

## **AUTOMATISCHES FEUERLÖSCHSYSTEM UND VISUELLES FÜHRUNGSSYSTEM ZUM BRANDSCHUTZ IN TUNNEL**

### **Allgemein**

Caccialanza & C. hat in den vergangenen Jahren eine Reihe von technologisch sehr innovativen Produkten entwickelt mit dem Ziel den Brandschutz und die Sicherheit in Eisenbahn- und Straßentunnel zu erhöhen.

### **Automatisches Feuerlöschsystem zum Brandschutz in Tunnel**

Innovatives Feuerlöschsystem für Feuer in Tunnels mit vollautomatischem Betrieb oder für manuelle Fernbedienung in einem Kontrollraum.

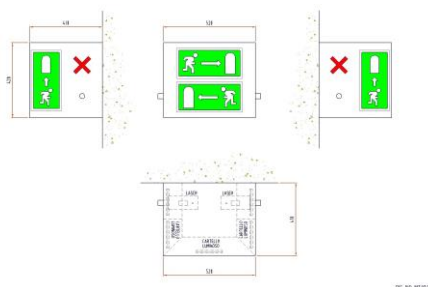
Das System basiert auf der bewährten Technologie der bekannten ferngesteuerten Schaum-/Wassermonitore wie sie weltweit im Hochrisikobereich eingesetzt werden.



Abhängig von der Länge des Tunnels (langer Tunnel  $\geq 1$  km oder kurzer Tunnel  $< 1$  km) stehen zwei unterschiedliche Versionen des automatischen Löschsystems mit fern gesteuerten Monitoren zur Verfügung.

### **Automatisches interaktives Anzeige- und visuelles Führungssystem für Fluchtwege in Tunnel**

Im Falle eines Notfalls in einem Tunnel (insbesondere langen Tunnel) ist es sehr wichtig dass die Leute sich orientieren können und in die „richtige“ Richtung (entgegengesetzt des Unfallgeschehens) flüchten und schnell den nächsten Sicherheitsbereich oder Tunnelausgang finden.



Das hier vorgestellte innovative System zeigt entlang des gesamten Tunnels die Fluchtichtung weg vom Unfallgeschehen mit kontinuierlichen eindeutigen Lichtzeichen die auch bei Rauch, der sich bei einem Brand entwickelt, gut sichtbar sind.

## **AUTOMATISCHES FEUERLÖSCHSYSTEM ZUM BRANDSCHUTZ IN TUNNEL MIT FERNGESTEUERTEN MONITOREN**

### **Allgemein**

Innovatives Feuerlöschsystem für Feuer in Tunnels mit vollautomatischem Betrieb oder für manuelle Fernbedienung von einem entfernten Kontrollraum.

Das System basiert auf der bewährten Technologie der bekannten ferngesteuerten Schaum-/Wassermonitore wie sie weltweit im Hochrisikobereich eingesetzt werden



Abhängig von der Länge des Tunnels (langer Tunnel  $\geq 1$  km oder kurzer Tunnel  $< 1$  km) stehen zwei unterschiedliche Versionen des automatischen Löschsystems mit fern gesteuerten Monitoren zur Verfügung.

Die 1. Version des Feuerlöschsystems mit fern gesteuerten Monitoren besteht aus einem an der Decke des Tunnels montiertem Schienensystem in dem sich mehrere mobile Einheiten, ausgerüstet mit fernsteuerbaren Schaum-/Wassermonitoren, befinden (TUDEM-CAR).



Das Schienensystem ist nicht nur Fahrweg für die mobilen Einheiten sondern zugleich auch Hauptversorgungsleitung für Wasser (oder Schaummittel/Wassergemisch) für einen Druck von  $\sim 10$  bar.

In regelmäßigen Abständen (typisch 42 m) entlang des Tunnels gibt es ferner sogenannte „Connection points“ bzw. „lookout points“ an denen sich die mobilen Einheiten andocken können um von dort aus mit dem Löschen zu beginnen.

Die „Connection points“ sind zusätzlich ausgerüstet mit Infrarotflammdetektoren für die Brand- bzw. Feuerdetektion

Jede mobile Einheit ist ausgerüstet mit einem elektrisch fernsteuerbaren Monitor mit einer Durchflussrate von 1000 l/min, 2 IP/TV Kameras für sichtbares und infrarotes Licht, den Antriebsmotoren für die Bewegung entlang der Schiene und einen Schaltkasten zur Steuerung der Einheit.

Die 2. Version des Feuerlöschsystems mit fern gesteuerten Monitoren besteht aus in regelmäßigen Abständen (alle 42m) fest installierten Monitoren entlang des gesamten Tunnels (TUDEM-LEGIO).

