

Nachrichtlich

Anlage 4

Gesamtsicherheitskonzept

Straßenbauverwaltung: **Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein**

Straßenklasse und Nr.: **A 20**

Streckenbezeichnung: **Nord-West-Umfahrung Hamburg**

Abschnitt K28 (NI) bis B431 (SH)

Baumaßnahme/Bauwerk: **Neubau der Elbquerung**

BW 10.04

Bauwerks-Nr. (ASB): **Trog Süd: 2222-701**

Tunnel: 2222-700

Trog Nord: 2222-702

Träger der Baumaßnahme: **Bundesrepublik Deutschland**

Gesamtsicherheitskonzept

Stand: 3. März 2011

INHALTSVERZEICHNIS

1	RECHTLICHE GRUNDLAGE	1
1.1	FERNSTRAßENGESETZ	1
1.2	AKTUELLE RECHTSPRECHUNG.....	1
1.3	RICHTLINIEN FÜR DIE AUSSTATTUNG UND DEN BETRIEB VON STRAßENTUNNELN	1
2	ELEMENTE DES GESAMTSICHERHEITSKONZEPTS	2
2.1	VERKEHRSPROGNOSE UND GEPLANTE BETRIEBSFORM	2
2.2	SPEZIFISCHE GEFAHRENANALYSE	2
2.2.1	Typische Schadensszenarien	2
2.2.2	Parameter/besondere Charakteristik.....	3
2.3	SCHADENSVERHÜTUNG.....	5
2.3.1	Allgemeines	5
2.3.2	Vermeidung kritischer Ereignisse im Regelbetrieb	5
2.3.3	Vermeidung von Störungen	6
2.3.4	Schutz von Tunnelnutzern und Personal bei Wartungsarbeiten	8
2.3.5	Schutz des Bauwerks	8
2.3.6	Schutz vor Witterungseinflüssen.....	8
2.3.7	Schutz vor Überflutung des Tunnels	9
2.4	EREIGNISBEWÄLTIGUNG	10
2.4.1	Allgemeines	10
2.4.2	Unfall	10
2.4.3	Brand.....	11
2.5	BERÜCKSICHTIGUNG VON PERSONEN MIT EINGESCHRÄNKTER MOBILITÄT	14
2.6	PROJEKTENTWICKLUNG	15
2.6.1	Lichttechnische Untersuchungen mit Untersuchung der Portalbögen	15
2.6.2	Festlegung des Lüftungskonzepts.....	15
2.6.3	Festlegung des Abstandes der Notausgangsabstände	16
2.6.4	Risikoanalyse.....	16
2.6.5	DMT-Gutachten	16
2.6.6	Automatische Brandbekämpfungsanlage (ABBA) - Risikoanalyse	17
2.6.7	Untersuchung und Planung zu Aufstellflächen.....	17
3	ZUSAMMENFASSUNG	17
	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN	18
	LITERATURVERZEICHNIS	19

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1:	Parameter/besondere Charakteristiken der Elbquerung A 20	4
--------------	--	---

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1:	Sichere Verkehrsführung, Vermeidung kritischer Ereignisse	6
Abbildung 2-2:	Meldung, Selbsthilfe, Selbstrettung und Information der Tunnelnutzer	12
Abbildung 2-3:	Unterstützung der Einsatzdienste	14

1 Rechtliche Grundlage

1.1 Fernstraßengesetz

Tunnel sind Teil der Straße. Der Tunnel der Elbquerung A 20 ist Teil der Bundesautobahn A 20.

Für Bundesautobahnen gilt das Bundesfernstraßengesetz (FStrG). In §4 FStrG ist geregelt, wer für die Sicherheit und Ordnung einzustehen hat:

„ ... Die Träger der Straßenbaulast haben dafür einzustehen, dass ihre Bauten allen Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen.“

Der Träger der Straßenbaulast der A 20 ist die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Da Tunnel Teile der Straße sind, können die Nutzer sowohl im Hinblick auf die freie Strecke der A 20 als auch den Tunnel grundsätzlich die gleichen Sicherheitsansprüche stellen.

Was unter Sicherheit und Ordnung konkret zu verstehen ist, ist im untergesetzlichen Regelwerk festgelegt, und zwar für die freie Strecke in den Richtlinien RAA [1], für den Tunnel in den RABT [2].

1.2 Aktuelle Rechtsprechung

Diese Betrachtungsweise ist z. B. durch das Urteil des OVG Lüneburg in der Verwaltungsrechtsache Landkreis Leer ./ Land Niedersachsen (AZ 7 KS 123/05) bestätigt.

1.3 Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln

Die RABT werden von einer Expertengruppe im Auftrag der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV), Köln, erarbeitet und fortgeschrieben. Die Expertengruppe setzt sich zusammen aus Vertretern des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt), von Straßenbauverwaltungen einiger Bundesländer, der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen (StUVA), Universitätsinstituten, einschlägig arbeitenden Ingenieurbüros und Feuerwehren.

Mit den RABT ist der aktuelle Stand der Technik für die Tunnelsicherheit beschrieben.

Da die RABT kein starrer Maßstab sind, muss für jeden Tunnel eine fachtechnische Untersuchung und Planung erfolgen. Insbesondere muss für jeden Tunnel ein Gesamtsicherheitskonzept erstellt werden (vgl. RABT, 0.4). Eine Anleitung zu dessen Erstellung enthält der „Leitfaden zur Erstellung einer Sicherheitsdokumentation gemäß RABT 2006“ [3].

2 Elemente des Gesamtsicherheitskonzepts

2.1 Verkehrsprognose und geplante Betriebsform

Der Tunnel ist für eine Verkehrsbelastung (Prognose 2025) von

DTV 40.100 Kfz/24 h

geplant. Es sind Spitzenbelastungen von 1.160 Fahrzeugen /Fahrstreifen und h zu erwarten.

Für den Schwerlastverkehr ist der Prognose zu entnehmen:

SV-Anteil 16,3 %, d. h. ca. 6.540 Lkw/24 h

Mit dem Ansatz eines allgemein geltenden Anteils an Gefahrguttransporten auf Bundesautobahnen ergibt sich ein

Anteil Gefahrguttransporte 6 %, d. h. ca. 400 Lkw/24 h

Der Tunnel wird im Richtungsverkehr betrieben, je Fahrtrichtung stehen in einer Tunnelröhre zwei Fahrstreifen und ein „reduzierter“ Standstreifen zur Verfügung.

In der Regel ist nicht mit Staus zu rechnen, da das prognostizierte Verkehrsaufkommen auch in Spitzenbelastungsphasen die potentielle Leistungsfähigkeit des Straßenquerschnitts nur zu max. 60 % ausschöpft. Auch sind die nächstgelegenen Anschlussstellen vergleichsweise weit von den Tunnelportalen entfernt, so dass auch von hier keine Stauwirkung, die sich auf den Tunnel hinein erstrecken könnte, zu erwarten ist.

Der Tunnel ist mit verkehrstechnischen Einrichtungen ausgestattet, die dem Ausstattungsgrad „Erweiterte Ausstattung“ (gem. RABT Bild 15), also dem höchstmöglichen Standard entspricht. Wegen der großen Abstände zu den nächsten Anschlussstellen sind keine verkehrstechnischen Einrichtungen erforderlich, die bereits im Tunnel wirksam sind.

