

Lüftung und Brandlüftung im Autotunnel

Manfred Bayerl, Wien

Im Gegensatz zu Tunnelbauwerken für den schienengebundenen Verkehr sind die Anforderungen an den Lüftungsplaner in Autotunneln komplexer und stark differenziert. Autos stellen an sich durch den Treibstoff und die Ausgestaltung mit Kunststoffen ein gewisses Eigenrisiko im Tunnel dar. Schadstoffe aus dem Auspuff auf der einen Seite – Sauerstoffbedarf der Benutzer auf der anderen – es gilt, viele Parameter zu berücksichtigen, wenn man den Lüftungsbedarf eines Tunnels schon für den normalen Betrieb dimensioniert. Denn der Verkehr vollzieht sich nicht deterministisch. Gefahrgüter, Unfälle und Brandgeschehen stellen sich als zusätzliche Herausforderung an den Planer dar.

Tunnel – der Verkehrsweg der Zukunft

Speziell Autotunnel zählen heute, im zusammenrückenden Europa zu den wichtigsten Bindegliedern zwischen Nord und Süd, Ost und West. Auch im städtischen Bereich werden in der Zukunft mehr und mehr Straßen ins Unterirdische verbannt, sei es, um Lärm und Abgase starkfrequenzierter Verkehrswege von Wohngebieten fernzuhalten, sei es, um beschleunigte Wege für Stadtdurchfahrten anzubieten.

Mit der ständig wachsenden Benutzerfrequenz solcher Anlagen wird die Frage der Sicherheit eines Tunnels nicht erst seit den letzten Brandkatastrophen eine eminent wichtige.

Sicherheit erschöpft sich nicht allein in Pannenbuchten, zwei getrennten Röhren und einem Videoüberwachungssystem. Extrem wichtig für die Sicherheit eines Tunnels

ist die richtig dimensionierte Lüftungs- und Brandlüftungsanlage. Leider war und ist es auch im internationalen Vergleich so, daß gerade bei der Lüftungsanlage Einsparungen vorgenommen werden, wenn das Budget für ein Riesenprojekt durch Unvorhergesehenes beim Bauwerk knapp wird. Daß damit am falschen Ast gespart wird, zeigten die beiden Tunnelunglücke in diesem Jahr mit erschreckender Deutlichkeit.

Jeder Tunnel, ob im Gebirge, unter einem Fluß, unterhalb des Meeres oder im innerstädtischen Gebiet, stellt sich als spezielles Mikroklima dar, in welchem sich durch Druck- und Temperaturunterschiede der Ein- und Ausfahrten, die Lage des Einfahrtportals zur jeweiligen Hauptwindrichtung, die zusätzlichen Luftquellen, mögliche Höhenunterschiede, Kurven, Steigungen und Gefälle eine natürliche Strömung entwickelt. Der Tunnel – einmal gebaut – stellt daher aus strömungsdynamischer Sicht schon ein komplexes System an sich dar, ohne noch von Schadstoffen und Brandlasten der transportierten Güter befrachtet zu werden. Damit stellt gerade die Belüftung des komplexen Systems eines Tunnels die technisch höchsten Ansprüche an die Tunnelplaner.

Schadstoffe, Stäube & CO

Bei Betrieb von Verbrennungsmotoren werden je nach Fahrzeug, Motorgröße und Einstellungen mehr oder weniger Schadstoffe erzeugt. Die Verbrennungsprodukte enthalten neben schädlichen Bestandteilen auch solche, die weniger gesundheitsschädigend, dafür aber sichtverschlechternd und reizbildend sind. Die giftigen Abgasbestandteile sind Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, Schwefelverbindungen und Stickoxide. Dabei stellt das geruchlose CO die höchste Gefahr dar.

