Verfüllung

6.1 Situation vor dem wettertechnischen Abschluss

Dem Schacht Amalie strömen barometrisch bedingt bis zu 2,9 m³/min CH₄ zu. Ein Anstieg des CH₄-Gehaltes ist bei Luftdruckabfällen bereits bei Luftdrücken über 1010 hPa zu erkennen.

Aufgrund der lückenhaften Dammessungen lässt sich der CH₄-Zustrom nicht einzelnen Schachtabschnitten zuordnen.

6.2 Situation während und nach dem wettertechnischen Abschluss

Es ist anzunehmen, dass sich der unter 6.1 beschriebene Zustand durch den wettertechnischen Abschluss zunächst ändert, da das vom Hauptgrubenlüfter erzeugte, vom Schacht Marie zum Schacht Amalie gerichtete Druckgefälle entfällt. Durch die Verfüllung des Schachtes Amalie im freien Verstoß kann es jedoch wieder zu einem vom Schacht Amalie zum Schacht Marie gerichtete Druckgefälle kommen.

Als Worst Case sollte bei Luftdruckabfällen jedoch mit einem CH₄-Zustrom in den Schacht Amalie von maximal 3,6 m³/min gerechnet werden.

6.3 Gefährdungspotentiale im Zuge der Verfüllung

6.3.1 Zulegen der Schalungsbühne und Ausfahrt der Mannschaft

Nach Unterbrechung der durchgehenden Bewetterung im Schacht Amalie ist bei Luftdruckabfällen mit CH₄-Zuströmen zu rechnen. Es kann dabei zur Bildung zündfähiger bzw. stickender Gasgemische vor den abgedämmten Schachtzugängen kommen.

6.3.2 Zeitraum vom Zulegen der Schalungsbühne bis zum explosionsfesten Abschluss

Sollte sich vor dem explosionsfesten Abschluss durch CH₄-Zuströme von der 7., 8. oder 8. Sohle eine explosionsfähige Atmosphäre direkt unterhalb der Schalungsbühne bilden, ist zu unterstellen, dass diese auch in Undichtigkeiten im Bereich der Schalungsbühne selbst oder in Hohlräume innerhalb bzw. hinter dem Schachtausbau eindringt. Damit würde ein explosionsfähiges Gasgemisch zumindest mit geringem Volumen in dem Bereich anstehen, in dem planmäßig Verfüllgut aufschlägt oder anderes Material unplanmäßig aufschlagen kann. Eine Zündgefahr oberhalb der Schalungsbühne ist damit gegeben. Das Durchlaufen einer Zündung durch o.g. Strömungswege und damit die Zündung des unterhalb der Schalungsbühne anstehenden Gasgemisches ist grundsätzlich möglich. Dies würde sehr wahrscheinlich die Zerstörung der Schalungsbühne und des aufgebrachtten Verfüllabschnittes zur Folge haben. Erst nachdem der explosionsfeste Abschluss realisiert ist, besteht keine Gefährdung durch dieses Szenario.

6.3.3 Schachtverfüllung nach dem explosionsfesten Abschluss

CH₄-Zuströme in den Schacht über die abgedämmten Schachtzugänge sind nicht auszuschließen. Im Falle der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre innerhalb des zu verfüllenden Schachtabschnittes ist eine Zündgefahr durch planmäßig verstürztes Verfüllgut oder unplanmäßig in den Schacht fallendes Material gegeben. Diese Gefährdung ist grundsätzlich für die gesamte Schachtverfüllung nicht auszuschließen.

7 Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre und Gefahren durch stickende Gasgemische

7.1 Vermeidung zündfähiger oder stickender Gasgemische im Arbeitsbereich

Der wettertechnische Abschluss soll nicht bei Luftdruckabfällen erfolgen.

Das Zulegen der Schalungsbühne und das Ausfahren der Mannschaft sollte innerhalb einer Stunde erfolgen. Dazu soll die Schalungsbühne zuvor bis auf den wettertechnisch und für die Befahrung benötigten Mindestquerschnitt verschlossen und abgedichtet werden.

Nach dem Zulegen und Abdichten dieses Restquerschnittes der Schalungsbühne sollen keine weiteren Arbeiten im Schacht durchgeführt werden.

7.2 Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre unterhalb der Schalungsbühne

Der Zeitraum vom wettertechnischen Abschluss bis zum Erreichen der Explosionsfestigkeit soll nicht mehr als 36 Stunden betragen.

Um mögliche CH₄-Anreicherungen unterhalb der Schalungsbühne rechtzeitig zu erkennen, ist eine messtechnische Überwachung unterhalb der Schalungsbühne notwendig.