2.2 Spezifische Gefahrenanalyse

2.2.1 Typische Schadensszenarien

Als typische Schadensszenarien liegen dem Gesamtsicherheitskonzept zunächst die Szenariotypen, die in der Regel für alle Straßentunnel gelten, zugrunde:

- **Kollision**
- **Brand.**

Davon können sowohl Pkw als auch Lkw, aber auch Motorräder, betroffen sein.

Ein weiteres Schadensszenario ist ein

- **Brand in den Betriebsräumen**

Dieses Szenario ist als Teilszenario des Szenarios „Brand“ zu betrachten.

Darüber hinaus sind spezifisch für die Elbquerung an besonderen Gefahren zu berücksichtigen

– **Witterungseinflüsse:**

Nebelbildung,

Sichtbehinderungen durch beschlagene Windschutzscheiben,

Starkwind im Portalbereich,

– **Überflutungen infolge Hochwassers (Sturmflut, Deichbruch).**

Durch diese Szenarien werden die möglichen Schadenwirkungen erzeugt, denen vorzubeugen ist. Szenarien wie „liegendebliebenes Fahrzeug“ sind in ihrer Wirkung in den vorab hervorgehobenen Szenarien enthalten, die den erforderlichen Bedarf an Ausstattungselementen, Einrichtungen, Aufstellflächen oder Maßnahmen bestimmen (siehe auch Risikoanalyse [8]).

2.2.2 Parameter/besondere Charakteristik

Bei der Elbquerung A 20 sind die in Tabelle 2-1 zusammengestellten Eigenschaften als besondere Charakteristik zu bewerten.

Tabelle 2-1: Parameter/besondere Charakteristiken der Elbquerung A 20

Parameter gemäß RABT 0.4	Beschreibung	Besondere Charakteristik
Tunnellänge	mit 5.605 m zweitlängster Straßentunnel Deutschlands	ja
Anzahl der Tunnelröhren	2 Röhren	nein
Anzahl der Fahrstreifen	2 Fahrstreifen	nein
Fahrstreifenbreite	Regelquerschnitt RQ 31 Tr (gemäß RAA)	nein
Querschnittsgeometrie	26 Tr (gemäß RABT Bild 1)	nein
Unterirdische Zu- und Abfahrten	keine	nein
Trassierung	keine besondere Kurvigkeit	nein
Bauart	Maschinelles Tunnelvortrieb (Unterwassertunnel) mit gleichbleibendem Röhrenquerschnitt	ja
Richtungsverkehr oder Gegenverkehr	Richtungsverkehr	nein
Verkehrsaufkommen je Tunnelröhre einschließlich der zeitlichen Verteilung	i. M. 20.050 Fz/24 h, auch bei Spitzenbelastung wird Querschnittskapazität nicht erreicht	nein
Gefahr täglicher oder saisonaler Staubbildung	mit max. 60 % Fahrstreifenauslastung nicht gegeben	nein
Zugriffszeit der Einsatzdienste	FFW Landkreis Stade (S) FFW Kreis Steinburg (N)	nein
Anteil des Lkw-Verkehrs	16,3 % 6.536 Lkw/24h	nein
Vorkommen, Anteil und Art des Gefahrgutverkehrs	ca. 400 Lkw/24 h, Regelung im Zuge der Inbetriebnahme	nein
Merkmale der Zufahrtsstraßen	Landes- und Gemeindestraßen ohne Besonderheiten	nein
Geschwindigkeitsbezogene Aspekte	Zulässige Fahrgeschwindigkeit im Tunnel 80 km/h	nein
Geografische und meteorologische Verhältnisse	Tunnelportal unterhalb des GW-Spiegels	ja

Damit weist der Tunnel Elbquerung besondere Charakteristiken auf, die in einer Risikoanalyse untersucht werden müssen (vgl. [8]).

Darüber hinaus liegen Abweichungen von den Regelungen der RABT vor:

Abweichung von RABT 2.2:

In der Nordrampe ist ein Längsgefälle von 4 % geplant. Gemäß RABT, Abschnitt 2.2, erfordert diese Abweichung eine Risikoanalyse. Dieser Teilaspekt ist in der Risikoanalyse [8] behandelt.

Abweichung von RABT 6.1.2:

Das Bauverfahren „Maschinelles Tunnelvortrieb“ erlaubt nur einen von der Maschine bestimmten gleichbleibenden Röhrenquerschnitt. Die Anlage von Pannenbuchten wäre - wenn unter den gegebenen Baugrundbedingungen überhaupt möglich – mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden. Diesen Zusammenhang berücksichtigend, ist in den RABT Bild 1 der RQ 26 Tr als ein in derartigen Fällen anzuwendender Querschnitt vorgesehen. Der „reduzierte“ Seitenstreifen kompensiert dabei richtlinienkonform die fehlenden Pannenbuchten, eine Risikoanalyse ist nicht erforderlich.

2.3 Schadensverhütung

2.3.1 Allgemeines

Die in den RABT beschriebenen Maßnahmen dienen neben der sicheren Verkehrsführung insbesondere auch der Vermeidung oder Verhütung kritischer Ereignisse wie Kollisionen oder Brände zum Schutz des Tunnelnutzers und damit Schäden an Personen oder Sachen.

Kommt es dennoch zu kritischen Situationen, schützen die betriebstechnischen Maßnahmen Leib und Leben der Tunnelnutzer. Wie auf der freien Strecke auch kann jedoch ein Restrisiko nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden und muss akzeptiert werden.

Darüber hinaus können Ereignisse auch zu Schäden am Bauwerk führen. Schäden am Bauwerk und in der Portalumgebung sind neben Bränden auch möglich, wenn Überflutungsereignisse eintreten und an ihrer Wirkung auf den Tunnel nicht gehindert werden.

2.3.2 Vermeidung kritischer Ereignisse im Regelbetrieb

Das Ziel „Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs“ wird durch die Vermeidung und Verhinderung von Störungen und insbesondere durch die Vermeidung kritischer Ereignisse verfolgt. Dazu tragen bauliche, ausstattungs- und betriebliche Faktoren bei. Die dadurch erzeugten Fahr- und Sichtbedingungen lassen einen stau- und störungsfreien Verkehr erwarten. Dies entspricht generell der Forderung nach Schadensverhütung (vgl. Abbildung 2-1).

Folgende Elemente tragen zur Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs bei:

- Regelquerschnitt mit Leistungsreserve (vgl. [5]). Sofern keine Störungen auftreten, ist im Regelbetrieb nicht mit Staus zu rechnen.
- Trassierungs- und Gradientenelemente nach dem aktuellen Stand der Technik gemäß den Richtlinien RAA [1], u. a. mit ausreichenden Sichtweiten. Fahrzeuge, die z. B. auf dem Seitenstreifen anhalten, oder andere Hindernisse sind über größere Entfernungen erkennbar, sodass ein rechtzeitiges Reagieren oder Anhalten möglich ist.
- Durch verkehrstechnische Einrichtungen angezeigte und geforderte Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit (max. 80 km/h) mit einer von der Risikoanalyse [8] geforderten Geschwindigkeitskontrolle und eine generelles Überholverbot für Lkw ergeben einen harmonisierten Verkehr.

