

Machbarkeitsstudie Zulässigkeit Gefahrguttransporte Tunnel Leverkusen

Revision 00

Stand: 21.01.2016

*in Anlehnung an die Struktur einer Sicherheitsdokumentation
von Straßentunneln beim Landesbetrieb Straßenbau NRW*

aufgestellt:

Dipl.-Ing. Thomas Gerlach, AIXtraffic
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kratz, GBI GmbH
Dipl.-Ing. Univ. Simon Schneider, HBI Haerter GmbH

Tunnelmanager

.....
.....
.....

Auftraggeber

Landesbetrieb Straßenbau NRW

Projektname

Ausbau der A 1 zwischen dem AK Leverkusen – West
(A 1 / A 59) und dem AK Leverkusen (A 1 / A 3), Vorunter-
suchung zur Zulässigkeit von Gefahrguttransporten für die
Variante Tunnel

Berichtstitel

Machbarkeitsstudie Zulässigkeit Gefahrguttransporte Tunnel Leverkusen

Verfasser

Dipl.-Ing. Thomas Gerlach, AIXtraffic
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kratz, GBI GmbH
Dipl.-Ing. Univ. Simon Schneider, HBI Haerter GmbH

Datum / Version

21.01.2016 / Ver. 1.4

AIXtraffic-Auftragsnummer

StrNRW_2014-009

AIX traffic
makes Your traffic flow

AIXtraffic
Volker Hülsmeyer – Thomas Gerlach GbR, Beratende Ingenieure für das Verkehrswesen
www.aixtraffic.de • info@aixtraffic.de
Vaalser Str. 84
D-52074 Aachen
+49/241/53808590

HBI Haerter GmbH, Beratende Ingenieure, Sitz: Heidenheim an der Brenz, Amtsgericht Ulm, HRB 720638, Geschäftsführer: Dr. Matthias Wehner, Dr. Rune Brandt,
Friedrich-Ebert-Straße 25, 89518 Heidenheim, Tel.: +49 (0)7321 96 23 10, Fax: +49 (0)7321 96 23 29, E-Mail: info.hbi@hbi.eu, www.hbi.eu

AIXtraffic Volker Hülsmeyer – Thomas Gerlach GbR, Beratende Ingenieure für das Verkehrswesen,
Vaalser Str. 84, 52074 Aachen, Tel.: +49 (0)241 53808590, Fax: +49 (0)241 53808599, E-Mail: info@aixtraffic.de, www.aixtraffic.de

GBI Gackstatter Beratende Ingenieure GmbH, Hauptsitz: Stuttgart, HRB 13723, Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Rainer Trimbom, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kratz, Dipl.-
Ing. Holger Funke, Schwieberdinger Straße 56, 70435 Stuttgart, Tel.: +49 (0)711 13 67 07 0, Fax: +49 (0)711 13 67 07 10, E-Mail: info@gbi.eu, www.gackstatter.eu

Inhaltsverzeichnis

1	Grundsätzliches	7
2	Beschreibung des Projektes.....	8
2.1	Bedeutung des Projekts	8
2.2	Lage des Tunnels im Straßennetz	8
2.3	Beschreibung des Tunnels	8
3	Bauliche Ausstattung.....	10
3.1	Tunnelquerschnitt.....	10
3.2	Seitenstreifen, Nothalte- und Pannenbuchten.....	10
3.3	Notausgänge, Flucht- und Rettungswege.....	11
3.4	Notgehwege	11
3.5	Ausbildung der Wände	11
3.6	Höhenkontrolle	11
3.7	Betriebsweg.....	12
3.8	Leiteinrichtung Markierung	12
3.9	Tunnelentwässerung	12
3.10	Berücksichtigung von Personen mit eing. Mobilität und beh. Personen	13
4	Betriebstechnische/Sicherheitstechnische Ausstattung	14
4.1	Beleuchtung	14
4.2	Belüftung	14
4.3	Verkehrstechnische Ausstattung	15
4.4	Kommunikationseinrichtungen.....	15
4.4.1	Notrufstationen, Notrufeinrichtungen	15
4.4.2	Videoüberwachung und Lautsprecheranlage.....	15
4.4.3	Tunnelfunk, Verkehrsfunk.....	15
4.5	Brandmeldeanlagen (manuell/automatisch).....	16
4.6	Löscheinrichtungen (Handfeuerlöscher, Löschwasserversorgung)	16
4.7	Orientierungsbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung.....	16
4.8	Leiteinrichtung selbstleuchtende Markierungselemente.....	16
4.9	Zusammenwirken der Sicherheitsanlagen	17
4.10	Stromversorgung.....	17
4.11	Steuerung der Ausstattung (Anlagenleitebene)	17
5	Gesamtsicherheitskonzept.....	18
5.1	Verkehr und Betriebsform.....	18
5.2	Spezifische Gefahrenanalyse	19
5.2.1	Parameter / besondere Charakteristik	19
5.2.2	Typische Schadensszenarien und Häufigkeit von Schadensereignissen	21
5.3	Schadensverhütung.....	21
5.3.1	Allgemeines.....	21
5.3.2	Schadensverhütende Einrichtungen	22
5.3.3	Schadensverhütende betriebliche Abläufe.....	22
5.4	Ereignisbewältigung	24
5.4.1	Allgemeines.....	24
5.4.2	Ereignismeldung.....	24

5.4.3 Selbstrettung	25
5.4.4 Fremdrettung	26
5.4.5 Hilfeleistung	28
5.4.6 Brandbekämpfung	28
6 Untersuchungen	29
6.1 Verkehrstechnisches Gutachten (Anlage T 10)	29
6.2 Gefahrgutrisikoanalyse	29
6.2.1 Gefahrgutrisikoanalyse – ADR Stufe 1b (Anlage T 13.1)	29
6.2.2 Gefahrgutrisikoanalyse – ADR Stufe 2a (Anlage T 13.2)	30
6.2.3 Gefahrgutrisikoanalyse – ADR Stufe 2a Tag/Nacht (Anlage T 13.3)	31
6.3 Besonderheiten für die Bauphase	31
6.4 Qualitative Betrachtung Variante Tunnel „lang“	32
6.5 Qualitative Betrachtung Variante „Rasterdecke“	32
7 Zusammenfassung zur Zulässigkeit Gefahrguttransporte	33

Tabelle 5.1 - Prüfung besondere Charakteristik	19
---	-----------

Tabelle 5.2 - Übersicht Alarmierung (aus Muster-AGAP Straßen.NRW)	24
--	-----------

Anlagenverzeichnis

Textdokumente:

T 10 Verkehrstechnisches Gutachten

- T10_VU_Fortschreibung_2030_Bericht 17112014.pdf

T 13.1 Gefahrgutrisikoanalysen – Stufe 1b

- T13.1_15-201-001_Leverkusen-A1_ADR-1b_V1.1_2015-10-06.pdf

T 13.2 Gefahrgutrisikoanalysen – Stufe 2a

- T13.2_15-201-002_Leverkusen-A1_ADR-2a_V1.2_2015-10-06.pdf

T 13.3 Gefahrgutrisikoanalysen – Stufe 2a - Tag/Nacht

- T13.3_15-201-003_Leverkusen-A1_ADR-2a-Tag-Nacht_V1.1_2015-10-06.pdf

Karten und Pläne:**K 2 Lageplan**

- K2_1042-201_LP_45735_a_AIXtraffic.pdf

K 3 Höhenpläne

- K3.1_1042-211_HP_45735_a_AIXtraffic.pdf
- K3.2_1042-212_HP_45735_a_AIXtraffic.pdf

K 4 Querschnitte

- K4.1_2014-12-17_Tunnel-RQ_6-Fs_45735.pdf
- K4.2_2014-12-17_Tunnel-RQ_4-2Fs-mT_45735.pdf

K 5 Lageplan Verkehrstechnische Einrichtungen

- K5_2015-02-22_TuLev-Entw-VT-RABT-2015.pdf

K 6 Schema zum Bauablauf

- K6_Bauphasen_TeilabbruchSQ_45735_a.pdf

K 7 Variante Tunnel „lang“

- K7_Variante_Tunnel-lang_Tieflage-A1_Lageplan mit Höhenplan.pdf

K 8 Variante „Rasterdecke“

- K8_Variante-Rasterdecke_1043-301_LP_45735_c.pdf

Sonstige Unterlagen:**S 1 Kostenschätzungen Technische Ausrüstung – Investition und Betrieb**

- S1_2015-08-25_Tunnel-Leverkusen_Kostenübersicht_final.pdf

Abkürzungen:

ADR	Europäisches Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR: Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par Route)
AGAP	Alarm- und Gefahrenabwehrplan
AK	Autobahnkreuz
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
FR	Fahrtrichtung
FS	Fahrstreifen
GRT	Großflächen-Ruftaster
RABT	Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln
TLZ	Tunnelleitzentrale

1 Grundsätzliches

Das vorliegende Dokument ist der Ergebnisbericht zur Machbarkeitsstudie Zulässigkeit Gefahrguttransporte Tunnel Leverkusen.

Im Bereich zwischen dem AK Leverkusen-West und dem AK Leverkusen wird im Zusammenhang mit dem Ausbau der A 1 z.Zt. die Machbarkeit eines Tunnels als eine mögliche Variante des Streckenbaus geprüft.

Ergänzend wurde eine mehrstufige Voruntersuchung im Kontext der Machbarkeitsstudie durchgeführt und im vorliegenden Bericht dokumentiert, ob bzw. unter welchen Bedingungen der technischen Ausrüstung, der baulichen Gestaltung (z.B. Lage und Abstand von Notausgängen) und des Betriebs Gefahrguttransporte ohne oder ggfs. mit Einschränkungen zugelassen werden können. Dies ist für den Chemiestandort Leverkusen von übergeordneter Bedeutung und wurde als Abwägungskriterium im Rahmen der Machbarkeitsstudie untersucht und dokumentiert.

