

Neue Energieträger im Nahverkehr

Forschungsprojekt zur Brandschutzsicherheit in unterirdischen Verkehrsanlagen

M.Sc. Marie Kutschenreuter, Köln

Die öffentliche Wahrnehmung von Verkehr und Umwelt hat sich in den letzten Jahren deutlich gewandelt. Auch durch politische Entscheidungen beeinflusst, gewinnt ein nachhaltiger Umgang mit (Energie-)Ressourcen an immer stärkerer Bedeutung. Zunehmend werden sogenannte neue Energieträger (NET) zum Antrieb von Fahrzeugen genutzt. Besonders elektrisch betriebene Fahrzeuge stehen zurzeit im Fokus von Öffentlichkeit, Industrie und Politik. Neben Batterien spielen jedoch auch diverse Gasantriebe eine Rolle: CNG/LNG (Methan-basiert), LPG (Propan-basiert) und Wasserstoff beziehungsweise Brennstoffzellen. Insbesondere Wasserstoff ist aufgrund seiner hohen Energiedichte pro Masse (33,3 kWh/kg) als Treibstoff ein Schwerpunkt der aktuellen Forschung.

Mögliche Gefahren neuer Energieträger im Nahverkehr

Jede der neuen Antriebstechnologien

birgt dabei andere und bislang wenig bekannte Risiken, auch und vor allem im Hinblick auf den Brandschutz. Gleichzeitig nimmt die Zahl der mit NET betriebenen Fahrzeuge stetig zu und Unfälle mit solchen Fahrzeugen erregen besonders großes Interesse in den Medien (hierzu etwa [1], [2] und [3]). Dabei ist aufgefallen, dass sich Brände mit NET anders verhalten als solche mit konventionellen Fahrzeugen. Gleichwohl ist bislang in keinem der Fälle eine unkontrollierbare Situation aufgetreten. Ziel des im weiteren Verlauf vorgestellten Forschungsprojektes „Verbesserung der Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei Einsatz neuer Energieträger“, kurz **Suveren**, ist es, die Besonderheiten von Bränden mit NET zu untersuchen, um ein besseres Verständnis derer zu erreichen und effiziente Vorgehensweisen zur Schadensminimierung zu entwickeln. Dieses Projekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Si-

cherheit“ gefördert (Förderkennzeichen: 13N14393).

Der Unterschied von mit NET betriebenen zu konventionellen Fahrzeugen liegt in der Art des Treibstoffs und damit der Energiespeicherung. Bei Batterien geschieht dies auf chemischen Wege. Im Schadensfall, dem sogenannten Thermischen Durchgehen, versagt eine Zelle nach der anderen, wodurch es zur Freisetzung der gespeicherten Energie und zum Abbrand der Batterie selbst kommt. Studien und Brandversuche aus früheren Forschungsvorhaben zeigen jedoch, dass die Wärmefreisetzung im Fall eines brennenden Pkw nicht signifikant durch die Batterie beeinflusst wird. Die größere Gefahr geht dagegen von den frei werdenden Gasen aus, die aus den im Schadensfall ablaufenden chemischen Reaktionen entstehen und die durch Überdruckventile im Gehäuse in die Umgebung entweichen können. Bei diesen Reaktionen wird beispielsweise Fluor-Wasserstoff gebil-

