



Ing.-Büro A.Kelkel  
[www.ib-kelkel.de](http://www.ib-kelkel.de)





TTB-Consult sàrl  
[www.ttb-consult.lu](http://www.ttb-consult.lu)



## 15. DMT-Fachtagung Sicherheit in Tunnelanlagen

### Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

1. Zwischenruf „Gemeinsam planen“ und wo der  in der Planung drückt.
2. Planungsvorgaben zu Entwässerungssystemen.
3. Definition von Ex-Zonen und Begrifflichkeiten.
4. Der Ex-Zonenplan.
5. Welche Flüssigkeiten sind zu berücksichtigen ?
6. Wie werden die Gefahrgüter beurteilt ?
7. Havariefälle und deren Bewältigungsverfahren.
8. Sensorik in Entwässerungsbauwerken.
9. Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken innerhalb und außerhalb der Ex-Zone.
10. Planungsreferenzen zu hilfreichen Unterlagen zur Gesamteinschätzung der Thematik.
11. Fazit.
12. Angaben zu Gefahrstoffkonzentrationen.
13. Wo drückte er denn, der  ?

Schlusswort

## *Gemeinsam Planen*

Im Vorgriff auf die im Vortrag thematisierten Inhalte

### ***Ex- und Arbeitsschutz***

und die teilweise beschriebenen baulich bedingten problematischen Arbeitsumgebungen für die Betriebsdienste, möchten wir dafür werben, dass die Ingenieur-Disziplinen Bau und TGA-Technik

sich früher, interdisziplinär miteinander austauschen  
und  
mit dem Bauherrn **gemeinsam planen.**

## Eine Initiative der



Quelle: [www.gemeinsam-planen.de](http://www.gemeinsam-planen.de)

## Eine kritische Betrachtung: TTB-Consult

Architekten - „Gemeinsam Planen“ - Ingenieure

### Fehlende Kongruenz in der Ausbildung

Während die Ausbildung zum Architekten ganzheitlich ausgerichtet ist, stellt sich die Ausbildung zum TA-Ingenieur als überaus differenziert und hochspezialisiert dar. Dies führt vielfach zu Kommunikationsstörungen, sei es wegen Differenzen zu räumlichen Gestaltungskonzepten auf der einen oder der Angemessenheit technischer Lösungen auf der anderen Seite.

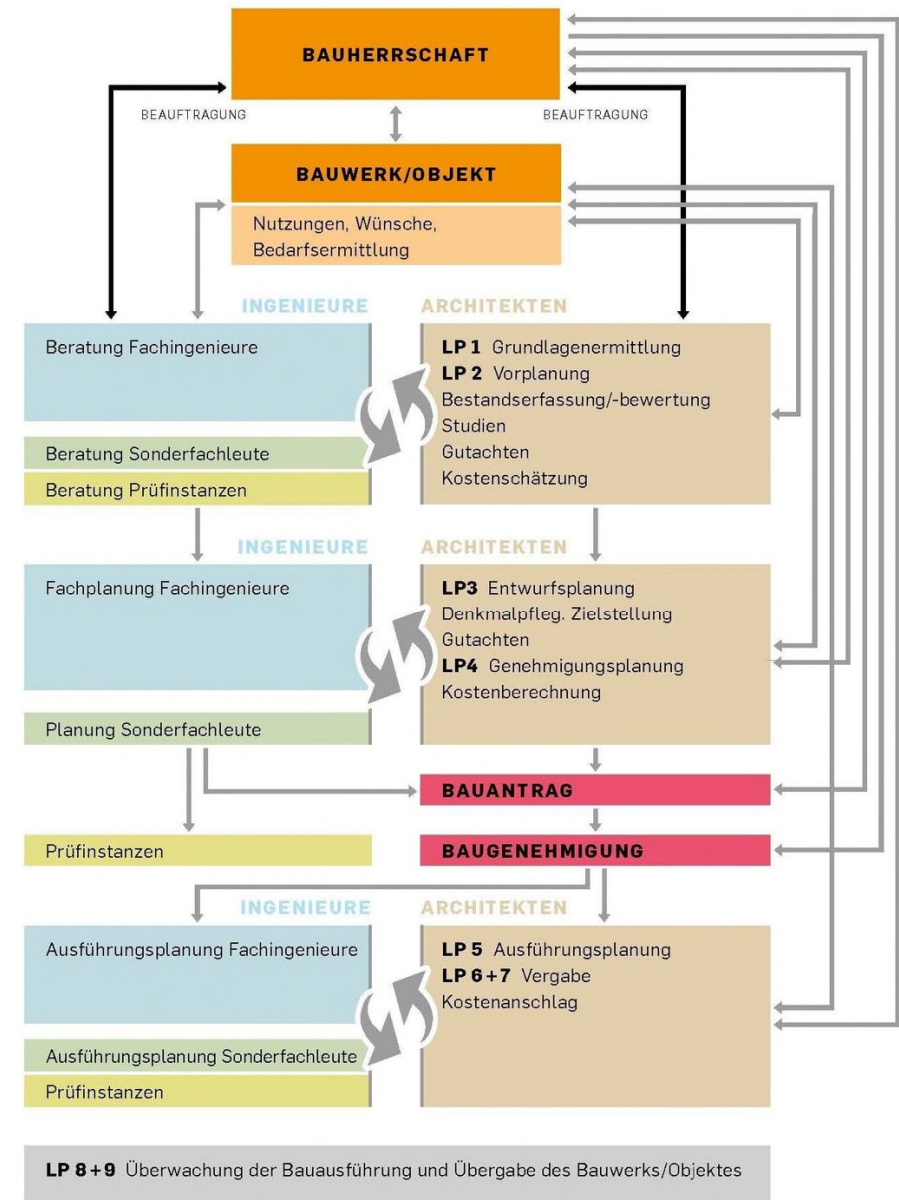
Quelle: [www.gemeinsam-planen.de](http://www.gemeinsam-planen.de)

Zu den Planungsphasen könnte man die Fragen stellen:

Gibt es keine HOAI Leistungsphasen für Fachingenieure ?

Warum sollen sich die überaus differenzierten und hochspezialisierten TA- Ingenieure in den weiteren Planungsphasen nur über den Architekten mit der Bauherrschaft abstimmen ?

## Beteiligte Planungsphasen



Quelle: [www.gemeinsam-planen.de](http://www.gemeinsam-planen.de)

Welche Planungsvorgaben sind für die Errichtung von Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln zu berücksichtigen:

Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln  
**RABT 2006**, Kap. 7.2

bzw.

Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer  
Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h  
**EABT-80/100 R2**, Kap. 5.1.5

Unterschied EABT zu RABT:

*Die Einlauföffnungen der Schlitzrinnen dürfen aus Gründen der  
Barrierefreiheit nur eine maximale Breite von 3 cm aufweisen.*

In beiden Werken wird im Weiteren auf die „ZTV-Ing Teil 5 – Tunnelbau“ für die Ausführung des Entwässerungssystems verwiesen.

