

ENHAVENT – ENHANCED VENTILATION and Heat Transfer Simulation

Umfassende 3D CFD-Simulationen zur Untersuchung des Wärmeübergangs in Straßentunneln bei niedrigen, unterkritischen Strömungsgeschwindigkeiten als Grundlage für vereinfachte 1D Berechnungsmethoden sowie die Prüfung und Neubeurteilung der Obergrenzen für Längslüftungssysteme hinsichtlich steigender Anteile an Elektromobilität und (teil-)autonomer Fahrsysteme.

Allgemeine, verständliche Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Bei der Dimensionierung von Tunnellüftungsanlagen spielt der Geschwindigkeitsbereich zwischen 1,0 und 1,5 m/s in vielen Bereichen (Berechnung minimaler Betriebsbedingungen, temporärer Gegenverkehr während einer Bauphase) eine wesentliche Rolle. Aktuell in den Richtlinien verfügbare, vereinfachte Berechnungsmethoden gelten jedoch nur für Bereiche zwischen 2,0 und 3,0 m/s. Für gängige Straßentunnelprofile (Hufeisen- und Kastenprofil) wurden daher zahlreiche 3D-CFD Simulationen im Rahmen einer Parameterstudie durchgeführt, um den Einfluss der Rauchausbreitung entgegen der eigentlichen Strömungsrichtung („backlayering“) bei niedrigen Luftgeschwindigkeiten auf den Wärmeübergang und die bestehende Berechnungsmethodik beurteilen zu können. Die Simulationsmodelle wurden zu Beginn umfassend auf Basis aktuellster Messdaten aus Realbrandversuchen mit großer Brandlast (bis 20 MW) validiert und abgestimmt. Nach Auswertung der Ergebnisse wurde ein einfaches Erweiterungsmodell für die aktuelle Berechnungsmethode entwickelt und vorgeschlagen. Darüber hinaus wurden Untersuchungen für Normal- und Ereignisbetrieb durchgeführt ob und in welchem Ausmaß die derzeitige Obergrenze für die Zulässigkeit eines reinen Längslüftungssystems auch unter zukünftigen Randbedingungen (steigende Elektromobilität, zunehmender Autonomisierungsgrad) angehoben werden kann.

Facts:

- Laufzeit: 05/2022-04/2023
- Konsortium
 - ILF Consulting Engineers (Lead)
 - TU Graz –ITnA
 - TFD Engineering e.U.
- 3D CFD-Simulationen zum Wärmeübergang in Straßentunneln
- Vertiefte Untersuchung für niedrige, unterkritische Anströmgeschwindigkeiten (1,0 bis 1,5 m/s)
- Validierung auf Basis von aktuellen Realbrandversuchen mit großer Brandlast
- Ableitung von mittleren Wärmeübergangskoeffizienten für 1D Simulationen
- Prüfung und Erweiterung der bestehenden Berechnungsmethodik in der RVS 09.02.31
- Prüfung und Neubeurteilung der Obergrenze für Längslüftungssysteme gemäß RVS 09.02.31

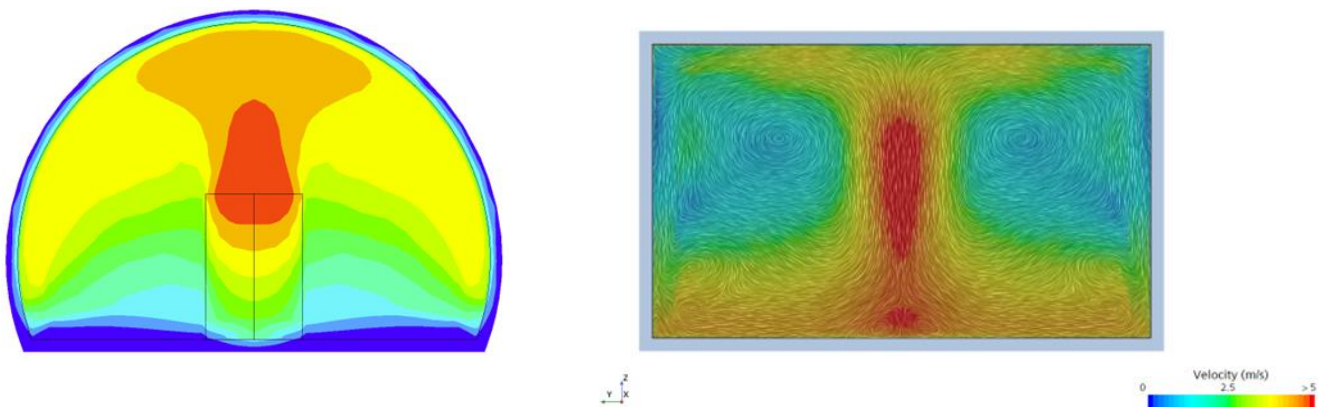


ABB 1. Temperaturverlauf und Sekundärströmung im Brandbereich

Kurzzusammenfassung

Problem:

