



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Strassen ASTRA**

**Richtlinie**

Ausgabe 2007 V2.10

# **Branddetektion in Strassentunneln**

**ASTRA 13 004**

**ASTRA OFROU USTRA UVIAS**

# Impressum

## **Autore(n)/Arbeitsgruppe**

Allemann Martin (ASTRA, Vorsitz)  
Steinemann Urs (Ing. Büro)  
Zumsteg Franz (Ing. Büro)

## **Herausgeber**

Bundesamt für Strassen ASTRA  
Abteilung Strassennetze N  
Standards, Forschung, Sicherheit SFS  
3003 Bern

## **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch) herunter geladen werden.

© ASTRA 2007

Abdruck - ausser für kommerzielle Nutzung - unter Angabe der Quelle gestattet.

## Vorwort

Die Strassentunnel sind zur Gewährleistung der Sicherheit der Tunnelbenützer mit einer Vielzahl von Komponenten ausgestattet. Die Alarmierung des Dienst- und Einsatzpersonals im Ereignisfall und die Auslösung der entsprechenden automatischen Prozesse müssen über eine zuverlässige Detektion erfolgen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Brandereignisse. Ihre rasche Erkennung ist wesentlich für die Alarmierung und Inbetriebsetzung der weiteren Sicherheitseinrichtungen.

Die vorliegende Richtlinie legt einen Standard fest für die Detektion von Bränden in Strassentunneln. Sie bezieht die bisherigen Erfahrungen ein und weitet insbesondere die Detektion auf die Erfassung von Bränden mit geringem Temperaturanstieg im Fahrraum aus. Die Richtlinie „*Branddetektion in Strassentunneln*“ ist im Zusammenhang mit der Richtlinie „*Lüftung der Strassentunneln*“ [4] zu sehen, die auf eine rasche Detektion eines Brandes aufbaut.

### **Bundesamt für Strassen**

Dr. Rudolf Dieterle  
Direktor



# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
	<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1	Zweck der Richtlinie .....	7
1.2	Geltungsbereich .....	7
1.3	Adressaten .....	7
1.4	Inkrafttreten .....	7
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Anforderungen an die Branddetektion</b> .....	<b>9</b>
3.1	Grundlegende Anforderungen.....	9
3.1.1	Aufgaben der Branddetektion .....	9
3.1.2	Einsatzbereich.....	9
3.1.3	Ereignisarten .....	9
3.1.4	Anforderungen an die zeitliche Branderkennung.....	9
3.1.5	Anforderungen an die räumliche Branderkennung .....	10
3.2	Anforderungen an die Geräte.....	10
3.2.1	Sensitivitäten .....	10
3.2.2	Temperaturfestigkeit .....	10
3.2.3	Ausfallsicherheit .....	10
3.2.4	Schutzarten .....	10
3.2.5	Automatische Funktionsüberwachung .....	10
3.2.6	Unterhalt.....	10
<b>4</b>	<b>Elemente der Branddetektion</b> .....	<b>11</b>
4.1	Anordnung des Sensors im Tunnel.....	11
4.2	Anforderungen an die Datenarchivierung .....	11
4.3	Schnittstellen zur Systemumgebung.....	11
4.3.1	Energieversorgung.....	11
4.3.2	Datenübermittlung zu Nebensystemen.....	11
4.3.3	Bauliche Massnahmen .....	11
<b>5</b>	<b>Bedienung und Betrieb</b> .....	<b>12</b>
5.1	Grundanforderungen.....	12
5.2	Bedienung im Ereignisfall.....	12
5.3	Funktionstests .....	12
	<b>Anhänge</b> .....	<b>13</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>17</b>
	<b>Auflistung der Änderungen</b> .....	<b>19</b>



# 1 Einleitung

## 1.1 Zweck der Richtlinie

Brände mit starker Rauch- und je nach Situation mit grosser Wärmeentwicklung stellen in Strassentunneln eine grosse Gefährdung für die Tunnelbenützer dar. Die rasche Erkennung eines Brandes ist die Voraussetzung für die wirksame Funktion der Sicherheitseinrichtungen, wie der Alarmierung der Tunnelbenützer und der Ereignisdienste, der Signalisation und der Lüftung.

