





ARGE Tunnel Feuerbach - Projektleitung Stresemannstrasse 76/1, 70191 Stuttgar

Regierungspräsidium Freiburg Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Albertstraße 5 79104 Freiburg im Breisgau

Zur Entscheidung vom

2 3. NOV. 2015 AZ:4724.6-04.51 Regierungspräsidium Freiburg Landesamt für Geologie Rohstoffe und Bergbau

Technische Geschäftsführung Baresel GmbH Geschäftsbereich Tunnelbau Ulmer Straße 2 70771 Leinfelden-Echterdingen Telefon: +49 (0)711 / 2584-399 Telefax: +49 (0)711 / 2584-402

Kaufmännische Geschäftsführung Alfred Kunz Untertagebau NL der A. Reiners Bauunternehmung GmbH Frankfurter Ring 213 80807 München Telefon:+49 (0)89 / 32 361-4 Telefax:+49 (0)89 / 32 361-510

Baustellenanschrift Stresemannstrasse 76/1 70191 Stuttgart Telefon: +49 (0)711 / 34 253-100 Email: info@s21-atf.de

Es schreibt Ihnen: J. Bachsleitner Datum: 29.07.2015

Bauvorhaben: Betreff:

10-0550-6-09; S 21, PFA 1.5, Los 2, Fernbahnzuführung Hbf-Feuerbach Antrag auf Errichtung und Betrieb eines Sprengmittellagers ge-

mäß §17 SprengG

Sehr geehrte Damen und Herren,

für die Aufbewahrung erforderlicher Sprengmittel beantragt die ARGE Tunnel Feuerbach, bestehend aus den Firmen Baresel GmbH, Alfred Kunz Untertagebau und Bertschinger Bau GmbH, die Genehmigung zur Errichtung und für den Betrieb eines Sprengmittellagers untertage gemäß §17 SprengG sowie eines Sprengmittellagers übertage zur Zünderlagerung.

Die ARGE Tunnel Feuerbach wurde von der DB Netz AG im Zuge des Bauvorhabens Projekt Stuttgart-Ulm mit der Herstellung der Fernbahnzuführung Hbf-Feuerbach beauftragt (siehe Anlage 1). Bestandteil dieser Baumaßnahme ist die Herstellung des Tunnel Feuerbach über den Zwischenangriffstollen ZA Prag, der Umbau des Bahnhofs Feuerbach und die Herstellung eines Verzweigungsbauwerks als Übergang vom Bahnhof zum Tunnel. Hierbei haben die zwei eingleisigen Hauptröhren des Tunnel Feuerbach eine Länge von 2.450m und eine Querschnittsfläche von ca. 78 m². Der Zwischenangriffstollen ZA Prag eine Länge von 312 m und eine Querschnittsfläche von ca. 72 m² und das Verzweigungsbauwerk eine Länge von 318 m und zunehmende Querschnittsfläche beim Übergang von einem zweigleisigen Querschnitt zu zwei eingleisigen Querschnitten. Beide Röhren des Tunnel Feuerbach und der Zwischenangriffstollen sollen in bergmännischer Bauweise (Spreng-/Baggervortrieb) hergestellt werden. Die Herstellung des Verzweigungsbauwerkes erfolgt gemäß geologischer Erkundung im Baggervortrieb.

Der Zugang zur Herstellung der Tunnelröhren erfolgt ausschließlich über den Zwischenangriffstollen Prag. Dessen Portal befindet sich direkt im Einschnitt des Südportals des bestehenden Pragtunnels (Eisenbahn) im Stadtteil Stuttgart-Nord (Anlage 2). Die naheliegende vielbefahrene Strecke wird durchgehend durch Fernbahn-, Güter- und Nahverkehr genutzt.

Aufgrund der zentralen innerstädtischen Lage der Baumaßnahme, grenzt an das Grundstück der Bauvorhabenträgerin die städtische Bebauung.

IBAN DE56290501010080830391

St-Nr. USt.IdNr.

460/178/06155 DE282209635







Mit der wechselhaften Geologie zwischen ausgelaugtem Gipskeuper (mürbe) und unausgelaugtem Gipskeuper (fest, zum Teil Anhydrit führend) stellt sich bei der Auffahrung der Röhren eine Mischung aus Spreng- und Baggervortrieb ein. Der Zugangsstollen ZA Prag verläuft ausschließlich im ausgelaugten Gipskeuper und wurde daher im reinen Baggervortrieb hergestellt.

Mit Ende der Vortriebsarbeiten zum Zugangsstollen ZA Prag folgt die Auffahrung der Hauptröhren in drei Vortrieben (zwei Richtung Hauptbahnhof, einer Richtung Feuerbach). Die Errichtung des untertägigen Sprengmittellagers ist nach der Auffahrung des ersten Verbindungsbauwerkes Richtung Hauptbahnhof vorgesehen und ist nach derzeitigem Bauablaufplan im März 2016 vorgesehen. Der Betrieb des Sprengmittellagers erstreckt sich auf ca. 2 Jahre.

Wie bereits innerhalb des Expertenkreises am 11.09.2013 (siehe Anlage 3) seitens der ATF aufgeführt, stellt sich die Umsetzung einer Sprengmittellagerung im Rahmen des Projektes Stuttgart-Ulm innerorts generell als problematisch dar. Zusätzlich zu politischen Konflikten und einer schwierigen Anwohnersituation wirken auch vertragliche Regelungen, wie Richtlinien zur Wasserübergabe an das Grundwassermanagement, Herstellung des Tunnels im Sprengvortrieb und kleine Flächen für Baustelleneinrichtungen, erschwerend.

Aus voranstehend genannten Gründen wurden seitens ATF alle an dem Genehmigungs- und Beurteilungsprozess Beteiligte (Regierungspräsidium Freiburg, Landeshauptstadt Stuttgart, SiGeKo Auftraggeber, Sprengsachverständiger) frühzeitig eingebunden, um gemeinsam einen praktikablen Lösungsweg zu finden.