- Den Tages- und Nachtbedingungen, der Fahrgeschwindigkeit und den physiologischen Gegebenheiten der Fahreraugen angepasste Tunnelbeleuchtung.
- Neben ihrem Beitrag zu einer energieeffizienten Tunnelbeleuchtung bieten der architektonisch gestaltete Bereich von Trog und Portal und die helle Beschichtung der Tunnelwände eine freundliche und angenehme Tunneleinfahrt. Helle Tunnelwände fördern zudem die Erkennung von Hindernissen vor hellem Hintergrund.
- Der Tunnelquerschnitt ändert sich auf der gesamten Bauwerkslänge nicht, es gibt im gesamten Bauwerk keine Zu- oder Abfahrten. Tunnelnutzer brauchen sich nicht mit evtl. unübersichtlichen Situationen oder Fahrverhalten anderer Fahrer infolge von Querschnittsänderungen, Zu- oder Abfahrten auseinandersetzen.
- Die Feuerwehzufahrten an den Trog-Enden (d. h. außerhalb der Tröge) sind mit Schranken gegen das Benutzen durch Unbefugte gesperrt.
- Ständige Überwachung des Verkehrs, des Verkehrsraumes und der Funktionen der technischen Ausstattung von einer Tunnelleitzentrale aus.
- Entwässerungseinrichtungen mit Auffangbehältern an den Portalen und am Tunneltiefpunkt verhindern eine Fahrbahnüberflutung bei Starkregen.

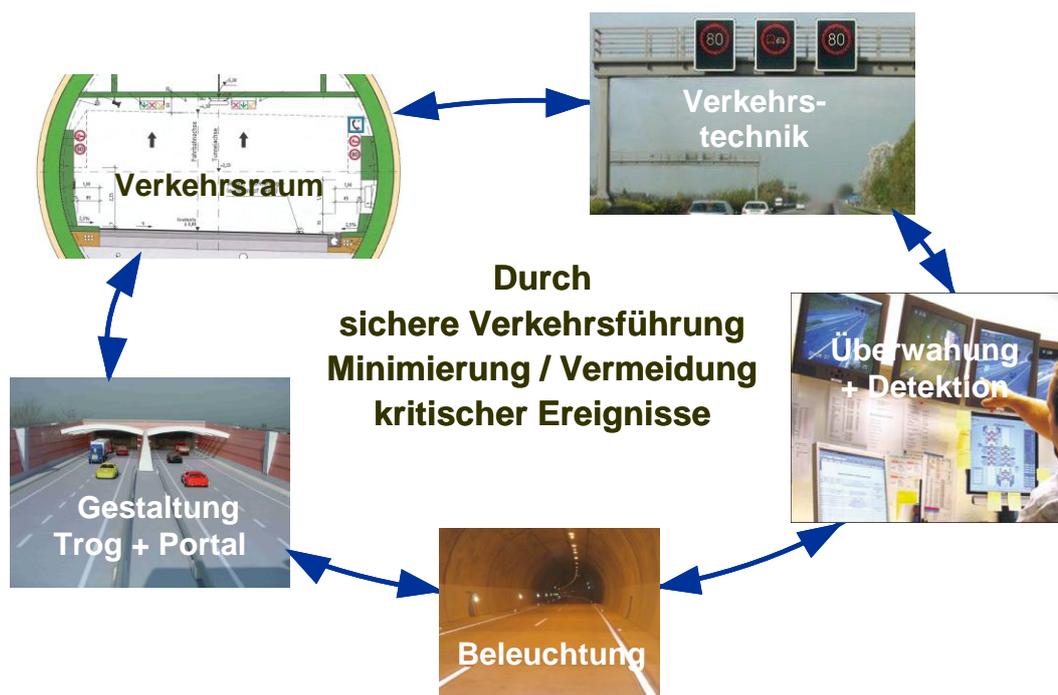


Abbildung 2-1: Sichere Verkehrsführung, Vermeidung kritischer Ereignisse

2.3.3 Vermeidung von Störungen

Störungen sind Abweichungen vom – störungsfreien - Regelbetrieb können u. a. durch unzulässiges Verhalten von Verkehrsteilnehmern, liegengebliebene Fahrzeuge oder technische Ursachen auftreten. Störungen können durch das Auslösen von Irritationen anderer Verkehrsteilnehmer zu kritischen Ereignissen führen. Sie sind deshalb zu vermeiden.

Wartungs-, Prüfungs- und Unterhaltungsarbeiten sind im Lebenszyklus eines Bauwerks unvermeidlich. Diese Arbeiten werden unter einer Tunnelsperrung i. d. R. nachts durchgeführt und werden als gesonderter Betriebszustand behandelt, bei dem eigene Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen sind (vgl. 2.3.4).

Lediglich kleinere Wartungs- und Reparaturarbeiten werden unter laufendem Verkehr durchgeführt. Dabei kann es trotz entsprechender Sicherungsmaßnahmen zu Störungen kommen.

Sollten Störungen auftreten, greift unmittelbar die betriebstechnische Ausstattung mit den nachfolgend aufgeführten Elementen ein, um die Entwicklung der Störung hin zu einem kritischen Ereignis zu vermeiden. Durch die ständige von zahlreichen technischen Detektions-Einrichtungen unterstützte visuelle Überwachung des Verkehrs in der Tunnelleitzentrale kommen bei Erkennen der Störung störungsspezifisch festgelegte Handlungsanweisungen zum Zug, die vom Operator auszuführen sind.

- Für anhaltende oder liegengebliebene Fahrzeuge steht ein durchgehender Seitenstreifen zur Verfügung. Die Benutzbarkeit des Hauptfahrstreifens ist dadurch bei einem anhaltenden Lkw zwar eingeschränkt, erlaubt aber bei entsprechender Vorsicht und herabgesetzter Geschwindigkeit eine gefahrlose Passage.
- Störungen wie anhaltende und liegengebliebene Fahrzeuge lösen durch die zusätzliche Ereignisdetektion in der Tunnelüberwachungsstation einen Voralarm aus, so dass entsprechende Verkehrsprogramme mit einer Geschwindigkeitsreduzierung oder Fahrstreifensperrung ausgelöst werden können.
- Führt ein erhöhtes Verkehrsaufkommen zu einer Verschlechterung der Tunnelluftqualität (Sichttrübung oder Anstieg des CO-Gehalts oder anderer Luftschadstoffe) aktivieren die automatisch arbeitenden Überwachungsdetektoren der Tunnelluft bei Überschreitung bestimmter Schwellenwerte die Tunnellüftung zur Unterbindung eines gesundheits- oder sichtgefährdenden Zustands oder empfehlen die Tunnelsperrung.
- Die automatisch arbeitende Überwachung der Verkehrsmenge im Tunnel löst bei Erreichen bestimmter Kapazitätsgrenzen in der Tunnelleitzentrale einen Stau-Voralarm aus. Mit verkehrsregelnden Maßnahmen werden dann Fahrzeugstaus vor den Tunnel verlegt.
- Betroffene Verkehrsteilnehmer können Störungs- oder Notrufmeldungen aus dem Tunnel absetzen. Dazu stehen in regelmäßigen Abständen Notrufsprechstellen mit Sicherung des Benutzers der Notrufsprechstelle durch Blinklicht zur Verfügung. Auch kann im Tunnel über Mobilfunk Hilfe angefordert werden. Die Weiterleitung der Notrufe über Mobilfunk aus dem Tunnel an die Tunnelleitzentrale oder die Leitstelle der Einsatzdienste mit Ortung der Anrufer wird durch entsprechende Vereinbarungen mit den Mobilfunkbetreibern sichergestellt.
- Bei Benutzung einer Notrufsprechstelle wird das Bild der beobachtenden Kamera in der Tunnelüberwachungsstation zur Absicherung des Vorgangs automatisch aufgeschaltet.
- Über die Lautsprecheranlage und über den Verkehrsfunk kann darüber hinaus der betroffene Verkehrsteilnehmer angesprochen werden, z. B. mit der Aufforderung, an einer Notrufsprechstelle Gründe für sein Anhalten anzugeben.