Die Branddetektion ist eine Art der Ereignisdetektion. Diese Richtlinie will erreichen, dass die Einrichtungen der Branddetektion in den Tunneln dem Stand der Technik entsprechen und der technische Ausbaustand der verschiedenen Tunnelanlagen angeglichen wird.

Die in dieser Richtlinie umschriebenen Elemente der Branddetektion sind im Zusammenhang zu sehen mit der Ereignisdetektion durch das Verkehrsfernsehen, die in einer eigenen Richtlinie [3] behandelt ist.

Die Beschreibung der Datenkommunikation ist nicht Teil dieser Richtlinie.

## 1.2 Geltungsbereich

Die Richtlinie gilt für Planung, Projektierung, Realisierung und Nutzung für alle Neubauten und Sanierungen bzw. Nachrüstungen von Anlagen. Sie ist verbindlich für alle vom Bund mitfinanzierten Strassentunnel.

Der Inhalt dieser Richtlinie konzentriert sich auf die Branddetektion im Fahrraum.

## 1.3 Adressaten

Die Richtlinie dient den Bauherrn, den beauftragten Planern und Ingenieuren für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) und den übrigen involvierten Stellen als Grundlage.

## 1.4 Inkrafttreten

Die vorliegende Richtlinie „*Branddetektion in Strassentunneln (Ausgabe 2007)*“ tritt am 15.10.2007 in Kraft.

## 2 Grundlagen

Bei der Planung von Anlagen zur Branddetektion sind insbesondere die folgenden Grundlagen zu berücksichtigen:

- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein *SIA (2004)*, „Projektierung Tunnel - Grundlagen“, *SIA-Norm 197* [1];
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein *SIA (2004)*, „Projektierung Tunnel - Strassentunnel“, *SIA-Norm 197/2* [2];
- Bundesamt für Strassen *ASTRA (2005)*, „Verkehrsfenster“, *Richtlinie ASTRA 13005 (Entwurf 2005)* [3];
- Bundesamt für Strassen *ASTRA (2008)*, „Lüftung der Strassentunnel“, *Richtlinie ASTRA 13001, V2.00* [4];
- Bundesamt für Strassen *ASTRA (2008)*, „Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln“, *Richtlinie ASTRA 13002, V1.00* [5];
- Europäische Norm, „Schutzarten durch Gehäuse (*IP Code*)“, *EN 60529* [6].

## 3 Anforderungen an die Branddetektion

### 3.1 Grundlegende Anforderungen

#### 3.1.1 Aufgaben der Branddetektion

Die Sicherheit der Tunnelbenützer steht im Vordergrund. Im Hinblick auf die Selbstrettung ist die rasche Detektion eines Brandes von grösster Bedeutung.

Die Brandmeldeanlage erkennt rasch einen Brand bzw. eine erhöhte Rauchdichte, und setzt einen Alarm ab und initialisiert sofort den situationsgerechten Betrieb der Tunnellüftung. Nach einer Vorhaltezeit werden die Ereignisdienste alarmiert sowie die Tunnelbenützer durch die Signalisierung im Fahrraum gewarnt, und der Verkehr wird situationsgerecht gesteuert.

#### 3.1.2 Einsatzbereich

Eine Anlage zur automatischen Branddetektion ist in allen Tunneln einzurichten, die Sicherheitseinrichtungen und/oder eine Lüftung für den Ereignisfall aufweisen. Der Einsatz einer Anlage zur automatischen Branddetektion in Tunneln ohne diese Einrichtungen bei Tunnellängen über 300 m ist zu prüfen.

Die Erforderlichkeit einer Rauchdetektion in Sicherheitsstollen, insbesondere beim Einströmen der Aussenluft, ist zu überprüfen.