Wesentlich ist bei der Betrachtung, dass neben dem Hauptpfad der Untersuchung für den Endausbau in einem Nebenpfad auch die Bauphasen zu untersuchen sind. Gemäß der örtlichen Zwänge wird längere Zeit ein Gegenverkehrsbetrieb in der ersten fertiggestellten Röhre notwendig sein, was ergänzend in Bezug auf die Zulässigkeit von Gefahrguttransporten bzw. deren notwendige Voraussetzungen qualitativ bewertet wurde.

Die wesentliche Grundlage der Ausarbeitung sind die Richtlinien zur Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln (RABT) in der Fassung 2006. Soweit relevant wurden absehbare Änderungen der RABT 2015 (Entwurf Stand 29.05.2015) ergänzend berücksichtigt.

In den **Kapiteln 2 bis 4** sind eine allgemeine Beschreibung des Objekts, sowie alle baulichen und ausrüstungstechnischen Sicherheitsmaßnahmen mit Relevanz für die vorliegende Machbarkeitsstudie dargestellt.

Im **Kapitel 5** werden die im Rahmen der Planung des Tunnels bisher erstellten Gutachten aufgelistet und die Kernaussagen zusammenfassend dargestellt. Nach Bedarf bzw. im Rahmen der weiteren Planungsphasen können weitere Gutachten ergänzt werden.

Durch die Übernahme der Kapitelstruktur gemäß dem Muster der Sicherheitsdokumentation für Straßentunneln im Zuständigkeitsbereich des Landesbetriebs Straßenbau NRW kann im Bedarfsfall eine einfache Fortschreibung in etwaigen späteren Planungsstufen erfolgen.

2 Beschreibung des Projektes

2.1 Bedeutung des Projekts

Im Zuge des Ausbaus der A 1 im gemäß **Kap. 1** bezeichneten Planungsbereich ist zu beachten, dass dieser den Lückenschluss zwischen dem Neubau der Leverkusener Rheinbrücke sowie dem bedarfsgerechten Ausbau des AK Leverkusen einschließlich der angrenzenden Bereiche der A 1 Richtung Dortmund sowie der A 3 nördlich und südlich dieses Autobahnkreuzes darstellt.

2.2 Lage des Tunnels im Straßennetz

Der als Variante des Ausbaus im Planungsbereich zu betrachtende Tunnel mit den angrenzenden Einflussstrecken ist zwischen dem AK Leverkusen-West und dem AK Leverkusen im Zuge der A 1 vorgesehen.

Ergänzend werden die Untervarianten Tunnel „lang“ sowie „Rasterdecke“ qualitativ in Bezug auf den Einfluss der Charakteristika dieser Varianten auf die Bewertung der Zulässigkeit von Gefahrguttransporten bewertet.

Aufgrund des Zusammenflusses und der Verzweigung der verschiedenen Quell-/ Zielbeziehungen ist von einem überdurchschnittlich hohen Verflechtungsverkehr auszugehen. Dazu wurde vom Auftraggeber eine Untersuchung auf Grundlage des HBS veranlasst.

2.3 Beschreibung des Tunnels

Wie aus den beigelegten Planunterlagen ersichtlich, handelt es sich um einen Sonderquerschnitt mit 6 Fahrstreifen der teilweise durch eine Trennwand in Fahrbahnen mit 2 bzw. 4 Fahrstreifen untergliedert wird.

Die Einflüsse der resultierenden – nicht von der RABT abgedeckten - Sonderquerschnitte von bis zu 6 Fahrstreifen sind in Verbindung mit der Verfügbarkeit von Seitenstreifen in Bezug auf die Sicherheit des Verkehrsablaufs im Tunnel vertiefend zu betrachten und zu bewerten.

Die Tunnellänge wurde für beide Röhren mit einheitlich 970 m Röhrenlänge gemäß dem baulichen Entwurf angesetzt.

Abgeleitet aus dem baulichen Entwurf wurden folgende mittlere Längsneigungen den Betrachtungen zur Zulässigkeit von Gefahrguttransporten zugrunde gelegt (**Bild 2.1**):

Station [Betr.-km]	Länge [m]	Höhe [m, Bezugssystem unbekannt]	Gradienten mittlere Längsneigung (in Fahrtrichtung: Gefälle < 0, Steigung > 0)	Bemerkung
FR KO-DO				
404,530000		36,778		Einfahrtportal
	146,174		-0,94%	
404,383826		35,407		Ende Wannenausrundung
	279,826		0,35%	
404,104000		36,388		Beginn Trennwand
	422,122		0,35%	
403,681878		37,865		Beginn Wannenausrundung
	121,878		1,42%	
403,560000		39,594		Ausfahrtportal
Röhrenlänge: 970,000				
FR DO-KO				
403,560000		39,251		Einfahrtportal
	112,531		-1,34%	
403,672531		37,746		Ende Wannenausrundung
	167,209		-0,35%	
403,839740		37,160		Ende Trennwand
	518,456		-0,35%	
404,358196		35,346		Beginn Wannenausrundung
	171,804		1,16%	
404,530000		37,342		Ausfahrtportal
Röhrenlänge: 970,000				

Bild 2.1: mittlere Längsneigungen

3 Bauliche Ausstattung

3.1 Tunnelquerschnitt

Der Tunnelsonderquerschnitt mit bis zu 6 Fahrstreifen (nach RABT 2015 max. 3 FSI!) wurde ausgehend vom baulichen Entwurf im Rahmen der Machbarkeitsstudie wie folgt der vorliegenden Untersuchung zugrunde gelegt:

lichte Höhe		lichte Höhe	Kommentar
5,50	lichte Weite 26 m - 6 Fahrstreifen zzgl. Seitenstreifen < Querneigung 2,5%	4,85	Unterkante Decke (RABT 2015)
5,15		4,50	Unterkante Wegweiser

Bild 3.1: Querschnitt 6-streifige Röhrenabschnitte

lichte Höhe		lichte Höhe	Kommentar
5,33	lichte Weite 19 m - 4 Fahrstreifen zzgl. Seitenstreifen < Querneigung 2,5%	4,85	Unterkante Decke (RABT 2015)
4,98		4,50	Unterkante Wegweiser

Bild 3.2: Querschnitt 4-streifige Röhrenabschnitte

lichte Höhe		lichte Höhe	Kommentar
5,15	lichte Weite 12 m 2 Fahrstr. zzgl. Seitenstreifen < Querneigung 2,5%	4,85	Unterkante Decke (RABT 2015)
4,80		4,50	Unterkante Wegweiser

Bild 3.3: Querschnitt 2-streifige Röhrenabschnitte

Bei der Festlegung der Querschnitte wurden die Mindestmaße angesetzt, welche nach RABT 2015 erforderlich sind. Dies berücksichtigt einen bautechnischen Nutzraum von 35 cm sowie eine Unterkante von 4,50 m lichte Mindesthöhe für die horizontal angeordnete Unterkante der Wegweiser.

3.2 Seitenstreifen, Nothalte- und Pannenbuchten

In allen Röhren ist gemäß dem baulichen Entwurf die Anordnung von Seitenstreifen am rechten Fahrbahnrand vorgesehen mit einer Breite von 2,00 m sowie einem Randstreifen beidseits, rechts zusätzlich zum Seitenstreifen von 0,50 m, d.h. gemäß RABT 2015. Dabei ist anzumerken, dass nach RABT 2015 i.d.R. kein Seitenstreifen anzuordnen ist, aufgrund des Sonderquerschnitts von bis zu 6 Fahrstreifen ist dies hier jedoch zwingend erforderlich.

3.3 Notausgänge, Flucht- und Rettungswege

Bei den Notausgängen wurde ein mittlerer Abstand von max. 150 m angenommen. Aufgrund der enormen Breite des Tunnels und der Anordnung dicht unter der Erdoberfläche wurden an 6 Stationen Notausgänge beidseits der jeweiligen Röhre am rechten und linken Fahrbahnrand angeordnet. Dies ergibt einen mittleren Abstand von 138,50 m unter Einbeziehung der Ein- und Ausfahrtportale als Notausgänge. Zur Einhaltung der gegenüber der RABT verkürzten Fluchtwege wurden in den mittels Trennwand untergliederten Abschnitten zusätzlich im o.g. Raster Notausgänge als Übertritte zwischen diesen beiden Bereichen einer Richtungsfahrbahn berücksichtigt.

Der verkürzte Abstand der Notausgänge wird mit dem Sonderquerschnitt begründet. Aufgrund der enormen Breite von bis zu 26 m und bis zu 6 Fahrstreifen die je nach Ereignisse auch zeitweise noch unter Verkehr sein können in der Selbstrettungsphase muss eine Entfluchtung an beiden Fahrbahnänder möglich sein.

Insbesondere die an der Außenseite gelegenen Notausgänge, die auch bei der Fremdrettung in das Einsatzkonzept einbezogen werden können, wirken sich positiv auf die Zugriffsmöglichkeiten von Einsatzkräften aus. Die Anordnung der Ausstattung für die Fremdrettung ist bei späteren Planungsstufen darauf abzustimmen.

Es ist zu beachten, dass bei einer Fortführung der Planung die Fluchtwegaustritte beider Außenwände als Treppenhäuser mit Stellfläche für mobilitätseingeschränkte Personen auf Tunnelniveau zur Oberfläche geführt werden müssen.

3.4 Notgehwege

In allen Röhren sind beidseits der Richtungsfahrbahn 1,00 m breite Notgehwege vorgesehen. Gemäß dem Bauwerksentwurf sind keine Querneigungen > 2,5% vorgesehen, damit sind keine aus der Querneigung begründete Verbreiterungen der Notgehwege erforderlich.

