



BRANDRISIKEN DURCH LITHIUM-IONEN-AKKUS IM ZUSAMMENHANG
MIT DER ELEKTROMOBILITÄT

MARIE KUTSCHENREUTER

Research Engineer

BRANDSCHUTZFORSCHUNG:

LITHIUM-IONEN-BATTERIEN



FORSCHUNGSPROJEKT



Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei Einsatz neuer Energieträger

Konsortium



Assoziierte Partner



Station & Service



Feuerwehr München

Unterauftragnehmer



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Projektlaufzeit

August 2017 bis Dezember 2020



www.suveren-nec.info

FORSCHUNGSPROJEKT **SUVEREN**

Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei Einsatz neuer Energieträger

- Identifizierung gegenwärtiger und zukünftiger Risiken im Zusammenhang mit der Nutzung neuer Energieträger im unterirdischen Stadtverkehr
- Brandversuche mit Lithium-Ionen-Batterien und Ersatzbrandlasten
- Insgesamt 3 Versuchsreihen mit unterschiedlichen Fragestellungen



FORSCHUNGSPROJEKT



Versuchsreihe 1 – Grundlagen zu Bränden mit neuen Energieträgern

- Durchgeführt von Unterauftragnehmer IFAB
 - Akkreditiertes Prüflabor aus Berlin
 - Beteiligt an vielen weiteren Forschungsvorhaben wie SOLIT, SOLIT² und Uptun

- Durchgeführt zwischen März und Juni 2019

- Brandversuche mit Batterien, festen und gasförmigen Ersatzbrandlasten
 - Batterien von deutschem Hersteller
 - Zylindrische und prismatische Zellen
 - Ladezustand: 100%
 - Energieinhalt zwischen 5 und 24 kWh

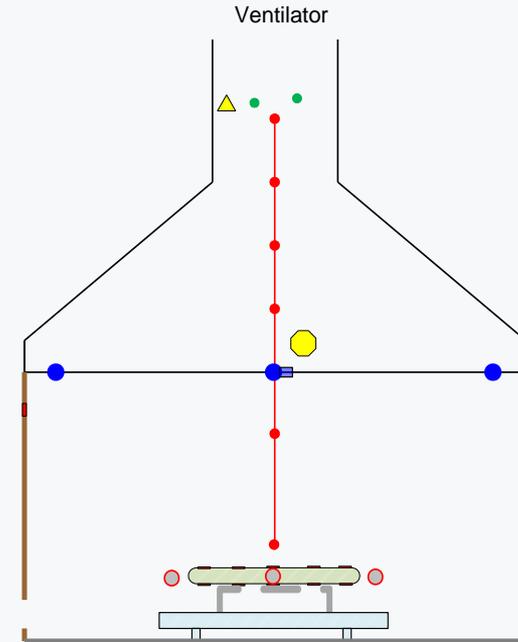


FORSCHUNGSPROJEKT



Versuchsreihe 1 – Grundlagen zu Bränden mit neuen Energieträgern

- Erfassung umfangreicher Daten:
 - Temperaturen
 - Bestimmung der HRR (3 verschiedene Methoden)
 - Masse
 - Strömungsgeschwindigkeiten
 - Gaskonzentrationen (Einzel- und Multigasensoren (FTIR))
 - Optische und Infrarot-Kameras
 - Analyse des Löschwassers



FORSCHUNGSPROJEKT



Versuchsreihe 1 – Grundlagen zu Bränden mit neuen Energieträgern



FORSCHUNGSPROJEKT



Versuchsreihe 2 – Branderkennung und –bekämpfung von Batteriebränden

- Untersuchung vielfältiger Löschmittel:
 - Sprinkler
 - Wassernebel (Hoch- und Niederdruck)
 - Aerosol
 - NOVEC
 - CO₂
 - N₂
 - Schaum
 - F-500

- Vergleich untereinander sowie zum Freibrand

- Untersuchung diverser Brandmeldetechnik:
 - Punktmelder: CO, Rauch, Wärme
 - Wärmemelderkabel
 - Rauchansaugsysteme



