

**SOCOTEC**

# ZPP INGENIEURE

## Tunnelsicherheit



## Beschleicht auch Sie ein ungutes Gefühl, wenn Sie in einen Tunnel einfahren? Dabei sind die Zeiten, in denen Tunnel dunkle Löcher im Berg waren, längst vorbei.

Heutzutage sind die meisten Tunnel hell, übersichtlich und sicherheitstechnisch bestens ausgerüstet. Dafür sorgen seit 1993 die „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT)“, die zurzeit gültig in der Version 2006 vorliegen.

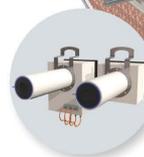
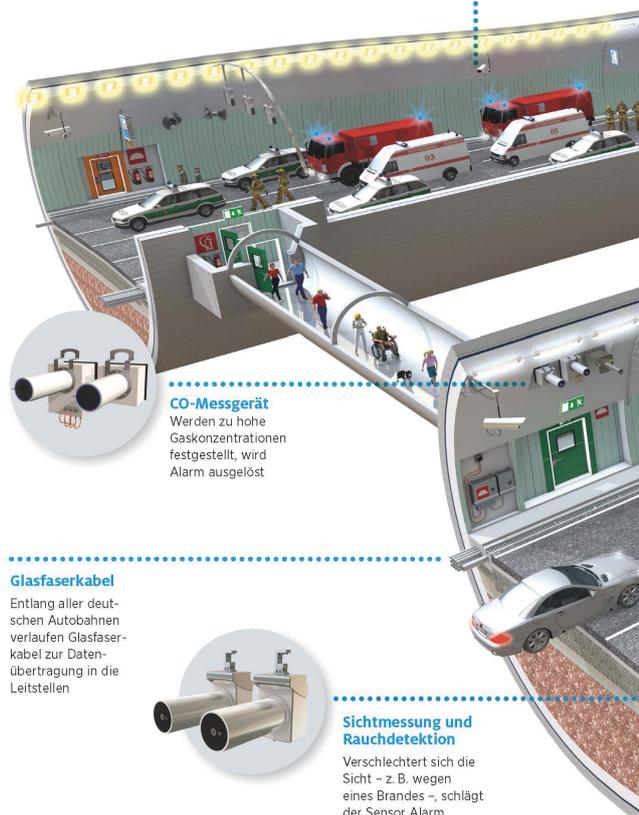
Die RABT definiert für die rund 400 Straßentunnel in Deutschland - mit einer Gesamtlänge der Röhren von etwa 350 Kilometern - Anforderungen hinsichtlich organisatorischer, bautechnischer und sicherheitstechnischer Ausstattung, die einen sicheren Betrieb gewährleisten. Nachweislich ist dadurch die Unfallhäufigkeit in Tunneln geringer als auf der freien Strecke. Neben der Vermeidung von Ereignissen stehen insbesondere die Selbstrettungsmöglichkeiten der Tunnelnutzer im Fokus. Eine schnelle Detektion eines Ereignisses, die kontinuierliche Überwachung des Betriebs, die Möglichkeiten zur Kommunikation mit den Tunnelnutzern und bestens gekennzeichnete Fluchtwege sollen auch im Fall eines Brandereignisses eine schnelle und erfolgreiche Flucht ermöglichen. Ebenso werden die Einsatzdienste durch die Ausstattung optimal bei der Rettung unterstützt.

Die Ausstattung der Tunnel wird dabei in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke, der Tunnellänge und anderen Gegebenheiten gestaffelt. Gegebenenfalls wird diese aufgrund von Risikoanalysen noch weiter angepasst.



### Videokameras

Sie beobachten jeden Abschnitt des Tunnels. Die Bilder werden in die Leitstelle übertragen