Die Daten der Hauptwasserleitung (~10 bar) zu den Monitoren und die Durchflussrate der Monitore (1000 l/min) entsprechen denen der Version 1 (siehe oben).



Bei jedem Monitor befinden sich ferner 2 IP/TV Kameras für sichtbares und infrarotes Licht und sind in beide Richtungen des Tunnels gerichtet.

In beiden Versionen werden die erfassten Daten und die Steuerkommandos mittels eines seriellen Bussystems übertragen. Die Brand- und Feuerdetektion erfolgt mit Thermokabel und Infrarotflammdetektoren.

Für beide Versionen stehen optional Detektoren für brennbare Gase und/oder Detektoren für toxische Gase zur Verfügung.

Das System ist auch ausgelegt als Schaumlöschsystem mit einer Pumpstation (elektrische Pumpe oder Dieselmotorpumpe) die mit Verdrängerzumischer für Schaummittel ausgerüstet ist. Alternativ zu einem Verdrängerzumischer kann auch ein Schaummittelproportionierer mit eigener Schaummittelpumpe verwendet werden.

Die Dimensionierung des Schaumsystems hängt unter anderem von der Tunnellänge und Tunnelart ab. Gewöhnlich genügt für Einzel- und Doppeltunnel mittlerer und kurzer Länge ein gemeinsames System.



Anzumerken ist, dass die in einem Feuerlöschsystem mit ferngesteuerten Monitoren per Gesetz vorgeschriebenen Löschkästen im vorgestellten Löschsystem sehr leicht integrierbar sind. Die Löschkästen sind direkt an der Hauptwasserleitung in einem Abstand von 126m oder 252m (einem Vielfachen des Abstandes der „Connection points“) montiert, zusammen mit einem Druckminderungsventil um den passenden Druck (4 – 5 bar) für die Handspritzen zu erreichen. Für diesen Zweck ist in der Pumpstation eine weitere Zusatzpumpe installiert um einen Druck vom mindesten 5 bar zu sichern.

### **Automatischer Betrieb des Systems**

Der automatische Betrieb des Systems wird erreicht durch eine zentrale Kommando- und Steuereinheit im Kontrollraum des Tunnels.

Die selbständige Auslösung des Systems erfolgt durch ein kombiniertes Doppelsystem bestehend aus linearen Hitzedetektoren (Thermokabel) einerseits und Infrarotflammdetektoren entlang des Tunnels andererseits.

Im Falle eines Brandes fahren die 2 nächstgelegenen mobilen Einheiten (die im Wartezustand im Abstand von etwa 800 Metern positioniert sind) von beiden Seiten auf den Führungsschienen automatisch zu den „Connection points“ die, aus der jeweiligen Richtung gesehen, der Brandstelle am nächsten liegen. Sie docken dort mit Hilfe einer speziell patentierten Kopplung an und starten die Brandbekämpfung von zwei Seiten mit einem Schaum-/Wasserstrahl der von Vollstrahl (maximale Entfernung und Strahlkraft) bis zum Sprühstrahl (maximaler Kühleffekt) stufenlos einstellbar ist wie auf den Bildern zu sehen.

Bei der Ankoppelung der mobilen Einheiten an den „Connection points“ werden gleichzeitig auch die Verbindung zur Energieversorgung und die Datenkommunikation zum fest installierten Teil der Anlage hergestellt.

Bei längeren Tunnel mit mehr als 2 mobilen Einheiten können, falls nötig, 2 weitere mobile Einheiten (eine von jeder Seite) vor und hinter den bereits an der Brandstelle befindlichen mobilen Einheiten an dem jeweils nächstgelegenen „Connection point“ andocken und dann mit einem Sprühstrahl (Kühlfunktion) die Temperatur senken und die Rauchentwicklung dämpfen.

Der gesamte Prozess wird deutlich in der folgenden Zeichnung, in der die Monitore (mobile Einheiten) in Warteposition, der Fahrt im Falle eines Feuers und der anschließenden Position während des Löschens, die Kühlung und Rauchdämpfung gezeigt werden.

Im System mit in regelmäßigen Abständen fest installierten fernsteuerbaren Monitoren ist die Prozedur ähnlich der der Version 1. In diesem Fall sind lediglich die Monitore im Abstand von 42m entlang des Tunnels fest installiert.