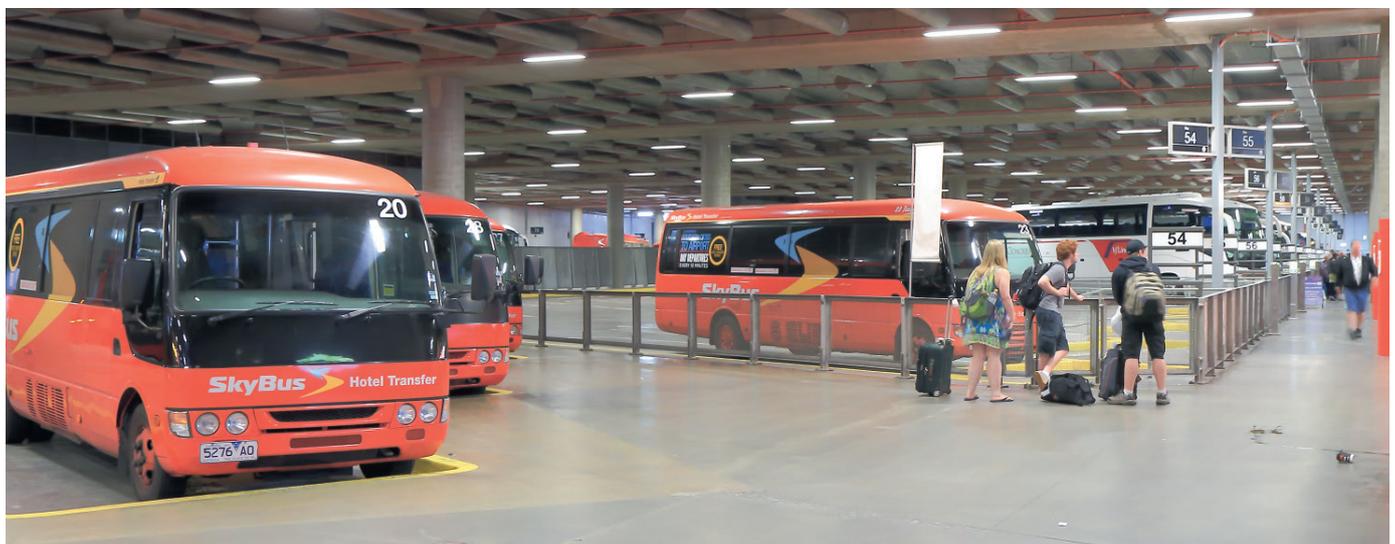


Abb. 1: Unterirdischer Busbahnhof.



Zur Autorin

M.Sc. Marie Kutschenreuter studierte von 2010 bis 2017 Physikalische Ingenieurwissenschaft an der Technischen Universität Berlin. Studienschwerpunkte bildeten Strömungsmechanik, sowie Numerik und Simulation. Seit Januar 2018 ist Frau Kutschenreuter für die Fogtec Brandschutz GmbH & Co. KG tätig und betreut das Projekt *Suveren* als CFD-Ingenieurin.

det, der hoch giftig ist. Darüber hinaus wird jedoch auch Sauerstoff freigesetzt, der wiederum die chemische Reaktion des Abbrennens der Batterie verstärkt. Es gibt darum bislang keine einheitliche Vorgehensweise zum Löschen eines Batteriebrandes. Tesla empfiehlt beispielsweise, einen Brand eines ihrer Fahrzeuge mit 3000 Gallonen (zirka 11.300 Liter) Wasser zu löschen [4].

Häufig ist hingegen das Löschen eines Batteriebrandes nicht oberste Priorität, vielmehr geht es um Minderung des Brandes und Verhinderung der Brandausbreitung. Zusätzlich tritt bei Batterien der Effekt der Rückzündung auf, der das endgültige Löschen eines solchen Brandes und den Abtransport eines beschädigten Fahrzeugs erschwert. Wie sich die angeführten Effekte eines Pkw-Batteriebrandes im Falle von größeren Traktionsbatterien eines Busses in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen entwickeln, ist Teil der Untersuchungen des *Suveren*-Projekts. Ferner ergeben sich durch die Anwesenheit von Passagieren

neue Fragestellungen in Bezug auf Evakuierungsmöglichkeiten.

