

## **Automatisches Feuerlöschsystem zum Brandschutz in Tunnel mit ferngesteuerten Monitoren in an der Decke montiertem Schienensystem**

### **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



Das System zum Brandschutz in Tunnel mit ferngesteuerten Monitoren besteht aus einem fest montiertem Schienensystem (an der Decke des Tunnels) und mehreren fahrbaren Einheiten auf denen die Schaum-/Wassermonitore installiert sind.



Die festinstallierte Struktur des Systems beinhaltet:

- Hauptwasserleitung ( oder Schaummittel/Wasser Gemisch) für etwa 10 bar Druck
- Hauptstromversorgungsleitung
- Serielles Bussystem zur Datenübertragung (Ethernet)
- Thermokabel zur Feuerdetektion und Infrarot-Feuerdetektoren

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.



Jede mobile Einheit besitzt:

- einen elektrisch ferngesteuerten Monitor mit einer Durchflussrate von 1000 l/min
- die Antriebsmotore für die Bewegung entlang der Schiene
- Batterie zur Stromversorgung während der Fahrt (wird automatisch geladen wenn angedockt)
- 2 IP/TV Kameras für sichtbares und infrarotes Licht
- einen Schaltkasten zur Steuerung der Einheit
- optional einen Gasmelder für brennbares Gas und einen Gasmelder für toxisches Gas

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 Löschesystem 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.

