

9. BRANDVERSUCH IM RÖFIX-TUNNEL

Nach einer Reihe aufsehenerregender Brandereignisse in Verkehrstunnelanlagen wurde die Dringlichkeit deutlich, die Grundlagen für den vorbeugenden baulichen Brandschutz und die Richtlinien für Flucht- und Rettungswege in Tunnelanlagen zu überarbeiten sowie neue Erkenntnisse aus Tunnelleinsätzen der Feuerwehren umzusetzen.

Um das Risiko der Brandbekämpfung in Tunnelanlagen auf ein Minimum zu reduzieren, entwickelte die Firma Rechner´s aus Österreich/Vorarlberg das Löschunterstützungsfahrzeug LUF 60. Der LUF 60 funktioniert wie eine Schneekanone. Mit einem Ventilator wird das aus feinen Düsen strömende Wasser zerstäubt und mit großer Geschwindigkeit in Richtung Brandherd geschleudert. Dadurch kühlt die Luft stark ab, sodass die Einsatzkräfte bis auf wenige Meter an den Brandherd vorrücken können und mit konventionellen Mitteln das Feuer zum Erlöschen bringen.



Für eine international beobachtete Brandvorführung, wurde in Zusammenarbeit mit den Firmen Röfix und Rechner´s (Vorarlberg) im Transportstollen der Firma Röfix, am 23. März 2002, die Wirksamkeit des Konzeptes LUF 60 unter realen Bedingungen unter Beweis gestellt.

Im Tunnel wurde mit 20 Tonnen EURO- Holzpaletten eine Brandleistung von ca. 100 MW erzeugt, was einem Vollbrand von 3 Lkw-Zügen oder 10 Pkw entspricht (s. Foto oben). Aus

Umweltgründen wurde die Brandlast nur mit Holz als Brandlast simuliert und nicht wie anfangs vorgesehen mit einigen Pkw und einem beladenen Lastkraftwagen.

Bereits 10 Minuten nach Zündung der Paletten herrschten im Tunnel annähernd 1000 °C. Nach ca. 25 Minuten Branddauer kam das LUF 60 zum Einsatz (s. nächstes Foto). Durch die enorme Kühlwirkung des Gerätes konnte innerhalb von 6 Minuten die Temperatur bereits auf unter 200 °C und nach weiteren 5 Minuten auf unter 100 °C gesenkt werden. Dies ermöglichte dem Löschtrupp, im Schutze des Wassernebels, das Vordringen zum Brandherd, und nach weiteren 5 Minuten meldete der Löschtruppführer „Brand aus“.



Dieser Versuch, der von der TU Graz, der Firma Sommerfeld Messtechnik und der FFB dokumentiert wurde, hat eindrucksvoll gezeigt, dass mit diesem Konzept die Löscharbeiten deutlich erleichtert werden können und vor allem die Brandbekämpfung enorm beschleunigt werden kann.

Der Transportstollen für den Brandversuch ist in Bild 9.1 dargestellt. Die Firma Sommer Messtechnik in Koblach/Österreich führte die Temperatur- und Strömungsmessung im Tunnel durch. Dies erfolgte mit 20 Messfühlern an der Decke, der Seitenwand und am Boden. Die Strömungsmessung erfolgte zwischen Nische 2 und 3 in der Mitte des Tunnelprofils auf drei Ebenen. Alle Messdaten wurden während des gesamten Versuches aufgezeichnet und aus dem Tunnel übertragen.



Die TU Graz und die FFB hatten am Tunnelportal (s. Foto Tunnelportal) zur Messung der flüchtigen Substanzen im Brandrauch Gasmesssonden installiert. Die Gasproben der FFB wurden kontinuierlich über eine Gasförderpumpe dem FT-IR Gasanalysator, Type Gasmet™ Dx-4000, zugeführt und analysiert (s. Foto unten). Durch die hohen Temperaturen (ca. 900 °C) an der Decke am Tunnelportal lösten sich nach ca. 10 Minuten Branddauer die Armierung der Tunneldecke und die Befestigungen der Gasmesssonden. Eine weitere zuverlässige Bewertung der Analysenergebnisse war danach nicht mehr möglich, zumal die in den

Sonden eingelassenen Teflonschläuche sich temperaturbedingt zersetzten und Fluorverbindungen freigesetzt wurden.