Der Schrammbord ist gemäß RABT 2015 mit 3 cm vorzusehen.

3.5 Ausbildung der Wände

Die Wände sind gemäß RABT auszugestalten, d.h. ohne Rücksprünge die bei Anprall eines Fahrzeugs zu unzulässig erhöhten Belastungen der Fahrzeuginsassen führen würden.

In der Röhre in Fahrtrichtung Dortmund ist vor Kopf an der Trennwand bei der Aufteilung in die beiden Teilröhren ein Anpralldämpfer der höchsten verfügbaren Schutzstufe vorzusehen und konstruktiv zu berücksichtigen.

3.6 Höhenkontrolle

Aufgrund der Annahme der Anordnung von Ausrüstungsgegenständen mit einer lichten Mindesthöhe von 4,50 m ist in allen Zufahrten eine Höhenkontrolle bestehend aus einer doppelten Lichtschranke und einer Überwachungskamera mit Auslösung bei Sperrung der betreffenden Zufahrt vorzusehen.

3.7 Betriebsweg

Es sind Betriebswege zur Erschließung aller Austritte der Notausgänge in Form von Treppenhäusern und damit neben der Nutzung als Flucht- und Rettungswege auch in gegensätzlicher Richtung als Zutrittsmöglichkeiten der Einsatzdienste oder auch von Wartungspersonal von außen vorzusehen.

Die Betriebswege und die Austritte der Notausgänge sind durch eine Zaunanlage so einzufrieden, dass eine gezielte Führung flüchtender Personen zu einem Sammelpunkt (z.B. dem Betriebsgebäude) gewährleistet wird.

Es ist ein Konzept zur Leitung und Sammlung flüchtender Personen bei Selbstrettung zu berücksichtigen. Der unberechtigte Zutritt von außen in den Tunnelraum sowie die nicht bestimmungsgemäße Nutzung von Notrufeinrichtungen sowie Druckknopfmeldern nach Anordnung gemäß RABT 2015 sind sicher zu verhindern.

3.8 Leiteinrichtung Markierung

Es werden dauerhafte Markierungen gemäß StVO und VwV-StVO im Fahrraum angeordnet.

3.9 Tunnelentwässerung

Es ist eine Tunnelentwässerung nach ZTV-ING vorzusehen, welche die Tunnelstrecke von der Rampe trennt und die Rückhaltekapazitäten nach RABT 2015 aufweist.

Insofern keine Entwässerung im freien Gefälle zu einem Löschwasserrückhaltebecken möglich ist, muss eine Abwasserpumpstation mit vorgeschaltetem Absetzbecken und redundant ausgelegten Pumpen mit Ex-Schutz vorgesehen werden.

Aufgrund des gemäß Höhenplan des Entwurfs zum Bauwerk unvermeidbaren Tiefpunkts im Tunnelbauwerk sind diese auf Überflutung zu überwachen (z.B. durch Niveaumessung in der Abwasserpumpstation).

3.10 Berücksichtigung von Personen mit eing. Mobilität und beh. Personen

Zur Berücksichtigung der Belange von Personen mit eingeschränkter Mobilität und behinderter Personen werden folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Anordnung eines Schrammbords in einer Höhe von 3 cm
- Anordnung von taktilen Aufmerksamkeitsfeldern vor den Fluchtausgängen
- Anordnung von Großflächen-Ruftastern (GRT) gemäß der ARV Nr. 72 von Straßen.NRW
- Barrierefreie Nutzbarkeit der Fluchtausgänge und -wege, mindestens mit hinreichender Aufstellfläche in Treppenhäusern incl. Sicherheitsüberdruck-Lüftungsanlage und Notrufeinrichtungen gemäß RABT 2015.

4 Betriebstechnische/Sicherheitstechnische Ausstattung

Die gesamte nachstehende Ausstattung wird mit Referenz auf die noch gültige **RABT 2006** beschrieben, die Auslegung in späteren Planungsphasen muss dann nach der dann gültigen Fassung der RABT im Detail erfolgen. Auf wesentliche Änderungen gemäß **RABT 2015** wird gesondert hingewiesen.

In **Anlage S 1** wurden die Kosten für Investition und Betrieb der technischen Ausrüstung für die Basisvariante des Tunnels mit 970 m Länge sowie für die Variante Tunnel „lang“ ausgewiesen.

4.1 Beleuchtung

Es sind in der Hauptfahrtrichtung jeder Röhre des im Endausbau im Richtungsverkehr betriebenen Tunnels eine Adaptationsbeleuchtung sowie eine Durchfahrtsbeleuchtung gemäß **RABT 2006 Kap. 3.2** vorzusehen. Dabei ist bei der Durchfahrtsbeleuchtung für den gesamten Tunnelinnenraum das im Bereich von Ein- und Ausfahrten vorzusehende erhöhte Beleuchtungsniveau tags und nachts aufgrund der überdurchschnittlichen Verflechtungsvorgänge zu realisieren.

Aufgrund des Verlaufs des Tunnels in Ost-/West-Richtung ist bei der Gestaltung der Portale auf eine nachhaltige Minimierung der Himmelsanteils durch bauliche Maßnahmen zu achten, damit Blendungen bei tiefstehender Morgen- bzw. Abendsonne bzw. mangelhafte Sichtverhältnisse sicher vermieden werden.

4.2 Belüftung

In Tunneln mit Richtungsverkehr mit einer Länge von 600 m bis 3000 m und mit ausnahmsweise stockendem Verkehr ist gemäß **RABT 2006 Kap. 4.3** für den Brandfall eine mechanische Längslüftung mit Strahlventilatoren vorzusehen.

In einem Richtungsverkehrstunnel mit mechanischer Längslüftung sollen die Rauchgase einseitig vom Brandort mit einer Mindestgeschwindigkeit der Längsströmung abgetrieben werden. Diese kritische Geschwindigkeit ergibt sich aus der Bedingung, dass eine Rauchausbreitung entgegen der Abströmrichtung (Backlayering) vermieden werden muss.

Die kritische Geschwindigkeit wird maßgeblich von der zugrunde zu legenden Bemessungsbrandleistung bestimmt. In der **RABT 2006 Kap. 4.3** wird die Lkw-Fahrleistung in einer Röhre (Anzahl Lkw je Tag x Länge km / Tag und Röhre) für die Festlegung der Bemessungsbrandleistung verwendet. Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung des Tunnels ist die mechanische Längslüftung auf eine Bemessungsbrandleistung von 100 MW und eine Rauchmenge von 200 m³/s auszulegen.

Unter Berücksichtigung der geometrischen Verhältnisse im Tunnel und dieser Bemessungsbrandleistung wurde die kritische Geschwindigkeit bestimmt. Die Strahlventilatoren müssen eine Strömungsgeschwindigkeit gegen alle maßgeblichen Widerstände erzeugen, die mindestens der kritischen Geschwindigkeit entspricht.

4.3 Verkehrstechnische Ausstattung

Es wird nach **RABT 2006 Kap. 5.2** eine Erweiterte Ausstattung vorgesehen. Diese umfasst in allen Zufahrten Sperranlagen mit vorgelagerten Anzeigequerschnitten für eine Verziehung von Fahrstreifen, Sperrschranken (2 Halbschranken bei 4 und 6 Fahrstreifen), Lichtzeichenanlagen vor allen Portalen sowie überkopf in der Tunnelstrecke angeordnete Anzeigequerschnitte mit einer Bauhöhe von ca. 70 cm.

Im Abstand von ca. 300 m sind Einrichtungen zur fahrstreifenscharfen lokalen Verkehrsdatenerfassung innerhalb des Tunnels sowie im Nachlauf gemäß **RABT 2006 Kap. 5.3** vorzusehen.

Ergänzend zur lokalen Erfassung von Verkehrsdaten ist entsprechend der Option nach **RABT 2015** mittels der von der Anordnung darauf abzustimmenden Videokameras der gesamte Innenraum des Tunnels sowie die Tunnelvorfelder durch automatischer Bildauswertung auf Liegenbleiber und Falschfahrer zu überwachen. Die mittlere Zeit bis zur Erkennung von Liegenbleibern und zur Einleitung von Maßnahmen nach Alarm- und Gefahrenabwehrplan (AGAP) kann so signifikant reduziert werden.

4.4 Kommunikationseinrichtungen

4.4.1 Notrufstationen, Notrufeinrichtungen

Es sind an jedem Notausgang inkl. der Portale Notrufstationen gemäß **RABT 2006 Kapitel 6.2.1** vorzusehen.

4.4.2 Videoüberwachung und Lautsprechanlage

Aufgrund der Länge von mehr als 400 m ist eine Videoanlage nach **RABT 2006 Kap. 6.2.2** vorzusehen. In Verbindung mit der Videoüberwachung ist ergänzend eine Lautsprechanlage nach **RABT 2006 Kap. 6.2.5** unter Berücksichtigung des aktuellen Stands der Technik (Tunnel- oder Grenzflächenhörner mit SLASS-Ansteuerung) vorzusehen.

Bei der Anordnung der Kameras sind neben deren Ausrichtung auf die Zwecke der lückenlosen visuellen Überwachung incl. der Fluchtwege zusätzlich auch die Randbedingungen für die Nutzung zur automatischen Videobildauswertung im Fahrraum und in den Tunnelvorfeldern zu berücksichtigen.

4.4.3 Tunnelfunk, Verkehrsfunk

Zur Gewährleistung des zuverlässigen Funkbetriebs der Einsatzdienste ist nach **RABT 2006 Kap. 6.2.3** eine Tunnelfunkanlage vorzusehen. Zwecks Informationsübermittlung an die Nutzer des Tunnels ist nach **RABT 2006 Kap. 6.2.4** der Empfang von Verkehrsfunk zu gewährleisten.