## Planungsvorgaben der ZTV-Ing Teil 5 – Tunnelbau – Abschnitte 1 Geschlossene Bauweise

In Kap. 9.3 „Entwässerungsanlagen“ wird unter anderem erläutert:

### Kap. 9.3.1 – Allgemeines:

Folgende Wässer und Flüssigkeiten sind abzuleiten:

- ggf. Bergwasser
- Niederschlagswasser
- Waschwasser
- Löschwasser
- u. andere Flüssigkeiten aus Transportgut wie Öle oder Chemikalien

weitere Vorgaben sind:

- Getrennte Ableitung von Berg- und Fahrbahnwasser
- Vorsehen einer Rückhalteeinrichtung die Schadflüssigkeiten vor der Einleitung in die Vorflut zurück hält.

## Planungsvorgaben der ZTV-Ing Teil 5 – Tunnelbau – Abschnitte 1 Geschlossene Bauweise

In Kap. 9.3 „Entwässerungsanlagen“ wird unter anderem erläutert:

### Kap. 9.3.2 – Bemessung der Entwässerungsanlagen:

Gradiente, Querneigungen und Fläche der Fahrbahn sowie hydrologische Verhältnisse bestimmen die Bemessung.

Die Bemessungsgrößen gemäß RABT sind zu berücksichtigen.  
Sämtliche Entwässerungsanlagen sind aufgrund ihrer hydraulischen Berechnung zu dimensionieren.

Die Bemessung der Gewässerschutzanlagen (Regenrückhaltebecken, Leichtflüssigkeitsabscheider usw. ) erfolgt in Anlehnung an die „**Richtlinie** für bautechnische Maßnahmen an **Straßen** in **Wassergewinnungsgebieten** (**RiStWag**) in Verbindung mit dem vorgesehenen Entsorgungskonzept.

aktuell: RiStWag 2016

## Planungsvorgaben der ZTV-Ing Teil 5 – Tunnelbau – Abschnitte 2 Offene Bauweise

In Kap. 9.3.4 „Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen wird unter anderem erläutert:

Es gilt der Abschnitt 1 Nr. 9.3.4.

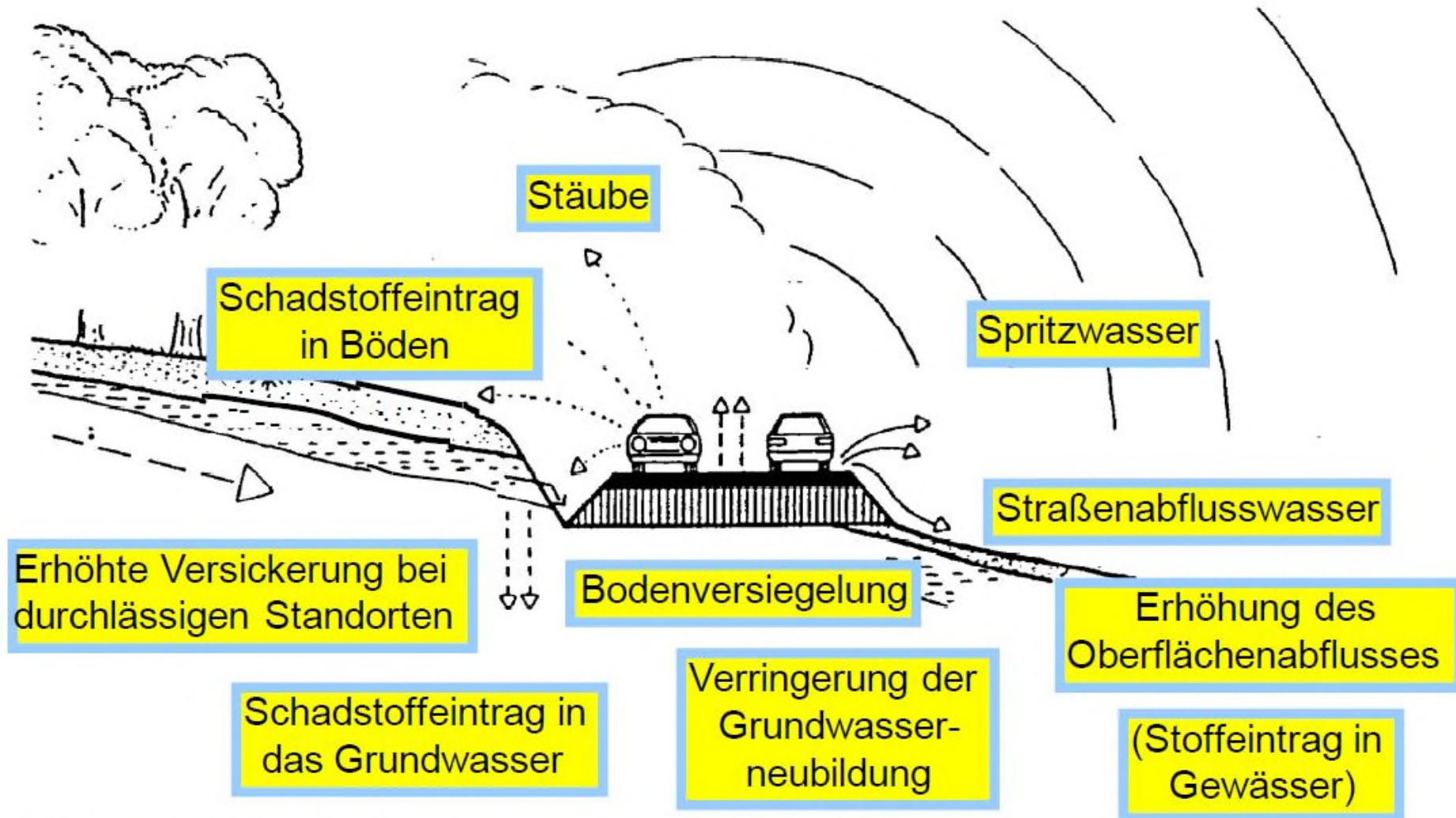
Die Entwässerung der Tunnelrampen und Trogbauwerke erfolgt in der Regel über Einzelabläufe. Auf den Tunnel zufließende Wässer sowie ggf. andere Flüssigkeiten sind möglichst vor dem Tunnelportal abzufangen, einem Rückhaltebecken zuzuleiten und gemäß Abschnitt 1 zu behandeln.

Wir das anfallende Oberflächenwasser aus dem Rampenbereich in die Tunnellängsentwässerung eingeleitet, sind die Abläufe über einen Siphon oder Schacht mit Tauchwand anzuschließen.

