

**FRITZ** GmbH

BERATENDE INGENIEURE VBI

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ  
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ



Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware

**Bearbeiter:**

**Ingenieurbüro**

**Lohmeyer GmbH & Co. KG**

An der Roßweid 3 □ 76229 Karlsruhe

Telefon (0721) 62510 0

Telefax (0721) 62510 30

E-Mail: [info.ka@lohmeyer.de](mailto:info.ka@lohmeyer.de)

URL: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

**Bericht Nr.:** 69080-16-19

**Datum:** 03.11.2016

**Auftraggeber:**

DB Proj. Stuttgart-Ulm GmbH

Räpplenstraße 17

70191 Stuttgart

**Sachbearbeiter:**

Dr.-Ing. Achim Lohmeyer

**Qualitätskontrolle:**

Dr.-Ing. Wolfgang Bächlin

## Stuttgart 21

# Beurteilung der Geruchsstoffe in den Sprengwolken aus Tunnelportalen bzgl. Gesundheitsgefahr

### Untersuchungsumfang:

Sichtung der Ergebnisse der Ammoniakmessungen des TÜV Süd im Tunnel Rettungszufahrt Hbf Süd

Beschaffung von Beurteilungswerten für Ammoniakkonzentrationen

Prüfung der gemessenen Ammoniakkonzentrationen bzgl. Gesundheitsgefahr für die Anwohner

*Lohmeyer*



Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers bestimmt.  
Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SPRENGSCHWADEN .....</b>	<b>3</b>
	2.1 Inhaltsstoffe .....	3
	2.2 Häufigkeit des Auftretens.....	3
<b>3</b>	<b>MESSUNGEN DES TÜV SÜD .....</b>	<b>4</b>
	3.1 Messergebnisse.....	4
	3.2 Repräsentativität der Messergebnisse.....	4
<b>4</b>	<b>BEURTEILUNGSWERTE FÜR AMMONIAK .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>BEURTEILUNG DER GERUCHSSTOFFE BZGL. GESUNDHEITSGEFAHR.....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT.....</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG: MESSBERICHT DES TÜV SÜD VOM 29.09.2016.....</b>	<b>7</b>

## 1 AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE

Im Rahmen des Projektes Stuttgart 21 befinden sich mehrere Tunnelstrecken im Vortrieb. In einem Teil dieser Tunnelstrecken wird zeitweise gesprengt. Die Sprengwolken werden zur Lüftung der Tunnelstrecke aus dem Tunnelportal ausgeblasen, sie enthalten Staub und Geruchsstoffe. Einige Bürger hinterfragten, inwieweit nicht nur der Staub, sondern auch die Geruchsstoffe auf gesundheitsgefährdende Inhaltsstoffe der Sprengwolken hindeuten.

Die Geruchswahrnehmungen in Sprengwolken werden durch Ammoniak verursacht.

Im Tunnel Rettungszufahrt Hbf Süd wurde deshalb durch den TÜV Süd eine Messung der Ammoniakkonzentrationen vorgenommen, diese Konzentration wird im vorliegenden Bericht bezüglich Gesundheitsgefährdung geprüft.

## 2 SPRENGSCHWADEN

### 2.1 Inhaltsstoffe

Die Geruchsstoffe entstehen bei der Detonation des Sprengstoffs. Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung berichtet bzgl. Inhaltsstoffen der Sprengschwaden beim Tunnelvortrieb (<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/aifa0162.pdf>): Die Sprengschwaden „enthalten neben Stäuben und Wasserdampf auch größere Mengen akut toxisch wirkender gas- und dampfförmiger Bestandteile wie beispielsweise Stickoxide (NO und NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und – abhängig vom verwendeten Sprengstofftyp – auch Ammoniak (NH<sub>3</sub>).[...].“ (S21 verwendet Emulsionssprengstoffe, diese sind abgasärmer als gelatinöser Sprengstoffe).