FORSCHUNGSPROJEKT

Versuchsreihe 2 – Branderkennung und –bekämpfung von Batteriebränden

- Brandlast:
 - 2 Module nebeneinander, um Brandausbreitung bewerten zu können
 - Insg. 5 kWh mit zylindrischen Zellen

- Datenerfassung:
 - Temperaturen
 - Masse
 - Gaskonzentrationen (Einzel- und Multigassensoren (FTIR))
 - Druck im Versuchsaufbau
 - Optische und Infrarot-Kameras
 - Analyse des Löschwassers



FORSCHUNGSPROJEKT



Versuchsreihe 3 – E-Auto in Parkgarage

- Szenario:
 - Fahrzeuge sind Hauptbrandlast in Parkhäusern
 - Versuchsdurchführung mit PKW-Attrappe und Ersatzbrandlasten (Reproduzierbarkeit)
 - Fahrzeug simuliert durch Holzpaletten mit potenzieller Wärmefreisetzung von 7 MW
 - Batterie simuliert durch Brandwanne mit n-Heptan
 - Zielbrandlasten in der Umgebung des Fahrzeugs zur Bewertung der Brandausbreitung



FORSCHUNGSPROJEKT



Versuchsreihe 3 – E-Auto in Parkgarage

- Untersuchung und Vergleich verschiedener Brandbekämpfungstechnologien
- Schutzziel:
 - Verhinderung der Brandausbreitung auf benachbarte Fahrzeuge
 - Reduktion des Temperatureintrags auf Bauwerk



FORSCHUNGSPROJEKT



Versuchsreihe 3 – E-Auto in Parkgarage



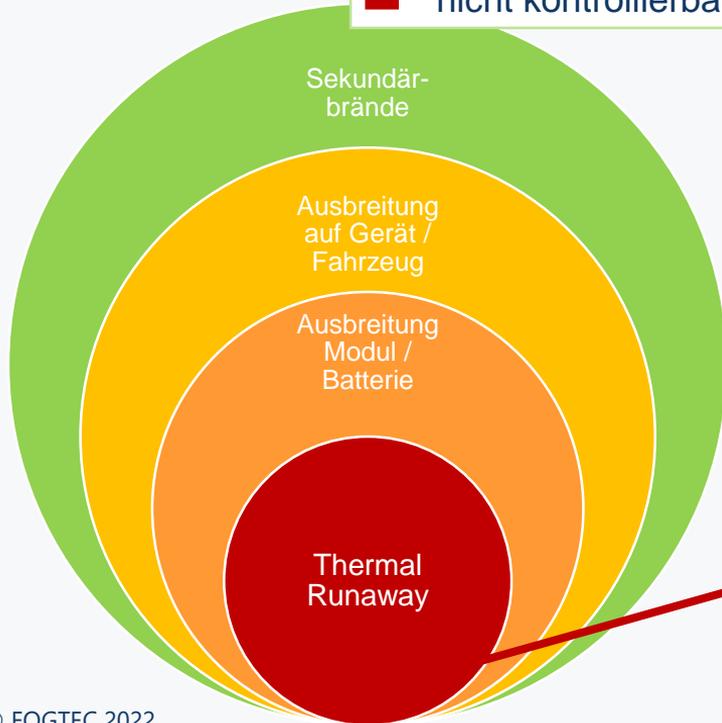


WICHTIGE ERKENNTNISSE:

BRANDVERHALTEN LITHIUM-
IONEN-BATTERIEN

BRANDVERHALTEN VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Grundlagen



- Grundsätzliches
 - Thermal Runaway findet auf Zellebene statt und dauert in der Regel nicht länger als 1 Minute
 - kann aufgrund der Abschirmwirkung des Zellgehäuses sowie der Reaktionsgeschwindigkeit nicht „gelöscht“ werden → Brandkontrolle

- Ziele in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit
 1. Vermeidung von Sekundärbränden
 2. Verhinderung eines Brandes der gesamten Einrichtung/ des Fahrzeugs
 3. Verlangsamung/ Unterbrechung der TR-Propagation