Die Inhalte dieses Antrages basieren auf den Grundlagen der durch den Spreng- und Erschütterungssachverständigen Dipl.-Ing. Josef Hellmann erarbeiteten gutachterlichen Stellungnahme vom 01.12.2014 (Anlage 4). Dort findet sich eine Zusammenstellung der verwendeten Unterlagen, die gutachterliche Beurteilung eines geeigneten Standortes zur Spreng- und Zündmittellagerung unter Beachtung der gesetzlichen Vorgaben, die Umsetzung der untertägigen Sprengmittellagerung mit einfließender Betrachtung arbeitssicherheitstechnischer Belange (Belüftung, Schwadenabzug), die Umsetzung der übertägigen Zündmittellagerung mit einfließender Betrachtung arbeitssicherheitstechnischer Belange (Überwachung, Alarmierung, Brandschutz, Anfahrschutz) sowie die Beurteilung der verwendeten Spreng- und Zündmittel.

Das Vorgehen zur Errichtung und des Betriebs entspricht den bereits im Expertenkreis thematisierten Ergebnissen.

## Verwendung Spreng- und Zündmittel:

Aufgrund der zu erwartenden Vortriebsbedingungen ist die Verwendung folgender Spreng- und Zündmittel vorgesehen:

- Patronierter Emulsionssprengstoff der Lagergruppe 1.1 D
- Nichtelektrische Zünder der Lagergruppe 1.4 B oder 1.4 S
- Elektrische Zünder HU der Lagergruppe 1.1 D, 1.4 B oder 1.4 S

Die entsprechenden Datenblätter liegen als Anlage bei (siehe Anlage 5).

Um im Einzelfall die Sprengungen durch gezielt eingesetzte Zündverstärker zu optimieren, ist auch ein geringfügiger Einsatz an Sprengschnur und Boostern vorgesehen. Die entsprechenden Datenblätter liegen als Anlage bei (siehe Anlage 5).

St-Nr.

460/178/06155

USt.ldNr. DE282209635







#### **Vorgesehener Lagerstandort Sprengmittel:**

Unter Beachtung der in der gutachterlichen Stellungnahme aufgeführten Beschreibung und Beurteilung des Lagerstandortes für Sprengmittel wird die Umsetzung wie folgt konkretisiert:

- Röhre 258 Richtung Hauptbahnhof, Abstand zum Verbindungsbauwerk B / Anschluss ZA Prag ca. 100m (siehe Lageplan Anlagen 6.1 und 6.2)
- Lage unter städtischem Gelände (siehe Lageplan Anlage 6.1)
- 3 Sprengmittelschränke in Nischen (2,10m/1,60m x 1,80m x 3,05m/2,80m) im Abstand von 3,70m im gewachsenen Gebirge (siehe Entwurfsplan, Anlage 7)
- Überdeckung ca. 42m (siehe Höhenplan, Anlage 8)

### Bauart der vorgesehenen Sprengmittelschränke:

Unter Beachtung der in der gutachterlichen Stellungnahme aufgeführten Beschreibung und Beurteilung der Lagerbauart wird die Umsetzung wie folgt konkretisiert:

- Betonummantelte Sprengmittel-Stahlmagazine (siehe Anlage 9)
   System GUT Ri MAGN RWK 1000
   Bauartzulassung 01 SprengG G68
- Max. Lagerkapazität 1000kg Nettoexplosivstoffmasse
- Gewicht ca. 11to-12to
- Türbauart und Schloss gemäß Vorschriften SprengG

#### Vorgesehener Lagerstandort Zündmittel:

Unter Beachtung der in der gutachterlichen Stellungnahme aufgeführten Beschreibung und Beurteilung des Lagerstandortes für Zündmittel wird die Umsetzung wie folgt konkretisiert:

- BE Fläche Portalbereich ZA Prag (siehe Baustelleneinrichtungsplan, Anlage 10)
- Abstand zu nächstem bebauten Grundstück ca. 50m.
- Abstand zu nächstem in Betrieb stehendem Gleis ca. 50m
- Ausblasrichtung in Richtung Böschungssicherung angeordnet

Die geringe Anzahl an HU-Zündern wird in einem abgegrenzten Fach in einem der drei untertägigen Sprengmittelschränke gelagert.

#### Bauart des vorgesehenen Zündmittellagers:

Unter Beachtung der in der gutachterlichen Stellungnahme aufgeführten Beschreibung und Beurteilung der Lagerbauart wird die Umsetzung wie folgt konkretisiert:

- Seecontainer
- Max. Lagerkapazität 10.000 NME-Zünder

#### Sicherheitstechnische Vorgaben:

Die Sicherheitstechnischen Vorgaben werden gemäß der gutachterlichen Stellungnahme umgesetzt.







#### Betrieb der Lager:

Verantwortlicher Erlaubnisinhaber (siehe Anlage 11):

Baresel GmbH Geschäftsbereich Tunnelbau Ulmer Straße 2 70771 Leinfelden-Echterdingen

Erlaubnis - Nr. 6 / 2006

Verantwortliche Lagerverwalter (siehe Anlage 12):

Herr Augustin Rudolf – Befähigungsschein Nr. 35 / 018 / 83

Weitere Personen zum Umgang mit Sprengstoff werden 4 Wochen vor Arbeitsbeginn Sprengvortrieb durch die Arge Tunnel Feuerbach benannt. Voraussetzung zum Umgang ist der Besitz eines Befähigungsscheines nach §20 des Sprengstoffgesetzes.

Die Lagerschlüssel werden an einem diebstahlsicheren Platz aufbewahrt.

Wir bitten um Genehmigung des Lagerkonzeptes. Den Ausführungen unseres Sachverständigen im Lagergutachten schließen wir uns vollumfänglich an.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne mit folgendem Ansprechpartner zur Verfügung: Herr Niklas Hirche (Tel.: 0711/34253 – 134, Mobil: 0151/16 120 576).

Mit freundlichen Grüßen

ARGE Tunnel Feuerbach

Projektleitung

Johann Bachsleitner

Anlagen:

Siehe Anlagenverzeichnis

Verteiler: TGF, KGF, Co-GF

460/178/06155

USt.IdNr. DE282209635

St-Nr.







Zum Lagerantrag vom 29.07.2015

# <u>Anlagenverzeichnis</u>

Anlage 1	Gesamtübersicht PFA 1.5 Los 2	1 Seite
Anlage 2	Lageplan Portal ZA Prag	1 Seite
Anlage 3	Protokoll zur Besprechung des Expertenkreises Sprengstoff am 11.09.2013	5 Seiten
Anlage 4	Gutachterliche Stellungnahme von DiplIng. J. Hellmann	16 Seiten
Anlage 5	Produktblätter zu Spreng- und Zündmitteln	210 Seiten
Anlage 6.1	Lageplan	1 Seite
Anlage 6.2	Lageplan – Blockteilungsplan	1 Seite
Anlage 7	Entwurfsplan Sprengstofflager	1 Seite
Anlage 8	Höhenplan	1 Seite
Anlage 9	Zulassungsbescheid Lagerschränke	14 Seiten
Anlage 10	Baustelleneinrichtungsplan ZA Prag	1 Seite
Anlage 11	Sprengerlaubnis	2 Seiten
Anlage 12	Befähigungsschein Augustin Rudolf	2 Seiten

St-Nr.