4.5 Brandmeldeanlagen (manuell/automatisch)

Es sind gemäß **RABT 2006 Kap. 6.3.1** manuelle Brandmeldeeinrichtungen an jeder Notrufstation anzuordnen.

Neben der manuellen Erfassung von Brand nach Betätigung durch Tunnelnutzer werden zwingend automatisch funktionsfähige Erfassungseinrichtungen für von Brand bzw. den maßgeblichen Risikofaktor für die Tunnelnutzer, den beim Brand entstehenden toxischen Rauch benötigt.

Zur Erfassung von Brandereignissen mit automatischer Alarmierung der Feuerwehr ist ein Linienbrandmelder als VdS-zugelassenes System vorzusehen, dessen Gestaltung auf die besondere Deckenkonstruktion im Rahmen der weiteren Planungsschritte abzustimmen ist.

Zur Steuerung der Lüftung und zur Kaltbranddetektion sind je Röhre 9 Sichttrübesensoren als ansaugende Systeme anzuordnen, um im Ereignisfall eine Meldung zu Rauch bzw. Kaltbrand (gesonderte Messwertaufbereitung notwendig!) zu erzeugen. Nach Meldung und ereignisorientierter Videoaufschaltung besteht die Möglichkeit der unverzüglichen Einleitung von Folgemaßnahmen wie insbesondere einer Sperrung des Tunnels an den Einfahrtportalen entsprechend den Regelungen im gesondert aufzustellenden Alarm- und Gefahrenabwehrplan (AGAP).

Ergänzend werden für die Lüftersteuerung je Röhre 9 Messeinrichtungen zur Strömungsgeschwindigkeit benötigt.

Je Röhre sind 3 CO-Sensoren vorzusehen.

4.6 Löscheinrichtungen (Handfeuerlöscher, Löschwasserversorgung)

Es sind nach **RABT 2006 Kap. 6.4.1** Handfeuerlöscher vom Tunnelraum aus zugänglich neben jeder Notrufstation anzuordnen.

Gemäß **RABT 2006 Kap. 6.4.2** ist eine Löschwasserversorgung mit Anordnung der Hydrantennischen unmittelbar neben allen Feuerlöschernischen sicher zu stellen.

4.7 Orientierungsbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung

Nach **RABT 2006 Kap. 6.5** sind eine Orientierungsbeleuchtung und Fluchtwegkennzeichnung am jeweils rechten Fahrbahnrand aller Röhren im Abstand von 25 m untereinander anzuordnen.

Alle Fluchttüren der Notausgänge an beiden Fahrbahnrändern aller Röhren sind in Fluchtrichtung als solche zu kennzeichnen.

4.8 Leiteinrichtung selbstleuchtende Markierungselemente

Auf allen Schrammborden sind nach **RABT 2006 Kap. 6.1.8** selbstleuchtende Markierungselemente im Abstand von 25 m mittig zwischen den kombinierten Fluchtweg- und Orientierungsleuchten anzuordnen.

4.9 Zusammenwirken der Sicherheitsanlagen

Das einwandfreie Zusammenwirken der Sicherheitsanlagen ist über die Stufen Lastenheft, Pflichtenheft und qualitätsgesicherte Inbetriebnahme der Leittechnik zu gewährleisten.

4.10 Stromversorgung

Die Stromversorgung ist nach **RABT 2006 Kap. 7.3** zu gewährleisten.

Auf Grundlage der RABT ist die Mittelspannungseinspeisung als Ring- oder Doppelsticheinspeisung vorgesehen (die Tunnelanlage wird in beiden Fällen durch zwei unabhängig voneinander schaltbare Zuleitungen gespeist). Diese Anforderung ist losgelöst von der Anzahl der Einspeisepunkte zu sehen, da auch bei Versorgung der Anlage über einen Einspeisepunkt eine Ring- oder Doppelsticheinspeisung umgesetzt werden kann. Dieser Aspekt ist jedoch Gegenstand einer Ausführungsplanung und für die risikoorientierte Sicherheitsbetrachtung mit Wahl der technischen Ausrüstung irrelevant, da über die zwingend vorzusehende USV die Forderungen der **RABT 2006** nach Unterstützung der Selbstrettung und Betrieb von sicherheitsrelevanten Einrichtungen systematisch abgedeckt wird. Sollte die Netzversorgung länger wie 5 min ausfallen, ist der Tunnel zu sperren (Regelung gemäß **RABT 2015**).

4.11 Steuerung der Ausstattung (Anlagenleitebene)

Es ist lokal beim Tunnel im Betriebsgebäude eine Anlagenleitebene zur automatischen Steuerung und Regelung aller erforderlichen Funktionen nach **RABT 2006 Kap. 8** zu realisieren.

Die Anlagenleitebene ist mittels OPC-Kopplung gemäß der zum Zeitpunkt der Anbindung gültigen Fassung der Schnittstellenspezifikation an die Tunnelleitzentrale (TLZ) NRW anzukoppeln.

5 Gesamtsicherheitskonzept

5.1 Verkehr und Betriebsform

Es ist für den Tunnel Leverkusen ausschließlich ein Betrieb im Richtungsverkehr vorgesehen. Die künftig innerhalb des Tunnels zulässige Höchstgeschwindigkeit soll 80 km/h gemäß der Regellösung nach RABT 2006 betragen.

Aufgrund der zu erwartenden erheblichen Verflechtungsverkehre ist eine Erhöhung der Geschwindigkeit nicht zulässig. Es ist verkehrsabhängig eine Harmonisierung des Verkehrsablaufs insbesondere unter Beachtung der Absolutwerte der einzelnen Teilströme sowie auch deren Verhältnis zueinander vorzusehen.

Für alle Ergebnisse ist zu beachten, dass diese einschließlich der qualitativen Bewertung von Bauphasen von einem vollständig bedarfsgerechten Ausbau der angrenzenden Netzelemente vor Bau und Betrieb des Tunnels Leverkusen ausgehen. Nur so ist der Stauzeitenanteil von 50 Std je Jahr (mit Auftreten der Qualitätsstufen E/F nach dem Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen) eine plausible Größe. Dies bedeutet, dass sowohl die neue Rheinbrücke Leverkusen mit dem westlich des Tunnels liegenden AK Leverkusen-West, als auch das östlich an den Tunnel angrenzende AK Leverkusen mit dem Übergang zur A 3 vor Beginn der Arbeiten für den Tunnel Leverkusen fertiggestellt sein müssten. Eine Änderung der Stausituation (-häufigkeit) hätte massiven Einfluss auf die Ergebnisse aller Betrachtungen in Bezug auf die Tunnelsicherheit.

Wegen der Lage des Tunnels Leverkusen im Netz in Bezug auf den Chemiestandort Leverkusen wird für alle Betrachtungen ein Aufschlag von 20% auf den Anteil von Gefahrguttransporten am Schwerverkehr berücksichtigt. Dieser ergibt sich so zu $6\% \times 1,2 = 7,2\%$ bezogen auf den Schwerverkehr. Dieser Aufschlag stellt einen konservativen Ansatz dar. Aufgrund der dauerhaften Sperrung der Rheinbrücke Leverkusen für Fahrzeuge über 3,5 t zul. GG. ist eine Erhebung vorort unmöglich.

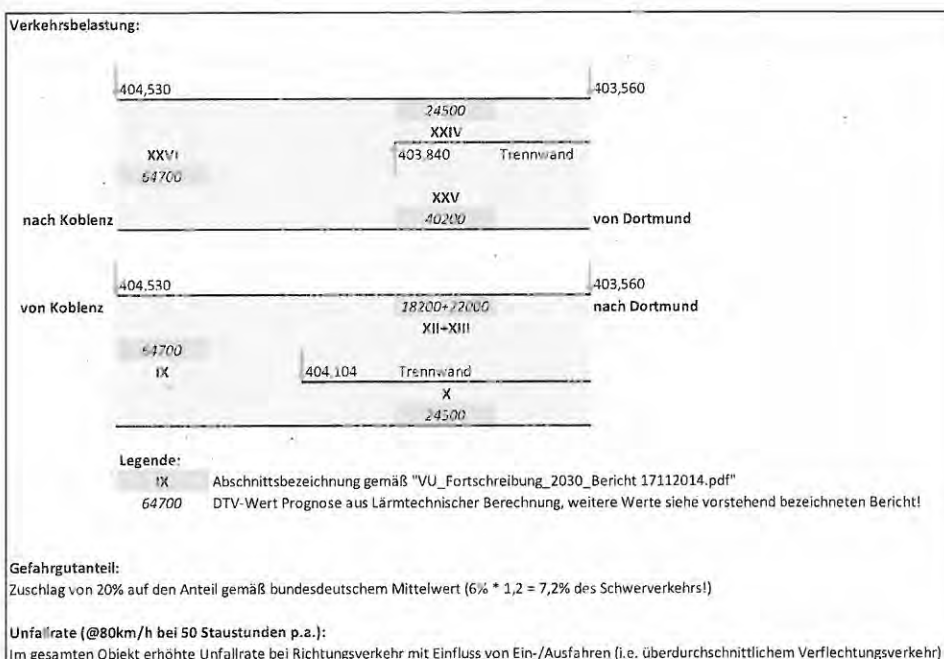


Bild 5.1: Verkehrsbelastung und -zusammensetzung, Unfallrate

5.2 Spezifische Gefahrenanalyse

5.2.1 Parameter / besondere Charakteristik

Die im Folgenden aufgeführten Parameter beeinflussen gemäß Kapitel 0.4 der RABT 2006 die Sicherheit.

