

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 Auftreten von CH₄ auf der 14. Sohle
der Wasserhaltung Zollverein der RAG Aktiengesellschaft**

PFG-Nr. 341 037 21

Essen, 12.04.2021

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



(Beckmann)

INHALTSVERZEICHNIS

Blatt:

1	Einleitung.....	3
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Berg- und wettertechnische Angaben	6
4	Rückzug aus dem Grubengebäude	8
5	Ausgasungsverhalten der Wasserhaltung Zollverein	9
5.1	Auswertung der Dammkartei	9
5.2	Befahrung der Wasserhaltung Zollverein	11
5.3	Langzeituntersuchung des Ausgasungsverhaltens	12
5.4	Einfluss der Grubengasgewinnung	15
5.5	Bewertung des Ausgasungsverhaltens	15
6	Entwicklung der CH ₄ -Zuströme beim Rückzug	17
6.1	Schacht Zollverein 12	17
6.2	14. Sohle	18
7	Abschließende Bewertung des Auftretens von CH ₄ auf der 14. Sohle	18

1 Einleitung

Die RAG Aktiengesellschaft (RAG) beabsichtigt, die untertägige Wasserhaltung Zollverein aufzugeben und die Schächte Zollverein 2 und Zollverein 12 dauerstandsicher zu verfüllen. In diesem Zusammenhang soll der konstruktive Explosionsschutz auf der 14. Sohle im Vorfeld geraubt werden. Die Fachstelle für Sicherheit – Prüfstelle für Grubenbewetterung (PFG) der DMT GmbH & Co. KG (DMT) wurde durch die RAG beauftragt, zum Auftreten von Methan (CH₄) auf der 14. Sohle gutachterlich Stellung zu nehmen.

Es soll geprüft werden, ob die 14. Sohle gemäß DIN EN 1127-2 Ziff. 6.3.1 bzw. § 9 der Bergverordnung des Landesoberbergamtes NRW für elektrische Anlagen (Elektro-Bergverordnung – ElBergV) derzeit und auch nach dem Einbau der Schalungsbühne im Schacht Zollverein 12 als Grubenbau, der nicht durch Grubengas gefährdet ist, eingestuft werden kann. Dabei wird insbesondere die Veränderung des Ausgasungsverhaltens der abwetterseitig der Schalungsbühne vorhandenen Dämme berücksichtigt.

2 Verwendete Unterlagen

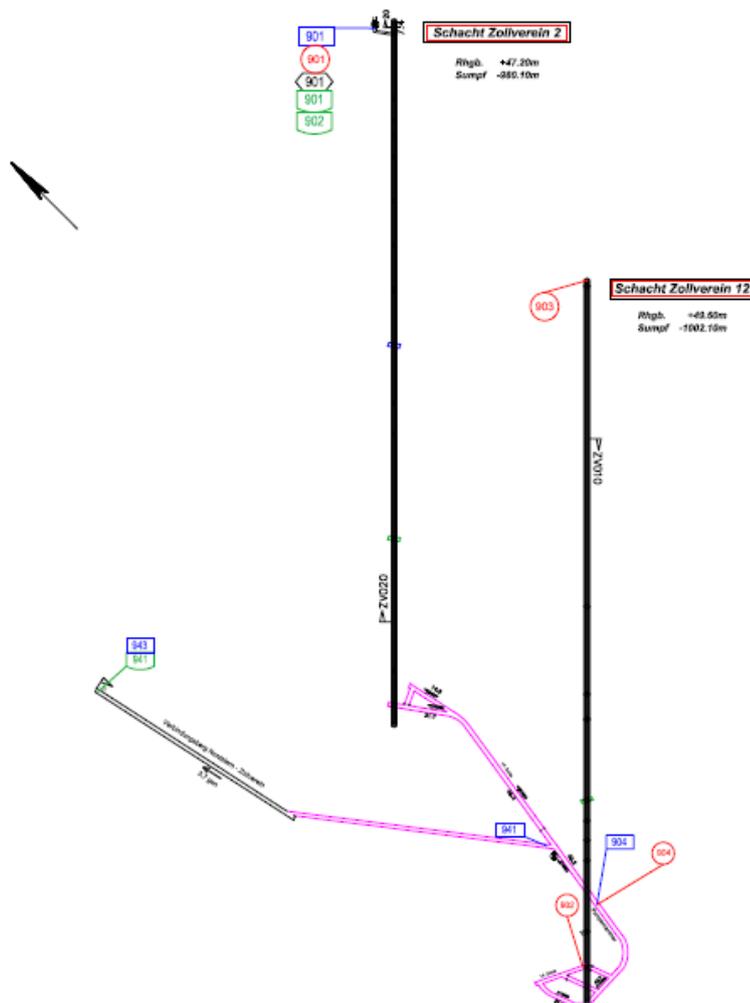
- [1] Bericht über die Untersuchungen zu möglichen Änderungen der CH₄-Zuströme aus alten Grubenbauen nach Stilllegung des Bergwerks Ewald/Hugo in die Zentralwasserhaltungsanlage Zollverein, DMT Fachstelle für Sicherheit - Prüfstelle für Grubenbewetterung, 08.11.1999, PFG-Nr. 341 087 99
- [2] Gutachtliche Stellungnahme zum Ausgasungsverhalten der Wasserhaltung Zollverein der RAG Deutsche Steinkohle, DMT Fachstelle für Sicherheit - Prüfstelle für Grubenbewetterung, 20.11.2014, PFG-Nr. 341 284 14
- [3] Gutachtliche Stellungnahme zum Ausgasungsverhalten des Schachtes Zollverein 2 des Wasserhaltung Zollverein der RAG Aktiengesellschaft im Hinblick auf seine Verfüllung, DMT Fachstelle für Sicherheit - Prüfstelle für Grubenbewetterung, 11.03.2021, PFG-Nr. 351 035 21
- [4] Gutachtliche Stellungnahme zum Ausgasungsverhalten des Schachtes Zollverein 12 des Wasserhaltung Zollverein der RAG Aktiengesellschaft im Hinblick auf seine Verfüllung, DMT Fachstelle für Sicherheit - Prüfstelle für Grubenbewetterung, 11.03.2021, PFG-Nr. 351 036 21
- [5] Auszüge aus dem Risswerk des Bergwerks Zollverein, RAG Aktiengesellschaft
- [6] Wasserhaltung Zollverein, Messgeräteeinsatzplan, RAG Aktiengesellschaft, 05.09.2016
- [7] Messwerte der ortfesten CH₄-Messeinrichtungen, RAG Aktiengesellschaft, Zeitraum 01.10.2020 - 15.03.2021
- [8] Protokolle der Dammmessungen, RAG Aktiengesellschaft, 2017 - 2021
- [9] Protokolle über die Befahrung des Schachtes Zollverein 2 am 10.02.2017, DMT-Fachstelle für Sicherheit – Prüfstelle für Grubenbewetterung
- [10] Protokolle über die Befahrungen der Wasserhaltung Zollverein am 10.02.2017 und am 01.04.2021, DMT-Fachstelle für Sicherheit – Prüfstelle für Grubenbewetterung
- [11] Messungen der Gaszusammensetzung und der Druckdifferenzen an verfüllten Tagesschächten in der Emschermulde und im Umfeld des Bergwerkes Zollverein, DMT-Fachstelle für Sicherheit – Prüfstelle für Grubenbewetterung, 2021