**CO-Messgerät**  
Werden zu hohe Gaskonzentrationen festgestellt, wird Alarm ausgelöst

**Glasfaserkabel**  
Entlang aller deutschen Autobahnen verlaufen Glasfaserkabel zur Datenübertragung in die Leitstellen



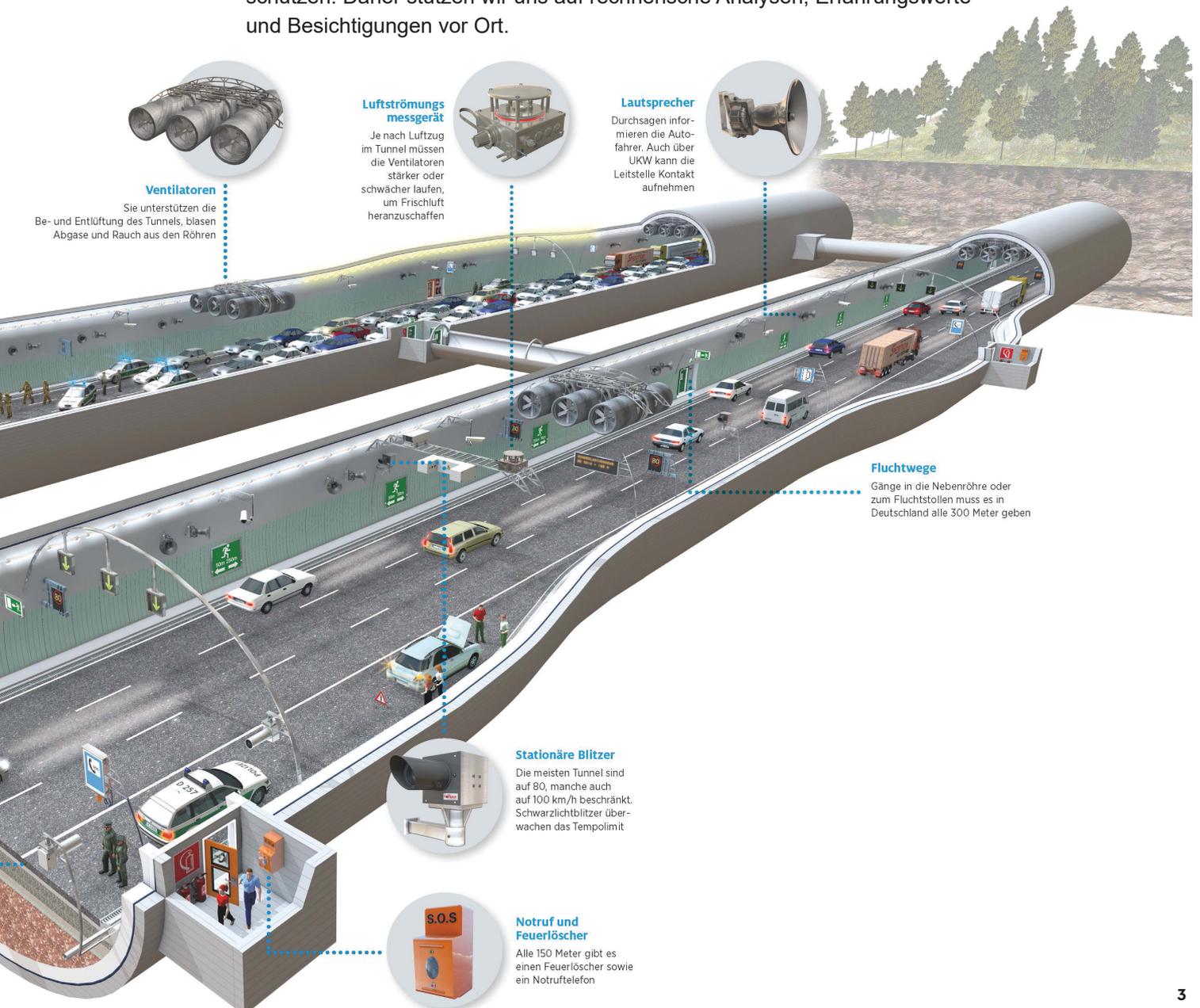
**Sichtmessung und Rauchdetektion**  
Verschlechtert sich die Sicht - z. B. wegen eines Brandes -, schlägt der Sensor Alarm

# SICHERHEITSDOKUMENTATION

Gemäß den Anforderungen der RABT ist für Tunnelbauwerke - hierzu zählen auch teilabgedeckte Bauwerke wie z. B. Galerien und Einhausungen - eine Sicherheitsdokumentation zu erstellen. Diese wird bereits in der Planungsphase begonnen, muss zur Inbetriebnahme vorliegen und wird im Zuge des Betriebs fortgeschrieben.

