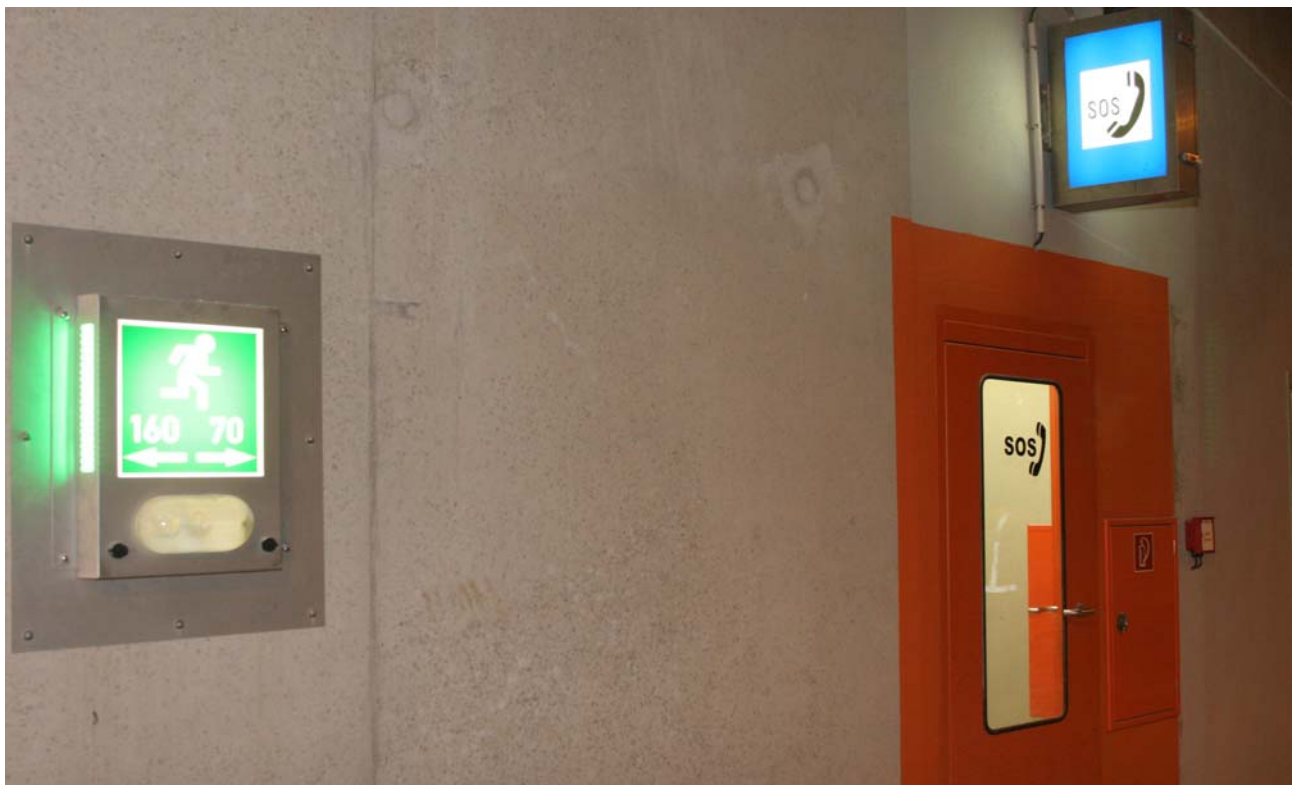


**Photos eines realistischen Brandversuches mit zwei Pkw und 12 MW  
in dem 1.528 m langen B260 Malbergtunnel in Bad Ems vom 27.09.2006**



**Bild 18:** Lage des Betriebsgebäudes am Fuße des Malbergs (Nordhang), mit einem von sechs Flucht-treppenhäusern sowie den fünf westlich gelegenen Entrauchungsstationen, von insgesamt zwölf.



**Bild 19:** Notrufnische, vor dem Brandversuch, mit Entnahmefach für 2 Handfeuerlöscher, Branddruckknopfmelder, SOS-Leuchte mit Rundumblitzleuchte, Brandnotleuchte und Fluchtweghinweisleuchte mit seitlichen LED bei der Entrauchungsstation Nr. 05 (im vorgesehenen Brandabschnitt).