- [12] Wettertechnische Planung zum Rückzug aus der Wasserhaltung Zollverein (2021-01-30_ZO_WettertechnischeAnlagenZumABP.ppts), RAG Aktiengesellschaft, 30.01.2021
- [13] Aktuelles Wetternetz der Wasserhaltung Zollverein (2021-03-12_Zollverein_Aktuelles Wetternetz mit Ortsdrücken an den Dämmen.pdf), RAG, März 2021
- [14] Wetternetz der Wasserhaltung für den Rückzug (Zollverein 2021-03-16_Zollverein_Wetternetz mit Bühnen in den Schächten + Ortsdrücken an den Dämmen und Bühnen.pdf), RAG, März 2021
- [15] DIN EN 1127-2 Explosionsfähige Atmosphäre – Explosionsschutz – Teil 2: Grundlagen und Methodik in Bergwerken, Deutsche Fassung EN 1127-2:2014
- [16] Bergverordnung des Landesoberbergamtes NRW für elektrische Anlagen vom 9.5.2000 (Elektro-Bergverordnung - ElBergV)
- [17] Verwaltungsanweisungen, Hinweise und Erläuterungen zur Bergverordnung des Landesoberbergamtes NRW für elektrische Anlagen (Elektro-Bergverordnung - ElBergV) vom 14.11.2001

3 Berg- und wettertechnische Angaben

Die Wasserhaltung Zollverein wird auf der 14. Sohle des stillgelegten Bergwerkes Zollverein betrieben. Das dazu genutzte Grubengebäude (Abbildung 1) besteht aus den Schächten Zollverein 2 und Zollverein 12, Teilen der 14. Sohle und dem oberen Abschnitt des Verbindungsberges Nordstern-Zollverein. Die Pumpenkammer schließt unmittelbar an den Umtrieb des Schachtes Zollverein 12 an und ist etwa 80 m lang. Nördlich der Pumpenkammer zweigt eine Strecke zum Verbindungsberg Nordstern-Zollverein ab, welche noch bis zum Wasserannahmedamm 1408 offen ist.

Abbildung 1: Grubengebäude der Wasserhaltung Zollverein



An die Schächte Zollverein 2 und Zollverein 12 sind weitere abgeworfene und abgedämmte Grubenbaue angeschlossen. Tabelle 1 zeigt die an den Schacht Zollverein 12 angeschlossenen Grubenbaue.

Tabelle 1: Schacht Zollverein 12, Übersicht der Schachtzugänge

Teufe [m]	Tiefe [m NHN]	Bezeichnung	Bemerkung
548	-498	Flöz Anna	bündig abgemauert, gemauerter Bogen im Westen
599,2	-549,6	Wetterdiagonale	bündig abgemauert, kein Anschlag sichtbar
603,4	-553,8	12. Sohle	bündig abgemauert, kein Anschlag sichtbar
758,0	-708,4	13. Sohle	im Westen ca. 4 m ausgesetzt, Damm, 1 Dammrohr DN 700, 2 Rohre DN 100 im Osten ca. 4 m ausgesetzt, Damm, 1 Dammrohr DN 700
772,0	-722,4	Flöz Ernestine	im Süden Betonmauer, bündig zur Schachtmauerung
788,0	-738,4	1. Füllsohle	im Südwesten gemauerter Bogen, bündig zur Schachtmauerung
816,4	-766,8	2. Füllsohle	im Westen gemauerter Bogen, bündig zur Schachtmauerung
846,0	-796,4	Sumpfsohle	bündig zur Schachtmauerung abgemauert, Rohr DN 50
949,7	-900,1	Bunkerkopfstrecke	im Westen ca. 4 m ausgesetzt, Damm, 1 Dammrohr DN 700, 2 Rohre DN 100, 2 Rohre DN 50
992,6	-943,0	Wetterschräge	im Osten bündig abgemauert, 1 Rohr DN 100
999,7	-950,1	14. Sohle	im Westen offen im Süden abgemauert, aber über Rohre DN 400 bewettert

Weiterhin wurden weite Teile der 14. Sohle und der untere Teil des Verbindungsberges Nordstern-Zollverein zum noch offenen Restgrubengebäude hin abgedämmt. Der abgedämmte Abschnitt des Verbindungsberges ist geflutet.

