



- Kurzbericht / Sonderuntersuchung -

Ermittlung und Beurteilung der Schadstoffbelastung beim Moorbrand in Meppen bei der WTD 91

Antragsteller Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen
der Bundeswehr
Fontainengraben 200
53123 Bonn

Beurteilung am 25.09.2018

Bericht Nr. GefStoffMSt N - 120.P - Az 47-04-17/AI073

Bezug BAUIDBw – Antrag Az. ohne vom 19.09.2018

Seiten 13

Verteiler		
<input checked="" type="checkbox"/> BAUIDBw GS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> BAUIDBw GS I 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



1 Erfassung der Gefahrstoffe

1.1 Bewertungsgrundlagen Gase und Staub

Für eine Beurteilung der möglichen Gefährdung durch beim Moorbrand entstandene Schadstoffe wurden mehrere direktanzeigende Messgeräte mitgeführt, um die in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführten Gefahrstoffe zu detektieren.

Für Innenräume werden „Richtwerte“ herangezogen, sie sind im Gegensatz zu Grenzwerten rechtlich nicht verbindlich und stellen zunächst Empfehlungen dar.

Tabelle 1: Beurteilungswerte anorganische Gase und Staub

Gefahrstoffe	Beurteilungswerte	Einstufung/Bemerkung
KOHLENSTOFFVERBINDUNGEN		
Kohlenstoffmonoxid (CO)	6 ppm (7 mg/m ³)	Richtwert für 24h Mittelwert
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	< 1000 ppm	¹⁾ Hygienisch unbedenklich
	1000 – 2000 ppm	Hygienisch auffällig
	> 2000 ppm	Hygienisch inakzeptabel
SAUERSTOFF		
Sauerstoff (O ₂)	> 17 Vol.-%	Risikoklasse 0: unbedenklich
	< 17 und > 15 Vol.-%	Risikoklasse 1: Leistungseinschränkungen
	< 15 und > 13 Vol.-%	Risikoklasse 2: gesundheitsschädlich
	< 13 Vol.-%	Risikoklasse 3: Bewusstlosigkeit, irreversible Schäden, Tod
STICKSTOFFVERBINDUNGEN		
Stickstoffmonoxid (NO)	---	²⁾ erstickendes Gas
Stickstoffdioxid (NO ₂)	400 µg/m ³	³⁾ die 39. BImSchV legt eine Alarmschwelle von 400 µg/m ³ (als Einstundenmittelwert, gemessen in drei aufeinanderfolgenden Stunden) für NO ₂ fest.
STAUB		
Staubintensität	---	Kein Beurteilungswert vorhanden

Verwendete Symbole, Ziffern und Abkürzungen:

- Hygienisch unbedenklich** Keine weiteren Maßnahmen (Pettenkofermaßstab)
Hygienisch auffällig Lüftungsmaßnahmen
Hygienisch inakzeptabel Belüftbarkeit des Raumes prüfen, ggf. weitgehende Maßnahmen prüfen.
- Der Mensch hat kein Sinnesorgan für die Erstickungsgefahr, denn diese Gase sind farblos, geruchlos und geschmacklos. Sinkt der Sauerstoffanteil in der Atemluft deutlich, droht Tod durch Ersticken. Die Eigenschaft, den lebenswichtigen Sauerstoff zu verdrängen, macht auch Stickstoff und die Edelgase zu Gefahrstoffen.
39. BImSchV - Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen



1.2 Bewertungsgrundlage Flüchtige organische Kohlenwasserstoffe

Bei der Bewertung der Konzentrationen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Luft werden die nachfolgend genannten Bewertungssysteme zu Grunde gelegt:

1. Eine hygienische Einordnung der Ergebnisse über die Gesamtbelastung an der Summe VOC (TVOC),
2. die Bewertung der Ergebnisse anhand von toxikologisch abgeleiteten Richtwerten des Umweltbundesamtes für eine gesundheitliche Bewertung,

In Tabelle 2 sind Beurteilungswerte für die Innenraumlufthqualität aufgeführt.

Tabelle 2: Beurteilungswerte VOC

GEFAHRSTOFF	BEURTEILUNGSWERTE [µg/m ³]	HERKUNFT (Festlegung)	EINSTUFUNG/ BEMERKUNG
Σ-KOHLWASSERSTOFFE (TVOC) ¹⁾			
TVOC	≤ 300	A	Stufe 1
	> 300 bis 1000		Stufe 2
	> 1000 bis 3000		Stufe 3
	> 3000 - 10000		Stufe 4
	> 10000		Stufe 5
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOHLWASSERSTOFFE			
Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen	10	A (2013)	RW I (vorläufig)
	30		RW II (vorläufig)
Acenaphthylen			Naphthalin-ähnliche Verbindungen
Acenaphthen			
Fluoren			
Phenanthren			
Anthracen			
1-Methylnaphthalin			
2-Methylnaphthalin			

A „Ausschuss für Innenraumrichtwerte“ der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes (UBA) und der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG)

