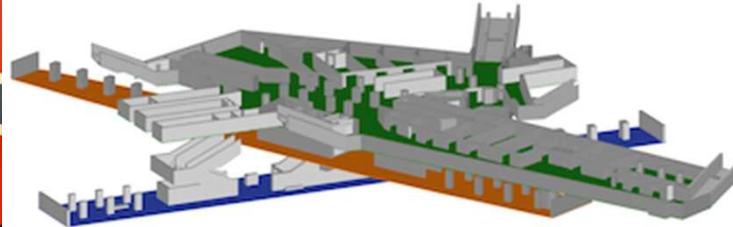


Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG



Entrauchungskonzepte für komplexe unterirdische Verkehrsstationen

Abschlussstreifen in Berlin am 18.01.2018

Forschung und Entwicklung, Labor | Holm Klusmann, Peter Thiel

Berlin, den 18.01.2018

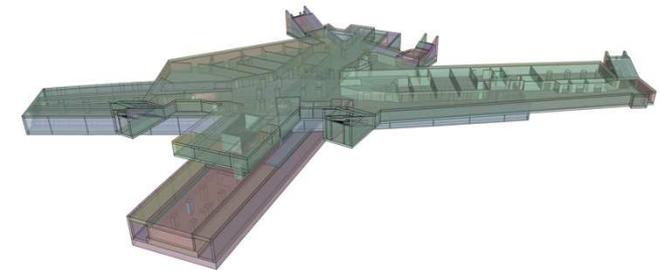


GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Inhaltsübersicht

- ROM Technik und die F&E im Überblick
- Ziel der Entrauchungskonzepts
- Modellversuche und Modellgesetze
- Brandherdmodellierung
- Entrauchungskonzepte zur Rauchbegrenzung
 - ... innerhalb der Ebene
 - ... geschossübergreifend
- Versuchsdurchführung, Erkenntnisse
- Gesamtfazit



Rudolph Otto Meyer Technik im Überblick



Die Geschäftsfelder:



- Führend im **Anlagenbau** und **Dienstleistungsbereich**
- mit ca. **2000 Mitarbeiter** in den vier Geschäftsfeldern,
- die von Erfahrungen aus über **150 Jahren Firmengeschichte** profitieren

- **Deutschlandweiter** Aktionsradius mit **22 Standorten**
- **Mittelstandsgeprägtes** Unternehmen mit schneller und leistungsstarker Struktur

Geschäftsfelder ROM



Service & FM



- Service
- Wartung
- Technischer Betrieb
- Notdienst 24/7



Elektro



- Allgemeine Elektroinstallation
- Stromversorgung bis 36kV
- Stark- und Schwachstrom
- Beleuchtungstechnik
- Stromverteilungssysteme



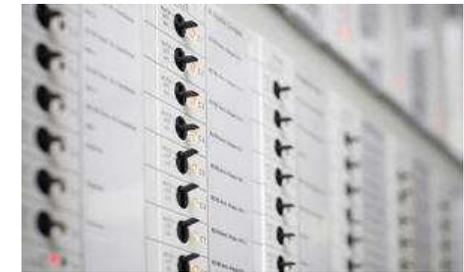
Mechanik



- Planung und Ausführung aller TGA Gewerke
- Schlüsselfertige Projektausführung
- Funktionale Projektabwicklung



Gebäudeautomation



- ROM Lösungen und Systeme
- Anlagenautomation
- Raumautomation
- Energiedatenerfassung



Technik für Mensch & Umwelt

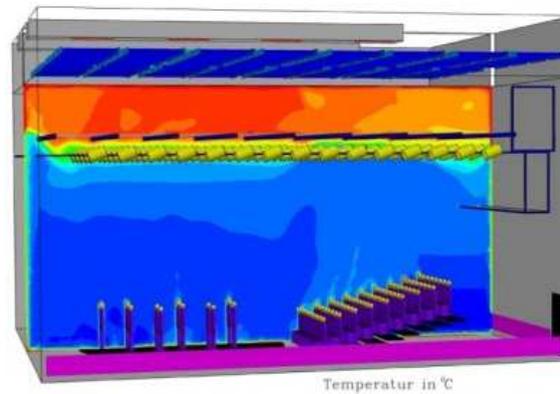
Forschung und Entwicklung



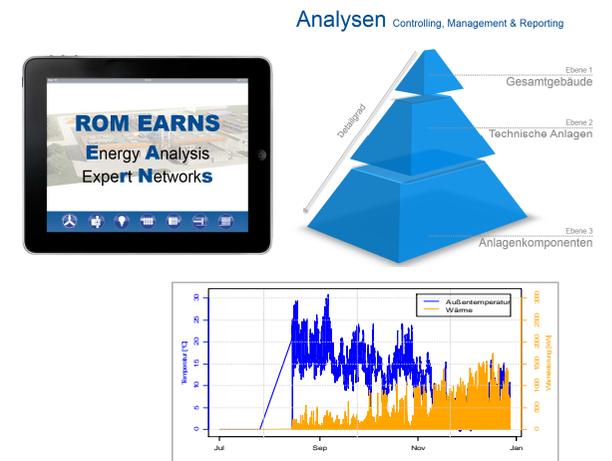
Wärme- und strömungstechnisches Labor



Numerische Simulation



Energiedienstleistungen

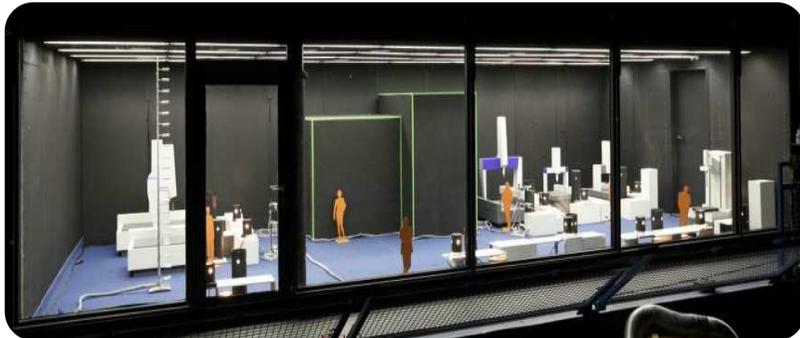
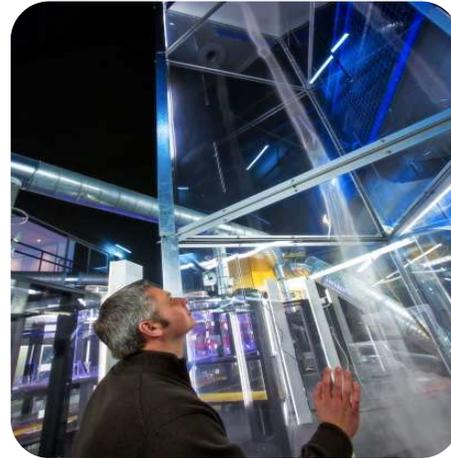


Wärme- und strömungstechnisches Labor



Kompetenzen und Dienstleistungen

- Raumluftströmungsversuche
- Entrauchungskonzepte
- Modellversuche
- System- und Produktentwicklung
- Industrielle Lufttechnik
- Komponententests und -prüfungen
- Vor-Ort-Untersuchungen
- Forschungsprojekte

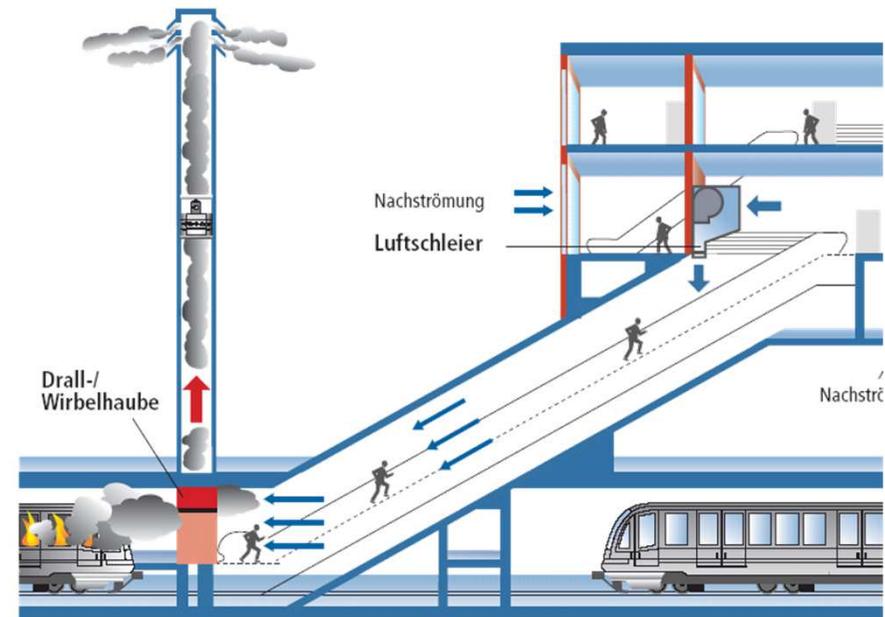
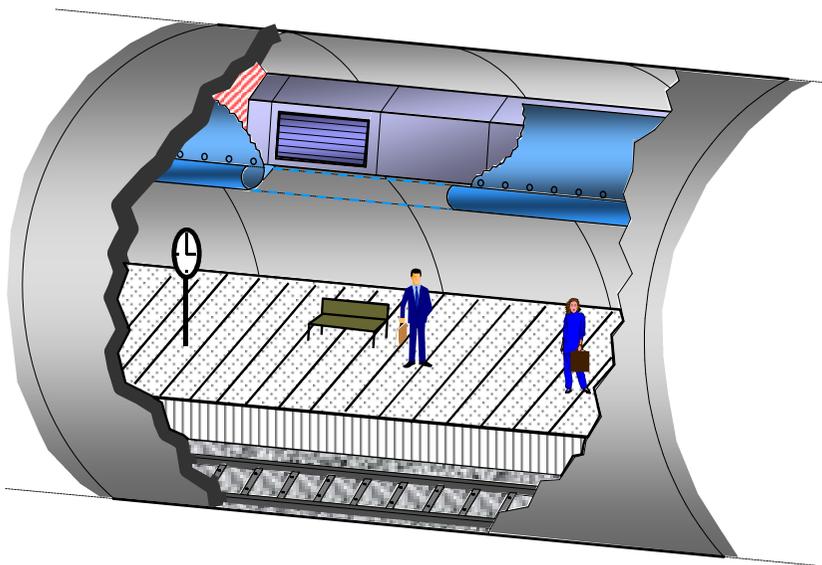


Hauptaufgaben im Projekt Orpheus



Begrenzung der Rauchausbreitung innerhalb der von einem Brand betroffenen Ebene:

Verhinderung einer geschossübergreifenden Rauchausbreitung:



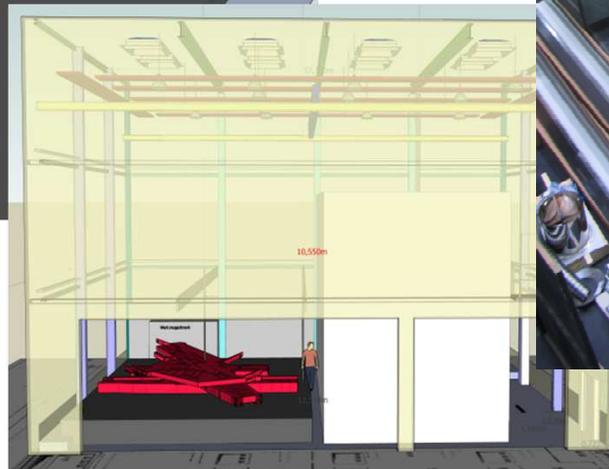
Konzeptentwicklung mit Hilfe von Modellversuchen