Zunächst erfolgt anhand dieser Parameter eine Überprüfung, ob eine besondere Charakteristik des Tunnels vorliegt.

Tabelle 5.1 - Prüfung besondere Charakteristik

Parameter	Wert	Überprüfung
Tunnellänge	970 m	=> keine besondere Charakteristik
Anzahl Tunnelröhren	2 Hauptröhren: FR Dortmund mit Verzweigung in eine Haupt- und eine Nebenröhre FR Koblenz mit Zusammenführung einer Haupt- und einer Nebenröhre	=> besondere Charakteristik
Anzahl der Fahrstreifen	6 Fahrstreifen im Abschnitt der Hauptröhre mit Aufteilung bzw. Zusammenführung von Hauptröhre mit 4 Fahrstreifen und Nebenröhre mit 2 Fahrstreifen.	=> besondere Charakteristik
Fahrstreifenbreite	3,50 m je Fahrstreifen	=> keine besondere Charakteristik
Querschnittsgeometrie	Sonderfall mit bis zu 6 Fahrstreifen d.h. bis zu 26 m lichte Weite	=> besondere Charakteristik
Zu- und Abfahrten	Ja, in FR Dortmund Ausfahrt in Nebenröhre, in FR Koblenz Zufahrt aus Nebenröhre, zudem erhöhtes Aufkommen von Verflechtungsverkehrs wegen der Lage zwischen zwei BAB-Knotenpunkten	=> besondere Charakteristik
Trassierung	keine auffälligen Radien	=> keine besondere Charakteristik

Bauart	Trennwand zwischen Haupt und Nebenröhre	=> besondere Charakteristik
Richtungsverkehr / Gegenverkehr	Richtungsverkehrstunnel	=> keine besondere Charakteristik
Verkehrsaufteilung je Tunnelröhre (inkl. zeitliche Verteilung)	DTV = 64.700 Kfz/d je Fahrtrichtung in der Hauptröhre (6 FS) mit bedarfsgerechtem Ausbau (Prognosehorizont 2030)	=> keine besondere Charakteristik
Gefahr täglicher oder saisonaler Staubildung	Keine Besonderheiten bekannt, Annahme 50 Std Stau je Jahr gemäß Bemessungsziel HBS Fortschreibung, setzt bedarfsgerechten Ausbau aller westlich und östlich angrenzenden Netzelemente zwingend voraus!	=> keine besondere Charakteristik
Zugriffszeiten der Einsatzdienste	Zu klären in einer späteren Planungsphase, hier Annahme durchschnittlicher Verhältnisse	=> keine besondere Charakteristik
Anteil des LKW-Verkehrs (Schwerverkehr)	gemäß Prognose 2030 für die Hauptröhre (6 FS) 13,4%	=> keine besondere Charakteristik
Vorkommen, Anteil und Art des Gefahrgutverkehrs	Aufgrund des überdurchschnittlichen Aufkommens von Gefahrguttransporten am Chemiestandort Leverkusen Annahme von 7,2% Gefahrguttransporten am Schwerverkehr (20% Aufschlag auf den Bundesmittelwert von 6%)	=> besondere Charakteristik
Merkmale der Zufahrtsstraßen	Kein Einfluss auf den Tunnelbetrieb	=> keine besondere Charakteristik
geschwindigkeits-bezogene Aspekte	zulässige Höchstgeschwindigkeit im Tunnel: 80 km/h	=> keine besondere Charakteristik
geografische und metrologische Verhältnisse	keine außergewöhnlichen geografischen und meteorologischen Verhältnisse	=> keine besondere Charakteristik

Notgehwege, Seitenstreifen, Pannenhöfen	beiderseits 1,0 m breite Notgehwege vorgesehen, in allen Röhren (auch Nebenröhren!) am rechten Fahr- bahnrand Seitenstreifen von 2,0 m Breite (neben 50 cm breitem Randstreifen) <i>Hinweis: Nach RABT kein Seiten- streifen zwingend vorgesehen.</i>	=> keine besondere Charakteristik
Abstand Notausgänge, Fluchtweglänge	Abstand Notausgänge im Mittel max. 150 m Fluchttüren in die Nachbar- röhre zzgl. der Portale <i>Hinweis: Nach RABT 300 m Regelabstand zwischen den Notausgängen.</i>	=> keine besondere Charakteristik

Bild 5.2: Übersichtstabelle der besonderen Charakteristika

Bei der Überprüfung der einzelnen Parameter wurde eine Vielzahl besonderer Charakteristika festgestellt. Hier wurden diese wie beschrieben zunächst bei der Machbarkeitsuntersuchung zur Zulässigkeit von Gefahrguttransporten nach ADR zugrunde gelegt.

Eine risikoorientierte Sicherheitsbetrachtung für andere Aspekte bleibt im Falle der weiteren Verfolgung der Variante Tunnel weiteren Planungsschritten vorbehalten.

5.2.2 Typische Schadensszenarien und Häufigkeit von Schadensereignissen

In Tunneln, wie auch auf der freien Strecke, sind Pannen, Unfälle sowie Brandereignisse nicht auszuschließen. Daraus können sich eine Gefährdung der Tunnelnutzer, eine Beschädigung des Bauwerks sowie eine Beeinträchtigung der Umwelt ergeben.

5.3 Schadensverhütung

5.3.1 Allgemeines

Maßnahmen zur Schadensverhütung zielen auf die Verringerung der Häufigkeit (Ereignisse/Jahr) von Schadensereignissen.

Die Schadensverhütung setzt sich aus Maßnahmen des Baus, der Tunnelausstattung (schadensverhütenden Einrichtungen) und der Betriebsführung (schadensverhütenden betrieblichen Abläufen) zusammen. Die Standardmaßnahmen sind in der RABT 2006 enthalten.

Nachstehend ist vorab zu späteren Planungsphasen beschrieben, welche Annahmen der Machbarkeitsstudie zur Zulässigkeit von Gefahrguttransporten zugrunde liegen.

5.3.2 Schadensverhütende Einrichtungen

Die nach Experteneinschätzung festgelegten, schadensverhütenden Einrichtungen für den Tunnel Leverkusen sind im Einzelnen in den **Kapiteln 3 und 4** beschrieben.

5.3.3 Schadensverhütende betriebliche Abläufe

Die betrieblichen Abläufe im Tunnel sind von grundlegender Bedeutung für die Sicherheit. In Bezug auf Störungen bzw. Unfälle sind die betrieblichen Abläufe in einem Alarm- und Gefahrenabwehrplan (AGAP) zu regeln und die Zusammenarbeit mit externen Einsatzdiensten zu koordinieren. Der AGAP wird frühzeitig vor Inbetriebnahme Tunnels in Zusammenarbeit mit allen beteiligten Organisationen gemeinsam entwickelt, damit evtl. Maßnahmen, die im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens von Bedeutung sind, frühzeitig berücksichtigt werden.

Bei temporären Phasen, die hier auch über längere Zeiträume Gegenverkehr in der ersten hergestellten Röhre aufweisen, sind geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zur Gewährleistung eines ausreichenden Schutzniveaus der Tunnelnutzer und insbesondere eine Selbstrettung im Schadensfall zu gewährleisten.

Zu den schadensverhütenden betrieblichen Abläufen gehören:

1. Ständige Überwachung des Tunnels durch die Tunnelleitzentrale

Der Tunnel Leverkusen wird von der Tunnelleitzentrale überwacht. Diese ist rund um die Uhr besetzt und stellt so eine permanente Überwachung des Tunnels sicher. Im AGAP sind eindeutige Handlungsanweisungen für den Umgang mit Ereignissen wie Unfälle, Brände, Pannen aufzunehmen.

2. Überprüfung, Inspektion und Wartung technischer Anlagen und Systeme

Der Tunnel wird regelmäßig im Rahmen der Streckenkontrolle visuell überprüft.

Die regelmäßige Überprüfung, Inspektion und Wartung sämtlicher technischer Anlagen und Systeme wird über entsprechende Wartungsverträge sichergestellt. Die Wartungsverträge werden durch die Tunnelleitzentrale begleitet. Im Rahmen von Tunnelinspektionen werden die technischen Anlagen und Systeme des Tunnels von der Untersuchungsstelle stichprobenartig geprüft.

3. Betriebliche Maßnahmen für einen ungestörten und sicheren Verkehrsablauf

Das Verkehrsmanagement zur Sicherstellung eines ungestörten und sicheren Verkehrsablaufs im Tunnel Leverkusen beinhaltet im Ereignisfall die Verkehrsüberwachung in der Tunnelleitzentrale, die Steuerung aller verkehrslenkenden Anlagen und Signale und ggf. den Einsatz von Personal vor Ort.

4. Betriebliche Maßnahmen bei Arbeiten im Tunnel

Ist für Arbeiten im Tunnel die Sperre von Fahrstreifen erforderlich, so sind die betroffenen Fahrstreifen in der gesamten Tunnelstrecke zu sperren. Im Tunnel beginnende und endende Fahrstreifensperren sind zu vermeiden.

Es ist eine ausreichende Verkehrsfläche zu sperren, um ein sicheres Arbeiten und eine sichere Aufstellung von Arbeitsgeräten zu gewährleisten. Ist die Sperre einer gesamten Richtungsfahrbahn erforderlich, so wird der Verkehr in dieser Fahrtrichtung in der Regel über eine Ersatzstrecke umgeleitet.

Den Operatoren in der Tunnelleitzentrale (an den Standorten Hamm und Duisburg) liegen Handlungsanweisungen vor, wie bei Fahrstreifensperrungen zu verfahren ist. Da solche Ereignisse häufiger vorkommen, ist das Know-How bei den Operatoren groß, so dass Standardabläufe abgearbeitet werden.