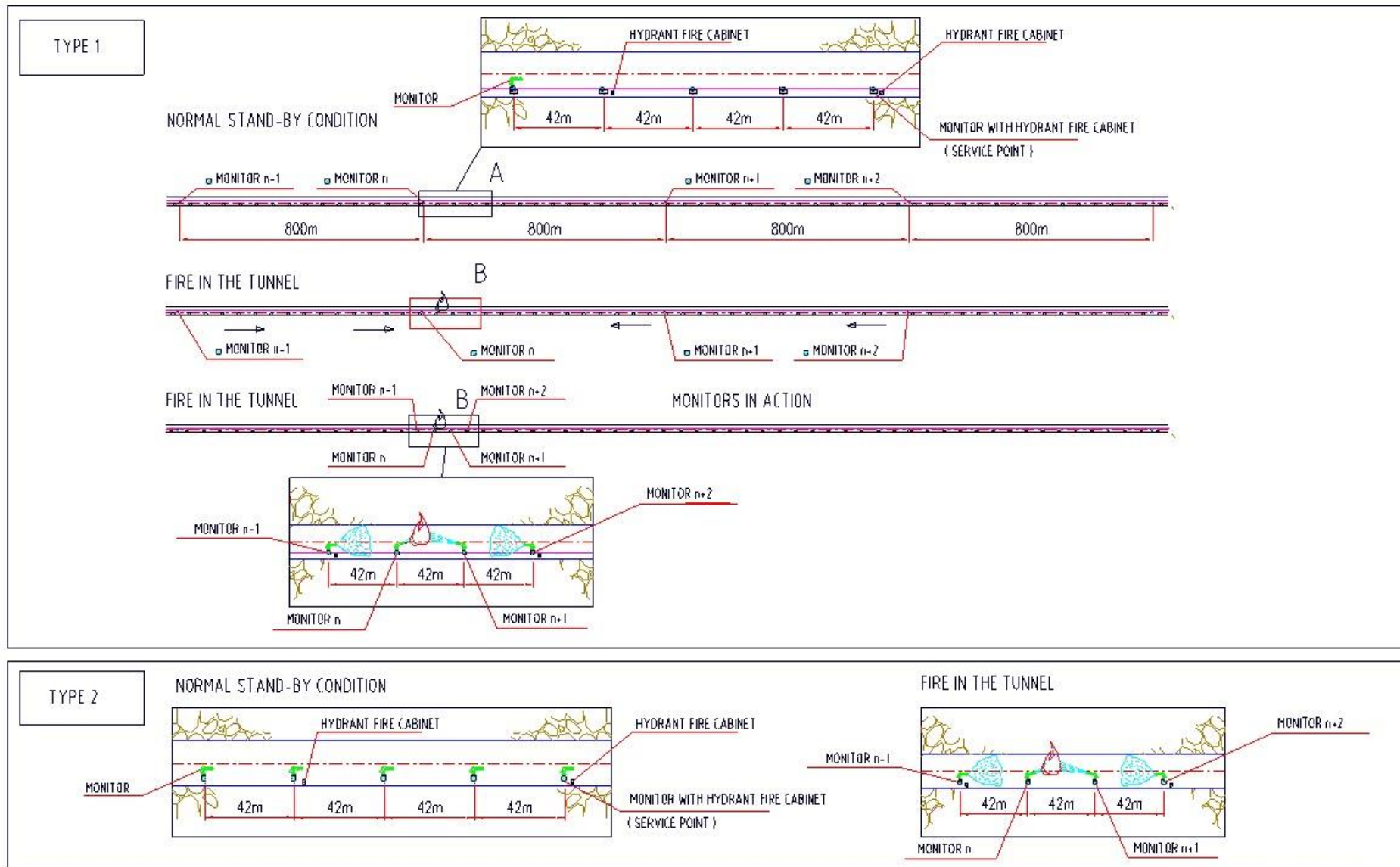
Das Feuerdetektionssystem wählt automatisch die 2 nächstgelegenen Monitore (vor und nach) relativ zur Brandstelle und startet die Löschaktion.

Gleichzeitig, falls nötig, beginnen die zwei weiteren nächstgelegenen Monitore mit einem Sprühstrahl (Kühlfunktion) die Temperatur zu senken und die Rauchentwicklung zu dämpfen.

Alle weiteren Monitore sind im „standby“ Betrieb und ihre Ventile sind geschlossen.

Die typische Gesamtsituation zeigt die nächste Zeichnung.