- ¹⁾ Stufe 1 **Hygienisch unbedenklich.** In der Regel keine Beschwerden, keine weiteren Maßnahmen.
- Stufe 2 **Hygienisch noch unbedenklich.** Soweit keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe oder Stoffgruppen vorliegen. In Einzelfällen Beschwerden oder Geruchswahrnehmungen, z.B. nach kleineren Renovierungsmaßnahmen oder Neumöblierungen in den letzten Wochen.
- Stufe 3 **Hygienisch auffällig.** Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (< 12 Monate). Innerhalb von ca. 6 Monaten sollte die TVOC – Konzentration deutlich unterhalb den anfangs gemessenen TVOC –Wert abgesenkt werden. Fälle mit Beschwerden oder Geruchswahrnehmungen, z.B. nach größeren Renovierungsarbeiten.
- Stufe 4 **Hygienisch bedenklich.** Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (<1 Monat). Die TVOC-Konzentration sollte innerhalb eines Monats unter 3000 µg/m³ abgesenkt werden. Fälle mit Häufung von Beschwerden oder Geruchswahrnehmungen, z.B. nach größeren Renovierungsarbeiten.
- Stufe 5 **Hygienisch inakzeptabel.** Raumnutzung möglichst vermeiden. Ein Aufenthalt ist allenfalls pro Tag stundenweise / zeitliche befristet zulässig. Bei Werten oberhalb von 25000 µg/m³ ist eine Raumnutzung zu unterlassen. Die TVOC-Konzentration sollte innerhalb eines Monats unter 3000 µg/m³ abgesenkt werden. In der Regel Beschwerden und Geruchswahrnehmungen, z.B. nach Fehlanwendungen, Unfällen.



- RW I Der Richtwert I ist die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.
- RW II Der Richtwert II ist ein wirkungsbezogener, begründeter Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreitung unverzüglich Handlungsbedarf besteht, da diese geeignet ist, insbesondere empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen eine gesundheitliche Gefährdung darzustellen.

2 Messergebnisse der Außenluft

2.1 Anorganische Gase

Messgerät: Dräger Xam 5600
Speichertakt: 10 s Mittelwert
Software: Dräger CC Vision Basic V 7.2.1

- **Kohlenmonoxid (CO)**

Sensor: DrägerSensor® XXS CO LC
Messbereich: **0 - 2000 ppm CO**
Messgenauigkeit: Nullpunkt: $\leq \pm 2$ ppm
Empfindlichkeit: $\leq \pm 2$ % des Messwertes

- **Stickstoffdioxid (NO₂)**

Sensor: DrägerSensor® XXS NO₂ LC
Messbereich: **0 - 50 ppm NO₂**
Messgenauigkeit: Nullpunkt $\leq \pm 0,02$ ppm
Empfindlichkeit $\leq \pm 3$ % des Messwertes

- **Stickstoffmonoxid (NO)**

Sensor: DrägerSensor® XXS NO
Messbereich: **0 - 200 ppm NO**
Messgenauigkeit: Nullpunkt $\leq \pm 0,3$ ppm
Empfindlichkeit $\leq \pm 3$ % des Messwertes

Messgerät: DRÄGER Xam 7000®

Speichertakt: 10 s Mittelwert

Software: Dräger CC Vision

- **Sauerstoff (O₂)**

Sensor: Dräger Sensor XS EC O₂
Messbereich: 0 – 5 Vol.-% O₂
Wiederholbarkeit: Nullpunkt: $\leq \pm 0,01$ Vol.-%
Empfindlichkeit: $\leq \pm 1$ % Messwert



- **Kohlenstoffdioxid (CO₂)**

Sensor: DrägerSensor® Smart IR CO₂ (Xam 7000)

Messbereich: 0 – 5 Vol.-% CO₂

Wiederholbarkeit: Nullpunkt: $\leq \pm 0,01$ Vol.-%

Linearitätsfehler: $\leq \pm 5$ % des Messwertes

2.2 Messergebnisse Anorganische Gase – Schießbahn 14000:

Auf der Schießbahn 14000 liegen die Messwerte für **Stickstoffmonoxid (NO)** und Stickstoffdioxid (**NO₂**) **unterhalb** der jeweiligen Nachweisgrenzen.

Kohlenmonoxid (CO) konnte mit einer maximalen Konzentration von 4 ppm auf der Schießbahn in Meppen detektiert werden und liegt damit unter dem 24-stündigen Mittelwert von 6 ppm.

Auf der Schießbahn 14000 liegen die Messwerte im Mittel für **Sauerstoff (O₂)** bei **20,9 Vol.-%**.

Auf der Schießbahn 14000 liegen die Messwerte im Mittel für **Kohlendioxid (CO₂)** bei **500 ppm** bzw. **bei 0,05 Vol.-%**.

Es gab für die gemessenen Konzentrationen von O₂ und CO₂ **keine** Konzentrationsschwankungen, so dass die Mittelwerte gebildet werden konnten.

In den folgenden Abbildungen ist graphisch der Verlauf der anorganischen Gaskonzentrationen dargestellt.