5. Betriebliche Maßnahmen bei einem Schadensereignis

Bei einem Schadensereignis ist der Tunnel umgehend für den gesamten Verkehr zu sperren. Die Sperre erfolgt so,

- dass keine Fahrzeuge mehr in den Tunnel einfahren dürfen,
- dass die stromab dem Ereignisort befindlichen Fahrzeuge den Tunnel möglichst ungehindert verlassen können
- für die Richtungsfahrbahn der Gegenrichtung im Bedarfsfall ergänzende Maßnahmen ergriffen werden, die im AGAP in Abhängigkeit vom Ereignis zu definieren sind.

Die Handlungsanweisungen für verschiedene Ereignisse sind den Operatoren in der Tunnelleitzentrale (an den Standorten Hamm und Duisburg) bekannt. Sie sind später im AGAP zu beschreiben. Details dazu sind in den Displays der Touchscreens am Arbeitsplatz der Operatoren zu hinterlegen.

6. Aufzeichnung und Auswertung von Schadensereignissen

Im AGAP ist die Aufzeichnung und Auswertung von aufgetretenen Schadensereignissen zu regeln. Die daraus gewonnenen Erfahrungen werden nachfolgend in geeignete Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit umgesetzt.

5.4 Ereignisbewältigung

5.4.1 Allgemeines

Die beiden Ereignisfälle "Unfall" und „Brand“ stellen die typischen Schadensszenarien bei einem Tunnel dar. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass in diesen Fällen die Weiterfahrt im Tunnel behindert oder sogar verhindert wird. Dies macht die Evakuierung der Personen aus dem Tunnel notwendig. Die betroffenen Personen sollen den Gefahrenbereich schnellst möglich verlassen und über einen Notausgang zu einem sicheren Bereich gelangen.

Grundsätzlich sind bei Ereignissen die Rettungsphasen Selbstrettung und Fremdrettung zu unterscheiden:

Laut dem standardisierten Alarm- und Gefahrenabwehrplan (AGAP) von Straßen.NRW gibt es 6 Szenarien, für die dort Handlungsanweisungen festgeschrieben sind. Der Umgang mit diesen Szenarien, die für alle Tunnel gleich sind, soll durch die Operatoren der Tunnelleitzentrale geübt werden, so dass im Ereignisfall optimal reagiert wird, und zwar in beiden Rettungsphasen. Die Sicherheitsausstattung ist für beide Rettungsphasen ausgelegt.

5.4.2 Ereignismeldung

In **Tabelle 2** sind für die im AGAP festzulegenden Schadensszenarien Handlungsanweisungen für die Tunnelleitzentrale und Kommunikationswege aufgeführt, die das optimale Zusammenwirken von Sicherheitskräften und Tunnelbetreiber gewährleisten sollen.

Tabelle 5.2 - Übersicht Alarmierung (aus Muster-AGAP Straßen.NRW)

Ereignis	Symbol	Tunnel- leitzentrale Hamm	LB Straßen- bau RNL Südwest- falen	Polizei	Faher- wehr	Rettungs- dienst
Höhenkontrolle		Vgl. Teil A 5.1				
Gefahrenstelle		X Vgl. Teil A 5.2		X		
Verkehrsunfall ohne Beteiligung von Gefahrgut		X Vgl. Teil A 5.3	X	X	X	X
Verkehrsunfall unter Beteiligung von Gefahrgut		X Vgl. Teil A 5.4	X	X	X	X
Brand		X Vgl. Teil A 5.5	X	X	X	X
Brand Tunnelbe- triebsgebäude		X Vgl. Teil A 5.6	X	X	X	X

Im Tunnel wird beim typischen Schadensszenario „Unfall“ durch die manuelle Betätigung des Notrufs (Notruftaste, Notruf-Sprechanlage, Notrufsäule an den Portalen, Alarmierung durch Mobiltelefon, Großflächenruftaster (GRT)) die Tunnelleitzentrale (TLZ) verständigt. Diese verständigt nach den Regelungen des AGAP die erforderlichen Einsatzdienste.

Beim typischen Schadensszenario „Brand“ werden definierte Brandmeldeabschnitte unterschieden. Dabei kann es sich um einen detektierten Brandort über Rauchmelder oder den Ort der manuellen Betätigung eines Brandmelders handeln. Nach den Regelungen des AGAP werden die erforderlichen Einsatzdienste verständigt.

Die Kommunikationsdaten der Beteiligten sowie die Handlungsanweisungen für die TLZ liegen den Operatoren vor und sind im AGAP zu beschreiben. Der Operator in der TLZ wird zusätzlich durch ereignisorientierte Touch-Screen-Inhalte in der Abarbeitung von Auffälligkeiten unterstützt.

5.4.3 Selbstrettung

Der Selbstrettungsphase unmittelbar nach dem Eintreten eines Ereignisses kommt eine besondere Bedeutung zu, da die Rettungskräfte nach der Alarmierung erst zum Tunnel gelangen müssen. In dieser Zeit kann der Tunnelnutzer nur Unterstützung durch die Tunnelleitzentrale erfahren. Die Zeit bis zum Eintreffen der BOS-Kräfte muss so kurz wie möglich sein, was im Rahmen der Erstellung des AGAP mit den Einsatzdiensten zu klären und dort zu dokumentieren ist.

Für das Rettungskonzept steht das typische Schadensszenario „Brand“ im Zentrum der Überlegungen. Bei diesem Szenario ist ein rascher zeitlicher Ablauf der Rettung von betroffenen Personen von größter Bedeutung. Das Konzept basiert bei diesem Szenario vorrangig auf der Selbstrettung, da im Falle eines Brandes oft nur in den ersten Minuten günstige Rettungschancen bestehen.

Ziel der Selbstrettung ist, dass sich die Betroffenen aus eigener Kraft oder mit Hilfe anderer Personen aus dem durch Unfallfolgenwirkungen (Hitze, Rauchgase etc.) gefährdeten Bereich retten und so rasch wie möglich in einen sicheren Bereich (Notausgang oder Vorportalbereich) gelangen.

Die Selbstrettung läuft grundsätzlich folgendermaßen ab:

- Eintreten und Erkennung eines Schadensereignisses, das die Selbstrettung aus dem Tunnel erforderlich macht,
- Aufforderung zur Selbstrettung und / oder eigenes Erkennen der Gefahr durch die betroffenen Personen
- Selbstrettung durch Flucht zum nächstgelegenen Notausgang, ggf. durch Mithilfe von anderen betroffenen Personen.

Aus Erfahrung bzw. Evakuierungsversuchen ist bekannt, dass folgende Punkte für das richtige Verhalten betroffener Personen und damit für eine erfolgreiche Selbstrettung von entscheidender Bedeutung sind:

- Generelles Wissen über richtiges Verhalten in Notfallsituationen in einem Tunnel. Dies erfordert generelle und kontinuierliche Informationen der Autofahrer über das richtige Verhalten (Infoblätter, über Medien, Fahrschule etc.),
- Unmittelbare und direkte Information der Betroffenen: Aufforderung zur Selbstrettung, z.B. über Lautsprecherdurchsagen, Einsprechen in Radioprogramme im Tunnel,
- Auffällige Kennzeichnung der Notausgänge, um diese auch bei Verrauchung erkennen zu können.

Die Selbstrettung im Tunnel Leverkusen wird unter Berücksichtigung der zuvor genannten Grundsätze wie folgt umgesetzt:

- Abstand der Notausgänge in Abständen von max. 150 m. Die Portale der Ein- und Ausfahrten sind ebenfalls als Fluchtweg nutzbar.
- Lautsprecheranlage und Einsprechmöglichkeit in Radioprogramme,
- Notgehweg, selbstleuchtende Markierungselemente auf den Schrammborden, Orientierungsbeleuchtung für den Brandfall.

Detaillierte Beschreibungen der im Stand der Machbarkeitsuntersuchung berücksichtigten Ausrüstung und baulichen Abmessungen des Bauwerks können den **Kapiteln 3 und 4** entnommen werden.

5.4.4 Fremdrettung

Die Fremdrettung erfolgt durch die alarmierten Einsatzdienste (Feuerwehr, Rettung und Polizei) unterstützt durch die TLZ NRW.

Das Fremdrettungskonzept unterscheidet grundsätzlich zwei typische Schadensszenarien:

- „Brand“: Auffinden und Retten der Personen, denen die Selbstrettung nicht gelungen ist bzw. die nicht in der Lage waren, sich selbst zu retten (z.B. eingeschlossene oder verletzte Menschen),
- „Unfall“: Fremdrettung bei Ereignissen, bei denen der zeitliche Ablauf der Evakuierung aus dem Tunnel nicht so entscheidend ist und bei denen Personen zu Schaden gekommen sind (Unfall ohne Brand).

Die Fremdrettung baut grundsätzlich auf folgenden Voraussetzungen auf:

- Verfügbarkeit von Einsatzdiensten im Umfeld des Tunnels, die für einen Einsatz im Tunnel ausgebildet und ausgerüstet sind,
- rasche Alarmierung und Weitergabe der für den Einsatz erforderlichen Informationen durch die Tunnelleitzentrale an die Einsatzdienste,
- rasche Mobilisierung der Einsatzdienste,
- effiziente Kommunikation der Einsatzdienste untereinander und mit der Tunnelleitzentrale (Funkkanäle).

