

# LUFTSTRÖMUNGSMESSUNG ZUR VENTILATIONSREGELUNG IN AUTOBAHTUNNELN



## LUFTSTRÖMUNGS- MESSSYSTEM TMS 3000

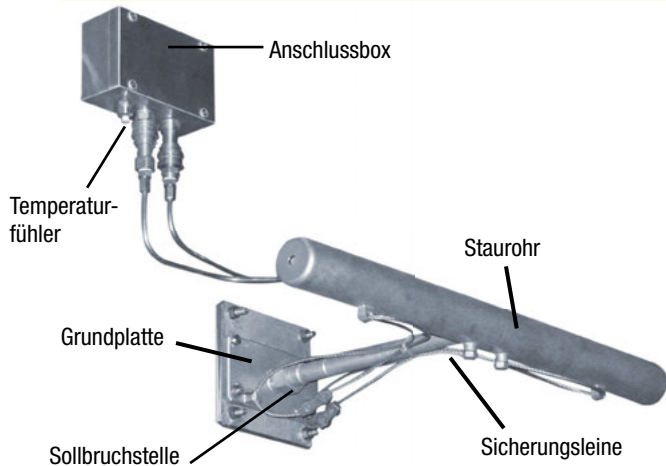
- Robuste Sensormechnik ohne bewegte Teile
- Praktisch wartungsfrei
- Kompakte oder abgesetzte Bauform
- Messung in Tunnellängsrichtung
- Stufenlose Gebläsesteuerung möglich

# DIE SYSTEMKOMPONENTEN

## Bauform A und B

### STAUROHR (SENSOR)

Pro Messstelle werden zwei Messwertaufnehmer in der Form von Stauröhren benötigt, die auf der Tunnelinnenwand befestigt werden (Abstand von der Wand ca. 40 cm).

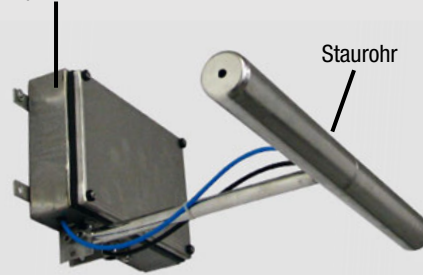


Abgesetzte Bauform, bei der sich der Messumformer nicht in der Tunnelröhre befindet. Eine Sollbruchstelle und eine Sicherungsleine (Fangleine) sind vorgesehen.

## Bauform C

### Grundplatte / Feldmessumformer

### Staurohr



Kompakte Bauform, bei der Staurohr und Feldmessumformer eine Einheit bilden. Das Staurohr kann bei der Tunnelreinigung um 90° nach unten abgeklappt und damit problemlos überwachen werden.

### MESSUMFORMER

Der Differenzdruck-Messumformer MU3000D kann entweder im abgesetzten Feldgehäuse montiert werden oder als Modul in das 19"-Rack der Zentraleinheit eingebaut sein.



Feldmessumformer  
(bei Bauform A)

Messumformermodule zum  
Einbau in die Zentraleinheit  
(bei Bauform B)



Staurohr und Messumformer bei  
abgeklapptem Staurohr  
(bei Bauform C)

### ZENTRALEINHEIT (AUSWERTEEINHEIT)

Für verschiedene Module wie Messumformermodule, Barometermodule, Temperaturmodule in 19"-Rack von 42 TE.



# MESSVERFAHREN

Die Belüftung von Autobahntunneln sorgt dafür, dass Abgase (vor allem Kohlenmonoxid) und Schmutzpartikel aus der Tunnelröhre herausgebracht werden. Effizient und wirtschaftlich wird die Belüftung, wenn man sie über die Strömungsgeschwindigkeit der Luft in der Tunnelröhre steuern oder regeln kann. Strömungsmessgeräte TMS 3000 messen genau die (allein interessierende) Strömungsgeschwindigkeit in Tunnellängsrichtung. Lokale Verwirbelungen, die der Autoverkehr durch die Tunnelröhre stets mit sich bringt, bleiben unberücksichtigt.

TMS 3000 mitteln die Strömungsgeschwindigkeit  $v_z$  in Tunnellängsrichtung ( $z$  – Richtung) über den Tunnelquerschnitt und geben somit den wirklichen Volumendurchfluss des Fluids Luft durch die Tunnelröhre an.

Die Transversalkomponenten  $v_x$  und  $v_y$ , die nicht zum Lufttransport in Tunnellängsrichtung  $z$  beitragen, bleiben unberücksichtigt.

Auch ein hohes Verkehrsaufkommen in einem Tunnel kann die Messung nicht beeinträchtigen. Letzteres kann bei Ultraschall-Messungen nach dem Laufzeitverfahren zu signifikanten Messfehlern führen.