Der am Schacht Zollverein 12 nach Süden abgedämmte Teil der 14. Sohle (Dämme 490, 517, 522 und 512) ist über den Querschlag HON mit dem im Norden des Schachtes Zollverein 2 abgedämmten Teil der 14. Sohle (Dämme 524 und 525) verbunden. Die 14. Sohle schließt das Grubenfeld im Osten und Süden des Schachtes Zollverein 12 auf. Die Dämme 517, 522, 512, 524 und 525 sind Wasserdämme. Die 14. Sohle ist so zumindest teilweise wassererfüllt.

Über zahlreiche Blindschächte bestehen Verbindungen von der 14. Sohle zur 13. Sohle. Über die 13. Sohle ist das Grubenfeld Zollverein weitreichend aufgeschlossen. Die in den beiden Schächten jeweils abgedämmten Grubenbaue der 13. Sohle sind miteinander unmittelbar im Schachtbereich verbunden.

Der Schacht Zollverein 12 wird einziehend und der Schacht Zollverein 2 ausziehend bewettert. Der Schacht Zollverein 2 ist mit einer übertägigen Hauptventilatoranlage ausgestattet. Der Gesamtwetterstrom der Wasserhaltung Zollverein beträgt derzeit rund 43 m³/s. Der obere Teil des Verbindungsberges Nordstern-Zollverein wird mit einer Wettermenge von rund 14 m³/s sonderbewettert.

4 Rückzug aus dem Grubengebäude

Der Schacht Zollverein 12 soll als Brunnenbetrieb umgebaut werden. In diesem Zusammenhang soll der Schacht Zollverein 12 teilverfüllt und mit drei Hüllrohrtouren DN 1400 innerhalb der Füllsäule versehen werden, in die bei Bedarf Tauchpumpen eingehängt werden können.

Die Wasserannahme im Verbindungsberg Nordstern-Zollverein wird im Rahmen des Rückzuges beendet. Das Wasser wird somit unter sukzessiver Einkürzung der Sonderbewetterung im Berg ansteigen und dann im Niveau der 14. Sohle angenommen.

Im Rahmen des Rückzuges wird auf der 14. Sohle nördlich der Pumpenkammer ein Damm zur Trennung verschiedener Grubenwässer errichtet, wobei die Wetter zunächst über offene Dammrohre (5 x DN 900 mit insgesamt 3,2 m² Querschnitt oder 3 x 1200 mit insgesamt 3,4 m² Querschnitt) geführt werden. Die Dammrohre werden nicht verschlossen.

Im nächsten Schritt wird im Schacht Zollverein 2 in einem Niveau von etwa -600 m NHN eine Schalungsbühne mit einem offenen Restquerschnitt von 5 m² errichtet.

Im Schacht Zollverein 12 wird in einem Niveau von etwa -600 m NHN eine Schalungsbühne mit einem offenen Restquerschnitt von 4,5 m² errichtet.

Bei etwa gleichbleibender Wettermenge wird die Druckerzeugung des Hauptgrubenlüfters am Schacht Zollverein 2 steigen, wobei der größte Teil der Druckverluste an dem Damm auf der 14. Sohle erfolgt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Schacht Zollverein 2, Betriebspunkte des Hauptgrubenlüfters

Phase	Wettermenge [m³/s]	Druckerzeugung des Lüfters [Pa]
vor Fertigstellung des Dammes auf der 14. Sohle	43,2	45
nach Fertigstellung des Dammes auf der 14. Sohle	42,9	83,5
nach Fertigstellung Schalungsbühne Schacht 2	42,8	92,2
nach Fertigstellung Schalungsbühne Schacht 12	42,7	94,8

5 Ausgasungsverhalten der Wasserhaltung Zollverein

5.1 Auswertung der Dammkartei

In der Wasserhaltung Zollverein befinden sich Abschlussdämme, die bis auf wenige Ausnahmen mit Beprobungsrohren ausgestattet sind, die eine regelmäßige Kontrolle ermöglichen. Zur Beurteilung der CH₄-Gehalte und der Drücke in den abgedämmten Grubenbauen wurde die Dammkartei ausgewertet. Die Tabelle 3 zeigt die Messwerte der Dämme.