Bei der Dimensionierung einer Lüftungsanlage für den normalen Betrieb geht man meist vom CO-Ausstoß der Kraftfahrzeuge aus. Der er-

zeugte Luftwechsel muß den Sauerstoffbedarf der Benutzer – Fahrer und Insassen – decken. Auf Grund der sich immer mehr erhöhenden Verkehrsfrequenz in Tunneln ist dieser Bedarf meist schon dann zu knapp bemessen, wenn das Bauwerk fertig ist – das Verkehrsaufkommen bringt die Lüftungsanlage an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Für den Brandfall sind nicht genügend Reserven vorhanden.

Auch Stäube stellen in einem Tunnel eine große Gefahr dar, da sie nicht nur zur Sichtminderung führen, sondern auch die Lüftungsanlage mit Teilchen befrachten. Damit kann möglicherweise ein Ventilator beim darauffolgenden Brand gar nicht mehr in Betrieb gehen.

Stäube im Tunnel können die ganz normalen durch den Verkehr eingetragenen Staublasten sein. Aber auch staubförmige Güter wie Mehl, Zucker oder Zement bergen, werden sie durch einen Unfall im Tunnel freigesetzt, ein gewaltiges Gefahrenpotential in sich. Im Gegensatz beispielsweise zu einer unterirdischen Garage müssen daher in einem Tunnel für die Dimensionierung der normalen Betriebslüftung abgesehen vom Kohlenmonoxid auch Stäube und die sonstigen Frachtgutkonstellationen sowie mögliche Sonderfälle des Lüftungsbedarfes berücksichtigt werden. Für den Betreiber muß dabei definiert sein, für welche Lasten die Lüftungsanlage ausgelegt ist.

Gefahrgüter sind an und für sich bezüglich ihrer Brandlasten, der anzuwendenden Sicherheitsvorschriften und der notwendigen Transportbehältnisse sehr gut erforscht und dokumentiert. Die Regelwerke füllen mehrere Bände. Wirkliches Gefahrgut wird daher, wenn es fachgerecht transportiert wird, ohne Unfall kaum je zu einem Brand führen.

Unfall ist gleich Tunnelbrand

Bedingt durch die Treibstoffladung, die jedes Kraftfahrzeug mit sich führt, ist fast jeder Unfall im



Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Bayerl ist Zivilingenieur für Technische Physik, Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter, international anerkannter Sachverständiger, Mitglied des VDI. Er ist Eigentümer und Leiter des Consulting-Unternehmens Büro für Technischen Umweltschutz Dr. Manfred Bayerl in Wien.

Tunnel mit einem Brandrisiko behaftet. Auch das ist bei der Auslegung einer Lüftungsanlage entsprechend zu berücksichtigen.

Denn im Tunnel sind die Folgen von Unfall und Brand wesentlich schwerwiegender als bei einem Brand auf der Landstraße, wo genügend Sauerstoff vorhanden ist und alle Richtungen für die Flucht offenstehen. Im Tunnel gibt es dagegen nur zwei Richtungen, in welche man, sei es zu Fuß, sei es mit dem Auto, vom Brandherd flüchten kann. Der Rauch verdichtet sich, wenn nicht ordnungsgemäß abgesaugt wird, sehr schnell, so daß zu der üblichen Dunkelheit eines Tunnels noch eine weitere Sichtbehinderung dazukommt (Bild 1). Auch die Hitze entwickelt sich naturgemäß rascher als im Freien. Und damit sind Autos, die vorerst nicht in das Unfallgeschehen verwickelt waren, durch ihre Benzinfracht sehr rasch einer Explosionsgefahr ausgesetzt. Resultat ist eine nicht mehr beherrschbare Kettenreaktion.

Oxidierend oder Reduzierend

Bei einem Brand im Tunnel sind die ersten Minuten von ausschlaggebender Bedeutung. Bedingt durch den engen Raum verdichtet sich der Rauch unheimlich schnell und die rasch ansteigende Hitze gewährt nur wenige Minuten, um vom Brandherd flüchten zu können. Durch den Auftrieb der heißen Rauchgase hält sich die Verrauchung für kurze Zeit an der Decke. Wird jedoch nicht richtig abgesaugt, verdichtet sich der Rauch binnen Minuten im gesamten Tunnelquerschnitt.