Während der Erstellung der Sicherheitsdokumentation werden alle wesentlichen, den sicheren Tunnelbetrieb betreffenden, Maßnahmen, mit einer Vielzahl von Beteiligten (Planern, Betreibern, Behörden, Einsatzdiensten) erörtert, festgelegt und die Hintergründe dieser Festlegungen dokumentiert. Wenn sich im laufenden Betrieb entsprechende Randbedingungen ändern, können die Maßnahmen auf dieser Grundlage überprüft und ggf. angepasst werden.

Eine möglichst realistische Sicherheitsbewertung kann helfen, Menschenleben zu schützen. Daher stützen wir uns auf rechnerische Analysen, Erfahrungswerte und Besichtigungen vor Ort.



## Ventilatoren

Sie unterstützen die Be- und Entlüftung des Tunnels, blasen Abgase und Rauch aus den Röhren

## Luftströmungsmessgerät

Je nach Luftzug im Tunnel müssen die Ventilatoren stärker oder schwächer laufen, um Frischluft heranzuschaffen

## Lautsprecher

Durchsagen informieren die Autofahrer. Auch über UKW kann die Leitstelle Kontakt aufnehmen

## Fluchtwege

Gänge in die Nebenröhre oder zum Fluchtstollen muss es in Deutschland alle 300 Meter geben

## Stationäre Blitzler

Die meisten Tunnel sind auf 80, manche auch auf 100 km/h beschränkt. Schwarzlichtblitzler überwachen das Tempolimit

## Notruf und Feuerlöscher

Alle 150 Meter gibt es einen Feuerlöscher sowie ein Notruftelefon

**Für alle Bereiche der Tunnelsicherheit verfügen die ZPP INGENIEURE über die entsprechenden Spezialisten. In gut vernetzten Teams entstehen komplexe Lösungen zur Sicherheit Ihrer Bauwerke.**

#### **GESAMTSICHERHEITSKONZEPT**

Im Gesamtsicherheitskonzept werden alle im Tunnel vorhandenen sicherheitstechnischen Maßnahmen betrachtet. Dazu gehören laut der RABT insbesondere die Einrichtungen zur Schadensverhütung, Schadensminderung, Schadensmeldung, zur Unterstützung der Selbst- und Fremddrettung von Personen sowie zur Hilfeleistung im Brandfall.

Für verschiedene Schadensszenarien werden die Abläufe von der Schadensdetektion bzw. Schadensmeldung, über Warnung der anderen Verkehrsteilnehmer bis hin zum Eintreffen der Rettungskräfte, betrachtet und analysiert. Dabei spielen funktionale sowie zeitliche Aspekte eine entscheidende Rolle.

#### **ALARM-/GEFAHRENABWEHRPLÄNE**

Auf Grundlage der RABT ist die für den Betrieb eines Straßentunnels zuständige Stelle für die Erstellung von Alarm- und Gefahrenabwehrplänen (AGAP) verantwortlich.

In den AGAPs werden hauptsächlich Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sowie Abläufe im Ereignisfall verbindlich geregelt. Die Festlegungen werden meist in Handlungsanweisungen, zum Beispiel für Operatoren in Tunnelleitzentralen, umgesetzt. Wichtig ist insbesondere auch die einvernehmliche Abstimmung mit den BOS-Kräften (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben).

#### **FEUERWEHRPLÄNE**

Für Tunnelbauwerke ist die Erstellung von Feuerwehrplänen nach DIN 14095 erforderlich. Diese werden von den Feuerwehren auf den Einsatzfahrzeugen mitgeführt und geben ihnen einen schnellen Überblick über die sicherheitstechnische Ausstattung (Brandmeldezentrale, Feuerwehrschrüsseldepots, Wasserentnahmestellen u. ä.) sowie über besonders zu beachtende Gegebenheiten, wie z. B. Absperrschieber und spannungsführende Teile.

#### **BRANDSIMULATION**

Brandsimulationen werden mit einem CFD-Programm (Computational Fluid Dynamics), wie z. B. FDS („Fire Dynamics Simulator“) des NIST („National Institute of Standards and Technology“) oder OpenFOAM® durchgeführt. Mittels dieser Werkzeuge können Tunnelbrände simuliert und wesentliche, für die Selbstrettung maßgebende Zusammenhänge analysiert und damit Evakuierungsberechnungen durchgeführt werden.

