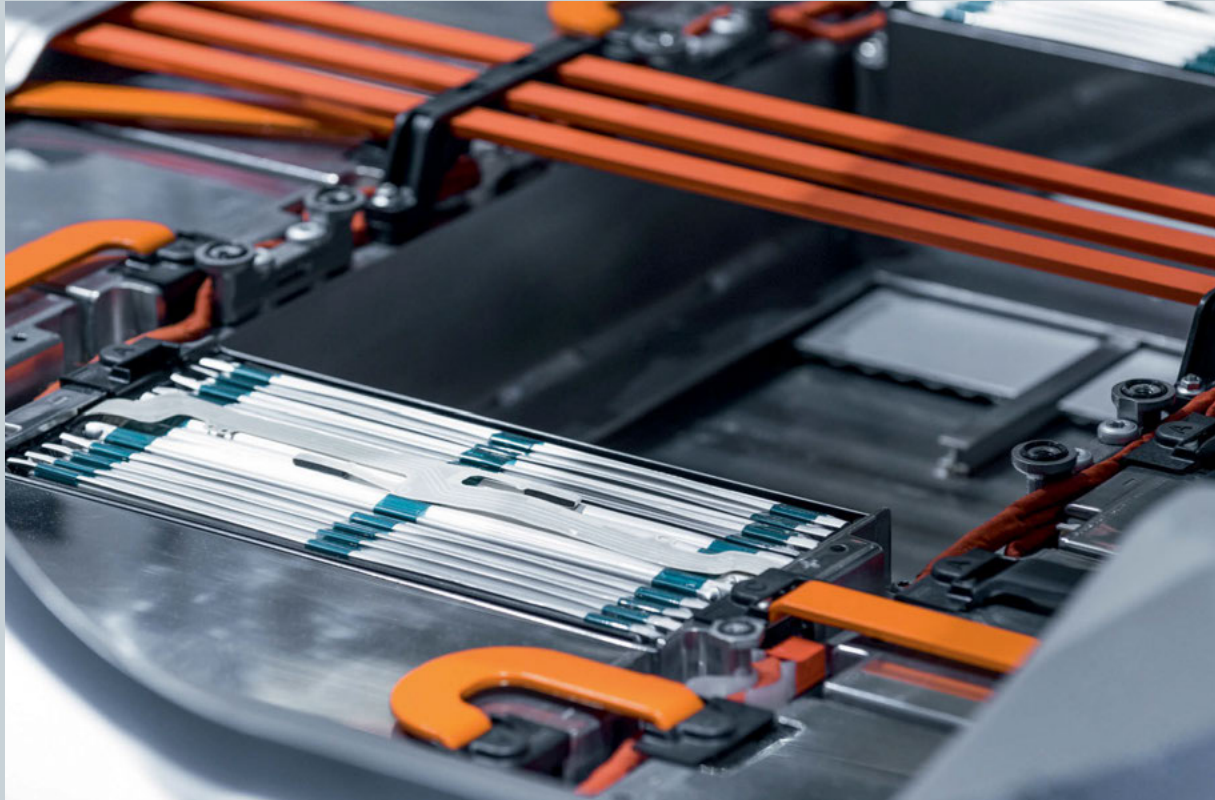


Lithium-Ionen Batteriesysteme



in Kooperation mit

ZVEI:
Die Elektroindustrie

VDMA
Fördertechnik
und Intralogistik

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Grundlagen	6
2.1 Beschreibung der Lithium-Ionen-Batterietechnik	6
2.2 Einsetzbare Bauformen und Zellchemien	7
3. Technische Daten/Dokumentationen	8
3.1 Allgemein	8
3.2 Lithium-Ionen Zellen	8
3.3 Batterie-Management-System	8
3.4 Ladetechnik	8
3.5 Kennzeichnung und Dokumentation	8
3.6 Sicherheitskonzept	10
4. Betriebliche Voraussetzungen	11
4.1 Batterie- und Ladegerätedimensionierung	11
4.2 Unterweisung	11
4.3 Brandschutz	11
4.3.1 Technische und räumliche Voraussetzungen	11
4.3.2 Organisatorische Maßnahmen	12
5. Installation des Lithium-Ionen-Batteriesystems im FFZ	13
5.1 Allgemein	13
5.2 Ausrüstung ab Werk	13
5.3 Ausrüstung von Lithium-Ionen-Batteriesystemen	13
5.3.1 Nachrüstung durch den FFZ-Hersteller (OEM)	13
5.3.2 Nachrüstung durch den Betreiber oder Dritte	13
5.3.3 Anforderungen an das Flurförderzeug	14
5.3.4 Anforderungen an das Lithium-Ionen-Batteriesystem	15
6. Laden und Handhaben von Lithium-Ionen-Batteriesystemen	16
6.1 Ladestellen	16
6.2 Zwischenladen	16
6.3 Pflege und Wartung	17
6.4 Störungen am Lithium-Ionen-Batteriesystem	17
7. Transport, Lagerung und Rücknahme von Lithium-Ionen-Batteriesystemen	18
7.1 Allgemein	18
7.2 Transport	18
7.2.1 Transport im Flurförderzeug	18
7.2.2 Transport separat	18
7.3 Lagerung	18
7.4 Rücknahme und Entsorgung	19

Legal Note

Der Inhalt der Broschüre wurde sorgfältig recherchiert und zusammengestellt, ersetzt aber nicht die Rechtsberatung im Einzelfall. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit sowie für zwischenzeitliche Änderungen wird keine Gewähr übernommen.

Der Leitfaden dient nur als Anhaltspunkt und bietet nur einen Überblick zur Beurteilung für den Einsatz von Lithium-Ionen-Batteriesystemen in Flurförderzeugen. Er erhebt weder einen

Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Er darf nicht das Studium der relevanten Richtlinien, Gesetze und Verordnungen ersetzen. Weiter sind die Besonderheiten der jeweiligen Produkte, sowie deren unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten zu berücksichtigen. Von daher sind bei den im Leitfaden angesprochenen Beurteilungen, Vorgehensweisen und Maßnahmen eine Vielzahl weiterer Konstellationen denkbar.

1. Einleitung

Batterien, welche die Lithium-Ionen-Technik nutzen, sind durch Laptops und Smartphones allgegenwärtig. In Flurförderzeugen (FFZ) werden schon über Jahrzehnte hinweg hauptsächlich Blei-Säure-Batterien als Energiespeicher eingesetzt, seit einigen Jahren steht die Lithium-Ionen-Technik auch für Flurförderzeuge zur Verfügung. Die Lithium-Ionen-Technik bietet gegenüber der Blei-Säure-Technik, welche ständig weiterentwickelt wird, aber in Bezug auf Leistungsfähigkeit, Haltbarkeit, Effizienz und Handhabung an technisch bedingte Grenzen stößt, deutliche Vorteile, siehe Tabelle 1.

Die vorliegende Broschüre, zu Lithium-Ionen Batteriesysteme in Flurförderzeugen, beschreibt den Einsatz der Lithium-Ionen-Technik in Industriebatterien für Flurförderzeuge. Industriebatterien unterscheiden sich wesentlich durch eine bedeutend robustere Konstruktion und erheblich aufwendigere Sicherheitskomponenten.

Die Inhalte der Broschüre beginnen in der Regel dort, wo die Verantwortung des FFZ-Herstellers und des Herstellers des Lithium-Ionen-Batteriesystems sowie deren gerätespezifischen Hinweise in den Betriebsanleitungen enden. Die Broschüre bietet eine Hilfestellung für Betreiber von Flurförderzeugen, um speziell die betrieblichen Abläufe im Hinblick auf den Einsatz von Lithium-Ionen-Batteriesystemen in FFZ sicher zu gestalten.