460/178/06155

USt.ldNr. DE282209635

Zur Entscheidung vom

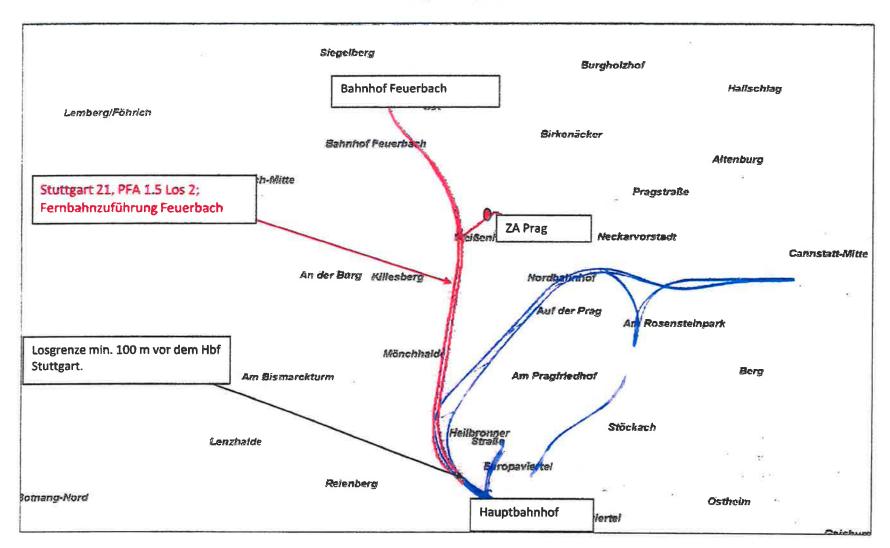
2 J. NOV. 2015 AZ: 4724.6-04.5/4/18

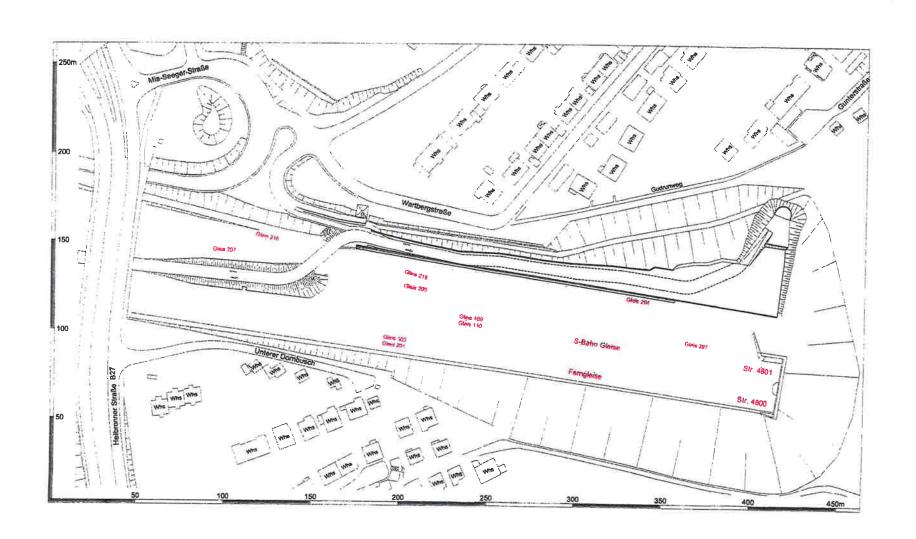
Regierungspräsidium Freiburg Landesamt für Geologie Rohstoffe und Bergbau



# Stuttgart 21, PFA 1.5 Los 2; Fernbahnzuführung Feuerbach

#### Gesamtübersicht





Dipl.-Ing. Josef Hellmann

Lagoran tray 29.07.15 - Anlaye4

# Spreng- und Erschütterungssachverständigenbüro

Vom Landesoberbergamt NRW öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für übertägige und untertägige Sprengtechnik und Erschütterungsbeurteilung

Dipl.-Ing. Josef Hellmann · Örlingweg 29 · D-44309 Dortmund

ARGE Tunnel Feuerbach Stresemannstraße 76/1 70191 Stuttgart 97 08

Örlingweg 29 D-44309 Dortmund Telefon: 0231/2008742

Handy: 0171/2281177
Telefax: 0231/2008743

Hellmann@Sprenggutachter.de www.Sprenggutachter.de

- Messung und Beurteilung von Schwingungen durch Baumaschinen und Sprengungen
- Schallpegelmessungen
- Gutachten und Beratung, Erschütterungsprognosen
- Sprengausbildung

Digitales Exemplar

Dortmund, 01.12.2014

# Unsere Projekt- Nr. 14 - S 01.12. ARGE Tunnel Feuerbach

#### **Gutachtliche Stellungnahme**

zu geplanten Standorten für Sprengmittellager bei der Auffahrung des Tunnels Feuerbach im Rahmen des Projektes Stuttgart 21, Neubaustrecke Wendlingen-Ulm.

<u>Auftraggeber</u>

ARGE Tunnel Feuerbach Stresemannstraße 76/1 70191 Stuttgart

#### Aufgabenstellung

97 09

Die ARGE Tunnel Feuerbach fährt im Rahmen des Projektes Stuttgart 21 NBS Wendlingen-Ulm den Tunnel Feuerbach als Anbindung der Fernbahnstrecke von Mannheim kommend an den neuen Durchgangsbahnhof auf. Aus einem in offener Bauweise erstellten 2gleisigen Querschnitt wird die Strecke im Tunnel Feuerbach über ein unterirdisch erstelltes Verzweigungsbauwerk in zwei 1-gleisigen Tunneln bis zur Losgrenze zum Los 3 am Verzweigungsbauwerk "Kriegsberg" geführt. Die Tunnelanlage besteht aus zwei Tunnelröhren, dem Zwischenangriff Prag und Verbindungsquerschlägen. Die Tunnelanlage hat eine Gesamtlänge von ca. 2.200 m und soll in Teilbereichen als Baggervortrieb und ansonsten mit Bohr- und Sprengarbeit aufgefahren werden.