Modellbauplanung

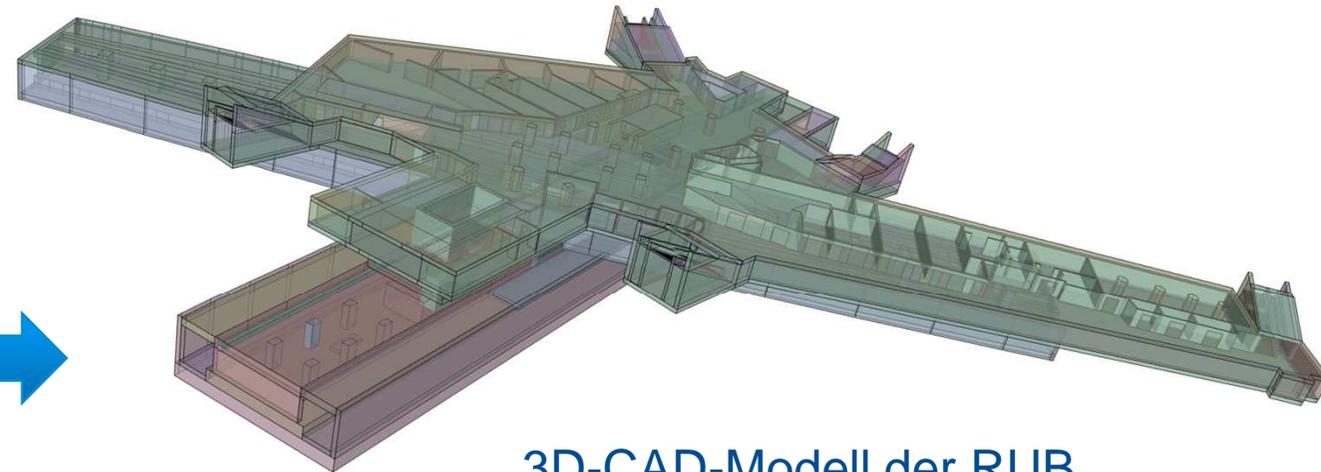
Festlegung Maßstab und Position im Technikum



Maßstab M 1:15



U-Bahnstation Osloer Straße

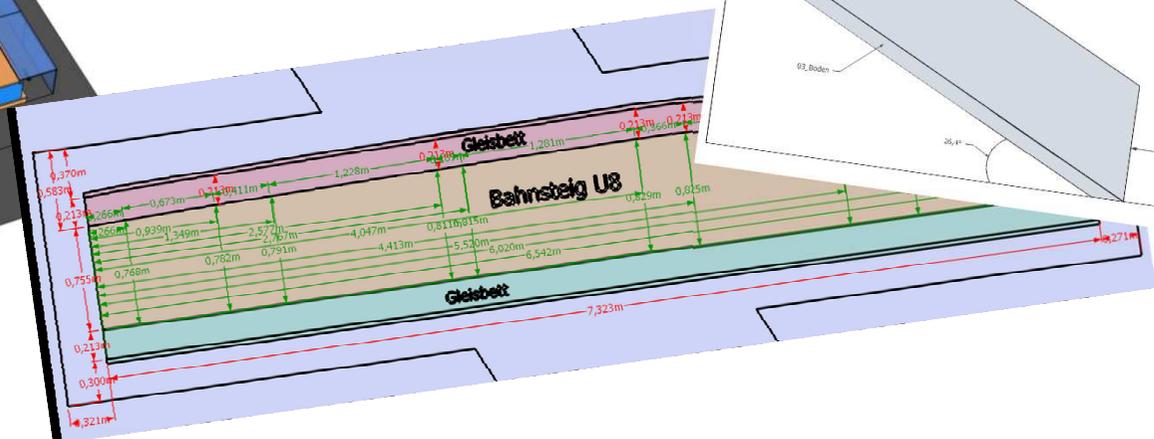
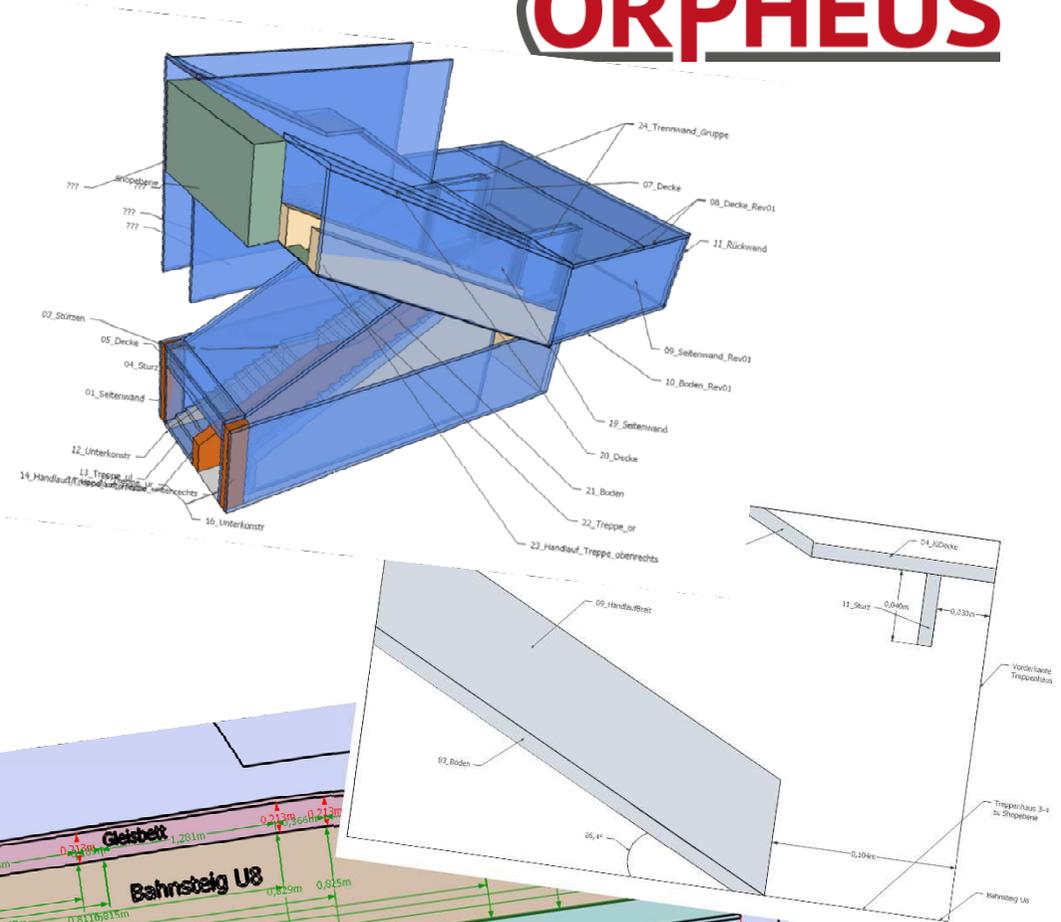
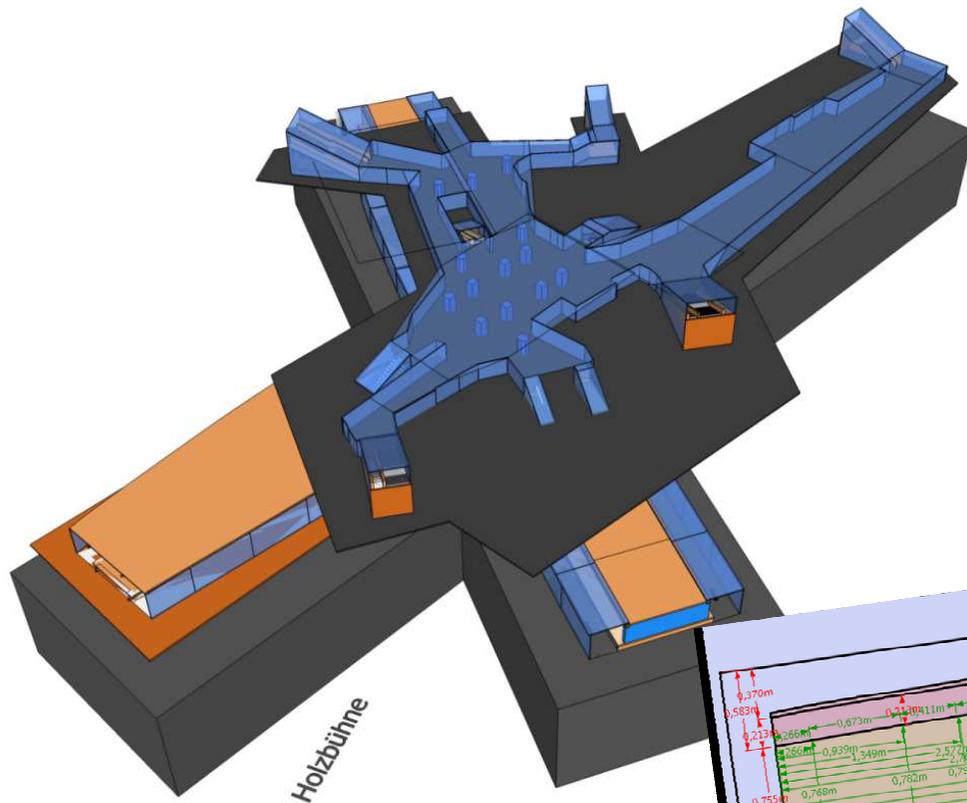


3D-CAD-Modell der RUB

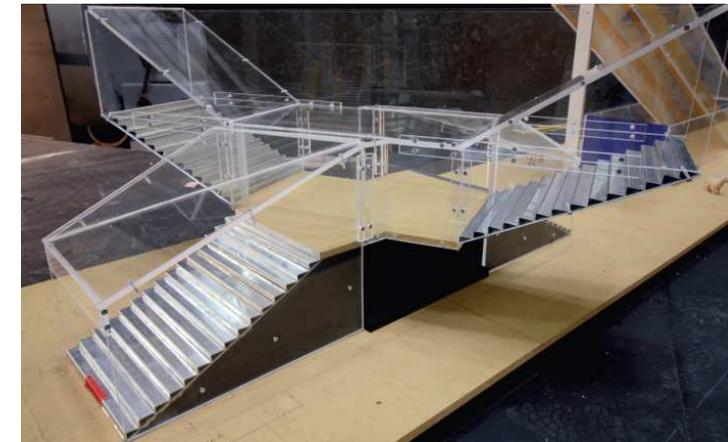
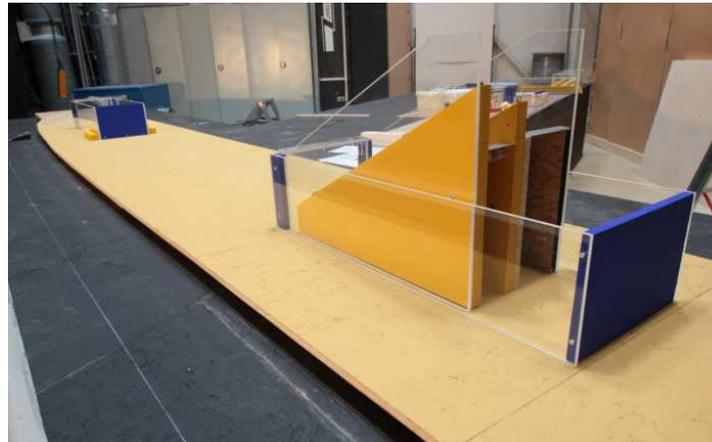
Vom Realobjekt zur 3D-Zeichnung