Single cell event

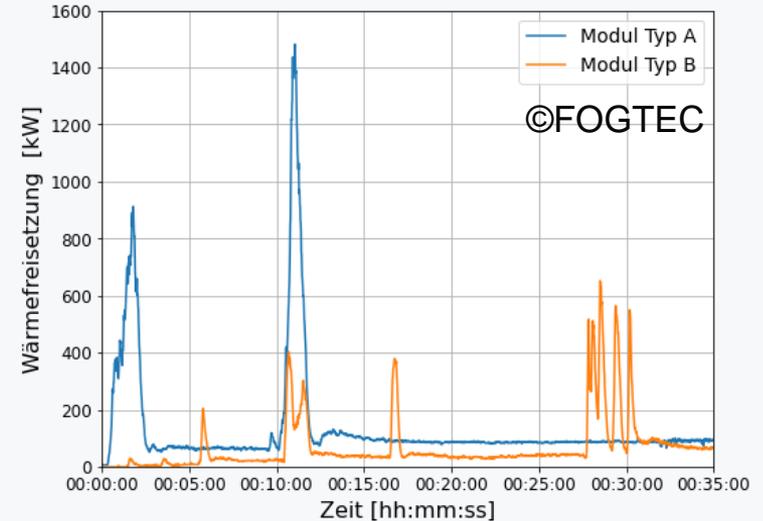
BRANDVERHALTEN VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Erkenntnisse

- Batteriebrände entwickeln sich unterschiedlich hinsichtlich:
 - Brandverhalten
 - Energiefreisetzung
 - Branddauer
 - Freisetzung von Rauchgasen

- Im Gesamtsystem PKW spielen Unterschiede eine untergeordnete Rolle
 - Wesentliche Brandlast geht von Karosserie aus (Reifen, Kunststoffe etc.)

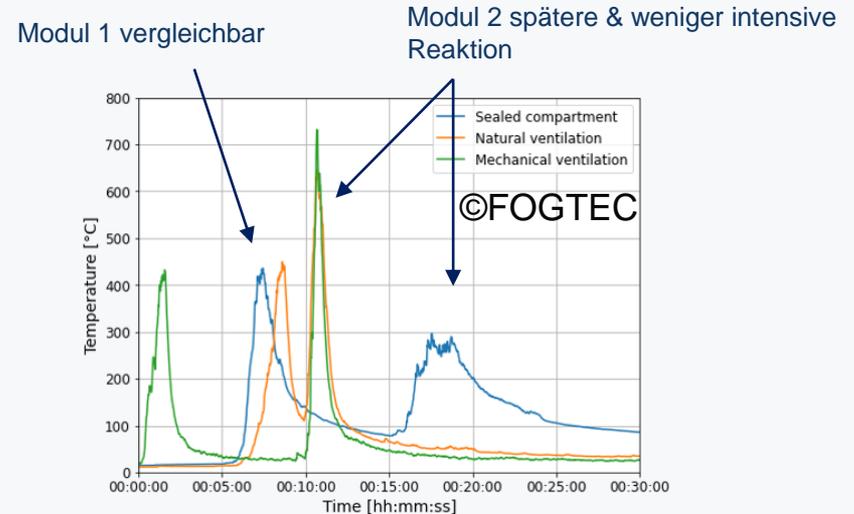
- Brandbekämpfung möglich
 - Je nach Anwendungsfall kann die Brandausbreitung auf sekundäre Brandlasten oder sogar die Ausbreitung des thermischen Durchgehens verhindert werden



BRANDVERHALTEN VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Erkenntnisse