Die Fremdrettung läuft grundsätzlich folgendermaßen ab:

- Eintreten und Erkennen des Notfallereignisses, welches eine Fremdrettung von Personen erfordert,
- Alarmierung der erforderlichen Einsatzdienste,
- Anfahrt der Einsatzdienste,
- Erkunden der Lage und Festlegung Vorgangsweise durch die Einsatzdienste,
- Abstimmung der Einsatzleitung mit der Tunnelleitzentrale: Festlegung verkehrlicher Maßnahmen,
- Schadenszenario „Brand“: Suchen, Auffinden, erste Hilfeleistung, Retten und Abtransport betroffener Personen,
- Schadenszenario „Kollision“: medizinische Erstversorgung, Retten und Abtransport betroffener Personen.

Erfahrungsgemäß sind für eine effiziente Fremdrettung folgende Gesichtspunkte von großer Bedeutung:

- Festlegung eindeutiger Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Alarm- und Gefahrenabwehrplan,
- gemeinsame Einsatzleitung aller beteiligten Einsatzorganisationen,
- regelmäßige realitätsnahe Einsatzübungen mit allen beteiligten Einsatzdiensten mit Mängelanalyse und daraus abgeleiteten Verbesserungsmaßnahmen. Hier soll die Kommunikation zwischen den beteiligten Rettungsdiensten, der Polizei und der Tunnelleitzentrale geübt und optimiert werden.

Für den Tunnel Leverkusen ist das Rettungskonzept unter Berücksichtigung der zuvor genannten Grundsätze frühzeitig gemeinsam mit den Einsatzdiensten (Feuerwehr, Rettung und Polizei) abzustimmen. Die Ergebnisse sind in den AGAP aufzunehmen.

5.4.5 Hilfeleistung

Folgende gemäß RABT 2006 für die Hilfeleistung geforderten technischen Einrichtungen sind im Tunnel Leverkusen vorgesehen:

- Funkkanäle der BOS-Kräfte, Betriebsfunk,
- Lautsprecher im Tunnel und an den Portalen, mit denen im gesamten Tunnel verständliche Durchsagen möglich sind,
- Einsprechmöglichkeit in mindestens ein UKW-Radioprogramm.

Detaillierte Beschreibungen der zuvor genannten technischen Einrichtungen können dem **Kapitel 4** entnommen werden.

In den AGAP sind bei Erstellung folgende weitere Informationen zur Hilfeleistung nach Abstimmung mit den Einsatzdiensten aufzunehmen:

- vorgesehener Transportweg von Ausrüstung zur Unfallstelle,
- Informationen über die vorhandene Ausrüstung bei den Einsatzdiensten.

5.4.6 Brandbekämpfung

Folgende gemäß RABT 2006 geforderten Einrichtungen zur Brandbekämpfung sind im Tunnel Leverkusen zugänglich vom Fahrraum des Tunnels aus vorgesehen:

- an allen Notrufstationen jeweils zwei 6 kg Handfeuerlöscher,
- Löschwasserversorgung mit Druckerhöhungsanlage (Abstand der Hydranten untereinander max. 150 m).

Die Beschreibungen der zuvor genannten Einrichtungen zur Brandbekämpfung mit Definition von deren Lage können dem **Kapitel 4.6** entnommen werden.

Im AGAP sind folgende weitere Informationen zur Brandbekämpfung aufzunehmen:

- vorgesehene Angriffswege für die Feuerwehr im Brandfall,
- vorhandene (Mindest-)Ausrüstungen bei der Feuerwehr.

6 Untersuchungen

6.1 Verkehrstechnisches Gutachten (Anlage T 10)

Als **Anlage T 10** ist das Verkehrstechnische Gutachten für den Prognosehorizont 2030 beigefügt, welches der Machbarkeitsstudie zur Zulässigkeit von Gefahrguttransporten zugrunde gelegt wurde.

6.2 Gefahrgutrisikoanalyse

Es wurde eine ADR-Kategorisierung für den Endausbau des Tunnels vorgenommen, wobei zunächst die Stufe 1b des Verfahrens angewendet wurde.

Da nach der Anwendung des Verfahrens nach Stufe 1b mit Annahmen bzw. Vereinfachungen auf der sicheren Seite ein Verbot von Gefahrguttransporten festgestellt wurde, musste für den Tunnel die Stufe 2a des Verfahrens zur ADR-Kategorisierung angewendet werden. Weiterhin wurde wie im Projekt abgestimmt eine zusätzliche Untersuchung der Kategorisierung nach Stufe 2a bei Unterscheidung nach den zu erwartenden Verhältnissen bei Tag/Nacht vorgenommen.

Nachstehend werden die Ergebnisse zusammenfassend wiedergegeben, die Details sind den referenzierten Anhängen zu entnehmen.

6.2.1 Gefahrgutrisikoanalyse – ADR Stufe 1b (Anlage T 13.1)

Die Gefahrgutrisikoanalyse wurde nach Maßgabe des „Verfahrens zur Kategorisierung von Straßentunneln gemäß ADR 2007“ in Stufe 1b mittels der OECD-PIARC-Software QRAM durchgeführt. Dieser im Regelwerk vorgesehene Untersuchungsschritt ermöglicht eine grobe Betrachtung mit vergleichsweise einfachen Mitteln. Die Modellierung des Tunnels Leverkusen erfolgte dabei unter Berücksichtigung einer mechanischen Längslüftung (Kap. 4.2) und den in **Anlage T 13.1** beschriebenen Eingangsdaten.

Bei der Anwendung des Verfahrens zu Stufe 1b waren Vereinfachungen zur Betrachtung der Verzweigung bzw. Zusammenführung der Röhren mit dem vorgegebenen Verfahren notwendig. Dazu wurde der Entfall der Trennwand in den beiden Röhren angenommen, welche den Querschnitt in Bereich mit 2 bzw. 4 Fahrstreifen untergliedert. Dabei bietet die Trennwand prinzipiell einen Schutz der Tunnelnutzer vor direkten Einwirkungen der verschiedenen Szenarien. Würde man die Wirkung der Trennwand also berücksichtigen, kämen entsprechend weniger Personen zu Schaden. Damit liegt die Betrachtung im Rahmen der vom vorgegebenen Verfahren zur Verfügung stehenden Möglichkeiten auf der sicheren Seite.

Das Schadensausmaß wurde in zu erwartenden Todesfällen bei Ereignissen im Tunnel in Relation zur Zeit und normiert auf einen Tunnelkilometer ermittelt, um diesen mit einem absoluten Schwellwert des akzeptierten Risikos zu vergleichen. Die Auswertung der Risikoberechnung ergab dabei eine erhebliche Überschreitung der zulässigen Schadenerwartungswerte in Stufe 1b des ADR-Verfahrens.

Dies bedeutet, dass beim Vergleich der zu erwartenden Todesfälle je Jahr und Tunnelkilometer die gemäß Verfahren vorgegebenen Schwellwerte überschritten werden. Somit ist gemäß der Vorgabe im Verfahren eine detailliertere Untersuchung in Stufe 2a vorzunehmen. Dies ermöglicht eine bessere Abbildung der speziellen Verhältnisse im hier zu untersuchenden Objekt.

Anlage T 13.1 beinhaltet alle wesentlichen Eingangsparameter, Angaben zur spezifischen Modellierung des Tunnels Leverkusen und die Ergebnisse zur Stufe 1b der Betrachtung hinsichtlich der berechneten Wirkszenarien.

6.2.2 Gefahrgutrisikoanalyse – ADR Stufe 2a (Anlage T 13.2)

Entsprechend dem Ergebnis der Betrachtung nach ADR Stufe 1b konnte der Tunnel Leverkusen eindeutig nicht in die Kategorie A d.h. „keine Einschränkungen für Transporte von Gefahrgut“ eingestuft werden. Deswegen wurde die Stufe 2a der ADR-Kategorisierung bearbeitet.

Bei diesem Untersuchungsschritt erfolgt eine erheblich genauere Betrachtung, die auch die Abbildung der Einflüsse von baulichen Gegebenheiten, technischer Ausrüstung und organisatorischen Regelungen ermöglicht. Auch hier wird ein erwarteter Schadenswert ermittelt in Form eines Schadenshäufigkeits-/Ausmaßdiagramms und nachfolgende mit einer absoluten Grenzkurve verglichen, die das akzeptierte Risiko zur Nutzung eines Straßentunnels abbildet.

Die auf diesem Wege durchgeführte, detailliertere Betrachtung mit vollständiger Modellierung des geplanten Tunnelbauwerks zeigt jedoch, dass trotz geeigneter Maßnahmen zur Verkürzung der Fluchtwegabstände mittels Notausgängen an der Mittelwand und den Außenwänden alle 138,50 m die Kategorie A (uneingeschränkte Gefahrguttransporte) nicht nachgewiesen werden konnte. Aus der Untersuchung folgt, dass eine Einstufung in Kategorie D nach dem Verfahren resultiert. Maßgeblich tragen die Leitstoffe Propan und TNT dazu bei, dass somit keine Zulassung von uneingeschränkten Gefahrguttransporten möglich ist.

Dabei ist die Verkürzung der Fluchtwegabstände systematisch bedingt nicht in Bezug auf eine Risikominderung bei den nicht direkt detektierbaren Ereignissen wie z.B. Austreten von Chlorgas oder auch Explosionsereignisse wirksam.

Auch eine aktive Brandlüftung oder eine Brandbekämpfungsanlage sind für diese Ereignisse ohne Relevanz in Bezug auf die Risikominimierung und stellen deswegen keine Option zur Ergänzung der technischen Ausrüstung dar.

Anlage T 13.2 beinhaltet alle wesentlichen Eingangsparameter, Angaben zur spezifischen Modellierung des Tunnels Leverkusen und die Ergebnisse zur Stufe 2a der Betrachtung hinsichtlich der berechneten Wirkszenarien incl. der resultierenden Kategorie D nach ADR.