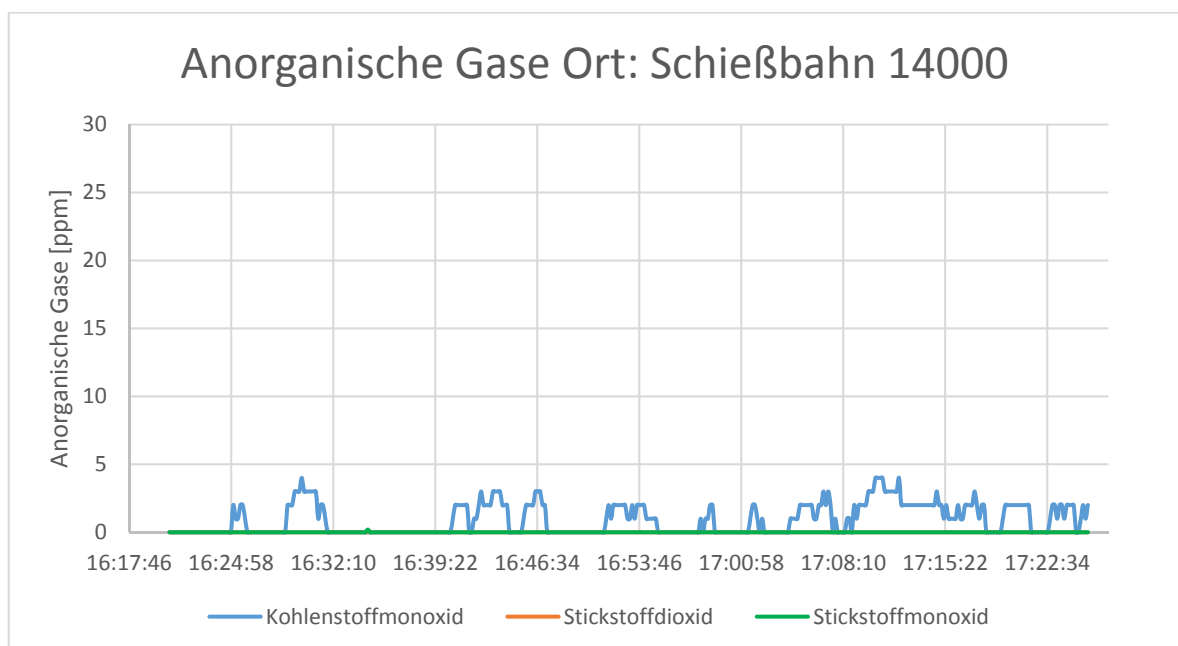


Abbildung 1: Konzentrationsverlauf der anorganischen Gase auf der Schießbahn in Meppen, Xam-5600-1

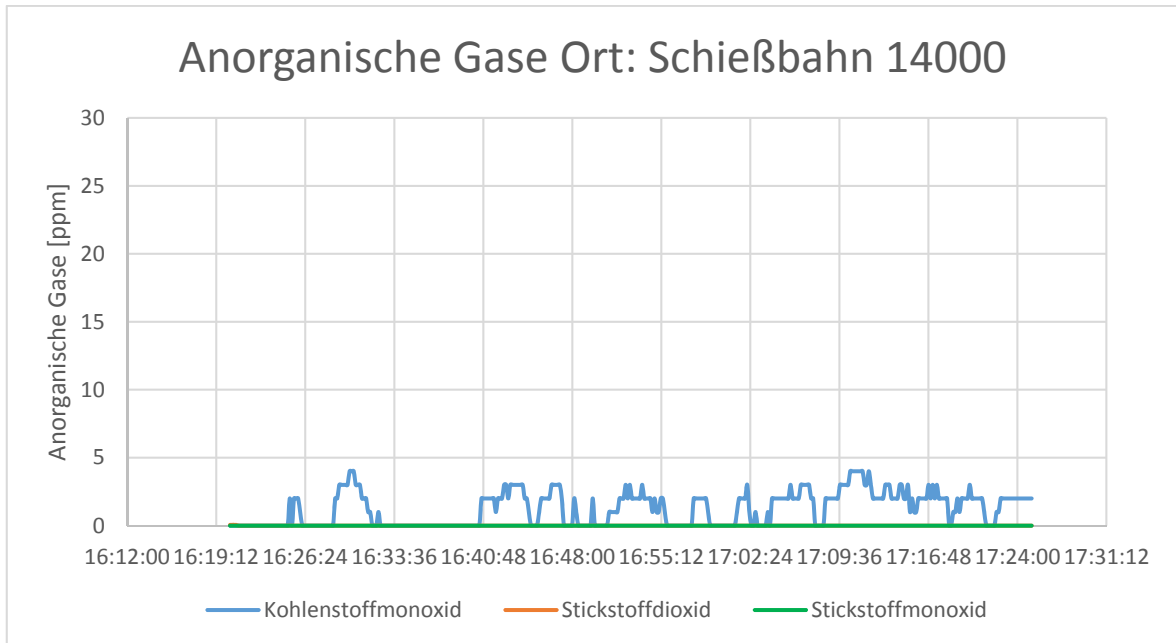


Abbildung 2: Konzentrationsverlauf der anorganischen Gase auf der Schießbahn in Meppen, Xam-5600-2