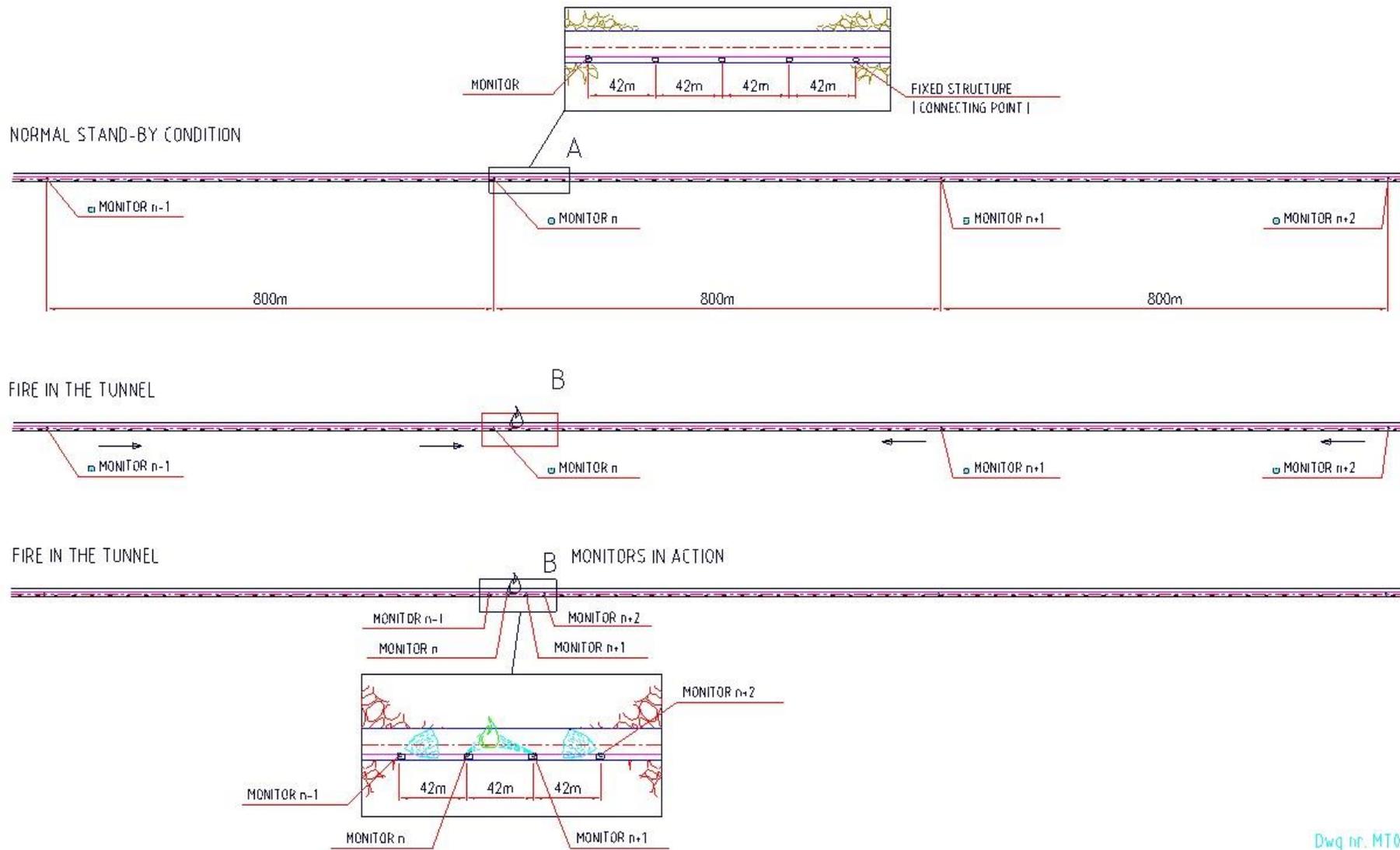
### Automatischer Betrieb des Systems

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 Infrarotdetektoren 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.





Dwg. nr. MT001751

Typische Arbeitsweise des Systems



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.

## 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, 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.

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.

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 das System 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. Ein effizientes Löschsystem muss daher 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 Löschsystems mit ferngesteuerten Monitoren sollte jedoch eine Aktivierungszeit von weniger als 4 Minuten zwischen Ausbruch des Feuers und der automatischen Löschung gewährleisten.

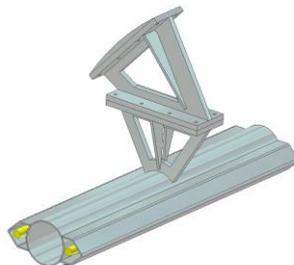
Die Feuerdetektion und Validierung der Maßnahme in diesem System benötigt weniger als 2 Minuten. Im Normalfall dauert die Fahrt der mobilen Einheit zum nächstgelegenen „Connection point“, das Andocken und das Starten der automatischen Löschung zusammen weniger als eine Minute. Die maximale Geschwindigkeit 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).

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.

### **Struktur des Systems**

An der Decke des Tunnels ist ein Schienensystem mit der Hauptwasserleitung (ev. mit Schaummittelzusatz), der Hauptstromversorgung, den Datenleitungen (serieller Bus) und den Thermokabeln fest installiert. Einen typischen Abschnitt dieses Schienensystems zeigt untenstehendes Bild.



Deckenstruktur

Bedeutend für das System sind die kompakte Konstruktion und die raumsparende Installation an der Decke.

Die „Connection points“ (oder „lookout points“) sind normalerweise in einem regelmäßigen Abstand von 42m entlang des Tunnels angebracht. Diese „Connection points“ bilden quasi das Rückgrat der Feuerdetektion sowohl bezüglich der Flammenmelder (2 sind an jedem „Connection point“ installiert) als auch des Thermokabels, das sektionsweise im gesamten Tunnel verlegt ist.