Aufgrund der wechselhaften Geologie wird der Vortrieb über größere Bereiche als Baggervortrieb, teilweise unterstützt durch Lockerungssprengungen und teilweise als Sprengvortrieb erfolgen. Beim Sprengvortrieb sind vorwiegend kurze Abschlaglängen zu erwarten. Da diese Vortriebsbedingungen nicht gut zum Einsatz von gepumpten Emulsionssprengstoffen passen, ist vorgesehen, die Sprengarbeiten mit patronierten Emulsionssprengstoffen auszuführen. Hierzu sind die erforderlichen Lagerkapazitäten auf der Baustelle zu schaffen. Des Weiteren besteht Lagerbedarf für Sprengschnüre und Booster als Zündverstärker.

Zur Zündung der Sprengladungen sind nichtelektrische Zünder vorgesehen, die im Abschlag jeweils über Bündelzünder zusammengeführt und mit einem einzelnen elektrischen Zünder initiiert werden. Für die Aufbewahrung der Zündmittel ist ein gesondertes Lager vorgesehen.

Zur Versorgung der Vortriebe mit patronierten Sprengstoffen, Sprengschnur und Boostern ist die Errichtung von drei untertägigen Sprengmittellagern als Nischenlager vorgesehen. In die Nischen sollen bauartzugelassene Sprengstofflagerschränke mit einer Lagerkapazität von jeweils 1 t eingesetzt werden. Damit ist die erforderliche Einbruchsicherheit gewährleistet. Bei alleiniger Lagerung von Emulsions-Sprengstoffen soll die Lagerkapazität jeweils 1.000 kg NEM betragen. Bei der Lagerung von



sonstigen Sprengstoffen wie Sprengschnur, Boostern oder gelatinösem Sprengstoff ist eine Lagerkapazität von 500 kg für das entsprechende Nischenlager vorgesehen. Alle vorgesehenen Sprengstoffe fallen unter die Lagergruppe 1.1 D. In einem Nischenlager für die Lagerung der oben genannten sonstigen Sprengstoffe bis zu einer Lagermenge von 500 kg werden bei Bedarf auch bis zu 1000 Stück Zündmittel in einem dafür vorgesehenen besonderen Fach aufbewahrt. Die Zündmittel entsprechen den Lagergruppen 1.4 B oder 1.4 S. Des Weiteren wird ein übertägiges Zündmittellager im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche am Portal des Zwischenangriffs Prag benötigt.

In dieser Stellungnahme soll beurteilt werden, welche Voraussetzungen gegeben bzw. geschaffen werden müssen, um die oben genannten Lagermengen an Sprengmitteln unter Beachtung der gesetzlich vorgegebenen Schutz- und Sicherheitsabstände untertage bzw. übertage in Baustellennähe aufbewahren zu können.

## Verwendete Unterlagen

- Lagepläne der Baustelle
- Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (SprengG) vom 10.09.2002
- Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV) vom 10.09.2002
- Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 LGRB Referat 97 Landesbergdirektion; Richtlinien für die Errichtung und den Betrieb von untertägigen Sprengmittellagern des Nichtsteinkohlenbergbaus



97 11

Die ARGE Tunnel Feuerbach beabsichtigt, nach Bedarf und entsprechend dem Baufortschritt drei Sprengmittellager als Nischenlager gemäß Nr. 3.2 der Lagerichtlinien mit einer Lagerkapazität von jeweils bis zu 1.000 kg im Tunnel aufzustellen. Als Standorte sind drei Nischen an einem Stollenstumpf vorgesehen, der rechtwinklig von einer der Hauptröhren aufgefahren wird, so dass sich ein abgesonderter Lagerbereich ergibt. Der Abstand des vorgesehenen Lagerbereichs zum Zwischenbauwerk Prag beträgt 100 in Richtung Hauptbahnhof.

Zusätzlich ist zur Aufbewahrung von Sprengzündern vorgesehen, einen entsprechend ausgerüsteten Seecontainer als reines Zündmittellager im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche am Zwischenangriff Prag aufzustellen.

#### Rechtliche Grundlagen

## Sprengstofflagerung untertage

Nach Nr. 2.3 und Nr. 3.1.7 der Lagerichtlinien untertage des Regierungspräsidiums Freiburg, Abt. 9 – LGRB Referat 97 – Landesbergdirektion, müssen Sprengstofflager Schutzabstände zu Wohnbereichen und öffentlichen Verkehrswegen haben. Zu schutzbedürftigen Betriebsanlagen sind Sicherheitsabstände einzuhalten. Die erforderlichen Überdeckungen und Abstände in Bezug auf Tageöffnungen sind nach den Angaben der Anlage 1 der Lagerrichtlinie untertage zu ermitteln.

Verkehrswege und Wohnbereiche sind im Anhang zur 2. Verordnung zum Sprengstoffgesetz definiert:

#### 1.11 Verkehrswege

sind Straßen, Schienen und Schifffahrtswege, die uneingeschränkt dem öffentlichen Verkehr zugänglich sind, ausgenommen solche mit geringer Verkehrsdichte.



1.12 Wohnbereich

97

ist der nicht mit dem Betrieb in Zusammenhang stehende Bereich bewohnter Gebäude. Gebäude und Anlagen mit Räumen, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt und geeignet sind, stehen bewohnten Gebäuden gleich.

## Überdeckung

Die Überdeckung eines untertägigen Sprengmittellagers muss im Falle einer Lagerexplosion Schutz gegen einen Durchbruch die Tagesoberfläche bieten.

Die Mindestüberdeckung errechnet sich nach der Formel:

 $A = 2 \times L^{1/3}$ 

Dabei ist:

A = Überdeckung [m]

L = Lagermenge [kg]

#### **Erdstoßwelle**

Zum Schutz gegen die Erdstoßwelle im Falle einer untertägigen Lagerexplosion muss zu Gebäuden, in denen sich dauerhaft Menschen aufhalten, ein Mindestschutzabstand eingehalten werden, der vom Lagermittelpunkt durch das Gebirge zu messen ist.

