Sicherer Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus in der Warenlogistik

Forum – BGHW Fachtagung, 15. September 2026

Fachbereich Handel und Warenlogistik

Christopher Wirth, Dr. Hans-Peter Fröhlich, Mark Hruszczak

BGHW

Inhalt

- Allgemeine Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

BGHW

Inhalt

- Allgemeine Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

Akira Yoshino – Erste Lithium-Ionen-Batterie

- Erste Zelle 1983
- Nobel-Preis für Chemie 2019
- „Warum bekomme ich den Nobel-Preis, wenn ich mit meiner Technologie schon mehrmals mein Labor niedergebrannt habe?“
- Die erste Zelle (unten rechts) steht seit 2019 im Nobel-Preis Museum (Stockholm)
- Erster Einsatz einer Lithium-Ionen-Batterie: Sony Kamera (1991)

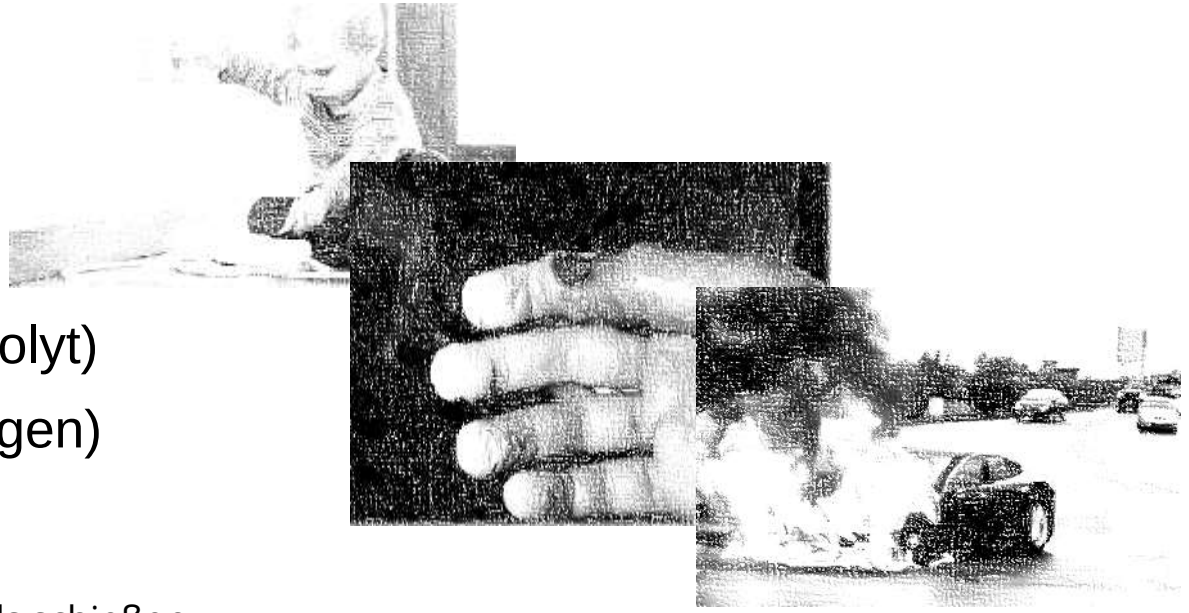
Vor- und Nachteile im Vergleich zu Blei-Säure-Batterien

- Höhere Energiedichte
- Geringeres Gewicht
- Kein Memory-Effekt*
- Höhere Spannungen möglich
- Hohe Lebensdauer möglich

- Reagiert auf Tiefentladung und Überladung
- Batterie-Management-System häufig die Schwachstelle
- Lebensdauer stark von Nutzung und Lagerbedingungen abhängig
- Empfindlich gegenüber Hitze- und Kälteeinwirkung
- Entsorgung problematisch – Kaum Konzepte für Recycling
- Thermal-Runaway mit Propagation möglich
- Ca. 75% der Brände entstehen beim Ladevorgang

Gefahrenpotentiale von Lithium-Ionen-Batterien

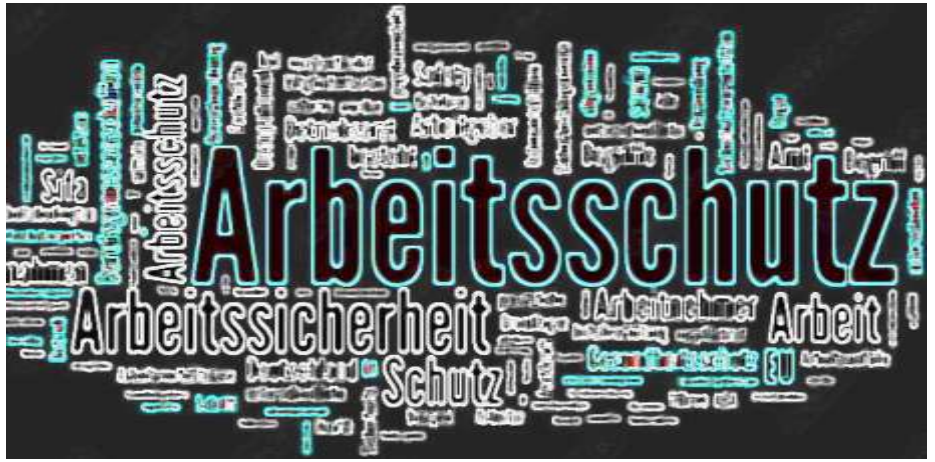
- Elektrische Gefährdung (Kurzschluss, Schlag durch hohe Spannung)
- Brand- und Explosionsgefährdung (Thermal Runaway, Entstehung giftiger Gase)
- Chemische Gefährdung (Austreten von Elektrolyt)
- Mechanische Gefährdung (Stöße, Quetschungen)



Fontänen geschmolzenen Materials schießen aus dem Inneren einer überhitzten Lithium-Ionen-
Batterie mit interner Schutzhülle

Gefährdungsbeurteilung

- Betroffene Tätigkeiten ermitteln
  - Lagerung, Transport, Laden von Akkus, Handhabung und Nutzung, Entsorgung und Recycling, Notfall-management
  - Prozesse durch geeignete Modelle abbilden
- Bewertung der Gefährdungen
  - Brand- und Explosionsgefahr
  - Elektrische Gefährdung
  - Chemische Gefährdung
  - Mechanische Gefährdung
  - Ergonomische Gefährdung



BGHW

Inhalt

- Allgemeine Hinweise
  - Historisches
  - Funktion
  - Branchenübergreifende Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

BGHW

Inhalt

- Allgemeine Hinweise
  - Historisches
  - Funktion
  - Branchenübergreifende Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

Annahme und Wareneingang

- Prüfung angelieferter LiB‘s und Geräte auf sichtbare Beschädigung oder Überhitzung
- Beschädigte LiB‘s nicht in den Warenstrom mitaufnehmen
  - Isolierten Quarantäne-Bereich einrichten, um verdächtige LiB‘s zwischenzulagern
  - Informieren einer Fachkraft, wenn LiB aufbläht, ausgast oder Ähnliches
  - Eigener Brandabschnitt
- Grobe mechanische Belastungen der LiB‘s vermeiden (Stöße, Stürze oder Quetschungen)
- Schutz der LiB‘s vor extremen Temperaturen oder direkter Sonneneinstrahlung
- Lagerdurchlauf und First-in/First-out
  - LiB‘s nicht unnötig lange im Lager liegen lassen
  - Ältere Chargen sollten zuerst genutzt/ausgeliefert werden