Typical procedure operating system

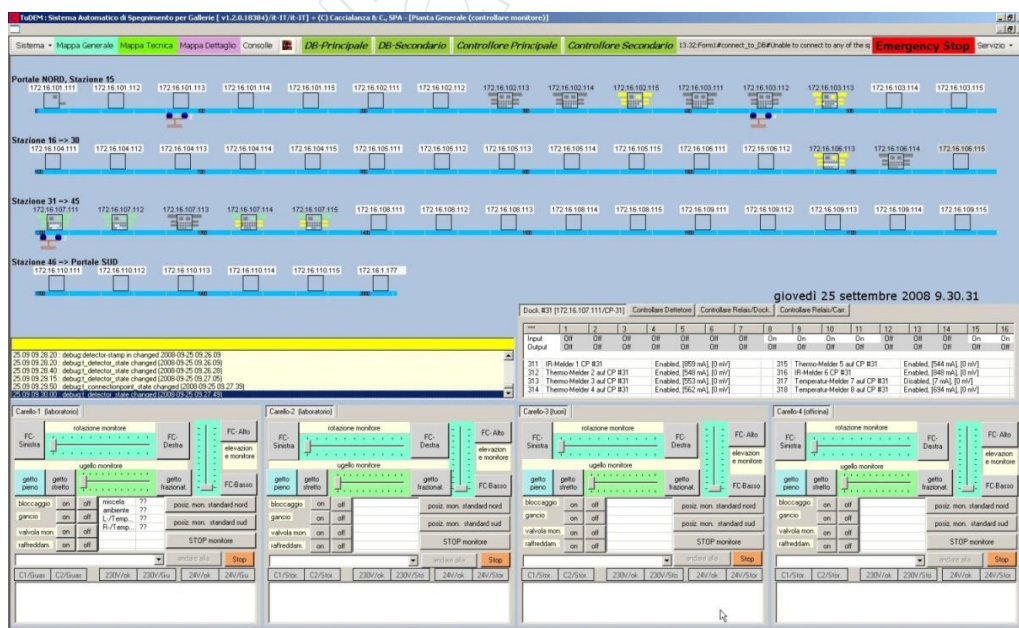
DIS NR MT001759

**Manuelle Fernsteuerung des Systems per „Joystick“ im Kontrollraum**

Von der Kommando- und Steuereinheit im Kontrollraum aus ist, durch die hochempfindlichen IP/TV-Kameras für sichtbares und infrarotes Licht auf den mobilen Einheiten (Version 1) der auf den fest installierten Monitoren (Version 2), eine Fernsteuerung der Monitore und das exakte Ausrichten des Löschrstrahls auf die Brandstelle mittels „Joystick“ möglich.



Dies dient der Feinabstimmung beim automatischen Löschen und auch der autonomen manuellen Steuerung durch den Operator im Kontrollraum. Beim manuellen Löschen reicht ein Mausklick auf die Station („Connection point“) an der die Löschkaktivität benötigt wird um die Positionierung der mobilen Einheit, das Andocken an die Versorgungsleitungen für Wasser, Energie und Datenkommunikation, zu aktivieren (Version 1) bzw. die fest installierten fern gesteuerten Monitore (Version 2) auszuwählen und anzusteuern.



Die hochempfindlichen IP/TV-Kameras für sichtbares und infrarotes Licht erlauben die Überwachung des Tunnels vom Kontrollraum aus im sichtbaren und infraroten Bereich je nach den gerade herrschenden Bedingungen und Eigenschaften des zu beobachtenden Objekts.



Ferner erlaubt es eine optimale Koordinierung der Löschmannschaft durch die kontinuierliche Observation des Brandherdes und seiner Umgebung.

## Dimensionierung des Systems

In der Literatur gibt es viele Veröffentlichungen von namhaften Instituten und Feuerwehr-Laboratorien die sich eingehend mit der Analyse der Feuerentwicklung in Tunnel beschäftigen und deren Aussagen sowohl auf realen Tests wie auch mathematischen Modellen beruhen.

Diese Veröffentlichungen zeigen dass der Brandverlauf (insbesondere der zeitliche Temperaturverlauf) eines Feuers in einem Tunnel, abhängig von Brandmaterial, etwa nach 10 Minuten sein Maximum erreicht und sich in den ersten 5 Minuten nicht signifikant vom Brandverlauf in freier Umgebung unterscheidet und dass bei geeigneten Löschmaßnahmen der Temperaturanstieg sofort stoppt.

Nach Obigem sollte daher ein effizientes Löschesystem in weniger als 5 Minuten aktivierbar sein.

Die oben genannten Werte sind natürlich Durchschnittswerte und müssen für jeden Tunnel in einer Risikoanalyse individuell bestimmt werden.

Die Dimensionierung des automatischen Löschesystems mit ferngesteuerten Monitoren sollte jedoch eine Aktivierungszeit (in Version 1 und Version 2) von weniger als 5 Minuten zwischen Ausbruch des Feuers und der automatischen Löschung gewährleisten.

Die Feuerdetektion und Validierung der Maßnahme in diesem System (Version 1 und 2) benötigt weniger als 2 Minuten.