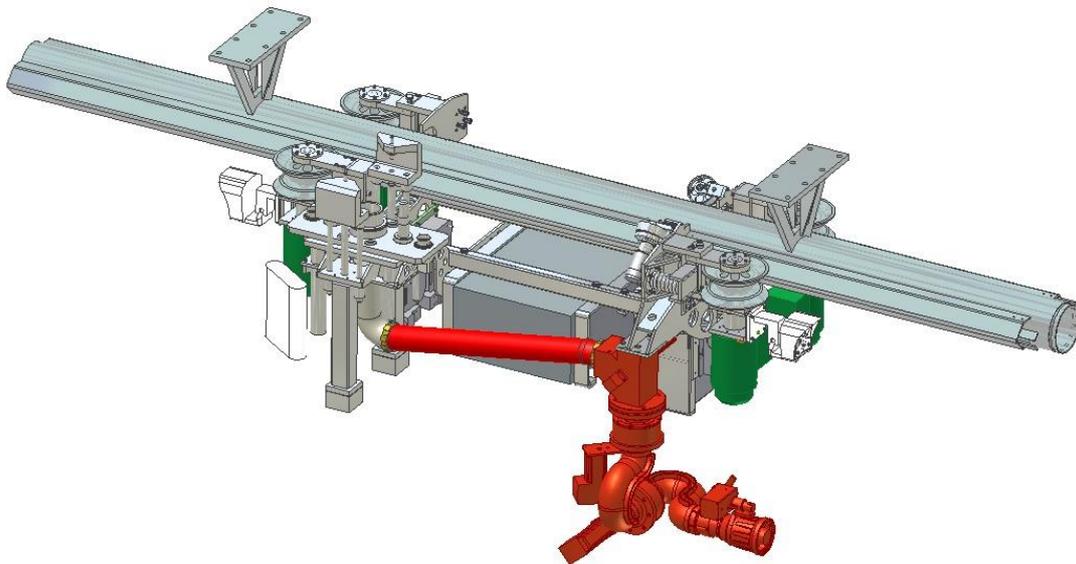


„Docking-Station“

Die Signale der Detektoren werden zu geschützten Schaltkästen in der Nähe jedes „Connection points“ geführt und dort verarbeitet. Optional können hier noch weitere Sensoren oder auch weitere IP/TV-Kameras für sichtbares und infrarotes Licht zur Tunnelüberwachung angebracht werden.

Die Schaltkästen an jedem „Connection point“ beherbergen ferner die Stromversorgung und Datenleitungen für die mobile Einheit falls diese gerade andockt ist.

Das folgende Bild zeigt eine schematische Darstellung der mobilen Einheit ohne die zugehörige Schutzverkleidung.



Mobile Einheit ohne Verkleidung

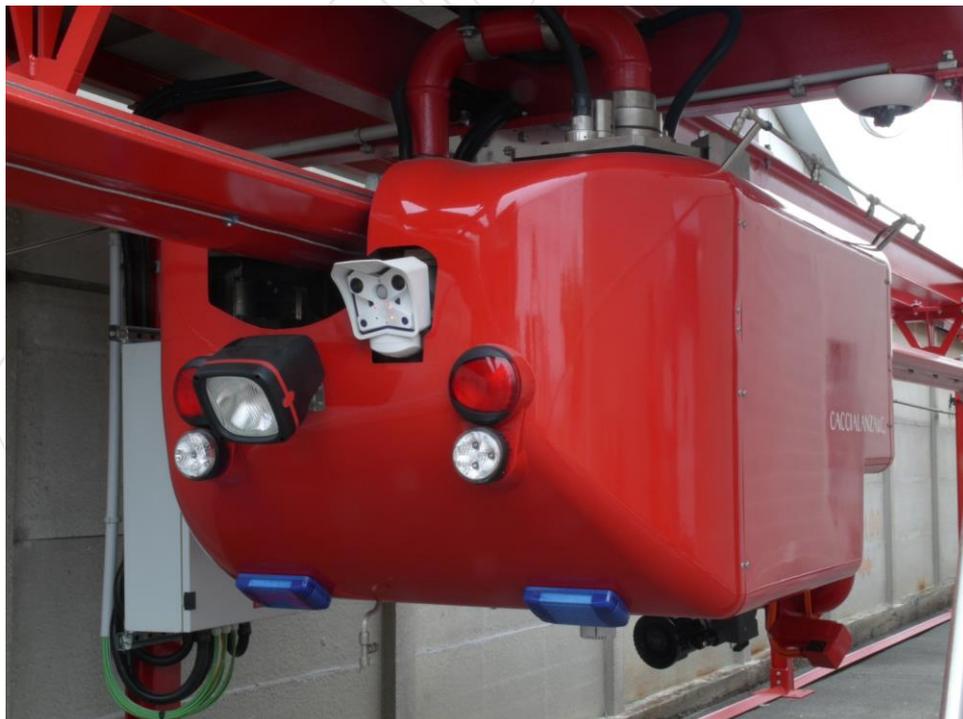


Bild einer mobilen Einheit an einer „Docking-Station“



Die mobile Einheit ist ausgerüstet mit einem Schaum-/Wassermonitor (die größte und schwerste Komponente), 2 IP/TV-Kameras für sichtbares und infrarotes Licht und optional mit Gassensoren für entflammbares Gas und/oder toxisches Gas. Im Monitorbereich ist ferner ein ferngesteuertes Ventil für Wasser (oder Wasser-/Schaummittelgemisch).