Die Bilder 9.2 – 9.4 zeigen den Temperaturverlauf im Tunnel, die Strömungsgeschwindigkeit sowie die mit dem FT-Analysator gemessenen Gaskonzentrationen am Tunnelportal, welche online für die anwesenden Beobachter auf eine Großleinwand projiziert wurden. In Tabelle 9.1 sind die am Tunnelportal maximal gemessenen Gaskonzentrationen aufgelistet.



IR

Die Zündung erfolgte an mit 150 Liter Dieselkraftstoff getränkten Holzspänen. Nach etwa 6 min Branddauer wurden am Tunnelportal erste Temperaturerhöhung und Konzentrationsänderungen der zu messenden Gase registriert. In weiteren Verlauf des Brandes erhöhte sich der CO-Gehalt auf max. 4004 ppm nach 9,5 min und der CO₂-Wert auf max. 5,1 Vol.-% nach 10,5 min (s. Bild 9.5). Die Temperaturen im Tunnel stiegen auf ca. 1000 °C an. Das Knistern des Holzfeuers im Tunnel war am Tunnelportal deutlich hörbar.

Zwischen der 6. und 10. Minute stiegen die Gaskonzentrationen am Portal stark an. Die Stickoxide erreichten Konzentrationen von 16 ppm NO₂ und 26 ppm NO nach 10,5 min. Formaldehyd und Benzol erreichten bis 23 ppm bzw. 32 ppm nach ebenfalls 10, 5 min. Der SO₂-Gehalt stieg auf max. 5 ppm nach 7,5 min. Acetaldehyd wurde mit max. 13 ppm nach 10 min gemessen. Die unverbrannten organischen Gase Methan, Ethen und Acetylen erreichten zusammen 916 ppm und unverbranntes Ethanol wurde mit 60 ppm angezeigt (s. Bilder 9.6 und 9.7).

Die Temperatur der Tunneldecke am Portal stieg deutlich an und erreichte nach 10 min ca. 900 °C. Die Armierung der Tunneldecke und die Befestigungen der Gasmesssonden brachen auseinander und die Halterungen mit Sonden fielen auf den Tunnelboden. Eine weitere zuverlässige Analytik war dann nicht mehr möglich.

Nach 25 min Branddauer kam der LUF 60 zum Einsatz. Durch die enorme Kühlwirkung des Gerätes wurde innerhalb von 6 min die Temperatur im Tunnel auf ca. 200 °C und nach weiteren 5 min auf unter 100 °C gesenkt werden (s. Bild 9.2). Dies ermöglichte das Vordringen des Löschtrupps zum Brandherd. Nach weiteren 5 min war dann der Brand gelöscht.