Solange Menschen im Tunnel sind, ist es wesentlich, Sauerstoff einzublasen. Sauerstoff wird für die Verbrennung benötigt. Dem Tunnelbau mag die Möglichkeit vorgaukeln, durch Reduktion des Sauerstoffes den Brand zu ersticken. An sich kein schlechter Gedanke – gäbe es nicht Menschen im Tunnel, die noch flüchten müssen.

Wird bei einem Tunnelunglück Frischluft zugeblasen, so beschleunigt sich das Brandgeschehen natürlich ungemein. Die Frischluft verhindert jedoch, daß sich der Brand den Sauerstoff aus der umgebenden Atmosphäre holt und damit die Atemluft der Menschen verbraucht. Diese wären nämlich wesentlich früher erstickt als der Brand.



Bild 1 | Verrauchung eines Tunnels

Bild: Dr. Bayerl

Kühlende Frischluft, die in Fluchrichtung entgegenkommt, bietet den Menschen auch noch bei höheren Temperaturen die Chance, vom Brandherd weg zu laufen. Nicht zuletzt zeigt der Frischluftstrom die Fluchrichtung an.

Wieder einmal setzt MAICO neue Maßstäbe. Mit dem **aeroduct**-Brandschutzsystem bietet MAICO

neue Dimension der Einrohrlüftung von MAICO

unglaublich preisgünstig

und wartungsfrei:

das **aeroduct**-System

Wieder einmal setzt MAICO neue Maßstäbe. Mit dem **aeroduct**-Brandschutzsystem bietet MAICO

- › ein komplettes System, wartungsfrei und unglaublich preisgünstig
- › höchste Flexibilität durch aufeinander abgestimmte System-Komponenten. Neu entwickelte Brandschutz-Ausgleichselemente ergänzen sich optimal mit Einrohr-Entlüftungsgeräten für Auf- und Unterputz
- › Verzicht auf Brandschutz-Deckenschotts
- › kostengünstigere Planung ohne brandfeste Schächte
- › absolute Wartungsfreiheit der Brandschutz-Absperrvorrichtungen

aeroduct – ein brandheißer Tip für Bauherren, Planer und Installateure.

DIN 18017, T. 3

Kein Deckenschott notwendig

Coupon abschicken oder faxen an:
MAICO-Ventilatoren, Steinbeisstraße 20
78056 Villingen-Schwenningen
Tel.: 077 20/694-0, Fax: 077 20/694-156
e-mail: info@maico.de, http://www.maico.de

COUPON

Ich möchte mehr wissen über das **aeroduct**-System

SO. HLH/BI 8/99

Name/Firma: _____

Straße: _____

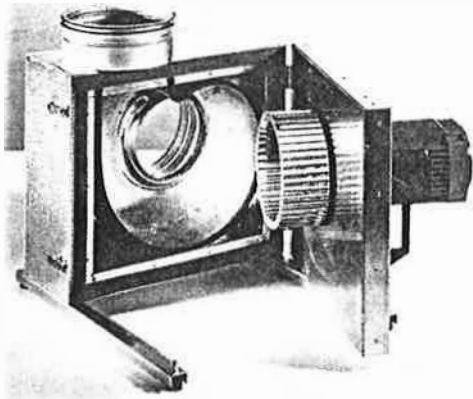
PLZ/Ort: _____



MAICO
VENTILATOREN

AERO DYNAMISCH

Die Systemair- Küchenabluftbox



Die Systemair-Vorteile:

- Anschlußstutzen mit Gummilippendichtung
- niedriger Schallpegel
- Einsatz von Normmotor, teilweise spannungssteuerbar
- Fördermitteltemperatur im Dauerbetrieb 100°C auf Wunsch 200°C
- mit 50 mm Steinwolle schall- und kondensisoliert
- auf Wunsch auch in Edelstahlausführung
- Montageschienen mit effektiven Schwingungsdämpfern
- umfangreiches Zubehörprogramm
- Ausführung auch in Ex möglich
- 3 Jahre Garantie