Dieses Ammoniak wird im vorliegenden Bericht näher untersucht, es ist für die Geruchswahrnehmungen verantwortlich. Dies bestätigt der Sprengstoffhersteller Austin Powder GmbH in einer Broschüre zu seinen (bei S21 verwendeten) Emulsionssprengstoffen: „Vereinzelt kann es zur Bildung geringer Mengen Ammoniak kommen. Dies kann vor allem unter Tage lästig sein, da sich Ammoniak bereits in kleinsten Konzentrationen durch einen stechenden Geruch bemerkbar macht [...].“

### 2.2 Häufigkeit des Auftretens

Die Geruchsstoffe treten einige Zeit nach Sprengungen für ca. 20 min aus dem Tunnelportal aus. Je nach örtlichen Gegebenheiten und Baufortschritt sind Tage mit 5 Sprengungen pro 24 h nicht ungewöhnlich. Es erfolgten z.B. in der Baustelle Rettungszufahrt Hbf Süd im Kernerviertel

zwischen 01.01.2016 und 12.10.2016 888 Sprengungen, im Tagesmittel waren das 3 bis 4 Sprengungen pro Tag.

### **3 MESSUNGEN DES TÜV SÜD**

#### **3.1 Messergebnisse**

Der TÜV Süd hat im Tunnel der Rettungszufahrt Hbf Süd die Ammoniakkonzentration in einer Sprengwolke gemessen. Siehe Bericht in Kapitel 7 (Anlage). Im Mittel über die Messzeit von 46 min betrug die Ammoniakkonzentration  $0,15 \text{ mg/m}^3$ . Die Luftgeschwindigkeit im Tunnel betrug dabei 1,0 - 1,6 m/s.

#### **3.2 Repräsentativität der Messergebnisse**

Die Randbedingungen der Sprengung waren: 71 Bohrlöcher mit je 1,7 m Tiefe, gefüllt mit 59.6 kg Sprengstoff. Für eine Sprengung werden üblicherweise 50 - 70 kg Sprengstoff eingesetzt, je nachdem was gesprengt wird (Kalotte, Strosse oder Sohle) und je nachdem wie das Gestein ist. Die vermessene Sprengung war mit 59,6 kg also repräsentativ.

Ebenso repräsentativ war die Luftgeschwindigkeit im Tunnel mit 1,0 bis 1,6 m/s, der Sprengschwaden war also für die Messung nicht übermäßig verdünnt.

Die Messzeit war mit 46 min repräsentativ, der gesamte Durchgang des Schwadens (mit ca. 20 min) war damit erfasst. Üblicherweise werden Stundenmittelwerte beurteilt, mit der Verkürzung der Messung auf 46 min wird also ein höherer Konzentrationswert ausgewiesen als es dem Stundenmittelwert entspricht.

Fazit: Die Randbedingungen während der Messung waren sinnvoll und repräsentativ.

Als Messergebnis wurde ein zeitlicher Mittelwert angegeben, d.h. die Ammoniakkonzentration muss im Tunnel zeitweise höher gewesen sein als der Mittelwert von  $0.15 \text{ mg/m}^3$ . Darauf wird später näher eingegangen.

### **4 BEURTEILUNGSWERTE FÜR AMMONIAK**

Ammoniak bildet sich z.B. bei Zersetzungsvorgängen. Geruchswahrnehmungen im Bereich von Tierhaltungsanlagen sind wesentlich durch Ammoniak hervorgerufen.

Beurteilungswerte für die Immissionen von Ammoniak bzgl. Schutz der Gesundheit der Bevölkerung gibt es derzeit in Deutschland nicht, auch nicht im Entwurf der neuen TA Luft. Bekannt sind nach Angaben der Universität Bochum die Geruchsschwelle von Ammoniak in Höhe von

30 bis 50 ppb (siehe <http://www.ipa.ruhr-uni-bochum.de/image/poster/170.pdf>) sowie die maximale Arbeitsplatzkonzentration (8 h tägliche Exposition während eines Arbeitslebens) von 20 000 ppb (siehe Deutsche Forschungsgemeinschaft, MAK-Wert-Liste der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe).

Jedoch gibt es in der wissenschaftlichen Literatur der USA solche Beurteilungswerte, siehe z.B. <http://ammoniabmp.colostate.edu/link%20pages/impacts%20of%20ammonia.html>. Die Colorado State University benennt dort (abgerufen am 11.08.2016) einen Wert von 300 ppb zum Schutz von Älteren und Kindern bei Langzeitexposition.

Da es hier um eine Langzeitexposition ohne Bezug auf einen konkreten Zeitraum geht, stellen diese 300 ppb einen zeitlichen Mittelwert dar, deshalb dürften durchaus nicht näher definierte Zeiten auftreten, in denen der Konzentrationswert um einen nicht definierten Betrag höher ist als 300 ppb. Nicht auftreten sollte dabei sicher die in Deutschland geltende Maximale Arbeitsplatzkonzentration von 20 000 ppb, welche u.a. für die im Tunnel arbeitenden Mineure als Mittelwert über 8 h gilt.