Die Möglichkeit der Inertisierung des Schachtabchnittes unmittelbar unterhalb der Schalungsbühne soll geschaffen werden.

7.3 Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre oberhalb der Schalungsbühne

Während der Verfüllung soll der zu verfüllende Schachtabschnitt redundant (ortsfeste Messstellen und Sondierungen) auf CH₄ überwacht werden. Bei Bedarf soll der zu verfüllende Schachtabschnitt über entsprechende Leitungen mit Druckluft gespült oder inertisiert werden können.

8 Vor Verfüllbeginn umzusetzende Maßnahmen

Zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre und der Auswirkungen einer etwaigen Explosion sind die Bestimmungen des „Leitfaden der Bezirksregierung Arnsberg für das Verwahren von Tagesschächten“ vom 05.12.2007 zu berücksichtigen. Insbesondere sind dabei die unter Anhang 3 aufgeführten Ziffern

- 4.4 Maßnahmen zur Beschränkung etwaiger Explosionsauswirkungen,
- 4.6.2 Messtechnische Maßnahmen und
- 4.6.3 Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre

zu beachten.

Zu Ziffer 4.4:

Vor Beginn der Verfüllarbeiten sind Hindernisse am Schachtkopf wie Bühnen und Stahlbleche zu beseitigen. Eine Inertisierung des Schachtes ist vor Aufnahme der Verfüllarbeiten nicht erforderlich.

Zu Ziffer 4.6.2:

Der CH₄-Gehalt ist im Schacht in den in Tabelle 6 aufgeführten Teufen durch ortsfeste registrierende CH₄-Messeinrichtungen zu überwachen (siehe auch Anlage 3). Die Messstellen sind bereits vor dem Schließen der Schalungsbühne in Betrieb zu nehmen.

Tabelle 6: Lage der CH₄-Messstellen

Teufe [m]	Teufe NN [m]	Ort
50	+5	
110	-55	etwa 20 m oberhalb der 130 m-Sohle
200	-145	etwa 20 m oberhalb der 3. Sohle
300	-245	etwa 20 m oberhalb der 4. Sohle
385	-330	etwa 20 m oberhalb der 5. Sohle
470	-415	etwa 20 m oberhalb der Zwischensohle
525	-470	etwa 20 m oberhalb der 6. Sohle
615	-560	etwa 35 oberhalb der Schalungsbühne
655	-600	max. 5 m unterhalb der Schalungsbühne

Die Messeinrichtungen sollten aus übertägig aufgestellten CH₄-Messgeräten mit Infrarotsensoren bestehen, die das Messgas mittels Pumpe über einen Messschlauch an den oben beschriebenen Stellen ansaugen.

Die Messschläuche und insbesondere die Ansaugenden sind vor Anbackungen von Füllgut, Abreißen und Verstopfung zu schützen und entsprechend hinter Spurlatten oder Rohrleitungen zu verlegen. Die Messschläuche sollen durchgehend vertikal, d.h. ohne Schlaufen verlegt werden.

Der Messschlauch der Messstelle unterhalb der Schalungsbühne ist innerhalb des ersten Verfüllabschnittes z.B. durch Führung durch eine Schlauch- oder Rohrleitung vor Quetschung durch den eingebrachten Baustoff zu sichern. Die Durchführung ist z.B. mit PU-Schaum abzudichten

Bei Erreichen der Warn- und Alarmwerte für CH₄ soll die Auslösung eines optischen und akustischen Signals an einer während der Verfüllung ständig besetzten Stelle erfolgen. Der Warnwert soll für alle Messstellen auf einen CH₄-Gehalt von 0,5 % eingestellt werden. Der Alarmwert soll für alle Messstellen 1,0 Vol.-% betragen.

Weiterhin ist mindestens ein O₂-Messgerät zu betreiben, welches zunächst die 50 m-Messstelle überwacht und bei Bedarf an andere Messschläuche angeschlossen werden kann. Dadurch kann im Falle einer notwendigen Inertisierung des Schachtes eine Messstelle je nach Zusammensetzung der Atmosphäre innerhalb des Schachtes wahlweise auf den CH₄- oder den O₂-Gehalt überwacht werden.

Bei Erreichen der Warn- und Alarmwerte für O₂ soll ebenfalls die Auslösung eines optischen und akustischen Signals an einer während der Verfüllung ständig besetzten Stelle erfolgen. Der Warnwert soll auf einen O₂-Gehalt von 19 % eingestellt werden. Der Alarmwert soll 17 Vol.-% betragen.