Systemair-Spitzenprodukte mit 3 Jahren Garantie:

Rohr-, Flüster-, Kanal-, Dach-, Axial- und Radialventilatoren, Kastengeräte und kontrollierte Wohnraumlüftung

 **Systemair**

Seehöfer Straße 45
D- 97944 Windischbuch
Telefon 0 79 30 / 92 72 - 0
Telefax 0 79 30 / 92 72 - 92
e-mail: Info@Systemair.de
Internet: www.Systemair.de

Oxidierendes Brandgeschehen verhindert auch, daß es auf Grund von unvollständiger Verbrennung zur Bildung von Dioxinen und Furanen kommt, die nicht nur eine frühe Hilfeleistung im Tunnel unmöglich machen, sondern auch die Umwelt schädigen und die an den Ausblasöffnungen anwohnenden Menschen gesundheitlich beeinträchtigen (Bild 2).

Das bedeutet, daß für einen Tunnelbrand ein oxidierendes Brandgeschehen zu bevorzugen ist. Damit muß sowohl von der Leistung wie von der zeitlichen Verfügbarkeit her ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Zu- und Abluft herrschen.

Längs- oder Querlüftung – jeder schwört auf sein System

Längslüftung oder Querlüftung im Tunnel sollten nicht unbedingt Widersprüche darstellen. Es kommt auf die Länge des Tunnels an. Längslüftung von sogenannten Weitwurfventilatoren ist vor allem für die Lüftung kürzerer Strecken angebracht. Für längere Tunnelstrecken, vor allem aber für den Brandfall, stellt die Längslüftung, allein betrachtet, eher ein vermehrtes Risiko dar.

Einerseits wird der Rauch die Tunnelröhre entlanggeblasen und nicht abgesaugt. Damit reduzieren sich die Möglichkeiten der Flucht auf eine Richtung, nämlich die, aus der die Frischluft eingeblasen wird. Weitwurfventilatoren liegen, im Gegensatz zu den großen Absauganlagen innerhalb der Tunnelröhre. Kommt es zu einem Unfall mit einem Brand direkt unter einem Weitwurfventilator, so ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß dieser Ventilator in kurzer Zeit dem Brandgeschehen nicht mehr standhalten kann. Er schmilzt und fällt aus. Damit ist die Strömung genau an der Stelle unterbrochen, wo Sauerstoff und Abgastransport am notwendigsten sind.

Auf der anderen Seite sind die großen Absauganlagen träger, es dauert eine gewisse Zeit, bis die Absaugung die erforderliche Leistung bringt.

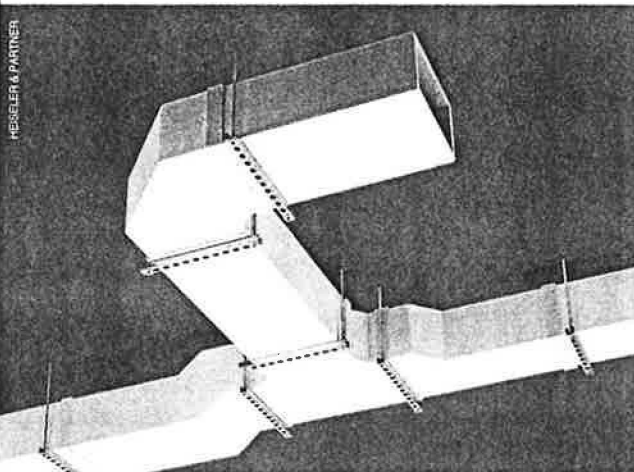
Ein Lüftungssystem, das beide Systeme miteinander verbindet, stellt daher ein wünschenswertes Ziel dar. Mit nahe beieinanderliegenden, reversiblen Weitwurfventilatoren und einem ebenso dichten Absaugsystem mit unterschiedlichen, verschließbaren Absaugöffnungen kann bei einem Unfall mit Brand bei geeigneter Regelung sehr rasch die ideale Belüftung des Brandherdes hergestellt und möglicherweise Frischluft aus beiden Richtungen herangebracht werden. Damit wäre auch die Fluchtmöglichkeit in beide Richtungen offen.