## 5 BEURTEILUNG DER GERUCHSSTOFFE BZGL. GESUNDHEITSGEFAHR

Vom TÜV Süd wurde als Mittelwert über 46 min für das für die Geruchswahrnehmungen verantwortliche Ammoniak eine Konzentration von  $0,15 \text{ mg/m}^3$  gemessen, umgerechnet sind das 0,2 ppm bzw. 200 ppb.

Dieser Messwert erscheint bzgl. der Geruchswahrnehmungen plausibel: Man riecht den Schwaden, also muss der Messwert über der Geruchsschwelle von 30 bis 50 ppb liegen. Dies liegt im vorliegenden Fall vor.

Die Colorado State University benennt den o.a. Mittelwert von 300 ppb zum Schutz von Älteren und Kindern bei Langzeitexposition. Im vorliegenden Fall

- liegt also schon der Messwert des TÜV Süd im Tunnel unter dem zum Gesundheitsschutz benannten Wert,
- wird die Ammoniakkonzentration der Tunnelfortluft auf dem Weg vom Tunnel zur Bevölkerung absinken, also geringer sein als der Messwert des TÜV,
- ist zudem keine Langzeitexposition gegeben, sondern eine Exposition beim Durchzug des Sprengschwadens.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Entstehung von Geruchsstoffen (Ammoniak) bei Sprengungen ist normal, Berichte bzgl. dadurch bedingter gesundheitlicher Schädigungen der Bevölkerung sind dem Immissionsschutzbeauftragten nicht bekannt. Da Ammoniak schon bei geringen Konzentrationen gerochen werden kann, werden die NH<sub>3</sub>-Immissionen als belästigend empfunden. Die Messergebnisse des TÜV Süd im Sprengschaden einer Tunnelbaustelle von S21 weisen jedoch nicht auf eine dadurch bedingte Verletzung des Schutzes der Gesundheit der Bevölkerung in der Umgebung des Tunnelportals hin.

**7 ANHANG: MESSBERICHT DES TÜV SÜD VOM 29.09.2016**



**Bericht**

über die Ermittlung der Ammoniakkonzentration beim Auswettern nach einem Sprengvorgang im Bereich des Tunnelportals im Verzweigungsbauwerk Hbf Süd (Rettungszufahrt Wagenburgtunnel) in 70173 Stuttgart

Auftraggeber: ARGE ATCOST21  
 Arbeitssicherheit  
 Ulmer Straße 265  
 70327 Stuttgart

Standort: Verzweigungsbauwerk Hbf Süd  
 LOS 1A  
 Baustelle Wagenburgtunnel  
 (Rettungszufahrt)  
 Gebhard-Müller-Platz  
 70173 Stuttgart

Auftragsdatum: 01.08.2016

Bestellzeichen: e-mail Herr Hagenhofer (Abruf)

Tag der Messung: 04.08.2016

Projekt-Nr.: 16/2511747\_NH3

Datum: 29.09.2016

Unsere Zeichen:  
 IS-US-MAK/ho-ga

Dokument:  
 2511747-Wagenburgtunnel-  
 akm\_08-2016-NH3-oA.doc

Bericht Nr.  
 15/2511747\_Wagenburgtunnel-  
 2016-05-25

Das Dokument besteht aus  
 7 Seiten  
 Seite 1 von 7

Die auszugsweise Wiedergabe des  
 Dokumentes und die Verwendung  
 zu Werbezwecken bedürfen der  
 schriftlichen Genehmigung der  
 TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

geprüft/freigegeben

Dr. K. Epple

erstellt

B. Hoff, Dipl.-Ing. (FH)

Die Prüfergebnisse beziehen  
 sich ausschließlich auf die  
 untersuchten Prüfgegenstände.