Eine Schachtmesssonde zur Sondierung des CH₄-Gehaltes ist während der gesamten Verfüllung vorzuhalten.

Messgeräte und Schachtmesssonde sollten in einer Entfernung von ≥ 20 m zum Schacht aufgestellt werden.

Die verwendeten Einrichtungen zur Verarbeitung und Dokumentation der Ausgabedaten der CH₄-Messeinrichtungen sollten von einer anerkannten Fachstelle geprüft worden sein (vgl. Wettermessdaten-Richtlinien der Abteilung Bergbau und Energie in NRW der Bezirksregierung Arnsberg vom 22.02.2002 in der Fassung vom 30.11.2005). Anderenfalls wird empfohlen, die Messwerte der CH₄-Messeinrichtungen in der Sicherheitswarte Pluto registrieren oder eine stündliche handschriftliche Protokollierung der Messwerte vor Ort vorzunehmen zu lassen.

Für den Fall des teilweisen oder vollständigen Ausfalles der messtechnischen Überwachung bestehen folgende Optionen:

- Es können Messschläuche von übertage aus eingehangen werden.
- Messungen der Druckdifferenz und der CH₄-Gehalte an der Entgasungsleitung des Schachtes Amalie.

Zu Ziffer 4.6.3:

Vor der Verfüllung des Schachtes sind mehrere Inertisierungsleitungen herzurichten, die je Austrag einen Querschnitt von 0,002 m² (entsprechend DN 50) aufweisen. Eine separate Inertisierungsleitung ist dabei bis unterhalb der Schalungsbühne zu führen.

Inertgasausträge mit einem Querschnitt von je Querschnitt von 0,002 m² (entsprechend DN 50) sind in den in Tabelle 7 aufgeführten Teufen herzustellen (siehe auch Anlage 3). Die Inertgasausträge sollen gegen Verschluss durch das verstärzte Füllgut durch eine geeignete Abdeckung (z.B. Blech oder Gurtband) geschützt werden.

Tabelle 7: Lage der Inertgasausträge

Teufe [m]	Teufe NN [m]	Ort
120	-65	etwa 10 m oberhalb der 130 m-Sohle
210	-155	etwa 10 m oberhalb der 3. Sohle
310	-255	etwa 10 m oberhalb der 4. Sohle
395	-340	etwa 10 m oberhalb der 5. Sohle
480	-425	etwa 10 m oberhalb der Zwischensohle
535	-480	etwa 10 m oberhalb der 6. Sohle
625	-570	etwa 25 oberhalb der Schalungsbühne
660	-605	etwa 10 m unterhalb der Schalungsbühne

Die Inertisierungsleitungen sollten in einer Entfernung von ≥ 20 m zum Schacht enden und mit der jeweiligen Teufe des Austrages gekennzeichnet werden.

Für den Fall des teilweisen oder vollständigen Ausfalles der Inertisierungsleitungen bestehen folgende Optionen zur Beherrschung der Ausgasung:

- Inertisieren über einen bei Bedarf eingehängten Mörtelförderschlauch

9 Wettertechnischer Abschluss

Für das Abwerfen und Verfüllen des Schachtes Amalie ist zu beachten, dass der einziehende Mindestwetterstrom bis zum wettertechnischen Abschluss ausreichend groß gewählt werden muss, damit die maximalen CH₄-Zuströme in die angeschlossenen Grubenbaue bei zulässigen CH₄-gehalten (< 1,0 Vol.-%) und Einhaltung der Mindestwettergeschwindigkeit gem. BVOST beherrschbar sind. Es muss ein CH₄-Strom von maximal 3,6 m³/min über den Schacht Marie abgeführt werden können.

Der wettertechnische Abschluss soll nach dem folgenden Arbeitsablauf durchgeführt werden:

1. Der Schacht wird zunächst über eine entsprechende Öffnung in der Schalungsbühne durchgehend bewettert. Die Schalungsbühne wird durch Aufbringen einer mehrerer Dezimeter dicken Baustoffschicht abgedichtet.
2. Vor dem Abschalten des Hauptgrubenlüfters soll der aktuelle Luftdruck und die Luftdruckprognose des Deutschen Wetterdienstes bewertet werden. Mit Schritt 3 kann fortgefahren werden, wenn der Luftdruck mindestens 1000 hPa beträgt und nach Prognose bis zum Ausfahren der Mannschaft nicht abfällt.

Wird diese Bedingungen nicht erfüllt, ist das Abschalten des Hauptgrubenlüfters zu verschieben.