23. März 2002

Brandversuch - Steinbruch Röfix

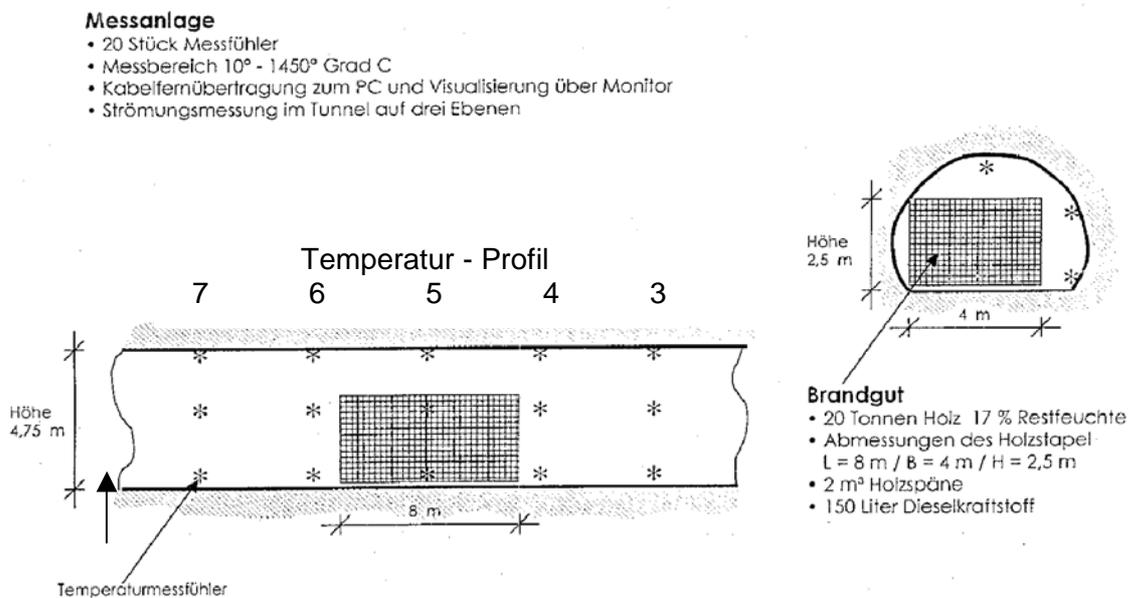
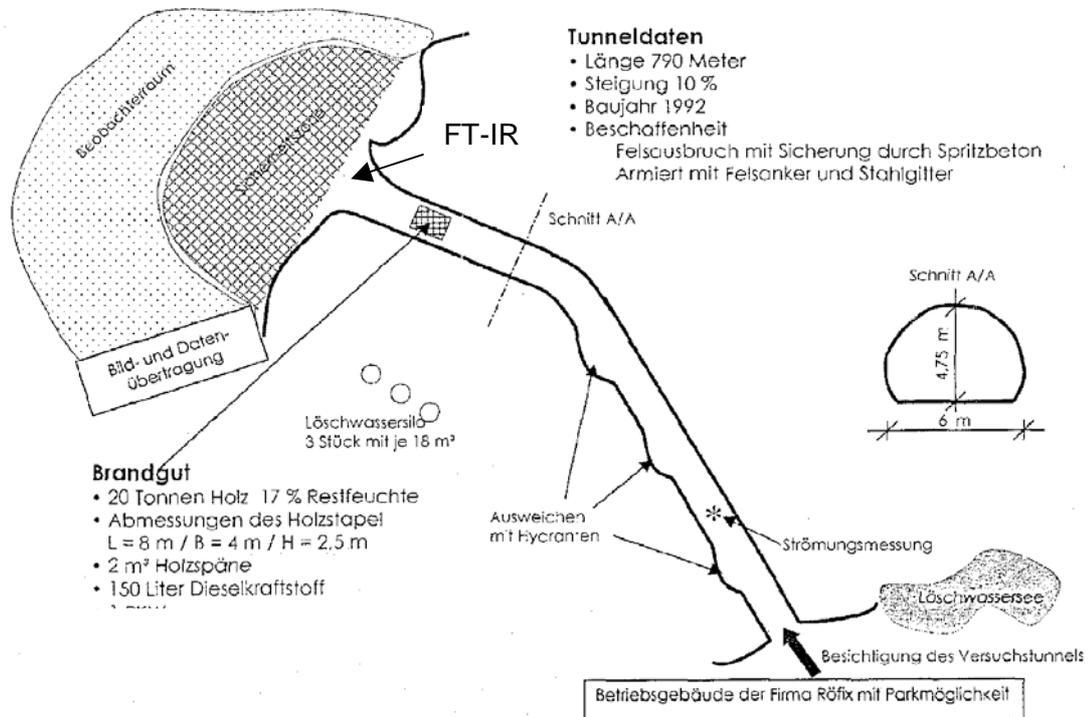