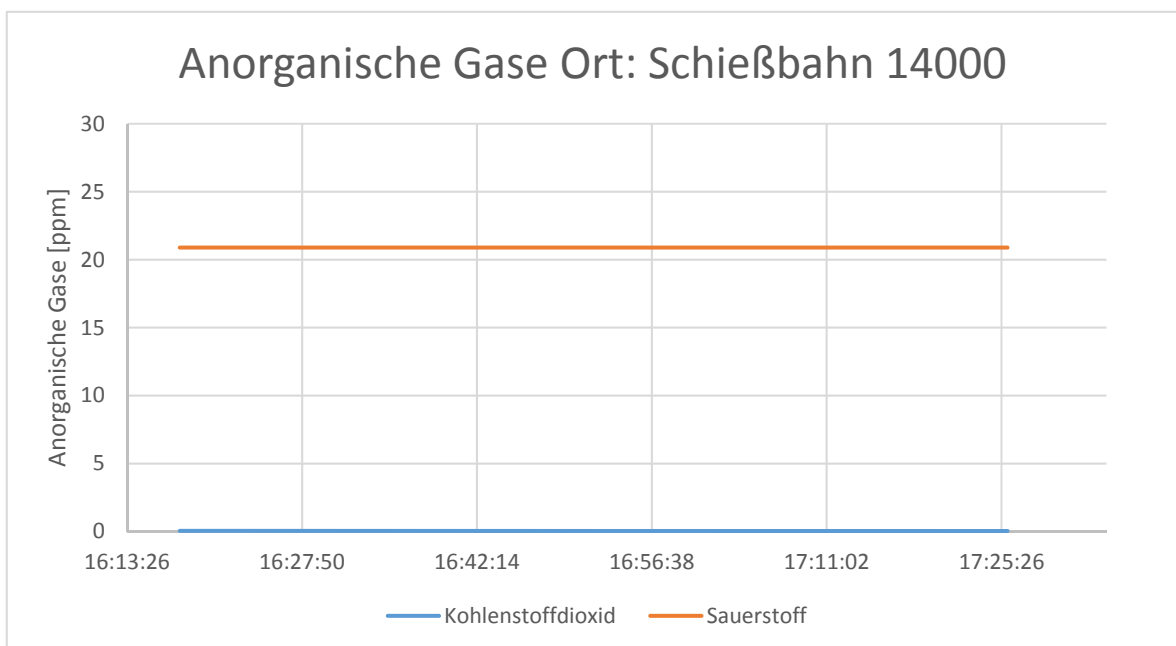


Abbildung 3: Konzentrationsverlauf der anorganischen Gase auf der Schießbahn 14000, Xam-7000

2.3 Messergebnisse anorganische Gase in Groß Stavern:

In Groß Stavern liegen die Messwerte für **Kohlenmonoxid (CO)**, **Stickstoffmonoxid (NO)** und Stickstoffdioxid (**NO₂**) **unterhalb** der jeweiligen Nachweisgrenzen.

In Groß Stavern liegen die Messwerte im Mittel für **Sauerstoff (O₂)** bei **20,9 Vol-%**.

In Groß Stavern liegen die Messwerte im Mittel für **Kohlendioxid (CO₂)** bei **400 ppm** bzw. **bei 0,04 Vol-%**.



Es gab für die gemessenen Konzentrationen von O_2 und CO_2 **keine** Konzentrationsschwankungen, so dass die Mittelwerte gebildet werden konnten.

In den folgenden Abbildungen ist graphisch der Verlauf der anorganischen Gaskonzentrationen dargestellt.

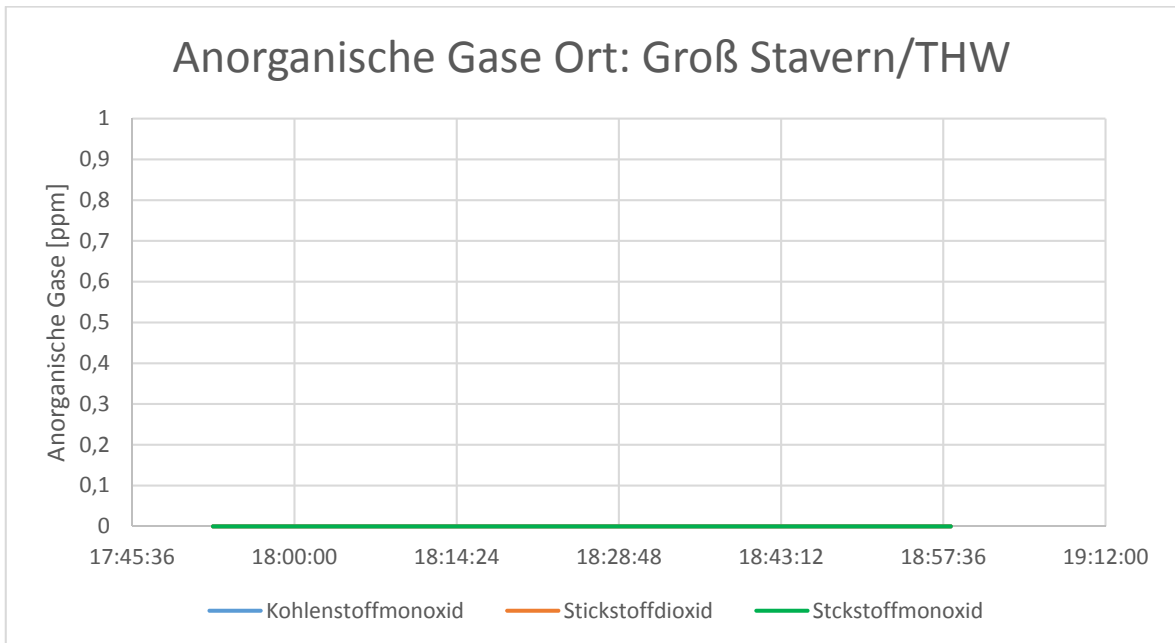


Abbildung 4: Konzentrationsverlauf der anorganischen Gase in Groß Stavern / THW, Xam-5600-1