Die genannten Möglichkeiten bestehen auf der freien Strecke i. d. R. nicht. Die im Tunnel vorhandenen zusätzlichen Elemente zur Vermeidung von Störungen führen im Regelbetrieb dort – verglichen mit der freien Strecke - zu einem höheren Sicherheitsniveau. Sie sind aber notwendig, weil Störungen im Tunnel zu Ereignissen eskalieren können (vgl. 2.4).

2.3.4 Schutz von Tunnelnutzern und Personal bei Wartungsarbeiten

Im Fall planmäßiger Wartungsarbeiten oder Reparaturen im Tunnel wird die Sicherheit von Personal und der Tunnelnutzer durch folgende Elemente gewährleistet:

- Erstellung, Einübung und Einhaltung von detaillierten Sicherheitsplänen als Teile der Wartungspläne.
- Einrichtung von Fahrstreifensperrungen durch Wechselverkehrszeichen und Fahrstreifensignalgeber. An der Stelle, an der die Wartungsarbeiten stattfinden kommen Sicherungsfahrzeuge und weitere aufzustellende Markierungen wie Kegel oder Baken zum Einsatz.
- Der Tunnelraum ist so gestaltet, dass z. B. Revisionsschächte oder die Tunnelleuchten mit den erforderlichen Sicherheitsabständen zu den Fahrstreifen, also ohne die Einengung eines Fahrstreifens, erreicht und gewartet werden können.

Wartungsarbeiten im Tunnel haben eine höhere Frequenz als auf der freien Strecke. Mit den vorgenannten betriebstechnischen und betrieblichen Elementen wird jedoch ein gleiches Sicherheitsniveau erreicht.

2.3.5 Schutz des Bauwerks

Die Ausformung der Tunnelwände mit Ausbildung des unteren Wandbereichs als Betongleitwand weisen ebenso wie die Betonschutzwand entlang des Mittelstreifens im Trog anprallende Fahrzeuge ab und schützen so das Bauwerk vor Schäden. Die Betontübbings des Bohrtunnels sind zusätzlich mit einer massiven Anprallwand gegen Fahrzeuganprall geschützt.

Die an Tunneldecke und Tunnelwänden montierten Teile der betriebstechnischen Ausstattung sind durch Anprallwände und eine Höhenkontrolle geschützt. Letztere besteht aus einer mechanischen Höhenkontrolle vor der Tunneleinfahrt sowie Kontrollelementen an den jeweils letzten Anschlussstellen.

Der Tunnel ist mit einem baulichen Brandschutz nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik gemäß ZTV-ING [7] ausgerüstet, der im Brandfall das Bauwerk vor Versagen des Tragwerks schützt.

Das geschieht im Bereich des in offener Bauweise erstellten Tunnels mit einer entsprechenden Bewehrung und Betondeckung und im Bereich der aus Tübbingen gefertigten Röhren mit einer nachträglich eingebauten Brandschutzschicht.

2.3.6 Schutz vor Witterungseinflüssen

Sichtbehinderungen durch Nebel

In der Tunnelleitzentrale liegen die aktuellen Wetterdaten der Portalumgebung vor, Tunnel und Portalbereiche werden ständig visuell überwacht. Die Portale sind somit einer besonderen Beobachtung ausgesetzt. Wird Nebel gemeldet oder be-

obachtet, stellt der Operator anhand der Kamerabilder fest, ob der Nebel auch in den Tunnel zieht. Gegebenenfalls wird die Tunnellüftung aktiviert, die den Nebel entfernt.

Sichtbehinderungen durch beschlagene Windschutzscheiben

Ein bei ungünstigen Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Windverhältnissen in und außerhalb von Tunneln hin und wieder zu beobachtendes Phänomen ist das Beschlagen der (kalten) Windschutzscheiben von Fahrzeugen, die in den Tunnel einfahren. Beim Tunnel der EQ A 20 ist hierzu in der ersten Tunnelbetriebsphase zu beobachten, ob dieser Umstand bei der Elbquerung überhaupt eintritt und ggf. unter welchen Witterungsbedingungen. Die Wetterstationen können dann die Entwicklung eines derartigen Zustandes rechtzeitig anzeigen, sodass die Tunnelleitzentrale durch Aktivieren der Tunnellüftung entgegenwirken kann.

Starkwind in den Portalbereichen

Starkwind ist in der Region der Elbquerung A 20 nicht selten. Fahrzeuge, die ohne Seitenwind den Tunnel passieren, werden möglicherweise beim Verlassen des Tunnels schon im Trogbereich überraschend mit böigem Seitenwind konfrontiert. Die Tunnelleitzentrale wird bei ihren Beobachtungen der Tunnelportale und angesichts der vorliegenden Sturmwarnungen des Wetterdienstes rechtzeitig Geschwindigkeitsreduzierungen einrichten.

2.3.7 Schutz vor Überflutung des Tunnels

Da der Tunnel bei Bruch eines Deiches mit Überflutung der Trogumgebung auch als Düker wirken und auf diese Weise die Trogumgebung der anderen Elbseite gefährden könnte, ist die Elbquerung A 20 in das übergeordnete Sicherheitskonzept für den Landesschutz (Hochwassersicherheit) eingebunden.

Zur Verhinderung eines derartigen Ereignisses dienen die Trogumwallungen um die südlichen und den nördlichen Portalbereiche, deren Bestickhöhen in einem hydraulischen Gutachten [6] festgelegt wurden, in dem die zu erwartenden Katastrophen-Wasserstände beider Seiten ermittelt wurden.

Die Trogumwallungen umschließen die Trogbauwerke, die seitlich geführten Betriebsstraßen sowie den Bereich des Betriebsgebäudes ringförmig ein. Die Gradienten der A 20 wird in ihrer Höhenlage über diesen Ringdeich geführt.

Nach dem Hydraulischen Gutachten ist für den Lastfall „Deichbruch in Schleswig-Holstein“ in Niedersachsen ein Schutzniveau von NN +2,50 m und für den Lastfall „Schädigung Tunnel“ ebenfalls ein Schutzniveau von NN +2,50 m (Schutz des Hinterlandes) erforderlich. Da für Niedersachsen das gleiche Mindestschutzniveau wie für Schleswig-Holstein angesetzt wird, liegt das maßgebende Schutzniveau für den Endzustand damit bei NN +3,10 m. Der Lastfall „Deichbruch in Niedersachsen“ wird aufgrund der Lage des Trogbauwerkes hinter der 2. Deichlinie nicht betrachtet.