Doch auch Gasantriebe bergen verschiedene Risiken. Diese unterscheiden sich im Wesentlichen durch die chemischen Eigenschaften des verwendeten Gases. Gasfahrzeugen ist zunächst gemein, dass das Gas in einem Druckbehälter (je nach Gas bis zu 700 bar) gespeichert wird, der mit einem Temperatur- oder Druck-gesteuerten Sicherungsventil versehen ist. Entweicht das gespeicherte Gas durch das Ventil, kann es zu Stichflammen kommen, die die Brandausbreitung zwischen Fahrzeugen begünstigen. Es kommt in diesem Fall möglicherweise außerdem zu einem lokalen, aber sehr starken Wärmeeintrag auf die Struktur, deren Festigkeit dadurch beeinflusst wird. Besonders im Fall von Wasserstoff ist dies mit Risiken verbunden, da eine Wasserstoffflamme mit Temperaturen von bis zu 2000 °C verbrennt. Entscheidend für die Sicherheit im Brandfall ist dabei die Dauer einer solchen Stichflamme. Im Fall von gasbetriebenen Bussen kann das Ausströmen aus den mitgeführten Druckbehäl-

tern aufgrund der benötigten Gasmenge mehrere Sekunden bis Minuten anhalten. Kann das Gas hingegen aus dem Behälter ausströmen, ohne dass es entzündet wird, bilden sich Gaswolken. Abhängig von der Umgebung und den vorherrschenden Ventilationsbedingungen kann so eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen.

Suveren – Forschungsprojekt für Sicherheit im Nahverkehr

Im Forschungsprojekt *Suveren* werden die neuen und bisher wenig bekannten Risiken von NET im Bereich unterirdischer Verkehrsanlagen gemeinschaftlich von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), der Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen Stuva e.V. und der Fogtec Brandschutz GmbH & Co. KG untersucht. Experimentelle Untersuchungen werden von Ingenieuren für angewandte Brandschutzforschung IFAB GmbH als Unterauftragnehmer durchgeführt. Darüber hinaus steht ein Beirat mit Experten aus ganz Europa beratend zur Seite.

Unterirdische Verkehrsanlagen sind per Definition geschlossene Räume und verstärken somit die von einem Brand ausgehenden Ereignisse wie Wärme, Rauch und andere giftige Gase. Dadurch entstehen unterschiedliche Gegebenheiten für Passanten und deren Evakuierung, Rettungskräfte und Bauwerksschutz.

Innerhalb des Projektes wurde bereits eine Vorauswahl repräsentativer Fallstudien und Anwendungsfälle von NET getroffen: Die erste Fallstudie behandelt Tiefgaragen. Aufgrund der Häufigkeit, mit der Tiefgaragen in urbanen Räumen auftreten, und der uneingeschränkten Nutzung durch Personen wird dieser Anwendungsfall als der relevanteste betrachtet. Als zweite Fallstudie werden unterirdische Busbahnhöfe beziehungsweise -depots (Abb. 1) untersucht. In beiden Fällen ist die Brandlast höher als im Fall der Tiefgarage, da Busse durch ihre Größe und Ausstattung mehr brennbares Material und auch mehr Treibstoff liefern als Pkw. Die Besonderheit des Busbahnhofes besteht im erhöhten Personenaufkommen, wohingegen sich das Busdepot durch eine höhere Anzahl und dichter geparkte Busse auszeichnet. In beiden Anwendungsbereichen gibt es bisher kaum Regelungen oder Empfehlungen zur Auslegung solcher Einrichtungen. Des Weiteren werden Anlieferungszonen in Hinblick auf neue Risiken durch NET geprüft. Auch im Güterverkehr sind zukünftig zunehmend durch NET betriebene



Abb. 2: Beispielhafte Ersatzbrandlast eines LKW

Foto: FAB GmbH

Fahrzeuge zu erwarten. In Kombination mit diversen Transportgütern ergeben sich an dieser Stelle möglicherweise weitere Risiken. Zuletzt werden Straßentunnel hinsichtlich ihrer Sicherheit bewertet. Nach derzeit bestehenden Regularien ist davon auszugehen, dass die Auslegung der Sicherheitsmaßnahmen von Straßentunneln auch im Fall von NET-Fahrzeugen ausreichend ist. Nichtsdestoweniger ist eine Überprüfung dieser Annahme durchzuführen. Es wird darum in diesem Fall ein mit Batterien beladener Lkw als Brandlast betrachtet.

