

RETTUNGS- LEITFADEN

Für Lithium-Ionen-
Batterien in
Linde MH Flurförderzeugen

Version 07/2025 - 01

Inhalt

| | | | |
|---|----|---|----|
| EINFÜHRUNG UND ZUSTÄNDIGKEITEN | 3 | GESPEICHERTE ENERGIEN/FLÜSSIGKEITEN/GASE | |
| <hr/> | | → Hauptsächlich mitgeführte Betriebsstoffe | 14 |
| NOTFALLKARTE BRANDFALL | 4 | → Sicherheitskennzeichnungen von Lithium-Ionen-Batterien | 14 |
| <hr/> | | → Entflammbare Materialien | 14 |
| ANWENDUNGSBEREICH | 5 | <hr/> | |
| <hr/> | | MASSNAHMEN IM BRANDFALL | |
| IDENTIFIZIERUNG DES FAHRZEUGTYP | | → Maßnahmen zur Brandbekämpfung bei Lithium-Ionen-Batterien | 15 |
| → Erkennungsmerkmale von Linde MH Flurförderzeugen | 6 | → Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Batterien in Flurförderzeugen | 17 |
| → Erkennungsmerkmale von Lithium-Ionen-Flurförderzeugen | 6 | → Maßnahmen nach der Brandbekämpfung | 18 |
| <hr/> | | <hr/> | |
| UNTERSCHIEDE ZU ELEKTROFAHRZEUGEN | 7 | ABSCHLEPPEN, TRANSPORT UND LAGERUNG | 19 |
| <hr/> | | <hr/> | |
| AUSSCHALTEN DIREKTER GEFAHREN | | BEGUTACHTUNG DER BATTERIE | 21 |
| → Zugang zur Batterie | 9 | <hr/> | |
| → Komponenten innerhalb des Batteriebaurums | 11 | FAZIT | 22 |
| → Trennung der Batterie vom Ladegerät | 12 | <hr/> | |
| → Trennung der Batterie vom Fahrzeug | 12 | ERLÄUTERUNG DER VERWENDETEN PIKTOGRAMME | 22 |
| <hr/> | | <hr/> | |
| ZUGANG ZU DEN INSASSEN | 13 | LITERATURVERZEICHNIS | 22 |
| <hr/> | | <hr/> | |

EINFÜHRUNG UND ZUSTÄNDIGKEITEN

Lithium-Ionen-Batterien sind aus modernen Flurförderzeugen nicht mehr wegzudenken. Die wartungsfreie und langlebige Technologie ermöglicht eine hohe Lade- und Entlade-Performance und trägt damit maßgeblich zur Elektrifizierung und Dekarbonisierung der Intralogistik bei. Selbst in anspruchsvollen Einsatzfällen bieten Flurförderzeuge mit modernen elektrischen Antriebssträngen performante Alternativen zu verbrennungsmotorisch angetriebenen Flurförderzeugen.

Mit der Lithium-Ionen-Technologie entstehen aber auch neue Herausforderungen: So sind Sicherheitsbedenken gegenüber der Technologie keine Seltenheit. Dies liegt vor allem an der teils geringen Qualität von Lithium-Ionen-basierten Batteriesystemen in günstigen Verbrauchsgütern und mangelnder Erfahrung im Umgang mit den Lithium-Ionen-Batterien. Linde Material Handling hat mit dem Multi-Safety-Layer-Ansatz ein mehrstufiges Sicherheitskonzept entwickelt, das auf jeder Systemebene des Batteriesystems zu einer sicheren Nutzung beiträgt. Dies macht die Linde MH Lithium-Ionen-Batterien zu den sichersten Systemen der Branche.

Die Erstellung des vorliegenden Leitfadens erfolgte in Anlehnung an die ISO 17840-3 „Road vehicles – Information for first and second responders: Part 3: Emergency response guide template“ (International Organization for Standardization, 2020). Der Leitfaden soll Rettungskräfte unterstützen, die mit dem höchst unwahrscheinlichen Fall einer Havarie eines Lithium-Ionen-Flurförderzeugs konfrontiert werden.

Darüber hinaus enthält der Leitfaden wichtige Informationen für Betreiber von Flurförderzeugen mit Lithium-Ionen-Batterien. Diese ergänzen die Anweisungen der Rettungskräfte zum Umgang mit verunfallten Batterien und umfassen, unter anderem, Regelungen zum Transport und zur Lagerung dieser. Die Informationen dienen dazu, dem Betreiber nach dem Einsatz der Rettungskräfte, durch eindeutige Handlungsanweisungen den sicheren Umgang mit der verunfallten Batterie zu gewährleisten.

Feuerwehr/Rettungskräfte
führen technische Hilfe bzw.
Brandbekämpfung durch.



Betreiber (z. B. Produktionsleiter)
veranlasst Lagerung
(und ggf. Abtransport)

Linde MH bietet ein vielfältiges Portfolio an Flurförderzeugen, das in unterschiedlichsten Anwendungen in der Intralogistik zum Einsatz kommt. Daher kann dieser Leitfaden nicht sämtliche Details des gesamten Produktsortiments abdecken. Stattdessen wird die Handhabung von Lithium-Ionen-Batterien in den gängigsten Modellen beschrieben. Für spezifische Informationen zu einzelnen Flurförderzeugen sollten stets die jeweiligen Betriebsanleitungen konsultiert werden.



**Es wird empfohlen,
den Rettungsleitfaden
präventiv zu berücksichtigen und aktiv in
die Erstellung von
Brandschutzkonzepten
einzubinden.**



Rechtlicher Hinweis

Die Brandbekämpfungsmaßnahmen wurden ausschließlich für Rettungskräfte erstellt, die über eine spezielle Ausbildung auf dem Gebiet der technischen Hilfeleistung verfügen und damit die in diesem Leitfaden beschriebenen Tätigkeiten ausführen können.

Linde MH behält sich inhaltliche Anpassungen bzw. Änderungen an diesem Leitfaden jederzeit ausdrücklich vor. Die Informationen berücksichtigen Erkenntnisse zum Datum der Erstellung.