Modellbauplanung

Von der Zeichnung zum Modell



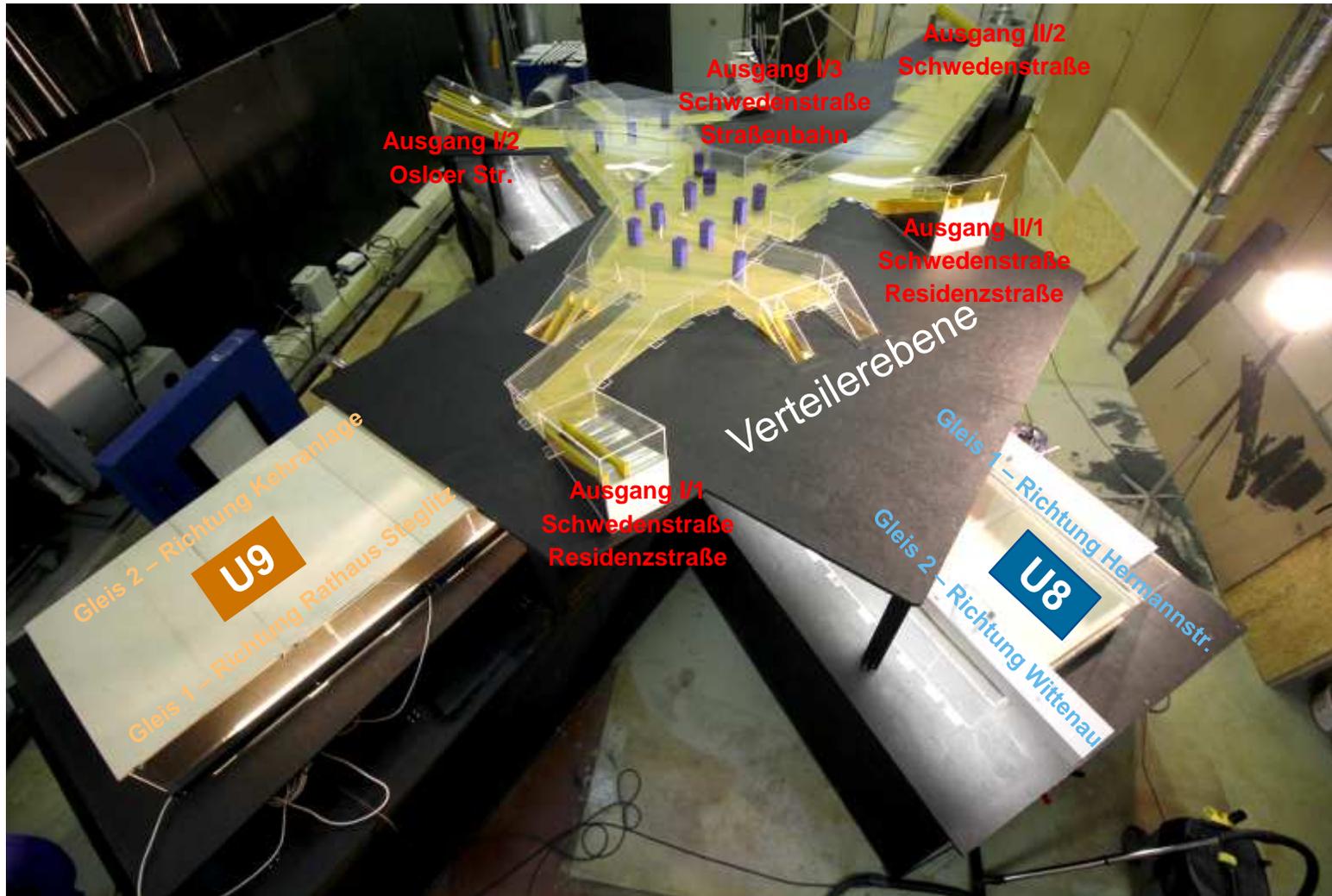
Modellfotos - Aufbauarbeiten



Gesamtmodell Osloer Straße



Maßstab
M 1:15



Modellversuche - Ähnlichkeitskennzahlen



... für anisotherme turbulente Raumströmungen

Ähnlichkeit der Strömungen muss eingehalten werden!

Raumströmungen sind hochturbulente Strömungen, d.h. sie laufen bei hohen Reynolds-Zahlen ab.

Aus $Re \rightarrow \infty$ folgt $\frac{1}{Re} \rightarrow 0$, d.h. Einfluss der (viskosen) Reibungskräfte auf die Strömung vernachlässigbar.

➤ Eulerzahl Eu

$$Eu = \frac{\Delta p}{\rho \cdot v^2}$$

➤ Archimedeszahl Ar

$$Ar = \frac{g \cdot L \cdot \Delta \vartheta}{T_\infty \cdot u^2}$$

➤ Strouhalzahl Sr

$$Sr = \frac{f \cdot L}{u}$$

Längenmaßstab

$$f_L = \frac{1}{15} = 0,067$$

Flächenmaßstab

$$f_A = f_L^2 = 0,0044$$

Wärmestromfaktor

$$f_{\dot{Q}} = \frac{1,5 \text{ kW}}{22,2 \text{ MW}} = 6,76 \cdot 10^{-5}$$

Geschwindigkeitsfaktor

$$f_u = 0,1004$$

Volumenstromfaktor

$$f_{\dot{V}} = 4,46 \cdot 10^{-4}$$

Zeitfaktor

$$f_\tau = 0,66$$

Brandherdmodellierung U-Bahnwagen

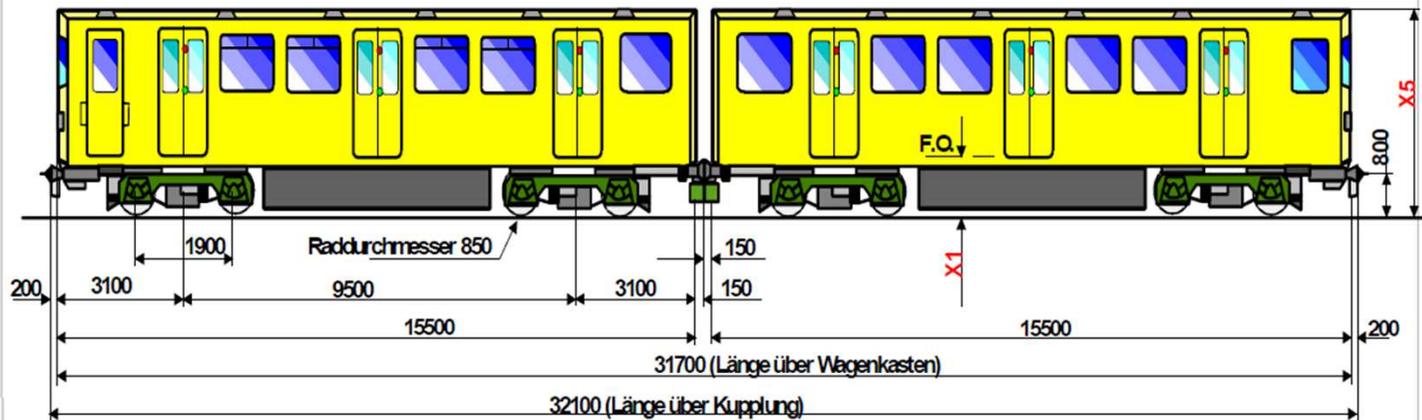


Geometrie: F84

Wärmefreisetzung:
nach TRStrab für einen
16m – Wagen,
max. 22,2 MW

Baureihe F (Großprofil)

Serie: F79, F84, F87, F90, F92

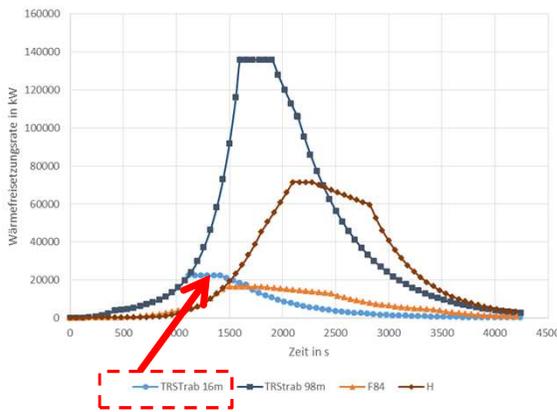
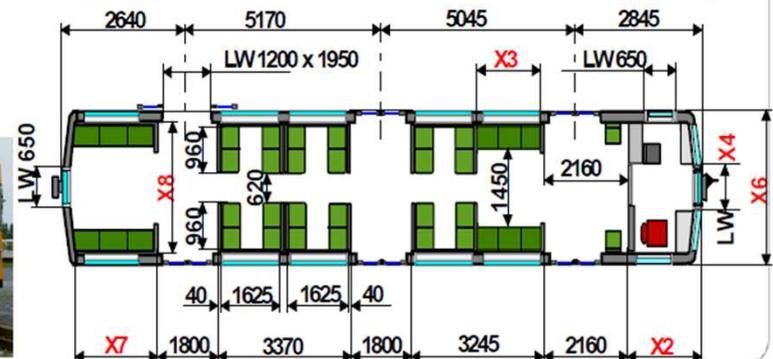


Maß (mm)	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	x8
F 79	1054	1480	1625	650	3425	2650	1520	2510
F 84 /87	1056	1585	1500	600	3419	2640	1540	2540
F 90 /92	1060	1586	1500	600	3419	2640	1540	2540



F79

F84
F87
F90
F92



Technik für Mensch & Umwelt

Quelle: Typenbuch BVG

U-Bahn Modellbrandherd



U-Bahnbrand in U8-Ebene Vergleich ohne Entrauchung

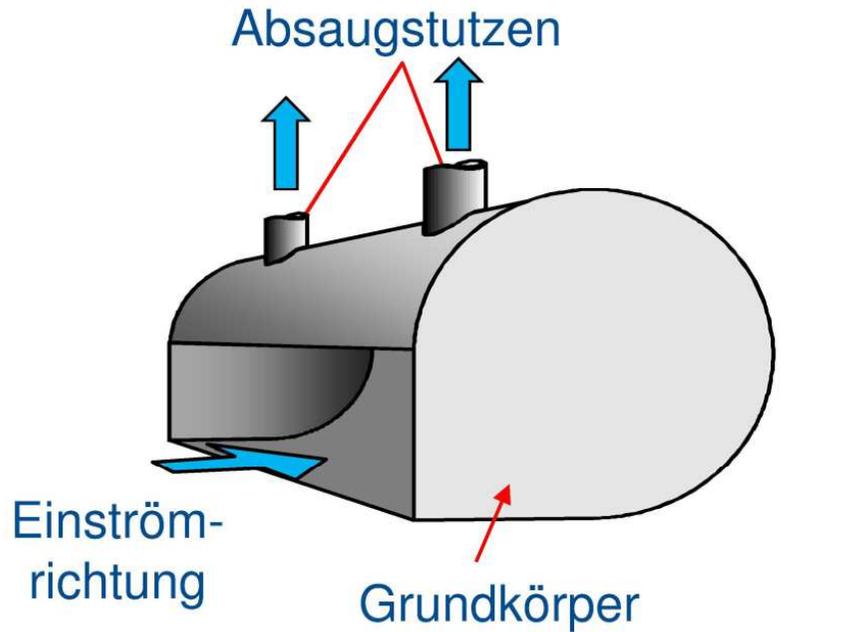


Rauch breitet sich über alle Ebenen aus!