*Darüber hinaus werden in der ZTV-ING, Teil 5 Tunnelbau, Abschnitt 4 – Betriebstechnische Ausstattung, keine Angaben zur Tunnelentwässerung gemacht.*

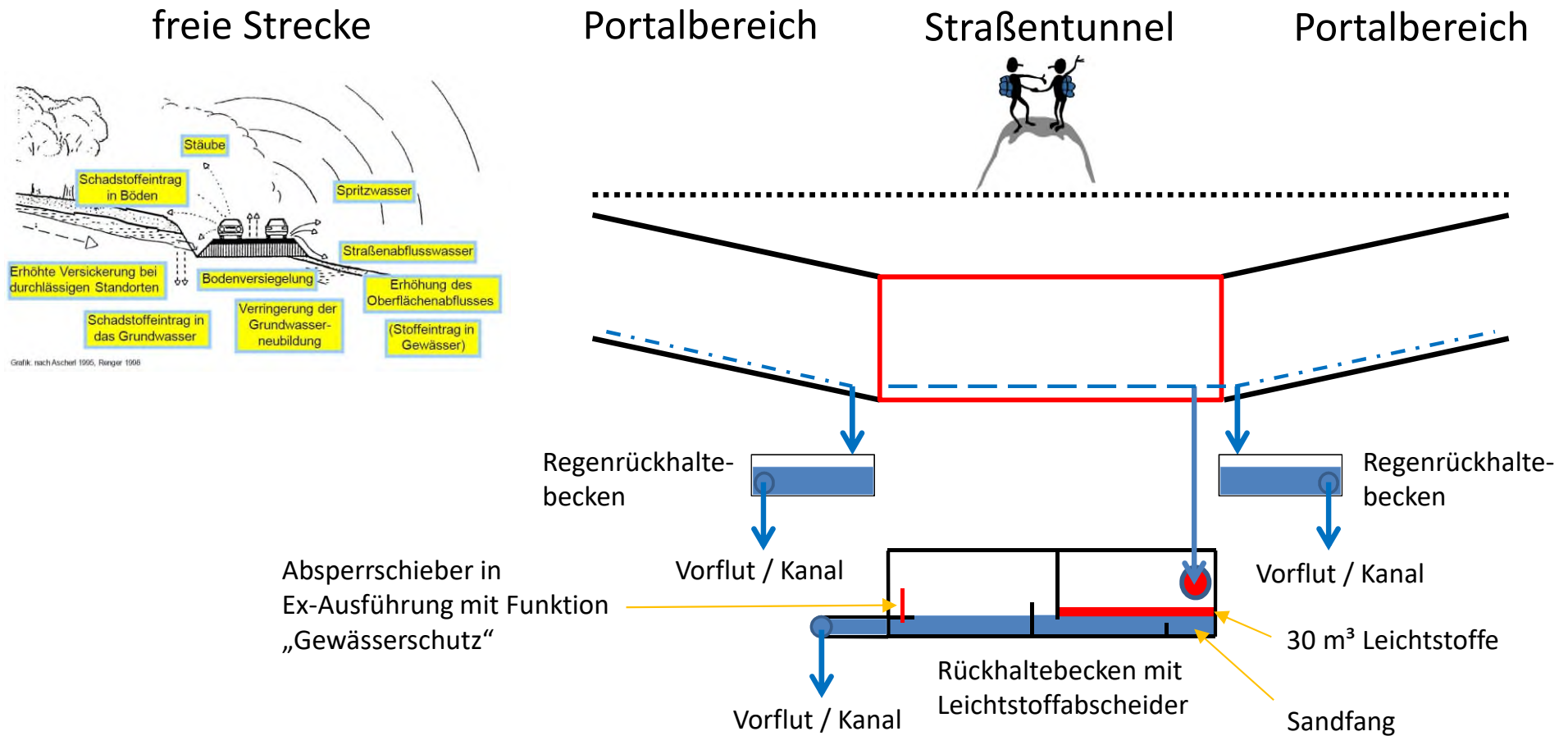


Für die freie Strecke nach RiStWag bedeutenden Umweltsituationen sind:



Grafik: nach Ascherl 1995, Renger 1998

Für die Entwässerungsanlagen von Straßentunneln und Portalbereichen bedeutet dies:



Absperrschieber in Ex-Ausführung mit Funktion „Gewässerschutz“

30 m³ Leichtstoffe

Rückhaltebecken mit Leichtstoffabscheider

Sandfang

Zusammenfassung der Vorgaben für die Entwässerungsanlagen von Straßentunneln:

Nach ZTV-Ing und RiStWag gilt:

- im Regelfall separate Entwässerung der Rampen,
- getrennte Ableitung von Berg- und Fahrbahnwasser,
- vorsehen einer Rückhalteeinrichtung die Schadflüssigkeiten vor der Einleitung in die Vorflut zurück hält,
- die Bemessungsgrößen gemäß RABT sind zu berücksichtigen,
- sämtliche Entwässerungsanlagen sind aufgrund ihrer hydraulischen Berechnung zu dimensionieren.

Zusammenfassung der Vorgaben für die Entwässerungsanlagen von Straßentunneln:

Nach EABT 80/100 R2: Kap. 5.1.5 Entwässerung gilt:

- Ausführung nach ZTV-ING Teil 5 – Tunnelbau.
- Vorsehen einer Schlitzrinne über die gesamte Tunnellänge mit Unterteilung in 50 m lange Abschnitte mit einer Abflussmenge von 100 l/sec.
- *Die Einlauföffnungen der Schlitzrinnen dürfen wegen der Barrierefreiheit max. 3 cm breit sein. (neu nach EABT).*
- **Es ist besondere auf die spätere Zugänglichkeit und Wartungsfreundlichkeit zu achten. Einlaufschächte sind so auszuführen, dass für die Reinigung die üblichen Reinigungsgeräte verwendet werden können.**
- Vor der Einleitung in die Vorflut ist eine Rückhalteeinrichtung vorzusehen, die Schadflüssigkeiten automatisch auffängt.
- Für den Störfall soll ein nutzbares Stauvolumen von mind. 102 m<sup>3</sup> (72m<sup>3</sup> Löschwasser zzgl. 30m<sup>3</sup> Auffangvolumen) ständig zur Verfügung stehen.
- Sonden zur Füllhöherfassung und Pumpenabschaltung sind zu planen.

Zusammenfassung der Vorgaben für die Entwässerungsanlagen von Straßentunneln:

nach EABT 80/100 R2: Kap. 5.1.5 Entwässerung gilt weiter:

- Das Becken soll nicht in unmittelbarer Nähe von Rettungsplätzen und Betriebsräumen liegen.
- Die Zufahrt zum Becken ist zu gewährleisten.
- Entsprechend den eventuell erforderlichen Einleitgenehmigungen ist der Inhalt vor der Entleerung auf Kontamination zu überprüfen.

*Somit sollten Pumpen zur Vorflut beim Auftreten eines Ereignisses im Tunnel mit dem Verdacht des Austritts von Flüssigkeiten, abgeschaltet werden.*

*=> Die Trennung von Rampen und Tunnel ist sinnvoll, sonst bekommt man ggf. ein Problem bei gleichzeitigem Regen und begrenztem Auffangvolumen.*

- Elektrisch betriebene Komponenten im Beckenbereich sind explosionsgeschützt auszuführen.

*Welche Ex-Schutz Zonen sind zu berücksichtigen ? Nur im Beckenbereich ?*

## Ex-Zone 0

Umfasste Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre ständig, langfristig oder häufig vorhanden ist.

## Ex-Zone 1

Umfasste Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre, aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraumes auftritt.

## Ex-Zone 2

Umfasste Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre, aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraumes auftritt.

Folgende Referenz ist für die Ersteinschätzungen der Ex-Schutz Regeln ggf. hilfreich:

DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) , <https://publikationen.dguv.de>

mit z.B. der Auswahl:

- DGUV Regel 113-001                      Sammlung techn. Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen.