Tabelle 3: Messungen an den Beprobungsrohren

Damm	Ort	Datum	CH ₄ -Gehalt [Vol.-%]	Druck [Pa]	Luftdruck [hPa]
294	Scht. 2, 5. Sohle	08.06.2018	-	-1780	1010
		01.02.2021	0,00	-823	985
		13.03.2021	0,00	-206	987
102	Scht. 2, 6. Sohle, Süden	09.02.2017	-	-2000	1023
		08.06.2018	-	-1840	1010
		06.02.2020	-	-1400	1027
		01.02.2021	0,00	-840	985
		13.03.2021	0,0	-303	987
210	Scht. 2, 6. Sohle, Norden	06.02.2020	0,00	0	1027
		01.02.2021	0,00	0	985
		13.03.2021	0,00	2	987
-	Scht. 2, 12. Sohle, Norden	08.06.2018	-	0	1010
		03.02.2020	-	-1340	1027
		01.02.2021	0,00	-823	985
		13.03.2021	0,00	-337	987

Damm	Ort	Datum	CH ₄ -Gehalt [Vol.-%]	Druck [Pa]	Luftdruck [hPa]
-	Scht. 2, 12. Sohle, Süden	08.06.2018	-	-1913	1010
		03.02.2020	-	-1380	1027
		01.02.2021	0,00	-455	985
		13.03.2021	0,00	-80	987
523	Scht. 2, 13. Sohle, Süden	08.06.2018	-	-1924	1010
		06.02.2020	-	-1402	1027
		01.02.2021	0,00	-939	985
		13.03.2021	0,00	-418	987
505	Scht. 2, 13. Sohle, Norden	09.02.2017	-	-2000	1023
		08.06.2018	-	-1924	1010
		08.06.2020	-	-1401	1027
		01.02.2021	0,00	-943	985
		13.03.2021	0,00	-410	987
525	Scht. 2, 14. Sohle, Norden	09.02.2017	-	-1600	1023
		21.02.2018	-	-2000	1010
		13.02.2019	-	-1590	1031
		06.02.2020	-	-1401	1027
		01.02.2021	0,00	-823	985
		13.03.2021	0,00	-150	987
		524	14. Sohle, Umfahrung Scht. 2	09.02.2017	-
21.02.2018	-			-1724	1010
13.02.2019	-			-1390	1031
06.02.2020	-			-1402	1027
01.02.2021	0,00			-450	985
13.03.2021	0,00			-100	987
1/2019	14. Sohle, Sumpfstrecke			03.02.2020	0,00
		01.02.2021	0,00	0	985
		13.03.2021	0,00	+48	987
2/2019	14. Sohle, Sumpfstrecke	03.02.2020	0,00	0	1027
		01.02.2021	0,00	-1	985
		13.03.2021	0,00	-2	987
3/2019	14. Sohle, Sumpfstrecke	03.02.2020	0,00	+28	1027
		01.02.2021	0,00	+31	985
		13.03.2021	0,00	+26	987
512	14. Sohle, Querschlag 1 WN östl.	09.02.2017	0,00	-5	1023
		21.02.2018	0,16	+7	1010
		13.02.2019	0,12	+4	1031
		03.02.2020	0,24	+40	1027
		01.02.2021	0,00	+53	985
		13.03.2021	1,56	+13	987
522	14. Sohle, Querschlag 1 WN östl.	09.02.2017	0,00	+2	1023
		21.02.2018	0,00	+6	1010
		13.02.2019	0,00	0	1031
		03.02.2020	0,41	+2	1027
		01.02.2021	0,00	+6	985
		13.03.2021	0,00	+3	987

Damm	Ort	Datum	CH ₄ -Gehalt [Vol.-%]	Druck [Pa]	Luftdruck [hPa]
492	14. Sohle, Wetterberg nach Scht. 12	09.02.2017	0,00	+52	1023
		21.02.2018	0,00	+60	1010
		13.02.2019	0,00	+65	1031
		03.02.2020	0,16	+62	1027
		01.02.2021	0,00	+74	985
		13.03.2021	0,00	+63	987
		517	14. Sohle, Querschlag 1 WN westl.	09.02.2017	0,00
21.02.2018	0,00			0	1010
13.02.2019	0,00			0	1031
03.02.2020	0,00			0	1027
490	14. Sohle, Bunker Scht. 12	09.02.2017	0,00	+58	1023
		21.02.2018	0,00	0	1010
		13.02.2019	0,00	+3	1031
		03.02.2020	0,00	+152	1027
		01.02.2021	0,05	+129	985
		13.03.2021	0,00	+58	987
516	Scht. 12, 13. Sohle, Osten	09.02.2017	-	-1216	1023
		21.02.2018	-	-1370	1010
		01.02.2021	0,00	-1243	985
282	Scht. 12, 13. Sohle, Westen	09.02.2017	-	-1218	1023
		21.02.2018	-	-1370	1010
		01.02.2021	0,00	-1185	985

5.2 Befahrung der Wasserhaltung Zollverein

Am 01.04.2021 erfolgte eine Befahrung der Wasserhaltung Zollverein durch die PFG. Der Luftdruck betrug an diesem Tag ca. 1007 hPa bei steigender Tendenz. Bei den Befahrungen erfolgten Messungen der Differenzdrücke an den Beprobungsrohren von Abschlussdämmen im Schacht Zollverein 2 und auf der 14. Sohle (Tabelle 4).