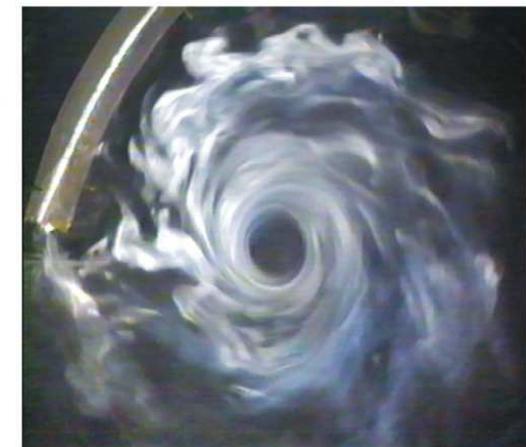
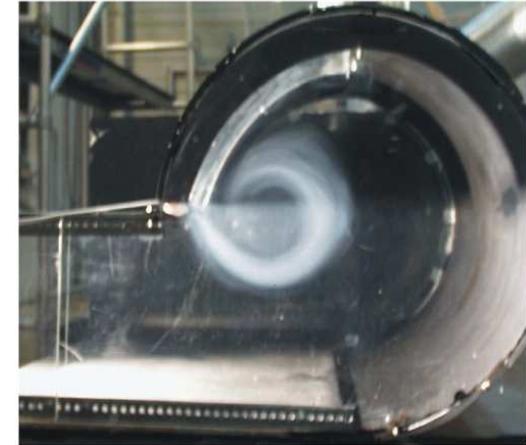
Verwendung von Drallströmungen



ROM-Drall® Direkterfassung

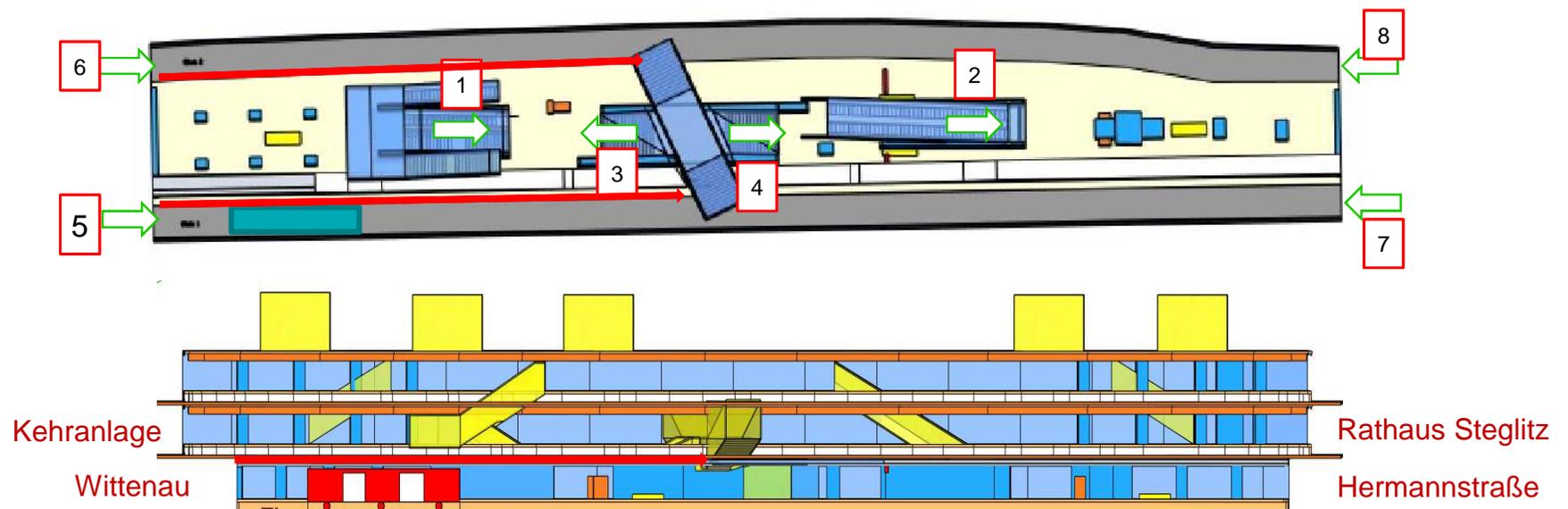


Strömungsprüfröhrchen zur Strömungsvisualisierung

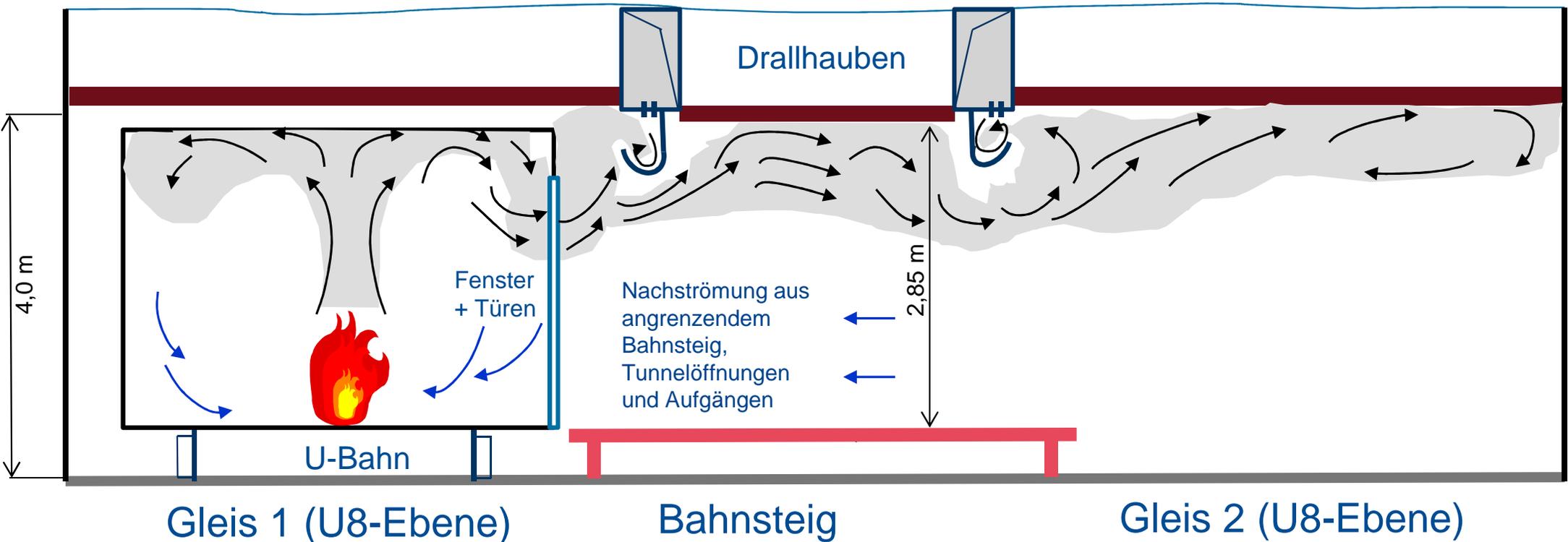


Lokale Drallentrauchung des Bahnsteigs

- Brandherdposition „UB2“, stationärer Brand 22 MW 
- Absaugung ca. 2 x 50 m Drallhaube (nähe Brandherd) über 2 Gleise 
- Entrauchungsvolumenstrom 2 x 184.000 m³/h
- Nachströmung über U-Bahn Tunnel und Treppenaufgänge  
- „Windstille“

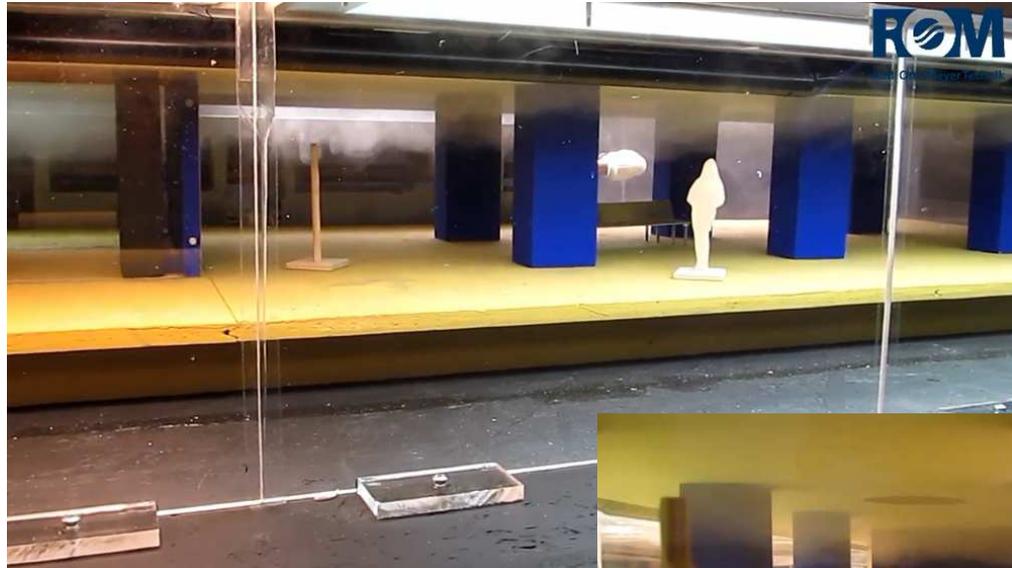


Prinzipdarstellung Drallhaube (Schnitt)



Lokale Drallentrauchung des Bahnsteigs

ORPHEUS

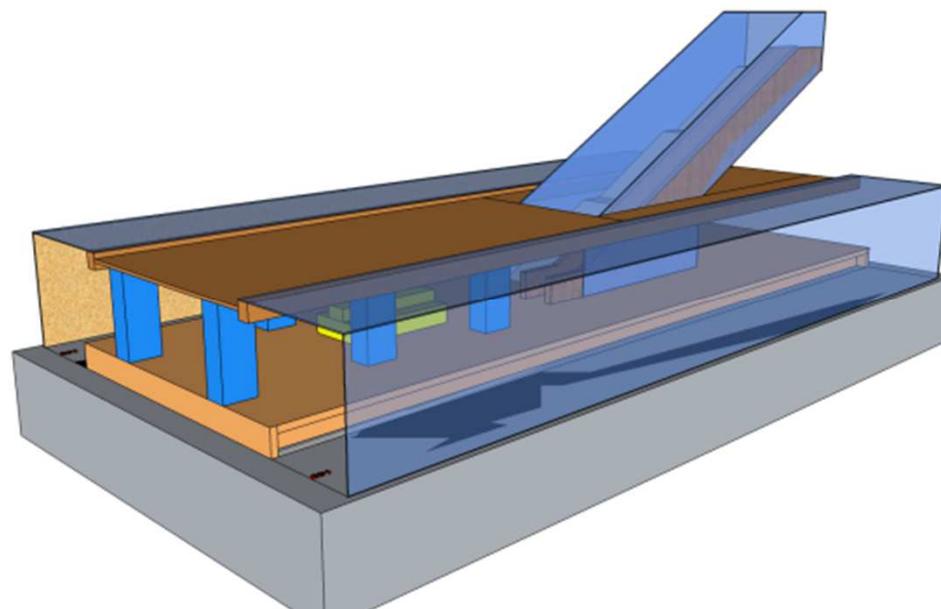


ROM
Technik für Mensch & Umwelt

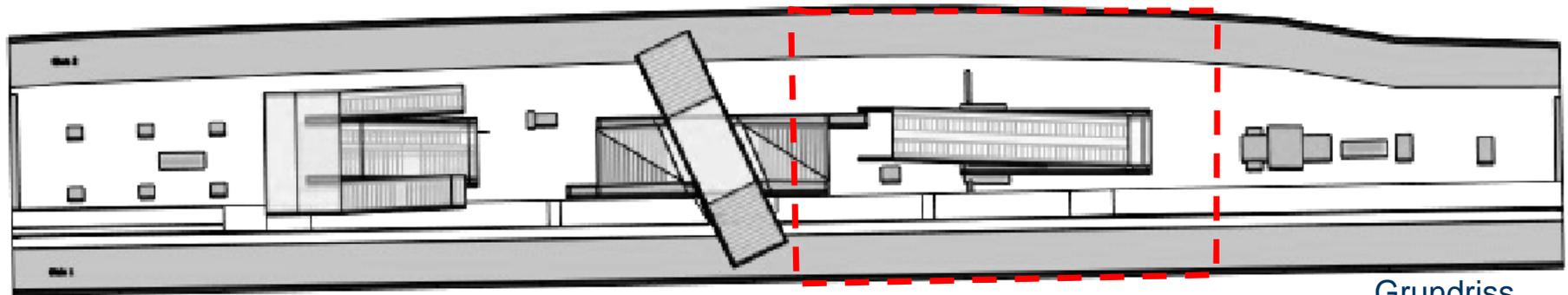


Rauchausbreitung bleibt innerhalb der Ebene begrenzt!