Kennzeichnung und Information

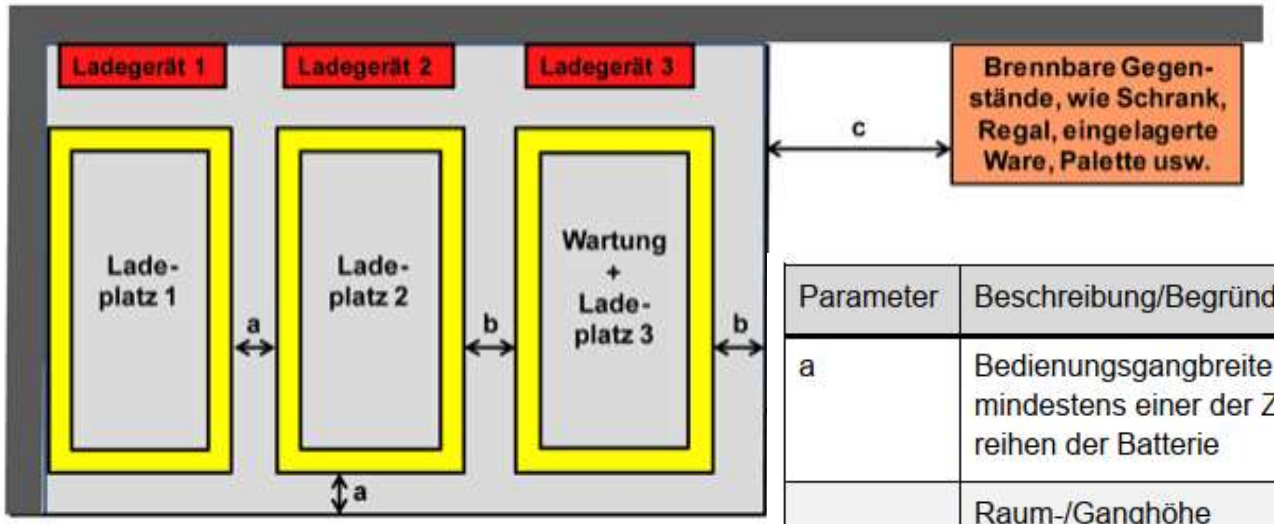
- Verpackungen mit LiB‘s müssen deutlich und gemäß den Vorschriften gekennzeichnet werden
- Kartonagen mit derartiger Kennzeichnung müssen vorsichtig bewegt werden
- Die Beschäftigten sollen auf die Symbole und Gefahrklassen hin-gewiesen werden. Bspw. UN 3480 oder UN 3481
- Mitarbeitende, die mit dem Warentransport oder der Lagerung beschäftigt sind, müssen zum Umgang mit LiB‘s unterwiesen sein
  - Handhabung
  - Lagerung
  - Brandgefahr
  - Erste-Hilfe-Maßnahmen

Umgang mit defekten LiB‘s

- Entwickeln eines betrieblichen Prozesses für den Umgang mit kritischen oder defekten Batterien
  - Defekte LiB‘s: Sofort aus dem Betriebsbereich entfernen und Unterbringung in einem sicheren Behälter. Möglichst im Freien, wenn möglich und in speziellen Havarie-Behältern
  - Feuerfeste Stahlbehälter oder Metallkisten mit nicht-brennbarem Füllmaterial (Sand, Vermiculite, etc.)
  - Darin kann der LiB abkühlen oder im Ernst-fall kontrolliert abbrennen, ohne andere Güter anzustecken
- Mischung defekter und intakter LiB‘s vermeiden

- Notfall-Kits bereithalten (Schwere Schutzhandschuhe, Schutzbrille oder Visier (besser), Zange/Haken zum Aufnehmen der brennenden LiB, usw.)

Flurförderzeuge und Batterieladestationen



Parameter	Beschreibung/Begründung	Quelle	Mindestabstand
a	Bedienungsgangbreite an mindestens einer der Zellenreihen der Batterie	ASR A1.8 [4]	0,60 m
	Raum-/Ganghöhe	ASR A1.8 [4]	2,10 m (2,00 m)
b	Zum Laden oder für die Wartung der Batterie auf der Zugangsseite	DIN EN 62485-3 [5]	0,80 m
c	Abstand zu brennbaren oder gelagerten Materialien	VdS 2259:2010-12 (02) [6]	2,50 m
d	Abstand zu feuergefährdeten Bereichen	VdS 2259:2010-12 (02) [6]	5,00 m

Ladevorgang Flurförderzeuge

- Ladevorgang ausschließlich mit den darauf abgestimmten Ladegeräten
- Das Flurförderzeug muss sich beim Ladevorgang im Stillstand befinden
- Betriebsanweisung für Ladevorgang erstellen und Unterweisung auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung
- Bei längerem Stillstand des Flurförderzeugs den vom Hersteller angegebenen Ladezustand anstreben und nach Herstellervorgabe (i.d.R. alle 3-6 Monate) prüfen
- Klimatische Bedingungen zum Laden berücksichtigen

Back

BGHW

Inhalt

- Allgemeine Hinweise
  - Historisches
  - Funktion
  - Branchenübergreifende Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

Annahme und Wareneingang

- Prüfung angelieferter LiB‘s und Geräte auf sichtbare Beschädigung oder Überhitzung
- Beschädigte LiB‘s nicht in den Warenstrom mitaufnehmen
  - Isolierten Quarantäne-Bereich einrichten, um verdächtige LiB‘s zwischenzulagern
  - Informieren einer Fachkraft, wenn LiB aufbläht, ausgast oder Ähnliches
  - Eigener Brandabschnitt
- Grobe mechanische Belastungen der LiB‘s vermeiden (Stöße, Stürze oder Quetschungen)
- Schutz der LiB‘s vor extremen Temperaturen oder direkter Sonneneinstrahlung
- Lagerdurchlauf und First-in/First-out
  - LiB‘s nicht unnötig lange im Lager liegen lassen
  - Ältere Chargen sollten zuerst genutzt/ausgeliefert werden