In der Dimensionierung von Tunnellüftungsanlagen spielt der Geschwindigkeitsbereich von 1,0 - 1,5 m/s oftmals eine wesentliche Rolle – verfügbare Berechnungsmethoden gelten jedoch nur für Geschwindigkeiten zwischen 2,0 und 3,0 m/s. Eine Prüfung und entsprechende Erweiterung dieser Methoden ist daher dringend erforderlich. Zusätzlich ist zu prüfen, ob die derzeit bestehenden Obergrenzen für die Zulässigkeit von Längslüftungsanlagen weiterhin beibehalten oder angepasst werden sollten.

Methodik:

Aufbauend auf bereits bestehenden Erkenntnissen aus einem vorausgegangenem Forschungsprojekt wurden die verwendeten Simulationsmodelle mit Messdaten von Realbrandversuchen bei großen Brandlasten validiert und angepasst. Danach erfolgte eine umfangreiche Parameterstudie für Hufeisen- und Kastenprofile zur Erweiterung der bestehenden Berechnungsmethodik für niedrige Luftgeschwindigkeiten unter 2 m/s. Zudem wurden Emissions- und Luftmengenberechnungen sowie qualitative und quantitative Risikobetrachtungen für die Neubeurteilung der Systemgrenzen für die Wahl von Lüftungssystemen durchgeführt.

Ergebnisse

Die Validierungs- und Simulationsergebnisse haben die bereits vorhandenen Erkenntnisse aus dem Jahr 2010 bestätigt. Die durchgeführten Parameterstudien haben gezeigt, dass die Rauchausbreitung entgegen der eigentlichen Strömungsrichtung ('backlayering') im untersuchten Geschwindigkeitsbereich zwischen 1,0 und 1,5 m/s einen nicht mehr nachverlässigbaren Faktor darstellt. Eine Anhebung der Obergrenze für Längslüftungssysteme von derzeit 5 auf maximal 7 km wäre theoretisch möglich.

Schlussfolgerungen

Die bestehende Berechnungsmethodik kann prinzipiell beibehalten werden, muss aber für niedrige Luftgeschwindigkeiten entsprechend adaptiert und erweitert werden. Es wurde ein entsprechender Erweiterungsvorschlag erarbeitet und dargestellt. Die derzeit bestehenden Obergrenzen für die Zulässigkeit von Längslüftungssystemen kann beibehalten werden, da auf Basis einer projektspezifischen Risikoanalyse ohnehin die Möglichkeit besteht diese Grenzen zu verschieben.

English Abstract

The FFG research project EnhaVent has investigated the effects of backlayering on the temperature profile and the average heat transfer coefficient for velocities significantly below the critical velocity. The simulation models used were initially validated based on measurement data from real fire tests. From the results, a simple extension of the existing 1D-calculation approach for very low flow velocities (1-1.5 m/s) was developed. In addition, it was examined whether the current upper limit for the permissibility of longitudinal ventilation systems is also valid in the future under the aspect of increasing electromobility, etc., or whether it should be adapted.

Impressum:

Bundesministerium für Klimaschutz

DI Dr. Johann Horvatiits
Abt. IV/IVVS 2 Verkehrssicherheit und
Sicherheitsmanagement Infrastruktur
johann.horvatiits@bmk.gv.at

DI (FH) Andreas Blust
Abt. III/14 Mobilitäts- und
Verkehrstechnologien
andreas.blust@bmk.gv.at
www.bmk.gv.at

ÖBB-Infrastruktur AG

Dr. Thomas Petraschek
Stab Unternehmensentwicklung
Forschung & Entwicklung
thomas.petraschek@oebb.at
www.oebb.at

ASFINAG

Ing. DI (FH) Thomas Greiner, MSc MBA
Konzernsteuerung
Strategie Owner Innovation
thomas.greiner@asfinag.at
www.asfinag.at

Österreichische Forschungs-förderungsgesellschaft mbH

DI Dr. Christian Pecharda
Programtleitung Mobilität
Sensengasse 1, 1090 Wien
christian.pecharda@ffg.at
www.ffg.at

April, 2023