Der Mindestabstand für Hartgestein, das ist die ungünstigste Annahme, errechnet sich nach der Formel:

 $R_E = 3.24 \times L^{4/9}$ 

Dabei ist: R<sub>E</sub> = Mindestabstand [m]

L = Lagermenge [kg]

# Schutz- und Sicherheitsabstände zu Tagesöffnungen

Für untertägige Sprengmittellager, die vom Lagerzugang durch die Strecken gemessen näher als 400 m an söhligen oder weniger als 60 gon geneigten Tagesöffnungen liegen, ergibt sich ein mindestens erforderlicher Schutz- und Sicherheitsabstand zu Wohn- und Betriebsgebäuden nach der Formel

 $R_L = 22 \times L^{1/3}$ 

Dabei ist:

R<sub>L</sub> = Mindestabstand [m]

L = Lagermenge [kg]



Der Schutzabstand zu öffentlichen Verkehrswegen beträgt zwei Drittel des für Wohngebäude berechneten Schutzabstandes.

97 13

## Sicherheitsabstände zwischen den Nischenlagern

Zur Ermittlung der zwischen Sprengstofflagern erforderlichen Bergefeste, bei der sichergestellt ist, dass keine Detonationsübertragung von einem auf das andere Lager stattfindet, wird hier die Vorgabe für Bergefesten zu befahrbaren Grubenbauen außerhalb eines Sprengmittellagers herangezogen. Die Bergefeste ist abhängig von der Lagerkapazität, der Belegungsdichte und dem Abstand des Sprengstoffs zum Lagerstoß. Sie berechnet sich nach der Formel

 $E = K \times L^{1/3}$ 

Dabei ist:

E = Stärke der Bergefeste [m]

K = Übertragungsfaktor

L = Lagermenge [kg]

Für Belegungsdichten von 185 kg/m³ ist ein K-Faktor von 0,37 anzusetzen. Bei einer Belegungsdichte von 100 kg/m³ beträgt der K-Faktor 0,30.

Da der Sprengstoff hier in Lagerschränken aufbewahrt werden soll, die in Nischen untergebracht sind, ist die Belegungsdichte im Lagerschrank sehr hoch und es gibt keinen Abstand des Sprengstoffs zur Schrankwand. Bei der Aufstellung der Lagerschränke in den Nischen verbleibt jedoch ein Luftspalt zwischen den Schrankwänden und den Nischenstößen. Unter der Voraussetzung, dass der Abstand der Schrankwände zu den Nischenstößen mindestens 0,30 m beträgt und die Nischen jeweils ein Volumen von mehr als 10 m³ haben, wird eine Belegungsdichte in der Nische von unter 100 kg je m³ erreicht.

Wegen der Besonderheit der hier geplanten Sprengmittellagerung wird vorgeschlagen, die Lagernischen mit einem Volumen von mehr als 10 m³ aufzufahren und trotzdem einen K-Faktor von 0,37 für die Dimensionierung der Bergefesten zu Grunde zu legen. Hierdurch wird die Gefahr der Detonationsübertragung von einem auf den anderen Lagerschrank weiter vermindert.

Im Weiteren wird in dieser Stellungnahme immer von einer maximal zur Detonation kommenden Sprengstoffmenge von 1.000 kg ausgegangen.



# Erforderliche Überdeckungen und Abstände

97 14

Für eine Lagermenge von 1.000 kg ergeben sich die folgenden Mindestüberdeckungen und -abstände:

Überdeckung Lagermenge 1.000 kg

 $A = 2 \times L^{1/3}$   $A = 2 \times 1.000^{1/3}$ 

A = 20.0 m

Erdstoßwelle: Lagermenge 1.000 kg

 $R_E = 3,24 \times L^{4/9}$   $R_E = 3,24 \times 1.000^{4/9}$ 

 $R_E = 69,80 \text{ m}$ 

Abstand zur Tagesöffnung: Lagermenge 1000 kg

 $R_E = 22 \times L^{1/3}$   $R_E = 22 \times 1.000^{1/3}$ 

 $R_E = 220,0 \text{ m}$ 

Abstand zwischen den Lagern: Lagermenge 1.000 kg

 $E = 0.37 \times L^{1/3}$   $E = 0.37 \times 1.000^{1/3}$ 

E = 3.70 m

Um im Falle einer Lagerexplosion einen möglichen Fluchtweg nicht zu gefährden, sollten die untertägigen Lagerstandorte so gewählt werden, dass ev. in der Nähe befindliche Verbindungsstecken zwischen den beiden Tunneln in ihrer Standfestigkeit nicht beeinträchtigt werden. Hierzu wird vorgeschlagen, einen Mindestabstand von 50 m zu den Verbindungsbauwerken einzuhalten. Aus dem gleichen Grund sollten der Lagerkomplex nicht in die Bergfeste zwischen den beiden Tunnelröhren, sondern stattdessen in einen der äußeren Tunnelstöße eingebaut werden.

# Abstände der Nischenlager zur Nachbarbebauung und zu Betriebseinrichtungen

Als Standorte sind drei Nischen an einem Stollenstumpf vorgesehen. Der Abstand des Lagerbereichs zum Zwischenbauwerk Prag beträgt 100 m in Richtung Hauptbahnhof.



Abb. 1 Geplanter Lagerstandort untertage (Eine Darstellung der exakten Stationierung befindet sich als Anlage beim Lagerantrag).

Die Überdeckung der geplanten Tunneltrasse beträgt im geplanten Lagerbereich etwa 40 m – 41 m. Nordöstlich befindet sich das Vereinsheim Egelsee, Wartbergstraße 40, mit einem horizontalen Abstand von ca. 80 m zum nächstgelegenen Lagerschrank. Aufgrund der nach Osten einfallenden Überdeckung beträgt der durch das Gebirge gemessene Abstand ebenfalls ca. 80 m.

Das nächstgelegene Wohngebäude in nordöstlicher Richtung ist das Haus Wartbergstraße 36/1 mit einem horizontalen Abstand von ca. 120 m zum nächstgelegenen Lagerschrank. In einem Abstand von ca. 130 m befindet sich das Gebäude Stresemannstraße 38 nordwestlich des geplanten Lagerbereichs. Nach Südosten befindet sich das nächstgelegene Wohngebäude an der Wilhelm-Blos-Straße mit einem horizontalen Abstand von ca. 125 m. Alle anderen Gebäude, die dem dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, liegen in größeren Entfernungen.



Die für den Explosionsfall erforderliche Überdeckung von 20 m gegen einen Durchbruch nach über Tage wird somit deutlich überschritten. Der durch das Gebirge zu messende Schutzabstand von 69,80 m zu Gebäuden, die dem dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, wird ebenfalls eingehalten und überschritten.

