

Das Forschungsprojekt SEE-2L von vfdb und IdF NRW und technische Details zum Demonstrator im Überblick

Der Bedarf an Energiespeicherung ist, bedingt durch die Energiewende und die aktuelle weltpolitische Lage, so hoch wie nie zuvor. Stationäre Energiespeicheranlagen aus Lithium-Ionen-Batterien (LIB) versprechen Abhilfe. Sowohl im Bereich gewerblicher Energiespeicher als auch im Bereich der Heimspeicher steigt die Anzahl mit LIB betriebenen Anlagen derzeit stark an, sodass auch die Anzahl an kritischen Ereignissen und damit die Häufigkeit von Einsätzen für Feuerwehren zunimmt. Das extreme Brandverhalten in Verbindung mit entsprechend aufwändigen Löscharbeiten, die Produktion toxischer Gase und die mögliche Entstehung explosiver Atmosphären stellen eine große Herausforderung für die Einsatzkräfte dar.

Das [Institut der Feuerwehr \(IdF\)](#) NRW beteiligte sich im Rahmen des Verbundforschungsprojektes SEE-2L an dem Teilvorhaben der [Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. \(vfdb\)](#) und somit am Anwendertransfer als Bindeglied zwischen akademischer Forschung und nichtpolizeilicher Gefahrenabwehr. Weitere Projektpartner waren die [Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg \(OVGU\)](#)see und die [Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung \(BAM\)](#).

In dem Projekt standen stationäre LI-Energiespeicher in Second-Life-Anwendungen („First-Life“ als Traktionsbatterien in Elektrofahrzeugen) im Fokus. Ergänzend setzten sich der vfdb und das IdF NRW mit einem Schulungskonzept für Einsatzkräfte für LI-Technologie in der gesamten Breite auseinander – vom Consumer-Bereich bis zu Großspeicheranlagen im MWh-Bereich.

Während der einsatztaktische Umgang mit Elektrofahrzeugen durch Feuerwehren in der Ausbildung bereits breit thematisiert wird, werden stationäre Energiespeicher bisher nur selten berücksichtigt. Zur Veranschaulichung des extremen Brandverhaltens von LIB wurde ein mobiler Demonstrator und ein modulares Lehrkonzept für die Ausbildung der Einsatzkräfte entwickelt. Dieser Demonstrator dient zur praktischen Veranschaulichung der von LIB ausgehenden Gefahren im Rahmen von Brand- und ggf. Löschversuchen. In Anlehnung an den Großversuchsstand im Projekt ist der Demonstrator ebenfalls mit Messsensorik ausgestattet worden, um in der Lehre z.B. den Temperaturverlauf bis zum thermischen Durchgehen („Thermal Runaway“) von Energiespeichern demonstrieren zu können. Zusammen mit den ausgearbeiteten Lehrmaterialien werden den Einsatzkräften potenzielle Gefahren durch LIB in entsprechenden Einsatzszenarien über eine „erlebte“ Ausbildung vermittelt. Ergebnisse und Erfahrungen aus SEE-2L flossen hier verstärkt ein. Hierdurch stellt das IdF NRW einen nachhaltigen Transfer der Forschungserkenntnisse hin zu den Anwendern, den Einsatzkräften, sicher.

Auswahl einiger Realereignisse

- 19.04.2019, USA, Surprise (Arizona), Großspeicher, Explosion:**
 Verpuffung in einem 2,16 MWh LI-Großspeicher (einzelnes, freistehendes "Gebäude" bzw. ein einzelner Container) mit vier schwerverletzten Feuerwehreinsatzkräften der Gefahrguteinheit (HAZMAT).

Quelle 1: *UL Firefighter Safety Research Institute (2020). Four Firefighters Injured In Lithium-Ion Battery Energy Storage System Explosion – Arizona, https://fsri.org/sites/default/files/2021-07/Four_Firefighters_Injured_In_Lithium_Ion_Battery_ESS_Explosion_Arizona_0.pdf, zuletzt aufgerufen am 24.04.23.*

- 18.07.2021, Deutschland, Neuhardenburg (Brandenburg), Großspeicher, Brand:**
 Brand eines 5 MW LI-Großspeichers; ein betroffener Container im Vollbrand von insgesamt fünf Container zu je 1 MW (in Summe somit 5 MW), untergebracht in einem Hangar eng aneinandergereiht, zugehörig zu einem Solarkraftwerk. Die PV-Anlage befindet sich auf dem Dach des Hangars. 11 Feuerwehreinsatzkräfte vorsorglich zur Beobachtung ins Krankenhaus aufgrund des Verdachts einer Kontamination mit Flusssäure.