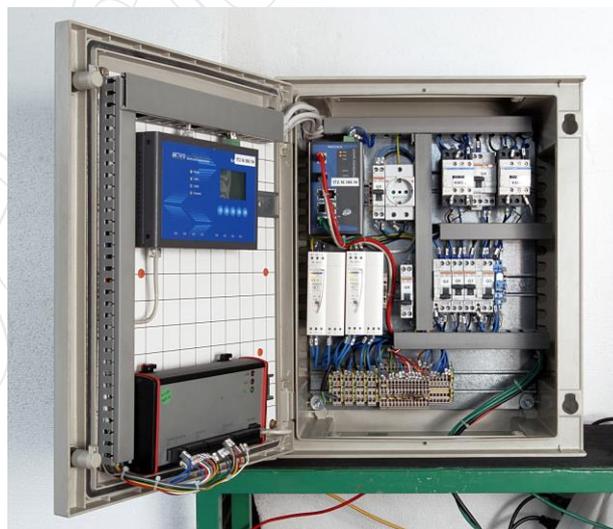


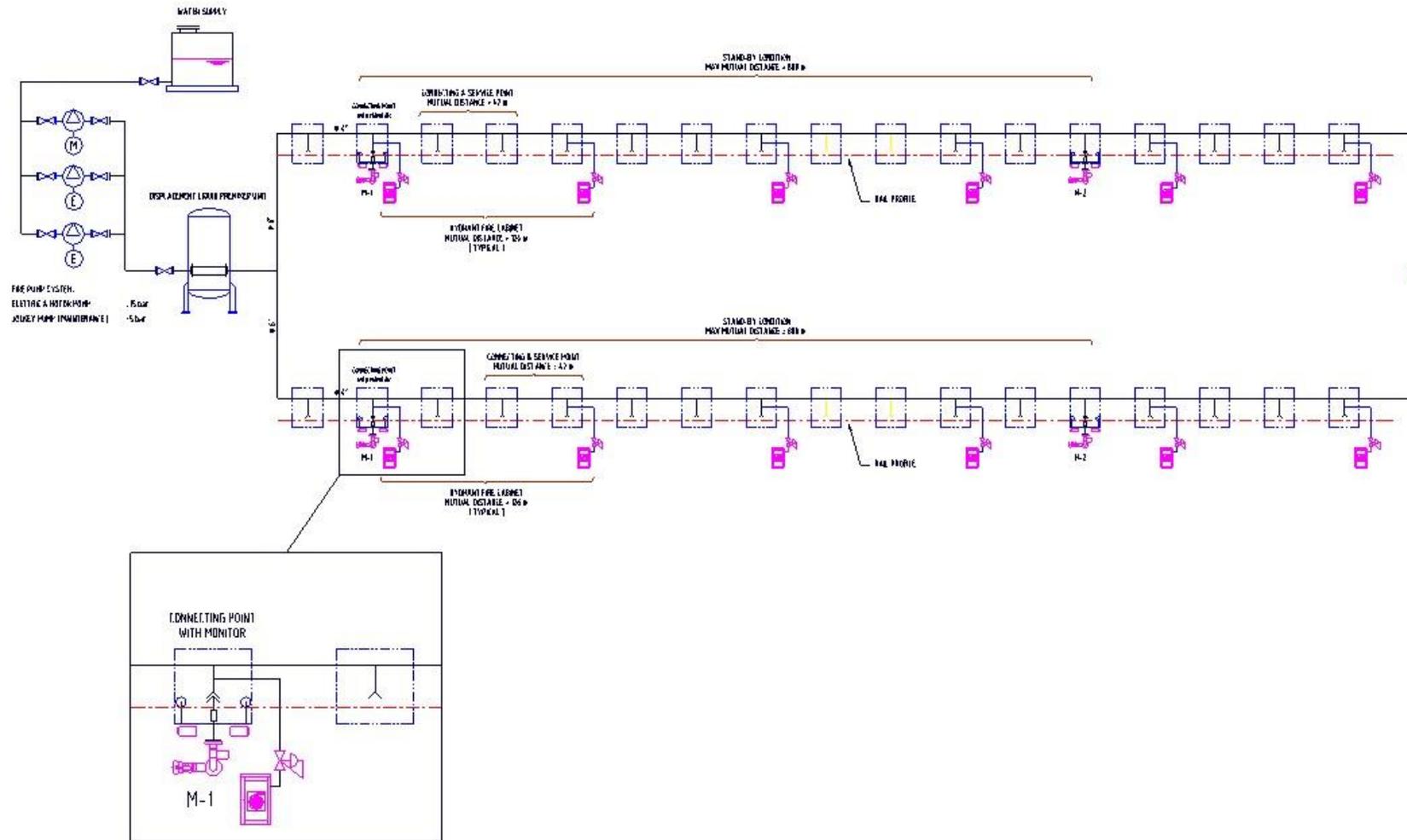
Jeder Monitor ist dimensioniert für eine Durchflussrate von 1000 l/min. Dies ist mehr als das was gewöhnlich für ein mobiles Löschesystem oder eine feste Löschanlage in Tunnel verwendet wird. Der Gesamtwasserdurchsatz entspricht dabei dem einer fest installierten Löschanlage (z.B. Sprinkleranlage), ist aber auf nur einen „Punkt“ im Tunnel konzentrierbar und es wird keine Ressource in irgendeiner Form vergeudet.