Im Normalfall dauert die Fahrt der mobilen Einheit zum nächstgelegenen „Connection point“, das Andocken und das Starten der automatischen Löschung zusammen weniger als eine Minute. Die maximale Geschwindigkeit mit der sich die mobile Einheit entlang der an der Decke montierten Schienen bewegt beträgt etwa 10m/s. Der empfohlene Abstand der einzelnen mobilen Einheiten im Wartezustand (nicht aktiviert) beträgt zwischen 500m und 1000m (typisch 800m).

Die fest installierten ferngesteuerten Monitore sind in weniger als 1 Minute aktiviert und geeignet positioniert.





Im Falle eines ferngesteuerten manuellen Betriebs durch den Operator im Kontrollraum kann die Gesamtzeit in der Tat noch deutlich unterschritten werden. Erblickt der Operator auf den TV-Monitoren einen Brand so kann er die Brandbekämpfung unmittelbar durch einen Mausklick starten ohne die automatische Detektierung des Brandes und Validierung des Systems abzuwarten. Dadurch ist das System in weniger als 2 Minuten bereit zur Brandbekämpfung.

Gleiches gilt falls der Operator entscheidet die Brandbekämpfung nur mit dem Alarm eines einzigen Sensors zu starten (ohne Validierung durch einen zweiten) nachdem er die Situation mit Hilfe der IP/TV-Kameras für sichtbares und infrarotes Licht geprüft hat. Das Abwarten des Alarms von einem Thermokabel, die etwas langsamer sind, erübrigt sich.

### **Systemzuverlässigkeit**

Das System kombiniert die weltweit erprobten Eigenschaften der Feuerlöschmonitore mit der höchsten Zuverlässigkeit ihrer Komponenten hinsichtlich der speziellen Bedingungen unter denen sie eingesetzt werden.

Alle kritischen Teile, für die nicht nur die besten Materialien und verfügbaren Komponenten sondern auch nach neuester und zuverlässigster Technik auf dem Markt ausgewählt wurden, sind redundant ausgelegt.

Für die Datenkommunikation wurde ein TCP/IP System auf Basis von Ethernet gewählt um sowohl direkt bestehende Infrastrukturen als auch zukünftige, z.B. Überwachungs- und Testsysteme, ohne weitere Kosten mit in das System zu integrieren.

Das System ist redundant in seinen Eigenschaften wie:

- Brandbekämpfung mit 2 Monitoren (obwohl in den meisten Fällen ein Monitor ausreichen würde)
- Brandbekämpfung von 2 Seiten
- die ringförmige Hauptstromversorgung der „Lookout points“ erfolgt jeweils von beiden Seiten getrennt und unabhängig voneinander
- doppelte ringförmige Datenkommunikation (beide mit Glasfaser und Draht) können getrennt und unabhängig voneinander von beiden Seiten ausgeführt werden

### **Anwendungen des Systems für normale Überwachung und Wartung des Tunnels**

Neben der Hauptfunktion als Brandbekämpfungssystem kann die Anlage auch zu anderen verschiedenen Zwecken, wie Überwachung und Wartung des Tunnels während des normalen Betriebs benutzt werden.

Die mobilen Einheiten mit den IP/TV-Kameras für sichtbares und infrarotes Licht können, ferngesteuert vom Kontrollraum aus, entlang des Tunnels zu jedem beliebigen „Connection point“ bewegt werden um von dort aus den Tunnel zu überwachen. Alternativ können in der Nähe der „Connection points“ weitere IP/TV-Kameras ohne weitere Kosten für Datenkommunikation, Stromversorgung und Management installiert werden da dies bereits in der Anlage mit enthalten ist.



Die Monitore können zu Reinigungszwecken des Tunnels benützt werden (waschen der Tunnelinnenwand) oder Beseitigung von Verunreinigungen (Verschmutzung durch gefährliche Flüssigkeiten).

Die „Connection points“ und mobilen Einheiten können ferner mit Sensoren zur kontinuierlichen Überwachung der Luftqualität (z.B. CO, etc), sowohl in normalem Betrieb als auch in Notsituation, ausgerüstet werden.

### **Technische Eigenschaften des Systems**

Eine detaillierte Beschreibung aller technischen Eigenschaften des automatischen Löschsystems mit ferngesteuerten Monitoren mit in an der Decke montiertem Schienensystem (Version 1) und in regelmäßigen Abständen fest installierten Monitoren (Version 2) können Sie den jeweiligen Dokumenten entnehmen.