Bild 9.1: Ansicht der Tunnelanlage mit Tunneldaten, Brandgut und Messtechnik

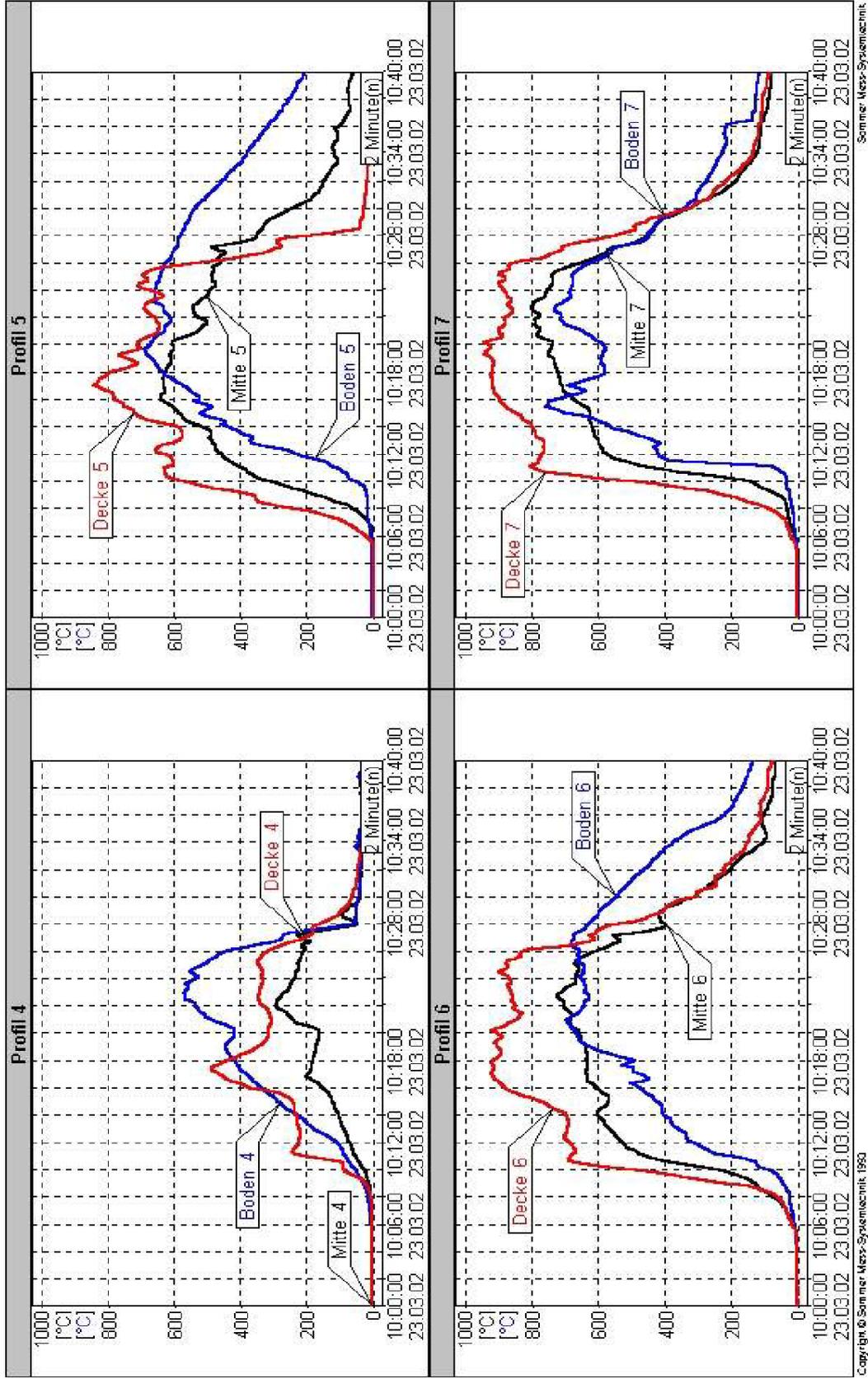
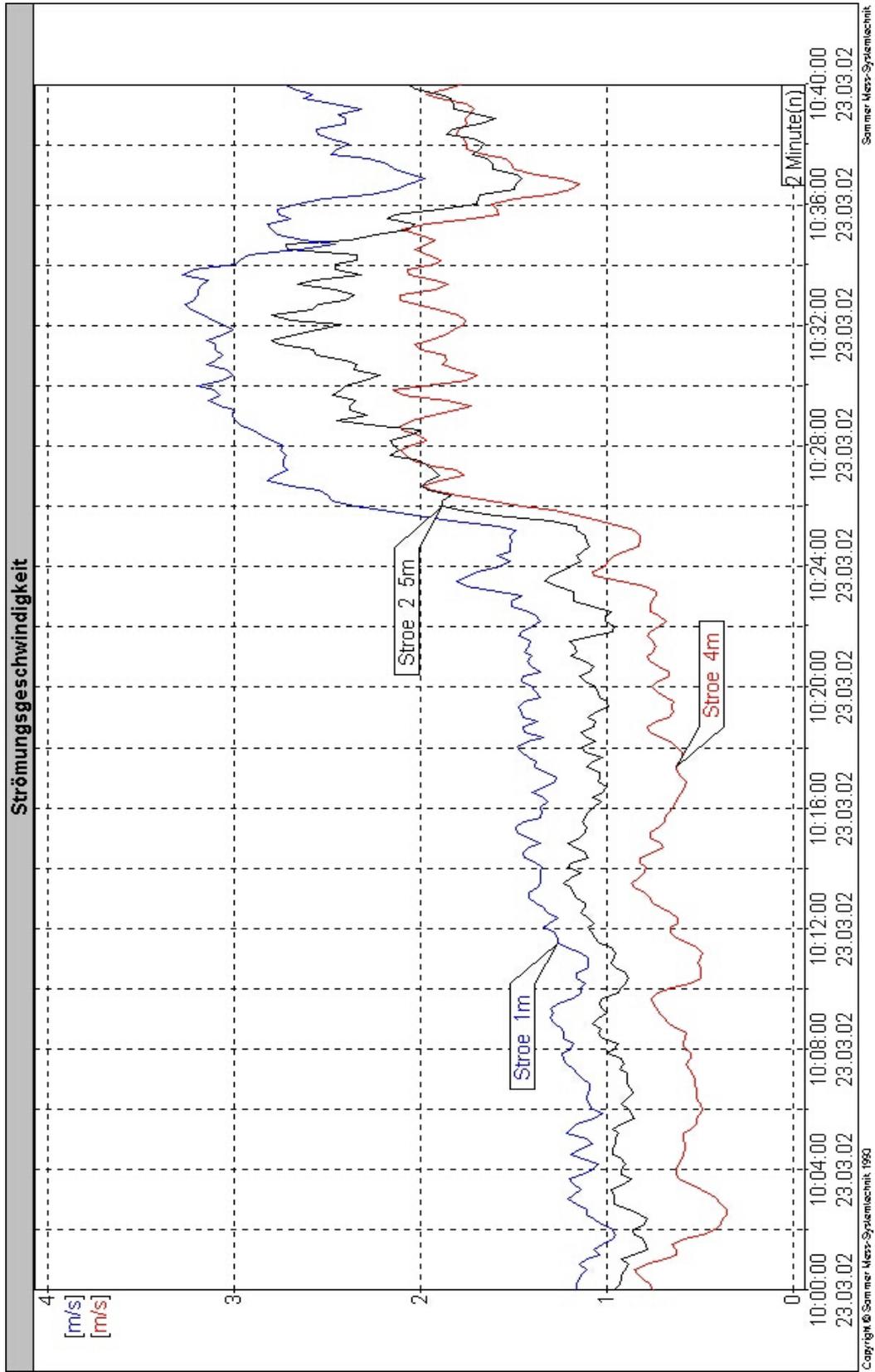