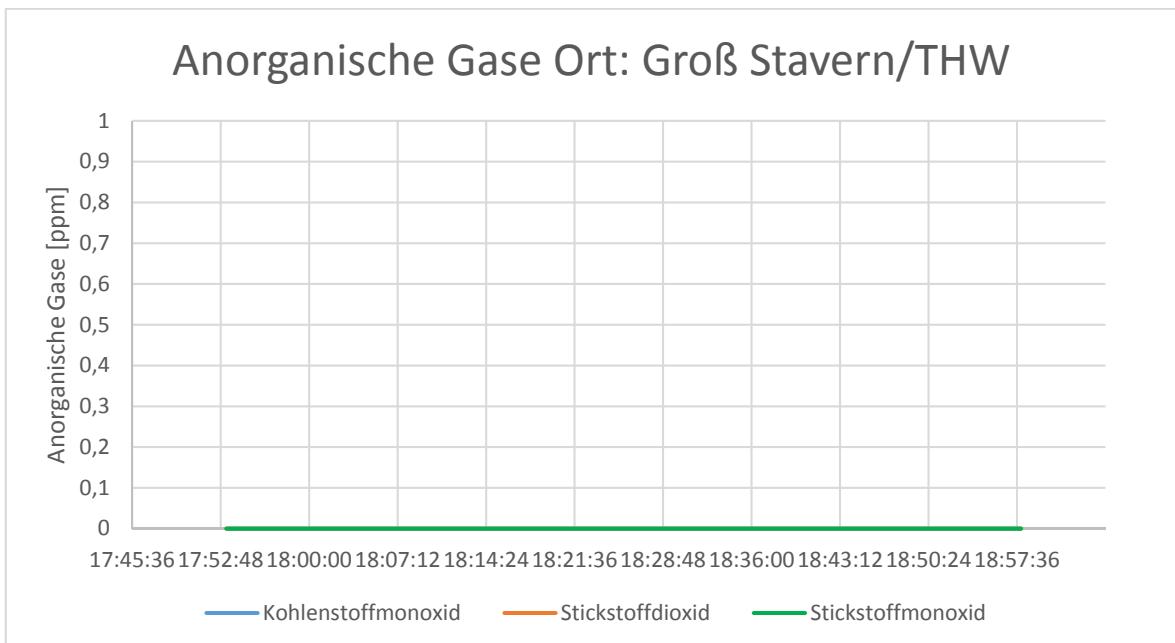


Abbildung 5: Konzentrationsverlauf der anorganischen Gase Groß Stavern / THW, Xam-5600-2

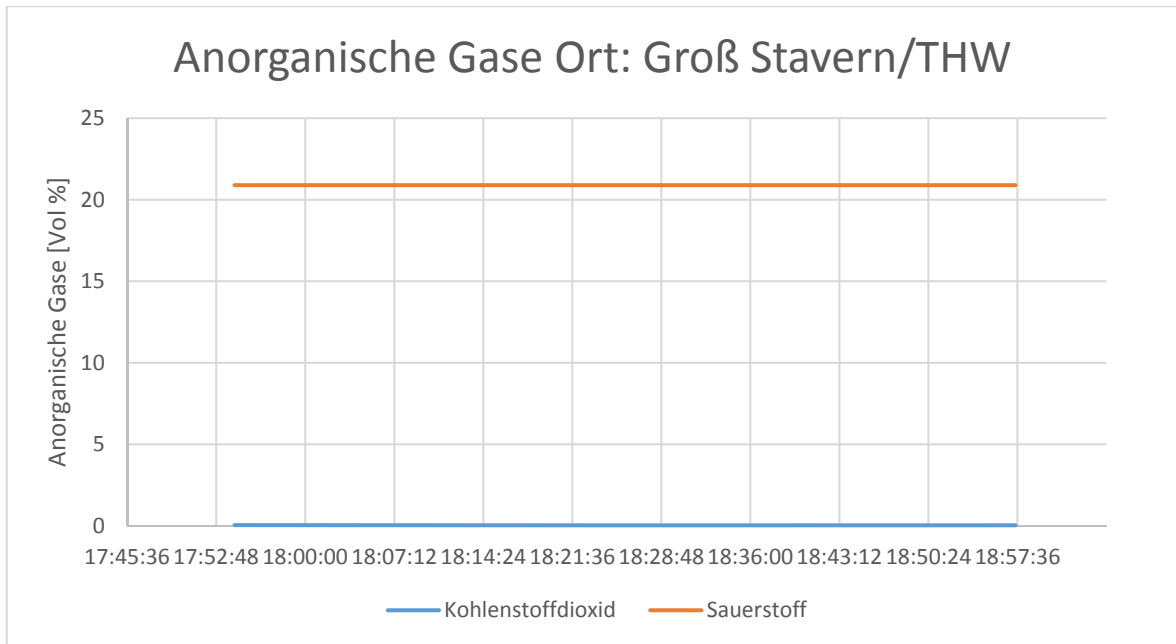


Abbildung 6: Konzentrationsverlauf der anorganischen Gase Groß Stavern / THW, Xam-7000

3 Staubverlauf

3.1 Schießbahn 14000

Die Messwerte der Staubfotometer wurden geräteseitig während der Probenahme gespeichert und zur Auswertung in die Tabellenkalkulation MS Excel importiert. Die berücksichtigten Partikelgrößen liegen im Bereich von 0,1 bis 10 µm.

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Staubverlauf dargestellt.

Es konnte in keinem Bereich eine erhöhte Staubbelastung detektiert werden.