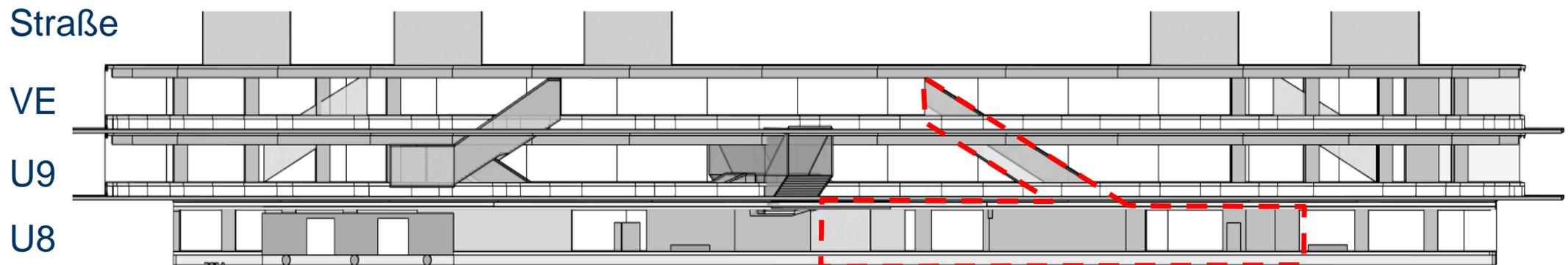
Begrenzung der geschossübergreifenden Rauchausbreitung



Bereich des Ausschnittmodells



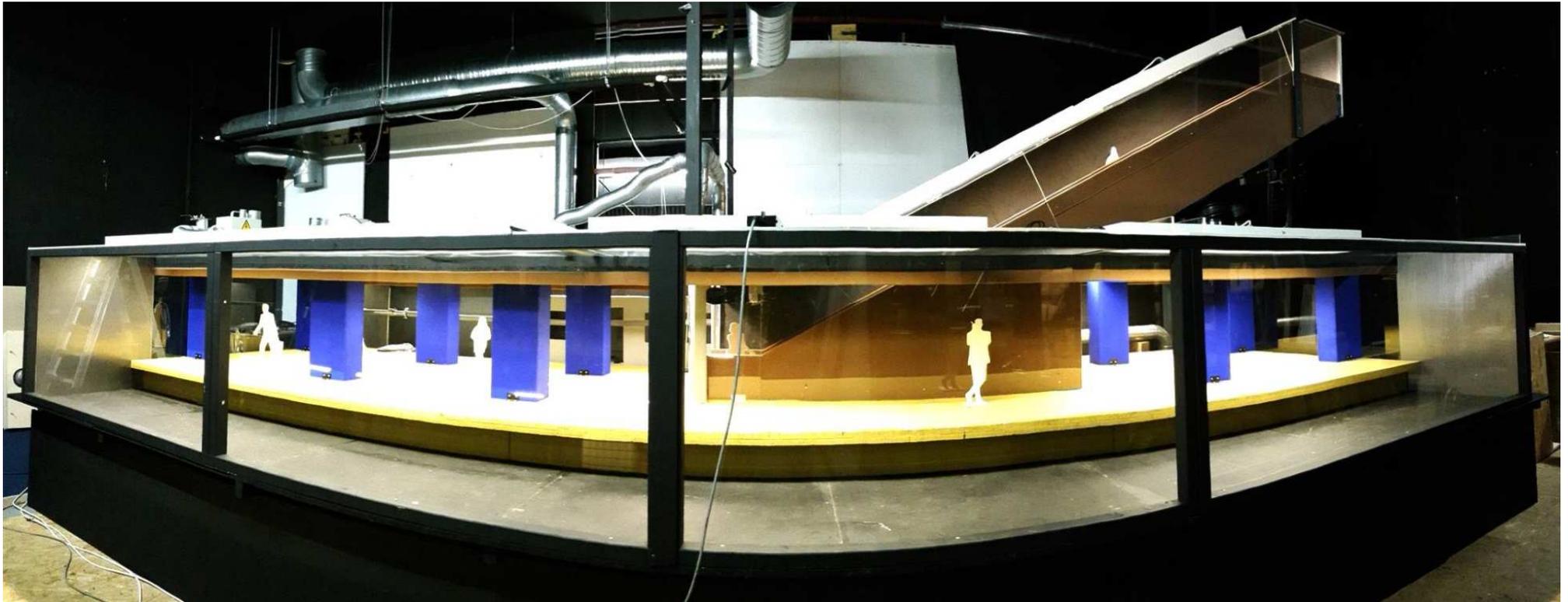
Grundriss



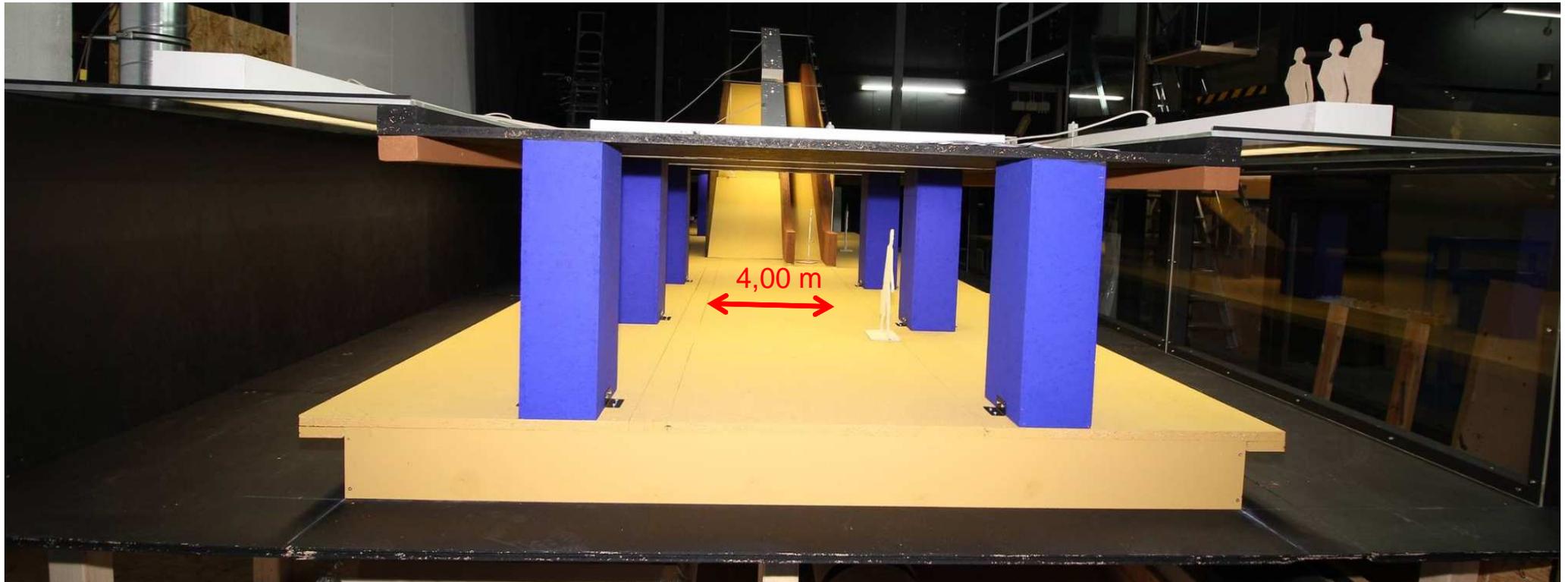
Schnitt

Bereich des Ausschnittmodells M 1:5
(Treppenaufgang von U8 nach Verteilerebene, ohne benachbarte Aufgänge)

Modellaufbau

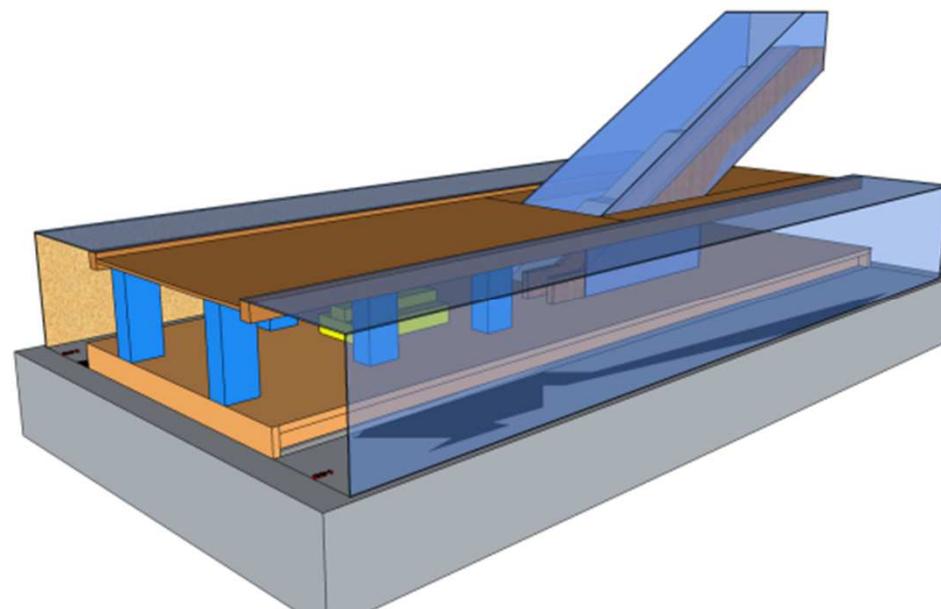


Modellaufbau



- Originalbreite Osloer Straße (Aufgang U8 → Verteilerebene): **3,36 m**
- Typische Aufgangsbreiten (HVV): ca. (2,0 m) **3,0 m – 4,8 m** (8,0 m)

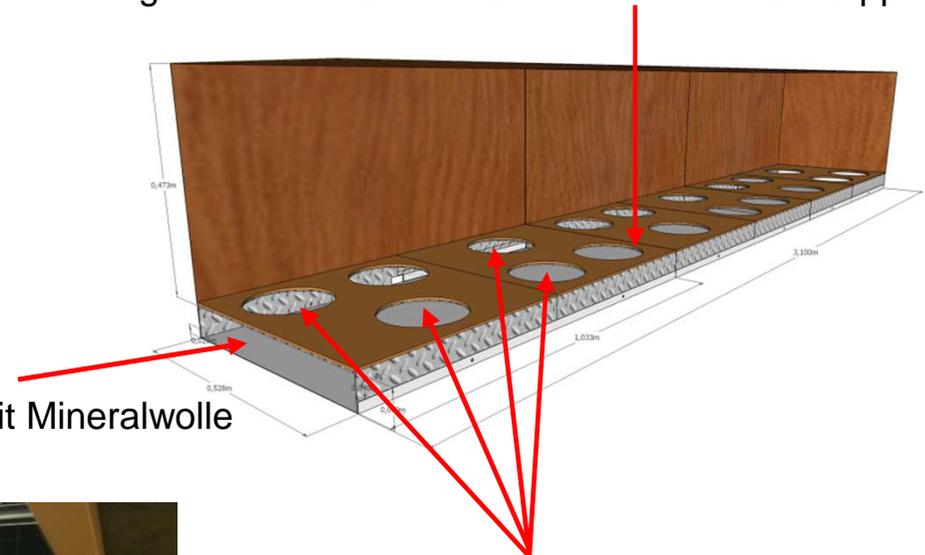
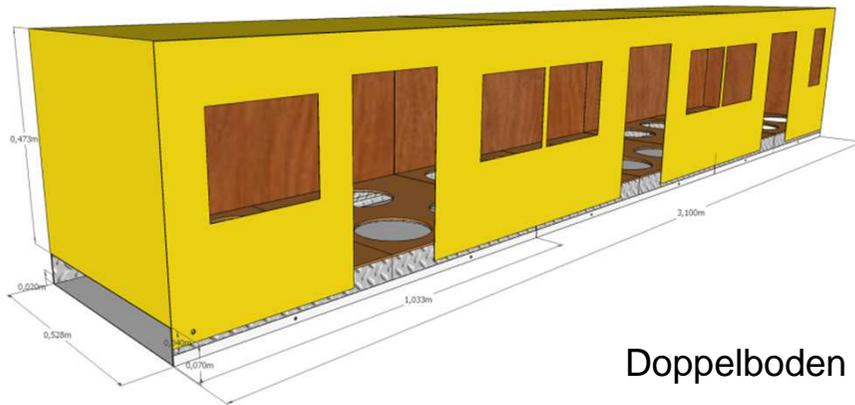
Brandherdmodellierung