3. Mit dem Abschalten des Hauptgrubenlüfters werden die Schalungsbühnen in den Schächten Amalie und Marie zeitgleich zugelegt. Danach fährt die Mannschaft unverzüglich aus.
4. Nach Ausfahren der Mannschaften beginnt unverzüglich die Verfüllung der Schachtes Amalie. Der erste Verfüllabschnitt des Widerlagers wird als explosionsfester Abschluss erstellt.

10 Vorgehen während der Verfüllung

10.1.1 CH₄-Überwachung

Im Fall von Verfüllpausen von ≥ 3 Stunden soll planmäßig

- unmittelbar vor Wiederaufnahme der Verfüllung
- und bei längeren Verfüllpausen mindestens einmal täglich

die Messung des CH₄-Gehaltes über den gesamten Schachtabschnitt bis zur Füllsäulenoberfläche mittels Schachtmesssonde durchgeführt werden.

Bei Erreichen des Warnwertes von 0,5 Vol.-% an einer der CH₄-Messstellen ist der Personenkreis zu informieren, der über etwaige Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre entscheidet.

Falls während der Verfüllung des ersten Abschnittes an der Messstelle unterhalb der Schalungsbühne der Alarmwert von 1,0 Vol.-% CH₄ erreicht wird, ist die Verfüllung unverzüglich zu unterbrechen. Es müssen dann Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre unterhalb der Schalungsbühne, z.B. durch die Aufgabe von Inertgas unterhalb der Schalungsbühne, eingeleitet werden.

Falls während der Verfüllung an einer der Messstellen oberhalb der Schalungsbühne der Alarmwert von 1,0 Vol.-% CH₄ erreicht wird, ist die Verfüllung unverzüglich zu unterbrechen. Es müssen dann Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre in dem zu verfüllenden Schachtabschnitt, z.B. durch die Aufgabe von Inertgas oder die Spülung des Schachtes mit Druckluft, eingeleitet werden.

Eine Inertisierung vor Verfüllbeginn ist nicht notwendig.

Falls während der Verfüllung an der 50 m-Messstelle der Alarmwert von 1,0 Vol.-% CH₄ erreicht wird, sind alle elektrischen Betriebsmittel im Umkreis von 20 m um den Schacht spannungslos zu schalten. Der gleiche Bereich soll in diesem Fall nicht mehr von Fahrzeugen bzw. Maschinen befahren werden.

10.1.2 O₂-Überwachung

Bei Erreichen des Warnwertes von 19 Vol.-% O₂ an der 50 m-Messstelle ist bei Betreten der Schachthalle ein Mehrgasmessgerät mit O₂-Sensor mitzuführen.

Bei Erreichen des Alarmwertes von 17 Vol.-% O₂ an der 50 m-Messstelle ist bei Betreten eines Bereiches im Umkreis von 20 m um den Schacht ein Mehrgasmessgerät mit O₂-Sensor mitzuführen.

Bei O₂-Gehalten unter 19 Vol.-% ist der Rückzug anzutreten und der Bereich ggf. zu bewettern.

11 Schutz der Tagesoberfläche vor Gefahren durch schädliche Gase aus dem stillgelegten Grubengebäude

11.1 Entgasungsleitung

Nach dem Abwerfen des Schachtes Amalie und der angeschlossenen Grubenbaue ist davon auszugehen, dass in den an den Schacht angeschlossenen Grubenbauen ein Gasgemisch mit mehr oder weniger großen CH₄- und CO₂-Gehalten und geringen O₂-Gehalten ansteht.

Die Einrichtung einer Entgasungsleitung für die langfristige Entgasung des Grubengebäudes wird empfohlen, um das Risiko von Gefahren durch schädliche Gase an der Tagesoberfläche im Bereich des ehemaligen Bergwerkes Amalie zu reduzieren.

Der Schacht Amalie wird aufgrund seiner Anschlüsse an das Grubengebäude und der geeigneten vorhandenen Schachtleitungen als Standort für die langfristige Entgasung empfohlen. Zur kontrollierten Abführung dieses Gasgemisches sollte daher eine Entgasungsleitung mit einem Querschnitt von mindestens DN 300 im Schacht Amalie vorbereitet werden.

Die Leitung ist unterhalb des Widerlagers mit vollem Querschnitt zu öffnen. Zusätzlich sind die Dämme innerhalb bzw. oberhalb des Widerlagers an die Entgasungsleitung anzuschließen (Tabelle 8 und Anlage 4). Die Anschlussrohre sollen dabei zur Ableitung von Kondensat zum Schacht/ zur Entgasungsleitung hin einfallen.