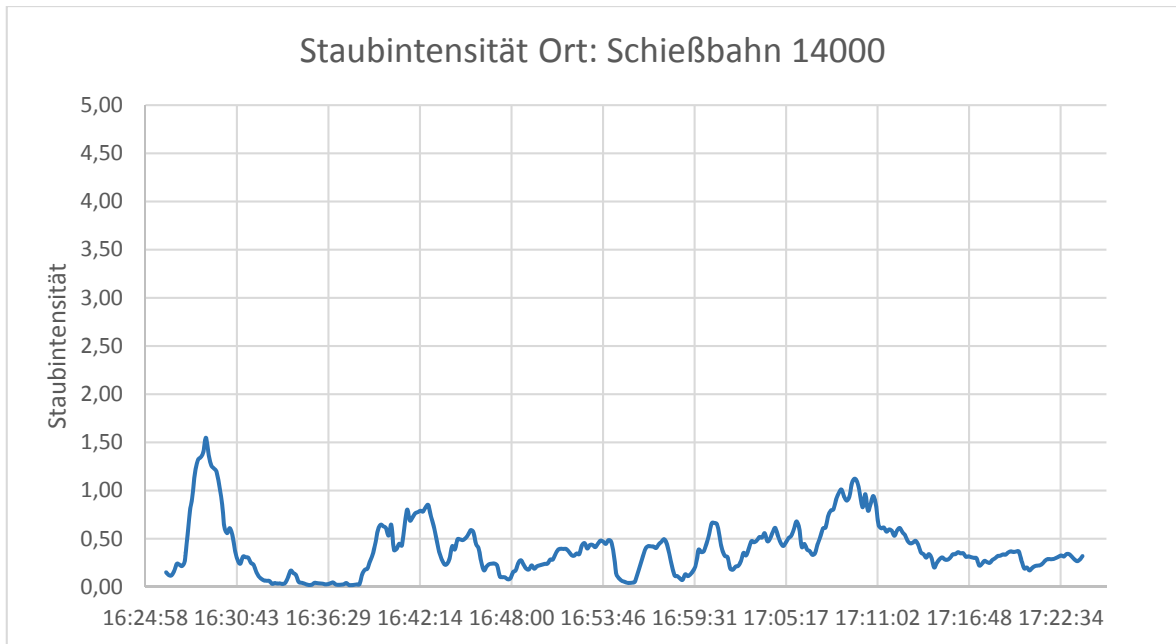


Abbildung 7: Graphischer Verlauf der Staubverteilung Schießbahn 14000, Gerät-1

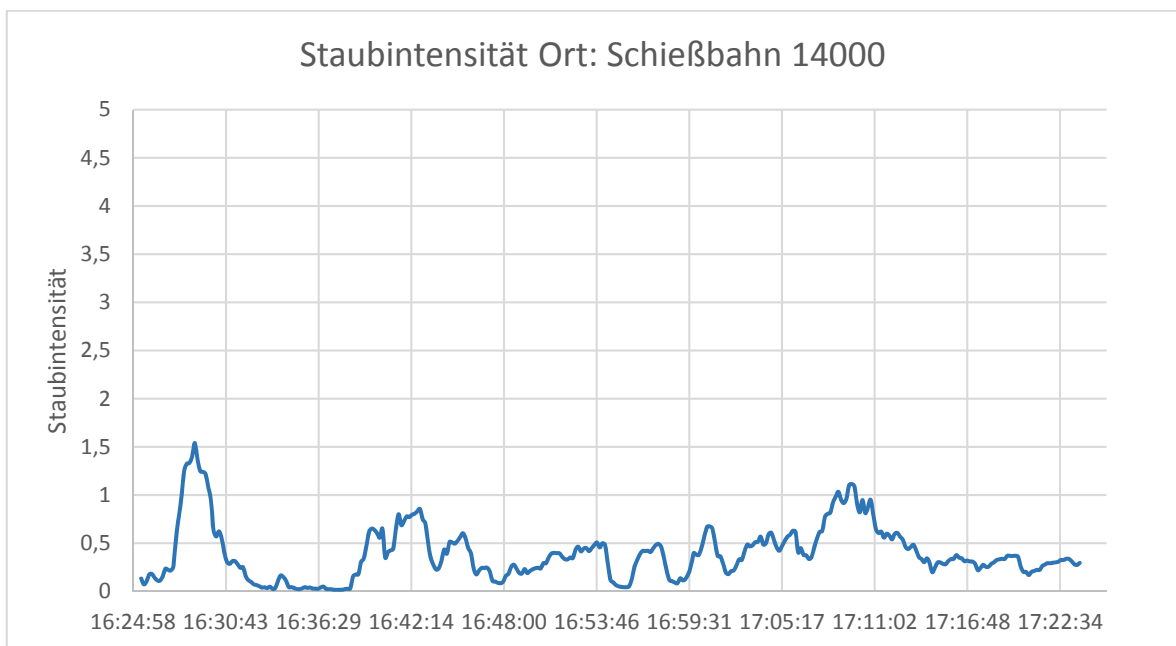


Abbildung 8: Graphischer Verlauf der Staubverteilung Schießbahn 14000, Gerät-2

3.2 Groß Stavern

Die Messwerte der Staubfotometer wurden geräteseitig während der Probenahme gespeichert und zur Auswertung in die Tabellenkalkulation MS Excel importiert. Die berücksichtigten Partikelgrößen liegen im Bereich von 0,1 bis 10 μm .

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Staubverlauf dargestellt.