Bild 9.2: Temperaturverlauf im Tunnel, am Boden, an der Decke und in der Mitte (Profilebene 4 – 7)



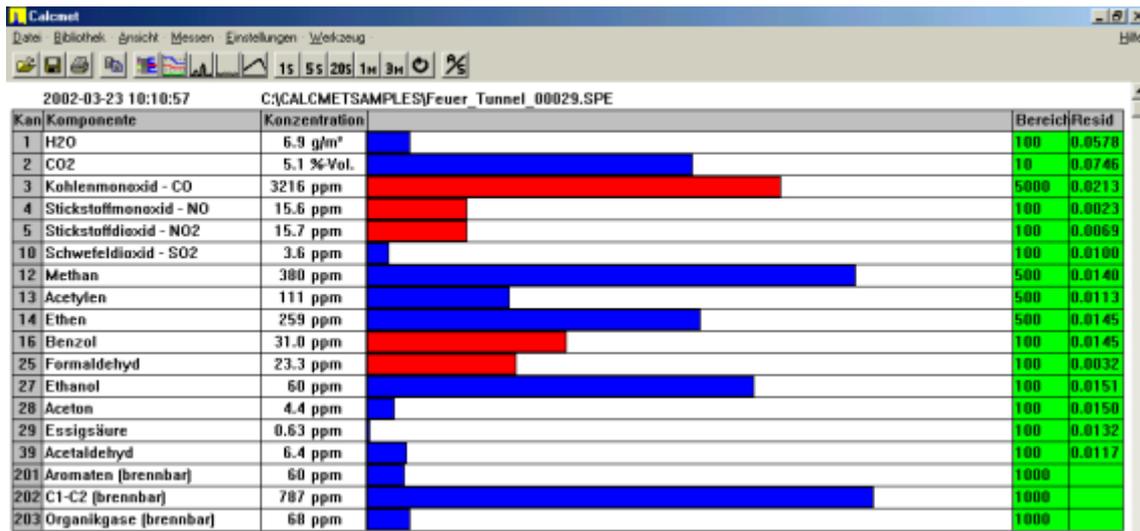


Bild 9.4: Dargestellt sind die Konzentrationen wichtiger Gase direkt und als Balken im jeweiligen Messbereich am Tunnelportal, 10 min nach Zündung.

Tabelle 9.1: Maximale Gaskonzentrationen am Tunnelportal

| Gemessene max. Konzentrationen beim Tunnelbrand in Rößix | | | |
|--|--------|------|--------|
| Wasserdampf | H2O | 6,9 | g/m3 |
| Kohlendioxid | CO2 | 5,1 | %-Vol. |
| Kohlenmonoxid | CO | 4004 | ppm |
| Stickstoffmonoxid | NO | 26 | ppm |
| Stickstoffdioxid | NO2 | 16 | ppm |
| Schwefeldioxid | SO2 | 5 | ppm |
| Methan | CH4 | 442 | ppm |
| Acetylen | C2H2 | 151 | ppm |
| Ethylen | C2H4 | 323 | ppm |
| Benzol | C6H6 | 32 | ppm |
| Formaldehyd | CH2O | 23 | ppm |
| Ethanol | C2H6O | 60 | ppm |
| Aceton | C3H6O | 7 | ppm |
| Essigsäure | C2H4O2 | 1 | ppm |
| Acetaldehyd | C2C4O | 13 | ppm |