Zudem wird überprüft, wo im Ereignisfall Schutzziele nicht eingehalten werden und wie viele Tunnelnutzer zu Schaden kommen könnten. Die Ergebnisse werden in Ereignisbäumen mit den ermittelten Häufigkeiten verknüpft und fließen so in die Risikoberechnung ein.

### **RISIKOANALYSEN**

Einige Tunnel weisen besondere Charakteristiken auf, die in der RABT als sicherheitsbeeinflussende Parameter benannt sind. Für diese besonderen Charakteristiken oder bei Abweichungen von den Vorgaben der RABT sind Risikoanalysen und Sicherheitsbewertungen durchzuführen. Weiterhin sind unter bestimmten Voraussetzungen Risikoanalysen zur Festlegung der Lüftungsart und hinsichtlich der Zulässigkeit von Gefahrguttransporten durch den Tunnel (s. o.) erforderlich.

Je nach erforderlicher Untersuchungstiefe wird eine qualitative oder quantitative Risikoanalyse durchgeführt. Bei einer qualitativen Analyse werden Abweichungen zu den Anforderungen nach RABT entsprechend ihrer Auswirkung im Schadensfall analysiert und hinsichtlich des vorhandenen Sicherheitsniveaus qualitativ bewertet.

Bei einer quantitativen Untersuchung erfolgt eine tiefer gehende Auswertung, bei der das Risiko als Produkt aus Häufigkeit und Ausmaß quantifiziert wird. Für die Häufigkeiten werden dabei, soweit vorhanden, statistische, probabilistische oder empirisch gewonnene Daten herangezogen. Das Ausmaß wird mittels numerischer Verfahren, zum Beispiel über Ausbreitungsberechnungen oder Brandsimulationen, bestimmt. Durch Vergleich mit einem, den Anforderungen der RABT entsprechenden, Vergleichstunnel kann dann quantifiziert werden, inwieweit ein vergleichbares Sicherheitsniveau vorhanden ist. Gegebenenfalls ist eine Kompensation vorzusehen und die Wirksamkeit der Maßnahme entsprechend nachzuweisen.

### **KATEGORISIERUNGSBERECHNUNG**

Für den Transport von Gefahrgut durch den Tunnel hat die zuständige Behörde eines ADR-Vertragsstaates (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) ihre Straßentunnel, je nach Resistenz gegenüber einem Ereignis, einer festgelegten Tunnelkategorie von A bis E zuzuordnen.

Auf Basis nationaler Richtlinien wird diese „Resistenz“ mittels festgelegter Verfahren bestimmt und so die Grundlage für die geforderte Einstufung geschaffen.

# WAS KÖNNEN WIR FÜR SIE TUN?

Bereits seit 1988 integrieren wir computerunterstützte Technologien in unsere Arbeit. Nicht als Selbstzweck, sondern um den immer komplexeren Anforderungen im Bauwesen gerecht zu werden. Auf Basis dieser langjährigen Erfahrung mit den unterschiedlichsten IT-Infrastrukturen und Softwareangeboten können wir in jedem unserer Leistungsbereiche digitale Methoden bestmöglich im Sinne unserer Kunden nutzen. ZPP INGENIEURE ist seit vielen Jahren auf das Thema Tunnelsicherheit spezialisiert und unterstützt Tunnelbetreiber in unterschiedlichen Leistungsbereichen und Funktionen.

## LEISTUNGSBEREICHE

- › Neubau
- › Ertüchtigung/Nachrüstung
- › Lebenszykluskosten
- › Machbarkeitsstudien
- › Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen
- › Gesamtsicherheitskonzepte
- › Alarm- und Gefahrenabwehrpläne
- › Risikoanalysen (qualitativ/quantitativ)
- › Kategorisierungsberechnungen nach ADR
- › Feuerwehrpläne nach DIN 14095
- › Brand- und Rauchgassimulationen
- › Sicherheitskonzepte/-gutachten
- › Berichte über Störungen
- › Pläne für Sicherheitsunterweisungen/-übungen
- › Sicherheits- und Ausstattungskonzepte
- › Sicherheitsdokumentationen

## FUNKTION

- › Planer
- › Gutachter
- › Berater
- › Sicherheitsbeauftragter
- › Tunnelmanager

### TUNNEL HÖLZERN - STUTTGART

ZPP INGENIEURE wurde vom Land Baden-Württemberg beauftragt, den Tunnel Hölzern hinsichtlich seiner Eignung zum Transport gefährlicher Güter gutachterlich zu bewerten.