Eine Branddetektion wird weder in Querverbindungen noch in technischen Räumen gefordert, falls sich darin keine Einrichtungen mit erhöhter Brandgefahr befinden.

#### 3.1.3 Ereignisarten

Die Anlage der Branddetektion muss für folgende Ereignisse ausgelegt werden:

Brand mit rascher Entwicklung und grosser Wärmefreisetzung.

- Grosse Brandleistungen und schnelle Brandentwicklung sind insbesondere bei unfallbedingten Ereignissen mit Lastwagen und ausfliessendem Treibstoff oder entzündlichem Ladegut zu erwarten. Die Entwicklung zu einem Brand mit 10 MW ist innerhalb einer Minute möglich. Die Brandquelle ist stationär.

Rauchentwicklung ohne Wärmefreisetzung oder Brand mit geringer Wärmefreisetzung (Schwelbrand) und grosser Rauchentwicklung bzw. Brand mit langsamer Wärmeentwicklung.

- Ein brennender Personenwagen weist eine Brandleistung von 2 bis 5 MW auf und kann sich über 5 bis 10 Minuten zum Vollbrand entwickeln. Der Brand ist meist stationär.
- Bei einem Lastwagenbrand infolge überhitzter Teile kann sich zunächst ein kleiner Brand entwickeln, der das Anhalten des Fahrzeugs nicht sofort erzwingt. Nach Möglichkeit wird der Lastwagenfahrer versuchen, das Fahrzeug aus dem Tunnel zu fahren. Die Brandquelle ist mobil.

#### 3.1.4 Anforderungen an die zeitliche Branderkennung

Das Ziel für die zeitliche Branddetektion ist, für die unter Kap. 3.1.3 umschriebenen Brandsituationen, bei jedem Ereignisort im Tunnel, den Brand innert 1 Minute nach Ausbruch zu erfassen. Diese Vorgabe bezieht sich auf eine Längsgeschwindigkeit der Luft im Fahrraum von 1.5 m/s. Bei einer Strömungsgeschwindigkeit unter 1.5 m/s darf die Detektion länger dauern.

Die Ereignisdetektion durch Bildauswertung kann die Branddetektion unterstützen.

### 3.1.5 Anforderungen an die räumliche Branderkennung

Das automatische System muss den Ort eines Brandes bzw. der Rauchentwicklung im Abstand von 100 bis 300 m je nach dem Tunneltyp feststellen können. (siehe Anhang II.1, Seite 16)

Zur Erkennung des Brandherdes innerhalb einer vollständig verrauchten Zone sind thermische Sensoren einzusetzen.

## 3.2 Anforderungen an die Geräte

### 3.2.1 Sensitivitäten

#### Zeitliche Auflösung

Die Mitteilungszeit eines Datenwerts, der für die Alarmierung verwendet werden kann, darf 10 s nicht übersteigen.

#### Räumliche Auflösung

Die räumliche Auflösung des Brandmeldekabels darf 10 m nicht übersteigen.

#### Fehlerrate

Die Zuverlässigkeit der automatischen Alarmauslösung ist wesentlich.

Das in dieser Richtlinie umschriebene, automatische Brandmeldesystem soll pro Jahr und pro 2 Röhrenkilometer höchstens 1 Fehlalarm absetzen.

Nebel darf nicht als Rauch detektiert werden. Die Typenwahl und die Einstellung der Geräte müssen tunnel- und standortbezogen erfolgen.

### 3.2.2 Temperaturfestigkeit

An die Temperaturfestigkeit der Elemente im Fahrraum wird keine besondere Anforderung gestellt, wobei Änderungen der Temperatur oder der Luftfeuchtigkeit keine Messfehler verursachen dürfen.

### 3.2.3 Ausfallsicherheit

Der Ausfall eines Punktsensors darf die Funktion der benachbarten Punktsensoren nicht stören. Bei einem brandbedingten Ausfall einer Detektionseinheit muss deren abgesetzte Brandmeldung erhalten bleiben.