Unterdimensionierung contra Sicherheit

Im Gegensatz zu schienengebundenen Verkehrsmitteln sind für die verschiedenen Brandla-

BRANDSCHUTZ

Just in time



HEISELER & PARTNER

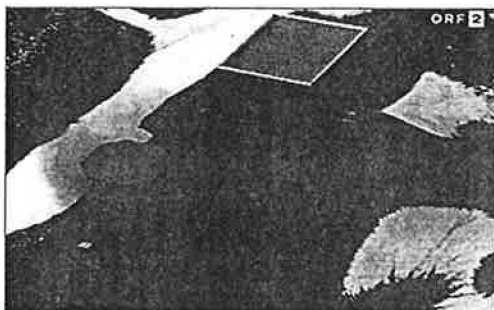
Selbständige LBM-System-Luftkanäle L 30 - L 90

Vorkonfektionierte Luft- und Kabelkanal-Elemente, projektierte Zuschnitte und Bausätze mit Montage-Zubehör. Geprüfte Konstruktionen nach DIN 4102. Zuschnitt- und Weiterbearbeitungsservice für Industrieprodukte und Anwendungen im Handwerk. Zuverlässige Lieferung. Bundesweit. Schnell. Kostengünstig.

Lüftungs- und Brandschutztechnik
 Möhnesees GmbH · D-59519 Möhnesees
 Telefon (0 29 24) 6 85 · Telefax (0 29 24) 20 59



Infos im Internet unter: <http://www.lbm.de>



**Bild 2 | Tauerntunnel:
Ausblasung von oben gesehen**

Bild: ORF 2

sten der unterschiedlichsten Benutzergruppen eines Autoverkehrstunnels die Brandlasten, die in der Lüftungsplanung berücksichtigt werden müssen, relativ schwierig zu bestimmen. Damit verläßt man sich auf adäquate Brandlasten, zum Beispiel Benzin, das technisch-wissenschaftlich seit Jahrzehnten sehr gut durchforscht ist.

Lüftungsanlagen werden nur sehr selten mit allen notwendigen Parametern tatsächlich gerechnet. Dabei bietet die moderne Computertechnologie heute Möglichkeiten, wirklich alle Parameter in den unterschiedlichsten Varianten prognostisch zu berücksichtigen.

Nun stellt Benzin – diesbezüglich sind Brände sowohl in Brandlabors wie auch in Tunnels sehr gut ausgetestet und experimentell be-

schrieben – zwar oftmals die Ursache einer Brandkatastrophe im Tunnel dar, aber selten sind mit den Erfahrungswerten von Benzin die Wirkungen einer Brandkatastrophe im Tunnel und damit die tatsächliche erforderliche Luftleistung ausreichend definiert.

Tunnel-, Lüftungs- und Brandlüftungsanlagen werden meist, der Erfahrung folgend, auf eine bestimmte Verkehrsfrequenz ausgelegt, wobei hier hauptsächlich von der Benzin-, möglicherweise noch der Schadstofffracht der Auspuffe ausgegangen wird. Bei Überschreitung dieser Frequenz von zum Beispiel 100 Personenkraftwagen pro Stunde, das heißt, fahren in der Stunde 1.000 statt 100 Personenkraftwagen durch den Tunnel, so ist der Sauerstoffbedarf der Insassen

UNSERE REDAKTION FÜR IHREN ERFOLG

Nutzen Sie die aktuelle
 Berichterstattung unserer
 kompetenten
 Fachredakteure
 zur gezielten
 Kundeninformation –
 durch einen Sonderdruck