### **AUTOMATISCHES FEUERLÖSCHSYSTEM ZUM BRANDSCHUTZ IN TUNNEL MIT FERNGESTEUERTEN MONITOREN IN AN DER DECKE MONTIERTEM SCHIENENSYSTEM**



### **AUTOMATISCHES FEUERLÖSCHSYSTEM ZUM BRANDSCHUTZ IN TUNNEL MIT FEST INSTALLIERTEN FERNGESTEUERTEN MONITOREN**



Die Bilder im Tunnel zeigen einen Test zur Brandbekämpfung in einem Tunnel im italienischen Feuerwehr-Trainingscenter in Montelibretti (Roma).

Das automatische Feuerlöschsystem für Tunnel mit ferngesteuerten Monitoren und Schienensystem an der Decke ist geschützt durch folgende Patente:

Italian Patent MI2007A 000584 and MI2008A 000735,  
International Patent PCT/EP2008/002153.

Caccialanza & C. behält sich das Recht vor, technische Daten oder Spezifikationen jederzeit ohne vorherige Ankündigung aufgrund technischen Fortschritts zu ändern oder zu modifizieren.

## Automatisches interaktives Anzeige- und visuelles Führungssystem für Fluchtwege in Tunnel und geschlossenen Räumen

### Beschreibung und technische Daten des Systems

Innovatives Anzeigesystem und visuelles Führungssystem auf Fluchtwegen zur Installation in Tunnel und anderen geschlossenen Räumen. Das System arbeitet sowohl automatisch als auch interaktiv.

Im Falle eines Notfalls in einem Tunnel (insbesondere langen Tunnel) ist es sehr wichtig dass die Leute sich orientieren können und in die „richtige“ Richtung (entgegengesetzt des Unfallgeschehens) flüchten und schnell den nächsten Sicherheitsbereich oder Tunnelausgang finden.

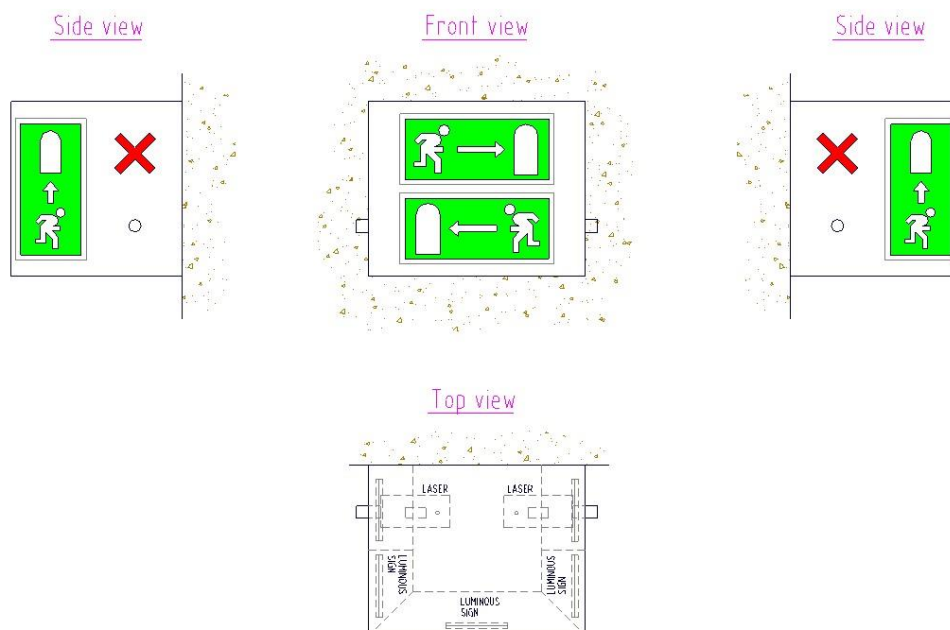
Das hier vorgestellte innovative System zeigt entlang des gesamten Tunnels die Fluchrichtung weg vom Unfallgeschehen mit kontinuierlichen eindeutigen Lichtzeichen die auch bei Rauch, der sich bei einem Brand entwickelt, gut sichtbar sind.

Das System wurde entwickelt als Ergänzung zu TuDEM, dem automatischen Feuerlöschsystem zum Brandschutz in Tunnel mit ferngesteuerten Monitoren. Es ist speziell auf die Bedürfnisse des Brandschutzes in Tunnel angepasst und lässt sich leicht mit TuDEM kombinieren.

Mit Hilfe eines geeigneten Interface lässt sich das Anzeigesystem und visuelle Führungssystem auf Fluchtwegen auch jederzeit in andere Feuerdetektionssysteme und Alarmmanagementsysteme einfügen.

Ein rein manueller Betrieb ist ebenso möglich.