Die Tür- und Toröffnungen des Betriebsgebäudes sowie der Luke über den Rauchventilatoren liegen oberhalb des Schutzniveaus von NN +3,10 m.

Die Sicherheit der Tunnelnutzer stützt sich im Falle eines Deichbruchs darauf, dass in der Entwicklungsphase einer Überflutung die Trogmur auch in umgekehrter Richtung gegen das Eindringen von Wasser in den Tunnel wirkt und auf diese Weise für eine Tunnelräumung genügend Zeit bleibt. Dazu ist die Tunnelleitzentrale als „ständig besetzte Stelle“, von der aus der Tunnel überwacht wird, in die Alarmpläne des Katastrophenschutzes gezielt mit einbezogen.

2.4 Ereignisbewältigung

2.4.1 Allgemeines

Folgen aus unter den unter 2.3.3 genannten Störungen trotz vermeidender oder verhindernder Maßnahmen kritische Ereignisse (typische Schadensszenarien wie Unfall, Brand usw.) oder entstehen diese aus dem fließenden, zunächst ungestörten Regelverkehr, greift die Tunnelleitzentrale nach Detektion des Ereignisses unmittelbar ein. Informiert durch die ständige visuelle Überwachung des Verkehrs in der Tunnelleitzentrale und unterstützt durch zahlreiche technische Detektionseinrichtungen setzt der Operator bei Erkennen des Ereignisses die auf das jeweilige Ereignis spezifizierte Handlungsanweisung um, sichert die Ereignisstelle im Tunnel ab, leitet ggf. die Selbst- oder Fremddrettung der Tunnelnutzer und die Hilfeleistung ein und verfolgt das Ereignis bis zum Ende oder zur Übergabe an die jeweilige Meisterei.

2.4.2 Unfall

Die Häufigkeit eines Unfalls im Tunnel ist wegen der unter 2.3.2 genannten Maßnahmen im Vergleich mit der freien Strecke geringer. Mit dem Einsatz der nachfolgend beschriebenen Elemente der betriebstechnischen Ausstattung ist auch ein geringeres Schadensausmaß (z. B. gesundheitliche Unfallfolgen) zu erwarten.

- Ein Unfall wird entweder bei der visuellen Überwachung festgestellt oder direkt aus dem Tunnel von Betroffenen über Notrufsprechstellen oder Mobiltelefon gemeldet. Dazu stehen den Verkehrsteilnehmern im Tunnel Notrufsprechstellen sowie eine Mobilfunkübertragung zur Verfügung. Bei Nutzung der Notrufsprechstelle wird das Bild der beobachtenden Kamera in der Tunnelüberwachungsstation zur Absicherung des Vorgangs automatisch aufgeschaltet.
- Der Operator in der Tunnelleitzentrale wird auf diese Weise über das Schadensausmaß informiert. Gemäß den Handlungsanweisungen alarmiert er sofort die zuständigen Einsatzdienste.
- Durch die ständige visuelle Überwachung des Verkehrs ist der Operator in der Tunnelleitzentrale über die Entwicklung informiert und unterstützt die Bekämpfung der Unfallfolgen bis zum Abschluss des Einsatzes durch Übermittlung seiner Beobachtungen über Funk, durch gezielte Schaltungen der Beleuchtung, der verkehrstechnischen und bei Bedarf anderer Einrichtungen.
- Über die Lautsprecheranlage und über den Verkehrsfunk können betroffene Verkehrsteilnehmer und die möglicherweise dahinter im Stau stehenden Verkehrsteilnehmer angesprochen und über die Staugründe oder evtl. Gefahren aufgeklärt werden.
- Bei Unfällen (z. B. Kollision) ist eine Selbstrettung der Tunnelnutzer i. d. R. nur dann erforderlich, wenn infolge des Unfalls eine weitere Schadensentwicklung

stattfindet, z. B. wenn Schadstoffe austreten oder ein Brand ausbricht (vgl. 2.4.3).

- Der Austritt möglicherweise brennbarer Flüssigkeiten oder gefährlicher Chemikalien wird über Schlitzrinnen mit 50-m-Haltungen und abgeschottetem Sammlersystem auf einen engen Bereich reduziert. Durch Abschalten der sonst automatisch arbeitenden Pumpen wird ein Befördern umweltschädigender Flüssigkeiten unterbunden.

Die vorgenannten Detektions- und Handlungsmöglichkeiten bestehen bei der freien Strecke nicht. Hier müssen die betroffenen Verkehrsteilnehmer oder die anderen Verkehrsteilnehmer durch die Einhaltung der Hilfeleistungspflicht für eine Unfallfolgenbekämpfung bis zum Eintreffen der Einsatzdienste selbst sorgen. Das Sicherheitsniveau des Tunnels ist daher höher.

2.4.3 Brand

Vergleicht man die Folgen eines Fahrzeugbrandes im Tunnel zunächst ohne die betriebstechnische Ausstattung mit einem Fahrzeugbrand auf der freien Strecke stellt dieses Ereignis im Tunnel eine überaus kritische Situation dar. Während auf der freien Strecke der Rauch nach oben abziehen kann, verteilt er sich im Tunnel je nach Tunnelgeometrie mit großer Geschwindigkeit im gesamten Verkehrsraum.

Die Brandkatastrophen in den Alpen haben gezeigt, wie weitreichend die Folgen sein können. Jedoch haben eben diese Erfahrungen zu einem grundsätzlichen Umdenken im Hinblick auf das Sicherheitsdenken bei Straßentunneln geführt, insbesondere was den Brandschutz betrifft. Im Brandfall werden deswegen von den RABT besondere Maßnahmen gefordert, um die Sicherheit für Tunnelnutzer und Bauwerk zu gewährleisten. Diese Maßnahmen sind bei der Elbquerung umgesetzt.

Brandmeldung und Sperrung des Tunnels

Die Brandmeldeanlage des Tunnels der Elbquerung A 20 verfügt gemäß RABT 2.3 und 6.3.2 über verschiedene, unabhängig voneinander arbeitende Detektoren. Zusätzlich ist die von der Risikoanalyse [8] geforderte „verkürzte Detektion“ installiert, die nach dem Verfahren der automatischen Videobild-Auswertung arbeitet. Mit diesem Detektionsverfahren wird deutlich unter einer Minute nach Brandausbruch ein Brandalarm mit automatischer Weiterleitung zur Feuerwehr ausgelöst.

Der Operator in der Tunnelleitzentrale wird sofort, wenn er während seiner Überwachungstätigkeit das Entstehen eines Brandes im Tunnel feststellt, Brandalarm „von Hand“ auslösen.

Die Meldung von Bränden kann darüber hinaus auch durch Brandmeldungen betroffener Verkehrsteilnehmer über die Feuermelder bei den Notrufsprechstellen, die Notruftelefone selbst oder über Mobilfunk erfolgen.

Unmittelbar nach Auslösen des Brandalarms werden folgende Maßnahmen aktiviert:

- Beide Röhren des Tunnels werden mit automatisch ausfahrenden Schranken gesperrt, was das Einfahren weiterer Fahrzeuge in den Tunnel und somit das

weitere Anwachsen der Zahl gefährdeter Verkehrsteilnehmer verhindert. Gleichzeitig entsteht dadurch, dass nicht betroffene Verkehrsteilnehmer den Tunnel verlassen, in der gesamten nicht betroffenen Röhre ein sicherer Flucht- und Rettungsraum.