# BAUFORMEN

Die Messung wird verwirklicht durch zwei spezielle Wirkdruckkammern aus Edelstahl, die auf Grund ihrer Form die Strömungsgeschwindigkeit in  $z$ -Richtung messen. Der nach der Bernoulli-Gleichung dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit proportionale Differenzdruck (Wirkdruck) wird über Druckleitungen dem getrennt montierten oder in der Zentraleinheit integrierten Messumformer zugeleitet, wo der Geschwindigkeitswert ermittelt wird.

Die hochgenaue Differenzdruckmessung basiert auf einer periodischen automatischen Nullung (Autozero-Verfahren) sowie einer hochauflösenden Analog-/Digital-Umwandlertechnik. Die Strömungsgeschwindigkeit kann somit in sehr hoher Auflösung ( $< 0,1$  m/s) gemessen werden.

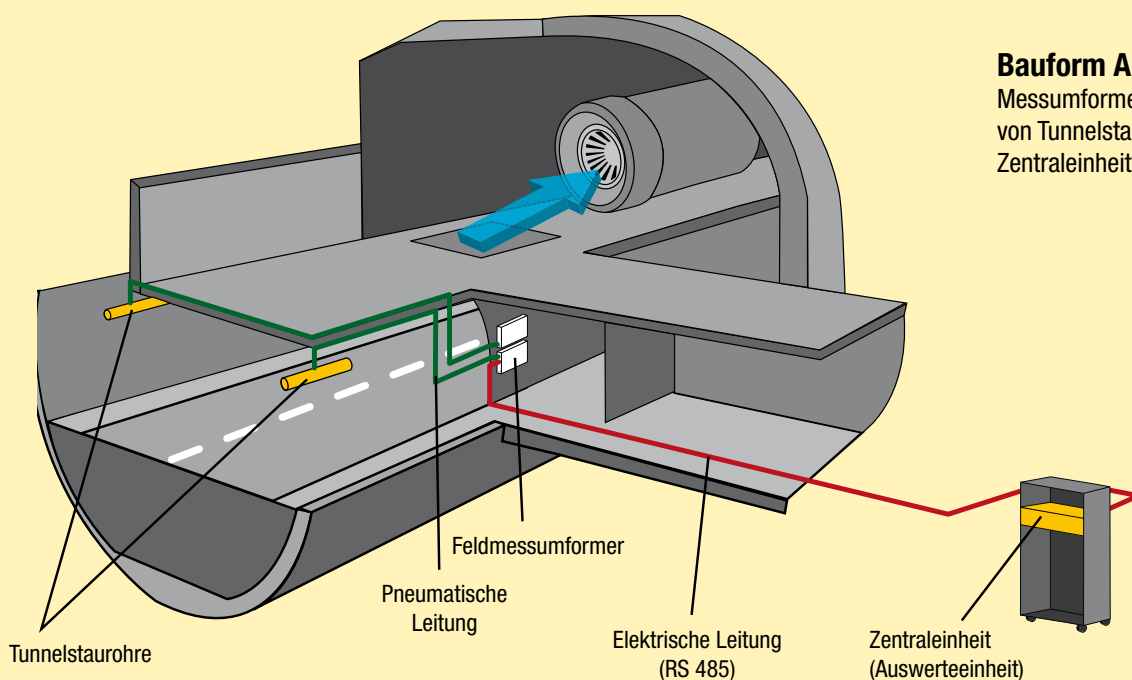
Die Differenzdruckmessung im Messumformer erfolgt je nach Bauform A, B oder C an verschiedenen Stellen (s. Abb.):