Brandherd (Baureihe F84)



Zwischenlage aus Faserzement zur thermischen Entkoppelung



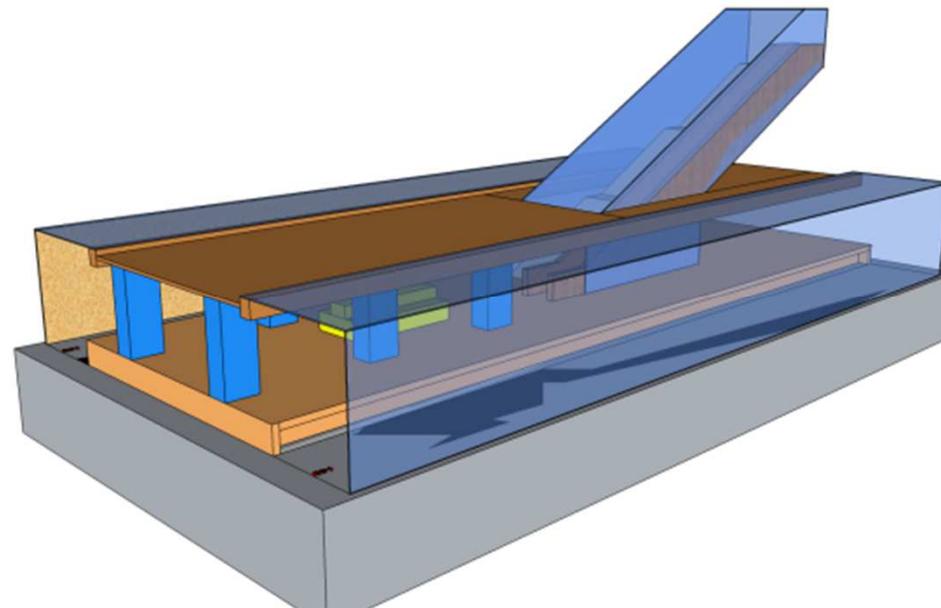
Doppelboden isoliert mit Mineralwolle

Wärmefreisetzung: max. 22,2 MW
(nach TRStrab → 16 m-Wagen)

Positionen der Herdplatten (18 Stück)
(Leistung Modellbrand: 6,8 kW)

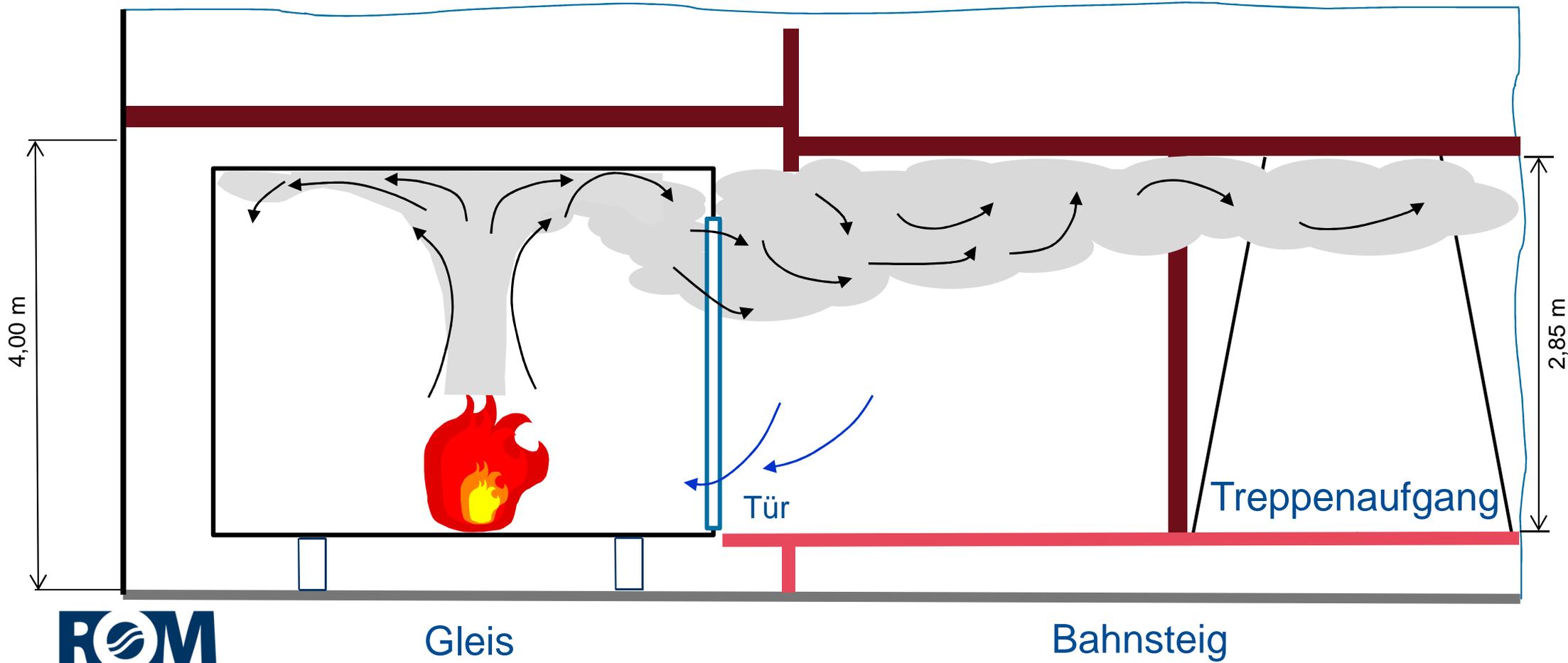


Versuchsdurchführung, Erkenntnisse

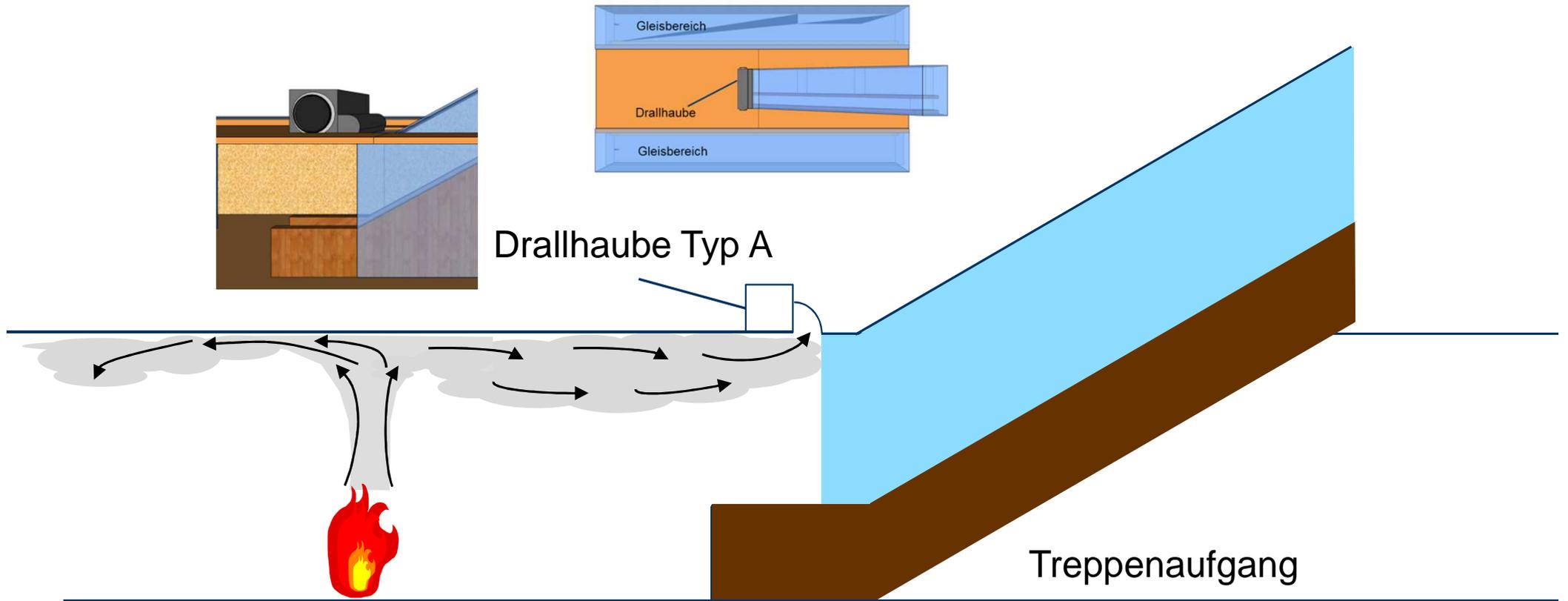


Schematischer Versuchsaufbau

ORPHEUS



Rauchfreihaltung durch Linienabsaugung



Rauchfreihaltung durch Linienabsaugung

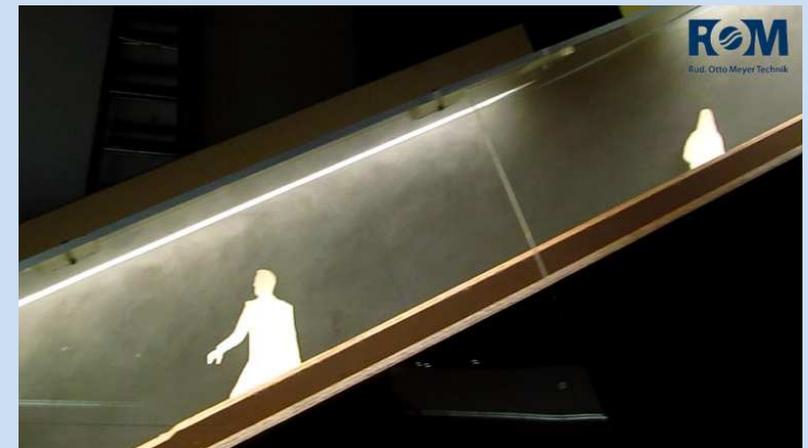


Kurzbeschreibung der Variante

Var. 6: $\dot{V}_{\text{Absaugung}} = 32.000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, $\dot{V}_{\text{zu, Treppenhaus}} = 0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$,