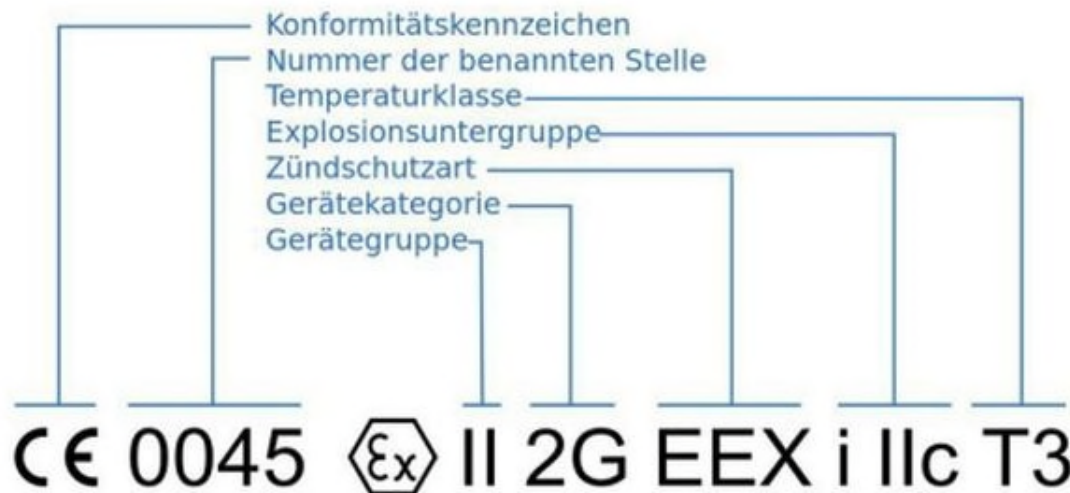
Aufgrund der Fokussierung im nachfolgenden Vortrag auf bauliche Gegebenheiten wurde auf die Inhalte bezüglich der Kennzeichnung von Ex-Schutz Anlagen sowie die Signalisierung in Schutzbereichen verzichtet.

Im Rahmen einer Ex-Schutzplanung sind sehr umfangreiche Ex-Schutz spezifische Sachfragen zu klären, die im Rahmen der abschließenden, umfassenden Ex-Schutzdokumentation zu fixieren sind.



Nachfolgend ein Beispiel einer Gerätekennzeichnung nach ATEX:

## Kennzeichnung nach ATEX Produktrichtlinie 94/9/EG



Die ATEX-Richtlinie 94/9/EG fordert:

„Ex-Zeichen“ ATEX-Logo

Gerätegruppe ("I": Bergbau, "II": alle anderen Bereiche)

Kategorie gemäß Definition in ATEX Richtlinie 94/9/EG (1G, 2G, 3G, 1D, 2D, 3D)

Kennzeichnung entsprechend der angewendeten Normen (wurde entsprechend EN 50014 und EN 60079-0 bis 12/2004 mit "EEx" abgekürzt, mit der Übernahme der IEC-Norm als EN-Norm "Ex")

CE-Zeichen

## ATEX:

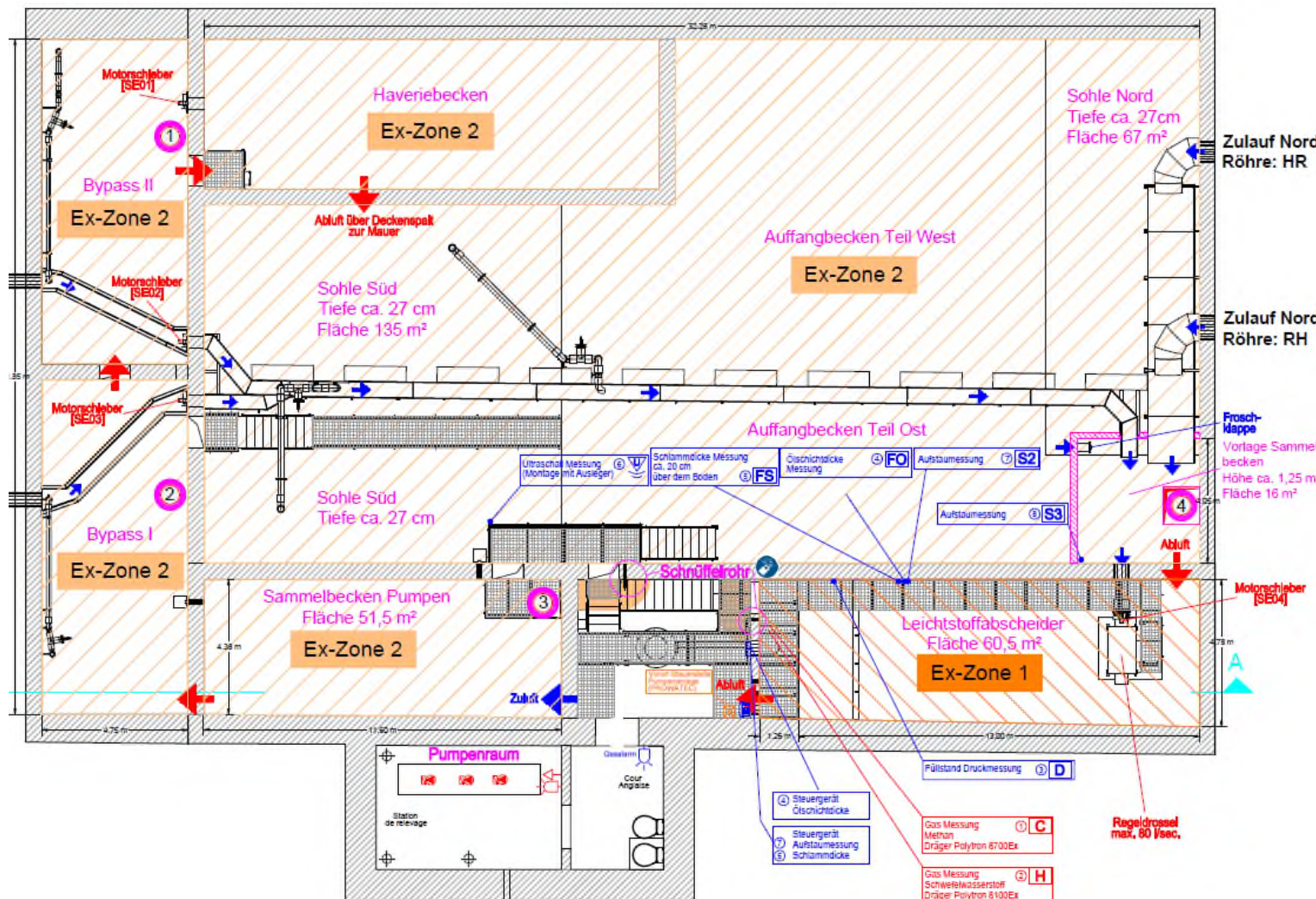
ist ein weit verbreitetes Synonym für die **ATEX**-Richtlinien der Europäischen Union. Die Bezeichnung **ATEX** leitet sich aus der französischen Abkürzung für **ATmosphères EXplosibles** ab.