Tabelle 8: Anschlüsse der Entgasungsleitung im Schacht Amalie

Teufe [m NN]	Sohle	Art des Anschlusses	Durchmesser des Anschlusses
-31,3	1. Sohle	Bohrung Nordosten	DN 150
-100,3	2. Sohle	Damm D14 im Nordwesten	DN 150
-166,6	3. Sohle	Damm D3 im Nordwesten	DN 150
-265,1	4. Sohle	Damm D4 im Nordwesten	DN 150
-489,9	6. Sohle	Damm D7 im Nordwesten	DN 150

Über Tage ist an die Entgasungsleitung 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 zwischen Schieber und Be- und Entlüftungshauben 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 o.g. Leitfadens [1] zu errichten und zu betreiben sind.

Die Öffnung unter dem Widerlager sollte zunächst mit einer Dichtung verschlossen werden, um Gaszuströme während und nach der Schachtverfüllung vorerst zu unterbinden. Diese soll nach Verfüllung des Schachtes Marie mit Wasserdruck entfernt werden.

11.2 Behandlung nicht mehr benötigte Rohrleitungen

Alle nach der Verfüllung nicht mehr benötigten Rohrleitungen sind von der endgültigen Füllsäulenoberfläche bis zum Widerlager mit Baustoff zu verfüllen. Um dabei ein Auslaufen des Baustoffes in das Grubengebäude zu vermeiden, sind diese Rohrleitungen vor Beginn der Verfüllung im Bereich des Widerlagers entsprechend zu trennen. Die Verfüllung der Rohrleitungen soll im Anschluss der Schachtverfüllung erfolgen. Im Hinblick auf eventuelle Ansammlungen explosionsfähiger Gasgemische sollte dabei das Trennen oder Öffnen der Rohrleitungen nahe der Tagesoberfläche bereits vor der Verfüllung erfolgen.

11.3 Behandlung der Tagesoberfläche

Es wird empfohlen, alle vorhandenen Hohlräume wie Schachtkeller, Wetterkanal, Rohr- und Kabelkanäle bis zu einem Umkreis vom 25 m um den Schacht herum vollständig zu entfernen und den Bereich anschließend mit Lockermaterialien zu verfüllen. Diese Arbeiten können nach der Schachtverfüllung im Zusammenhang mit dem Rückbau bzw. einer Nachnutzung der Tagesanlagen durchgeführt werden.

11.4 Nutzung der Oberfläche im Schachtschutzbereich

Gemäß Ziffer 4 des allgemeinen Teils des Leitfadens für das Verwahren von Tagesschächten [1] ist der Schacht Amalie nach Abschluss der Verfüllung auf das Austreten schädlicher Gase an der Tagesoberfläche (möglichst bei niedrigem Luftdruck) zu überprüfen.

Für die Tagesoberfläche im Umkreis des Schachtes ist eine Sicherheitszone (Schachtschutzbereich) hinsichtlich der Ausgasung auszuweisen, die bei Durchführung der unter Ziffer 11.3 beschriebenen Maßnahmen eine Fläche mit einem Radius von 25 m um den Schachtmittelpunkt umfasst. Solange die unter Ziffer 11.3 beschriebenen Maßnahmen nicht durchgeführt worden sind, sind die beschriebenen zu entfernenden Bauwerke/Hohlräume in den Schachtschutzbereich einzubeziehen.

Innerhalb des Schachtschutzbereiches sollte grundsätzlich auf die Durchleitung von Ver- und Entsorgungsleitungen sowie auf Überbauungen jeder Art verzichtet werden. Anderenfalls sind zur Festlegung eventuell erforderlicher Maßnahmen weitere ausgasungstechnische Untersuchungen notwendig.

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass gemäß Ziffer 4 des allgemeinen Teils des Leitfadens für das Verwahren von Tagesschächten [1] die Lage der Tagesöffnung des verfüllten Schachtes in geeigneter Weise dauerhaft zu kennzeichnen ist. Die Kennzeichnung soll den Namen, die Lage des Mittelpunktes, die lichte Weite und die Tiefe des Schachtes angeben.