NOTFALLKARTE BRANDFALL: LINDE MH Lithium-Ionen Flurförderzeuge



1. ERKENNEN

1. **IDENTIFIZIEREN:** Linde-Logo, „ION TECHNOLOGY“-Schriftzug, im Zweifel Batterie-Typenschild prüfen.
2. **BATTERIEBETEILIGUNG PRÜFEN! Anzeichen:**
 - Dichter Rauch, Funkenflug, Stichflammen
 - Abnormaler, aromatischer Geruch
 - Geräusche (Zischen, Pfeifen, Ploppen)
 - Temperaturanstieg am Batterietrog



2. DEAKTIVIEREN & SICHERN

1. **PSA TRAGEN!** Isolierende Handschuhe und Lichtbogenschutzvisier / Augenschutz
2. **BATTERIE VOM LADEGERÄT TRENNEN:**
 1. **Stopp-Knopf** drücken
 2. **Stecker ziehen.**
Alternativ: Netzstecker des Ladegeräts ziehen.
3. **BATTERIE VOM FAHRZEUG TRENNEN:**
Batteriestecker am Flurförderzeug ziehen. **Wichtig:** Keine Verriegelung wie bei E-PKW!
4. **EVAKUIEREN:** Sofern die Gefahrenlage es sicher zulässt, das Flurförderzeug aus geschlossenen Räumen evakuieren.
5. **FAHRZEUG GEGEN WEGROLLEN SICHERN:** Mit Unterlegkeilen!



3. VORGEHEN IM BRAND- FALL: BATTERIE LÖSCHEN

1. **PSA TRAGEN!**
2. Einsatz von **Brandbegrenzungsdecken**
3. **Massiver Löschwassereinsatz** zur Kühlung der Lithium-Ionen-Batterie
X **Nicht-kühlende Löschmittel (z.B. Pulver oder CO₂) werden nicht empfohlen.**
4. **Hohlstrahlrohr** verwenden, um Wasser gezielt an die Batterie und ggf. in den Batterietrog zu leiten.
5. **Rücklauf von Löschwasser verhindern**
6. **Wärmebildkamera (WBK) / Thermometer einsetzen.** Die Temperatur des Batterietrogs kontinuierlich überwachen, bis Temperatur nahe der Umgebungstemperatur ist. **Achtung:** Aufgrund von Batterietrögen kann die Innentemperatur höher sein als die gemessene Außentemperatur!



4. MASSNAHMEN NACH DEM EINSATZ

1. **LINDE MH Servicepartner kontaktieren:** Für Lagerung, Transport und Recycling
2. **BATTERIE AUS DEM FLURFÖRDERZEUG ENTFERNEN.** Handbuch beachten.
3. **TROCKENE QUARANTÄNE EINRICHTEN:**
 - **Beschädigte/gelöschte Batterie = immer kritisch!**
 - Fahrzeug/Batterie isoliert abstellen (min. 10 m Abstand zu Gebäuden, brennbaren Materialien und anderen Fahrzeugen)
 - **Vor Wetter schützen (direkte Sonne, Frost)**
4. **ZUSTANDSPRÜFUNG: Ausschluss erneuter Erwärmung**
5. **TRANSPORT ALS GEFÄHRGUT,** gemäß ADR-Regularien
6. **Kontaminierte Ausrüstungsgegenstände und Löschwasser an geeignete Entsorgungsstellen weiterleiten**



Diese Notfallkarte ersetzt nicht den vollständigen Rettungsleitfaden, die Beachtung der flurförderzeugspezifischen Bedienungsanleitung oder die einsatztaktische Entscheidung vor Ort.



ANWENDUNGS- BEREICH

Die Modellpalette von Linde MH ist breit gefächert und reicht vom Hubwagen bis zu Gabelstaplern. Die Modelle können mit unterschiedlichen Energieträgern betrieben werden. Darunter zählen:

- Diesel / HVO
- Erdgas / Treibgas
- Wasserstoff
- Blei-Säure-Batterien
- Lithium-Ionen-Batterien

Die aktuelle Linde MH Modellpalette ist unter  <https://www.linde-mh.de/de/> oder den länderspezifischen Internetseiten abrufbar.

IDENTIFIZIERUNG DES FLURFÖRDERZEUGTYP

Die Identifizierung des Flurförderzeugmodells und der Antriebsart ist nach einem Unfall von entscheidender Bedeutung. Je nach Flurförderzeugtyp und Antriebsart sind bei Rettungsmaßnahmen spezifische Vorgehensweisen zu beachten. Im Folgenden werden ausschließlich Maßnahmen für Flurförderzeuge mit Lithium-Ionen-Batterie betrachtet.

ERKENNUNGSMERKMALE VON LINDE MH FLURFÖRDERZEUGEN

Neben dem „Linde Material Handling“ Logo können die einzelnen Modelle anhand ihrer jeweiligen Karosserieform und -farbe erkannt werden. Die Flurförderzeuge von Linde Material Handling sind i.d.R. in dem klassischen Linde-Rot (RAL 2002) ausgeführt, wie unten dargestellt. Auf Wunsch sind jedoch auch individuelle Farbgestaltungen möglich. Zusätzlich kann die Modellbezeichnung und das Typenschild des Flurförderzeugs zur Identifizierung beitragen. Diese Schriftzüge fehlen jedoch, wenn sie beim Kauf abbestellt oder nachträglich entfernt wurden.



Anbringung des Logos und der Flurförderzeugbezeichnung

Linde MH Logo und Flurförderzeugfarbe



Beispielhafte Anbringung des Li-ION-Symbols



ERKENNUNGSMERKMALE VON LITHIUM-IONEN-FLURFÖRDERZEUGEN

Eine Lithium-Ionen-Batterie wird in der Regel durch das unten gezeigte Symbol „ION TECHNOLOGY“ gekennzeichnet. Abhängig von der Konfiguration ist es möglich, dass nicht jedes Flurförderzeug mit dieser Kennzeichnung ausgeführt ist oder dass sie nachträglich entfernt wurde.

Weitere Erkennungsmerkmale sind das Typenschild der Batterie oder die vollständig geschlossene Bauform des Batterietrags (vergleiche Seite 11).



UNTERSCHIEDE ZU ELEKTROFAHRZEUGEN

Nachrichten über Feuerwehreinsätze bei Verkehrsunfällen oder Fahrzeugbränden mit Beteiligung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen führen zu Vorurteilen gegenüber dem Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien. Der Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien in Flurförderzeugen weist jedoch Unterschiede zu Elektrofahrzeugen im Straßenverkehr auf.