Es konnte in keinem Bereich eine erhöhte Staubbelastung detektiert werden.

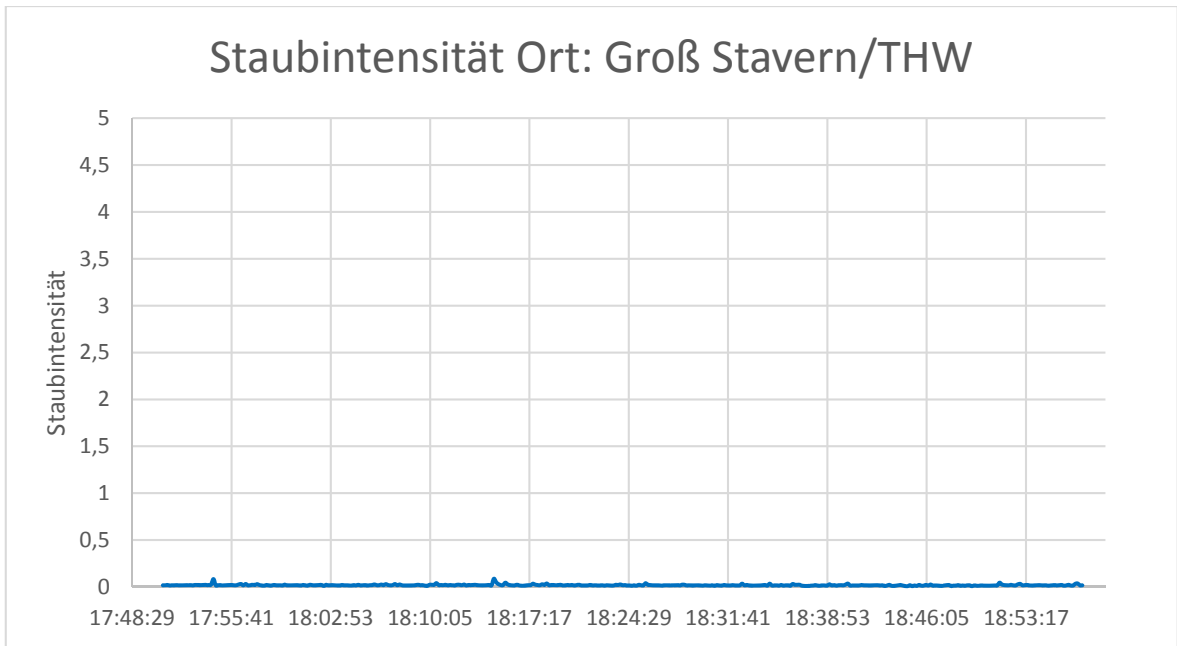


Abbildung 9: Graphischer Verlauf der Staubverteilung Groß Stavern / THW, Gerät-1

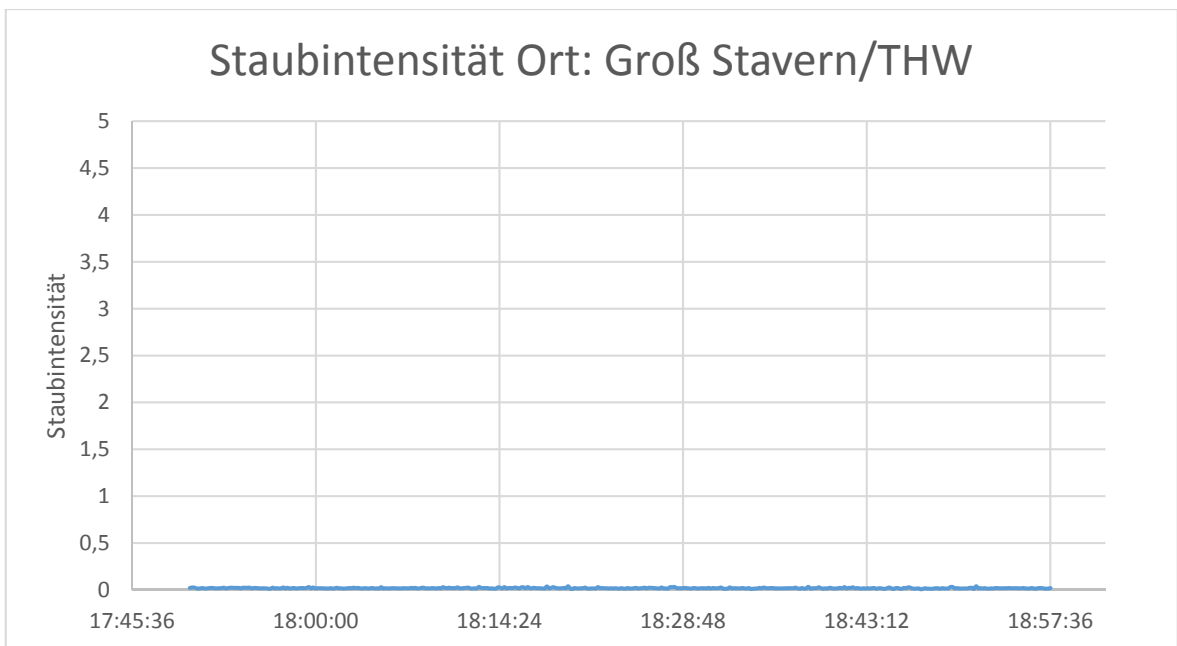


Abbildung 10: Graphischer Verlauf der Staubverteilung Groß Stavern / THW, Gerät-2