- Das Brandlüftungsprogramm wird ausgelöst. Damit wird im Brandbereich die Rauchabsaugung aktiviert, die den verrauchten Bereich wegen der beidseitig zuströmenden Frischluft eng begrenzt. In der nicht vom Brand betroffenen Röhre wird ein Luftüberdruck aufgebaut, der die Rauchfreihaltung der Fluchtquerschläge (Notausgänge in die nicht betroffene Röhre) sicherstellt.
- Um die Flucht und damit die Selbstrettung zu unterstützen, schalten sich automatisch die Orientierungsleuchten ein, die den Weg zu den Notausgängen anzeigen. Die Notausgänge sind auffällig grün leuchtend markiert und vom Verkehrsteilnehmer an jeder Stelle im Tunnel erkennbar.
- Die Tunnelnutzer werden per Einsprechen in die Tunnelübertragung des Verkehrsfunks und per Lautsprecher aufgefordert, ihre Fahrzeuge sofort zu verlassen, um sich über die Notausgänge in Sicherheit zu bringen.

Selbstrettung

Das Grundprinzip bei der Gewährleistung der Sicherheit ist insbesondere im Brandfall das Prinzip der Selbstrettung der Personen. Das gilt auf der freien Strecke wie im Tunnel.

Hierfür bietet der Tunnel die baulichen Möglichkeiten, die auf der freien Strecke nur teilweise notwendig sind. Während dort i. d. R. genügend Fluchträume im sicheren Abstand zur Gefahrenzone des brennenden Fahrzeugs vorhanden sind, die der Nutzer leicht und in kurzer Zeit erreichen kann, müssen solche Räume im Tunnel bereitgestellt werden. Außerdem muss der Nutzer dorthin geführt werden, da er nicht sofort erkennen kann, ob ihn ein bestimmter Weg in einen sicheren Bereich führt.

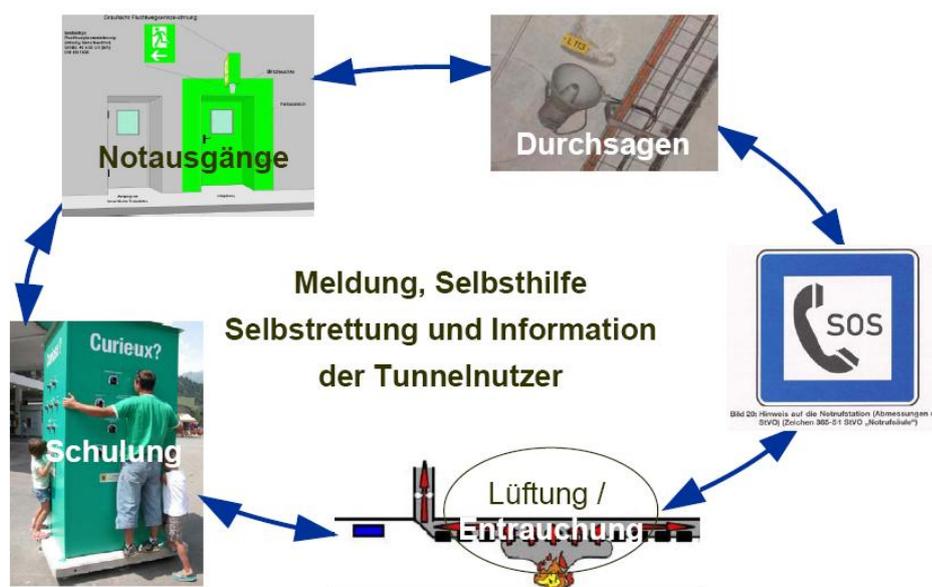


Abbildung 2-2: Meldung, Selbsthilfe, Selbstrettung und Information der Tunnelnutzer

Im Brandfall entscheiden in den unmittelbar betroffenen Bereichen die ersten ca. fünf Minuten über Personenschäden. Hier hängt es entscheidend davon ab, ob sich die Verkehrsteilnehmer dazu entschließen, sich durch sofortige Flucht selbst zu retten. Da die meisten nicht wissen, in welcher Gefahr sie sich befinden, müssen sie mit Mitteln der betriebstechnischen Ausstattung informiert, zum Verlassen des Fahrzeugs aufgefordert und in sichere Bereiche geleitet werden.

Somit ist für die mittelbar betroffenen Verkehrsteilnehmer, die die Situation möglicherweise nicht sofort erfassen können, die unmittelbare Unterstützung durch die Tunnelüberwachung - hier die Aufforderung zur Selbstrettung - die wichtigste Sicherheitsmaßnahme.

Wichtige Elemente für die Selbstrettung sind

- die unmittelbare Unterstützung durch die Tunnelüberwachung (Beobachtung, Lautsprecher- und Verkehrsfunkdurchsagen),
- die Orientierungsbeleuchtung, die auch bei Abdunkelung der Tunnelbeleuchtung durch Rauch die Richtung weist,
- die Fluchtwegkennzeichnung, die den Abstand zu den nächsten Notausgängen zeigt,
- die auffällige und unverwechselbare Kennzeichnung der Notausgänge selbst.

Darüber hinaus ist eine Schulung der Verkehrsteilnehmer über das Verhalten in Tunneln von großer Bedeutung. Unabhängig von der Tatsache ob der Fahrzeugbrand auf der freien Strecke oder im Tunnel stattfindet, werden die Feuerwehren am Brandort i. d. R. erst nach einigen Minuten eintreffen können.

Fremdrettung und Hilfeleistung

Für die Brandbekämpfung in den Brandphasen, die Rettung der Verkehrsteilnehmer aus dem Tunnel und deren nachfolgende Versorgung ist die Unterstützung der Einsatzdienste unerlässlich. Hierfür sind folgende bauliche und betriebstechnische Ausstattungselementen vorgesehen.

- Mit der Brandmeldung wird automatisch die Druckerhöhungsanlage der Wasserversorgung aktiviert und die gemäß RABT 6.4.2 erforderliche Löschwasserversorgung bereitgestellt.
- Zur Abkürzung der Zufahrtswege der Feuerwehr und anderer Einsatzdienste benutzen diese die Feuerwehrezufahrten an den oberen Trog-Enden. Nach dem Öffnen der Schranken (von der Tunnelleitzentrale aus fernbedient oder vor Ort möglich) ist eine Einfahrt in jede Röhre möglich. An den Trog-Enden werden Manövrier- und Aufstellflächen auch für größere Einsätze (Zelte, Hubschrauberlandeplatz) vorgehalten (vgl. Abbildung 2-3). Zum besseren Manövrieren unmittelbar vor den Tunnelportalen (Fahrbahnwechsel) können Einsatzfahrzeuge vor den Lüftungstrennwänden den Mittelstreifen quer.
- Die Kommunikation der Einsatzdienste und ihrer Fahrzeuge untereinander und mit ihrer Leitzentrale wird über diverse Funkkanäle sichergestellt. Über die Tunnelfunkanlage wird die Verbindung auch im Tunnel und mit der Tunnelleitzentrale aufrechterhalten.