BATTERIETROG

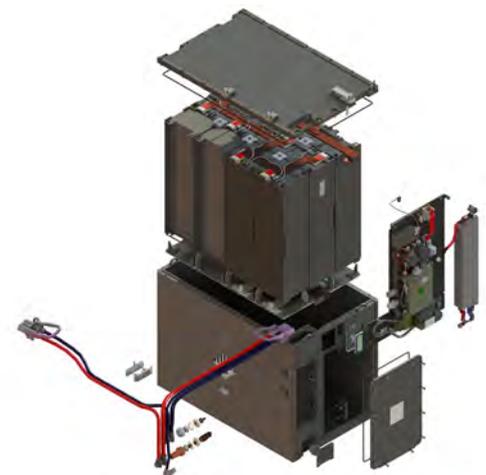
Je nach Variante kommen in Flurförderzeugen Batterien in massiven Stahltrögen mit Wandstärken von bis zu 20 mm zum Einsatz. Dies schützt die Batteriemodule vor äußeren Einflüssen und sorgt für das nötige Flurförderzeuggewicht. Darüber hinaus bewegen sich Flurförderzeuge mit deutlich geringeren Geschwindigkeiten als Pkw, womit im Falle eines Unfalls die Verformung des Batterietrogs deutlich geringer ausfallen würde. Daher ist die Wahrscheinlichkeit für eine mechanische Schädigung der Lithium-Ionen-Zellen eines Flurförderzeugs deutlich reduziert.

MESSUNG DER BATTERIETEMPERATUR

Die Wandstärke der Tröge erschwert das Messen der Batterietemperatur mit einer Wärmebildkamera. Aufgrund der Wandstärke entspricht die außen gemessene Temperatur nicht zwangsläufig der Temperatur im Inneren des Trogs. **Die Batterie im Inneren kann daher eine höhere Temperatur aufweisen, was bei der Interpretation der Außentemperaturmessung zu beachten ist.**

Darüber hinaus können die Batterien mit einem Bremswiderstand (Bremschopper) ausgestattet sein, der die kinetische Energie beim Bremsen in Wärme umwandelt und kurzfristig speichert. Dieser befindet sich im Technikraum der Batterie, welcher von den Zellen abgetrennt ist, sodass die Zellen nicht direkt erwärmt werden. Nach dem Bremsen gibt der Bremswiderstand die gespeicherte Energie jedoch an die umliegenden Komponenten ab, sodass die Batterie in diesem Bereich eine erhöhte Temperatur aufweist. Somit kann ein kürzlich angesteuerter Bremswiderstand die Messung der Batterietemperatur verfälschen, da die eigentliche Batterietemperatur geringer ausfällt.

Die im Bereich des Bremswiderstands gemessene Temperatur entspricht allerdings nicht der Zelltemperatur, welche im Brandfall als kritisch einzustufen ist. **Dadurch kann eine übermäßige Erwärmung der Lithium-Ionen-Batterie auch unter dem Einfluss des Bremswiderstands zuverlässig erkannt werden.**



Beispielhafter Aufbau der Lithium-Ionen-Batterie eines Gegengewichtstaplers (oben) und eines Hubwagens (unten). Die Module sind in dem vollständig geschlossenen Trog verbaut.





BATTERIESPANNUNG UND -TRENNSTELLE

Flurförderzeuge von Linde Material Handling werden mit Nennspannungen von 24 Volt, 48 Volt und 90 Volt betrieben. Technisch unterscheiden sie sich damit von Elektroautos, die meist mit Batteriesystemen mit Spannungen über 400 Volt ausgestattet sind.

Die Trennung der Lithium-Ionen-Batterie vom Flurförderzeug erfolgt über den nicht verriegelten Batteriestecker, der im Bedarfsfall abgezogen werden kann, um das Batteriesystem vom Flurförderzeug zu trennen. Elektroautos benötigen normativ aufgrund der höheren Batteriespannung eine zusätzliche Hochvolt-Trennstelle. Diese Trennstellen sind bei Elektroflurförderzeugen aufgrund der vorliegenden Kleinspannung (<120V DC) nicht vorhanden.

FIXIERUNG UND STABILISIERUNG

Im Gegensatz zu (Elektro-) Autos verfügen Flurförderzeuge über keine Handbremse. In der Regel sind Flurförderzeuge im ausgeschalteten Zustand oder bei getrennter Batterie automatisch gegen Wegrollen gesichert. Ob zusätzliche Maßnahmen, wie das Abziehen des Schlüssels, erforderlich sind, entnehmen Sie bitte den jeweiligen Flurförderzeugbedienungsanleitungen.

Situationsbedingt wird empfohlen, das Flurförderzeug zusätzlich durch Unterlegkeile, geeignetes Unterbauen oder Anbringung von Schlingen gegen ungewollte Bewegungen zu sichern.



NOTENTRIEGLUNG

Während des Ladevorgangs ist der Ladestecker einiger Elektroautos mit dem Fahrzeug verriegelt. Diese Verriegelung existiert bei Elektroflurförderzeugen nicht, sodass eine Notentriegelung entfällt. Im Bedarfsfall kann der Ladestecker nach vorherigem Abschalten des Ladegeräts abgezogen werden, um das Batteriesystem vom Ladegerät zu trennen.



AUSSCHALTEN DIREKTER GEFAHREN

Das folgende Kapitel behandelt beispielhaft, wie Lithium-Ionen-Batterien vom Flurförderzeug getrennt werden können. Bitte beachten Sie, dass das Vorgehen – je nach Flurförderzeugtyp oder -option – variieren kann. Für flurförderzeugspezifische Informationen sollten die jeweiligen Betriebsanleitungen konsultiert werden.

ZUGANG ZUR BATTERIE

Situationsbedingt kann es erforderlich sein, auf die Batterie zuzugreifen. Dabei lassen sich drei Zugriffsarten unterscheiden:

1. Horizontaler Zugriff auf die Batterie

Der Zugriff erfolgt entweder über die Batterietür oder eine seitliche Aussparung am Flurförderzeug. Bei Gegengewichtsstaplern befindet sich die Batterie unter dem Fahrersitz. Bei Lagertechnikgeräten befindet sie sich häufig zwischen dem Fahrerarbeitsplatz und den Gabelzinken.

Bei Gegengewichtsstaplern (beispielhaft):



Bei Lagertechnikgeräten (beispielhaft):



2. Vertikaler Zugriff auf die Batterie

Der Zugang zur Batterie erfolgt von oben durch eine klappbare Batteriehaube.

Bei Gegengewichtsstaplern (beispielhaft):



Bei Lagertechnikgeräten (beispielhaft):



Bei Flurförderzeugen kann der Zugang zur Batterie ebenfalls durch das Hochklappen des Fahrersitzes erfolgen. Bitte beachten Sie hierzu den zugehörigen Entriegelungsmechanismus in der Bedienungsanleitung Ihres Flurförderzeugs.