Tabelle 4: Messungen an den Beprobungsrohren

Damm	Ort	Druck [Pa]
294	Scht. 2, 5. Sohle	-1695
102	Scht. 2, 6. Sohle, Süden	0
210	Scht. 2, 6. Sohle, Norden	-1712
-	Scht. 2, 12. Sohle, Norden	-1797
-	Scht. 2, 12. Sohle, Süden	-896
523	Scht. 2, 13. Sohle, Süden	-1806
505	Scht. 2, 13. Sohle, Norden	-1800
525	Scht. 2, 14. Sohle, Norden	-1393
524	14. Sohle, Umfahrung Scht. 2	-1363
512	14. Sohle, Querschlag 1 WN östl.	0
522	14. Sohle, Querschlag 1 WN östl.	0

5.3 Langzeituntersuchung des Ausgasungsverhaltens

Zur Beurteilung des langfristigen Ausgasungsverhaltens des Schachtes Zollverein 2 und der an den Schacht angeschlossenen bewetterten Grubenbaue wurden die ortsfesten registrierenden CH₄-Messeinrichtungen 901, 904 und 941 herangezogen (Abbildung 1). Die Messeinrichtung 901 befand sich im Wetterkanal des Schachtes Zollverein 2 und erfasste somit den Gesamtausziehstrom der Wasserhaltung Zollverein. Die CH₄-Messeinrichtung 904 befand sich in der Pumpenkammer auf der 14. Sohle. Die CH₄-Messeinrichtung 941 befand sich auf der 14. Sohle in der Anschlussstrecke zum Verbindungsberg Nordstern-Zollverein im Rückstrom der Sonderbewetterung.

Die aufgezeichneten Messwerte der o.g. CH₄-Messeinrichtung wurden der PFG für den Zeitraum vom 01.10.2020 bis zum 15.03.2021 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 901 im Mittel 0,07 Vol.-% und maximal 0,16 Vol.-%. Bei einer Wettermenge von rund 43 m³/s. Damit wurden über den Hauptgrubenlüfter im Mittel 1,7 m³/min und maximal 4,2 m³/min CH₄ abgeführt (Abbildung 2).

Der CH₄-Gehalt an den Messstelle 904 lag im Mittel 0,04 Vol.-% und maximal 0,09 Vol.-%. Der Mittelwert des CH₄-Stroms betrug 1,1 m³/min und der Maximalwert 2,3 m³/min (Abbildung 3). Dabei handelt es sich um den Zustrom in den Schacht Zollverein 12 und untergeordnet über die Dämme im Bereich des Umtriebes des Schachtes Zollverein 12.

Der CH₄-Gehalt an den Messstelle 941 lag im Mittel 0,05 Vol.-% und maximal 0,15 Vol.-%. Aus Differenzbildung der CH₄-Gehalte an den Messstellen 941 und 904 ergibt sich ein rechnerischer Mittelwert des CH₄-Zustroms betrug 0,2 m³/min und der Maximalwert 0,9 m³/min. Vor dem Hintergrund der Messungen an den Dämmen ist diese Differenz eher auf Messungenauigkeiten zurückzuführen.

Durch Differenzbildung der CH₄-Ströme an den Messstellen 901, 904 und 941 ergibt sich kein eindeutiger CH₄-Zustrom in den Schacht Zollverein 2 und den Schachtumtrieb des Schachtes Zollverein 2. Offensichtlich werden die tatsächlichen Differenzen von Messungenauigkeiten überlagert. Aus Differenzbildung der CH₄-Ströme an den Messstellen 901 und 904 ergibt sich ein Mittelwert des CH₄-Zustroms betrug 0,8 m³/min und der Maximalwert 3,2 m³/min (Abbildung 3).