2. Grundlagen

2.1 Beschreibung der Lithium-Ionen-Batterietechnik

Lithium-Ionen-Batterien sind bei hoher Energiedichte leicht, kompakt und langlebig. Ihre hohe Zellspannung und Stromfestigkeit bei großer Spannungskonstanz ermöglichen eine weitere Optimierung der Antriebe. Wartungsfreiheit und Energieeffizienz ermöglicht niedrige Betriebskosten. Lithium-Ionen-Batteriesysteme sind mechanisch, elektrisch und funktional vor Fehlbedienung oder nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch geschützt. Zwischenladen mit hohen Strömen ist möglich, um die Batteriesysteme immer einsatzbereit zu halten. Ein weiterer

Vorteil gegenüber Blei-Säure Batterien ist, dass sie beim Ladevorgang und im Betrieb nicht ausgasen. Lithium-Ionen-Technik erfordert für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb immer ein Batterie-Management-System (BMS), welches den Betrieb der Batterie elektronisch überwacht und regelt. Spannung, Strom und Temperatur an den Zellen sind wesentliche Messwerte. Die folgende Übersicht stellt grundsätzliche Vorteile der Lithium-Ionen-Technik gegenüber der Blei-Säure Technik für Flurförderzeuge dar:

Energieeffizienz/Umweltschutz

- Bis zu 30 % Energie- und CO₂-Einsparung durch höheren Wirkungsgrad
- Deutlich längere Lebensdauer

Optimierte Abläufe

- Flexible/dezentrale Ladeplätze
- Kurze Wege
- Chancen für Prozessoptimierung
- Effizientere Raumnutzung
- Kein Vorhalten einer Wechselbatterie

Einfachheit/Benutzerfreundlichkeit

- Kein Batteriewechsel
- Zwischenladen
- Wartungsfrei
- Schnellladung

Return on Investment

- Flexibilität
- Planbarkeit
- Langfristige Kosteneinsparung
- Erhöhung der Effizienz
- Längere Leistungsfähigkeit

Tabelle 1: Vorteile der Lithium-Ionen Technologie

2.2 Einsetzbare Bauformen und Zellchemien

Lithium-Ionen-Batterien gibt es in unterschiedlichen Varianten. Diese unterscheiden sich in Bauform und chemischer Zusammensetzung. Für FFZ werden derzeit prismatische, Rund- und Pouch-Zellen in unterschiedlichen Baugrößen eingesetzt. Die nachfolgende Abbildung 1 gibt einen Überblick der gängigen Bauformen

Die Wahl der Bauform der Zelle kann sich nach verfügbarem Bauraum im FFZ richten. Üblicherweise werden gegenwärtig die folgenden Zellchemien eingesetzt:

- NMC (Lithium-)Nickel-Mangan-Cobalt
- LFP Lithium-Eisen-Phosphat
- LTO Lithium-Titanat
- NCA (Lithium-)Nickel-Cobalt-Aluminium

Die Zellchemien haben unterschiedliche spezifische Energiedichten und beeinflussen unter anderem die Lithium-Ionen-Batteriesystemeigenschaften, wie

- Lebensdauer
- Schnellladefähigkeit
- Einsatztemperatur
- Batteriespannung



Abbildung 1: Rundzelle



Pouch-Zelle



Prismatische Zelle

3. Technische Daten/Dokumentationen

3.1 Allgemein

Vermehrt werden Lithium-Ionen-Batteriesysteme für den Einsatz in Flurförderzeugen angeboten. Diese unterscheiden sich in ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise wesentlich von den bekannten Blei-Säure-Batterien. Wesentliche Bestandteile sind die Lithium-Ionen-Zellen und das Batterie-Management-System, im Folgenden als Lithium-Ionen-Batteriesystem benannt, sowie die zugehörige Ladetechnik.