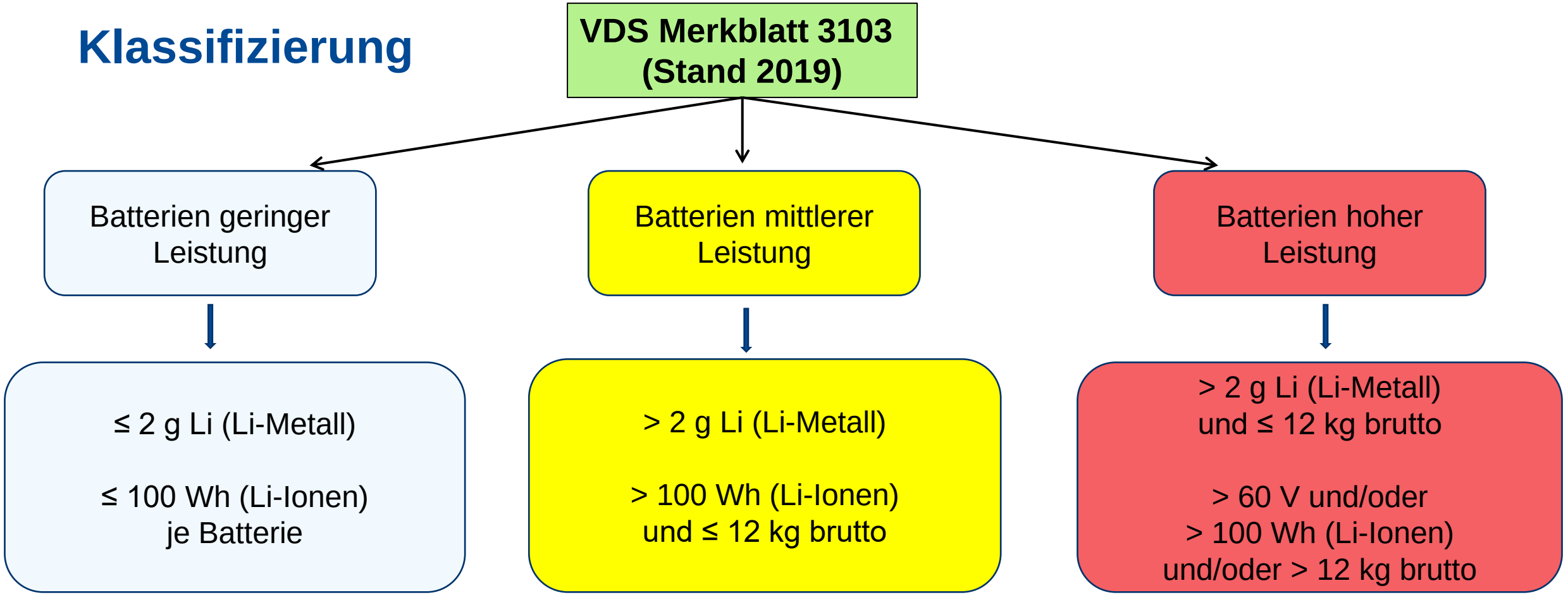
VdS 3103

Geltungsbereich:
nur für **geprüfte, intakte** Batterien

VdS 3103 Lithium-Batterien (aktueller Stand 2019)

- Kostenlos vom Verband der Sachversicherer
- Klassifizierung von LIB‘s – nächste Folie!
- Maßnahmen:
  - Separierung und Mengenbegrenzung
  - Lagerung in feuerbeständig abgetrennten Bereichen oder mit Einhaltung eines Sicherheitsabstands
  - Brandmeldeanlagen mit Aufschaltung auf ständig besetzte Stelle
  - Automatische Löschanlagen (Einzelfallbetrachtung)
- Optimale Ladezustände für Lagerung berücksichtigen nach Herstellervorgabe (ca.30-60%)

Klassifizierung



Formel: Wh=Kapazität (Ah) * Spannung (V)

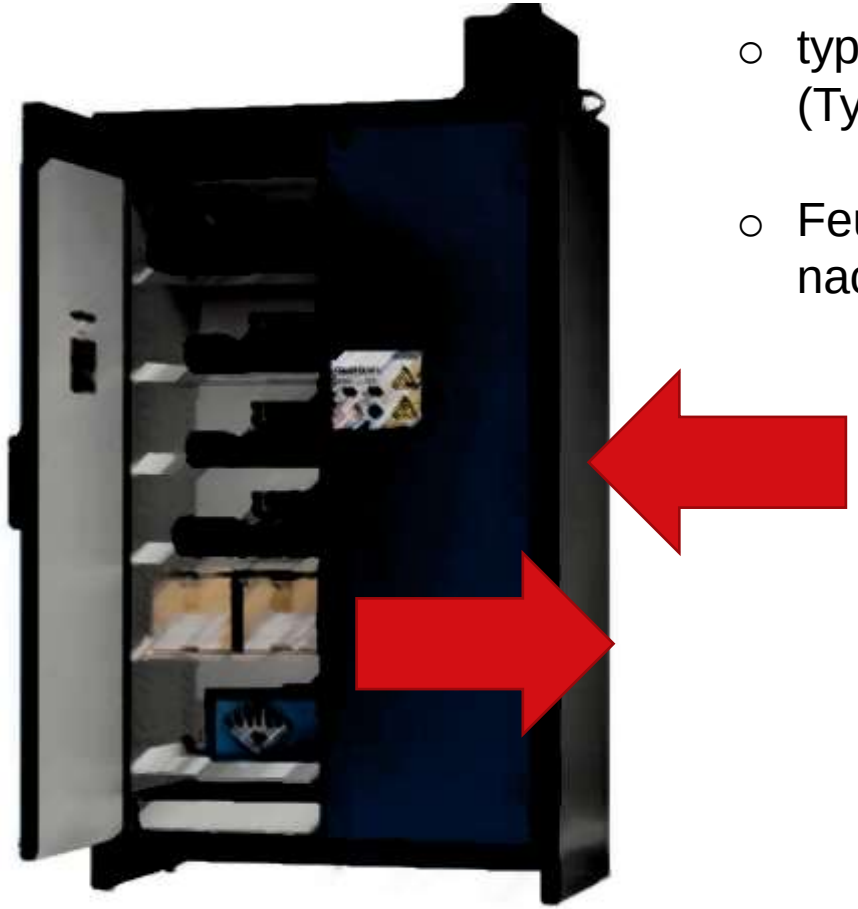
Lagerbedingungen

- Ladezustand für längere Lagerung sollte zwischen 30-60% (Herstellervorgabe) liegen
  - Volle Akkus setzen im Fehlerfall mehr Energie frei
  - Leere Akkus neigen zu Tiefentladung
- Nach Herstellervorgaben (i.d.R. alle 3-6 Monate) den Ladezustand prüfen, um Tiefentladung zu vermeiden
- Lagerung sollte kühl und trocken erfolgen
  - Ideal 10-20°C
  - Zulässig meist 0-45°C
  - Nicht neben Heizquellen
  - Nicht in feuchter oder frostiger Umgebung

Getrennte und sichere Lagerbereiche

- Einrichtung derart, dass keine Brandübertragung auf andere Materialien erfolgen kann
- Zusammenlagerung mit brennbaren und explosionsgefährdeten Stoffen verboten
- Abstand zu sonstigen Brandlasten einhalten
  - 2,5m brandgefährdete Waren
  - Nicht im explosionsgeschützten Bereich lagern
- Nicht auf brennbarem Untergrund lagern (Metallregale oder Stahlwannen statt wie so oft Holzpaletten)
- Große Mengen oder Hochleistungs-Batterien sollten möglichst in einem separaten Lagerabschnitt mit feuergeschützten Wänden lagern
- Feuerbeständige Lagerschranke: Wenn diese im Einsatz sind, müssen diese folgende Anforderungen erfüllen: Typ 90 - 90 Minuten feuerbeständig von innen **UND** außen Ideal: Feder im Öffnungsmechanismus, um nach Explosion Türzuhaltung zu gewährleisten