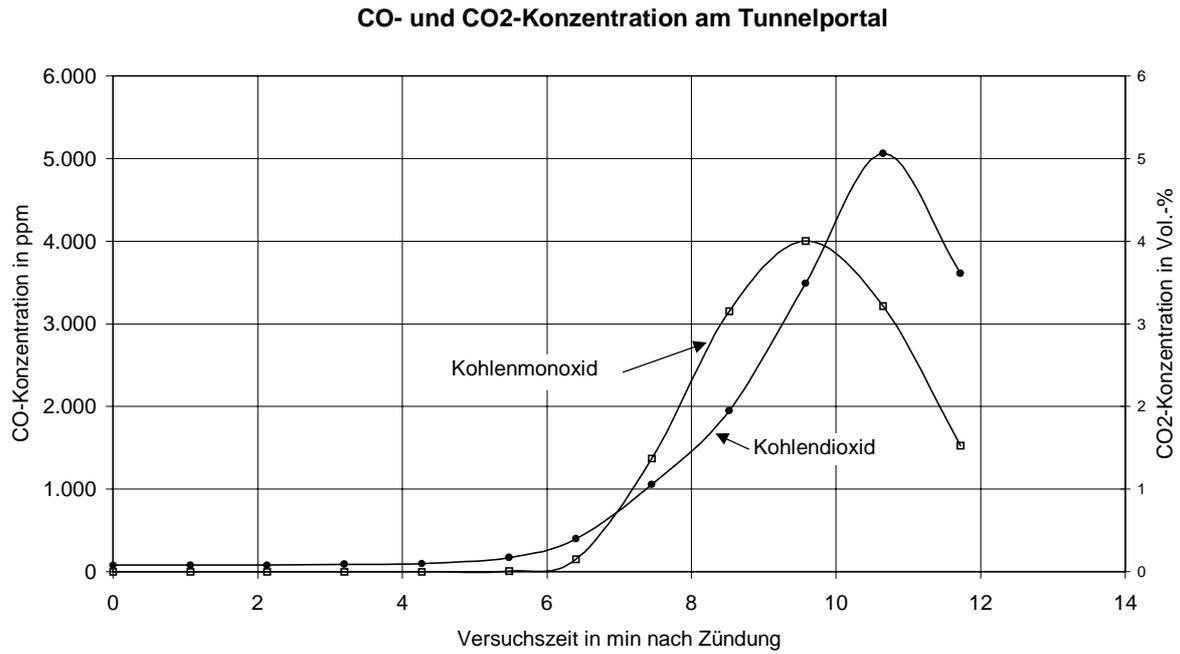


Bild 9.5: CO- und CO₂-Konzentration am Tunnelportal

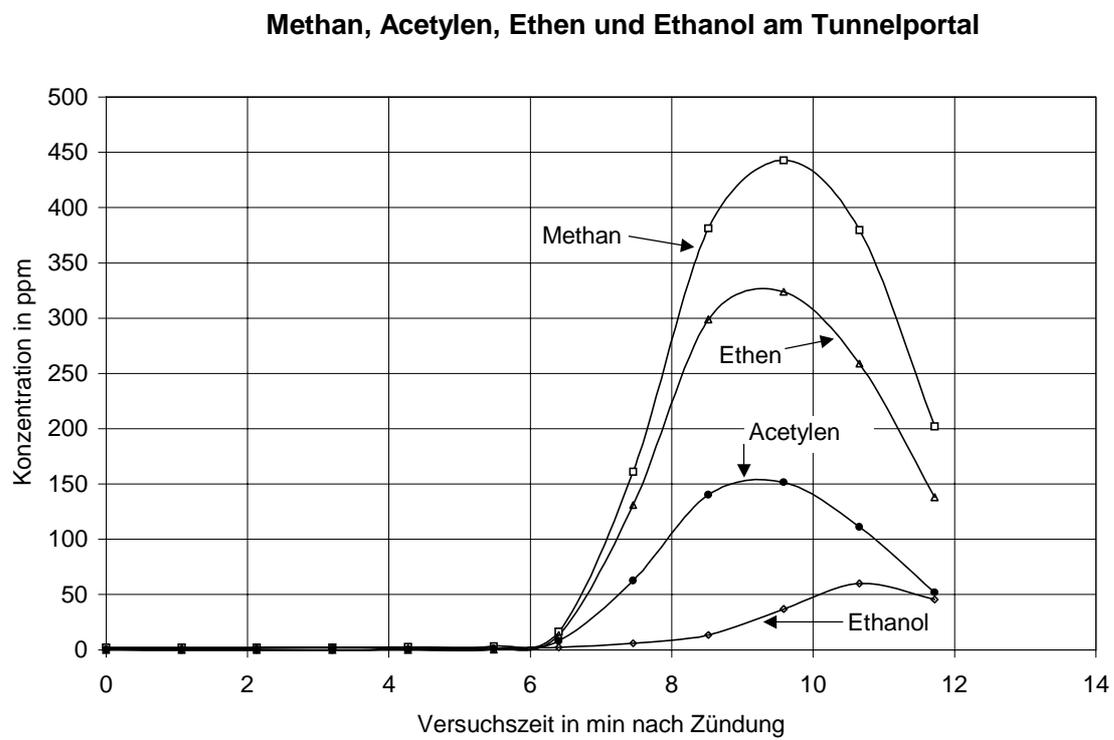


Bild 9.6: Methan-, Acetylen-, Ethen