Essen, 10.11.2020

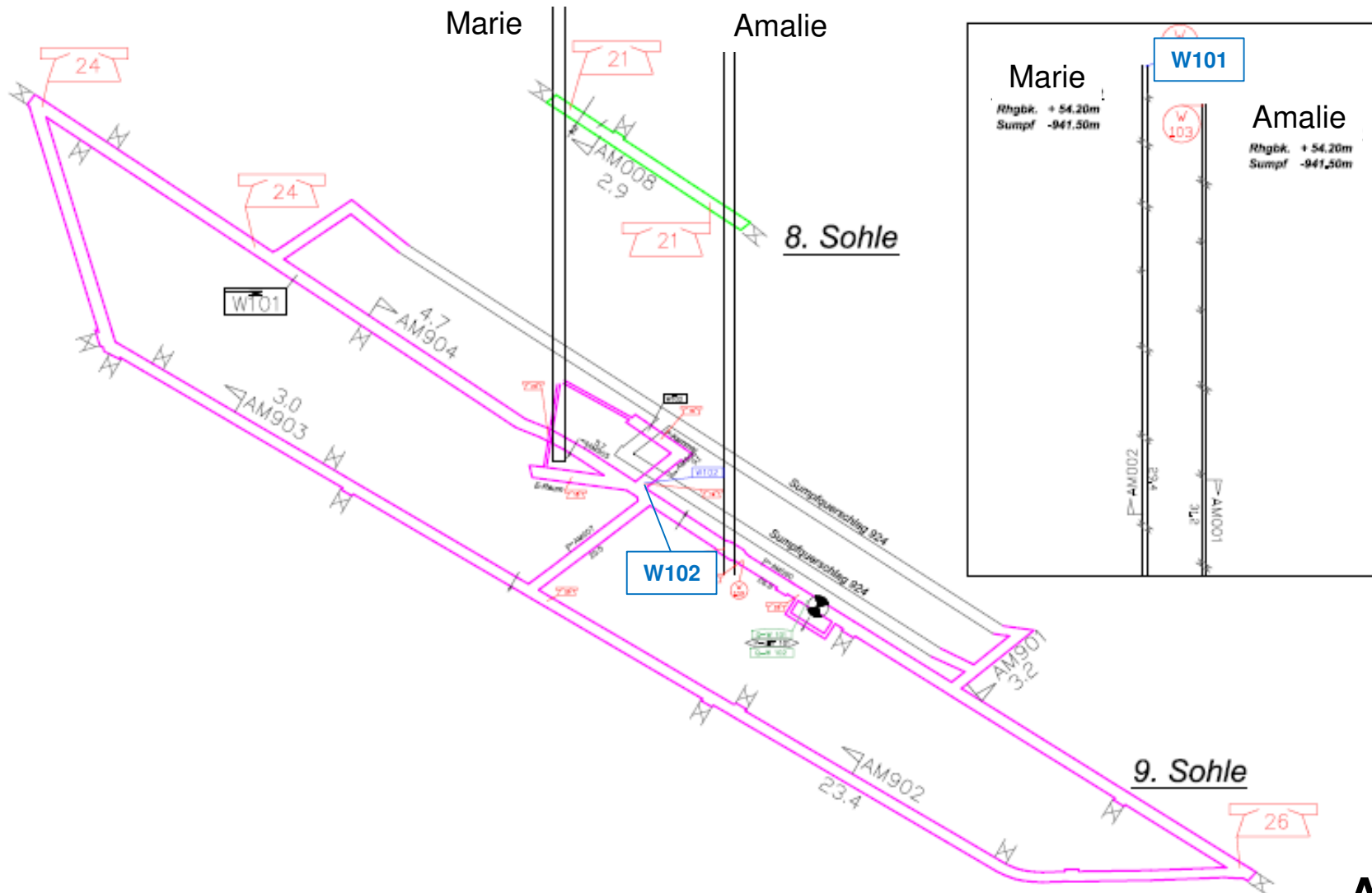
Der Sachverständige

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Imgrund', is written over the typed name.

(Imgrund)