### 3.2.4 Schutzarten

Die Detektionseinrichtung muss entsprechend ihrer Exposition auf die Einflüsse in einem Strassentunnel ausgelegt sein. Die besonderen Anforderungen im Fahrraum ergeben sich aus Feuchtigkeit, Salzgischt und Schmutz. Es wird ein IP66 Schutzart nach EN 60529 [6] gefordert.

### 3.2.5 Automatische Funktionsüberwachung

Die Geräte müssen über Ausgangssignale verfügen, welche die fehlerfreie Funktionsweise bzw. einen Systemfehler anzeigen.

### 3.2.6 Unterhalt

Die Geräte im Tunnel müssen einfach und ohne Spezialwerkzeuge ersetzt werden können (SIA 197/2 [2]).

Eine Wartung der Sensoren und Geräte der Detektionseinrichtung sollte höchstens 1 Mal pro Jahr erforderlich sein.

Bei speziellen Vorgaben für die Tunnelreinigung, sind diese im Projekt zu definieren.

## 4 Elemente der Branddetektion

### 4.1 Anordnung des Sensors im Tunnel

Der Sicherheitsabstand der Geräte und Befestigungselemente zum Lichtraumprofil muss mindestens 300 mm betragen.

Die bestgeeignete Platzierung im Tunnel ist je nach Sensor im oberen Bereich der Wand oder an der Decke über der Normalspur.

### 4.2 Anforderungen an die Datenarchivierung

Die Daten der Detektionsanlage sind im 10-Sekunden-Takt zu speichern (Frequenz parametrierbar), als Vorlauf für den Ereignisfall müssen 30 Minuten verfügbar sein (Zeit parametrierbar; nicht genutzter Vorlauf wird überschrieben).

Im Ereignisfall müssen die Daten der Detektionsanlage während der Vorlaufzeit und 30 Minuten nach dem Brandalarm aufgezeichnet werden.

Die Aufzeichnungen sind mit Zeitangaben (Auflösung 1 Sekunde) zu versehen. Diese Sequenzen dienen der Ereignisdokumentation und ggf. den Untersuchungsbehörden.

### 4.3 Schnittstellen zur Systemumgebung

#### 4.3.1 Energieversorgung

Die Versorgung muss durch eine Unterbrechungsfreie Stromversorgung im Zeitfenster gemäss Kap. 4.2 sichergestellt werden. Die Speisung der Detektionseinheiten beträgt 230 VAC.

#### 4.3.2 Datenübermittlung zu Nebensystemen

Die Systemsteuerung umfasst objektnahe Nebensysteme wie Verkehrsfernsehen, Verkehrssteuerung, Tunnellüftung, Lüftung von Sicherheitsstollen und Tunnelbeleuchtung. Diese Nebensysteme tauschen auf der Automationsebene Informationen untereinander aus, wobei die Leitstelle die gleichen Informationen erhält (Tunnelreflexe).

#### 4.3.3 Bauliche Massnahmen

Die Rohbauinfrastruktur für die Installation der Elementen der Branddetektion sind mit dem Projekt zu definieren.

## 5 Bedienung und Betrieb

### 5.1 Grundanforderungen

Alle relevanten Informationen und Funktionen müssen dem Betriebspersonal in der Leitstelle zugänglich sein. Dies gilt für den Betrieb wie für den Unterhalt.

### 5.2 Bedienung im Ereignisfall

Die Branddetektion löst die vorgesehenen Tunnelreflexe aus und meldet entsprechende Informationen an die Leitstelle. Ereignisse müssen nach Prioritäten abgehandelt werden können.

### 5.3 Funktionstests

Die Funktion der Branddetektion muss regelmässigen getestet werden. Die Tests müssen integral sowie system- und anforderungsgerecht sein. Die Testergebnisse sind zu dokumentieren. (Siehe Kap. 3.2.5).