Abbildung 1: *Brand eines Batteriegroßspeichers in Neuhardenburg [Kreisfeuerwehrverband Märkisch-Oderland e.V. (2021). Brand in einer Batteriespeicheranlage in Neuhardenburg, <https://kfv-mol.de/WordPress/Artikel/brand-einer-batteriespeicheranlage-in-neuhardenburg/>, zuletzt aufgerufen am 21.04.2023]; mit freundlicher Genehmigung des Kreisfeuerwehrverbandes Märkisch-Oderland.*

- 03.03.2022, Deutschland, Bodnegg (Baden-Württemberg), Hausspeicher, Explosion:**
 Explosion mit anschließendem Schwelbrand im Keller eines Mehrfamilienhauses, ausgelöst durch einen sich dort befindlichen PV-Heimspeichers; durch die entstehende Druckwelle wurden mehrere Fenster und Türen nach außen gedrückt sowie der Dachstuhl angehoben.



Abbildung 2: Bereits gelöschter aber erneut aufflammender Batteriespeicher einer privaten PV-Anlage nach seiner Explosion in einem Wohngebäude [www.Feuerwehr.de (2022). Explosion in Mehrfamilienhaus, <http://www.feuerwehr.de/einsatz/berichte/einsatz.php?n=63124>, zuletzt aufgerufen am 21.03.2023]; mit freundlicher Genehmigung der Freiwilligen Feuerwehr Bodnegg.

- **08.05.2022, Deutschland, Althengstett (Baden-Württemberg), Hausspeicher, Explosion**

Explosion eines 6,5 kWh PV-Heimspeichers im Keller eines Wohngebäudes; die entstehende Druckwelle lässt sämtliche Scheiben der Kellerfenster, Kellertüren, Wohnungs- und Haustüren zerbersten.



Abbildung 3: Zerberstete Fensterscheibe eines Kellers nach Explosion eines Batteriespeichers [www.feuerwehr.de (2022). Kellerbrand nach Explosion eines Batteriespeichers, <http://www.feuerwehr.de/einsatz/berichte/einsatz.php?n=64488>, zuletzt aufgerufen am 21.03.2023]; mit freundlicher Genehmigung des Kreisfeuerwehrverbandes Calw.

Technische Details zum mobilen Demonstrator

Der dezentrale Versuchsstand, bezeichnet als mobiler Demonstrator, besteht aus mehreren Baugruppen, für welche überwiegend Aluminium als Werkstoff verwendet wurde. Das „Skelett“ des Demonstrators als zentrale Baugruppe besteht aus Aluminium-Systemprofilen, die Dachbaugruppe besteht aus Aluminiumblechen. Die Seiten sind flächig mit Kunststoffplatten verkleidet; zur einen Hälfte mit schwarzen Platten für eine verbesserte Kamerabildgebung der im/am Demonstrator verbauten Kameras und zur anderen Hälfte aus transparenten Acrylglasplatten (PMMA), um die Versuche auch live mit dem bloßen Auge verfolgen zu können. Der Versuchsstand ist somit (mit Ausnahme der Bodengruppe) geschlossen, um im Falle einer Explosion der Lithium-Ionen-Batterie (LIB) die Versuchsteilnehmenden zu schützen. Allerdings verfügt der Demonstrator über eine große Schiebelelementöffnung und eine kleinere Türöffnung. Die Konstruktion wurde nach leichtbautechnischen Kriterien ausgelegt, um eine mobile Verwendung durch einen einfachen Transport zu gewährleisten. Zusätzlich ist der Versuchsstand mit Heberollen ausgestattet, um diesen auch als einzelne Person ohne Hilfsmittel vor Ort bewegen zu können.

Unter dem Demonstrator befindet sich eine Auffangwanne aus Stahl, um etwaige Kleinteile bei den Brandversuchen aufzufangen und ggf. bei Löschversuchen das kontaminierte Löschwasser aufzufangen.

Der Probenstisch als eine weitere Baugruppe, auf dem die LI-Pouchzellen mittels Heizplattenvorrichtung zum thermischen Durchgehen gebracht werden, besteht aus Stahl, da beim thermischen Durchgehen der Zellen mit Temperaturen weit über 660 °C (Schmelzpunkt Aluminium) zu rechnen ist.

Ferner wurden einige technische Komponenten in die Konstruktion integriert.

Neben dem PoE-Kamerasystem, welches über einen NVR auf einem 75 Zoll Bildschirm (an einem fahrbaren Bildschirmgestell) abgebildet und aufgezeichnet wird, wird auch eine Wärmebildkamera aus der industriellen Prozessüberwachung verwendet.