**Kostenloser
 Anzeigenservice**
 Telefon 0211/6188 465
 Fax 0211/6188 475

Sonderdruck aus
 BQ 139 (1999) Nr. 3 · Seite 57 – 59

Mit FDM-Simulation
 die Zukunft der Giesserei
 sichern
 von Dr. Ing Bernd Wörner

Verstärken Sie den
 redaktionellen Inhalt
 durch eine
 werbewirksam
 gestaltete Titelseite

M Mustermann GmbH

Ja, wir interessieren uns für einen
 Sonderdruck und erwarten Ihr Angebot

Zeitschriftentitel _____

Ausgabe/Seiten _____

Beitrag _____

Firma _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____

Fax _____

Ansprechpartner _____

Lüftung und Brandlüftung im Autotunnel

Bild 3 | Rauchabsaugung
bei Querlüftung

Bild ORF 2

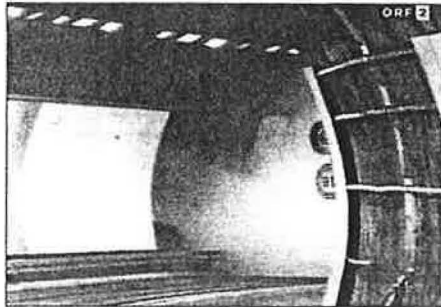


Bild 4 | Tunneldurchfahrt:
PKW und LKW fahren
dicht hintereinander.

Bild: ORF 2

der Autos durch den von der Lüftungsanlage produzierten Luftwechsel nicht mehr gegeben (Bild 4). Damit erhöhen sich die Schadstoffkonzentrationen, das Konzentrationsvermögen sinkt, die Müdigkeit steigt, die Sicht verschlechtert sich und die Unfallgefahr wächst rapide an.

Allein durch Überlastung eines Tunnels können Katastrophen entstehen, ohne daß Gefahrgüter überhaupt involviert sind. Daraus ist ersichtlich, wie wesentlich eine richtig dimensionierte Lüftungsanlage für die Sicherheit einer Tunnelanlage ist.

Alte Tunnel – sichere Zukunft?

Tunnelanlagen, wie sie seit rund 30 Jahren in Österreich, der Schweiz, Frankreich und Teilen Deutschlands zur Unterquerung von Gebirgsstöcken erbaut wurden, waren zur Bauzeit auf eine bestimmte, aus heutiger Sicht sehr niedrige Verkehrsfrequenz ausgelegt. Unter Ver-

kehr verstand man zur Bauzeit außerdem meist den individuellen Personenkraftverkehr. Güter wurden in Zeiten, als es in Europa noch Zollbeschränkungen und sogar einen eisernen Vorhang gab, in wesentlich geringerem Umfang als heute auf der Straße transportiert.

Altanlagen, dies hat die Diskussion angesichts der beiden Tunnelbrände in diesem Jahr gezeigt, sind oftmals nur in geringem Maße verbesserungsfähig. Die baulichen Gegebenheiten machen eine Angleichung der Lüftungsanlage an den heutigen Stand der Technik, aber auch an den heutigen Bedarf meist unmöglich, selbst wenn die enormen dabei entstehenden Kosten keine Rolle spielen würden. Eine Verbesserung der Sicherheit ist damit meist nicht über eine Änderung des Lüftungssystems möglich. Zur Sicherung solcher Anlagen müssen alle anderen Risikofaktoren herangezogen werden. Das betrifft vor allem den Risikofaktor Überlastung, den Gefahrguttransport und die menschliche Komponente des Unfallrisikos, der über technisch mögliche Maßnahmen begegnet werden kann.

Lernfähige Systeme zur Zutrittskontrolle?

Bezüglich der Überbelastung ist nach Feststellung der tatsächlichen Leistungsmöglichkeiten der Lüftungsanlage ein gezieltes Zutrittsystem auszuarbeiten, wodurch Unfälle weitgehend vermieden werden können. Im Sinne der Sicherheit von Menschen in Tunneln sind Restriktionen nicht zu vermeiden. Aber sie sind vertretbar, wenn es darum geht, Katastrophen, wie sie jüngst in den Alpen passierten, zu vermeiden.