# Anhänge

<b>I</b>	<b>Messgrössen .....</b>	<b>15</b>
<b>II</b>	<b>Instrumentierung.....</b>	<b>16</b>
II.1	Distanz zwischen den Rauchmeldern .....	16



# I Messgrössen

Die folgenden Werte sind eine Grössenordnung für die zu erwartenden Messgrössen, die üblicherweise bei einem Brandereignis in Tunneln im Detektionszeitraum erfasst werden. Die Angaben wurden für einen Tunnel mit 60 m<sup>2</sup> Fahrraumquerschnitt und einer anfänglichen Längsströmung von 5 m/s abgeschätzt (Quelle: CETU 2004):

*Abb. I.1 Zu erwartende Messgrössen im Detektionszeitraum, rechnerisch ermittelt*

Messgrösse	Wert	Bemerkung
<b>Sichttrübung</b>	15 bis 70 mE/m (absolut)	Ausserhalb Bereich bei Normalbetrieb von 0 bis 5 (max. 12) mE/m.
<b>Temperatur</b>	< +4 K	Sehr schwierig zu erfassen.
<b>CO</b>	+15 ppm	Variation im Bereich der üblichen Schwankungen bei Normalbetrieb.

## II Instrumentierung

Die in dieser Richtlinie gestellten Anforderungen können in der Regel mit der Benutzung von Rauchdetektoren und einem thermischen Linienmelder erfüllt werden. Die thermische Detektion dient insbesondere der Lokalisierung eines Brandherdes in einem mit Rauch gefüllten Bereich.

### II.1 Distanz zwischen den Rauchmeldern

#### **Anforderung an Tunnel mit Rauchabsaugung durch Lüftungsklappen**

Bei jeder Klappe ist ein Rauchmelder anzubringen.

#### **Anforderung für Tunnel ohne Rauchabsaugung, Typ GV und RV 2**

(GV: Gegenverkehr, RV 2: Richtungsverkehr mit grosse Stauhäufigkeit)

Die empfohlene Distanz zwischen Rauchmeldern beträgt 100 m.

#### **Anforderung für Tunnel ohne Rauchabsaugung, Typ RV 1**

(RV 1: Richtungsverkehr mit geringe Stauhäufigkeit)

Die empfohlene Distanz zwischen Rauchmeldern beträgt 100 bis 300 m, abhängig von anlagespezifischen Grössen wie der Längsneigung der betreffenden Tunnelröhre.

## Literaturverzeichnis

- 
- [1] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA (2004), „**Projektierung Tunnel - Grundlagen**“, *SIA-Norm 197*.
- 
- [2] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA (2004), „**Projektierung Tunnel - Strassentunnel**“, *SIA-Norm 197/2*.
- 
- [3] Bundesamt für Strassen ASTRA (2005), „**Verkehrsfernsehen**“, *Richtlinie ASTRA 13005 (Entwurf 2005)*.
- 
- [4] Bundesamt für Strassen ASTRA (2008), „**Lüftung der Strassentunnel**“, *Richtlinie ASTRA 13001, V2.00*.
- 
- [5] Bundesamt für Strassen ASTRA (2008), „**Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln**“, *Richtlinie ASTRA 13002, V1.00*.
- 
- [6] Europäische Norm, „**Schutzarten durch Gehäuse (IP Code)**“, *EN 60529*.
-



## Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
2005	1.00	20.06.2005	Entwurf. Arbeitsdokument.
2007	2.00	15.10.2007	Inkrafttreten Ausgabe 2007.
2007	2.01	01.11.2007	Kap. 4.1: Einheit korrigiert: mm statt m.
2007	2.02	16.06.2008	Korrekturen im Literaturverzeichnis.
2007	2.10	03.12.2008	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kap. 3.2.1: Die folgende Anforderung wird eliminiert: „<i>Jeder Punktsensor zur Rauchererkennung ist mit einer Temperaturmessung zu versehen, die zur Ermittlung des Brandortes verwendet werden kann</i>“.</li><li>• Diverse Präzisierungen.</li></ul>