Die Heizplatte am Probenstisch wird über einen Labortrenntransformator gesteuert, um die Temperatur der Heizplatte einstellen zu können (über die manuelle Spannungsregelung), die Gefahr eines Stromschlags bei Berührung vorzubeugen (galvanische Trennung) und den Ausfall der übrigen Messtechnik bei einem technischen Defekt der Heizplatte zu verhindern.

Die Temperaturen der Heizplatte, der Pouchzelle(n) und in unmittelbarer Nähe zur Pouchzelle (seitlich und oberhalb) werden über Mantelthermoelemente Typ K erfasst. Der momentane Temperaturwert wird auf abgesetzten Digitalanzeigen dargestellt. Über zusätzliche Digitalanzeigen gleicher Bauweise wird zudem die momentane Spannung der Zelle(n) erfasst. Einige der entstehenden Gase während der Versuchsdurchführung werden durch ein Mehrgasmessgerät (Ex-, CO-, CO₂-, O₂-, H₂-Sensor) und ein Eingasmessgerät (HF-Sensor) registriert.

Mittels pH-Messstreifen und Fluoridtestpapier könnte, sofern Löschversuche durchgeführt wurden, die Kontamination des in der Auffangwanne aufgefangenen Löschwassers ggf. nachgewiesen werden.

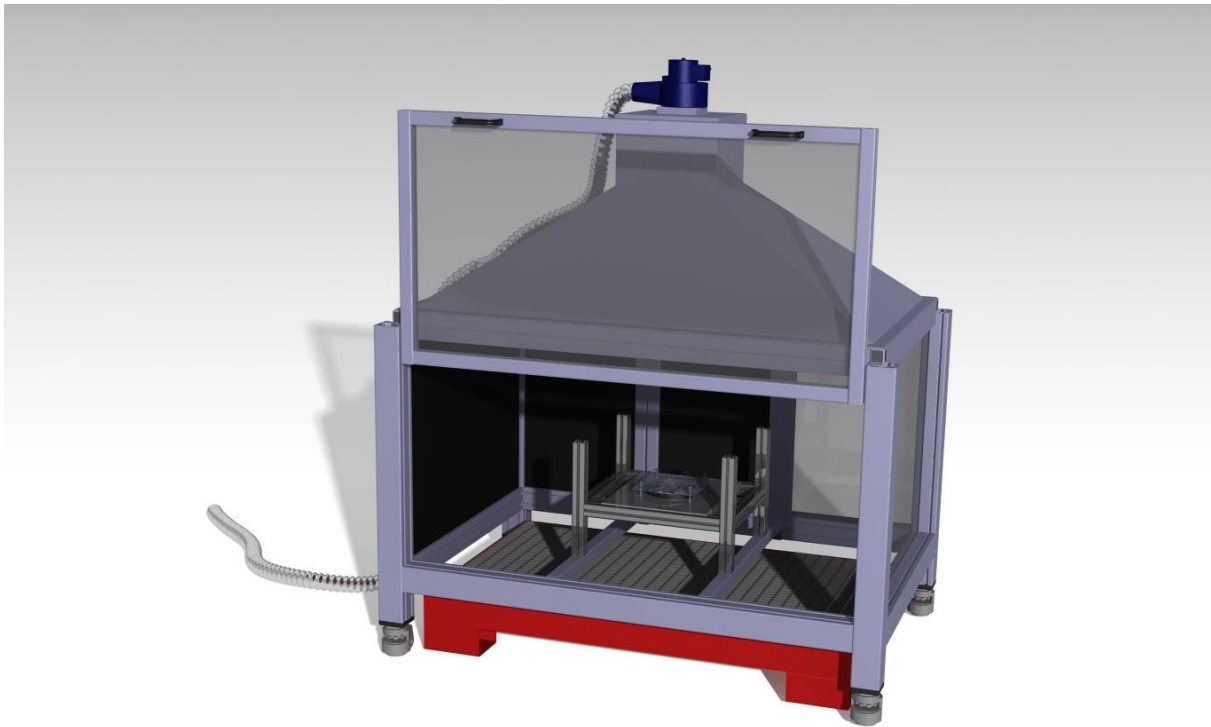


Abbildung 4: Mobiler Demonstrator, IdF NRW, 2023

Kontakt:

Institut der Feuerwehr NRW
Dezernat K2 Krisenmanagement und Forschung
Forschungskordinatorin
Wolbecker Str. 237
D-48155 Münster
Fon: 0251 3112 3224
Mail: monika.rode@idf.nrw.de