Sitz: München  
 Amtsgericht München HRB 96 869  
 USt-IdNr. DE129484218  
 Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV  
 unter [www.tuev-sued.de/impresum](http://www.tuev-sued.de/impresum)

Aufsichtsrat:  
 Karsten Xander (Vorsitzender)  
 Geschäftsführer:  
 Ferdinand Neuwieser (Sprecher),  
 Dr. Ulrich Klotz, Thomas Kainz

Telefon: +49 711 7005-416  
 Telefax: +49 711 7005-500  
[www.tuev-sued.de/is](http://www.tuev-sued.de/is)



TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
 Standort Garching  
 Abteilung: Gefahrstoffe  
 Daimlerstraße 15  
 85748 Garching  
 Deutschland

Seite 2 von 7  
 Zeichen/Erstelldatum: IS-US-MAK/ho-ga / 29.09.2016  
 Dokument: 2511747-Wagenburgtunnel-akrn\_08-2016-NH3-oA.doc



Industrie Service

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1 Allgemeines und Aufgabenstellung	3
2 Lageplan der Rettungszufahrt	4
3 Messplanung	5
4 Technische Schutzmaßnahmen	5
5 Fotodokumentation	5
6 Messergebnisse	7



Seite 3 von 7  
 Zeichen/Erstelldatum: IS-US-MAK/ho-ga / 29.09.2016  
 Dokument: 2511747-Wagenburgtunnel-akm\_08-2016-NH3-oA.doc



Industrie Service

**1 Allgemeines und Aufgabenstellung**

1.1	<b>Aufgabenstellung/Anlass:</b>	Ermittlung der Ammoniakkonzentration beim Auswettern nach einem Sprengvorgang im Bereich des Tunnelportals im Verzweigungsbaubauwerk Hbf Süd (Rettungszufahrt Wagenburgtunnel)
1.2	<b>Auftraggeber (Firma):</b> Auftraggeber:  Betreiber:	ARGE ATCOST21 Arbeitssicherheit Ulmer Straße 265 70327 Stuttgart  Siehe Auftraggeber
1.3	<b>Art des Betriebes:</b> Arbeitsplatz:	Vortrieb Tunnelbau Wagenburgtunnel
1.4	<b>Teilnehmerinnen und Teilnehmer:</b> an der Vorbesprechung:  Durchgeführt telefonisch am:	Herr H. Hagenhofer, Firma Arge ATCOST21, Herr B. Hoff, Dipl.-Ing. (FH), TÜV SÜD Industrie Service GmbH  02.08.2016
1.5	<b>Teilnehmerinnen und Teilnehmer:</b> An der Ermittlung vor Ort:  Durchgeführt vor Ort am:	Herr M. Fehrer, Firma Arge ATCOST21, Herr B. Hoff, Dipl.-Ing. (FH), TÜV SÜD Industrie Service GmbH  04.08.2016
1.6	<b>Probenahme durchgeführt von:</b> Telefon:  Durchgeführt vor Ort am:	Herr B. Hoff, Dipl.-Ing. (FH), TÜV SÜD Industrie Service GmbH 0711-7005-427 Herr T. Thiemt (Hilfskraft), TÜV SÜD Industrie Service GmbH  04.08.2016
1.7	<b>Analyse durchgeführt von:</b>	TÜV SÜD Industrie Service GmbH
1.8	<b>Beurteilung durch:</b>	Herr B. Hoff, Dipl.-Ing. (FH), TÜV SÜD Industrie Service GmbH
1.9	<b>Stv. fachlich Verantwortlicher:</b> Name: Telefon:	Herr Dr. K. Epple  Telefon-Nr.: 0 731 / 4915 – 239