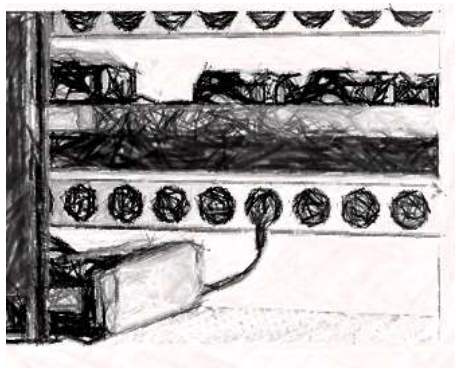
Feuerbeständige Lager- und/oder Ladeschränke

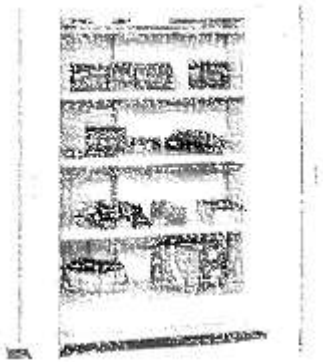


- typgeprüfte Feuerwiderstandsfähigkeit von 90 Minuten (Typ 90) von außen nach innen nach DIN EN 14470-1

UND

- Feuerwiderstandsfähigkeit von 90 Minuten von innen nach außen nach DIN EN 1363-1





Lagergut und Lagermenge

- Begrenzung der Lagermenge
  - Maximale Menge an LiB‘s im Lagerabschnitt begrenzen
  - Überschreiten der Menge nur mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen
- Beratung durch örtliche Brandschutzbehörde oder Bauaufsicht
- Sachversicherer und Unfallversicherung mit in die Planung einbeziehen
- Keine Mischlagerung mit anderen Waren
  - Möglichst isoliert lagern
  - Entfernen von metallischen Gegenständen, um Kurzschlüsse zu vermeiden
  - Keine weiteren Waren darüber oder darunter, die im Brandfall eine zusätzliche Brandlast darstellen
- Freiliegende Polkontakte mit Isolierband abkleben, besonders wenn diese im Sammelbehälter gelagert werden

Back

BGHW

Inhalt

- Allgemeine Hinweise
  - Historisches
  - Funktion
  - Branchenübergreifende Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

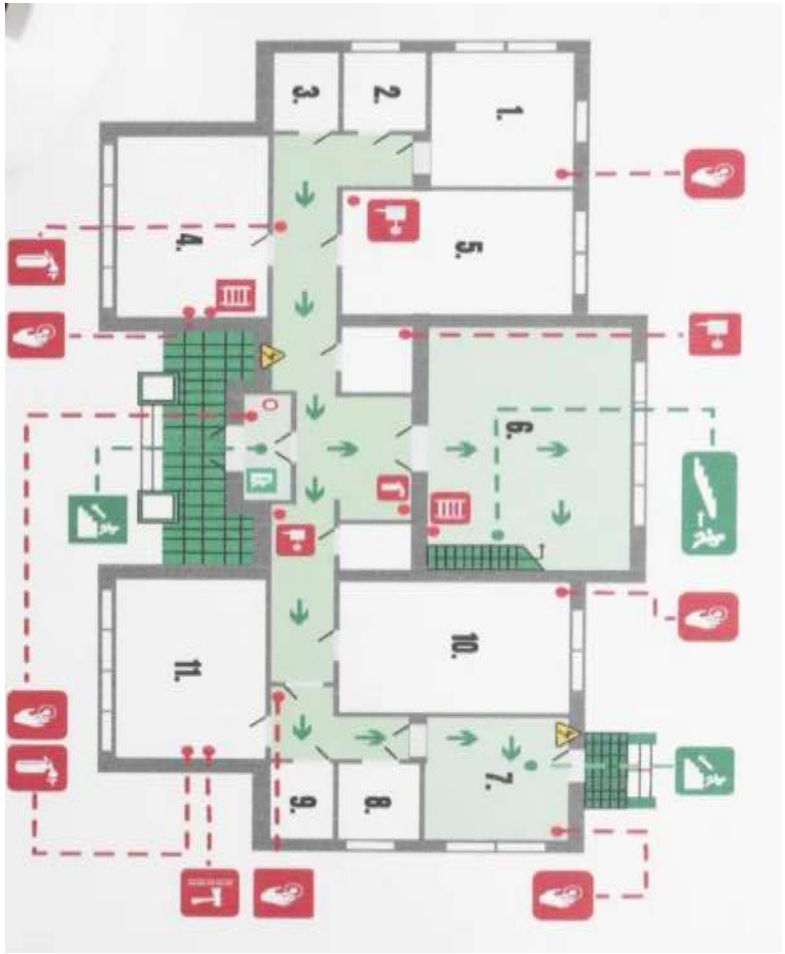
Lagergut und Lagermenge

- Begrenzung der Lagermenge
  - Maximale Menge an LiB‘s im Lagerabschnitt begrenzen
  - Überschreiten der Menge nur mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen
- Beratung durch örtliche Brandschutzbehörde oder Bauaufsicht
- Sachversicherer und Unfallversicherung mit in die Planung einbeziehen
- Keine Mischlagerung mit anderen Waren
  - Möglichst isoliert lagern
  - Entfernen von metallischen Gegenständen, um Kurzschlüsse zu vermeiden
  - Keine weiteren Waren darüber oder darunter, die im Brandfall eine zusätzliche Brandlast darstellen
- Freiliegende Polkontakte mit Isolierband abkleben, besonders wenn diese im Sammelbehälter gelagert werden

Brandschadensanierung

- Es entstehen korrosive und giftige Rückstände, deswegen ist eine Brandschadensarnierung notwendig
- Toxische Rückstände (Fluorwasserstoff, Lithiumhydroxid, Schwermetalle und/oder organische Verbindungen)
- Löschwasser kann mit Lithium-Salzen und toxischen Stoffen belastet sein
- Boden- und Grundwasserverunreinigungen möglich
- Sanierungsmaßnahmen
  - Erstmaßnahmen (Bereich absichern, Löschwasser und Ascherückstände sichern, Raumluft messen, PSA tragen – wichtig: mind. FFP3-Filter oder Pressluftatmer)
  - Reinigung und Entsorgung (Asche und Rückstände mit HEPA-Filtern absaugen
  - Kontaminierte Flächen mit neutralisierenden Lösungen reinigen
  - Spezialisierte Entsorgung von kontaminiertem Material
  - Luftfilterung und Belüftung
- Langfristige Maßnahmen
  - Bauliche Überprüfung der betroffenen Struktur
  - Luft- und Oberflächenmessungen durchführen
  - Schutzmaßnahmen für zukünftige Vorfälle verbessern

Brandschutzkonzept



- Betriebsspezifisches Brandschutzkonzept erstellen
- Ggf. externe Brandschutzexperten oder Feuerwehr einbeziehen
- Feuerwehrplan (nächste Folie)
- Ausbildung betrieblicher Brandschutzbeauftragten
- Rauchabsaugung bei Lithium-Ionen-Batteriebränden eher kontraproduktiv -> Eignung hängt von mehreren Parametern (Größe, Zellchemie, etc.) ab
- Notfallplan und Evakuierungsplan erstellen
  - Aufgaben (Feuerwehr, bzw. Einsatzkräfte rufen, Löschversuch unternehmen, etc.)
  - Rollenverteilung
- Darauf achten, dass Flucht- und Rettungswege freigehalten werden und nicht durch Batterie-Lagerstellen führen

Feuerwehrpläne

- Schnelleres Eingreifen der Einsatzkräfte ermöglichen
- Hinweise zur Löschwasserrückhaltung und –versorgung
- Energiespeicher und Standorte von Ladestationen
- Lage der Notabschaltung

Zusätzlich:

Verzeichnis über Energiespeicher, Batterien und Ladestationen

- Speicherart, Batterieart, etc.
- Spannung, Kapazität, Hinweise zum gefahrlosen Trennen von Flurförderzeugen, etc.