3. Zugriff auf eine integrierte Batterie

Der Zugriff auf eine integrierte Batterie unterscheidet sich von den ersten beiden Fällen. Eine integrierte Batterie ist fest mit dem Flurförderzeug verschraubt, was den direkten Zugriff möglicherweise einschränkt.



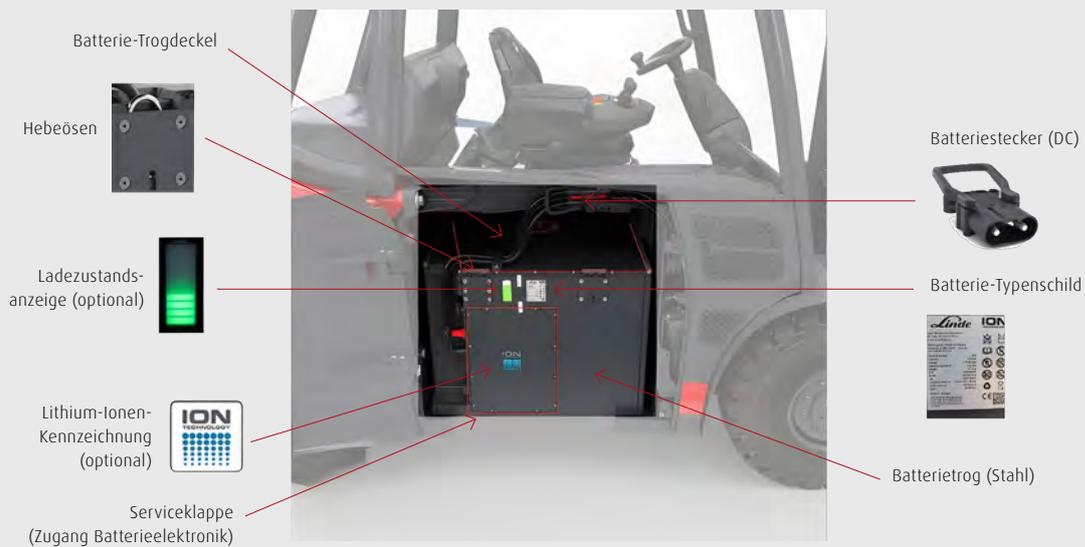
Weitere Informationen werden in der flurförderzeugspezifischen Bedienungsanleitung beschrieben.



Linde Xi20 P (links) und T14 (rechts) Flurförderzeuge mit integrierter Lithium-Ionen-Batterie

KOMPONENTEN INNERHALB DES BATTERIEBAURAUMS

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft einen Batteriebauraum inklusive seiner Komponenten. Die Lage der einzelnen Batteriekomponenten kann zwischen den Modellen variieren. Weitere Informationen werden in der flurförderzeug- und batteriespezifischen Bedienungsanleitung beschrieben.



Sollte der auf Seite 6 (unten) beschriebene Schriftzug fehlen, kann die Lithium-Ionen-Batterie in der Regel anhand der Kennzeichnung auf dem Batterietrog identifiziert werden. Falls auch diese Kennzeichnung entfernt wurde, ist die Batterie stets eindeutig anhand des Batterie-Typenschildes zu erkennen.

Darüber hinaus unterscheidet sich die Lithium-Ionen-Batterie (links) optisch von der Blei-Säure-Variante (rechts), wie in den Bildern unten zu erkennen ist. Lithium-Ionen-Batterien sind immer durch einen geschlossenen Trog oder eine Abdeckung auf der Oberseite verschlossen, während Blei-Säure-Batterien auf der Oberseite meist offen sind und sich in der Regel durch sichtbare Wassernachfüllventile unterscheiden lassen.



Lithium-Ionen-Batterie



Blei-Säure-Batterie

TRENNUNG DER BATTERIE VOM LADEGERÄT

Um den Ladestecker vom Flurförderzeug zu trennen, ist es nach Norm vorgeschrieben, den Stopp-Knopf des Ladegeräts zu drücken und anschließend den Stecker vorsichtig aus der Ladebuchse der Batterie zu ziehen.



Stopp-Knopf des Ladegeräts



Trennung des Ladesteckers



Falls die Abschaltung mittels des Stopp-Knopfes nicht funktioniert, kann alternativ das Netzkabel des Ladegeräts von der Steckdose getrennt werden. Im Fall eines integrierten Ladegeräts (On-Board-Charger, OBC) ist das entsprechende Netzkabel vom Flurförderzeug zu trennen.



Ladekabel eines integrierten Ladegeräts

Achten Sie dabei darauf, dass Stecker und Ladebuchse keine sichtbaren Schäden aufweisen.

Weitere Informationen finden Sie in der Bedienungsanleitung Ihrer Lithium-Ionen-Batterie

TRENNUNG DER BATTERIE VOM FLURFÖRDERZEUG

Die Lithium-Ionen-Batterie darf erst vom Flurförderzeug getrennt werden, sofern keine Verbindung mehr zum Ladegerät besteht. Befindet sich die Batterie weiterhin an der Ladestation, besteht bei der Durchführung der folgenden Schritte die Gefahr von Lichtbögen.

1. Sicherstellen der Flurförderzeugstabilität

- Stellen Sie sicher, dass das Flurförderzeug auf einer ebenen Fläche steht und gegen Wegrollen gesichert ist.
- Weitere Hinweise finden Sie auf Seite 8 unter „Fixierung und Stabilisierung“

2. Öffnen der Batterietür/-klappe (Seite 9)

3. Abklemmen der Batterie

- Trennen Sie die Gleichstromsteckverbindung gemäß Bedienungsanleitung



Gleichstromsteckverbindung

Bitte führen Sie die beschriebenen Schritte nur durch, wenn Sie ein Brandgeschehen sicher ausschließen können. Im Fall einer vorliegenden Fehlfunktion, die eine abnormale Erwärmung vermuten lässt, wird empfohlen, eine geeignete persönliche Schutzausrüstung, einschließlich isolierender Handschuhe und Lichtbogenschutzvisier zu tragen, um sich vor elektrischen Gefahren und potenziell austretenden Gasen und Flüssigkeiten zu schützen.

Bei integrierten Batterien unterscheidet sich das Vorgehen zur Batterietrennung. Bitte beachten Sie die Bedienungsanleitung Ihres Flurförderzeugs oder wenden Sie sich an einen Linde MH Servicetechniker für weitere Unterstützung.