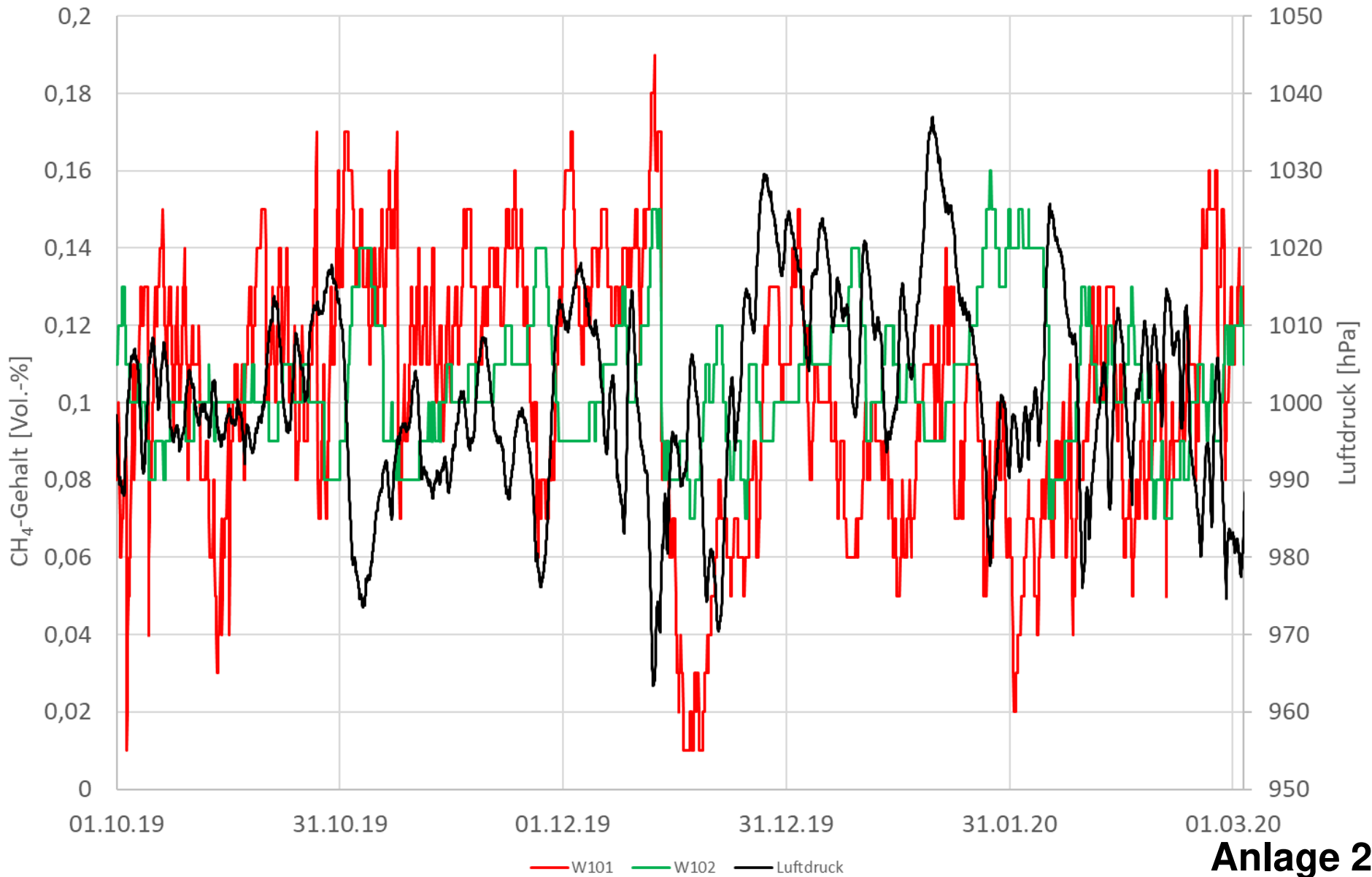
Wasserhaltung Amalie

Grubengebäude und Lage der Messstellen



Anlage 1

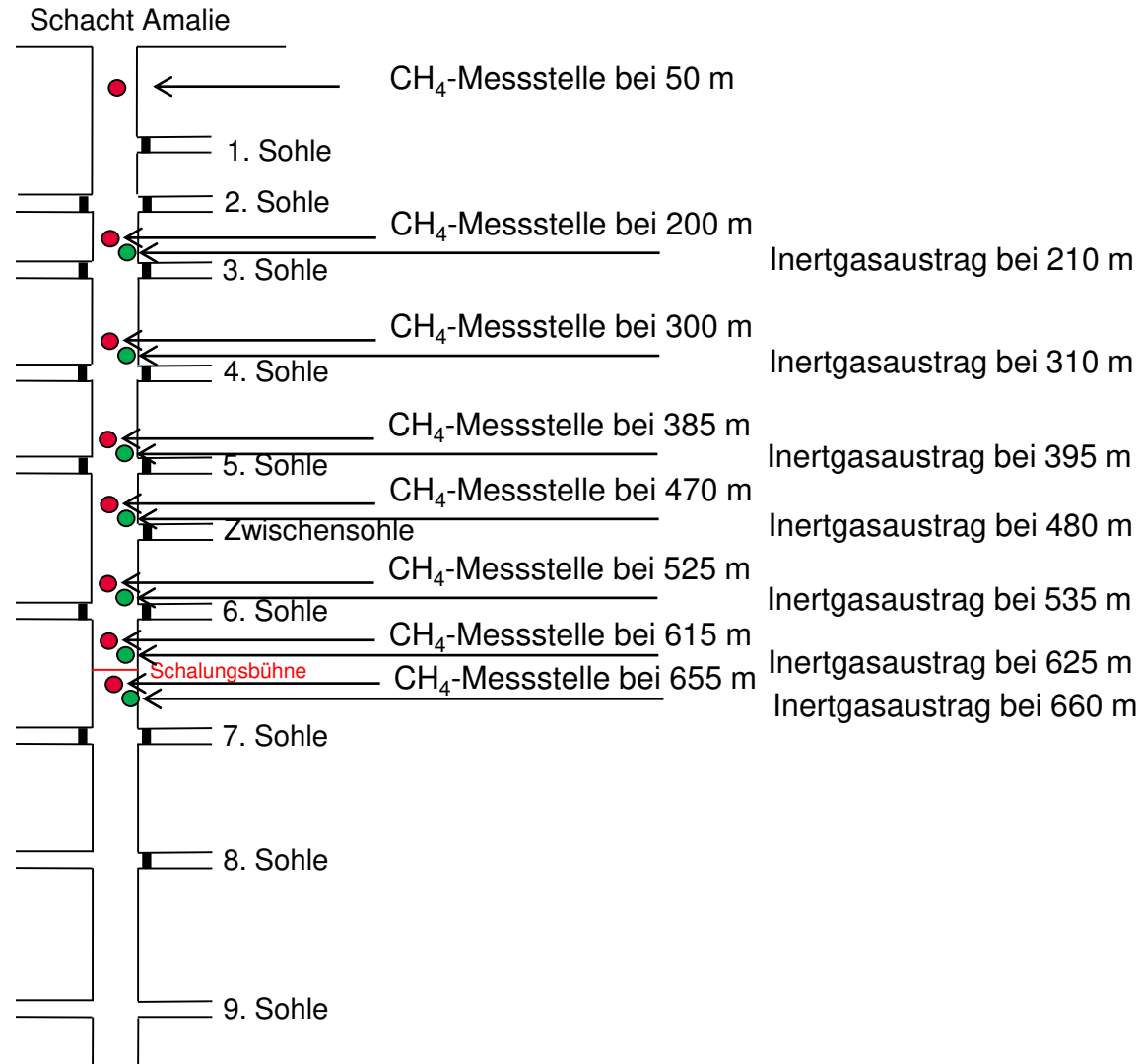