Dezentrale Ladeplätze sollten in der Nähe von nach außen führenden Toren aufgestellt werden.

Feuerlöscher

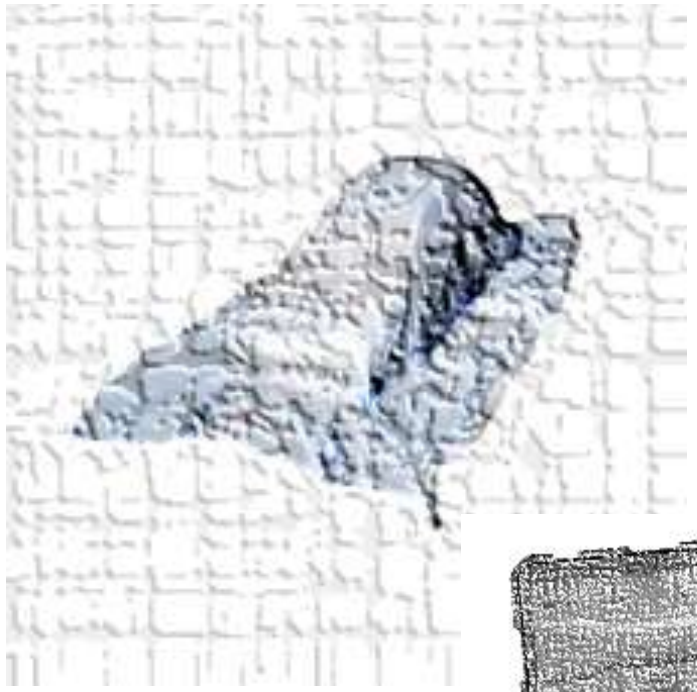
BEI EIGENGEFÄHRDUNG!

- CO2- oder Pulverlöscher sind weniger wirksam
  - keine ausreichende Kühlung
  - Nützlich bei Entstehungsbränden
- Pulverlöscher (ABC-Pulver) sind ungeeignet
  - Es erstickt zwar die Flammen, aber kühlt nicht
  - LiB kann durch Hitze erneut entflammen
  - Pulver verursacht großen Sekundärschaden
- Klassische Feuerlöscher -> kaum Kühlung
- Metallbrandlöscher (Klasse D) mit Löschpulver (Graphit, Kupferpulver oder Salzlösungen) sind für Lithium-Primärbatterien geeignet, jedoch nicht für Akkus (Sekundärbatterien)

Automatisierte Löschanlagen

- Sprinkler können mit Wasser aufschlagen, um ein entstehendes Feuer niederzuschlagen oder zumindest kühlen, bis die Einsatzkräfte eintreffen
- Wassermenge, bzw. Beaufschlagungsmenge ist von mehreren Parametern abhängig (Zellchemie, Spannung, Größe, Zugänglichkeit, etc.)
- Löschwasserrückhaltung berücksichtigen
- Bereiche in denen größere Mengen an LiB‘s gelagert werden sollten mit einer automatischen Löschanlage
- Mindestens jährlich sollten Feueralarmübungen durchgeführt werden
- Eignung der Sprinkler (Druck, Nebelsysteme, etc.) sollte von der Art der LiB‘s (Zellchemie, Menge der gelagerten LiB‘s, etc.) abhängig sein
- Prüfung, ob Inertgas-Löschanlagen geeignet sind
  - Evakuierung muss vor der Aktivierung erfolgen
  - Gewährleistung der Dichtigkeit oft kostenintensiv

Brandbegrenzungsdecken (BBD)



- BBD dürfen im **Havariefall nicht** von den Beschäftigten zur Isolation des Brandes verwendet werden, da der Einsatz nur mit einer erheblichen Eigengefährdung einhergeht
- Beim Einsatz muss ausreichend Freiraum sein
- Das Personal muss im Umgang mit den BBD unterwiesen sein und der Einsatz muss regelmäßig geübt werden
- In der Regel sind BBD für den Einmalgebrauch bestimmt
- Löschdecken nach der Norm DIN EN 1869:2019-10 „Löschdecken“ sind nicht zur Isolation von Lithium-Batteriebränden geeignet
- Es bietet sich an, die Löschdecken an Ladestationen oder Regalenden in Tragetaschen zu lagern
- Fachbereich Aktuell FBFHB-041 (März 2026)

Back

BGHW

Inhalt

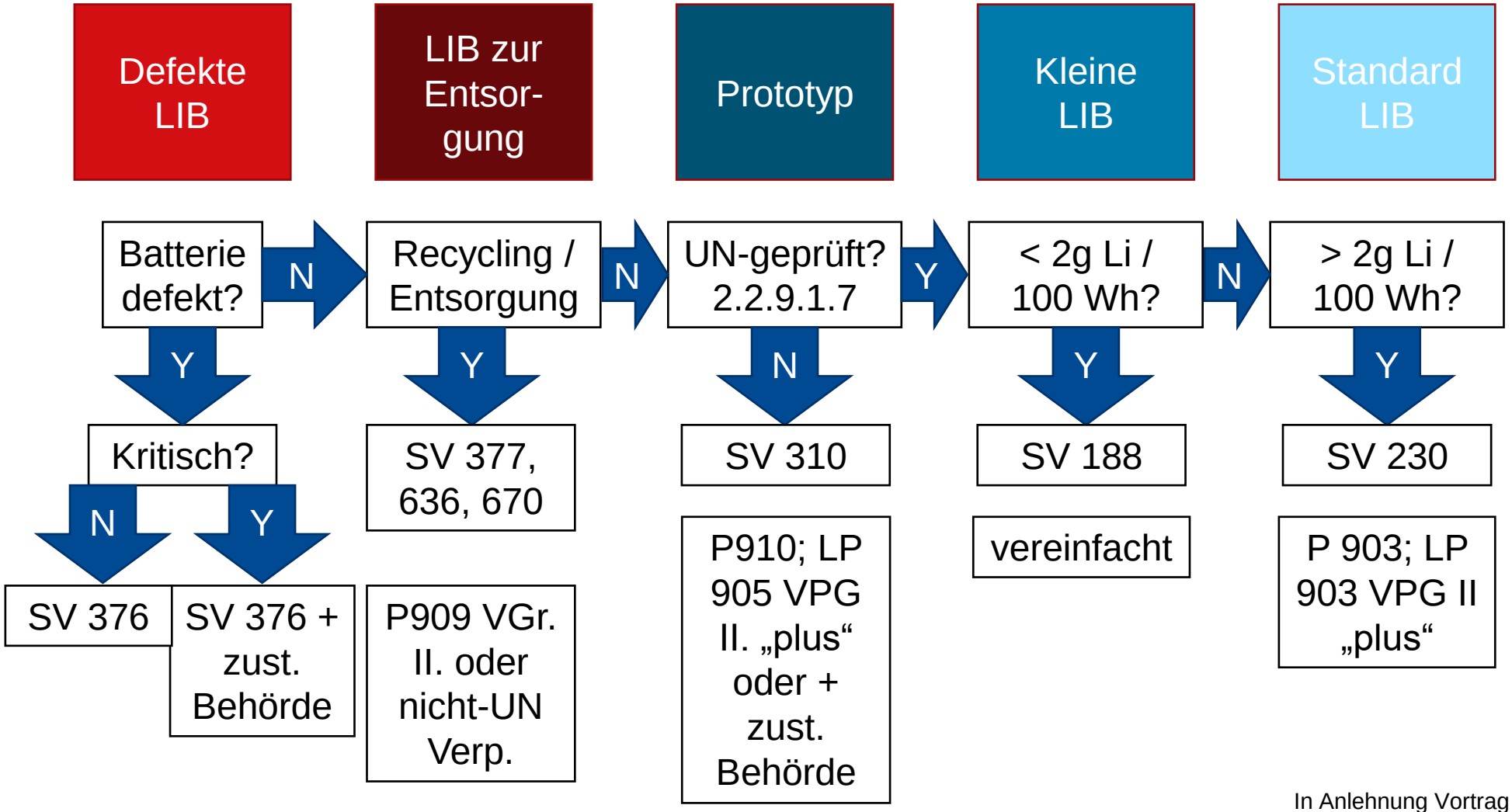
- Allgemeine Hinweise
  - Historisches
  - Funktion
  - Branchenübergreifende Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