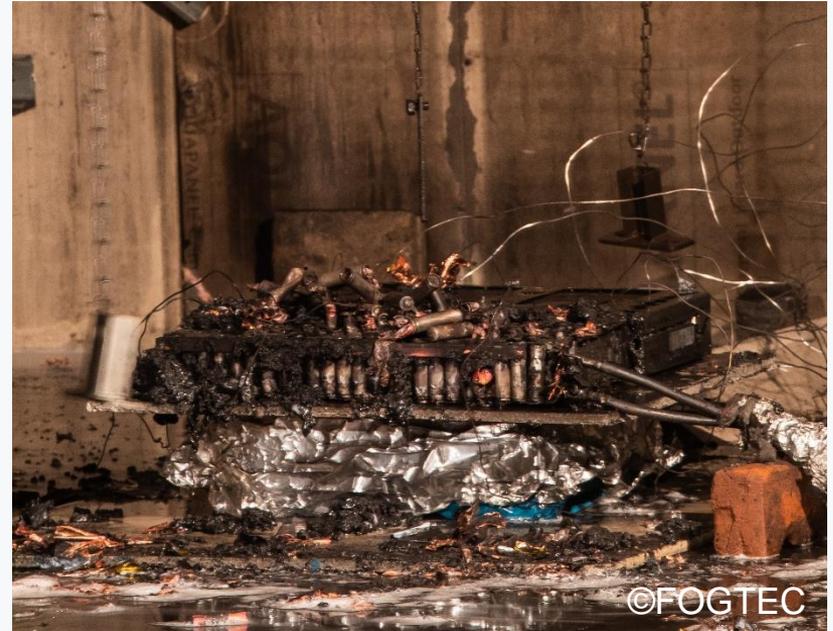
- Einfluss der Ventilation:
 - Brandverhalten ist abhängig vom Sauerstoffgehalt bzw. den Ventilationsbedingungen
 - eine niedrigere Sauerstoffkonzentration führt zu einem langsameren Abbrand
 - muss für eingehauste Batterien in Fahrzeugen beachtet werden



BRANDVERHALTEN VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Erkenntnisse

- Rückzündung von beschädigten Batterien ist auch lange nach dem Erlöschen möglich
 - Genaue Ursachen und Vorgänge sind noch nicht erschöpfend unerforscht
- Vorsichtsmaßnahmen für entsprechende Betriebsstätten
 - Abstand zu entzündlichen Gegenständen, Branderkennung und –bekämpfung
- Verhinderung der Rückzündung nur durch vollständiges Abbrennen aller Batteriezellen möglich



ZIELSETZUNG

Prävention statt Reaktion

- Ziel:
 - Brandereignis so früh wie möglich erkennen, um geeignete Gegenmaßnahmen einleiten zu können
- Garagenbrand:
 - Je früher die Brandbekämpfungsanlage aktiv wird, desto besser



- Vorteile:
 - Zeitgewinn
 - zur Evakuierung von Personen
 - für Rettungskräfte
 - Sicherung anderer Güter aus dem Umfeld / Verringerung des Schadens
 - Abschaltanlagen von z.B. Ladeinfrastruktur effektiver

MAßNAHMEN UND BEISPIELE:

BRANDSCHUTZ FÜR LITHIUM-
IONEN-BATTERIEN



ANWENDUNGSBEISPIEL PARKGARAGEN

Anlagentechnische Brandschutzlösung

- Im Rahmen der dritten SUVEREN-Versuchsreihe wurde auch ein Hochdruck-Wassernebel System getestet:
 - Begrenzt den Brand nachweislich auf ein Fahrzeug (min. 30 Minuten, entsprechend Anforderungen an Schutzziel)
 - Erhöht die Sicherheit für die Rettungskräfte
 - Minimiert Schäden an der Gebäudeanlage
 - Verfügt über eine nachgewiesene und unabhängig bestätigte Wirksamkeit
 - Ist für den Einsatz bei modernen Fahrzeugen inklusive Elektro-PKWs und an Ladestationen ausgelegt



ANWENDUNGSBEISPIEL PRÜFSTÄNDE

Veränderte Anforderungen in weiten Teilen der Fahrzeugbranche

- (Schutz-)Ziele:
 - Schutz des Personals (schnelle Aktivierung notwendig)
 - Eindämmung des Brandes und damit der Schäden am Versuchsstand
 - Sicherer Weiterbetrieb der elektronischen Anlagen
 - Kurze Standzeiten