3.2 Lithium-Ionen Zellen

Kern der Lithium-Ionen-Batteriesysteme sind leistungsfähige Energiezellen, die zu größeren Modulen verschaltet werden. Diese zeichnen sich durch hohe Energiedichten und Schnell- und Zwischenladefähigkeiten aus.

3.3 Batterie-Management-System

Zum Betrieb des Lithium-Ionen-Batteriesystems im FFZ ist immer ein Batterie-Management-System (BMS) erforderlich. Dieses regelt und überwacht alle wichtigen Kenngrößen wie Strom, Spannung und Temperatur während des Ladens und Betriebs, differenziert für Zellen oder Module. Dies trägt zu einem sicheren Betrieb und einer erhöhten Lebensdauer bei. Blei-Säure-Batterien verfügen im Allgemeinen nicht über ein solches System.

3.4 Ladetechnik

Zum Laden von Lithium-Ionen-Batteriesystemen werden ausschließlich Hochfrequenz-Ladegeräte verwendet, die in der Regel mit einer zusätzlichen Kommunikationsschnittstelle ausgestattet sind. Ein auf das Lithium-Ionen-Batteriesystem abgestimmtes Ladegerät gewährleistet eine sichere und effiziente Ladung. Die Steuerung, Regelung und Überwachung wird durch das BMS sichergestellt.

3.5 Kennzeichnung und Dokumentation

Lithium-Ionen-Batteriesysteme sind generell mit einer Kennzeichnung versehen. Eine Ausnahme kann bei Lithium-Ionen-Batteriesystemen existieren, die fester Bestandteil des FFZ sind und die von Bediener oder Betreiber nicht gewechselt werden können. Für Lithium-Ionen-Batteriesysteme sind entsprechend den gültigen europäischen Richtlinien folgende Kennzeichnungen durch den Hersteller gesetzlich vorgeschrieben.

Die Kennzeichnung muss sichtbar, lesbar und dauerhaft angebracht sowie verständlich sein.

- Symbol „getrennte Sammlung“¹⁾, ggf. gefolgt von den Symbolen der chemischen Elemente Hg, Cd oder Pb, wenn diese über definierten Grenzwerten in Batterien enthalten sind. Die Grenzwerte werden bei Lithium-Ionen-Batterien allgemein nicht überschritten.
- Hersteller, eingetragene Handelsnamen oder Handelsmarke und die Postanschrift^{2,3)},
- eine Typen-, Chargen- oder Seriennummer oder ein anderes Kennzeichen zur Identifikation^{2,3)}
- CE-Kennzeichnung^{2,3)} bei mehreren anwendbaren Richtlinien wird nur eine CE-Kennzeichnung angebracht
- wesentliche Merkmale, von deren Beachtung eine bestimmungsgemäße und gefahrlose Verwendung abhängt (bsp. Batteriespannung, Batteriegewicht)

1 lt. Batterierichtlinie 2006/66/EU

2 lt. EMV Richtlinie 2014/30/EU, begründet durch die Elektronik des Batterie-Management-Systems

3 lt. Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, bei Nennspannung der Batterie ≥ 75 V

Anmerkung: Am Markt hat sich allgemein die Kennzeichnung auf einem Typenschild durchgesetzt. Zusätzliche freiwillige Kennzeichnungen, wie z. B. die Kapazität, sind zulässig. Eine beispielhafte Kennzeichnung ist in Abbildung 2 gegeben.