Die Zeichnung auf Seite 10 zeigt eine typische Installation für das Rohrsystem die auch die gesetzlich geforderten Löschkästen mit enthält.

Die Zeichnung auf Seite 11 zeigt die typische Verkabelung der elektrischen Leitungen und der Datenleitungen in einer redundanten doppelt-ringförmigen Anordnung, die die Funktion zu 100% bei einer Unterbrechung an beliebiger Stelle gewährleistet.

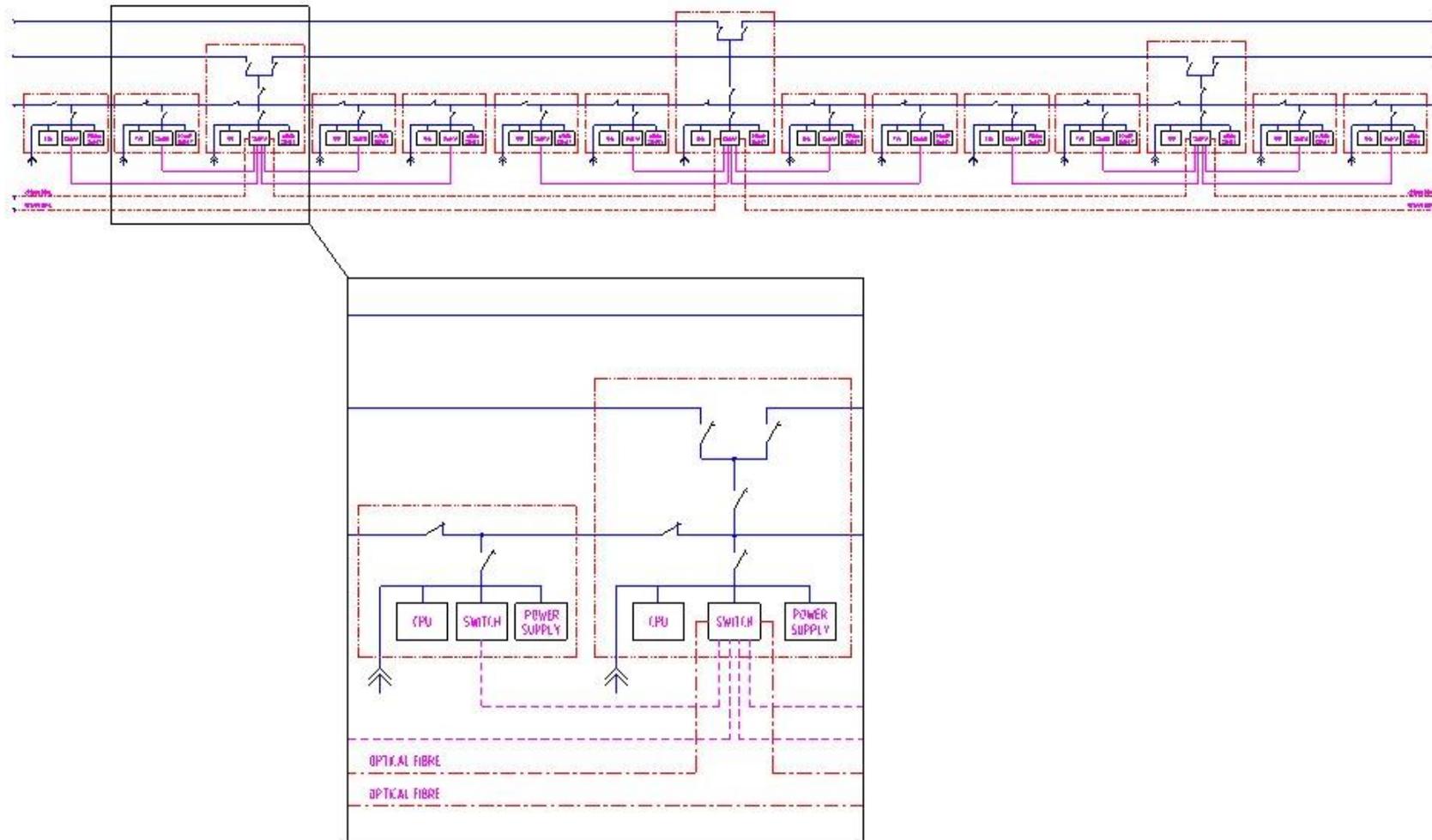
Das untenstehende Bild zeigt einen an jeder „Docking-Station“ befindlichen Schaltkasten.





Dwg nr. MT 001755

Typische Rohr-Installation des Systems



Dwg nr. MT011756

tipische doppelt ringförmige Verdrahtung von Stromleitungen und Datenleitungen



### **Herausragende Eigenschaften des automatischen Feuerlöschsystem zum Brandschutz in Tunnel mit ferngesteuerten Monitoren in an der Decke montiertem Schienensystem.**

Die Performance und besonderen Eigenschaften des automatischen Feuerlöschsystem mit ferngesteuerten Monitoren in an der Decke montiertem Schienensystem können wie folgend zusammengefasst werden:

- kompakte Abmessungen, geeignet für Auto- und Eisenbahntunnel
- Möglichkeit zum Einbau und Betrieb in jeder Lage, horizontal, vertikal und versetzt im Tunnelgewölbe