Die folgende Zeichnung zeigt den typischen Aufbau eines Moduls:



DIS NR MT001781



Das Führungssystem auf Fluchtwegen besteht aus in regelmäßigen Abständen angebrachten Modulen im Abstand von 40/50 Metern.

Jedes Modul verfügt über folgende Lichtzeichen:

- 1 Leuchtfläche (Frontseite) mit 2 grünen Piktogrammen, je eines für jede Tunnelrichtung
- 2 Leuchtflächen (Seiten) mit je einem grünen Piktogramm in Richtung der Tunnelausgänge und je einem roten Piktogramm zur Signalisierung der gefährlichen Richtung
- 2 grüne Laser, je einen in jede Tunnelrichtung,
- eine permanente optische Anzeige der Betriebsbereitschaft.

Jeder Laser zeigt auf ein spezielles festes Ziel an der Basis am nächstgelegenen Modul. Eine interne Logik wertet dieses optische Signal aus und bezieht es in die Anzeige der beiden möglichen Fluchtrichtungen mit ein.

In beiden Fällen erfolgt die Anzeige von:

- einem der beiden grünen Piktogramme auf der Frontseite (parallel zur Tunnelachse)
- dem Laser der auf das nächste Modul in Fluchtrichtung zeigt,
- dem seitlichen grünen Piktogramm das in Fluchtrichtung weist (liegt gegenüber dem Laser)
- dem seitlichen roten Piktogramm das vor der gefährlichen Richtung warnt (gleiche Seite wie Laser)

Die nächste Seite zeigt eine schematische Darstellung der im Notfall angezeigten Piktogramme.

Mit Hilfe zweier Digitalsignale ist eine eindeutige Ansteuerung des Anzeige- und Führungssystems auf Fluchtwegen möglich um eine der beiden entgegen gesetzten Richtungen zu signalisieren.

Die Laserstrahlen führen die Leute innerhalb des Tunnels, abhängig vom Ort des Notfalls, zum Ausgang oder einen anderen sicheren Ort (Schutzraum).