Der CE-Kennzeichnung geht ein Konformitätsbewertungsverfahren des Lithium-Ionen-Batteriesystems durch den Hersteller voraus, welcher u. a. umfangreiche Tests zur Sicherheit des Systems beinhaltet sowie die Eignung für den Einsatz in FFZ prüft. Die zugehörigen EU-Konformitätserklärungen der Lithium-Ionen-Batteriesysteme lt. Richtlinie 2014/30/EU (EMV) sowie ggf. 2014/35/EU (Niederspannung) sind der Vorlage bei den Behörden vorbehalten. Sie werden nicht

zwangsläufig mit den Batteriesystemen bzw. FFZ ausgeliefert. Die oben genannten Richtlinien verpflichten zudem den Hersteller, mit den Lithium-Ionen-Batteriesystemen eine Betriebsanleitung zu liefern. Die Betriebsanleitung enthält Informationen zur Nutzung und dem Verwendungszweck sowie Sicherheitsinformationen zum Lithium-Ionen-Batteriesystem. Bezüglich der Pflichten der Hersteller sind auch die Informationen zu den Installationsvarianten im Abschnitt 4 zu beachten. Die Hersteller halten zu Lithium-Ionen-Batteriesystemen zusätzlich Sicherheitsdatenblätter bereit, die wiederum Informationen zum Transport enthalten, siehe Abschnitt 7.

Type Typ	48V LiB 360 IM	Year of manufacture Baujahr	2019	Supplier-No. Lieferanten-Nr.	17461
Serial-No. Serien-Nr.	95021813	Capacity Kapazität	0360Ah		
Nominal voltage Nennspannung	51,2V	Nominal energy Nennenergie	18432Wh		
Battery-No. Batterie-Nr.	51669340	Battery weight +/- 5 % Batteriegewicht +/- 5 %	460 kg		
Designation Bezeichnung	IFpP/45/148/273/[16S3P]M/-20+55/90				
Manufacturer Hersteller	Muster GmbH, 12345 Musterstadt, Straße 6, Germany				
	Lithium Ion Secondary Battery Lithium Ionen Sekundärbatterie				

Abbildung 2: Beispielkennzeichnung

3.6 Sicherheitskonzept

Das Sicherheitskonzept von Lithium-Ionen-Batteriesystemen, welche in FFZ eingesetzt werden, garantiert ein Höchstmaß an Sicherheit. Es ist mehrstufig aufgebaut, wie in Abbildung 3 dargestellt. Viele Absicherungen sind redundant ausgeführt. Vor dem Hintergrund der sicherheitstechnischen Aspekte dürfen nur solche Lithium-Ionen-Batteriesysteme verwendet werden, deren Zellen vor äußeren Einflüssen entweder in einem Gehäuse geschützt oder geschützt im FFZ verbaut sind.

Die Sicherheit resultiert aus dem Zusammenspiel aller Komponenten des gesamten Systems des FFZ. Abbildung 3 zeigt die wesentlichen Komponenten, die für das Lithium-Ionen-Batteriesystem in FFZ relevant sind.



Abbildung 3: Beispielhafter Aufbau eines Lithium-Ionen-Batteriesystems und schematische Sicherheitsabbildung

4. Betriebliche Voraussetzungen

4.1 Batterie- und Ladegerätedimensionierung

Ein Aspekt, welcher im Vorfeld geklärt werden muss, ist die Ermittlung der richtigen Energiemenge für den geplanten Einsatz. Im Anschluss wird hieraus die notwendige Batteriekapazität festgelegt, welche wiederum eng mit den Zwischenladenzeiten und dem Ladestrom verknüpft ist.

Für eine geeignete Lösung ist eine Beratung durch den Hersteller des FFZ empfehlenswert. Zur Bestimmung der Batteriekapazität und der Ladeleistung können mehrere Möglichkeiten angewendet werden:

1. Orientierung: Kapazität der Lithium-Ionen-Batteriesysteme kann bis auf die Hälfte der Blei-Säure-Batteriekapazität reduziert werden.
2. Individuelle Analyse: Folgende Bedingungen sollten unter anderem geklärt werden:
 - Einsatz-/Standzeiten
 - Anzahl Schichten und Betriebsstunden
 - Bestimmung des Energieverbrauchs:
 - a) nach DIN EN 16796-Serie ermitteln
 - b) anhand entladener Blei-Säure-Batterien bemessen
 - c) im Einsatz messen.