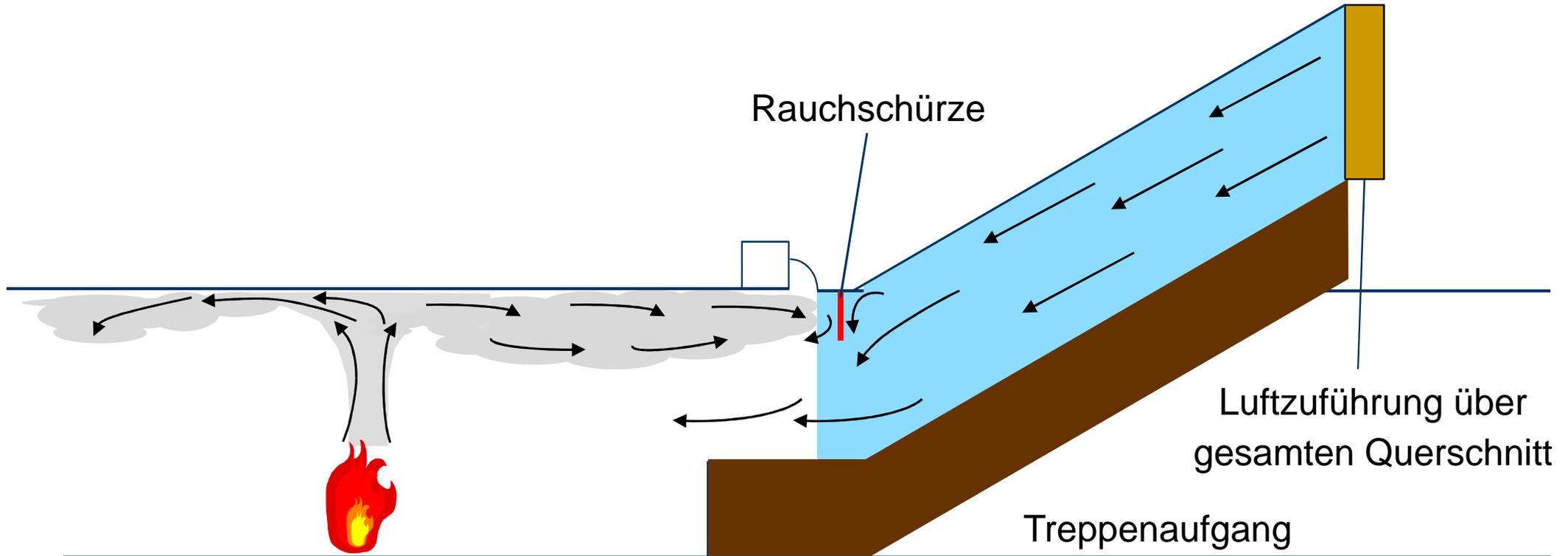
- Ergebnis:
- starke, dichte Verrauchung des Treppenhauses
 - Rauch strömt in darüber liegende Ebene
 - Rauchaustritt aus Tunnelenden
 - hohe Strömungsgeschwindigkeiten im Treppenhaus

Typisches Strömungsbild



Videodatei: ORPH_Mod1-5_Var6.mp4

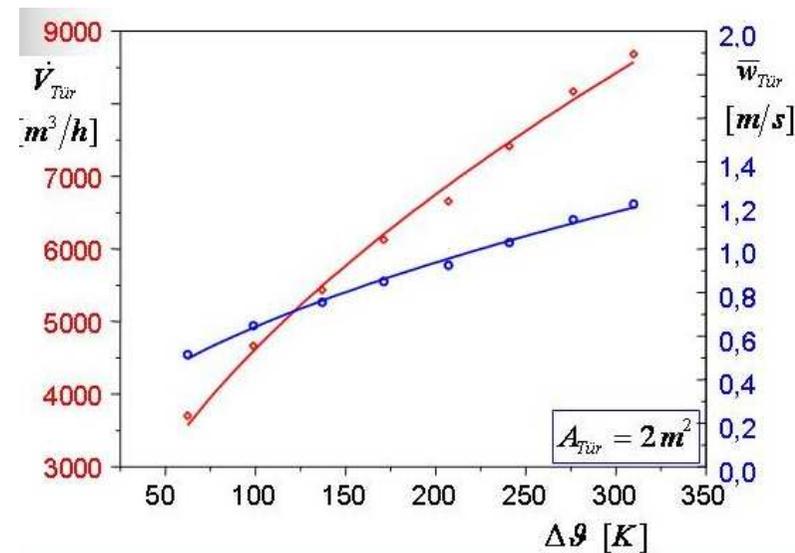
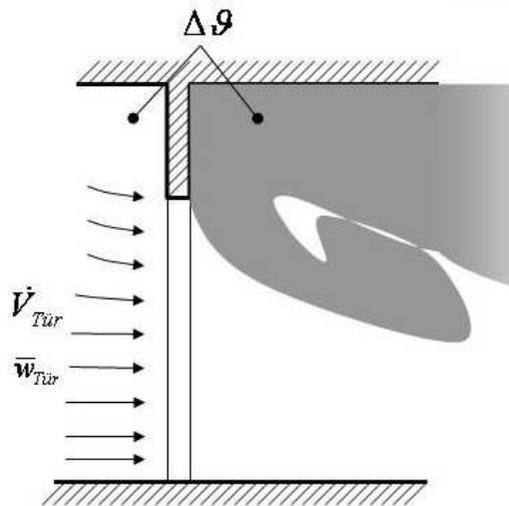
Rauchfreihaltung durch "Sperrströmung"



Mindestluftgeschwindigkeit zur Rauchabschirmung einer Tür

- Treppenhausdruckbelüftung (MHHR)
 - Auslegung von Treppenhausdruckbelüftungsanlagen wird zur Rauchfreihaltung des Treppenhauses von einer Überströmgeschwindigkeit von **2 m/s** ausgegangen.

- Eigene Untersuchungen



Quelle: ROM Technik

Rauchfreihaltung durch “Sperrströmung“



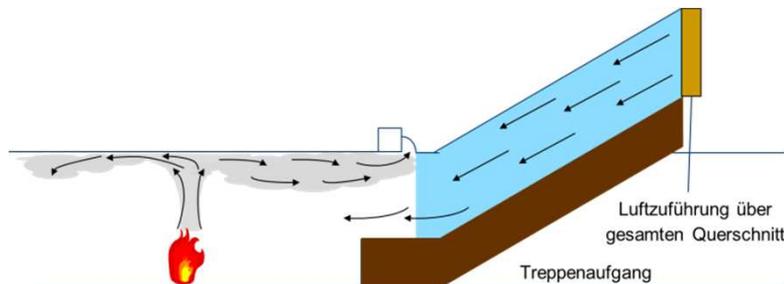
$$\left(v_{Portal, unten} = 2 \frac{m}{s} \right)$$

Kurzbeschreibung der Variante

Var. 9: $\dot{V}_{Absaugung} = 0 \frac{m^3}{h}$, $\dot{V}_{zu, Treppenhaus} = 72.000 \frac{m^3}{h}$,
Treppenhausbelüftung durch Luftkasten an
Treppenhausende

- Ergebnis:
- Rauch dringt nur teilweise ins Treppenhaus ein
 - Verrauchung eines Abschnitts von ca. 1/3 des Treppenhauses
 - restliches Treppenhaus komplett rauchfrei

Typisches Strömungsbild



Rauchfreihaltung durch “Sperrströmung“



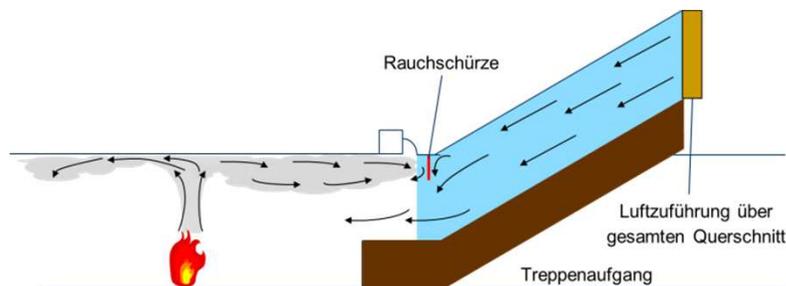
$$\left(v_{Portal,unten} = 2 \frac{m}{s} \right)$$

Kurzbeschreibung der Variante

Var. 15: $\dot{V}_{Absaugung} = 0 \frac{m^3}{h}$, $\dot{V}_{zu,Treppenhaus} = 57.600 \frac{m^3}{h}$,
Treppenhausbelüftung durch Luftkasten an
Treppenhausende, **Rauchschrze mit 2,00 m**
Durchgangshöhe im Treppenhaus

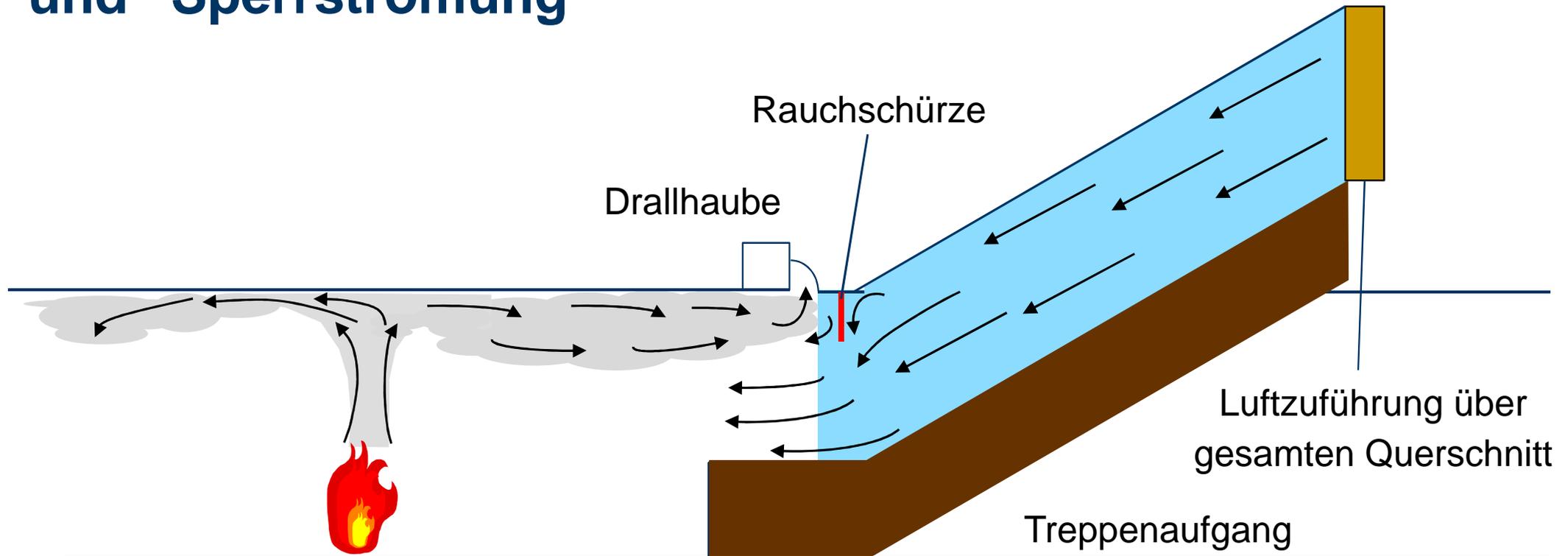
Ergebnis: - vollständige Rauchfreihaltung des Treppenhauses
- keinerlei Rauchübertritt in das Treppenhaus
- starke Verrauchung des Bahnsteiges

Typisches Strömungsbild



Videodatei: ORPH_Mod1-5_Var15.mp4

Rauchfreihaltung durch Absaugung und "Sperrströmung"



Rauchfreihaltung durch Absaugung und "Sperrströmung" ($v_{Portal,unten} = 0,5 \frac{m}{s}$)

Kurzbeschreibung der Variante

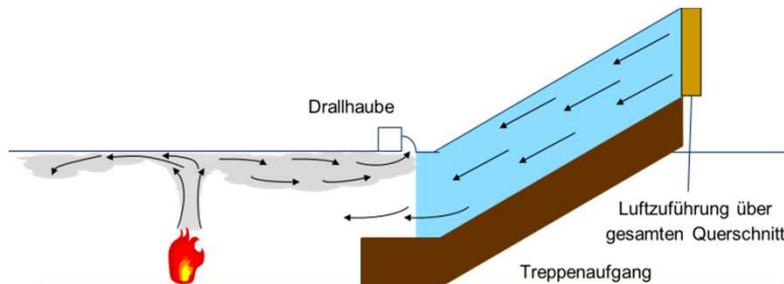
Var. 8: $\dot{V}_{Absaugung} = 32.000 \frac{m^3}{h}$, $\dot{V}_{zu,Treppenhaus} = 18.000 \frac{m^3}{h}$,
 Treppenhausbelüftung durch Luftkasten an
 Treppenhausende