4 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

4.1 Zusammenfassung der Analyseergebnisse

In der folgenden Tabelle 3 sind die TVOC Analyseergebnisse und sowie Summenparameter Naphthalin mit Naphthalinähnlichen Verbindungen aufgeführt:

Tabelle 3: Analysenwerte GC

Probennummer	Probenahmeort	Gefahrstoffkonzentration [$\mu\text{g}/\text{Probe}$]	
		TVOC	Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen
AI073/14	Meppen – Schießbahn 14000	460	< 31,2
AI073/15	Meppen – Schießbahn 14000	441	< 31,2
AI073/16	Groß Stavern / THW	119	< 31,2
AI073/17	Groß Stavern / THW	113	< 31,2

4.2 Messergebnisse

In der Tabelle 4 sind der TVOC-Gehalt nach DIN EN ISO 16000-6 (Summe aller Verbindungen zwischen Hexan und Hexadecan als Toluoläquivalent, sowie Summenparameter Naphthalin mit Naphthalin ähnlichen Verbindungen aufgelistet.

Tabelle 4: Messwerte

Probennummer	Probenahmeort	Gefahrstoffkonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
		TVOC	Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen
AI073/14	Meppen – Schießbahn 14000	76	< 5,2
AI073/15	Meppen – Schießbahn 14000	74	< 5,3
AI073/16	Groß Stavern / THW	20	< 5,2
AI073/17	Groß Stavern / THW	19	< 5,3

Bei der Einzelstoffbewertung liegen keine Richtwertüberschreitungen **des RW I** gem. Umweltbundesamt vor. Der als Marker für **PAK** ausgewählte Einzelstoff **Naphthalin** mit Naphthalinähnlichen Verbindungen liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze.

5 Staub

Die Menge des abgeschiedenen Staubes wurde gravimetrisch durch Differenzwägung bestimmt. Vor der Wägung wurden die betreffenden Filter mindestens 14 Stunden konditioniert. Die Auswertung wurde mit einer Waage der Fa. Sartorius Typ CPA 324S und der zugehörigen Auswertesoftware durchgeführt. Die Ergebnisse wurden auf 0,1 mg gerundet angegeben.



5.1 Analysenergebnisse Staub

In der folgenden Tabelle sind die Einzelergebnisse für Gesamt- und Feinstaub aufgeführt.

Tabelle 5: Analysenwerte Staub

Probe Nr.	Probenahmeort	Analysenwert [mg/Filter]	
		E-Staub	A-Staub
AI 073/1	Meppen – Schießbahn 14000	1,4	---
AI 073/2		---	0,87
AI 073/3	Groß Stavern / THW	0,1	---
AI 073/4		---	0,1

E-Staub - einatembarer Staubanteil

A-Staub - alveolengängiger Staubanteil

5.2 Messwerte Staub

In der folgenden Tabelle sind die Messwerte aufgeführt.

Tabelle 6: Messwerte

Probe Nr.	Probenahmeort	Messwert [mg/m ³]	
		E-Staub	A-Staub
AI 073/1	Meppen – Schießbahn 14000	0,34	---
AI 073/2		---	0,22
AI 073/3	Groß Stavern / THW	0,025	---
AI 073/4		---	0,025

5.2.1 Fehlerbetrachtung

Für diese Untersuchung werden folgende maximale Fehler aus den vorliegenden Daten (Garantieleistungen von Geräten, Wiederholpräzision etc.) angesetzt:

- erweiterte Messunsicherheit Toluol 23,3 % (Kombinierte Standardunsicherheit)
- direktanzeigende Messgeräte Xam (5600 und 7000): Fehler laut Hersteller ≈ 30 %
- erweiterte Messunsicherheit Staub $\leq 22,5\%$
- direktanzeigendes Messgerät Staubfotometer: Fehler laut Hersteller ≈ 10 %



Die Sonderuntersuchung hat ergeben:

- Die Konzentrationen für **Stickstoffmonoxid (NO)** und **Stickstoffdioxid (NO₂)** *liegen unterhalb* der jeweiligen Nachweisgrenzen an beiden Probenahmeorten.
- Die **Kohlenstoffmonoxidkonzentration (CO)** liegt zum größten Teil *unterhalb* der Nachweisgrenze und damit unter dem entsprechenden 24h Mittelwert von 6 ppm.
- Die **Kohlenstoffdioxidkonzentration (CO₂)** liegt im Bereich der natürlichen Zusammensetzung der Luftkonzentration und wird als *hygienisch unbedenklich* eingestuft.
- Die **Sauerstoffkonzentration (O₂)** liegt im Bereich der Risikoklasse 0 und sind damit als *unbedenklich* zu bewerten. Es liegt eine gleichmäßige Sauerstoffverteilung an beiden Probenahmeorten vor.
- Die Konzentration für die **Summe Kohlenwasserstoffe TVOC** liegt im Bereich der Stufe 1 und kann als hygienisch unbedenklich eingestuft werden.
- Bei der Einzelstoffbewertung VOC liegen keine Richtwertüberschreitungen **des RW I** gem. Umweltbundesamt vor. Der als Marker für **PAK** ausgewählte Einzelstoff **Naphthalin** mit Naphthalinähnlichen Verbindungen liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze.
- Es konnte **keine** erhöhte **Staubintensität in der Luft** festgestellt werden.