6.2.3 Gefahrgutrisikoanalyse – ADR Stufe 2a Tag/Nacht (Anlage T 13.3)

In Analogie zu anderen Tunnelbauwerken wie z.B. dem Elbtunnel wurde in Erwägung gezogen zu untersuchen, welche Kategorien der Beschränkung von Gefahrguttransporten sich aus einer Differenzierung nach Tag bzw. Nacht ergeben würden. Dabei wurden methodisch die gegebenen Verhältnisse entsprechend der Verkehrsprognose für die Lärmuntersuchung zum Objekt hinsichtlich der Zeitfenster und Verkehrsverhältnisse zugrunde gelegt.

Wie in **Anlage T 13.3** dargestellt folgt im Ergebnis unter sinngemäßer Anwendung des Verfahrens zur Kategorisierung von Straßentunneln nach ADR die Kategorie D für den Tag (6:00 bis 21:00) sowie Kategorie B für die Nacht. Eine uneingeschränkte Freigabe für Gefahrguttransporte ist somit auch nicht für die verkehrsschwächeren Nachtstunden möglich, bei der sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeiten für ein Ereignis, als auch die Betroffenheiten signifikant geringer ausfallen wie am Tag.

6.3 Besonderheiten für die Bauphase

In der Bauphase des Tunnels Leverkusen käme es unabhängig von der gewählten Vorgehensweise beim Bauablauf aufgrund der beengten Platzverhältnisse zu einer mehrere Jahre andauernden Phase mit Gegenverkehrsbetrieb in der zuerst fertiggestellten Röhre.

Aufgrund der extrem beengten Breitenverhältnisse und der dann verminderten Spurenanzahl je Fahrtrichtung im Baustellenbereich muss selbst bei dem bei der Betrachtung vorausgesetzten, vorherigen bedarfsgerechten Ausbau der angrenzenden Netzelemente mit massiven Stauereignissen im Gegenverkehrsbetrieb gerechnet werden. Es ist zudem im Baustellenbereich mit Gegenverkehr trotz einer Richtungstrennung nach RSA aufgrund der beengten Verhältnisse und Verflechtungsströme von gegenüber dem Endausbau erheblich gesteigerten Unfallraten auszugehen. Zudem ist in dieser Phase die Entfluchtung der Tunnelröhre im Sinne der Selbstrettung der Verkehrsteilnehmer wegen der notwendigen Richtungstrennung des Verkehrs, sowie der schwierigen Fluchtweggestaltung im Baustellenbereich als problematisch anzusehen.

Die vorstehend benannten Aspekte führen zu einer enormen Steigerung der Betroffenheiten (Fatalitäten der Tunnelnutzer) für die Bauphase insbesondere bei Ereignissen mit Beteiligung von Gefahrgut, wie hier bei der Betrachtung im Fokus. Da selbst bei nur 50 Std Stau je Jahr im Endausbau bei Richtungsverkehr eine Zulässigkeit von Gefahrguttransporten nach der Betrachtung in Stufe 2a eingeschränkt werden müsste, ist dies für die Bauphasen bis hin zu einem vollständigen Verbot in verschärfter Form zu erwarten.

Es stehen neben der Geschwindigkeitsreduktion auf 60 km/h keine baulichen, organisatorischen oder technischen Hilfsmittel zur Verfügung, welche die enorme Steigerung der Risiken annähernd kompensieren könnten.

Für die gesamte Bauphase wäre davon auszugehen, dass ein Verbot aller Gefahrguttransporte angeordnet werden müsste. Dies liegt systematisch insbesondere am Gegenverkehrsbetrieb mit dem erheblich höheren Schadensrisiko. Weiterhin ist die für den Richtungsverkehr auszulegende Lüftungsanlage mit Strahlventilatoren nur sehr eingeschränkt geeignet die Rauchausbreitung bei Schadensereignissen zum Schutz der Tunnelnutzer in der Selbstrettungsphase zu kontrollieren, da ein einseitiger Rauchabtrieb bei Stau oder in beiden Richtungen durch Unfall blockiertem Verkehr nicht eingesetzt werden kann.

6.4 Qualitative Betrachtung Variante Tunnel „lang“

Wie in **Anlage K 7** dargestellt, wurde planerisch eine verlängerte Variante des Tunnels angedacht (Tunnel „lang“). In diesem Fall würde der Tunnel über das AK Leverkusen hinaus im Zuge der Hauptfahrbahn um 860 m verlängert. Weiterhin würden die Rampen im AK Leverkusen von der A3 bzw. zur A3 mit in das Tunnelbauwerk einbezogen.

In Bezug auf die Zulässigkeit von Gefahrguttransporten ist aufgrund der massiven Verlängerung auf insgesamt 1.730 m Länge sich nochmals erheblich ungünstigere Verhältnissen in Bezug auf die Betroffenheiten bei Schadensfällen gegenüber der Basisvariante mit einer Tunnellänge von 970 m einstellen würden.

Da bereits für die Basisvariante die Kategorie A nicht erreicht werden konnte, wäre dies hier definitiv auch nicht der Fall für den Tunnel „lang“.

6.5 Qualitative Betrachtung Variante „Rasterdecke“

Als weitere Variante wurde in der Vorplanung eine Abdeckung der im Trog geführten A 1 im Planungsbereich mit 6 einzelnen Platten von in Fahrtrichtung gemessen je 80 m Länge erwogen (vgl. **Anlage K 8**). Dies entspricht einer Rasterdecke wobei die Lücken zwischen den Deckenplatten mit 100 m in Fahrtrichtung vorgesehen wurden.

Diese Variante ist in Bezug auf die Beleuchtung bzw. den schnellen Wechsel der Beleuchtungssituation bei Durchfahrt mit Regelgeschwindigkeit 80 km/h kritisch zu sehen. Weiterhin ist die Lüftungssituation als schwierig anzusehen und würde einer gesonderten Untersuchung unterzogen werden müssen.

Die Betrachtungen zur Zulässigkeit von Gefahrguttransporten für die Basisvariante des Tunnels mit 970 m können hier nicht vergleichend heran gezogen werden. Aufgrund der anderen Bauwerkskonstellation in Bezug auf Rauchausbreitung und Explosionswirkung wäre eine vollständig neue Untersuchung nach Stufe 2a durchzuführen.

7 Zusammenfassung zur Zulässigkeit Gefahrguttransporte

In den hier dargestellten Untersuchungen wurde eine mögliche Tunnelvariante hinsichtlich der Zulässigkeit für Gefahrguttransporte analytisch betrachtet und die Auswirkungen von Havariefällen unter Beteiligung von Gefahrguttransporten auf die Tunnelnutzer nach vorgegebenen Verfahren bewertet.

Dabei wurden in dem mehrstufigen, international vereinbarten sog. ADR Modell mit steigendem Detaillierungsgrad die verschiedenen Einflussgrößen auf das Thema Tunnel-sicherheit analysiert. Hierbei spielten vor allem die Tunnelgeometrie, die Verkehrsmengen einschließlich deren Zusammensetzung sowie die technische Ausstattung des Tunnels eine wesentliche Rolle.

Im Rahmen der vereinfachten Simulationen der Stufe 1b wurde dabei festgestellt, dass die zu erwartenden Auswirkungen eines Unfalls mit Gefahrgutbeteiligung den Grenzwert betroffener Personen der geltenden Richtlinien um etwa das 2-fache übersteigt. Gemäß den Vorgaben aus dem ADR-Modell musste somit die nächste Stufe 2a untersucht werden.

Dafür wurde der geplante Tunnel in einem 3-dimensionalen Modell detailgetreu abgebildet. Im Anschluss wurden in diesem Modell die unterschiedlichen Havariefälle repräsentativer Schadstoffgruppen simuliert und deren Schadensausmaß ermittelt. Gemäß dieser Untersuchung, die ebenfalls eine Überschreitung der Grenzwerte aufzeigt, erfolgte dann die Zuordnung zu der Tunnelkategorie D. Somit wäre der Tunnel zu beschränken für Transporte mit gefährlichen Gütern, die zu einer großen und sehr großen Explosion führen können oder die umfangreiches Freiwerden giftiger Stoffe oder einen großen Brand nach sich ziehen würden.

Eine beschränkungsfreie Nutzung des Tunnels durch Gefahrguttransporte kann daher nicht ausgesprochen werden.

Auch mit einer zusätzlichen Tunnelausstattung kann aufgrund fehlender Detektionsmöglichkeiten für spezifische Gefahrstoffe zum Einsatz in einem Straßentunnel keine günstigere Kategorie ausgesprochen werden. Daher wurden in einem nächsten Schritt die Simulationsergebnisse erneut differenziert nach Tag- und Nachtwerten analysiert. Hieraus ergab sich für die Nachtstunden zwischen 21 – 6 Uhr eine Reduzierung der Betroffenen, die jedoch weiterhin die Grenzwerte der ADR überschreitet. Für die Nachtstunden wurde die Kategorie B (Beschränkung für Gefahrguttransporte, die zu sehr großen Explosion führen) vergeben. Somit kann auch durch betriebsorganisatorische Optimierungen keine Kategorie A (freie Nutzung für Gefahrguttransporte) erzielt werden.

Zur Bewertung des Tunnels im Hinblick auf die Zulässigkeit von Gefahrguttransporten liefert diese Untersuchung in der derzeitigen Planungsphase ausreichend genaue Ergebnisse. Sollte diese Tunnellösung im weiteren Planungsverlauf favorisiert werden, müssten aufgrund des festgestellten hohen Risikopotentials in Verbindung mit dem beabsichtigten Ausschluss von Gefahrguttransporten geeignete Umfahrungsstrecken gesucht und hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit im Rahmen einer eigenen Risikobetrachtung (gem. Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln gemäß ADR 2007; Stufe 2 b) untersucht werden.