Um die Batterie anschließend aus dem Flurförderzeug zu entnehmen, kann es notwendig sein, die Batterie mit einem geeigneten Gerät anzuheben und herauszunehmen. Dies gilt insbesondere für die Batterien in Gegengewichtstaplern, die typischerweise ein Gewicht von über 500 kg haben. Ausführliche Maßnahmen zur Batterieentnahme finden Sie in der Bedienungsanleitung Ihres Flurförderzeugs und Ihrer Batterie.

Beispielhafte mechanische Entnahme einer Flurförderzeug-Batterie





ZUGANG ZU DEN INSASSEN

Bei den Rettungsaktivitäten nach einem Unfall ist der Zugang zu den Insassen von entscheidender Bedeutung. Dieses Kapitel ist ausschließlich für die Flurförderzeuge von Linde MH relevant, die mit Türen und/ oder Sicherheitsgurten ausgestattet sind. Bei anderen Modellen wird der Zugang zu den Insassen in der Regel nicht durch das Flurförderzeug behindert.

Die Tür eines Flurförderzeugs ist während der Nutzung durch einen Insassen nicht verriegelt. Sie kann daher durch einfaches Drücken oder Ziehen am Türgriff geöffnet werden.



Lässt sich der Sicherheitsgurt des Fahrers nicht wie üblich lösen, ist dieser durch Schneidewerkzeuge (Rettungsscheren, Gurtschneider, etc.) zu trennen. Bei einigen Flurförderzeugmodellen kann es, zum Beispiel durch eine erhöhte Fahrerkabine, zu speziellen Rettungssituationen kommen. Hier kann gegebenenfalls der Einsatz von zusätzlichen Rettungsgeräten notwendig sein.

GESPEICHERTE ENERGIEN/ FLÜSSIGKEITEN/GASE

Linde MH Modelle führen eine Vielzahl von Betriebsstoffen mit sich. Es ist notwendig, die Gefahren, die von ihrem Einsatz ausgehen, zu erkennen, um notfalls geeignete Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu treffen.

Hauptsächlich mitgeführte Betriebsstoffe

| | |
|-------------|--|
| Hydrauliköl | |
| Bremsöl | |
| Schmierfett | |
| Getriebeöl | |
| Kältemittel | |

Entflammbare Materialien

Hierzu zählen beispielsweise

- Kunststoffe
- Elektrolyte
- Harze
- Gase oder andere brennbare Flüssigkeiten

Sicherheitskennzeichnungen von Lithium-Ionen-Batterien



Lithium-Ionen-Batterien können sich selbst entzünden bzw. nach der Brandbekämpfung erneut entzünden. Entsprechende Schutzausrüstung tragen!



Eine unsachgemäße Nutzung kann in elektrischen Lichtbögen und damit verbundenen Verbrennungen resultieren.



Die Elektrolytflüssigkeit der Lithium-Ionen-Batterie ist leicht entflammbar.



Austretende Elektrolytflüssigkeit kann Hautverätzungen hervorrufen. Vermeiden Sie Haut- und Augenkontakt!



Beim Ausgasen der Lithium-Ionen-Batterie können giftige Dämpfe entstehen. Entsprechende Schutzausrüstung tragen!



Weitere Hinweise zur Lithium-Ionen-Batterie sind in den jeweiligen Flurförderzeug- und Batterie-Bedienungsanleitungen beschrieben.



Eine Auflistung aller mitgeführten Betriebsstoffe finden Sie ebenfalls in der flurförderzeugspezifischen Bedienungsanleitung.

MASSNAHMEN IM BRANDFALL

Im Folgenden werden Maßnahmen beschrieben, die in Übereinstimmung mit Arbeitsanweisungen und Richtlinien von Feuerwehrverbänden und Behörden erstellt wurden. Dabei handelt es sich jedoch lediglich um Empfehlungen. Welches Löschmittel und welche Löschmethode final verwendet werden sollen, kann nur am Einsatzort entschieden werden und hängt stark von der vorliegenden Situation und der verfügbaren Ausrüstung ab.

MASSNAHMEN ZUR BRANDBEKÄMPFUNG BEI LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Der Umgang mit Lithium-Ionen-Flurförderzeugen ist in der Regel nicht gefährlicher als der Umgang mit verbrennungsmotorisch angetriebenen Flurförderzeugen, er unterscheidet sich aber gegebenenfalls in einigen Punkten. Dabei ist zu differenzieren, ob die Lithium-Ionen-Batterie am Brandgeschehen beteiligt ist (Fall 1) oder nicht (Fall 2). Die folgenden Indikatoren können eine Hilfestellung bei der Situationsbewertung darstellen.

Mögliche Indikatoren dafür, dass die Lithium-Ionen-Batterie am Brandgeschehen beteiligt sein könnte (DGUV, 2023)

- Dichter Rauch (hellgrau bis tiefschwarz)
- Funkenflug
- Stichflammen aus der Lithium-Ionen-Batterie/dem Batterieraum
- Abnormaler, aromatischer Geruch
- Geräuschentwicklung (Zischen, Pfeifen, Ploppen)
- Anstieg der Temperatur des Batterietrogs

Es sei vorweggenommen, dass das Risiko eines Brandes der Lithium-Ionen-Batterie äußerst gering ist. Brandversuche haben gezeigt, dass Lithium-Ionen-Batterien erst nach längerer äußerer Erhitzung oder erheblicher mechanischer Beschädigung eine interne Reaktion auslösen. Es muss demnach erst zu einer starken unsachgemäßen Behandlung der Batterie kommen, bevor sie in Brand gerät.



Das Multi-Layer-Sicherheitskonzept der Linde MH Lithium-Ionen-Batterien kombiniert vielfältige Schutzmechanismen auf Zell- und Modulebene mit einem eigens entwickelten Batteriemanagementsystem (BMS). Robuste Batterietröge und die nahtlose Integration in das Flurförderzeug gewährleisten höchste Betriebssicherheit und optimalen Schutz vor unsachgemäßer Handhabung.