Schutz- und Sicherheitsabstände in Bezug auf Tagesöffnungen sind gemäß Pkt. 2.1 der Anlage 1 der Lagerrichtlinien bei Lagern zu berücksichtigen, die vom Lagerzugang durch die Strecke gemessen näher als 100 m an mit mindestens 60 gon geneigten oder näher als 400 m an söhligen oder weniger als 60 gon geneigten Tageöffnungen liegen. Der Abstand des nächstgelegenen Lagerschranks zur Tagesöffnung des Zwischenbauwerks Prag beträgt ca. 405 m. Zum geplanten Lagerbereich wird damit der für die hier gegebenen Streckenneigungen zu betrachtende Schutz- und Sicherheitsabstand von 400 m überschritten.

Weiterhin ist zu beachten, dass gemäß Pkt. 2.2 der Anlage 1 der Lagerrichtlinien Sprengmittellager nicht in unmittelbar geradlinig zu Tage führenden Strecken errichtet werden dürfen. Durch die geplante Anordnung der Nischenlager an einem Stollenstumpf, der von einer der Hauptröhren abzweigt, ist diese Voraussetzung erfüllt.

Falls in einem Nischenlager auch elektrische Zünder aufbewahrt werden sollen, muss Schutz vor Gefahr bringender elektrischer Energie gegeben sein. Stationäre elektrische Einrichtungen wie Trafos, frequenzgesteuerte Motoren oder elektrische Schaltanlagen müssen einen Mindestabstand von 10 m zu den Nischenlagern haben.

Elektrische Versorgungsleitungen wie Hochspannungskabel müssen mit elektrischen Schutzmaßnahmen wie Schutzleitersystem mit Isolationsüberwachung oder anderen Schutzmaßnahmen versehen und in einem Abstand von ≥ 5,0 m zu den Nischenlagern verlegt sein.

Gemäß Nr. 6.5.4 dürfen im Umkreis von 1,0 m um die Lagerung elektrischer Zünder keine elektrischen Geräte wie Funkgeräte, Computer oder mobile Telefone betrieben werden. Der Bereich ist zu kennzeichnen.



#### Errichtung der Sprengmittellager

Von der ARGE Tunnel Feuerbach ist vorgesehen, bis zu 3.000 kg Sprengstoff in 3 bauartzugelassenen Sprengstofflagerschränken in 3 Nischen mit dazwischen liegenden Bergefesten von mind. 3,70 m Stärke aufzubewahren. Diese maximale Lagermenge wird immer nur kurzzeitig unmittelbar nach der Anlieferung erreicht.

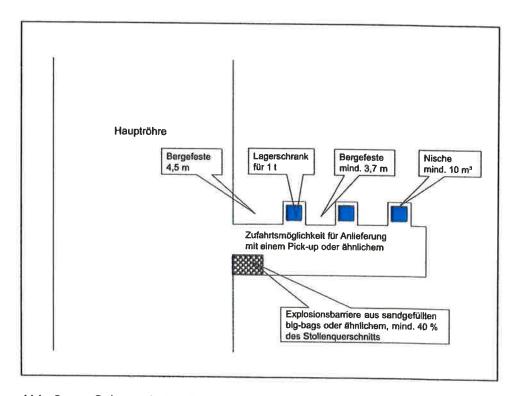


Abb. 2 Schematische Darstellung des Lagerbereichs

Die Lagerschränke sollten in ihren Nischen ca. 0,20 m oberhalb der Tunnelsohle eingebaut werden, so dass über die Sohle abfließende Tunnelwässer nicht in die Schränke dringen können. Der Zugang zum Lagerbereich sollte am Streckeneingang durch einen Stahlgittertor zusätzlich gesichert werden. Das Tor ist verschlossen zu halten, wenn sich kein Sprengberechtigter im Lagerbereich aufhält.

Im Falle einer Lagerexplosion wird ein starker Druckstoß von der Lagerkammer aus auf die Lagertür wirken. Teile der stählernen Lagertür können hierdurch mit sehr großer Energie fortgeschleudert werden. Daher muss sichergestellt werden, dass sie nicht einander gegenüber liegen. Bei der Einlagerung oder Entnahme von Sprengmitteln darf stets nur ein Lagerschrank geöffnet sein.



Der Bereich vor den Lagertüren ist zu beleuchten und frei zu halten. Im Bereich des Lagers dürfen nur die notwendigen Arbeiten zum Einlagern, Entnehmen und Verwalten der Sprengmittel durchgeführt werden. Im Umkreis von 50 m um die Lager, durch die Grubenbaue gemessen, darf nicht geraucht und kein offenes Licht oder offenes Feuer verwendet werden. Des Weiteren dürfen in diesem Bereich keine entzündlichen Stoffe gelagert und keine Arbeiten ausgeführt werden, die in gefährlicher Weise auf die Sprengstoffe einwirken können. Bei Betriebsruhe ist das Lager zu räumen. Die Bestimmungen des SprengG, der 2. SprengV und der einschlägigen Lagerrichtlinien sind zu beachten.

Bei einer Detonation des Sprengstoffs in einem Lagerschrank, im ungünstigsten Fall 1000 kg, wird es zu starken Zerstörungen im Lagerbereich kommen. Die für eine Sprengmittellagerung in Frage kommenden Tunnelbereiche befinden sich im ausgelaugten Gipskeuper. Eine grobe Abschätzung ergibt für dieses Gebirge bei einer Sprengstoffdetonation im Lager einen Auswurftrichter mit ca. 4,0 m Radius und ca. 1,6 m Tiefe. (nach Merz, CH, 19th explosives safety seminar, sept. 1980, LA USA) Somit ist nicht zu erwarten, dass auch die Tunnelstatik der nächstgelegenen Hauptröhre so stark betroffen sein wird, dass sie nach einer Explosion unter Umständen nicht mehr als Flucht- oder Rettungsweg zur Verfügung steht. Sicherheitshalber sollte jedoch gewährleistet sein, dass für Vortriebe, bei denen sich das Sprengmittellager zwischen dem Vortrieb und dem Zugangsstollen befindet, ein zweiter Fluchtweg vorhanden ist. Hierfür muss sich zwischen dem Lagerbereich und den dahinter gelegenen Vortrieben ein Verbindungsbauwerk zwischen den beiden Tunnelröhren befinden, das zur Sicherstellung der Standfestigkeit mindestens 50 m Abstand zum Lagerbereich hat.

