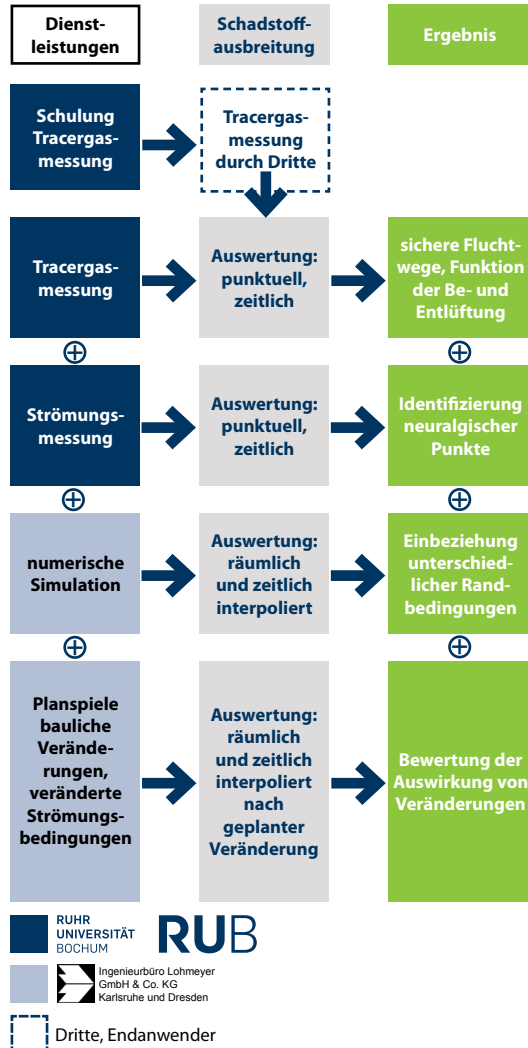


## ABB. 7: DAS MAUSKAT-SYSTEM ALS MODULARER BAUKASTEN



## KONTAKT

**Ruhr-Universität Bochum**  
 Geographisches Institut  
 Arbeitsgruppe Höhlen- und U-Bahnklimatologie  
 Gebäude NA 4/171  
 Universitätsstraße 150  
 44801 Bochum

**Konsortialführung:** Prof. Dr. Andreas Pflitsch  
**Telefon:** +49 (0)234 32 - 26707  
**E-Mail:** Andreas.Pflitsch@ruhr-uni-bochum.de  
**Web:** www.csc.rub.de

**Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG,**  
 Karlsruhe und Dresden  
 Büro Karlsruhe  
 An der Roßweid 3  
 76229 Karlsruhe

**Ansprechpartner:** Dr. Ing. Thomas Flassak  
**Telefon:** +49 (0)721 625 10 0  
**E-Mail:** Thomas.Flassak@lohmeyer.de  
**Web:** www.lohmeyer.de

Weitere Informationen zum Projekt entnehmen Sie der Projektseite unter [www.mauskat.de](http://www.mauskat.de)

### Verbundpartner



## MAusKat

Messsystem zur Ermittlung der Ausbreitung von Gefahrstoffen in komplexen Gebäudestrukturen

Ergebnisse aus den Teilprojekten:

- Klimatologie – Ausbreitung von Gefahrstoffen in kritischen Gebäudestrukturen
- Strömungs- und Ausbreitungssimulation und Visualisierung



Von links nach rechts:  
**Abb. 5:** horizontale und vertikale Visualisierung der Simulation einer Schadstoffausbreitung in einem U-Bahnhof  
**Abb. 6:** mobile Messgeräte eines Feldexperiments

Gefördert vom:



Bundesministerium für Bildung und Forschung



Technologiezentrum

Förderkennzeichen: 13N11673 bis 13N11678

## DAS PROJEKT

Flucht- und Rettungswege sollen im Fall einer notwendigen Flucht aus einem Gebäude schnell und sicher ins Freie oder in einen gesicherten Bereich führen. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil von Sicherheitskonzepten um die (Selbst-)rettung und Evakuierung von Personen zu ermöglichen.

Komplexe Gebäude- und Verkehrsinfrastrukturen, wie Flughäfen, Kaufhäuser oder U-Bahnhöfe, zeichnen sich durch eine meist schwer zu durchschauende Gebäudestruktur aus, was sowohl für flüchtende Personen als auch für Rettungskräfte im Katastrophenfall problematisch ist. Das Hauptproblem geschlossener und halboffener Gebäudestrukturen sind die potentiellen Ausbreitungswege von Brandrauch oder luftgetragenen Schad- und Giftstoffen. Oftmals stimmen diese Ausbreitungswege mit den ausgewiesenen Flucht- und Rettungswegen überein. Kontaminierte Fluchtwege sowie falsche und unklare Einsatzpläne sind dabei häufig Ursache von hohen Opferzahlen.

Im Forschungsprojekt MAusKat wurde ein neuartiges Mess- und Analysesystem entwickelt, mit dem die Ausbreitungswege von gasförmigen Gefahrstoffen in solchen komplexen Gebäudestrukturen nachvollzogen werden können. Auf Basis von Simulationen können Gefahrenbereiche innerhalb von Bauwerken identifiziert und entsprechend neue Flucht- und Rettungskonzepte geplant werden.