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

Abbildung 2: Gesamter CH₄-Strom in die Wasserhaltung Zollverein

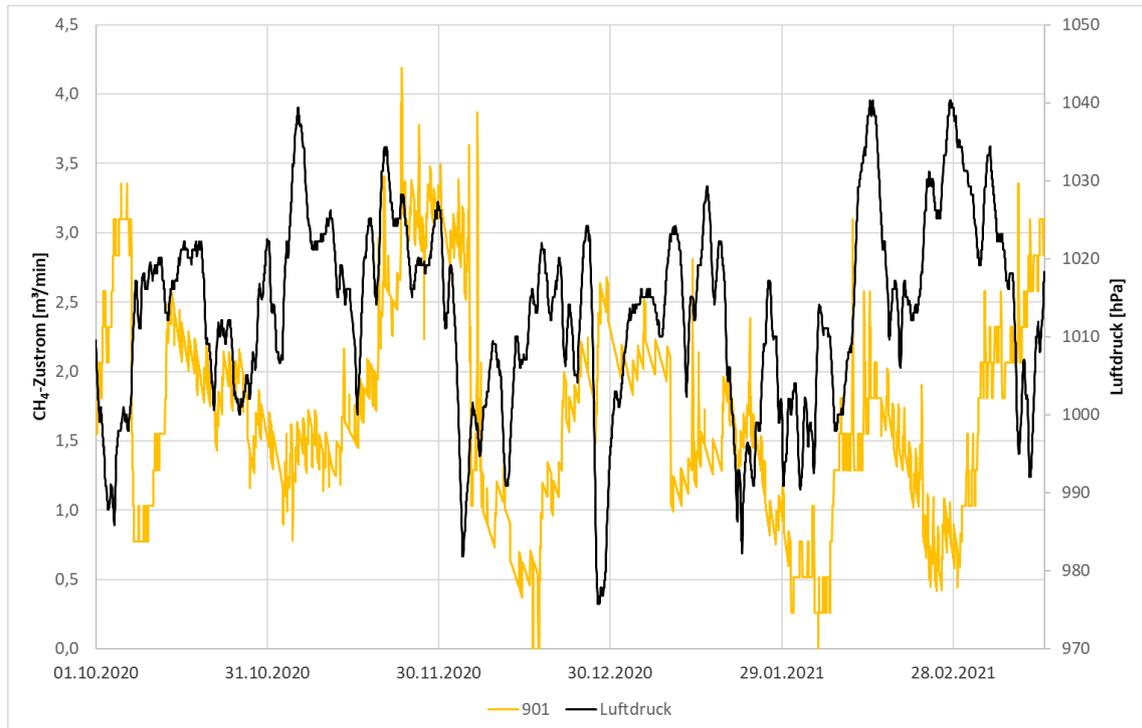
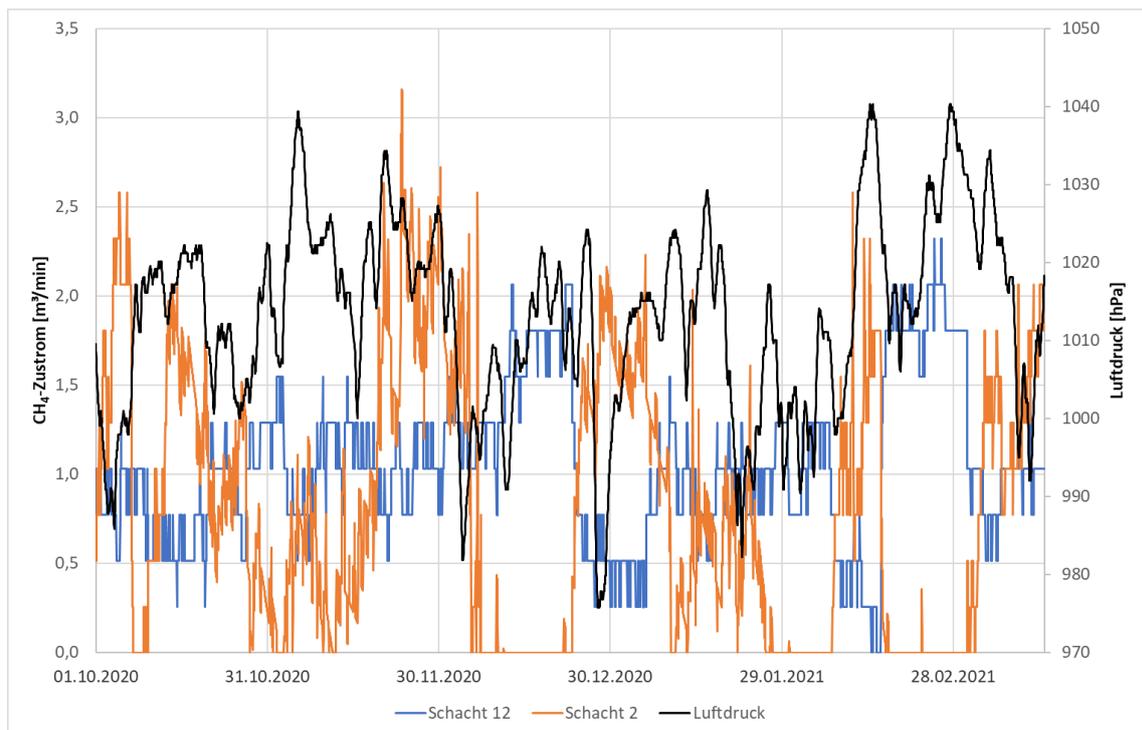


Abbildung 3: CH₄-Zuströme in die Schächte inklusive der Umtriebe



5.4 Einfluss der Grubengasgewinnung

Im Bereich der Emschermulde werden seit 2002 an verschiedenen Standorten Grubengasgewinnungsanlagen betrieben. Diese legen an das abgeworfene Grubengebäude des Bergwerkes Hugo heute einen Unterdruck von ca. -450 hPa an. Der durch die Grubengasgewinnung aufgeprägte Unterdruck wirkte sich in den letzten Jahren auch auf umliegende Grubenfelder aus. Am 18.03.2021 wurden durch die PFG Messungen an Entgasungsleitungen verfüllter Schächte im Umfeld der Wasserhaltung Zollverein durchgeführt, die dies bestätigen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Messungen an Entgasungsleitungen

Schacht	Druck [hPa]	CH ₄ -Gehalt [Vol.-%]	CO ₂ -Gehalt [Vol.-%]	O ₂ -Gehalt [Vol.-%]	Luftdruck [hPa]
Zollverein 11	-76,4	0,0	0,0	20,9	1016
Consolidation 6	-146,0	0,3	0,7	19,3	1018
Mathias Stinnes 5	-48,0	0,0	0,0	20,9	1018