- hohe Geschwindigkeit der mobilen Einheit entlang des Schienensystems
- gute Beschleunigung und Abbremsung
- niedriger Energieverbrauch während der Fahrt
- effizientes Batteriesystem mit kleinen Abmessungen und Gewicht
- hohe Zuverlässigkeit aller Funktionen
- Selbsttest und Positionserkennung entlang der Schiene
- geeignet für Schaum und Wasser
- niedriger Preis

#### **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 den weiteren Eigenschaften wie:

- Brandbekämpfung mit 2 Monitoren (obwohl in den meisten Fällen ein Monitor ausreichen würde)
- Brandbekämpfung von 2 Seiten
- die ringförmige Hauptstromversorgung der „Connection 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
- der Antrieb der mobilen Einheit erfolgt über 4 Motoren (2 reichen für die Bewegung aus)
- die Energieversorgungsleitungen und Datenleitungen an den „Connection points“ führen über 2 getrennte Stecker zur mobilen Einheit (einer ist die Reserve des anderen)
- die Datenübertragung zwischen dem Kontrollraum und der mobilen Einheit erfolgt einmal über Leitungen (Glasfaser und Draht) und auch per Funk (WiFi), geeignet um die Signale der IP/TV-Kameras für sichtbares und infrarotes Licht ohne Einschränkungen zu übertragen