**Bild 20:** Ford Sierra Kombi mit 30 Ltr. Diesel und Opel Monza mit 30 Ltr. Benzin, jeweils mit 2 Reservereifen (Font und Kofferraum), geöffneten Türen u. Hauben, auf 25 mm Brandschutzplatten.



**Bild 21:** Aufstellung der 2 Pkw im Block 61 (km 3+100), Wände mit 5 m hoher und 10 m langer Verkleidung aus 25 mm dicken Brandschutzplatten und 1 m hohen und 100 m langen Wandstreifen.



**Bild 22:** Verkleidung der 9,5 m breiten Tunneldecke auf 100 m mit 15 mm Brandschutzplatten. Dabei blieben das Brandsensorkabel, die Funkantenne, die Elektrokabel, Deckenleuchten, Lautsprecher, Videokameras und die Messgeräte ungeschützt (nur die Sonometer hatten Hitzeschutzgehäuse).



**Bild 23:** Lage der Zündwanne (mit 5 Ltr. Benzin) unter dem Benzinmotor im 10 cm hohen Sandbett (feuchter Kabelsand), von Osten gesehen (mit Messgeräte an der Decke in 20 m bis 30 m Abstand).



**Bild 24:** Zündung der Benzinwanne (mit einer Fackel) um 11:34:00 Uhr, als Stützfeuer unterm Motor, mit erster leichter Rauchentwicklung, von Osten gesehen.



**Bild 25:** Brandentwicklung im Motorraum (Autobatterien wurden vorher ausgebaut) 4 Minuten nach der Zündung, mit leichter Eintrübung der Deckenleuchten, von Osten gesehen.



**Bild 26:** Brandentwicklung nach 5 Minuten, Deckenleuchten stark eingetrübt, von Osten gesehen.



**Bild 27:** Brandentwicklung nach 6 Minuten, Deckenleuchten völlig verdunkelt, von Osten gesehen.



**Bild 28:** Brandzustand nach 8 Minuten, Rauchschichtdicke nimmt stark zu, von Osten gesehen.



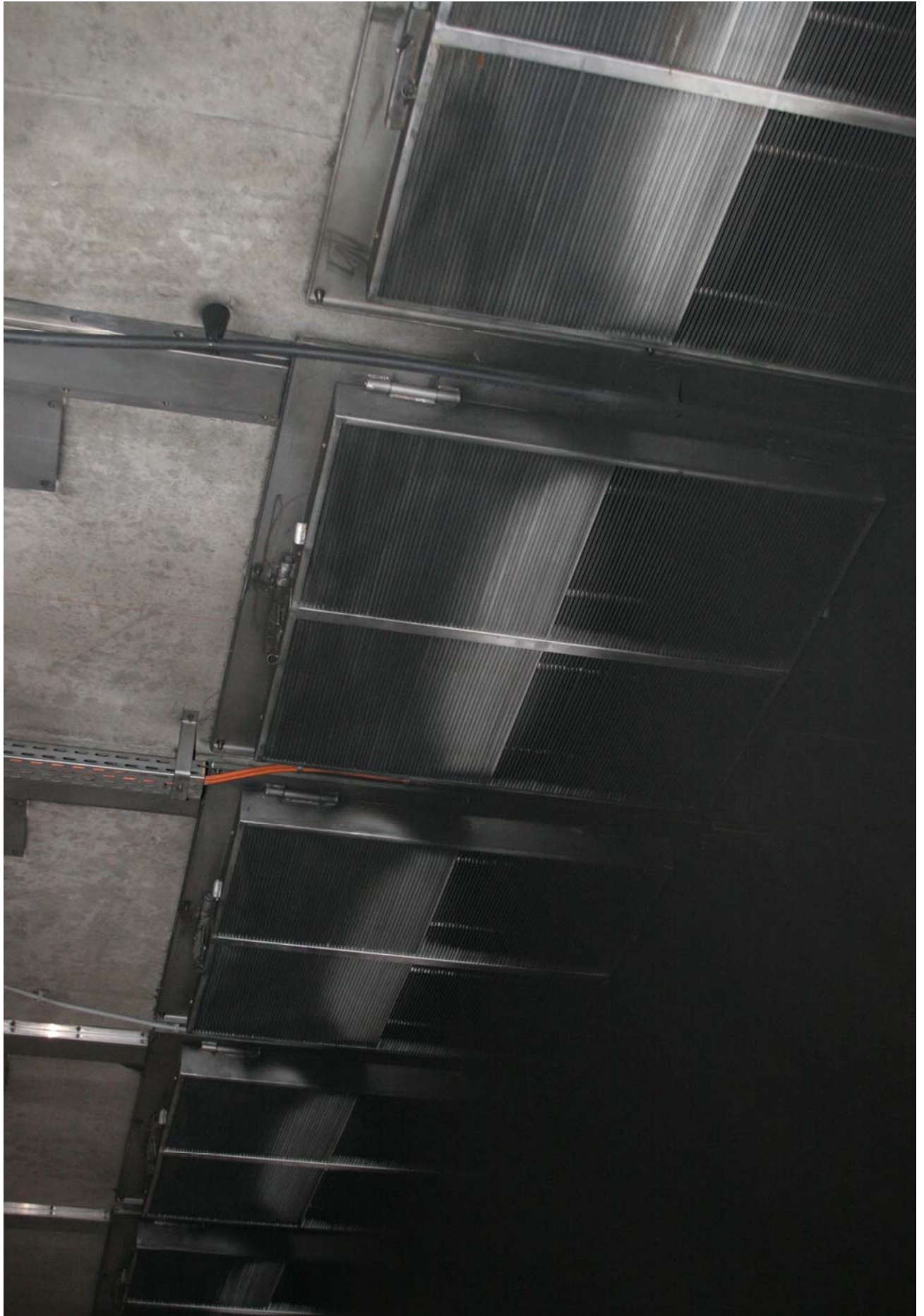
**Bild 29:** Brandzustand nach 10 Minuten, Rauchschicht stabil, verdunkelt alles, von Osten gesehen.