5.5 Bewertung des Ausgasungsverhaltens

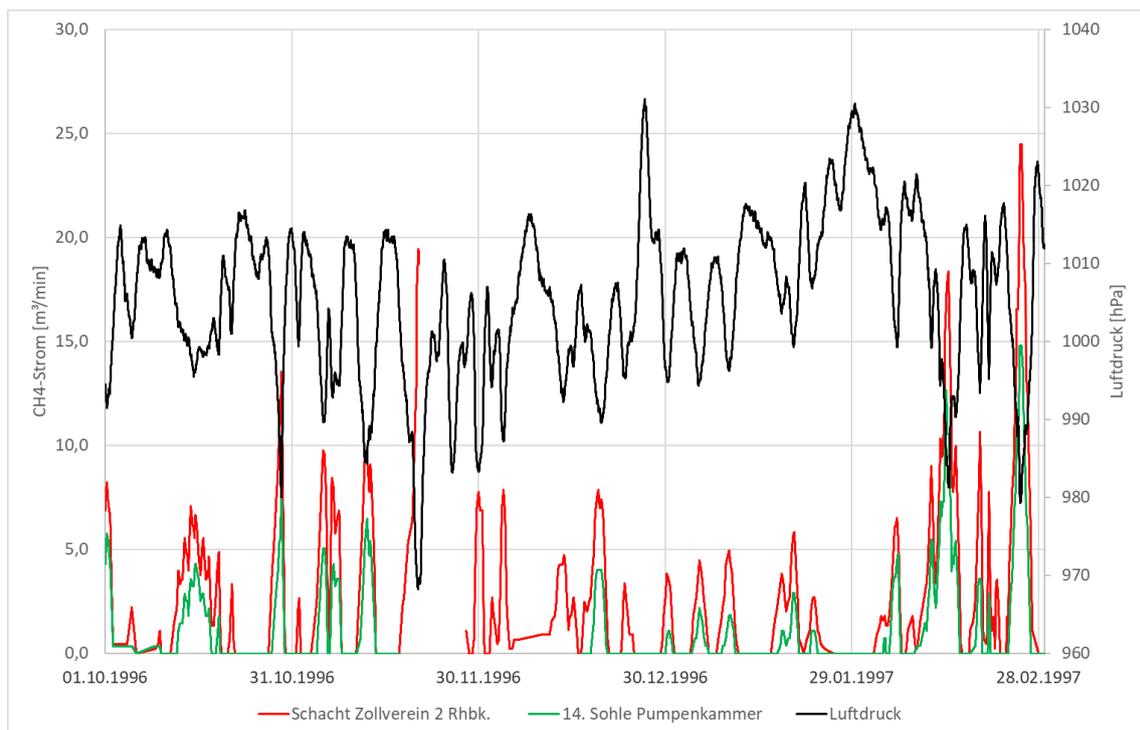
Die Unterdrücke an den Abschlussdämmen von -455 Pa bis -80 Pa bei einem Luftdruck von 987 hPa zeigen, dass das Druckgefälle der einziehenden Dämme bei sehr tiefen Luftdrücken kippen kann. Es ist zu erwarten, dass bei einem Kippen des Druckgefälles der bisher einziehenden Dämme aufgrund der lange vorherrschenden Druckverteilung zunächst nur geringe CH₄-Gehalte hinter den Dämmen anstehen.

Es ist davon auszugehen, dass die CH₄-Zuströme in die Wasserhaltung Zollverein weiterhin maximal 4,2 m³/min betragen, wenn keine Veränderungen der Grubengasgewinnung im Bereich des Bergwerkes Hugo erfolgen.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich im Falle von Veränderungen der Grubengasgewinnung die CH₄-Zuströme in die Wasserhaltung Zollverein mittelfristig erhöhen. Da die CH₄-Gehalte der im weiteren Umfeld der Wasserhaltung anstehenden Gasgemische nicht bekannt ist, ist die dann zu erwartende Höhe der CH₄-Zuströme auf Basis aktueller Daten schwer abzuschätzen.

Vor dem Rückzug aus dem Bergwerk Ewald/Hugo und vor der Inbetriebnahme der Grubengasgewinnung in der Emschermulde wurden im Rahmen von Untersuchungen zur Auslegung des Hauptgrubenlüfters CH_4 -Zuströme in die Wasserhaltung Zollverein ermittelt [5]. In diesem Rahmen wurden die Messwerte der ortsfesten CH_4 -Messeinrichtungen in der Pumpenkammer und unterhalb der Rasenhängebank im Schacht Zollverein 2 für den Zeitraum vom 01.10.1996 bis zum 28.02.1997 ausgewertet. In diesem Zeitraum betrug der CH_4 -Zustrom in die Wasserhaltung Zollverein im Mittel $2,5 \text{ m}^3/\text{min}$ und maximal rund $25 \text{ m}^3/\text{min}$ (Abbildung 4). Von dem maximalen Zustrom entfielen rund $15 \text{ m}^3/\text{min}$ auf den Schacht Zollverein 12 und rund $10 \text{ m}^3/\text{min}$ auf den Schacht Zollverein 2.

Abbildung 4: CH_4 -Zuströme in die Wasserhaltung Zollverein im Winterhalbjahr 1996/97



Innerhalb des hier untersuchten Zeitraumes erfolgte der Rückzug aus dem benachbarten Baufeld Consolidation und die Abschaltung des Hauptgrubenlüfters an den Schächten Consolidation 3/4, am 28.12.1996. Es ist zu erkennen, dass das Abschalten des Hauptgrubenlüfters an den Schächten Consolidation 3/4 und der damit einhergehende Druckanstieg im Grubenfeld Consolidation mit einem Anstieg des CH_4 -Zustromes in die Wasserhaltung Zollverein einherging. Der Hauptgrubenlüfter legte einen Unterdruck von 33 hPa an das Grubenfeld an. Vor dem 28.12.1996 betrug der CH_4 -Zustrom in die Wasserhaltung Zollverein maximal rund $20 \text{ m}^3/\text{min}$ bei einem Luftdruckabfall auf 968 hPa.

Bezogen auf das Druckgefälle spiegelt dies im Grundsatz die derzeitige Situation wieder, in der ein durch die Grubengasgewinnung bedingtes Druckgefälle zum Grubenfeld Consolidation besteht.

Während sich der Wasserstand innerhalb des Grubenfeldes Zollverein seitdem nicht geändert hat, sind seit Einstellung der Gewinnung in 1996 rund 10 Jahre und 2021 rund 35 Jahre vergangen. Somit ist ein weiterer Rückgang der CH₄-Zuströme aus dem Gebirge in das abgeworfene Grubengebäude zu unterstellen.