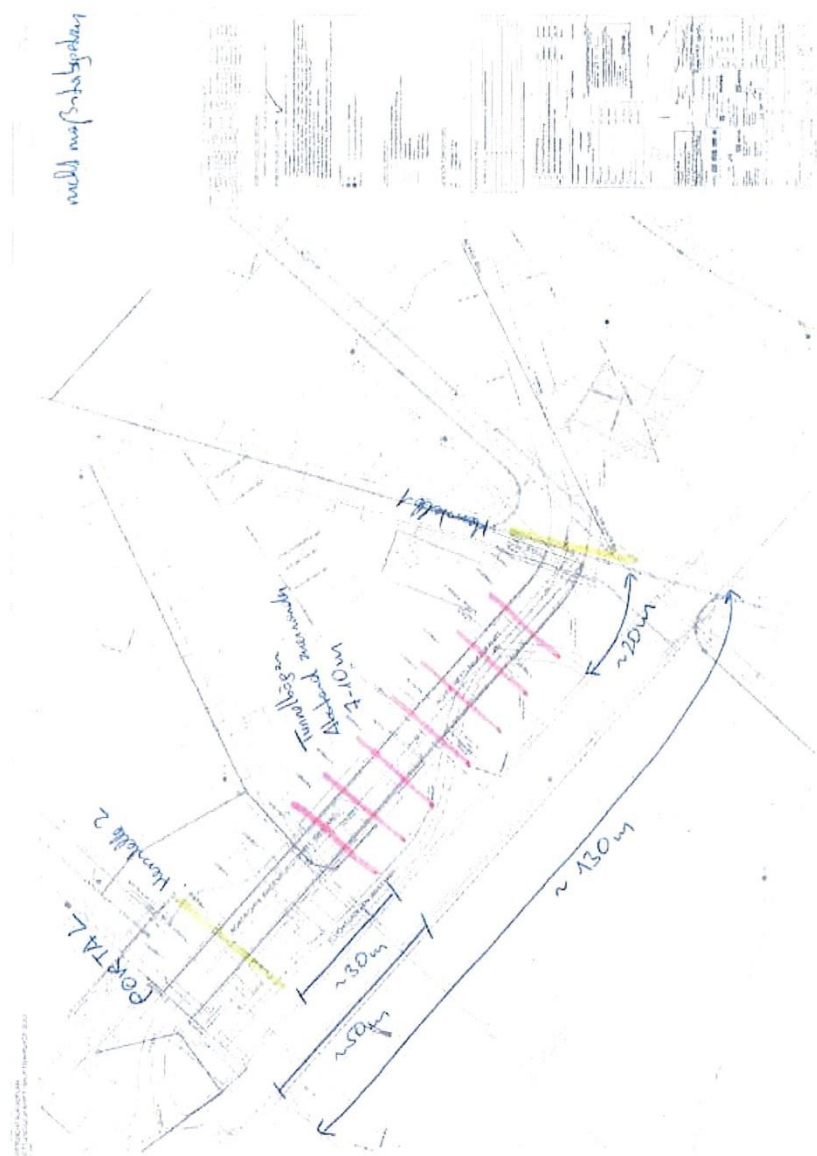
Seite 4 von 7  
 Zeichen/Erstelldatum: IS-US-MAKHo-ga / 29.09.2016  
 Dokument: 2511747-Wagenburgtunnel-akm\_08-2016-NH3-oA.doc



Industrie Service

**2 Lageplan der Rettungszufahrt**

Anordnung der Wasserbenetzungseinrichtungen in der Rettungszufahrt



Seite 6 von 7  
Zeichen/Erstelldatum: IS-US-MAK/ho-ga / 29.09.2016  
Dokument: 2511747-Wagenburgtunnel-akm\_08-2016-NH3-oA.doc



Industrie Service

### 3 Messplanung

Die Messplanung wurde mit Herrn H. Hagenhofer von der Fa. Arge ATCOST21 (Bauleitung) abgestimmt:

Messung der Ammoniakkonzentration beim Auswettern nach einem Sprengvorgang im Bereich des Tunnelportals, hinter den Wasser-Benebelungseinrichtungen („Nebelbögen“). Damit sollte eine Aussage getroffen werden, welche Konzentration an Ammoniak (geruchsintensiver Stoff, der Bestandteil der Sprengschwaden sein kann) nach einem Sprengvorgang durch das Tunnelportal entweicht. Die Messungen sollten daher unmittelbar nach einem Sprengvorgang, während des Auswetterns der Sprengschwaden durchgeführt werden.

#### Lage der Messtelle:

Hinter den Befeuchtungseinrichtungen („Nebelbögen“):  
In der Rettungszufahrt, nach ca. 20 m hinter dem Tunnelportal

### 4 Technische Schutzmaßnahmen

Maßnahmen gegen Expositionen:

Abluft durch Luftverdrängung und natürlichem Zug.

2-stufige Zuluftanlage (Lüfterstation), Bauart Korfmann, Typ AL14-900 FU  
Durchmesser 1.400 mm, 50 Hz

Volumenstrom max.: 50 m<sup>3</sup>/s, entspr. 180.000 m<sup>3</sup>/h Einstellungen der Lüftungsanlage (Ventilatorleistung) am Messtag:

1.200 U/min., ca. 41 Hz, entspr. ca. 193.000 m<sup>3</sup>/h

Seite 6 von 7  
Zeichen/Erstelldatum: IS-US-MAK/ho-ga / 29.09.2016  
Dokument: 2511747-Wagenburgtunnel-akm\_08-2016-NH3-oA.doc