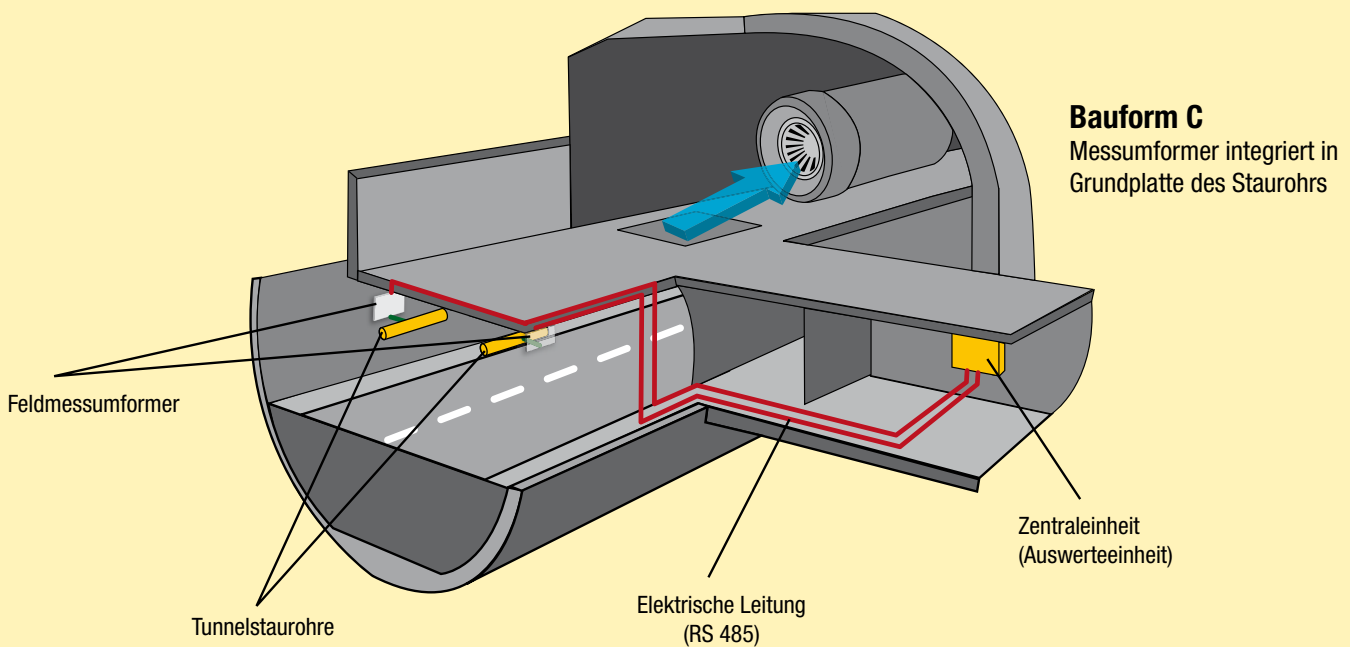
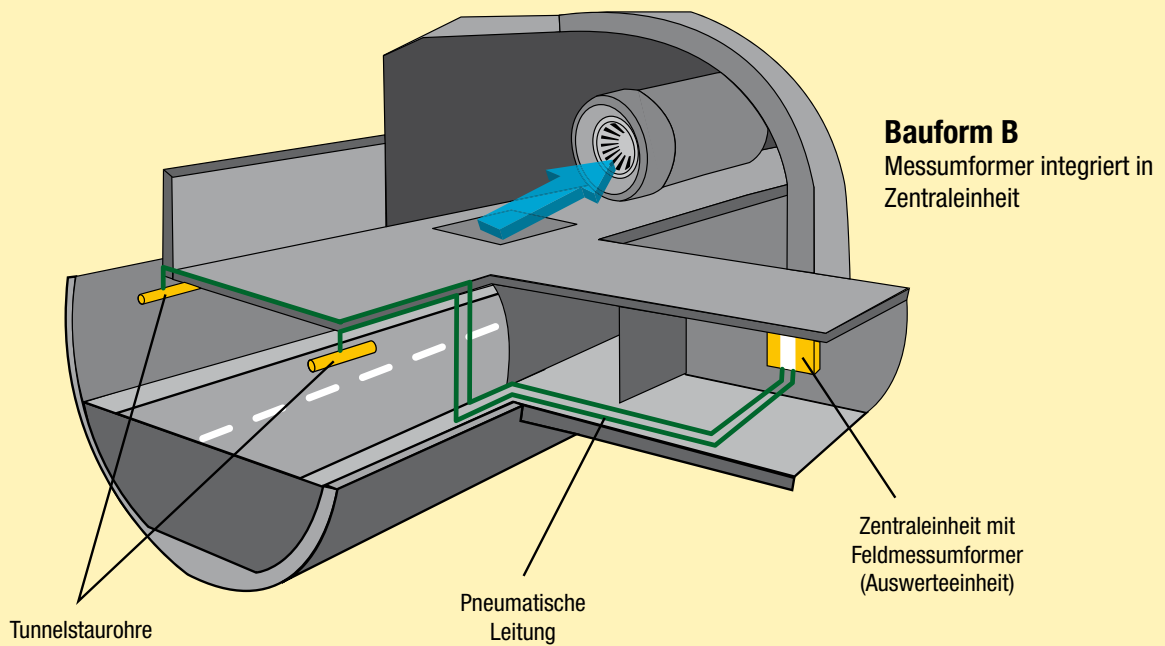
Bauform A: „abgesetzt“

Bauform B: „Messumformer in der Zentraleinheit“

Bauform C: „compact“

Die Staurohre werden so ausgelegt, dass eindringender Schmutz oder Wasser die Messung nicht beeinträchtigen. Im extremen Fall eines Brandes fällt die Messung bei Bauform A und B nicht aus, sondern hält heißen Gasen bis über  $1200^\circ\text{C}$  stand. Die sichere und quasikontinuierliche Steuerung des Gebläses unter praktisch allen Betriebszuständen ist also gewährleistet.