Vor diesem Hintergrund wird im Falle von Veränderungen der Grubengasgewinnung im Bereich des Bergwerkes Hugo als Worst Case ein CH₄-Zustrom in die Wasserhaltung Zollverein von maximal rund 20 m³/min unterstellt. Zieht man die derzeitige Aufteilung der CH₄-Zuströme auf die beiden Schächte bei jeweils tiefen Luftdrücken heran, würden davon rund 8 m³/min auf den Schacht Zollverein 12 und rund 12 m³/min auf den Schacht Zollverein 2 entfallen.

6 Entwicklung der CH₄-Zuströme beim Rückzug

6.1 Schacht Zollverein 12

Im Schacht Zollverein 12 sind die Dämme auf der 13. Sohle derzeit einziehend. Weiterhin zog das Schachtmauerwerk auf der 2. Füllsohle ein. Somit wirkt sich der Unterdruck der Grubengasgewinnung auf die 13. Sohle und die direkt angeschlossenen Grubenbaue (z.B. die Füllsohlen) aus.

Durch den Einbau der Schalungsbühne im Schacht Zollverein 12 mit einem Druckverlust von 67 Pa fällt der Druck vor den Dämmen der 13. Sohle im Schacht Zollverein 12. Durch den Bau des Dammes nördlich der Pumpenkammer mit einem Druckverbrauch von 174 Pa erhöht sich das Druckgefälle auf der 13. Sohle zwischen den Schächten Zollverein 12 und Zollverein 2 jedoch geringfügig. Die Wahrscheinlichkeit von CH₄-Zutritten auf der 13. Sohle im Schacht Zollverein 12 geht dadurch gegenüber dem Zustand vor Einbau der Schalungsbühne leicht zurück.

6.2 14. Sohle

Die an den Dämmen 490, 517, 522 und 512 in den letzten Jahren gemessenen Druckdifferenzen von 0 bis +152 Pa sind nicht schlüssig, da die mit diesen Dämmen verschlossenen Grubenbaue Verbindungen einerseits zum nördlichen Umtrieb der 14. Sohle am Schacht Zollverein 2 (Dämme 524 und 525) und andererseits zur 13. Sohle (Dämme 282 und 516) aufweisen, die bei den Messungen gegenüber dem offenen Grubengebäude unter Unterdruck standen. Bei der Befahrung am 01.04.2021 betrug der Wasserstand hinter den Wasserannahmedämmen 512 und 522 nur rund 1,5 m, so dass ein durch den Wasserstand bedingter Abschluss dieser Verbindung nicht gegeben war. Daher ist davon auszugehen, dass die Grubenbaue hinter den Dämmen 490, 517, 522 und 512 gegenüber dem offenen Grubengebäude ebenfalls unter Unterdruck standen.

Die mit dem Damm 510 abgeschlossene Strecke stellt die Verlängerung des Verbindungsberges da und steht mit einem Bunker in Verbindung, der am Schacht Zollverein 12 mit dem Damm 490 abgedämmt ist.

Die mit dem Bau der Schalungsbühne einhergehende Änderung der Drücke vor den Dämmen 490, 510, 517, 522 und 512 ist im Bezug zu den gemessenen Unterdrücken gering. Eine Erhöhung der CH₄-Zuströme über die Dämme 490, 510, 517, 522 und 512 durch den Bau der Schalungsbühne im Schacht Zollverein 12 ist somit unwahrscheinlich.

Der Damm 492 schließt den Wetterberg zum Schacht Zollverein 12 ab. Da dort keine weiteren Grubenbaue angeschlossen sind, sind über diesen Damm keine CH₄-Zuströme zu erwarten.

Die Dämme 1/2019 bis 3/2019 schließen nur die Sumpfstrecke ab. Auch hier sind keine CH₄-Zuströme zu erwarten.

7 Abschließende Bewertung des Auftretens von CH₄ auf der 14. Sohle

Eine Änderung der CH₄-Zuströme über die Dämme auf der 13. Sohle im Schacht Zollverein 12 und über die Dämme der 14. Sohle durch den Bau der Schalungsbühne im Schacht Zollverein 12 ist nicht zu erwarten.

Das Entfallen des durch die Grubengasgewinnung aufgeprägten Unterdruckes würde nach dem derzeitigen Kenntnisstand zu einem CH₄-Zustrom in den Schacht Zollverein 12 von rund 8 m³/min führen. Bei einem Wetterstrom von 43 m³/s würde daraus ein CH₄-Gehalt von 0,3 Vol.-% auf der 14. Sohle südlich des Schachtes Zollverein 2 resultieren. CH₄-Gehalte > 0,3 Vol.-% wären in diesem Fall abwetterseitig des Dammes 524 möglich.

Vor diesem Hintergrund kann die 14. Sohle der Wasserhaltung Zollverein einziehseitig des Dammes 524 derzeit und auch nach dem Einbau der Schalungsbühne im Schacht Zollverein 12 als Grubenbau, der nicht durch Grubengas gefährdet ist, eingestuft werden.

Aufgrund möglicher Veränderungen der Grubengasgewinnung wird empfohlen, die Druckdifferenzen und CH₄-Gehalte hinter den Dämmen im Intervall von einem Monat zu messen und die vorliegende Bewertung im Oktober 2021 zu überprüfen.

Essen 12.04.2021

Der Sachverständige

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. Grund', is written over a faint, illegible stamp.

(Imgrund)