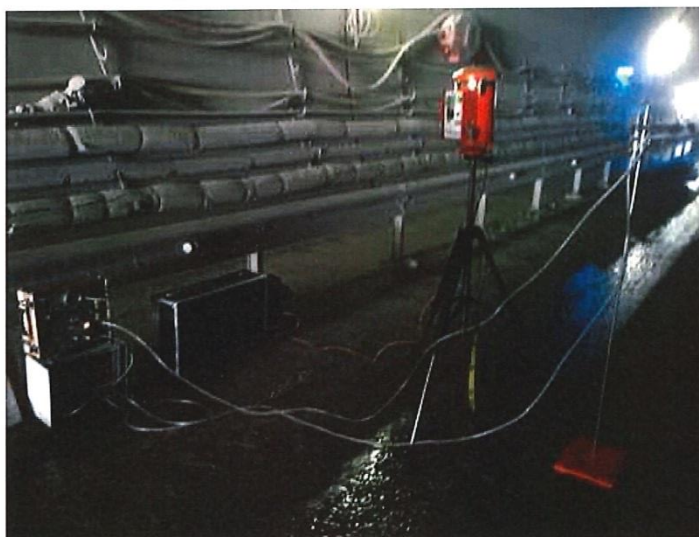


Industrie Service

## 5 Messdurchführung

### 5.1 Fotodokumentation

*Bild : Vorderer Abschnitt der Rettungszufahrt, im befeuchteten Bereich hinter den Nebelungseinrichtungen ca. 20 m hinter dem Tunnelportal*



### 5.2 Messverfahren

Die Arbeitsplatzkonzentrationsmessungen wurden entsprechend den Maßgaben der TRGS 402 durchgeführt. Während der Probenahme kamen folgende Messgeräte zum Einsatz:

Luftdruck:	Barometer, Typ 6002 (Lufft)
Temperatur und Luftfeuchte:	kombiniertes Temperatur- und Luftfeuchtemessgerät Hygrotest 6400 (Testoterm, Lenzkirch)
Abluft-Geschwindigkeit, (orientierende Messung):	Flügelradanemometer (Trotec, TA 300)
Ammoniak	Die Probenahme erfolgt durch Adsorption an Orbo 77-Röhrchen mit einem Probenahmegerät der Bauart Kutschera mit einer Durchflussrate von ca. 0,3 l/min. Die analytische Bestimmung erfolgte nach Desorption Photometrisch (vgl. IFA-Arbeitsmappe 6150).

Seite 7 von 7  
 Zeichen/Erstelldatum: IS-US-MAK/ho-ga / 23.09.2016  
 Dokument: 2511747-Wagenburgtunnel-akm\_08-2016-NH3-oA.doc



Industrie Service

**5.3 Probenahmebedingungen**

**5.3.1 Beschreibung der Probenahme:**

- 5.3.1.1 **Art der Probenahme:** 1 stationäre Meßstelle
- 5.3.1.2 **Anordnung der Probenahmesonde:** in Atemhöhe
- 5.3.1.3 **Anzahl der Proben:** 1 Proben
- Probenahmedauer / Volumenstrom:** Ammoniak, ca. 50 min. / ca. 0,3 l/min.
- 5.3.1.4 **Probenahme / Messgeräte:** wie unter 6.3 beschrieben

**5.3.2 Klimatische Daten (am Messort):**

Mittlere Temperatur: 29 °C  
 Mittlere rel. Luftfeuchte: 86 %  
 Mittlerer Luftdruck: 987 hPa

**5.3.3 Analytische Bestimmung**

siehe 6.3

**6 Messergebnisse**

Datum: 04.08.2016

Gefahrstoff	Uhrzeit	Probe- nahme dauer	Massen- konzentration
	von - bis	[min]	[mg/m³]
Ammoniak	13:49 -14:35	46	0,15

Massenkonzentration bezogen auf 293 K, 1013 hPa.

**Orientierende Ermittlung des Abluftvolumenstroms:**

Messtechnisch, durch Messung der Abluftgeschwindigkeit in der Rettungszufahrt:

Querschnittsfläche der Rettungszufahrt: ca. 50 m²  
 Gemessene Abluftgeschwindigkeit: 1,0 -1,6 m/s  
 Berechneter Abluftvolumenstrom: 180.000 – 270.000 m³/h (i. B.)

Rechnerisch, anhand von Kennzahlen der Belüftungsanlage (Ventilatoraten):

1.200 U/min. / ca. 41 Hz, entspr. ca. 193.000 m³/h (i. B.)