ANWENDUNGSBEISPIEL PRÜFSTÄNDE

Batterie-Teststände und Klimakammern

- Nachweis durch Brandversuche für verschiedene Raumgrößen
 - von 3,4 m³ bis zu 63 m³ bzw. 900 m³
 - Brandlasten bilden Lithium-Ionen-Batterien mit Kapazitäten von bis zu 120 kWh
 - Nachweis der Wirksamkeit der Brandschutzlösung
 - Unabhängige Begleitung der Versuche



ANWENDUNGSBEISPIEL PRÜFSTÄNDE

Rollenprüfstände

- Extrapolation der Erkenntnisse aus dem SUVEREN-Projekt
- Nachweisführung durch Brandversuche
- Bewertung von
 - Temperaturen in der Luft und an Oberflächen
 - Schäden in der Umgebung
- Ergebnis
 - Prüfstände können durch Wassernebelsystem effektiv geschützt werden



MAßNAHMEN UND LÖSUNGEN

Brandbekämpfung von Batteriebränden

- Wirksamkeit von Maßnahmen muss mit geeigneten Mitteln nachgewiesen werden
- Wirksamkeit der Brandbekämpfung hängt vom konkreten Anwendungsfall ab:
 - Art und Größe der Primär- und Sekundärbrandlasten
 - der Zugänglichkeit zur Brandlast
 - den Möglichkeiten, Löschmittel einzubringen

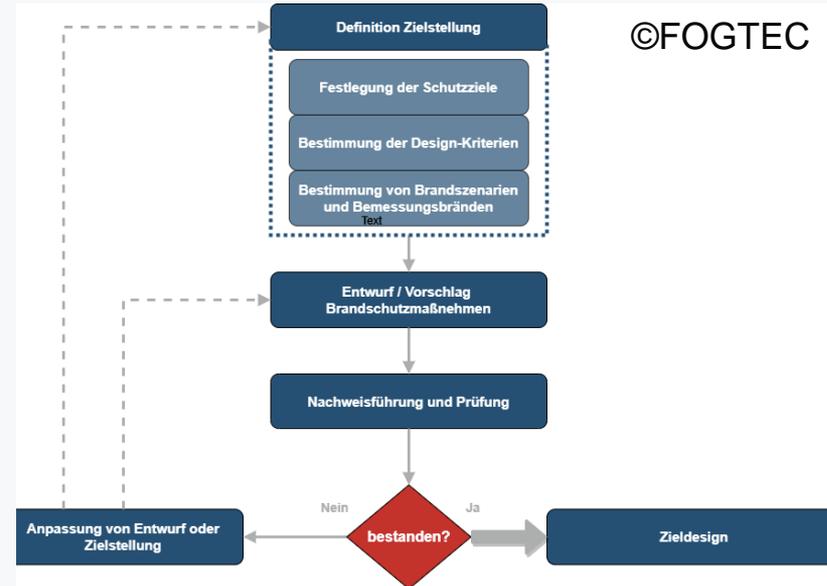


Für viele Anwendungen existieren bereits heute Lösungen.

MAßNAHMEN UND LÖSUNGEN

Leistungsbezogene Nachweisführung

- Performance-based Design:
 - Iterativer Prozess
 - Anpassung der Zielstellung an den Anwendungsbereich
 - Entwurf und Test der Brandbekämpfungsmaßnahmen
 - Evaluation und ggf. Anpassung von Maßnahmen oder Zielstellung



AUSBLICK

Lithium-Ionen-Batterien im ÖPNV

- Aktuelle Erkenntnisse beziehen sich auf Fahrzeuge und Batterien in der Größenordnung von PKW
- Ob Ergebnisse auf bspw. Busse übertragbar sind, muss geprüft werden
- Insbesondere Depots bzw. Abstellanlagen müssen brandschutztechnisch untersucht werden
- Weiterhin enormer Forschungsbedarf!





VIELEN DANK!

MARIE KUTSCHENREUTER

Research Engineer



+49 (0)30 6431 85 911



Marie.Kutschenreuter@fogtec.com



www.FOGTEC.com