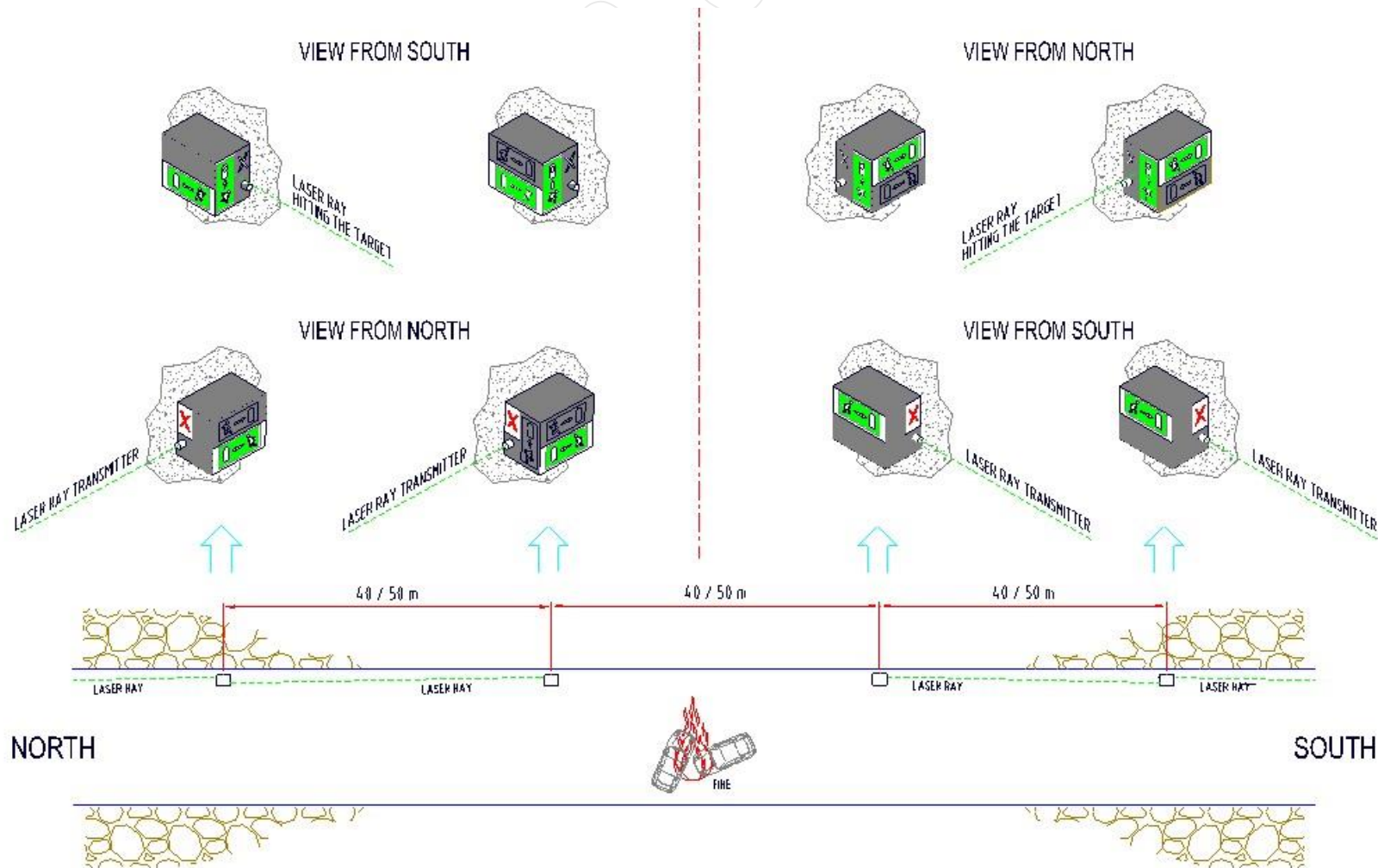
### **Systembetrieb**

Die grundlegende Einheit des Anzeige- und visuellen Führungssystems in Tunnel besteht aus dem oben ausführlich beschriebenen Modul. Der Abstand der einzelnen Module im Tunnel ist 40/50 Meter.

In einem Tunnel mit Caccialanza Feuerlöschsystem mit ferngesteuerten Monitoren, sowohl mit mobilen Einheiten in einem an der Decke montiertem Schienensystem als auch mit fest installierten Monitoren, werden die Module in den existierenden „Docking points“/“Lookout points“ mit integriert. Von den Schaltkästen an diesen Punkten werden die Module mit Energie versorgt und erhalten von dort auch die Kommandos an die lokale Logik zur Steuerung der Fluchtwegrichtung.

Des Weiteren wird die Steuerung der Fluchtwegrichtung interaktiv mit in das Feuerlöschsystem mit einbezogen und wird in Abhängigkeit von den installierten Feuerdetektoren und den Aktionen des Operators im Kontrollraum gesteuert.





DIS. NR. MT001780

Die optische Anzeige des Fluchtweges kann aber auch ohne das automatische Feuerlöschsystem von Caccialanza benutzt werden

Das automatische Anzeige- und visuelle Führungssystem für Fluchtwege in Tunnel ist mit einem Standard-Digitalinterface ausgestattet und kann an jede andere existierende Anlage zur Feuerdetektion oder Alarmanlagensystem angeschlossen werden.

Zusätzlich ist jederzeit ein manueller Betrieb der Anlage von einer Schalttafel im Tunnel, von einem Kontrollraum, jedem anderen Technikraum oder von einer Notfalleinrichtung an den Tunneleingängen möglich.

### **Systemzuverlässigkeit**

Das System kombiniert die weltweit erprobten Möglichkeiten mit der höchsten Zuverlässigkeit ihrer Komponenten hinsichtlich der speziellen Bedingungen unter denen sie eingesetzt werden.

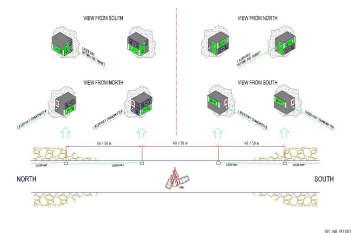
Alle kritischen Teile, für die nicht nur die besten Materialien und verfügbaren Komponenten sondern auch nach neuester und zuverlässigster Technik auf dem Markt ausgewählt wurden, sind redundant ausgelegt.

Für die Datenkommunikation wurde ein TCP/IP System auf Basis von Ethernet gewählt um sowohl direkt bestehende Infrastrukturen als auch zukünftige, z.B. Überwachungs- und Testsysteme, ohne weitere Kosten mit in das System zu integrieren.

### **Technische Eigenschaften des Systems**

Eine detaillierte Beschreibung aller technische Eigenschaften des Systems ist zu finden in:

### **Automatisches interaktives Anzeige- und visuelles Führungssystem für Fluchtwege in Tunnel und geschlossenen Räumen**



Das Automatische interaktive Anzeige- und visuelles Führungssystem für Fluchtwege in Tunnel und geschlossenen Räumen ist geschützt durch folgende Patente:

Italian Patent: MI2008A 002113

International Patent: pending

Caccialanza & C. behält sich das Recht vor, technische Daten oder Spezifikationen jederzeit ohne vorherige Ankündigung aufgrund technischen Fortschritts zu ändern oder zu modifizieren.