- Ergebnis:
- geringe Verrauchung des Treppenhauses
 - Rauch strömt hauptsächlich entlang der Decke
 - Rauchaustritt aus Tunnelenden
 - in Deckennähe relativ hohe Strömungsgeschwindigkeiten

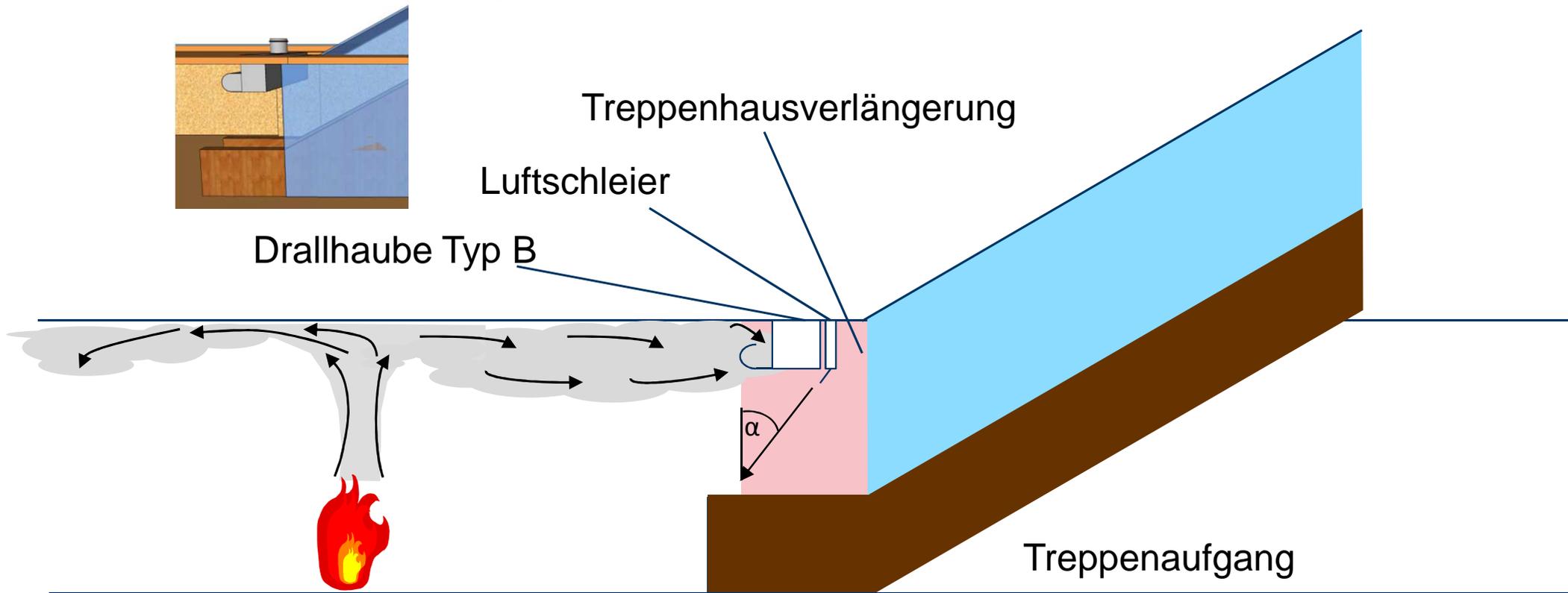
Typisches Strömungsbild



Videodatei: ORPH_Mod1-5_Var8.mp4



Rauchfreihaltung durch Absaugung und Abschleierung



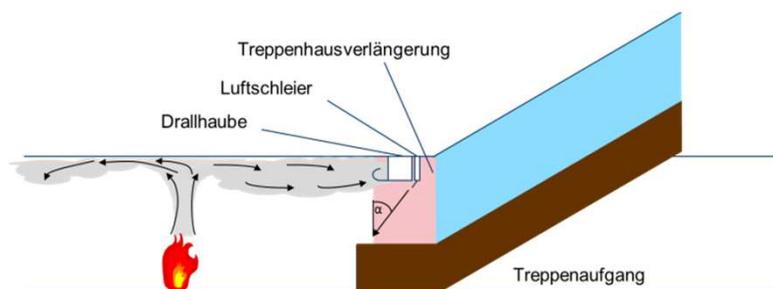
Rauchfreihaltung durch Absaugung und Abschleierung

Kurzbeschreibung der Variante

Var. 28: $\dot{V}_{\text{Absaugung}} = 32.000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, $\dot{V}_{\text{zu,Schleier}} = 10.800 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$,
 Dralhaube Typ B,
 Durchgangshöhe 2,15 m, Treppenhaus um 1.250 mm verlängert, Deckenschleier (Auslasshöhe 3mm, $\alpha = 46^\circ$)

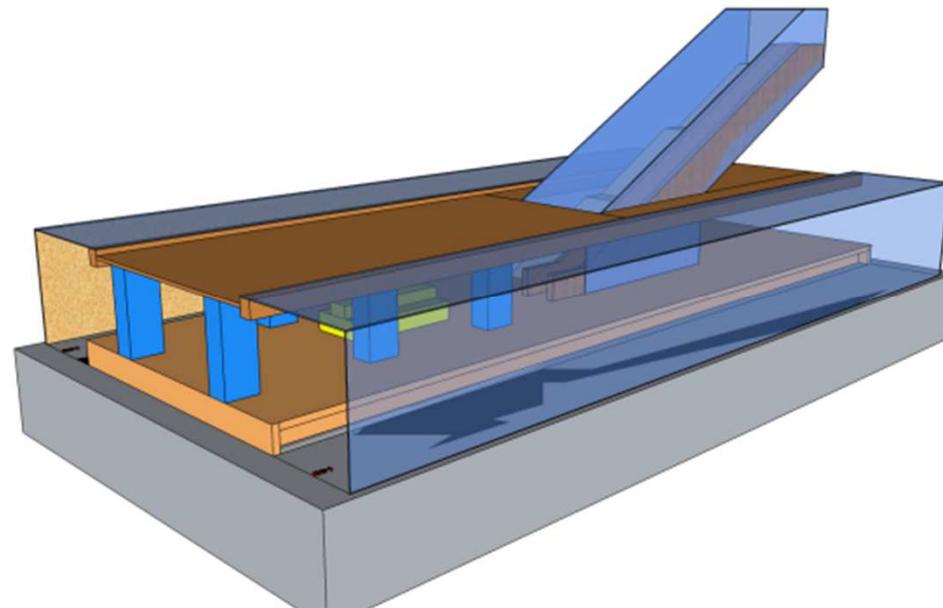
- Ergebnis:
- nur leichte, gleichmäßige Verrauchung des Treppenhauses
 - Rauch strömt in darüber liegende Ebene
 - Raucheintrag verursacht durch Induktion und Verwirbelungen

Typisches Strömungsbild

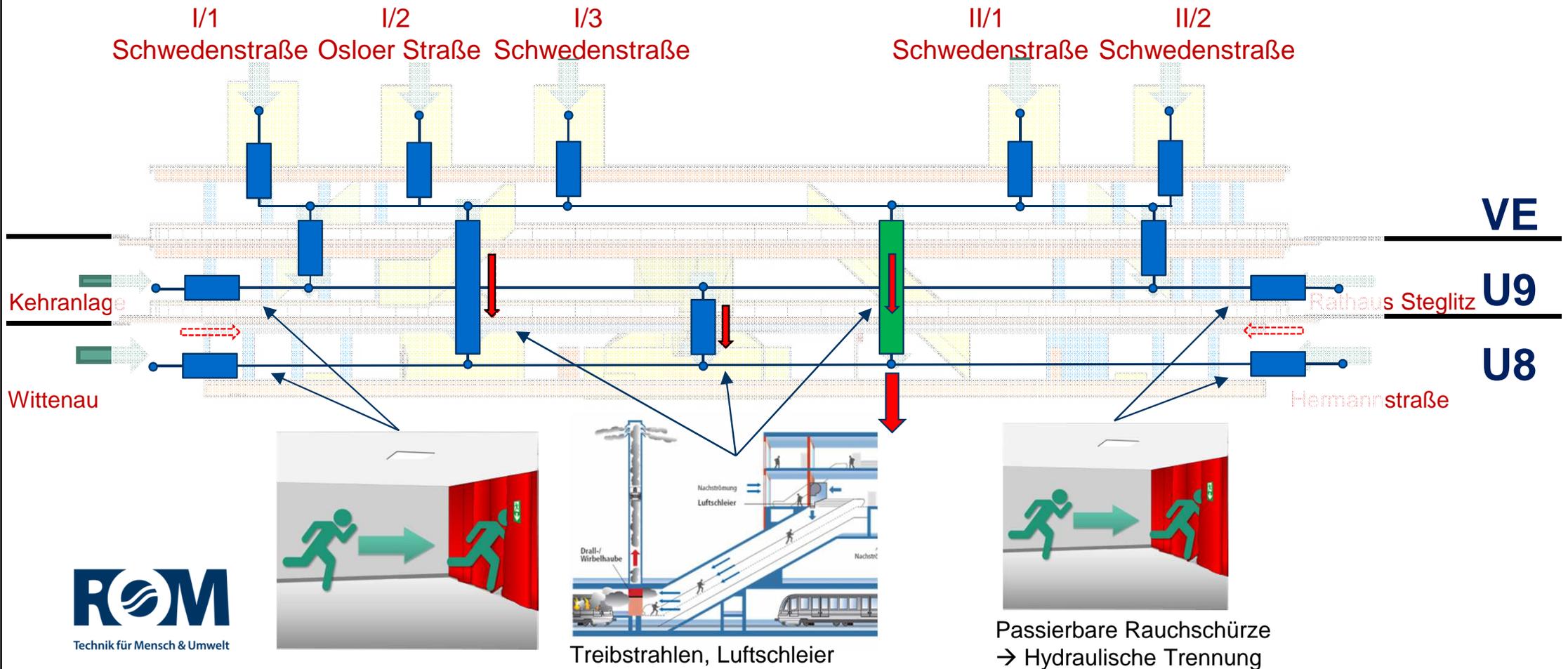


Videodatei: ORPH_Mod1-5_Var28.mp4

Fazit



Komplexe hydraulische Verhältnisse



Gesamtfazit



- Entrauchungskonzepte für komplexe unterirdische Verkehrsstationen wurden im Rahmen des ORPHEUS-Projektes entwickelt.
 - Die hydraulischen Verhältnisse der unterschiedlichen Verkehrsstationen sowie des angeschlossenen Tunnelsystems variieren sehr stark. Bei der konkreten Implementierung der Entrauchungskonzepte müssen diese aber zwingend berücksichtigt werden.
- ➔ Projektspezifische Untersuchungen (Simulationen, Modellversuche) der jeweiligen Station sowie eine vereinfachte hydraulische Typisierung des Tunnelsystems sind erforderlich.

Kontakt

Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG

Tilsiter Straße 162 | F&E-Labor
22047 Hamburg

Peter Thiel (Laborleiter)

Telefon: +49 40 69 49 – 22 04

email: PeThiel@ROM-Technik.de

Holm Klusmann

Telefon +49 40 69 49 – 22 92

email: HKlusmann@ROM-Technik.de

www.ROM-Technik.de



Technik für Mensch & Umwelt

**© Copyright Rud. Otto Meyer Technik Ltd.
& Co. KG, 2018**

Inhalt und Struktur der Präsentation sind urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung sämtlicher Inhalte und Strukturelemente, insbesondere Texte, Textteile, Bildmaterial, Logos, Grafiken und Designelemente, soweit sie schutzfähig im Sinne des deutschen Urheberrechts sind, zu anderem als zum privaten oder sonstigen eigenen Gebrauch sowie deren Verbreitung und Veröffentlichung bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Rud. Otto Meyer Technik Ltd. & Co. KG.