Im Falle einer Lagerexplosion werden die Lutten der Bewetterungseinrichtungen im Lagerbereich zerstört. Des Weiteren ist damit zu rechnen, dass auch in der weiteren Umgebung des Sprengmittellagers die Lutten auseinandergerissen werden. Von einer planmäßigen Bewetterung des Tunnels kann dann nicht mehr ausgegangen werden.

Im Falle einer Sprengstoffexplosion im Lager ist der Unterschied zwischen dem Gasdruck der Explosion und dem umgebenden Atmosphärendruck so groß, dass die durch die Tunnelbewetterung gegebenen ursprünglichen



Druckverhältnisse zunächst keinen Einfluss mehr haben und die Explosionsschwaden rechts und links des Lagerbereichs in den Haupttunnel gedrückt werden. Dabei erfolgt das Vordringen der Gase außerordentlich schnell. Die Gasmasse stößt über ihr Volumen bei Normaldruck hinaus vor und schwingt anschließend durch die Abkühlung der Schwaden zurück.

Gesteinsprengstoffe wurden bis 1998 für den Untertage-Einsatz als unbedenklich eingestuft, wenn nach der im Zulassungsverfahren durchgeführten Schwadenprüfung die Messung "höchstens 40 I CO und höchstens 5,0 l nitrose Gase je kg Sprengstoff ergibt". Heutige Sprengstoffe müssen mindestens die damals festgelegten Werte sicherstellen, die jedoch aufgrund eines geänderten Prüfverfahrens auf anderen Zahlenwerten basieren. Erfahrungsgemäß liegen die bei Emulsionssprengstoffen gemessenen Werte deutlich niedriger. Schwadenuntersuchungen der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) ergaben für Emulsionssprengstoffe Werte für CO von 18 I und für  $NO_x$  von 3,0 I je kg Sprengstoff an. Im den folgenden Rechnungen wird von diesen Angaben ausgegangen. Der NO2-Anteil in den Stickoxiden liegt erfahrungsgemäß direkt nach der Detonation bei ca. 10 %, er kann im weiteren Verlauf durch Aufoxidation von NO zu NO2 jedoch weiter ansteigen.

Bei Umgebungstemperatur ist näherungsweise davon auszugehen, dass 1 kg Emulsionssprengstoff etwa 1 m³ Schwaden bei einem Luftdruck von 1 bar mit einer CO-Konzentration von ca. 18.000 ppm sowie einer NO<sub>x</sub>-Konzentration von ca. 3000 ppm liefert. Bei Detonationstemperatur vergrößert sich diese Wolke aufgrund des Ausdehnungsbestrebens von Gasen bei Temperaturerhöhung etwa auf das 10fache Volumen. Hiernach ergibt sich bei der Umsetzung von 1.000 kg Sprengstoff eine theoretische Schwadenwolke von ca. 1.000 m³, die jedoch kurzzeitig durch die hohe Schwadentemperatur ein Volumen von ca. 10.000 m³ einnehmen wird.

Durch die Expansion der Schwaden und die dabei auftretende Vermischung mit den Wettern im Tunnel tritt eine sehr schnelle Abkühlung der Schwadenwolke ein, was wiederum zu einer entsprechenden Volumenverringerung auf etwa ein Zehntel führt. Durch die Vermischungsvorgänge der vor- und zurückschnellenden Schwaden mit den Wettern im Tunnel ist



wenige Sekunden nach der Explosion mit einem von Schwaden durchsetzten Wettervolumen von etwa 10.000 m³ zu rechnen. Bei einem Tunnelquerschnitt von 70 m² entspricht das einer Erstreckung der Schwadenwolke im Tunnel über ca. 140 m, die sich jeweils etwa 70 m rechts und links des Explosionsherdes befinden wird.

Bei der oben getroffenen Annahme einer schnellen zwangsweisen Vermischung der Schwadenwolke mit den Tunnelwettern im Verhältnis 1:10 ergibt sich anschließend eine Schwadenwolke vom etwa 10.000 m³, die sich über etwa 70 m rechts und links des Lagerstandortes erstrecken wird, mit Schadstoffkonzentrationen von etwa 1.800 ppm CO und etwa 300 ppm NO<sub>x</sub>, in denen wiederum ca. 30 ppm NO<sub>2</sub> zu erwarten sind.

Da davon auszugehen ist, dass die planmäßige Bewetterung des Tunnels in der Umgebung der Lagerexplosion gestört sein wird, ist nicht vorhersehbar, ob und wie sich eine Wetterbewegung in der Umgebung des Lagers einstellen wird. Unabhängig davon wird es jedoch zu einer Ausbreitung der Schwadenwolke aufgrund des natürlichen Dispersionsverhaltens von Gasen kommen.

Bereits eine Ausbreitung der Wolke in beide Richtungen um weitere 70 m führt zu einer Halbierung der Schadstoffkonzentration aufgrund der damit einhergehenden Vermischung mit den Tunnelwettern. Falls zusätzlich noch Wetterbewegung im Tunnel vorhanden ist, wird die Vermischung der Schwadenwolke mit den Tunnelwettern noch verstärkt, was mit einer entsprechenden Minderung der Konzentration der Schadgase in der Wolke einhergeht.

Im Falle einer Lagerexplosion mit 1000 kg Sprengstoff untertage ist über einige hundert Meter mit Verletzten durch die Druckstoßwelle zu rechnen. Eine 50 %-ige Wahrscheinlichkeit von tödlichen Verletzungen wird nach TM5-1300 bei einer Druckwirkung von 245 kPa bei Innen-Detonationen angegeben. (US Army, TM 5-1300 - Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions - USA – 1990) Das entspricht bei einer Energie von 3 GJ (Detonation von 1.000 kg Emulsionssprengstoff) einem Volumen von ca. 5.000 m³ bei einem Polytropenexponent von 1,4. Somit ist etwa auf 50 m in beide Richtungen vom Lagerstandort aus mit Toten durch die Druckstoßwelle zu rechnen. Dieser Bereich entspricht auch etwa der



Erstreckung der tödlich giftigen Schwadenwolke. Die mittlere letale Dosis (LD 50) für CO wird bei einer Einwirkzeit von 30 min mit 3.000 ppm angegeben. Bei NO<sub>x</sub>, beträgt sie etwa 170 ppm.