## INTEGRIERTES ANALYSE- UND MESSSYSTEM

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden verschiedene Strukturen in Feldexperimenten empirisch untersucht. Bei der Untersuchung der Gasausbreitung in einer hochkomplexen U-Bahn-Station wurde das im Projekt entwickelte integrierte Analyse- und Messsystem, eine neuartige mobile und infrastrukturunabhängige

- Von links nach rechts:  
Abb. 1: integriertes Analyse- und Messsystem  
Abb. 2: kontaminierte und freie Bereiche eines U-Bahnhofes auf Grundlage der Ergebnisse einer Tracergasmessung  
Abb. 3: Vergleich zwischen gemessener und simulierter Tracergaskonzentration  
Abb. 4: Messsystem im Einsatz

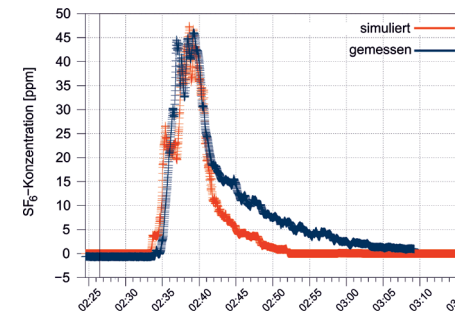
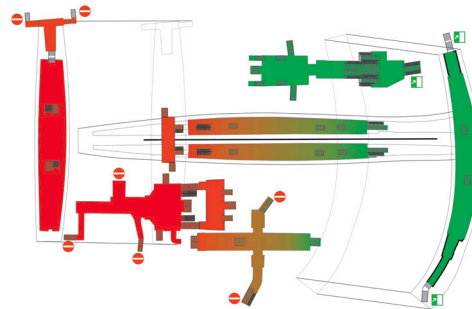


Sensor-Plattform (Abb. 1), eingesetzt. Über verschiedene Messpunkte im Gebäude kann die Sensor-Plattform die Ausbreitung und Konzentration des Tracergases SF<sub>6</sub> erfassen sowie über angeschlossene Messgeräte Luftströmungs- und Temperaturinformationen aufzeichnen. Die Erfassung der Strömungs- und Temperaturinformationen ermöglicht die Berechnung von Volumenströmen an sämtlichen Öffnungen der U-Bahn-Station und liefert einer nachgelagerten numerischen Strömungssimulation (CFD, Computational Fluid Dynamics) realistische Randbedingungen.

Die Durchführung von Tracergasexperimenten ermöglicht Rückschlüsse über die Gasausbreitung in der U-Bahn-Station (Abb. 2) und bildet die Grundlage für eine Validierung der berechneten Gasausbreitung der nachgelagerten CFD-Simulation.

## NACHGELAGERTE CFD-SIMULATION

Bei den empirischen Experimenten nachgelagerten CFD-Simulation wurde für die Berechnung der Luftströmung und Ausbreitung des Tracergases in der hochkomplexen U-Bahn-Station ein etabliertes CFD-Modell genutzt. Da statische und/oder geschätzte Annahmen über Randbedingungen nicht den tatsächlichen Bedingungen entsprechen und daher unzureichend sind, wurden die realen empirisch erhobenen Randbedingungen an den Stationsrändern an das CFD-Modell gekoppelt. Hierdurch war es möglich die Simulation mit einem zeitlich variablen Antrieb zu versehen. Durch die Einbeziehung der realen Emissionsdaten (Ort, Dauer und Menge der Tracergasfreisetzung) war es zudem möglich, die berechnete Emissionsausbreitung mit der gemessenen zu vergleichen (Abb. 3). Die Simulation liefert als Ergebnis eine räumlich und zeitlich hochaufgelöste Interpolation einer Schadstoffausbreitung über eine gesamte Struktur (Abb. 5).



## ERGEBNISSE

Bisherige Feldexperimente in komplexen U-Bahn-Stationen haben gezeigt, dass innerhalb der Stationen starke Kompensationsströme auftreten, die in der Regel zu einem Kamineffekt in den zentralen Treppenbereichen der Station führen und kontaminierte Luftpartikel innerhalb weniger Minuten in die oberen Stationsbereiche tragen. Je größer die Höhenunterschiede von Verbindungswegen und Treppenhäusern sind, umso stärker ist der Kamineffekt und desto schneller sind Fluchtwege kontaminiert.

## MÖGLICHE ANWENDUNG

Im Fall der untersuchten U-Bahn-Station kann bereits durch die empirischen Messungen das Ausbreitungsgeschehen des Tracergases nachvollzogen und eine Ausweisung kontaminierter und freier Bereiche vorgenommen werden. Durch die Kopplung dieser Ergebnisse bspw. an eine Evakuierungssimulation, kann eine Evaluation der Fluchtwege erfolgen. Zwar ist dies zunächst an die klimatologischen Bedingungen während des Feldversuches gebunden, jedoch bietet das anhand der empirischen Messdaten validierte Strömungsmodell darüber hinaus den Vorteil, das Ausbreitungsgeschehen unter veränderten klimatologischen Bedingungen durchzuführen und Planungsvarianten für die untersuchte Gebäudestruktur zu erstellen.

Auf Grundlage der Forschungsergebnisse wird ein modularer Dienstleistungsbaukasten angeboten. Dieser reicht von Schulungen zur Durchführung von Tracergasmessungen durch Endanwender bis hin zur vollständigen Untersuchung von Gebäudestrukturen und den Auswirkungen von geplanten baulichen Veränderungen auf die Sicherheit. Abbildung 7 zeigt das modulare Baukastensystem im Überblick.