Kategorisierungsberechnung (ADR2007)

### RHEINUFERTUNNEL - DÜSSELDORF

ZPP INGENIEURE wurde von der Stadt Düsseldorf mit der Erstellung einer quantitativen Risikoanalyse beauftragt.

Risikoanalyse

### ALTSTADTTUNNEL - ARNSBERG

Der Planungsauftrag für den Altstadttunnel beinhaltete die Erstellung des Alarm- und Gefahrenabwehrplans nach RABT 2006 und des Gutachtens zur Kategorisierung von Straßentunneln nach ADR.

Alarm-/Gefahrenabwehrplan  
Kategorisierungsberechnung (ADR2007)

### TUNNEL HOHENTWIEL - SINGEN

Der Planungsauftrag beinhaltete die Erstellung der Alarm- und Gefahrenabwehrpläne, der Sicherheitsdokumentationen, inkl. Gesamtsicherheitskonzept.

Alarm-/Gefahrenabwehrplan Sicherheitsdokumentation

### TUNNEL GROSSER BUSCH - WUPPERTAL

Der Planungsauftrag für den Tunnel Großer Busch beinhaltete die Erstellung einer Sicherheitsdokumentation, inkl. Gesamtsicherheitskonzept und Risikoanalyse nach RABT 2006.

Sicherheitsdokumentation  
Risikoanalyse

### KATZENBERGTUNNEL - WÜRZBURG

Gemäß den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT 2006) wurde für die Autobahndirektion Nordbayern ein Alarm- und Gefahrenabwehrplan erstellt.

Alarm-/Gefahrenabwehrplan  
Feuerwehrpläne

## TUNNELBAUMANAGER SICHERHEITSBEAUFTRAGTER

Gemäß den Anforderungen der RABT ist für jeden Tunnel in dessen Geltungsbereich eine besondere Organisationsstruktur aufzubauen. Wesentlicher Bestandteil der Struktur sind der Tunnelmanager und der Sicherheitsbeauftragte. Die Tätigkeit als Tunnelmanager erfordert ein hohes Fachwissen, über das unsere Mitarbeiter nachweislich verfügen.

Im Verantwortungsbereich eines Sicherheitsbeauftragten bzw. Tunnelmanagers liegen die baulichen, technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards. Zu seinen Aufgaben gehören z. B. die Prüfung von Planunterlagen, die Dokumentation von Störungen und Unfällen im Betrieb, die Aktualisierung der Sicherheitsdokumentation und die Erstellung der Alarm- und Gefahrenabwehrpläne sowie einiges mehr.

## EINIGE UNSERER REFERENZEN

Sicherheitsdokumentationen, Alarm- und Gefahrenabwehrpläne, Feuerwehrpläne, Risikoanalysen und Kategorisierungsberechnungen wurden für mehr als 50 Tunnelbauwerke, sowohl bei Neubauten als auch bei Tunneln aus dem Nachrüstprogramm, erstellt.

Folgende Tunnelbauwerke gehören dazu:

- › Mainz-Hechtsheim, Glockenberg, St. Barbaratunnel, Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz
- › Sämtliche Tunnel im Verantwortungsbereich des Landesbetrieb Straßenbau NRW, Autobahnniederlassung Hamm
- › Tunnel Huttrop, Birth, Großer Busch, Galerie Hansastrasse, Landesbetrieb Straßenbau NRW, Autobahnniederlassung Krefeld
- › Tunnel Schwäbisch Gmünd, Hohentwiel, Heilsberg, Hölzern, Schemmelsberg, Regierungspräsidium Stuttgart - Referat 43
- › Katzenbergtunnel, Autobahndirektion Nordbayern
- › Josef-Deimer-Tunnel, Stadt Landshut
- › Altstadtunnel, Tunnel Friedrichstraße, Stadt Arnberg
- › Tunnel Olfen-Selm, Wasserstraßen-Neubauamt Datteln
- › Nachrüstung von 6 Straßentunneln, Stadt Köln
- › Rheinufertunnel, Stadt Düsseldorf



Photo credits: © ADAC - © phokrates/Fotolia