Quelle: Wikipedia



## Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: innerhalb der Ex-Zonen

Ausschnitt aus einem Übersichtsplan Regenrückhaltebecken mit Ex-Zonen



Eckdaten:

Grundfläche gesamt:  
ca. 700 m<sup>2</sup>

Grundfläche Stauraum:  
ca. 465 m<sup>2</sup>

Auffangvolumen:  
ca. 1.000 m<sup>3</sup>

Durch den Eintrag von Flüssigkeiten in die Entwässerungseinrichtungen bei Havarien im Tunnelfahrraum entstehen Ex-Zonen in den Entwässerungsbauwerken.

Im Prinzip können diese Flüssigkeiten wie folgt unterteilt werden:

- Leichtstoffe die leichter als Wasser sind und über Leichtstoffabscheider weitgehend zurück gehalten werden können,
- wassergefährdende Stoffe die wasserlöslich sind und nicht durch einen Leichtstoffabscheider zurückgehalten werden können,
- wassergefährdende Stoffe die nicht wasserlöslich sind und nicht durch einen Leichtstoffabscheider zurückgehalten werden können,
- Flüssigkeiten die brennbare oder giftige Gase freisetzen.

Welche Gefahrgutrisiken sind zu berücksichtigen?

Mit der Fortschreibung des europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) von 2007 wurden Tunnelbeschränkungscode für Gefahrgüter eingeführt.

## Einstufung Tunnelkategorie nach ADR:

Tunnelkat. ADR	Beschränkung
A	keine Beschränkung für gefährliche Güter (UN 2919 und 3331, siehe ADR, Abs. 8.6.3.1)
B	Beschränkung für gefährliche Güter, die zu einer sehr großen Explosion führen können.
C	Beschränkung für gefährliche Güter, die zu einer/einem <ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr großen Explosion</li> <li>• großen Explosion</li> <li>• Umfangreiches Freiwerden giftiger Stoffe führen können.</li> </ul>
D	Beschränkung für gefährliche Güter, die zu einer/einem <ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr großen Explosion</li> <li>• großen Explosion</li> <li>• Umfangreiches freiwerden giftiger Stoffe</li> <li>• großen Brand führen können.</li> </ul>
E	Beschränkung für alle gefährlichen Güter (außer UN-Nummer 2919, 3291, 3331, 3359 und 3373)

Die Ermittlung der Kategorie erfolgt gemäß EABT nach Voranalyse und ggf. nachfolgender qualitativer oder quantitativer Sicherheitsbewertung und nachfolgend durch die Risikoanalyse Gefahrguttransporte.

*UN-Nummern: **UN-Nummern**, auch Stoffnummern genannt, sind von einem Expertenkomitee der Vereinten Nationen (**UN**) festgelegte, vierstellige **Nummern**, die für alle gefährlichen Stoffe und Güter (Gefahrgut) festgelegt wurden.*

OECD/PIARC QRA Modellszenarien:

Nr.	Szenario
1	Brand eines Schwerverkehrfahrzeuges , 20 MW
2	Brand eines Schwerverkehrfahrzeuges , 100 MW
3	BLEVE (1) einer 50 kg Propangasflasche
4	Lachenbrand von 28 t freigesetztem Treibstoff
5	Gaswolkenexplosion freigesetzter Treibstoffdämpfe, Freisetzung 28 t
6	Austreten giftiger Gase aus einem Chlortank (20 t)
7	BLEVE (1) einer 18 t Propangastank
8	Gaswolkenexplosion von ausgetretendem Propan aus 18 t Gastank
9	Freistrahbrand von unter Druck austretendem Propan aus 18 t Gastank
10	Freisetzung von 18 t Ammoniak aus einem Tank
11	Freisetzung von Acrolein aus einem 25 t Tank
12	Freisetzung von Acrolein 100 l Flasche
13	Druckwirkung einer Gasexplosion von 20 t verflüssigtem CO2 („kalter BLEV“)

**(1) BLEVE**

(Abkürzung für englisch boiling liquid expanding vapor explosion) ist eine Gasexplosion einer expandierenden siedenden Flüssigkeit.



Bezug: EABT 80/100 R2 Kap. 3 Sicherheitsbetrachtungen

Alle im Kap. 3 in der EABT gemachten Angaben beziehen sich auf den Tunnelfahrraum und nicht auf die Entwässerungsbauwerke.

Die Anforderungen für die Entwässerungsbauwerke ergeben sich als Ableitung der in der Sicherheitsbewertung und nachfolgend durch die Risikoanalyse Gefahrguttransporte, festgelegten Tunnelkategorie nach ADR.

Die Arbeiten für Unterhalt und Revision der Anlagen in den Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln sind somit unter den Gesichtspunkten der festgelegten Tunnelkategorie zu organisieren.

Diese „**Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen**“ sollten dann in Bezug auf die sicherheitstechnischen Aspekte in Anlehnung an die Regelungen und Normen der Abwassertechnik (öffentlicher Kanalbau) organisiert werden.

## **Fazit bezüglich der Risiken für Entwässerungsbauwerke nach einem Ereignis mit Flüssigkeitsaustritt im Tunnel oder ggf. in den Portalbereichen:**

- Alle im Havariefall in den Tunnel eingebrachten Flüssigkeiten werden dem Auffangbecken mit Rückhalteeinrichtungen zugeführt.
- Die Weiterleitung in die Vorflut ist mit dem Ereignis zu stoppen, um eine Gefahrstoffidentifizierung vornehmen zu können.

## **Hierbei können im wesentlichen folgende Sachverhalte entstehen:**

- A. Im Havariefall konnte der „flüssige“ Gefahrstoff nicht identifiziert werden.
- B. Im Havariefall konnte der „flüssige“ Gefahrstoff identifiziert werden.
- C. Die eingebrachte Flüssigkeit konnte als unbedenklich identifiziert werden.

**Resultierend aus den 3 genannten Sachverhalten ergeben sich wiederum nachfolgende Handlungsnotwendigkeiten:**

**Für den Fall A:** Es ist eine Beprobung der eingebrachten Flüssigkeiten zu veranlassen. (*Wer kann das ? , Wie lange dauert das ?*)

**Für den Fall B:** Sofern notwendig, ist eine fachgerechte Entsorgung der verunreinigten Abwässer zu veranlassen. Hierzu stehen die betriebstechnischen Einrichtungen wie:

- Gaswarnanlage
  - mechanische Lüftungsanlage
  - Leichtstoffabscheider / mit Pumpanlage für Schlamm und Leichtstoffe
- zur Verfügung.