Neben den Antriebstechnologien haben sich jedoch auch die Fahrzeuge selbst verändert. Über die vergangenen Jahrzehnte sind Fahrzeuge immer größer und schwerer geworden, wohingegen in der jüngsten Vergangenheit Fahrzeuge durch Leichtbauweise mit Verbundwerkstoffen wieder leichter werden. Auch dieser Aspekt spielt bei der Untersuchung der Risiken von NET eine Rolle, da hierdurch die Brandlast maßgeblich bestimmt wird.

Zur Evaluierung des Gefahrenpotenzials der verschiedenen Anwendungsfälle werden

Risikoanalysen durchgeführt, bestehende Regularien studiert und CFD-Simulationen aufgesetzt. Die geplanten Simulationen sollen sowohl die Zellebene einer Batterie als auch die Modellierung der angeführten Fallstudien abdecken. Mit Hilfe von Realbrandversuchen (Abb. 2), die noch im Jahr 2018 durchgeführt werden sollen, werden die Ergebnisse validiert und die mögliche Gefährdung durch giftige Brandgase bewertet. Im Rahmen der Brandversuche soll außerdem untersucht werden, inwieweit eine Brandbekämpfungsanlage (BBA) die Brandausbreitung einschränken oder ganz verhindern und die Schutzziele in Bezug auf Sicherheit von Personen und Gebäude gewährleisten kann.

Ziel des Projektes **Suveren** ist es, Leitfäden und Richtlinien zu erstellen, die es Betreibern von unterirdischen Verkehrsanlagen erlauben, ihre Einrichtungen anwendungsbezogen auszulegen. Dazu muss ein solcher Betreiber in der Lage sein, die Risiken, die von NET ausgehen, zu erkennen und entsprechend zu reagieren. Die angestrebten Dokumente sollen Hilfestellung bei der Auslegung unterirdischer Verkehrsanlagen

bieten, indem sie das hierfür nötige Wissen vermitteln und die passenden Werkzeuge zur Verfügung stellen. Zur Verbreitung der im Rahmen des Projektes gewonnen Erkenntnisse sind darüber hinaus diverse Workshops mit unter anderem Feuerwehren geplant.

Das Projektkonsortium begrüßt Beiträge und Informationen von Universitäten, Forschungseinrichtungen, Betreibern, Industriellen und allen anderen Interessenten. Mehr Informationen unter www.suveren-nec.info.

Literatur / Anmerkungen

- [1] <https://www.stern.de/auto/news/tesla-model-s---gewaltige-batterieexplosion-toetet-insassen-7134460.html>
- [2] <http://www.maz-online.de/Lokales/Oberhavel/Elektroauto-plotzlich-in-Flammen>
- [3] <http://www.general-anzeiger-bonn.de/bonn/stadt-bonn/Fahrzeuge-brennen-in-Bonn-Dottendorf-article3696765.html>
- [4] Notfall-Handbuch Model S 2016+, Tesla

Zusammenfassung / Summary

Neue Energieträger im Nahverkehr

Die Wahrnehmung von Verkehr und Umwelt hat sich in den vergangenen Jahren, auch durch politische Entscheidungen beeinflusst, stark verändert. Sogenannte neue Energieträger (NET) werden immer häufiger als Antrieb für Fahrzeuge im Privaten, aber auch im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) verwendet. Welche neuen Risiken sich durch NET ergeben, insbesondere im Hinblick auf Brandschutz, wird im Rahmen des im Jahr 2017 begonnenen Forschungsprojektes **Suveren** untersucht.

New Energy Carriers in Public Transport

The public perception of traffic and environment has changed significantly in the past years, also influenced by political decisions. So-called New Energy Carriers (NEC) are used as fuels more often – in private as well as in public transport. The research project **Suveren** is investigating the new hazards evolved by NEC, especially in terms of fire safety.

ANZEIGE

IT für Bahn- und Verkehrsunternehmen

Asset Management für Schienenfahrzeuge und Bahninfrastruktur

*Neu: Investitionsplanung für Anlagenunterhalt und -beschaffung

Besuchen Sie uns auf der InnoTrans!
Halle B, CityCube / 201

zedas
www.zedas.com