Unabhängig von der mit Ausbreitung der Schwadenwolke einhergehenden Verminderung der Schadstoffkonzentration sollten die Vortriebe, bei denen sich das Sprengmittellager zwischen dem Vortrieb und dem Zugangsstollen befindet, mit Fluchtkammern ausgestattet werden, in denen sich die Belegschaften der betroffenen Vortriebe aufhalten können, bis geklärt ist, welcher Fluchtweg gefahrlos - gegebenenfalls unter Verwendung des Sauerstoffselbstretters - genutzt werden kann. Des Weiteren sollte in einer Unterweisung aller im Tunnel tätigen Mitarbeiter noch einmal gezielt auf den vorschriftsmäßigen Umgang mit dem Sauerstoffselbstretter hingewiesen werden.

#### Lagerung von Sprengzündern

Die üblichen bauartzugelassenen Lagerschränke verfügen über ein Zünderfach für 1.000 elektrische Zünder. Bei der Verwendung von nichtelektrischen Zündern ist aufgrund der Schläuche und der Verpackung erheblich mehr Lagervolumen als bei elektrischen Zündern erforderlich, so dass die üblichen Zünderfächer nicht ausreichen. Es ist daher vorgesehen, zumindest die nichtelektrischen Zünder in einem gesonderten Lager aufzubewahren.

Die üblichen Sprengkapseln - egal ob von elektrischen, elektronischen oder nichtelektrischen Sprengzündern - sind heute herstellerseitig i.A. so gebaut und verpackt, dass keine Massenexplosionsgefahr besteht. (NME-Zünder). Im Falle einer Zünderdetonation werden nur wenige Zünder mitgezündet, eine Massenexplosion findet nicht statt.

Sprengzünder enthalten unter 1,0 g Explosivstoff. Üblicherweise wird bei der Aufbewahrung von Sprengzündern mit 1,0 g Netto-Explosivstoffmasse je Zünder gerechnet. Bei einer Zünderdetonation im Zünderlager kommen bei NME-Zündern also nur wenige Gramm Explosivstoff zur Umsetzung. Somit besteht bei ausschließlicher Lagerung von NME-Sprengzündern in



einem gesonderten Lager keine Notwendigkeit, die Schutz- und Sicherheitsabstände der Sprengstofflagerung zu Grunde zu legen, da die Auswirkungen der Detonation einzelner Zünder auf das Innere des Zünderlagers beschränkt bleiben. Aus dem gleichen Grund ist auch kein Sicherheitsabstand zwischen einem Sprengstoffschrank und einem Zünderlager erforderlich, da durch unzeitig im Zünderlager ausgelöste Zünder keine Detonationsübertragung auf ein benachbartes Sprengstofflager erfolgt.

Um dem großen Zünderbedarf und dem Platzbedarf bei der Lagerung von nichtelektrischen Zündern Rechnung zu tragen, werden Sprengzünder an Tunnelbaustellen heute vielfach in gesicherten Seecontainern im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche aufbewahrt. Gegen eine derartige Aufbewahrung von bis zu 10.000 NME-Zündern der Lagergruppen 1.4 B und 1.4 S mit einer Nettoexplosivstoffmasse von 10 kg in einem Seecontainer bestehen aus gutachtlicher Sicht keine Bedenken, wenn die folgenden Voraussetzungen geschaffen werden:

 Der Container wird mit einer Alarmanlage ausgerüstet. Der Alarm muss an eine ständig besetzte Stelle - hier: Zugangskontrollstation - gehen.
 Die Anlage muss aus einen Bewegungsmelder im Inneren des Containers und aus einem Türkontakt bestehen.

An die optisch-akustische Alamierung stellt die Landesbergdirektion in Abstimmung mit dem Landeskriminalamt BW i.d.R. folgende Anforderungen:

Neben einer optisch-akustischen Gefahrenmeldeanlage am Zündmittelcontainer sind Bewegungsmelder zu installieren, welche eine Beleuchtung der Lagerfläche sowie eine Rundumleuchte im Lagerbereich aktiviert, die vom Portalbereich (hier auch von der Zugangskontrollstation)
der Baustelleneinrichtungsfläche aus sichtbar ist. Hinsichtlich der Funktionsfähigkeit des Bewegungsmelders einschl. Beleuchtung und Rundumleuchte sind die Anforderungen nach Nr. 2.4 Abs. 3 Buchstaben
a,b,c sowie Absätze 4 und 5 der SprengLR 230 einzuhalten.

Der Zündmittelcontainer ist mindestens mit einem Schloss auszustatten, welches den Anforderungen der Nr. 2.1.3 der SprengLR 230 entspricht. Die Einhaltung des Widerstandsgrads III nach DIN 1143-Teil 1 ist hier ebenfalls als zulässig anzusehen.

Der Container muss geerdet sein.



- Es muss sichergestellt werden, dass der Container nicht als Ganzes auf ein Fahrzeug geladen und auf diese Weise entwendet werden kann.
   Hierzu kann der Container z.B. von innen auf eine Bodenplatte verschraubt werden oder mit Erde angeschüttet werden.
- Der Container ist einzuzäunen und bei Dunkelheit zu beleuchten. Da die Baustelleneinrichtungsfläche in diesem Fall sehr klein ist, genügt auch eine Einzäunung des Baustellengeländes.
- Bei der Aufbewahrung von Zündern der Klassen 1.4 S oder 1.4 B muss der Schutzabstand des Containers zu Wohngebäuden mindestens 25 m und der Sicherheitsabstand zu ständig belegten betrieblichen Gebäuden mindestens 10 m betragen.
- Der Container ist vor Beschädigungen durch rangierende Fahrzeuge durch massive Barrieren, z. B. durch eine Betonschutzwand aus New Jersey Profilen, zu schützen.
- Im Abstand von 25 m dürfen leicht entzündliche und brennbare Materialien nicht gelagert werden. Abweichungen hiervon sind mit der Branddirektion der Stadt Stuttgart einvernehmlich abzustimmen. In diesem Bereich darf nicht geraucht und kein offenes Licht oder offenes Feuer verwendet werden.

Bei Beachtung der oben genannten Voraussetzungen bestehen aus gutachtlicher Sicht gegen eine Aufbewahrung von NME-Zündern der Klassen 1.4 S oder 1.4 B im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche keine Bedenken.



Dortmund, den 01.12.2014

Josef Hellmann