**Für den Fall C:** In diesem Fall kann die Abwasseranlage wieder in den Regelbetrieb versetzt werden.

## Sensorik in Entwässerungsbauwerken:

### Fest installierte Sensorik:

Erfassung von Flüssigkeitsständen

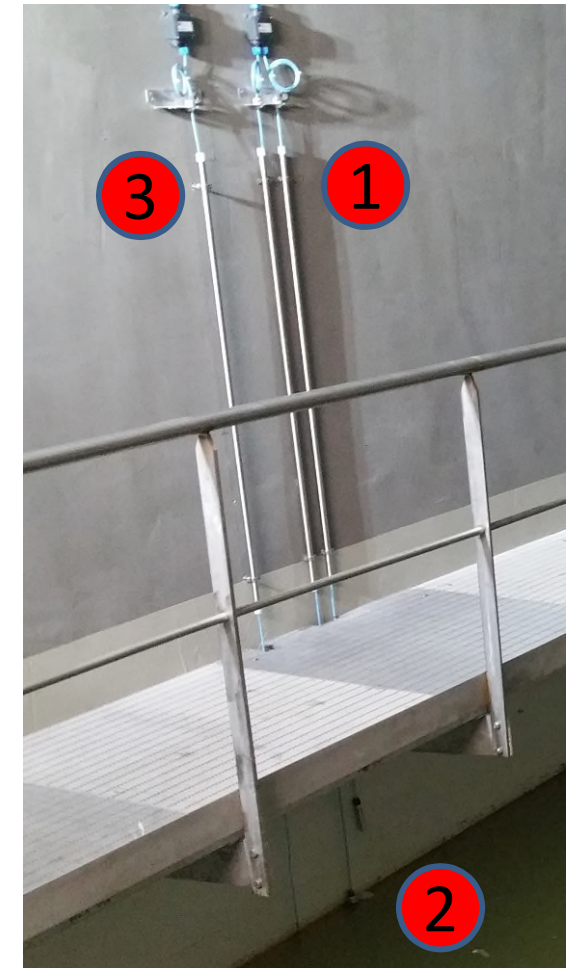
- per Druckaufnehmer **1**
- per mechanischer Pegelmessung
- als Grenzwertschalter (Überflutungsmelder)

Erfassung von Flüssigkeitsarten

- kapazitiver Oelsensorstab **2**  
(Schichtdickemessung)
- kapazitive Schlammdicke Messung **3**

Erfassung von Gasen wie:

- Methan ( $\text{CH}_4$ ) **4**, Schwefelwasserstoffe ( $\text{H}_2\text{S}$ )
- Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ )





## Sensorik in Entwässerungsbauwerken:

### Persönliche Schutzausrüstung (PSA):

Erfassung von Gasen mit Mehrgasmessgeräten wie:

- Methan (CH<sub>4</sub>) , Schwefelwasserstoffe (H<sub>2</sub>S)
- Sauerstoff (O<sub>2</sub>) , Kohlenmonoxid (CO)
- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)



Beispielbild:

Hersteller Honeywell oder ähnlich

z.B. als Set inkl. Ansaugpumpe zur Freimessung und zum führen als persönliche Schutzausrüstung

Zulassung: Ex II 2G, EEx ia d IIC T4 (ATEX)

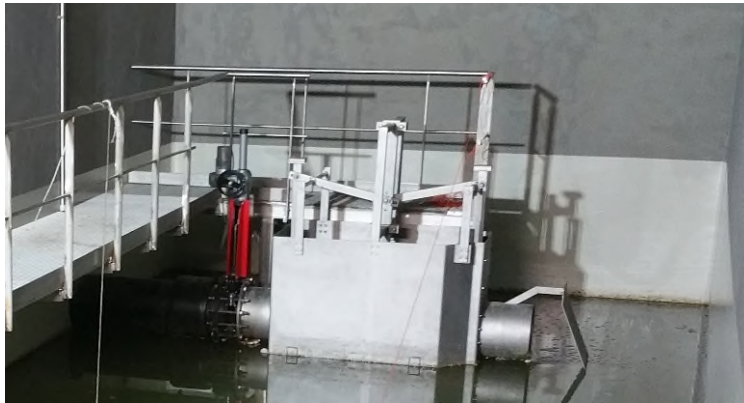
Entspricht den Anforderungen der BGR 126 (Berufsgenossenschaftliche Regeln)

(Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung „Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen“.)

Schulung: Ausbildung zum Fachkundigen zum Freimessen nach BGR 117-1

Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: innerhalb der Ex-Zonen

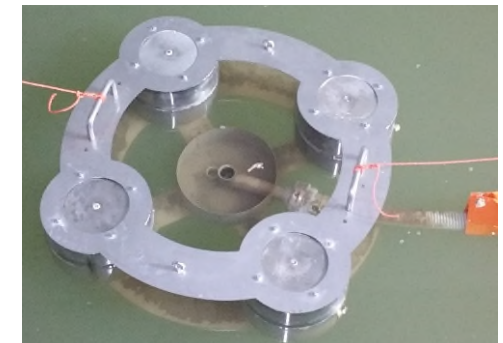
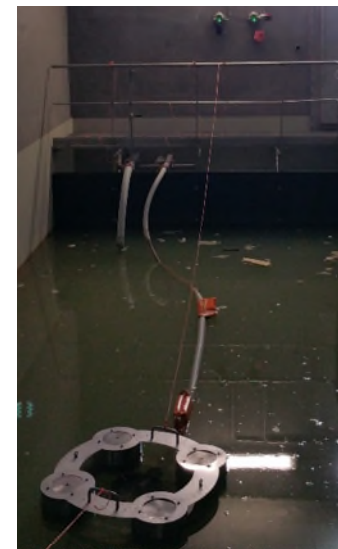
- Regeldrossel als Zuflußbegrenzer für den Leichtstoffabscheider mit Absperrschieber in Ex-Ausführung



Durchflussbegrenzung: 80 l/s



- Skimmer zum Abschöpfen der Leichtstoffe mittels einer Schlauchpumpe in Ex-Ausführung



Skimmer: Anschluß Ø60 mm

Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: innerhalb der Ex-Zonen

- Langfeldleuchten und Strahler in Ex-Ausführung mit gasdichter Lukentür



Lukentür mit Schnüffelrohr rechts für die Freimessung und Lichtschalter außerhalb des Sicherheitsbereichs.



Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: innerhalb der Ex-Zonen

- Ausstattung eines Auffangbeckens mit stark erhöhtem Auffangvolumen aufgrund der Einleitbegrenzung in die Vorflut.



Ansicht: Wartungssteg, Zugang Bypass

Ansicht: eingefasster Zulauf Süd



Ansicht: Rinne mit Zuleitung von Süden

Ansicht: eingefasster Siphon Schlitzrinne



Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: innerhalb der Ex-Zonen

Warum wurde das Regenrückhaltebecken so ausgerüstet ?

- Sofern im Regelbetrieb die vollständige Stauraumfläche von ca. 465 m<sup>3</sup> genutzt werden soll, muss diese Fläche auch entsprechend gereinigt werden.
- Ohne die zusätzlichen Zugänge und Wartungsstege sind Unterhaltstätigkeiten im Regenrückhaltebecken nur unter sehr erschwerten Arbeits- und Rettungsbedingungen möglich.



Entnommen: DGUV Info 203-051 (Bild 1.1)

- Im Havariefall würden sich sonst die Leichtstoffe (Benzin etc.) oder wasser-gefährdenden Stoffe über die gesamte Fläche verteilen.



## Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: außerhalb der Ex-Zonen

- Ex-Lüfter mit Ansteuerung per Frequenzumrichter

Die Lüftung wird zyklisch und im Ereignisfall automatisch aktiviert.