**Bild 30:** Vollbrand im ersten Fahrzeug, Rauchsicht stabil, nach 12 Minuten von Osten gesehen.



**Bild 31:** Brandübersprung auf das zweite Fahrzeug, bei stabiler Rauchsichtströmung zur Entrauchungsstation Nr. 06, mit Messgeräten an der Decke und Wand, nach 25 Minuten von Osten gesehen.



**Bild 32:** Rauchabsaugung an der Tunneldecke mit 6 Entrauchungsventilatoren (jeweils  $14 \text{ m}^3/\text{s}$ ) durch Entrauchungsschächte (jeweils  $1,25 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}$ ) direkt ins Freie (Entrauchungsstation Nr. 05).





**Bild 33:** Rauchausbreitung bei leichtem Westwind an den Entrauchungsstationen Nr. 05 und Nr. 06, die dem Brandort am nächsten sind, nach 22 Minuten von Osten gesehen.



**Bild 34:** Rauchausbreitung an der Entrauchungsstation Nr. 05, nach 23 Minuten von Osten gesehen.



**Bild 35:** Rauchausbreitung an der Entrauchungsstation Nr. 05, die Rauchsäule erreichte bei wenig Windeinwirkung eine Höhe von etwa 25 m, nach 23 Minuten von Westen gesehen.



**Bild 36:** Rauchausbreitung an der Entrauchungsstation Nr. 05, nach 28 Minuten von Osten gesehen.



**Bild 37:** Rauchausbreitung an der Entrauchungsstation Nr. 06, nach 23 Minuten von Westen gesehen.



**Bild 38:** Rauchausbreitung an der Entrauchungsstation Nr. 06 nach 29 Minuten bei Westwind.



**Bild 39:** Prüfröhrchen mit Ansaugpumpe zur Kontrolle der Schadgasausbreitung im Freien.



**Bild 40:** Stabile Rauchsichtströmung zur Entrauchungsstation Nr. 06, die Dicke der Rauchsicht beträgt ca. 1,0 m (Höhe der Hitzeschutzplatten an der Wand), der Strahlventilator bleibt rauchfrei, keine Überströmung der Absaugöffnungen und kein Raucheintrag in die Aufenthalts-, Flucht- und Rettungszonen, die Deckenleuchten und Kameras sind jedoch nicht mehr sichtbar, deshalb kein Videobild aus diesem BMA verfügbar, nach 12 Minuten von Osten gesehen.