Brandbekämpfung

Nach Eintreffen der Feuerwehr und ggf. anderer Einsatzdienste beginnen deren Einsätze nach diversen, an Brandorten im Tunnel und Brandgrößen orientierten Einsatzplänen. Für den Einsatzfall sind in den oberirdischen Betriebsgebäuden Nord und Süd Leitstände mit Blickkontakt zu Portal, in denen den für den Einsatzleiter alle für den Einsatz erforderlichen Informations- und Bedienfunktionen zur Verfügung stehen.

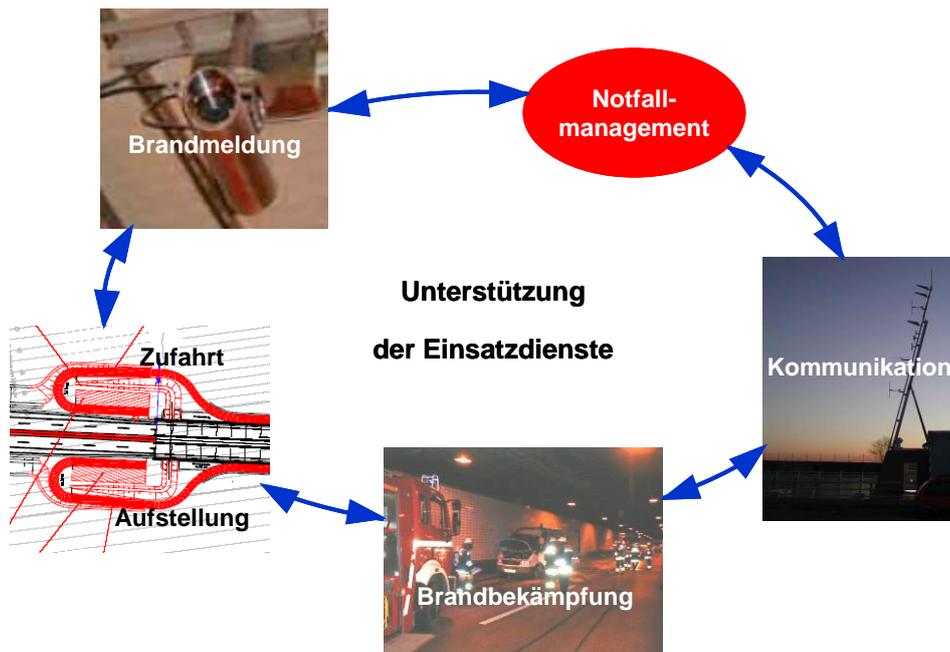


Abbildung 2-3: Unterstützung der Einsatzdienste

2.5 Berücksichtigung von Personen mit eingeschränkter Mobilität

Seit 2002 ist es gesetzlich vorgeschrieben, die Belange behinderter Personen bei der Gestaltung von Verkehrsanlagen zu berücksichtigen.

Die Planung der Elbquerung A 20 wurde auf Grundlage der RABT 2006 [2] durchgeführt. Diese beinhaltet zwar eine allgemeine Forderung, jedoch – von geringfügigen Ausnahmen abgesehen – noch keine konkreten Vorschriften darüber, wie der Tunnel für Personen mit eingeschränkter Mobilität, d. h. für einen über „behinderte Personen“ hinaus weiter gefassten Personenkreis (z. B. Kinder, alte Menschen), zu gestalten sei.

Während der Planungsarbeiten wurde neben anderen einschlägigen Entwicklungen ein Forschungsvorhaben durchgeführt, das sich u. a. mit der Frage befasst, welche Arten von Mobilitätseinschränkungen berücksichtigt werden können und welche konkreten baulichen, betriebstechnischen und betrieblichen Maßnahmen in Straßentunneln ergriffen werden können und müssen.

Um den daraus entstehenden Empfehlungen zu genügen müssen die Ergebnisse der inzwischen intensiv weiter geführten Diskussion im Rahmen der Ausführungsplanung zusammengefasst, analysiert, auf Anwendung für die Elbquerung

A 20 geprüft und dann in Form von Planänderungen und -ergänzungen angewendet werden.

Einzelne bauliche Elemente dieser Bedingungen sind jedoch bereits von der Planung berücksichtigt:

- Die Höhe des Hochbordes der Notgehwege beträgt derzeit 7 cm und ist damit von Rollstuhlfahrern grundsätzlich überwindbar. Im Zuge der weiteren Planung wird jedoch eine weitere Absenkung auf 3 cm angestrebt (voraussichtlicher Stand der Technik entsprechend der Fortschreibung der RABT/ZTV-ING).
- Die Lauffläche der Wege in die Querschläge (Verbindungen zwischen den Tunnelröhren) hinein und in den Querschlägen selbst weist keine Stufen auf und hat eine nur geringe Steigung.
- Die lichte Breite der Notausgangstüren ist mit 1,0 m größer als das für Rollstuhlfahrer notwendige Maß von 90 cm.

2.6 Projektentwicklung

2.6.1 Lichttechnische Untersuchung

Im Rahmen der Untersuchung „Lichttechnisches Gutachten zum Gestaltungskonzept der Bogenkonstruktion vor den Tunnelportalen“ (vgl. Anlage 7.2 in [1]) wurden die Abstände zwischen den Bogenelementen des Portals so gestaffelt, dass die Autofahrer weder bei der Ausfahrt aus dem Tunnel von der Sonne geblendet noch durch sogenannte Flimmereffekte abgelenkt werden.

2.6.2 Festlegung des Lüftungskonzepts

Das Lüftungskonzept (vgl. Anlage 7.3 in [1]) wurde als eine der wichtigsten Grundlagen der Planung des Gesamtbauwerks zu Beginn der Planung erstellt.

Dem Konzept liegen die Verkehrswerte, die Tunnelgeometrie und meteorologische Daten der Region zugrunde. Auslegung und Bemessung folgen den RABT.

Die Vordimensionierung der Entrauchung geht entsprechend den RABT von einer maximalen Brandleistung von 100 MW und einer Rauchproduktion von maximal 200 m³/s aus. Der resultierende Kamineffekt, thermo-meteorologische Einflüsse und die Verluste im Tunnelraum durch Fahrzeuge, Reibung, Ein- und Austritt der Luft in die Tunnelröhren sind berücksichtigt.

Aus den Lüftungs- bzw. Entrauchungskonzepten sind die für die Gestaltung des Bauwerks erforderlichen Angaben abgeleitet zur Ausbildung

- der im Tunnel benötigten Deckennischen für die Strahlventilatoren der Längslüftung.
- der Zwischendecken, Rauchkanalquerschnitte und Rauchabsaugöffnungen der Entrauchungsanlage.
- der Portale (Lüftungstrennwände zwischen den Fahrbahnen).
- der Entrauchungsbauwerke an den Tunnel-Enden mit Rauchkanalführung auf dem in offener Bauweise erstellten Tunnel, von außen zugänglichem Platz für die Axialventilatoren, Raum für Sperrklappen und Schalldämpfer und dem in das Betriebsgebäude integrierten Entrauchungskamin.

2.6.3 Festlegung des Abstandes der Notausgangsabstände

Zur Kompensation der besonderen Charakteristik „Gradientenneigung > 3 %“ im Bereich der Nordrampe wurden dort die Abstände der Notausgänge von ca. 290 m, die sonst im Tunnel eingehalten sind, auf ca. 250 m verkürzt, um im Falle einer schnelleren Verrauchung der Röhre durch Verkürzung der Fluchtwege die Bedingungen für die Selbstrettung der Betroffenen zu verbessern.