2 Frequenzumrichter  
je 3,5 kW  
60% Leistung = 2.900 m<sup>3</sup>/h  
80% Leistung = 4.250 m<sup>3</sup>/h



2 Lüftermotore in Ex-Ausführung  
für Zu- und Abluft aus den Auffang-  
becken (je 2,5 kW)  
Ex-Zulassung: II 2 G c



1 kombinierter Ab- und Zuluft  
Turm

Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: außerhalb der Ex-Zonen

- Möglichkeit der gezielten Lüftung bei Arbeiten in den Beckenbereichen



Ansicht Zugang Leichtstoffabscheider



Ex-Absaugung Regelbetrieb



Ex-Absaugung „Revision“  
Bei offener Luke und Verlegung des  
Schlauchs an die gewünschte Stelle.



Ansicht Zugang Auffangbecken



Ex-Zuluft Regelbetrieb



Ex-Zuluft „Revision“  
Bei offener Luke und Verlegung des  
Schlauchs an die gewünschte Stelle.

Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: außerhalb der Ex-Zonen

- Möglichkeit der Aufbewahrung für PSA (Gasmessgeräte, Fluchtgeräte)



①

Entriegelung des Aufbewahrungsschranks über eine Lesegerät der Gebäudezugangskontrolle.

②

Aufbewahrungsschrank für Gasmessgeräte und ggf. Atemschutzgeräte für die Selbstrettung.

Vorteil:

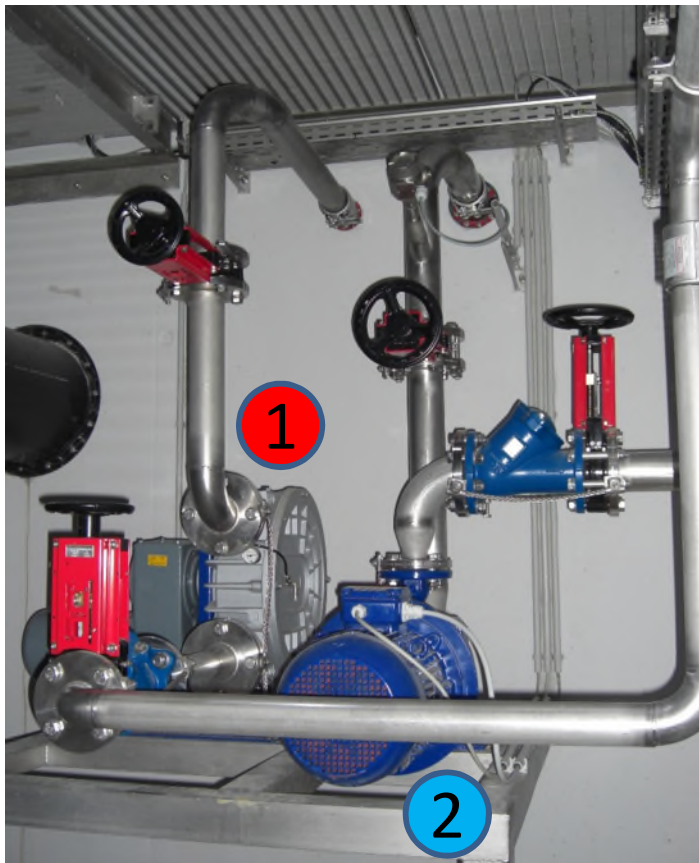
- Verfügbarkeit direkt vor Ort
- Kontrolle der Nutzung
- Schutz vor





Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: außerhalb der Ex-Zonen

- Pumpanlage mit Leichtstoff- und Schlammpumpe für Revisionszwecke



1

Schlauch-Pumpe in Ex-Ausführung  
ca. 3 m<sup>3</sup>/h bei 3 bar Förderdruck  
2,2 kW elektrische Anschlussleistung

Ex-Zulassung: II 2 G c II A T3

2

Schlamm-Pumpe ohne Ex-Anforderung  
ca. 23 m<sup>3</sup>/h bei 25m Förderhöhe

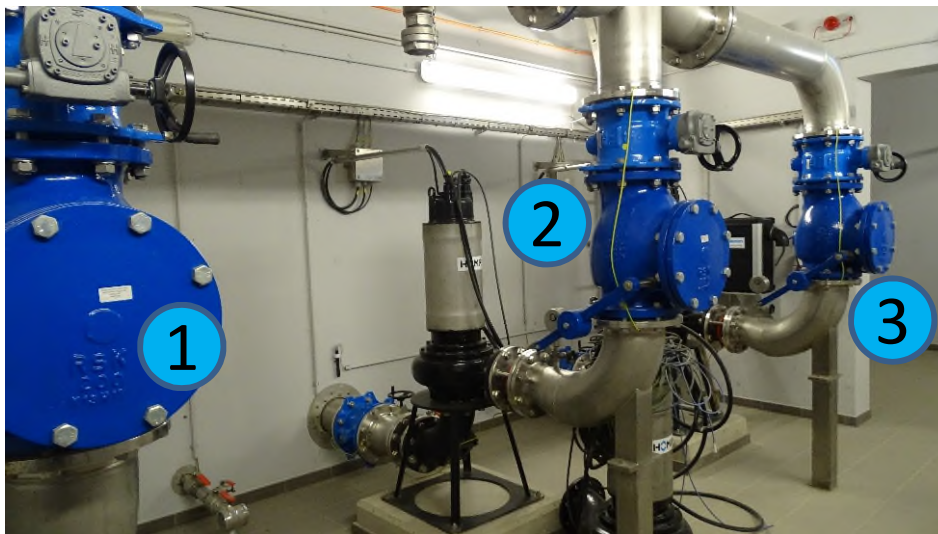
Hinweis Abfüllfläche für Tankwagen:

Auch an dieser Stelle sind Sicherheitsanforderungen einzuhalten.

z.B. Erdung der Tankeinrichtungen, Auffangbehältnisse sowie Abstandszonen, etc.

Betriebsmittel in Entwässerungsbauwerken: außerhalb der Ex-Zonen

- Pumpanlage mit Kreiselpumpen für den Regelbetrieb Richtung Vorflut



3 Kreiselpumpen je ca. 15 kW  
Anschlussleistung mit 180 m<sup>3</sup>/h  
Förderleistung bei 17m Förderhöhe

Die Förderleistung wird in diesem Fall begrenzt über eine Füllstandsmessung in einem Zwischenschacht von dem aus in die Vorflut eingeleitet wird.

Folgende Referenzen sind für die Planungen/Ersteinschätzungen ggf. hilfreich:

DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) , <https://publikationen.dguv.de>

mit z.B. der Auswahl:

- DGUV Regel 103-004            Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
- DGUV Information 203-051    Sicherheit und Gesundheitsschutz im Abwasserbereich

baua (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) , <https://baua.de>

mit z.B. der Auswahl:

- TRBS 1112 Teil 1            Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsmaßnahmen
- TRBS 1201 Teil 1            Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

sowie: TRBS-2152 ff, TRGS-724, TRGS-725, TRGS-727

Die Aufzählung stellt nur einen sehr kleinen Ausschnitt aus den sehr vielen Gesetzen, Verordnungen, Vorschriften, Normen und Regeln von Verbänden dar.