**Bild 41:** Stabile Rauchschichtströmung zur Entrauchungsstation Nr. 05, die Dicke der Rauchschicht beträgt ca. 1,0 m (Höhe der Hitzeschutzplatten an der Wand), der Strahlventilator bleibt rauchfrei, keine Überströmung der Absaugöffnungen und kein Raucheintrag in die Aufenthalts-, Flucht- und Rettungszonen, Deckenleuchten und Kameras sind jedoch nicht sichtbar, nach 23 Minuten von Westen gesehen.



**Bild 42:** Beide Pkw im Vollbrand (12 MW) bei stabiler Rauchschichtströmung, Einsatzkräfte mit Wärmebildkamera, PA und C-Schläuchen in Bereitschaft, nach 24 Minuten von Westen gesehen.



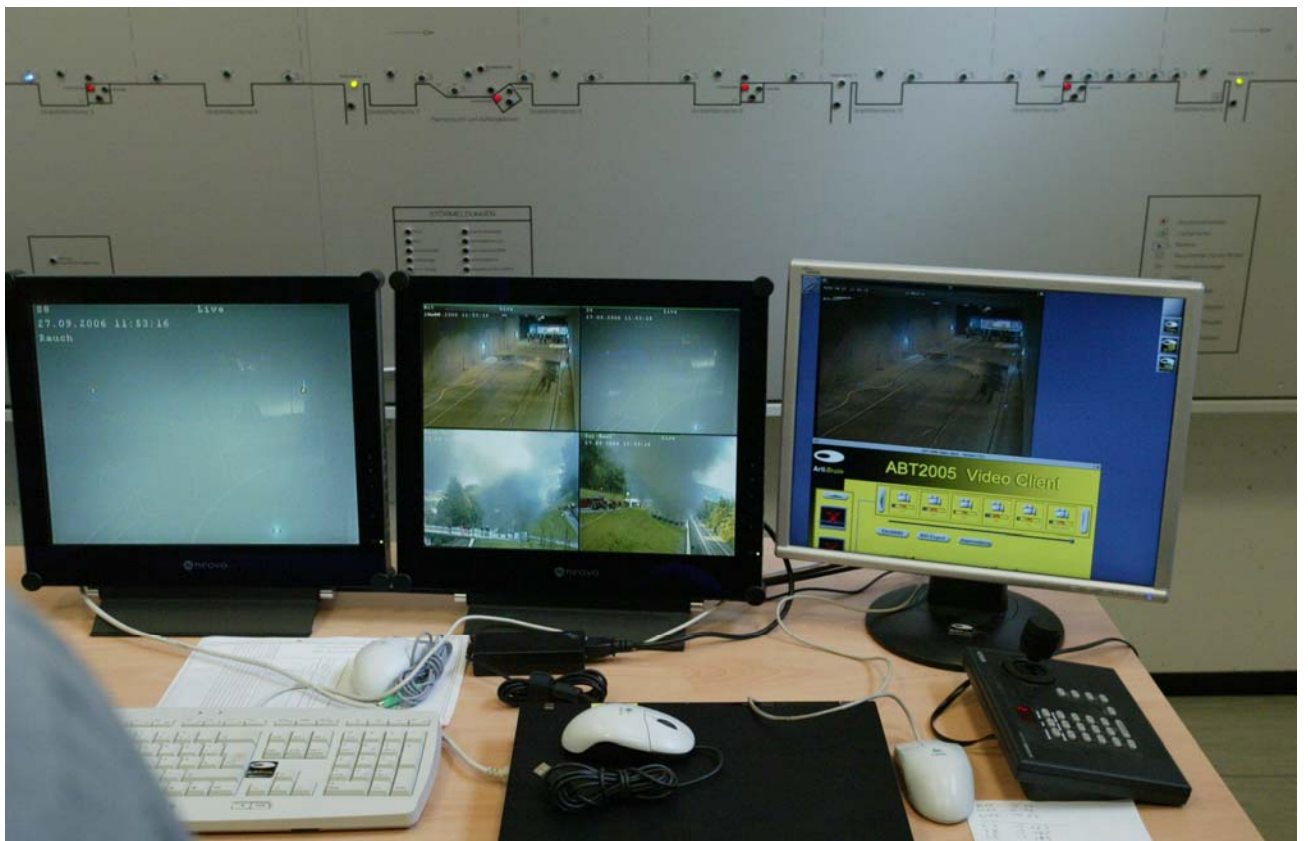
**Bild 43:** Beide Pkw in Brand bei stabiler Rauchschiebtströmung, Einsatzkräfte in 20 m Abstand vom Brandherd in Einsatzbereitschaft, Licht von 4 Scheinwerfern, nach 26 Minuten von Westen gesehen.