MIT
Brand der
Lithium-
Ionen-Batterie

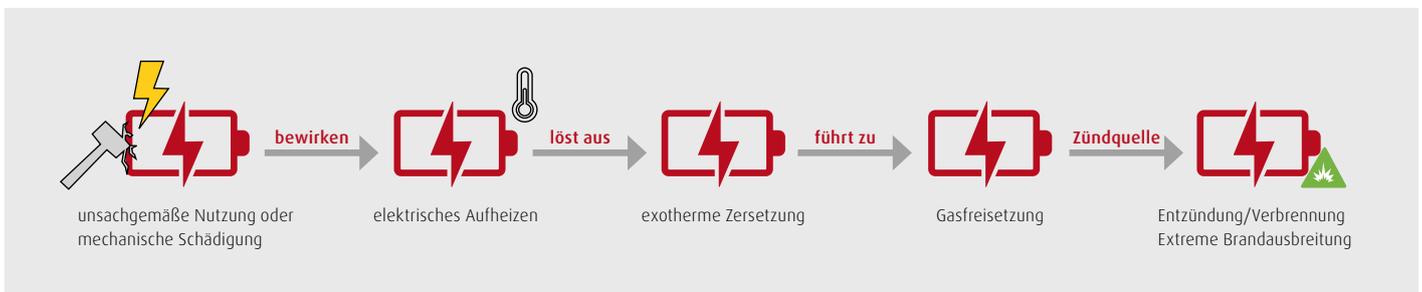
FALL 1

Brandgeschehen mit Beteiligung der Lithium-Ionen-Batterie

Die untenstehende Abbildung zeigt schematisch das Brandverhalten einer Lithium-Ionen-Batterie.

Sollte eine Zelle durch erhebliche unsachgemäße Nutzung oder starke mechanische Beschädigung in einen kritischen Zustand geraten, kann es zu einer schnellen, selbstverstärkenden Temperaturerhöhung und Gasbildung infolge exothermer Reaktionen kommen (Thermal Runaway), sodass

Temperaturen von über 800°C an der Zelloberfläche entstehen können. Dabei werden unter hohem Druck heiße, brennbare und gesundheitsschädliche Gase sowie feine Partikel freigesetzt, die sich durch die hohe Temperatur der Zelle oder externe Zündquellen spontan entzünden und so zu Flammen- oder Stichflammenbildung führen können. Infolgedessen kann eine Kettenreaktion (Propagation) ausgelöst werden, bei der sich weitere Zellen zersetzen.



Quelle: DGUV, 2020

OHNE
Brand der
Lithium-
Ionen-Batterie

FALL 2

Brandgeschehen ohne Beteiligung der Lithium-Ionen-Batterie

Identisch zu einem verbrennungsmotorisch angetriebenen Flurförderzeug können je nach Erfordernis und/oder Verfügbarkeit im „gewöhnlichen“ Brandfall eines Lithium-Ionen-Flurförderzeugs alle gängigen und bekannten Löschmittel wie Wasser, Schaum, CO₂ oder Pulver zum Einsatz kommen.

Sollte sich das Flurförderzeug in einem Gebäude befinden, sollte es, falls möglich, ins Freie evakuiert werden, da bei entsprechender thermischer oder mechanischer Belastung eine spätere Entzündung der Batterie nicht ausgeschlossen werden kann.

BRANDBEKÄMPFUNG VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN IN FLURFÖRDERZEUGEN

Falls es zu dem unwahrscheinlichen Fall eines Brandes kommen sollte, sind das Löschen eines Flurförderzeuges mit Lithium-Ionen-Batterie und das Löschen einer brennenden Lithium-Ionen-Batterie wie folgt möglich:

Persönliche Schutzausrüstung

Beim Brand von Lithium-Ionen-Batterien entsteht, wie bei konventionell angetriebenen Flurförderzeugen, gesundheitsschädlicher Brandrauch. Deswegen wird eine **entsprechende Schutzausrüstung empfohlen**.

Brandbegrenzungsdecke

Sofern nicht umgehend mit den Löscharbeiten begonnen werden kann, wird der Einsatz einer Brandbegrenzungsdecke gemäß DIN SPEC 91 489 empfohlen. Diese kann, mit entsprechender Schutzausrüstung, über die brennende Lithium-Ionen-Batterie oder das brennende Flurförderzeug gelegt werden, um die Ausbreitung des Feuers zu verlangsamen. Die Decke löscht das Feuer nicht, limitiert jedoch die Ausbreitung und schützt damit die Umgebung. **Es ist wichtig zu beachten, dass das Feuer nach Entfernung der Decke erneut aufflammen kann und der Einsatz von Löschwasser weiterhin notwendig bleibt**. Darüber hinaus kann die Brandbegrenzungsdecke über Objekte gelegt werden, die sich in der unmittelbaren Nähe der brennenden Lithium-Ionen-Batterie befinden, um zu verhindern, dass das Feuer auf sie übertritt.

Löschwasser

Wasser ist als Löschmittel zu bevorzugen.

Im Brandfall von Lithium-Ionen-Batterien werden größere Mengen an Löschwasser benötigt, um eine effektive Kühlung und Löschung zu gewährleisten. **Andere Löschmittel wie ABC- oder BC-Pulver, Metallbrandpulver oder Kohlendioxid (CO₂) werden nicht empfohlen** (BVFA, 2021). Es ist entscheidend, dass ausreichend Wasser das Innere der Batterie erreicht. Daher wird empfohlen Hohlstrahlrohre zu verwenden, um das Löschwasser gezielt über den Deckel der Batterie einzubringen (DGUV, 2023). Bei einigen Varianten ist der Batteriedeckel konstruktionsbedingt ebenfalls aus Stahl, wodurch Löschwasser nur bedingt in die Batterie eingeführt werden kann. Aufgrund der thermischen Isolierung der Batteriezellen ist eine externe Kühlung weniger effizient und kann die Menge an benötigtem Löschwasser sowie die Abkühldauer erhöhen.

Temperaturüberwachung

Nach einer Reaktion sollte die Lithium-Ionen-Batterie so lange mit Wasser gekühlt werden, bis diese in etwa die Umgebungstemperatur angenommen hat. Dabei ist der Einsatz einer Wärmebildkamera oder eines IR-Thermometers zu empfehlen (DGUV, 2023). Bitte beachten Sie hierbei die **Limitierungen der Temperaturerfassung durch Batterietrog und Bremswiderstand**, die auf Seite 7 aufgeführt sind.

MASSNAHMEN NACH DER BRANDBEKÄMPFUNG

Eine Lithium-Ionen-Batterie kann aufgrund starker Beschädigung (z. B. eingedrückte, gebrochene oder gerissene Gehäuse), (Lösch-)Wasser- einwirkung oder Brandeinwirkung zeitnah oder auch **zeitverzögert** reagieren.

Daher ist während der Arbeiten an einem verunfallten Flurförderzeug mit einer Lithium-Ionen-Batterie auf Anzeichen einer Reaktion zu achten (z. B. starke Rauchentwicklung, Erhitzung, Geräusche oder Funken).