Auf den Bezug zu techn. Normen von Geräten mit Ex-Schutz Anforderungen wurde bewusst im Rahmen dieses Vortrags verzichtet.

## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

Für den Rohbau wäre zu berücksichtigen:

- frühzeitige Abstimmung mit den TGA-Planern anstreben,
- Entwässerung der Rampen vom Tunnel möglichst trennen,
- konsequente Trennung von den Räumlichkeiten des Betriebsgebäudes,
- Zugänge/Abstiege vom Tunnelfahrraum in die Auffangbecken/Leichtstoffabscheider möglichst vermeiden,
- Wartungszugänge möglichst mit Treppen über getrennte Treppenhäuser,
- Bewetterung der Entwässerungsbauwerke ausreichend dimensionieren, (x-faches Raumvolumen in einer angemessenen Zeit)
- Trennung der Zugänge zu Ex-Zonen mit geeigneten Türen, Luken, Schachtabdeckungen, etc. (Sicherheitsabstände beachten)
- ausreichend Platz für Pumpen, Lüfter etc. in genügend großen Abstand zu den Zugangsbereichen,
- Rettungswege ausreichend berücksichtigen.

## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

Für die TGA-Technik wäre zu berücksichtigen:

- frühzeitige Abstimmung mit den Rohbauplanern anstreben,
- sorgfältige Ex-Schutzplanung mit allen Betriebsmitteln,
- Bereitstellung der ausreichenden Bewetterung in Ex-Ausführung,
- Bereitstellung der geeigneten stationären Sensorik (Gas, Flüssigkeiten) in Ex-Ausführung,
- Bereitstellung der notwendigen pers. Schutzausrüstung je Mitarbeiter vor Ort,
- Bereitstellung der notwendigen Bergungsausrüstung (Dreibaum, Auffanggurt, Lastenwinde, etc. oder besser Treppen und entsprechende Rettungswege)
- Erstellung einer vollständigen Ex-Schutzdokumentation,
- Schulung aller Mitarbeiter mit entsprechenden Aufgabenbereichen organisieren.

## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

### Sauerstoffmangel (O<sub>2</sub>-Mangel)

Alle zusätzlich eingebrachten Gase und Dämpfe reduzieren den Sauerstoffanteil in der Atmosphäre der umschlossenen Räume von abwassertechnischen Anlagen.

Konzentration von O <sub>2</sub> in der Luft	Symptom/Wirkung
20,9 Vol.-%	Konzentration in der unbelasteten Frischluft
<b>&lt; 18 Vol.-%</b>	Gesundheitsschädlich
< 10 Vol.-%	Unter 10 Vol.-% Sauerstoff schwindet das Bewusstsein ohne Warnung. Gehirnschädigung und Tod folgen in wenigen Minuten, wenn nicht sofort eine Wiederbelebung erfolgen kann.

## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

### Benzindämpfe

**Alle Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten sind schwerer als Luft.**

=> Frage: Auf welchem Niveau erfolgt die Freimessung ?  
Auf welchem Niveau erfolgt die Bewetterung ?

=> PSA-Gasmessgerät am Körper tragen !!!

Konzentration von Benzindämpfen in der Luft	Symptom/Wirkung
~ 0,6 Vol.-%	Untere Explosionsgrenze (UEG)
~ 8 Vol.-%	Obere Explosionsgrenze (OEG)
500 bis 1 000 ppm	Reizung der Atemwege, Kopfschmerz, Schwindelgefühl, Übelkeit, Konfusion bis zur Bewusstlosigkeit



## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

### Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)

***Kohlendioxid ist schwerer als Luft.***

=> Frage: Auf welchem Niveau erfolgt die Freimessung ?  
Auf welchem Niveau erfolgt die Bewetterung ?

=> PSA-Gasmessgerät am Körper tragen !!!

Konzentration von CO <sub>2</sub> in der Luft	Symptom/Wirkung
0,03 Vol.-%	Anteil in der unbelasteten Frischluft
0,07 Vol.-%	Stadtluft
0,5 Vol.-%/5 000 ppm	Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)
> 9 Vol.-%	Bewußtlosigkeit nach <b>5 – 10 Minuten Einatemdauer</b>
Über 10 Vol.-%	Lähmung des Atemzentrums; Narkose; Tod



## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

### Methan (CH<sub>4</sub>)

**Methan ist leichter als Luft.**

=> Frage: Auf welchem Niveau erfolgt die Freimessung ?  
Auf welchem Niveau erfolgt die Bewetterung ?

=> PSA-Gasmessgerät am Körper tragen !!!

Konzentration von CH <sub>4</sub> in der Luft	Symptom/Wirkung
4,4 Vol.-%	Untere Explosionsgrenze (UEG)
17 Vol.-%	Obere Explosionsgrenze (OEG)

## Ex- und Arbeitsschutz in Entwässerungsbauwerken von Straßentunneln

**Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S)**

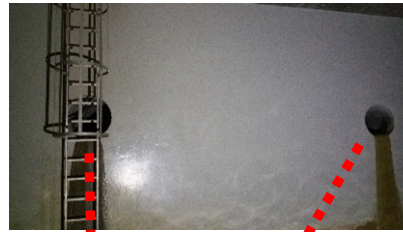
**PSA-Gasmessgerät am Körper tragen !!!**

Konzentration von CH <sub>4</sub> in der Luft	Symptom/Wirkung
0,003 – 0,02	Geruchliche Wahrnehmbarkeit
3 – 10	deutlich unangenehmer Geruch
20 – 30	starker Geruch nach faulen Eiern
5	Arbeitsplatzgrenzwert
50 – 100	Reizungen des Atemtraktes
100 – 200	Verlust des Geruchssinns
250 – 500	Toxisches Lungenödem, Zyanose, Bluthusten, Lungenentzündung
500	Kopfschmerzen, unkoordinierte Bewegungen, Schwindelgefühl, Stimulation der Atmung, Gedächtnis schwäche, Bewusstlosigkeit („knock-down“)
500 – 1 000	Atemstillstand, sofortiger Kollaps, schwerste Nervenschädigungen, arhythmische Herztätigkeit, Tod



**Ansichten:**

**vorher**



**Nachher**



**Grundfläche  
Regenrückhaltebecken  
ca. 465 m<sup>2</sup>**



Regelbetrieb ohne Nutzung der vollen Fläche des Auffangbeckens mit den Vorteilen: geringere Reinigungskosten im Regelbetrieb und im Havariefall.

Neuer Zugang über Treppen und Wartungsstege die auch als Rettungswege genutzt werden können.

Die Betriebs- und Wartungsdienste sichern mit ihrer täglichen Arbeit die Verfügbarkeit der technischen Anlagen und Sicherheitseinrichtungen.

Wir sollten unser Augenmerk etwas mehr darauf ausrichten, dass dieses Personal im Bereich von Entwässerungsbauwerken besser geschützt und leichtere Arbeitsbedingungen zur Verfügung gestellt werden.

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*

*Ihr Achim Kelkel*