**Bild 44:** Beide Pkw in Brand, bei stabiler Rauchschiebtströmung, Einsatzkräfte in ca. 20 m Abstand vom Brandherd bereiten sich auf ihren Löschangriff vor, nach 27 Minuten von Westen gesehen.



**Bild 45:** Beide Pkw in Brand, stabile Rauchschiebtströmung, Einsatzkräfte nehmen die Spritzen zur Hand, Löschwasserversorgung durch einen B-Schlauch aus der Hydrantennische (Versorgung von der zentralen Druckerhöhungsanlage beim Betriebsgebäude), nach 28 Minuten von Westen gesehen.



**Bild 46:** Bedienplatz der TLZ im Betriebsgebäude, mit Leuchtschaltbild für Beleuchtung, Verkehrseinflussung, Störmeldungen und Alarmer, mit Monitoren für die Ereignisdetektion und Tunnelüberwachung. Die Videobilder aus dem Bereich der Rauchschiebt waren jedoch völlig unbrauchbar.



**Bild 47:** Bedienplatz mit Leuchtschaltbild und 14 Farbdisplays (TFT) zur dynamischen Visualisierung der Rauchströmung (Richtung und Geschwindigkeit) und der Temperatur (als Hintergrundfarbe), mit dynamischen Betriebs- und Störanzeigen für Ventilatoren, Klappen, Drehzahlen, Blasrichtungen, CO-Gaskonzentrationen, Lufttrübungsfaktoren, Lufttemperaturen und Strömungsgeschwindigkeiten.



**Bild 48:** Beginn des Löscheinsatzes nach 28 Minuten von Westen (Beendigung nach einer weiteren Minute). Die stabile Schichtströmung blieb über die gesamte Brandzeit und Löschzeit immer erhalten.