und Ethanol- Konzentration am Tunnelportal

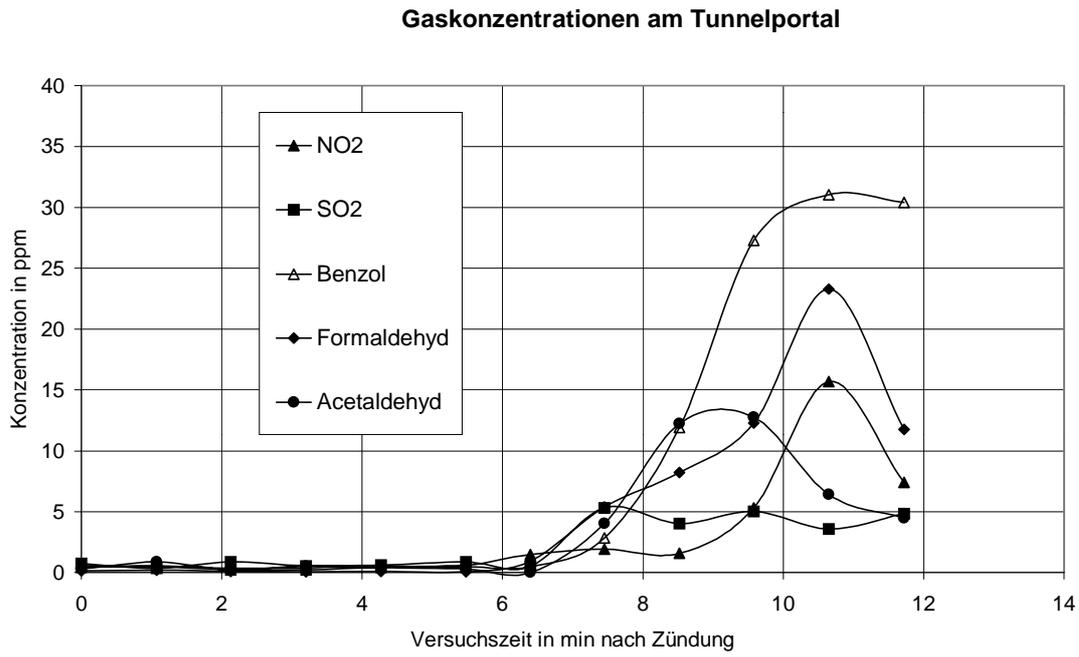


Bild 9.7: Diverse Brandgase mit ihren Konzentrationen am Tunnelportal