Sind Lithium-Ionen-Batterien Gefahrstoffe?

Lithium-Batterien sind Gefahrgut und kein Gefahrstoff

Wie lange noch ?????

Transport von Lithium-Ionen-Batterien nach ADR/RID



In Anlehnung Vortrag Frau Dr. Schmitt BAM

Die wichtigsten Punkte vor dem Versand und Transport von Lithium-Batterien

- Identifizierung der Batterien und Geräte mit solchen Batterien
- Korrekte Klassifizierung gemäss aktueller Gefahrgutvorschriften, Zuordnung zu einer UN-Nummer
- Sicherstellung, dass ein 38.3-Zertifikat für die zu versendende Batterie vorliegt
- Prüfen, ob die Sondervorschrift 188 angewendet werden kann (vereinfachte Verpackung und Kennzeichnung, Transport per Post gestattet)
- Prozess für defekte oder kritische Batterien erstellen und betriebsintern kommunizieren, Einhaltung der jeweiligen Verpackungsanweisungen mit höheren Anforderungen an die Verpackungen
- Entsorgungskonzept für gebrauchte Batterien erstellen, Sammelgefässe nie in Fluchtwegen/Treppenhäuser aufstellen, Deckel des nicht leitenden Sammelgefässes immer geschlossen halten.
- In Gebrauchsanweisungen für Geräte/Fahrzeuge mit Batterien auf die zu beachtenden Gefahrgutvorschriften praxistauglich hinweisen
- Ernennung eines Gefahrgutbeauftragten, falls die Art und Menge an Batterien dies erfordert

BGHW

Der Versand und Transport von Lithiumbatterien gehört in die Hände von Spezialisten!!

Sichere transporttechnische Maßnahmen

- Gefahrgutvorschriften (ADR, UN 3480/3481) beachten
  - Transport in UN-zertifizierten Gefahrgutverpackungen
  - Lithium-Batterie-Kennzeichnung & Dokumentation für den Versand
- Mechanische Schäden verhindern
  - Stoßfeste Verpackung mit Polstermaterial
  - Keine losen Batterien transportieren
- Ladefläche sichern
  - Kein direkter Kontakt zwischen Batterien und metallischen Oberflächen
  - Batterien gegen Verrutschen sichern, um Stöße zu vermeiden
- Defekte Batterien separat transportieren
  - Verpackung in metallischen, feuerfesten Behältern mit Sand/Vermiculit
  - Kennzeichnung als „defekt“ oder „kritisch beschädigt“

Back

BGHW

Inhalt

- Allgemeine Hinweise
  - Historisches
  - Funktion
  - Branchenübergreifende Hinweise
- Sicherer Umgang
  - Warenlogistik (inkl. FFZ)
  - Lagerung
  - Brandschutz
  - Transport
  - Entsorgung

Sichere transporttechnische Maßnahmen

- Spezieller Sammelbereich für Altbatterien, auf Fehlwürfe kontrollieren
  - Feuerfeste Sammelbehälter aus Metall oder Kunststoff mit Belüftung
  - Kennzeichnung und Trennung nach Zustand (gebraucht, defekt, kritisch)
- Kurzschlussvermeidung (Pole abkleben, Batterien einzeln verpacken)
- Sichere Zwischenlagerung
  - Defekte Akkus in feuerfesten Boxen mit Löschgranulat aufbewahren
  - Separate Quarantäne-Bereiche für beschädigte Batterien
- Beauftragung zertifizierter Entsorger
  - Gefährlicher Abfall
  - Müssen über spezialisierte Dienstleister entsorgt werden
  - Dokumentationspflicht (Abfallnachweisverordnung, BattG, ADR-Vorgaben)

Back

Kontaktinformationen

Christopher Wirth	Dr. Hans-Peter Fröhlich	Mark Hruszczak
Aufsichtsperson	Referent für Chemische Einwirkung und Messtechnik	Referent für Automatisierungstechnik
Regionaldirektion Berlin	Dezernat Chemische Einwirkungen	Fachbereich Handel und Logistik
0178 – 5000 507 c.wirth@bghw.de	0178 – 5000 110 hp.froehlich@bghw.de	0151 – 504 138 23 m.hruszczak@bghw.de

BGHW

Zusätzliches

- Annahme von defekten Batterien
- Batterierücknahme im Einzelhandel
- Checkliste Gefährdungsbeurteilung
- Funktion LiB‘s
- Thermales Durchgehen
- Propagation
- TOP-Prinzip
- Ladevorgänge

Annahme von defekten LiB‘s

- Lagern defekter LIB‘s im Außenbereich in Havariekisten
- Arbeit nur am einzelnen Akku
- Feuerfeste Wand (Gipskarton kann Wunder bewirken)
- Ist die Werkstatt geeignet in einer Lagerhalle betrieben zu werden? Brandschadenssarnierung würde beide Bereiche betreffen…
- Brennbares Material nicht direkt hinter dem Akku lagern
- Not-Aus anbringen
- Havariekit bereitstellen (Schweiserhandschuhe, Helm mit Visier, Eimer mit Wasser inkl. Schaufel oder Haken zum Ziehen), besser: zwei Eimer halbvoll mit Vermiculite (Leichter als Wasser)

Bild Ki-generiert Open Ai.
Angaben und Inhalt des Bildes wurden nicht geprüft. Ein Faktencheck der Inhalte wurde nicht durchgeführt.