Wasserhaltung Amalie - CH₄-Gehalte



Anlage 2

Schacht Amalie

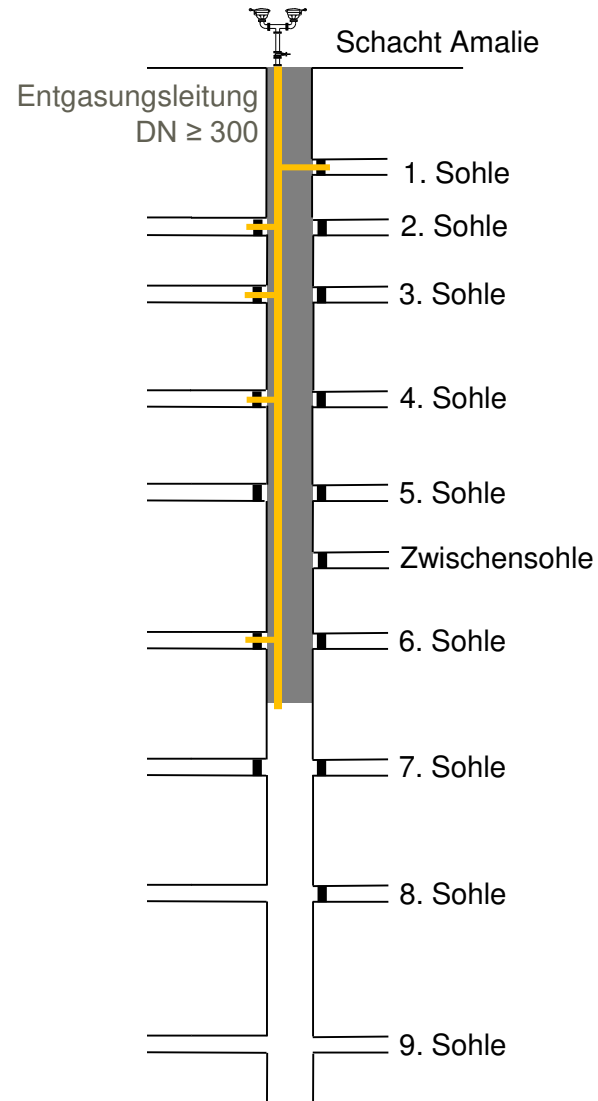
Verfüllung



Anlage 3

Schacht Amalie

Entgasungsleitung



Anlage 4