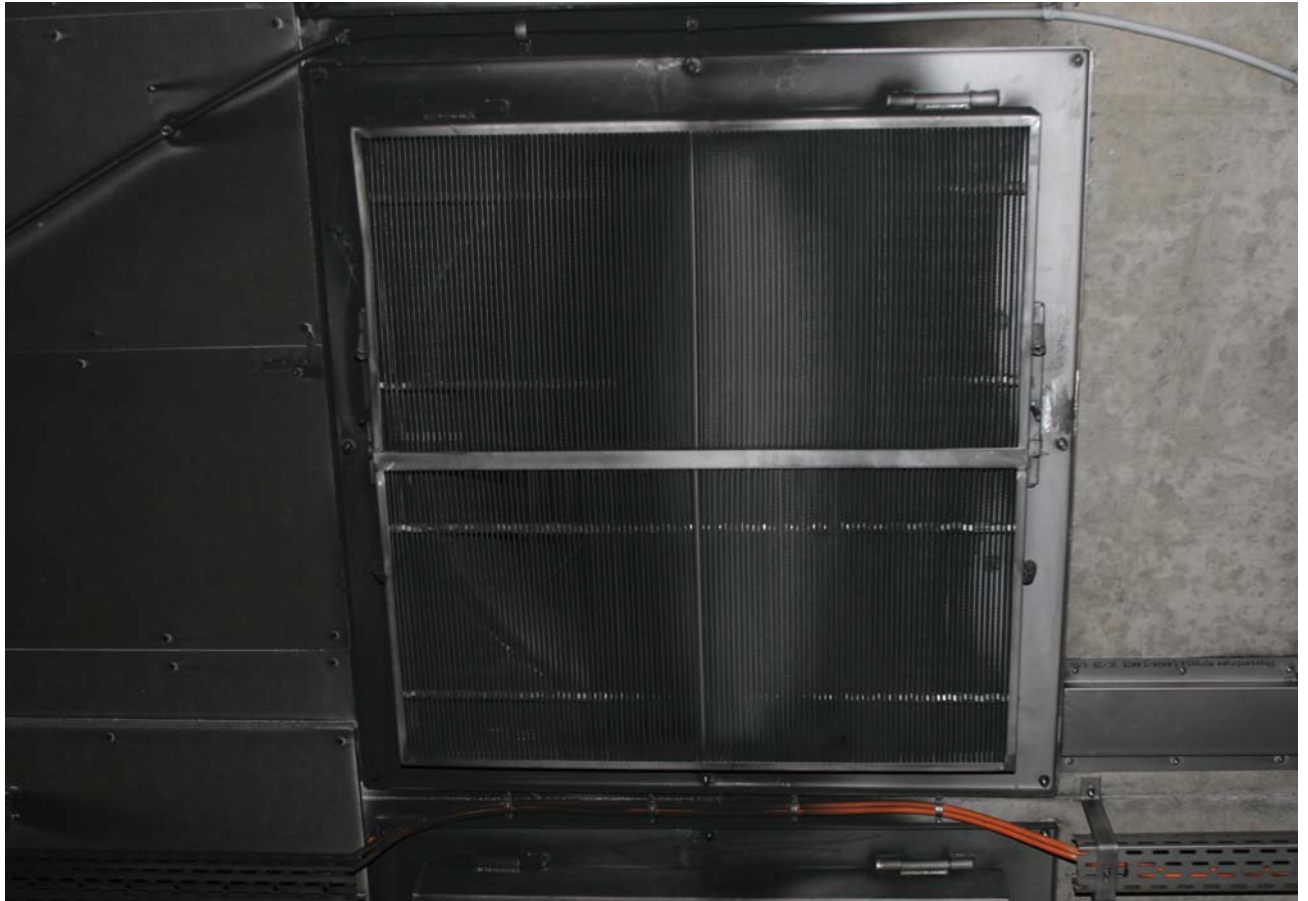
**Bild 49:** Stabile Schichtströmung des Wasserdampfes beim Löscheinsatz, 32 Minuten nach Brandbeginn von Westen gesehen. Die Tunnelwände waren nur in dem 1 m hohen Wandstreifen nahe der Decke vom Ruß geschwärzt, die Notrufnische mit SOS-Leuchte und die Fluchtweghinweisleuchten mit Brandnotleuchten blieben allzeit sichtbar und unversehrt und die Hydrantennische immer zugänglich.



**Bild 50:** Die beiden Autowracks nach dem Löschen mit Mittelschaum, von Westen gesehen. Die Deckenleuchten waren vom Ruß geschwärzt und die Leuchtenkabel, die Antenne, das Brandsensorkabel und das ECS-Gerät an der Decke waren beschädigt und zu erneuern.



**Bild 51:** Die Klappen der Entrauchungsstationen (hier die Station Nr. 06) mit Stellantrieben und Hitzeschutzummantelungen waren nach dem Brand völlig unbeschädigt und noch voll funktionsfähig.