2.6.4 Risikoanalyse

Die RABT fordern bei Tunneln, die länger als 400 m sind, in folgenden Fällen Risikoanalysen:

1. Wenn ein Tunnel im Hinblick auf die in RABT, Abschnitt 0.4, genannten Parameter besondere Charakteristiken aufweist, ist per Risikoanalyse festzustellen, ob zur Gewährleistung der Sicherheit zusätzliche Maßnahmen oder weitere Ausrüstungen erforderlich sind, die über dem Standard der RABT liegen (Abschnitt 0.5).
2. Die Zulässigkeit einer Längslüftung ist in bestimmten Fällen per Risikoanalyse zu belegen (Abschnitt 4.3.3).
3. Die Zulässigkeit von Gefahrguttransporten ist per Risikoanalyse zu belegen (Abschnitt 9).
4. Bei Abweichungen von den RABT ist die Gleichwertigkeit gewählter Kompensationsmaßnahmen durch Risikoanalysen nachzuweisen (Abschnitt 0.5).

Eine Risikoanalyse (zu 1.) wurde durchgeführt (vgl. [8]). Sie zeigt, dass der Sicherheitsstandard des Tunnels Elbquerung den Anforderungen der RABT genügt, wenn im Tunnel zusätzlich eine Geschwindigkeitskontrolle installiert und die „verkürzte Detektion“ mit Hilfe neuester Methoden der Forschung und Entwicklung verbessert wird.

Maßnahmen hinsichtlich der besonderen Charakteristik „Tunnelportal unterhalb des GW-Spiegels“ (vgl. Tabelle 2-1) sind in 2.3.7 behandelt.

Die Zulässigkeit einer Längslüftung (zu 2.) ist hier nicht relevant.

Die Zulässigkeit von Gefahrguttransporten (zu 3.) wird erst im Zuge der Inbetriebnahme geregelt.

2.6.5 Gutachten zur Bewertung der Möglichkeiten des Feuerwehreinsatzes

In einem Gutachten wurde u. a. die Forderung erhoben, angesichts der begrenzten Möglichkeiten der örtlichen Feuerwehren im Tunnel eine automatische Brandbekämpfungsanlage (ABBA) einzurichten.

2.6.6 Automatische Brandbekämpfungsanlage (ABBA) - Risikoanalyse

Um zu klären, ob von einer automatischen Brandbekämpfungsanlage (ABBA) ein wirksamer Beitrag zur Risikominderung zu erwarten ist, wurde die quantitative Risikoanalyse [8] um die Beantwortung dieser speziellen Frage erweitert.

Die ermittelte geringfügige Verbesserung der Sicherheitssituation steht jedoch in keinem Verhältnis zu den zu erwartenden Kosten, sodass diese Option nicht weiter verfolgt wird.

2.6.7 Untersuchung zu Flächen für Einsatzdienste

In einer den Straßenentwurf ergänzenden Untersuchung [12] wurden Einzelheiten zu Flächen entwickelt und festgelegt, die den Einsatzdiensten für den Fall eines umfangreicheren Ereignisses im Tunnel mit ca. 50 Verletzten bzw. hilfsbedürftigen Personen zur Verfügung stehen sollen.

3 Zusammenfassung

Für das Bauwerk Elbquerung A 20 ist nach den Forderungen der RABT [2] und den Empfehlungen des Leitfadens [3] ein Gesamtsicherheitskonzept erstellt, das den derzeitigen Stand beschreibt.

Noch nicht endgültig beschrieben ist der Umgang mit der Sicherheit von Personen mit eingeschränkter Mobilität (vgl. 2.5). Da die zum Zeitpunkt der Planung noch nicht verfügbaren Planungsrundlagen zu dieser speziellen Frage derzeit konkretisiert werden und zu erwarten ist, dass hierzu in Kürze ein „Stand der Technik“ vorliegen wird, kann die Planung nunmehr ergänzt werden.

Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt K 28 (Niedersachsen) bis B 431 (Schleswig-Holstein)

Gesamtsicherheitskonzept – Stand 03.03.2011

VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

BAST	Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
BMVBS	Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
CO-Gehalt	Kohlenmonoxid-Gehalt
DTV	Durchschnittlicher Täglicher Verkehr (Summe Kfz in beiden Richtungen)
FFW	Freiwillige Feuerwehr
FGSV	Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Köln
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
Fz	Fahrzeuge
GW	Grundwasser
MW	Megawatt
NN	Normalnull
OVG	Oberverwaltungsgericht
RAA	Richtlinien für die Anlage von Autobahnen
RABT	Richtlinien für Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln, Ausgabe 2006
RQ ... Tr	Regelquerschnitt Tunnel (mit reduziertem Seitenstreifen)
StUVA	Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen
SV	Schwerlastverkehr
TÜS	Tunnelüberwachungsstation
ZIS	Zentrale intelligente Steuerung
ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Ingenieurbauwerke

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] FGSV, Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), 10. Entwurf Vorlage LA 2 (11/2005)
- [2] FGSV, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT), Ausgabe 2006, Köln 2006
- [3] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBDS), Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Leitfaden zur Erstellung einer Sicherheitsdokumentation gemäß RABT 2006 (Abschnitt 1.1.5), Entwurf, ILF, 2009
- [4] Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt K 28 (Niedersachsen) bis B 431 (Schleswig-Holstein), Bauwerksentwurf Elbquerung, Itzehoe 2008
- [5] Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Bauentwurf Abschnitt K 28 (Niedersachsen) bis B 431 (Schleswig-Holstein) mit Elbquerung, Itzehoe 2007
- [6] Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Wasserbau, Neubau der A 20, Katastrophenfall Deichbruch, Hydraulisches Gutachten zur Abschätzung der Folgen, Hamburg 2006
- [7] Bundesanstalt für Straßenwesen, Zusätzliche Technische Vertragsvorschriften (ZTV-ING), Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund 2006
- [8] BUNG, BASELER+PARTNER, PTV: Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt K 28 (Niedersachsen) bis B 431 (Schleswig-Holstein), Risikoanalyse Elbquerung, Itzehoe 2010 (Entwurfassung)
- [9] Wagener T.; Grossmann, H.; Hintzke, A.; Sieger, V.: Berücksichtigung der Belange behinderter Personen bei Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch-Gladbach, 2009
- [10] D. Tetzner, C. Steinert, M. Riva: Untersuchung von risikorelevanten Gesichtspunkten sowie Bewertung der Möglichkeiten und Grenzen des Feuerwehreinsatzes für den Tunnel Elbquerung im Zuge der A 20 bei Drochtersen und Kollmar (DMT-Bericht-Nr. 2060 1277 1), Leipzig 2009
- [11] BUNG, BASELER+PARTNER, PTV: Elbquerung BAB A 20 bei Glückstadt, Untersuchung der Wirksamkeit einer automatischen Brandbekämpfungsanlage, Zusatzbericht zur Risikoanalyse, Itzehoe 2010
- [12] OBERMEYER, Neubau der EQ A 20/A26, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt K28 bis Landesgrenze Niedersachsen, Flächen für Einsatzdienste am südlichen Tunnelportal, Hamburg 2010