Gefahrgüter sind heute durch Brandversuche sehr gut in ihrem Brandverhalten bekannt und dokumentiert. Dazu kommen im geschlossenen System eines Tunnels wie weiter vorn ausgeführt aber noch die Frachten an Treibstoff, die in jedem Auto mitgeführt werden und im Unfall ein potentielles Explosionsrisiko bedeuten, sowie die Kunststoffteile, die eigentlich jeden normalen Personenkraftwagen im Falle eines Brandes zum Gefahrguttransport werden lassen.

Computersysteme, welche die Leistungsparameter der jeweiligen Lüftungsanlage mit Daten der verschiedenen Gefahrgutklassen, den Brandlasten normaler Personenkraftwagen und auch mit speziellen Parametern, die aus der Analyse von realen Katastrophen, deren Auslösern und Auswirkungen gewonnen wurden, verknüpfen, können sehr rasch, angepaßt an die jeweilige Verkehrssituation reagieren, wenn das Limit der Lüftungsanlage erreicht ist.

Zufahrtskontrollen und Beschränkungen sind somit nicht an globale Anordnungen gebunden, sondern können individuell an den einzelnen Fall angepaßt werden. Megastaus werden damit vermieden; Unfallrisiken vor dem Tunnel verringert.

Durch den Einsatz individuell an die Besonderheiten des jeweiligen Tunnels angepaßter Systeme kann jede Tunnelanlage an den heutigen Sicherheitsbedarf angepaßt werden. Dennoch wäre es sicher wünschenswert, Gefahrguttransporte soweit wie möglich auf die Schiene zu verlagern. Gefahrgüter lassen sich so deterministischer beherrschen, als es in Autotunnels selbst bei noch so ausgeklügelten Systemen möglich wäre.

Wir bringen Blech in die richtige Form

Blechverarbeitung und Lüftungstechnik
Beratung Planung Ausführung

GT Anlagenbau GmbH

Zuluft- und Ablufttürme

aus Standard- oder Sonderausführung
aus jedem Metall:

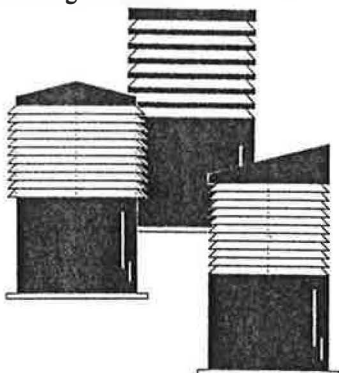
- Stahl verzinkt
- Aluminium
- Kupfer
- Edelstahl
(kugelgestrahlt
oder geschliffen)

Schornsteine
aus Stahl DIN 4133
mit statischem Nachweis

Bitte fordern Sie unsere neuesten
technischen Unterlagen an!

Am Ölwerk 16-18 49744 Geeste Fax 05937-970777

G T
Anlagenbau
GmbH



Kruse, Carl-Ludwig:

Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizanlagen
VDI-Richtlinie 2035

HLH 50 (1999) Nr. 8, S. 20–22

In der Neufassung der Richtlinie wird erstmals eine als „Eisencarbonat-Beläge“ bezeichnete Korrosionsart beschrieben.

Pfannstiel, Dieter; Arend, Hans-Otto:

Entwicklungsstand in der Regelungstechnik

HLH 50 (1999) Nr. 8, S. 23–27, 7 Bilder

Die diesjährige ISH stand mehr im Zeichen der Neugestaltung der Regelungen in Hinsicht einer durchgängigen Bedienung mit wenig Bedienelementen, meist über alle Gerätetypen, sowie einer einfachen und schnellen Montage.

Läge, Friedrich-Karl:

Viel flüssiger

HLH 50 (1999) Nr. 8, S. 28–32, 8 Bilder

Die ISH Frankfurt hat den Stand der Sanitärtechnik ein neues Stück vorangetrieben. Die unangefochtene internationale Technologieführerschaft der deutschen Sanitärindustrie ist erneut deutlich geworden.