Back

Batterierücknahme im Einzelhandel

Sind nicht zum Sammeln defekter Batterien geeignet

Meist an Flucht- und Rettungswegen platziert

Propagation möglich

Kurzschluss der Batterien möglich

Entgegenwirkende Maßnahmen:

Informationen zur korrekten Rückgabe aushängen

Material zum Abkleben der Pole bereitstellen

Verfahrbare Container

Separaten Ausgang für Batteriecontainer

Besser: Annahme durch geschultes Personal

Back

Checkliste zum Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus

Checkliste zum Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus

- Nur die vom Hersteller zugelassenen Ladegeräten nutzen!
- Ladegeräte vor Nässe und Staub schützen!
- Akkus nur unter Aufsicht laden!
- Nur auf nicht brennbarem Untergrund und nicht in der Nähe von Brandlasten laden!
- Akkus beim Laden nicht abdecken, Luftzirkulation ermöglichen!
- Akkus nicht tiefentladen!
- Nicht im kalten Zustand (z. B. unter 0 °C) laden!
- Vor Ladebeginn auf Raumtemperatur erwärmen!
- Vor mechanischen Stößen und Beschädigungen schützen!
- Auf keinen Fall kurzschließen!

Besteht bei der Lagerung, wie z. B. in Sammelbehältern, die Möglichkeit eines gegenseitigen Kurzschlusses, müssen die Pole isoliert werden z. B. mit Klebeband.

Back

Wandernde Lithium-Ionen…

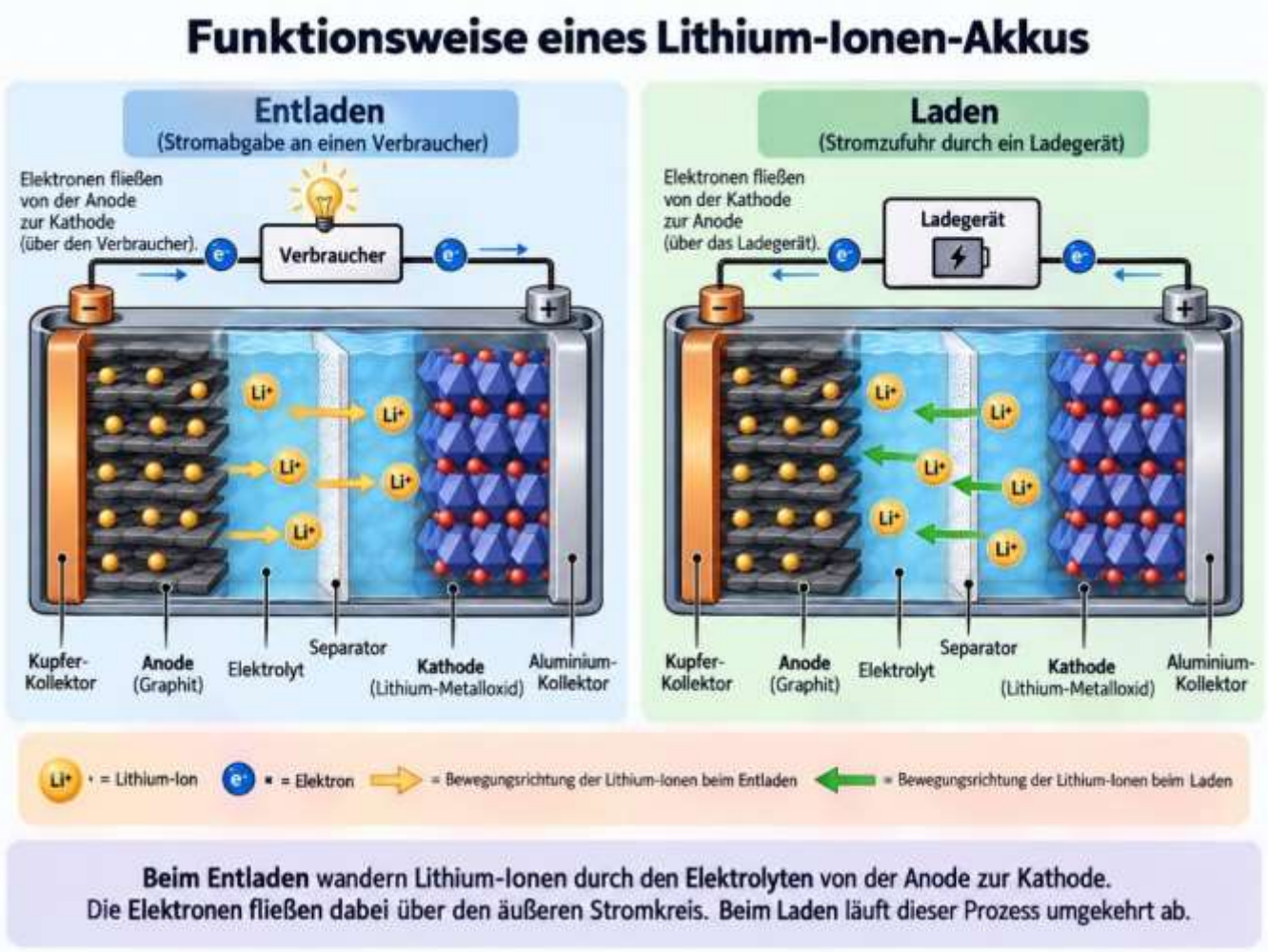


Bild Ki-generiert Open Ai

- Lithium-Ionen (rote Kugeln) wandern zwischen beiden Kammern umher
- Ladevorgang: Ionen wandern von Kathode zu Anode
- Nutzung: Ionen wandern von Anode zu Kathode
- Separator trennt Anode von Kathode
- Elektrolyt ist eine leitfähige Flüssigkeit oder Gel, das den Ionenfluss ermöglicht
- Interner Kurzschluss durch Beschädigung des Separat

Back

Thermales Durchgehen

- Sich selbst verstärkende, exotherme Reaktion
- Chemische Energie wird in kurzer Zeit in thermische Energie umgewandelt
- Hitzeentwicklung und Freisetzung von krebserregenden Stoffen
- Indikatoren:
  - Rauchentwicklung der Batterie,
  - Geräuschentwicklung durch bspw. Zischen, Pfeifen oder Knattern
  - Temperaturerhöhung des Gehäuses