### **Einfache Systeminstallation**

Das System kann einfach in neue und bestehende Strassen-, Eisenbahn und U-Bahntunnel installiert werden. Es besteht keine Notwendigkeit den Tunnelverkehr während der Installationszeit ganz zu stoppen.

### **Wartung**

Das System benötigt, wie alle anderen Löschsyste-me, eine periodische Wartung wie sie auch per Gesetz vorgeschrieben ist. Dieser Wartung, mit zugehörigem Funktionstest, unterliegen alle Teile des Systems entlang des Tunnels und im Kontrollraum.

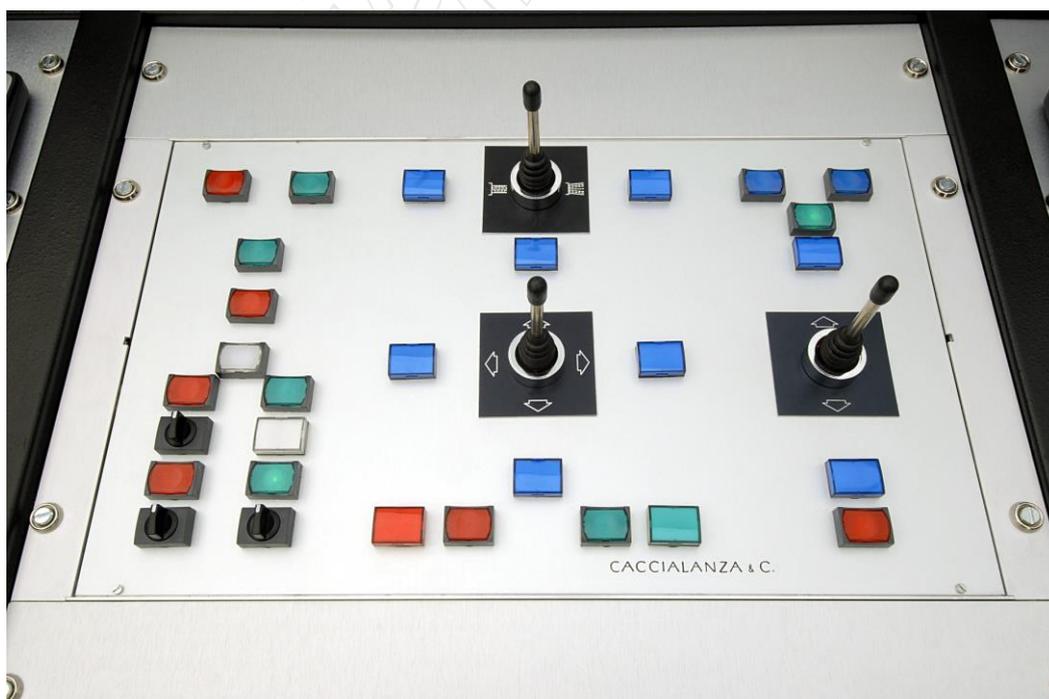
Die Wartung dieses System ist aber vergleichbar einfach da:

- alle Systemkomponenten einer kontinuierlichen Überwachung durch die Zentraleinheit unterliegen und die die auftretenden Probleme sofort anzeigt und aufzeichnet.
- nahezu alle Komponenten in den mobile Einheiten, den „Connection points“ und dem Kontrollraum gebündelt sind und eine Inspektion ohne den Tunnelverkehr zu stoppen möglich ist

Schließlich gibt es im ganzen System keine Rohrbeschränkungen oder kalibrierte Rohröffnungen die empfindlich wären gegenüber Verunreinigungen im Löschwasser und daher eine besondere Wartung benötigen um sicher zu funktionieren.

### **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.

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.