Deaktivierung

Falls möglich, trennen Sie die Batterie spätestens nach der Brandbekämpfung vom Flurförderzeug und entfernen Sie die Batterie aus diesem. Das Vorgehen hierzu finden Sie auf Seite 12.

Trockene Quarantäne

Beschädigte Batterien sollten in einer trockenen Quarantäne überwacht werden. Solange sich die Batterie in diesem Zustand befindet, sollte regelmäßig ihre Temperatur überwacht werden. Eine präventive nasse Quarantäne ohne Anzeichen einer aktiv reagierenden Batterie ist zu vermeiden (DGUV, 2023).

Empfohlene Quarantänebedingungen

- Geschützt vor direkten Wettereinflüssen wie Sonneneinstrahlung oder Regen
- Mind. 10m Abstand zu Gebäuden
- Der Einsatz von Brandbegrenzungsdecken oder die Lagerung in brandhemmenden Containern kann den erforderlichen Abstand reduzieren. Sprechen Sie die geltenden Vorgaben dafür mit Ihrem lokalen Versicherer ab.
- Weitere Informationen finden Sie auf Seite 20.

Nasse Quarantäne

In Ausnahmefällen kann die Batterie in einen wasserdichten Behälter aufbewahrt und bis zu ihrer Oberkante geflutet werden. Diese Methode erfordert jedoch erheblichen logistischen Aufwand und sollte nur im Notfall oder bei fehlenden Möglichkeiten zur trockenen Quarantäne angewendet werden (DGUV, 2023).

Einsatzstellenhygiene

Behandeln Sie kontaminierte Schutzkleidung und Ausrüstungsgegenstände gemäß den Hygienevorschriften, um eine Verschleppung der Kontaminierung zu verhindern (DGUV, 2020-05).

Umgang mit kontaminiertem Wasser

Löschwasser kann mit Lithium sowie den Schwermetallen Kobalt, Nickel und Mangan belastet sein. Zudem besteht die Gefahr der Flusssäurebildung. Das Löschwasser muss folglich zurückgehalten und einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden.

Wenn Löschwasser nach einem Brand von Lithium-Ionen-Batterien in die Kanalisation gelangt, ist es erforderlich, die zuständigen Umweltbehörden und Abwasserentsorger zu informieren.

Befand sich die Lithium-Ionen-Batterie in einer nassen Quarantäne, gilt das Wasser, das in dem Behälter gesammelt wurde, als kontaminiert. Es handelt sich dabei folglich nicht um einfaches Schmutzwasser, sondern muss ebenfalls einer entsprechenden Entsorgungsanlage zugeführt werden. Bitte beachten Sie daher die geltenden Sicherheits- und Umweltauflagen.

ABSCHLEPPEN, TRANSPORT UND LAGERUNG

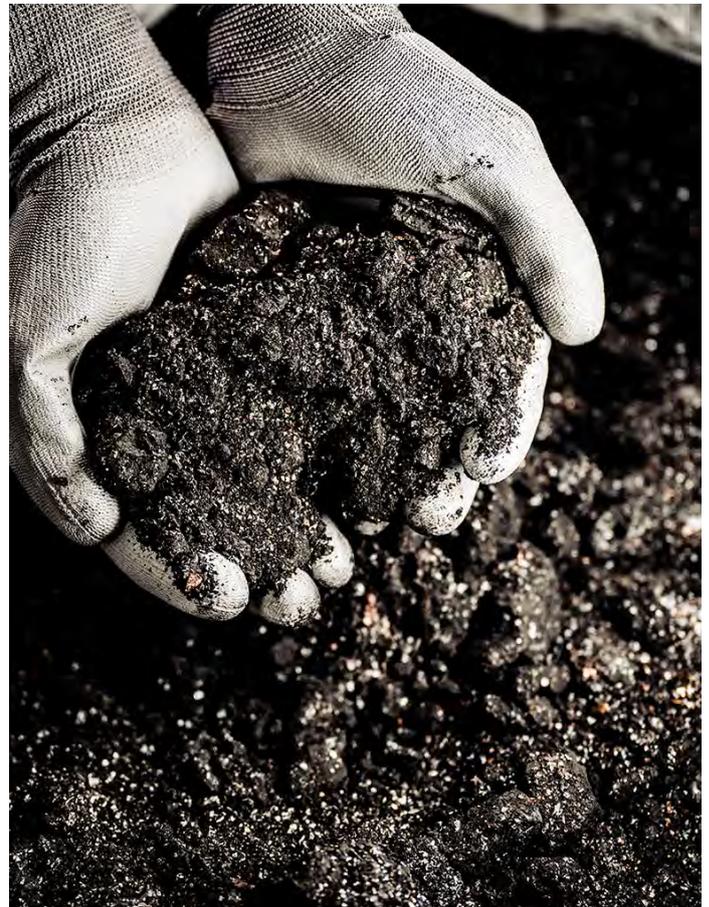
Mit einem europaweit bewährten Prozess gewährleistet Linde MH den sicheren und nachhaltigen Umgang mit defekten Lithium-Ionen-Batterien.

Der Ablauf beginnt mit der Kontaktaufnahme zum Linde MH Service und umfasst folgende Schritte:

- Ersteinschätzung des Batteriezustands anhand bereitgestellter Checklisten
- Unterstützung bei der sicheren Lagerung bis zur Abholung
- Rückführung durch qualifizierte Logistikpartner in geeigneten Transportbehältnissen
- Zuführung zu einem fortschrittlichen Recyclingprozess zur Rückgewinnung wertvoller Rohmaterialien

Als Hersteller von Lithium-Ionen-Batterien erfüllt Linde MH die gesetzlichen und ökologischen Verpflichtungen der EU-Batterieverordnung.

Die sogenannte „Schwarze Masse“ ist ein zentrales Zwischenprodukt beim Recycling von Lithium-Ionen-Batterien. Sie enthält wertvolle Rohstoffe, die in weiteren Prozessschritten zurückgewonnen werden.



Nach Abschluss der Löscharbeiten sollte der lokale Linde MH Service benachrichtigt werden. Die folgenden Schritte gehen davon aus, dass die Lithium-Ionen-Batterie an dem Brandgeschehen beteiligt war. Wenn möglich, wird empfohlen, die Batterie aus dem Flurförderzeug zu entfernen, um einen separaten Transport und eine separate Lagerung zu ermöglichen.