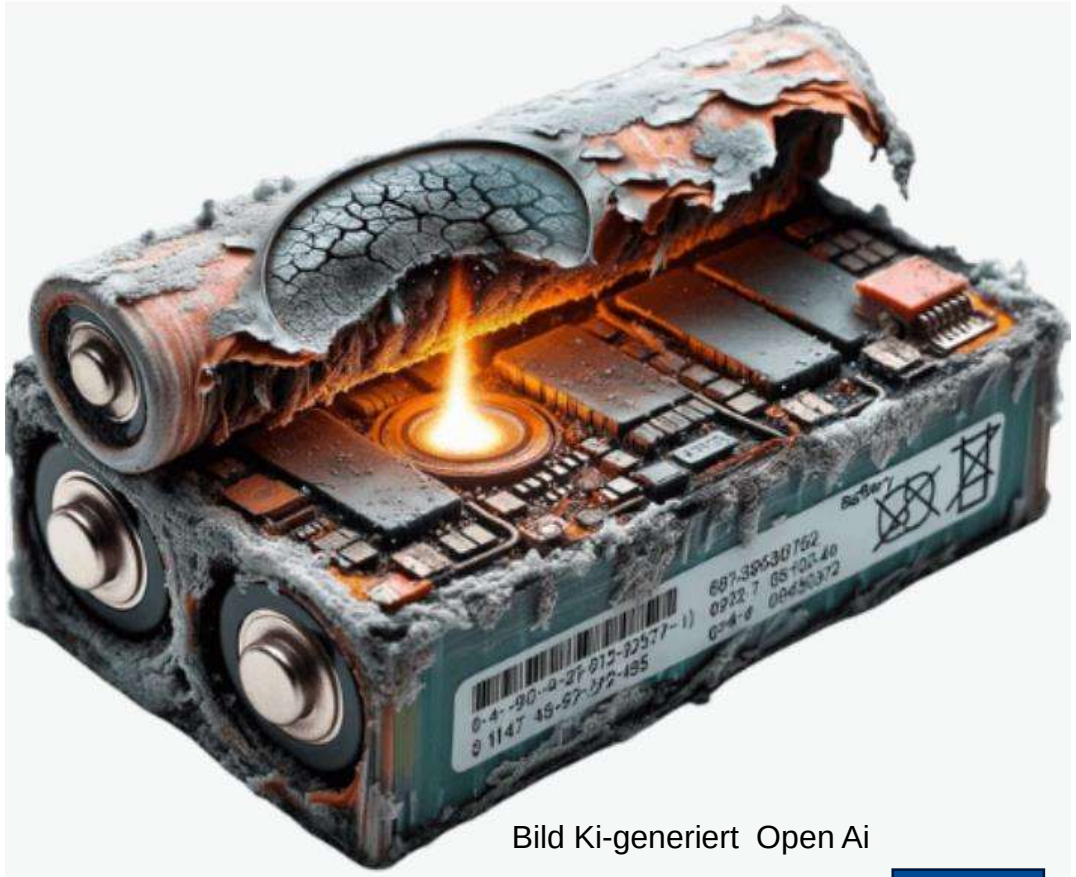


Bild Ki-generiert Open Ai

Back

Propagation

- Start mit einem Thermal Runaway in einer Einzelzelle
- Ausbreitung auf benachbarte Zellen
  - Hitzeübertragung auf benachbarte Zellen
  - Strahlungswärme (Heiße Gase oder Flammen)
  - Gas- oder Partikelexplosionen (Mechanische Beschädigung anderer Zellen)
- Auswirkungen auf das Batteriesystem
  - Kettenreaktion -> Dominoeffekt in Zellmodulen
  - Feuer oder Explosion -> Gefährdung der Umgebung
  - Toxische Gasfreisetzung

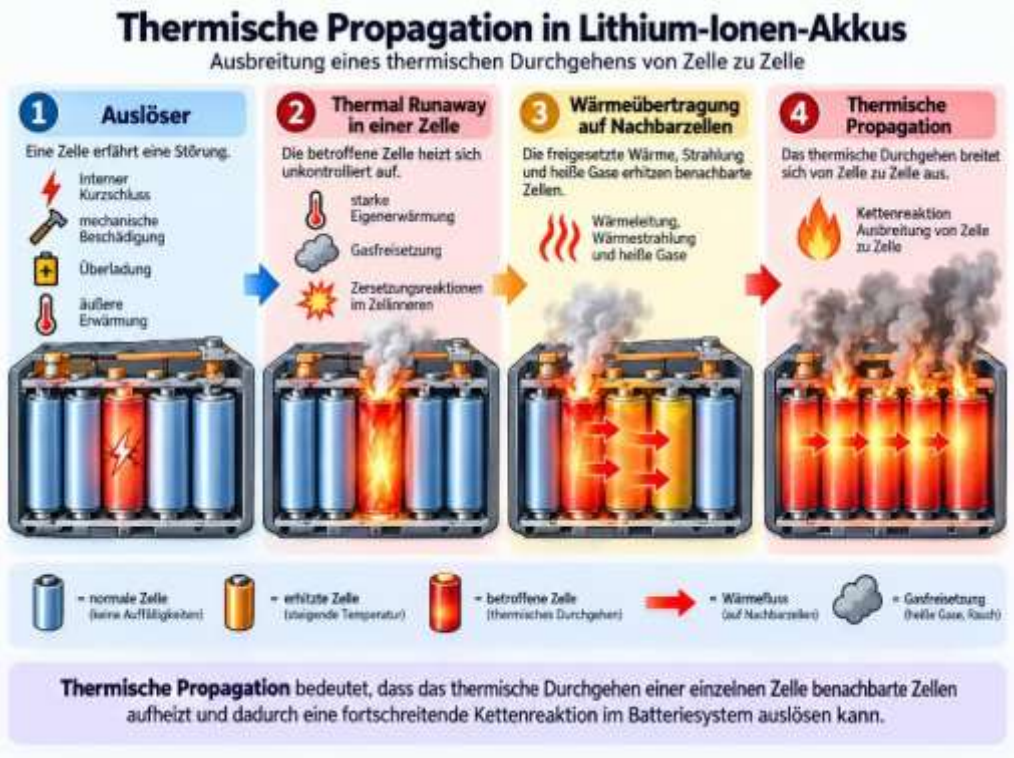


Bild Ki-generiert Open Ai

Back

TOP-Prinzip

- Technische Maßnahmen
  - Brandschutz: Eignung der Feuerlöscher prüfen, Rauch- und Warnmelder, usw.
  - Ladestationen: Überwachung
  - Ausstattung mit Havarie-Kits
  - Brandbegrenzungsdecken
  - Einsatz von Löschanlagen
  - Einsatz von Lagerschränken
  - Siehe fortfolgende Folien
  - …

TOP-Prinzip

- Organisatorische Maßnahmen
  - Arbeitsanweisungen und Unterweisungen (Sichere Handhabung, Erste Hilfe, Lagerungsvorschriften, etc.)
  - Kennzeichnung von Gefahrenbereichen (Lager, Ladebereiche, etc.)
  - Regelmäßige Inspektionen und Wartung von Ladegeräten und Akkus
  - Erstellen eines Notfallplans
  - Trennung von brennbaren Stoffen, Einhaltung der Lagerbedingungen, etc.
- Persönliche Schutzausrüstung
  - Atemschutzmasken – Art ist Abhängig vom Prozess
  - Handschuhe und Schutzbrille (Visier) beim Arbeiten mit defekten Akkus
  - Isolierende Werkzeuge für das Handling von Akkus

Back

Ladevorgänge

- Ladevorgänge im Lagerbereich vermeiden
- Nur mit den vom Hersteller vorgegebenen Ladegeräten laden
- Laderaum sollte Havarie-Kit (Hitzebeständige Handschuhe, Visier, Zange, etc.)
- Nach der Ladung die Akkus auf Handwärme abkühlen lassen und erst dann ins Lager zurückbringen
- Klimabedingungen überwachen
- Bei kleineren Akkus: Beweglicher Behälter, gefüllt mit Wasser. Mit Havarie-Kit, die durchgehende Batterie in den Behälter. Dann mit der Zange oder Greifvorrichtung den Behälter ins Freie ziehen – Atemschutzmaske, Eigengefährdung beachten
- Ladegeräte sollen Sicherheitsfunktionen (Schutz vor Überladung, Tiefentladung und Überhitzung) neben dem Batterie-Management-System

Back