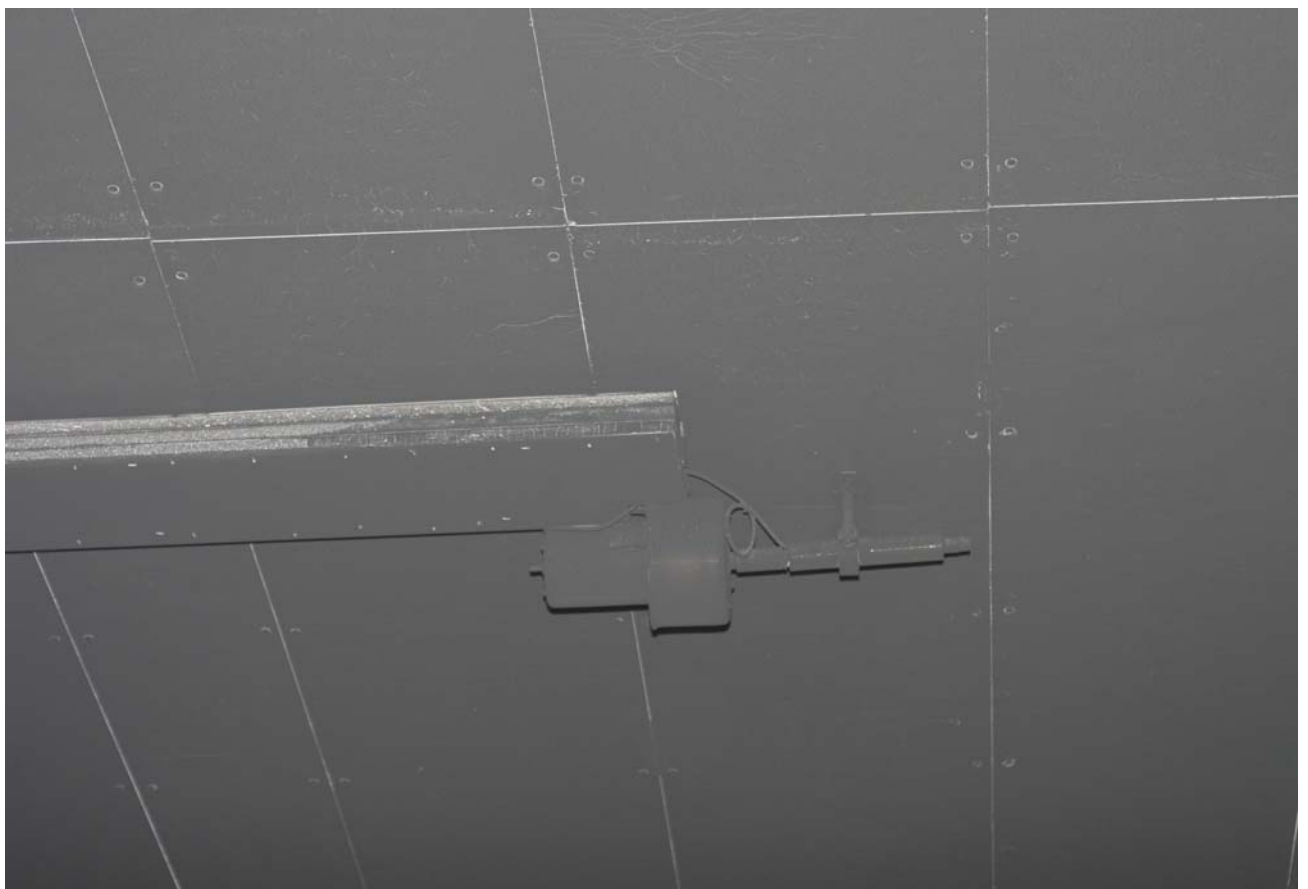
**Bild 52:** Die Flammensperren unter den Entrauchungsstationen (hier die Nr. 05) blieben unbeschädigt.



**Bild 53:** Ein geschmolzenes Lautsprechergehäuse im Bereich der Rauchgasschicht nach dem Brand.



**Bild 54:** Die SOS-Notrufleuchte mit Rundumblitzleuchte, die an der Tunnelwand, unterhalb der Rauchschichtströmung, montiert waren, blieben unbeschädigt und waren nicht geschwärzt und sauber.



**Bild 55:** Das Photometer an der Tunneldecke, im Bereich der Rauchgasschicht, war nach dem Brand geschwärzt aber ohne Beschädigung und noch voll funktionsfähig.



**Bild 56:** Nach dem Brand: Die geschwärzte Tunneldecke und ein schwarzer, 1 m hoher Wandstreifen an der Tunnelnordwand bis zur Entrauchungsstation Nr. 05, wo ein Teilstrom des Rauchgases in der Strahlventilatornische an der Decke zirkulierte (die westlichen Strahlventilatoren waren während der Entrauchung im Umkehrbetrieb, ohne jedoch mit den Rauchgasen in Kontakt zu kommen).



**Bild 57:** Die geschwärzte Tunneldecke und Leuchte nach dem Brand sowie der schwarze, 1 m hohe Wandstreifen an der Tunnelsüdwand bei der Entrauchungsstation Nr. 05 zeugen von der exakten Rauchführung während des Brandversuches (gleiches war an der Entrauchungsstation Nr. 06 zu sehen).