

19.09.2024

LITHIUM-IONEN-BATTERIEN: AKTUELLES AUS DER FORSCHUNG

Optimierungsmöglichkeiten beim Transport kritisch-defekter Batterien

Nils Böttcher

3.1 Sicherheit von Gefahrgutverpackungen und Batterien
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Was kann beim Umgang mit kritisch defekten Batterien passieren?

SV 376

- Zellen oder Batterien, die aus Sicherheitsgründen als defekt identifiziert worden sind;
- ausgelaufene oder entgaste Zellen oder Batterien;
- Zellen oder Batterien, die vor der Beförderung nicht diagnostiziert werden können, oder
- Zellen oder Batterien, die eine äußerliche oder mechanische Beschädigung erlitten haben.



Brand in Lagerhalle für Lithiumbatterien, 20.08.2024^[1]

**Auch unvorhersehbares
thermisches Durchgehen
jederzeit möglich!**

[1] <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/kaiserslautern/brand-lithium-ionen-batterien-hoehfroeschen-suedwestpfalz-feuer-100.html>

Kritisch defekte Batterien

Aktuelle Sicherheitsvorkehrungen für den Transport

SV 376/ GGR 024

- Bauartzulassung
- Zusätzliche Prüfanforderungen
- Brandtest
- Gasmanagementsystem (HF Rückhaltesystem)
- Einzelfallfestlegungen für Verpackungen $> 3 \text{ m}^3$



Brandtest einer Verpackung für kritisch Defekte Batterien

Temperatur an der Außenseite der Verpackung $< 100 \text{ °C}$

Entstehende Gase werden nach außen in die Umgebung geführt

Thermisches Durchgehen entspricht hier keinem Unfall!

Gekühlter Transport: Eine sichere Alternative?

- **Tiefe Temperaturen können die Reaktivität von Batteriezellen reduzieren.**
- **Ohne thermisches Durchgehen wären weniger aufwendige Verpackungen notwendig.**
- **Keine Brandprüfungen und kein Gasmanagementsystem**

Vorteil: Keine zusätzliche Belastung der Umwelt durch Rauchgase

Zentrale Fragestellungen des gekühlten Transport:

- Wie kann die Sicherheit von gekühlten Batterien bewertet werden?
- Ab welcher Temperatur sind Batterien sicher?
- Welche Nebeneffekte können durch das Kühlmedium entstehen?
- Kann die Kühlung das thermische Durchgehen vollständig aufhalten?

Wie kann die Sicherheit von gekühlten Batterien bewertet werden?

RESEARCH ARTICLE

Energy Technology
www.entechnol.de

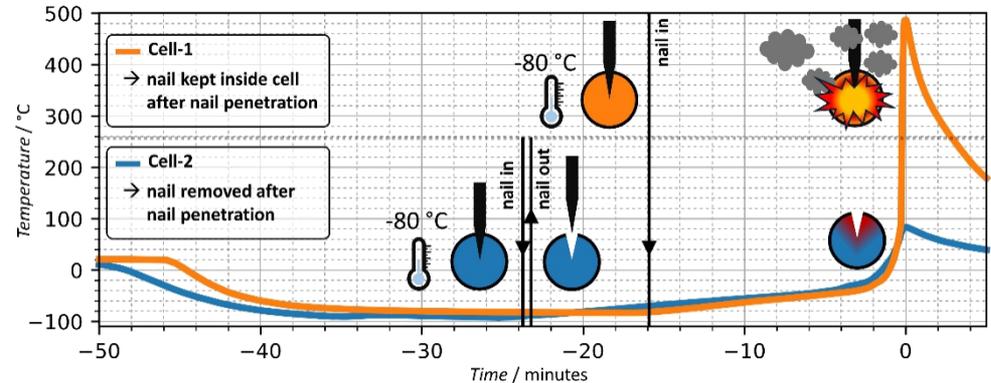
High Precision Nail-Penetration Setup for the Controlled Thermal Runaway Initiation of Lithium-Ion Cells at Very Low Temperatures

Nils Böttcher, Shahabeddin Dayani, Henning Markötter, Alexander Bau, Max Setzchen, Anita Schmidt, Julia Kowal, and Jonas Krug von Nidda*

A high precision nail-penetration (NP) tool for characterizing the mechanically induced thermal-runaway (TR) of lithium-ion battery (LIB) cells in a defined range of temperatures down to $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ was developed. To understand the cell specific behavior at low temperatures aiming at the determination of safe handling

1. Introduction

Electrical energy storage devices accelerate the transformation to a zero-carbon emission power supply. Among different types of storage devices, lithium-ion batteries



Quelle: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ente.202301379>

Kernergebnisse aus der Untersuchung:

- LIB-Zellen sind unterhalb einer initialen Reaktionstemperatur inaktiv bei Beschädigung
- Die Kurzschlussbeständigkeit beim Auftauen ist ausschlaggebend für ein thermisches Durchgehen

Transporttemperaturen

Ab welcher Temperatur sind Lithiumbatterien sicher?

Kathodenchemie	Zelltyp	Kapazität	Initiale Reaktions-temperatur	Stichproben-anzahl
-	-	Ah	°C	-
NMC ₅₃₂	18650	2.7	-54	8
NMC ₅₃₂	18650	2.6	-44	8
LiFePO ₄	18650	1.1	-65	8
NCA	18650	2.7	-44	8
LCO	Pouch	4.8	-62	6
NMC ₈₁₁	Pouch	5.0	-74	5
NMC ₈₁₁ (Literatur)	Pouch	5.0	-73	6



Keine allgemeingültige Transporttemperatur für Lithiumbatteriezellen

Welche weiteren Herausforderungen ergeben sich in der Praxis?

Nebeneffekte beim Kühlen mit flüssigem Stickstoff

- Das Kühlmedium kann bei direktem Kontakt in die Zellen eindringen
- Einfluss auf die Diagnose des Sicherheitszustands bei Rundzellen



Quelle: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X24012350>

Sichere Transportmöglichkeit fürs direkte Recycling

Zusammenfassung

Vorteile und Herausforderungen des gekühlten Transports

- Zellen sind unterhalb ihrer initialen Reaktionstemperatur inert
- Sicherer Transport kritischer Zellen ohne thermisches Durchgehen
- Das Auftauen von kritischen Zellen kann je nach Beständigkeit des Kurzschlusses zum thermischen Durchgehen führen
- Direkter Kontakt mit dem Kühlmedium sollte unterbunden werden
- Keine allgemeingültige sichere Transporttemperatur

19.09.2024

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Nils Böttcher

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

T +49 30 8104-3123

M Nils.Boettcher@bam.de

www.bam.de