Die Bilder zeigen eine typische Installation in einem Tunnel mit Deckenauslass. Die Tunnelstaurohre befinden sich in ca. 3 m Höhe links und rechts auf der Tunnelwand (Abstand ca. 40 cm).

# LUFTSTRÖMUNGS-MESSSYSTEM TMS 3000

Luftströmungs-Messgeräte TMS 3000 sind speziell für die in Strassentunneln herrschenden Bedingungen konzipiert. Im Fahrraum befinden sich nur robuste mechanische Sensoren aus Edelstahl, die Auswerteelektronik wird in einem separaten Schaltraum untergebracht (bei Bauform A und B). Die hochauflösende Messung gestattet eine stufenlose Gebläseregelung und damit eine wirksame Optimierung der Ventilatoren und des Energieverbrauchs.

Unsere Geräte sind seit Jahren erfolgreich im Einsatz in längeren (z.B. Gotthard, Schweiz, oder Plabutsch, Österreich) oder kürzeren Tunneln (z.B. Universitäts-Tunnel Düsseldorf, Deutschland).

Die Messung beruht auf einem hochpräzisen Wirkdruckverfahren und der damit möglichen genauen Durchflussmessung des Fluids Luft durch die Tunnelröhre. Die Daten von dem abgesetzten Feldmessumformer werden in die Zentraleinheit digital übertragen (RS 485).



St. Gotthard, Schweiz

Bild: Crzregorz Świątech



Plabutsch, Österreich

Bild: Gas01ine

## Bei Erstausrüstung und Nachrüstung von Tunneln ergeben sich wesentliche und teilweise unschlagbare Vorteile:

- Optimale Anpassung an die jeweiligen baulichen Gegebenheiten durch verschiedene Bauformen.
- Robuste Sensoren aus Edelstahl.
- Keine bewegten Teile.
- Im Fahrraum gibt es bei Bauform A und B keine aktiven Elektronikkomponenten.
- Auch im Brandfall bleibt eine einwandfreie Messung gewährleistet (bei Bauform A und B).
- Das Mess-System ist praktisch wartungsfrei (empfohlenes Inspektionsintervall 5 Jahre).
- Hohe Auflösung in beiden Strömungsrichtungen von unter 0.1 m/s.
- Kalibrierung durch unsere akkreditierte Messstelle für Luftströmungsgeschwindigkeiten (ISO 17025).
- Mittelung der Strömungsgeschwindigkeit über den Tunnelquerschnitt führt zu einer genauen Durchflussmessung ohne Beeinträchtigung durch den Strassenverkehr.
- Absolute Nullpunktstabilität durch Autozero-Verfahren (automatische periodische „Nullung“ der Differenzdruck-Messzellen).
- Luftdruckmessung bereits enthalten.
- Der Messwertaufnehmer in Form eines Staurohrs ragt nur ca. 40 cm in den Fahrraum.
- Einfachste und ohne Werkzeuge realisierbare Demontage der Staurohre bei periodischen Reinigungen der Tunnelwände.



# DIE WICHTIGSTEN TECHNISCHEN DATEN:

Messung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit durch die Tunnelröhre (in Längsrichtung)

2 Differenzdruck-Staurohre pro Messstelle, gegenüberliegend montiert

MESSBEREICHE:        -10 ... 0 ... +10 m/s  
                             -15 ... 0 ... +15 m/s  
                             -20 ... 0 ... +20 m/s

GENAUIGKEIT:        <0,1 m/s

AUSGÄNGE:            4 ... 20 mA für die Parameter:  
                             - Strömungsgeschwindigkeit bei Staurohr A inkl. Polarität  
                             - Strömungsgeschwindigkeit bei Staurohr B inkl. Polarität  
                             - Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit inkl. Polarität  
                             - Lufttemperatur an der Messstelle (-30 ... +140 °C, wahlweise -30 ... +600 °C)  
                             - Barometerdruck an der Messstelle (600 ... 1100 mbar)  
                             - Statussignale zur Fehlerüberwachung

EINGÄNGE:            Verkürzung des Mittelungsintervalls im Ereignisfall

SERVICE- UND  
PARAMETRIER-  
SCHNITTSTELLE:        I<sup>2</sup>C, an der Vorderseite der Auswerteeinheit

**Schiltknecht**  
swiss precision

**Stammwerk:**

Schiltknecht Messtechnik AG  
Industriestrasse 13  
CH-8625 Gossau / ZH  
Tel. +41 43 833 77 10  
Fax +41 43 833 77 11  
sales@schiltknecht.com  
www.schiltknecht.com

**Werk Deutschland:**

Schiltknecht Messtechnik GmbH  
Bachzimmerer Straße 37  
D-78194 Immendingen  
Tel. +49 7462 947 94 20  
Fax +49 7462 947 94 21  
sales@schiltknecht.com  
www.schiltknecht.com