Grossmayer, Rudolf:

Brandschutz im Millennium Tower

HLH 50 (1999) Nr. 8, S. S3–S6, 4 Bilder

Der Millennium Tower, gleichsam der Blickfang des Projektes Zentrum Handelskai, kann als eines der markantesten Bauwerke des auslaufenden zweiten Jahrtausends in Wien bezeichnet werden.

Bayerl, Manfred:

Lüftung und Brandlüftung im Autotunnel

HLH 50 (1999) Nr. 8, S. S8–S12, 5 Bilder

Im Gegensatz zu Tunnelbauwerken für den schienengebundenen Verkehr sind die Anforderungen an den Lüftungsplaner in Autotunneln komplexer und stark differenziert.

Schuhen, Dirk J.:

Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA)

HLH 50 (1999) Nr. 8, S. S14–S17, 4 Bilder

Neben den natürlichen Abzügen (RWA) werden zum Abführen des Brandrauchs aus Gebäuden maschinelle Rauchabzüge eingesetzt. Sie kommen dort zum Einsatz, wo RWA prinzipbedingt nicht eingesetzt werden können: in Tiefgaragen, innenliegenden Treppenhäusern, Kellergeschossen etc.

Lingnau, Stefan:

Polardiagramme radialer Schaufelgitter

HLH 50 (1999) Nr. 8, S. S18–S22, 7 Bilder, 2 Tabellen, 8 Literaturangaben

Mit der Tragflügeltheorie, die man bisher nur auf axiale Schaufelgitter anzuwenden pflegte, gewinnt man ebenfalls interessante Aufschlüsse über den optimalen An- und Umströmungszustand der Schaufeln bei Radialventilatoren und der daraus resultierenden Schallerzeugung.

Kruse, Carl-Ludwig:

Preventing damage in hot water central heating systems
VDI Standard 2035

HLH 50 (1999) No. 8, p. 20–22

The revised version of the standard, depicts for the very first time a type of corrosion described as “ferrous carbonate coatings”.

Pfannstiel, Dieter; Arend, Hans-Otto:

Development status of control technology

HLH 50 (1999) No. 8, p. 23–27, 7 figs.

This year's ISH was highly characterised by the redesign of control systems with regard to a universal control with few control elements, usually across all types of equipment as well as that of simple and fast assembly.

Läge, Friedrich-Karl:

More fluid

HLH 50 (1999) No. 8, p. 28–32, 8 figs.

The ISH Frankfurt has advanced the status of sanitary engineering even further. The undisputed international technological leadership of the German sanitary industry has become evident yet again.

Grossmayer, Rudolf:

Fire protection in the Millennium Tower

HLH 50 (1999) No. 8, p. S3–S6, 4 figs.

The Millennium Tower, which is, at the same time, the centre of attraction of the Handelskai Centre Project, can be said to be one of the most remarkable structures to be built in Vienna at the end of the Second Millennium.

Bayerl, Manfred:

Aeration and fire ventilation in highway tunnels

HLH 50 (1999) No. 8, p. S8–S12, 5 figs.

By comparison to tunnels for rail traffic, the demands made on the ventilation designer for highway tunnels are far more complex and differentiated.

Schuhen, Dirk J.:

Mechanical smoke extraction systems (MRA)

HLH 50 (1999) No. 8, p. S14–S17, 4 figs.

In addition to natural outlets (RWA), mechanical smoke extractors are used for removing the smoke from fires in buildings. They are used where it is not possible, in principle, to use RWA: In underground car parks, internal stairwells, basements, etc.

Lingnau, Stefan:

Polar charts of radial blade grids

HLH 50 (1999) No. 8, p. S18–S22, 7 figs., 2 tables, 8 refs.

With the airfoil theory, which has been customarily used in the past only for axial blade grids, one also gains interesting information about the flow over and around the blades of radial fans and from this the resultant noise generated.