Zustandsprüfung

Vor dem Abtransport des Flurförderzeugs muss der Zustand der Lithium-Ionen-Batterie erneut überprüft werden. Unabhängig davon, ob sich die Batterie im Flurförderzeug befindet oder nicht, darf sie nur dann verladen werden, wenn über einen längeren Zeitraum keine Anzeichen einer Reaktion erkennbar sind.

Transport

Für den Straßentransport eines Flurförderzeugs müssen geeignete Transportfahrzeuge verwendet werden, die über ausreichende Tragfähigkeit und Sicherungsvorrichtungen verfügen. Das Flurförderzeug sollte dabei fest verzurrt werden, um ein Verrutschen während des Transports zu verhindern.

Die Lithium-Ionen-Batterie ist dem Flurförderzeug zu entnehmen und separat zu transportieren. Sollte dies nicht möglich sein, ist der Linde MH Servicepartner zu kontaktieren.

Spezielle Vorschriften für den Transport von Lithium-Ionen-Batterien auf der Straße

- Lithium-Ionen-Batterien gelten als Gefahrgut und müssen gemäß den geltenden Vorschriften (z.B. ADR, IMDG-Code) bewertet und transportiert werden.
- Abhängig von der Bewertung sind Transportfahrzeuge entsprechend der ADR-Regularien zu kennzeichnen.
- Außerhalb des Flurförderzeugs zu transportierende Lithium-Ionen-Batterien müssen in zugelassenen und sicheren Verpackungen transportiert werden, die gegen Kurzschluss, Erschütterungen und Beschädigungen schützen.
- Es sollten alle erforderlichen Begleitdokumente mitgeführt werden, die Informationen über die transportierten Batterien und die Sicherheitsmaßnahmen enthalten.

Um die Transportanforderungen für Ihre Batterie zu bestimmen, nutzen Sie bitte die von Linde MH bereitgestellten Checklisten zur Zustandsbestimmung industrieller Lithium-Ionen-Batterien. Linde MH kooperiert mit Transportunternehmen, die geeignete Transportlösungen zur Verfügung stellen können.

 Wenden Sie sich hierfür an Ihren Linde MH Serviceansprechpartner.

Lagerung

Unabhängig, ob die Lithium-Ionen-Batterie sich noch im Flurförderzeug befindet oder bereits entnommen wurde, wird eine Lagerung im Freien mit ausreichend Abstand zu anderen Fahrzeugen, Gebäuden, etc. empfohlen.

Spezielle Vorschriften für die Lagerung von defekten Lithium-Ionen-Batterien

- Es wird empfohlen, die Batterie auf einer Quarantänefläche außerhalb des Gebäudes zu lagern. Dabei sollte ein Abstand von mindestens 10 m zu anderen Gebäuden eingehalten werden. Zudem ist sicherzustellen, dass die Batterie vor unbefugtem Zugriff geschützt ist.
- Die Batterien sollten an einem Ort gelagert werden, der vor Frost und direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist, um extreme Temperaturen zu vermeiden.
- Es ist empfehlenswert, regelmäßige Inspektionen durchzuführen, um den Zustand der Batterie und anderer Komponenten zu überwachen.

BEGUTACHTUNG DER BATTERIE

Die Bestimmung des Beschädigungsgrades einer Lithium-Ionen-Batterie ist entscheidend für die Sicherheit im Umgang und Transport. Linde MH stellt hierfür geeignete Checklisten zur Verfügung.

Die Checklisten bieten Ihnen eine strukturierte Orientierung zur visuellen Inspektion und zur Ermittlung von Funktionseinschränkungen der Batterie. Ausgehend von dem „Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)“ unterteilen die Checklisten die Beschädigung in drei Grade:

- Unkritisch
- Unkritisch defekt
- Kritisch defekt

Bei einem Gefahrenverzug durch eine kritisch defekte Batterie (wie auf Seite 15 beschrieben) beachten Sie bitte die auf Seiten 17 und 18 beschriebenen Maßnahmen.

Besteht keine unmittelbare Gefahr durch eine defekte Batterie, kontaktieren Sie bitte Ihren Linde MH Serviceansprechpartner. Besprechen Sie die entsprechenden Reparatur-, Lagerungs- und Transportmaßnahmen und befolgen Sie die Anweisungen zum weiteren Vorgehen.



Wenden Sie sich hierfür an Ihren Linde MH Service-Ansprechpartner.

FAZIT

Das Fraunhofer ISE (2024) bestätigt, dass Lithium-Ionen-Batterien mit zertifizierten Zellen grundsätzlich sicher sind. Die DEKRA (2024) ergänzt, dass Elektrofahrzeuge ein geringeres Brandrisiko als jene mit Verbrennungsmotor aufweisen. Sollte es dennoch zu einem Brand kommen, kann dieser mit konventionellen Mitteln und Methoden gelöscht werden.

Daher gilt: Flurförderzeuge mit Lithium-Ionen-Antriebsbatterien bieten im Brandfall mindestens das gleiche Sicherheitsniveau wie verbrennungsmotorisch angetriebene Flurförderzeuge.

ERLÄUTERUNG DER VERWENDETEN PIKTOGRAMME

| | |
|---|-----------------------------------|
|  | Entzündlich |
|  | Systemische Gesundheitsgefährdung |
|  | Umweltgefährlich |
|  | Achtung! |
|  | Ätzend |
|  | Giftig |
|  | Verweis auf weitere Dokumente |
|  | Lithium-Ionen-Batterie |
|  | Unsachgemäße Nutzung |
|  | Mechanische Schädigung |
|  | Hohe Temperatur |
|  | Entzündung/Verbrennung |

LITERATURVERZEICHNIS

Bundesverband Technischer Brandschutz e.V. (BFVA) (2021). Sicherheitshinweise zum Löschen von Lithium-Ionen-Akkus.

DEKRA (2024). Brandgefahr bei E-Fahrzeugen.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) (2020). Hygiene und Kontaminationsvermeidung bei der Feuerwehr.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) (2020). Hinweise zum betrieblichen Brandschutz bei der Lagerung und Verwendung von Lithium-Ionen-Akkus.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) (2023). Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Batterien bei Fahrzeugbränden.

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) & Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (2024). Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien [Online-Seminar]

International Organization for Standardization. (2020). ISO 17840-3:2020 - Road vehicles — Information for first and second responders: Part 3: Emergency response guide template

Linde Material Handling

Linde

Linde Material Handling GmbH | Carl-von-Linde-Platz | 63741 Aschaffenburg
Telefon +49 6021 99 0 | Fax +49 6021 99 157 | www.linde-mh.de | info@linde-mh.de
Gedruckt in Deutschland