4.2 Unterweisung

In der Unterweisung nach den geltenden Arbeitsschutzbestimmungen muss auf die spezifischen Bestimmungen der Lithium-Ionen-Technik hingewiesen werden. Eine Hilfestellung bietet die Broschüre des VDMA „Regeln für die Betreiber von Flurförderzeugen“. Gerätespezifische Unterschiede (z. B. elektrisches Verhalten, Umgang mit Lithium-Ionen-Batteriesystemen, Zwischenladen, ...) können der jeweiligen Betriebsanleitung des Herstellers entnommen und in die Betriebsanweisung übernommen werden. Die Betriebsanweisung stellt die Grundlage für die Unterweisung dar.

4.3 Brandschutz

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind auch Brandschutzvorkehrungen zu prüfen und zu treffen. Bei technischen Defekten oder Gewaltschäden an einem Lithium-Ionen-Batteriesystem kann sich die chemisch gespeicherte Energie in thermische Energie umwandeln. Dem Betreiber wird empfohlen, Brandschutzmaßnahmen mit der zuständigen Feuerwehr und dem betrieblichen Sachversicherer abzustimmen.

Anmerkung: Zum Brandschutz beim Betrieb der Lithium-Ionen-Batteriesysteme existieren derzeit keine spezifischen gesetzlichen Vorschriften. Lagerung und Handhabung von einzelnen Zellen (keine Batteriesysteme) sind in VdS 3103 beschrieben.

„Bei den heutigen Fertigungsstandards kann man davon ausgehen, dass Lithium-Batterien bei ordnungsgemäßem Umgang und sachgerechter Handhabung als vergleichsweise sicher anzusehen sind.“ (VdS 3103, Kapitel 4)

Der Einbau der Lithium-Ionen-Batteriesysteme in FFZ erhöht die Betriebssicherheit und damit den Brandschutz deutlich.

4.3.1 Technische und räumliche Voraussetzungen

Es wird empfohlen, folgende Aspekte zu beachten:

- Die Ladestellen sollten den in Kapitel 5 genannten Mindestanforderungen entsprechen.
- Es sollten geeignete Feuerlöscheinrichtungen bereitgestellt werden (Feuerlöscher, Hydranten).
- Es sollte ein Ort bestimmt werden, der für das sichere Abstellen defekter FFZ bzw. defekter Batteriesysteme geeignet ist (z. B. eine Freifläche außerhalb von Gebäuden) und eine Möglichkeit zum Auffangen von Löschmitteln.
- Sollten Lithium-Ionen-Batteriesysteme außerhalb des FFZ gelagert werden, sind für die Lagerstätten gegebenenfalls zusätzliche Brandschutzmaßnahmen vorzusehen.

4.3.2 Organisatorische Maßnahmen

Da das Löschen von brennenden Lithium-Ionen-Batteriesystemen mit geeigneten Löschmitteln erfolgen muss, sollte die zuständige Feuerwehr im Vorfeld informiert werden bzw. die betrieblichen Brandschutzhelfer entsprechend geschult sein.

Anmerkung: Ein geeignetes Verfahren ist das Herunterkühlen mit Wasser. Entsprechend sollte der Abstellort und ggf. Ladestationen mit Löschmöglichkeiten ausgerüstet sein.

In der Betriebsanweisung sind typische Anzeichen möglicher Defekte (Fehleranzeigen, Erwärmung, beginnende Rauchbildung) von Lithium-Ionen-Batteriesystemen zu benennen. Als Brandschutzmaßnahmen sind mindestens folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Verhalten bei defekten Lithium-Ionen-Batteriesystemen (z. B. FFZ zum gesicherten Ort bringen)
- Hinweis auf die sofortige Alarmierung der Feuerwehr bzw. des betrieblichen Brandschutzes
- Löschhinweise (z. B. sofortige Brandbekämpfung, wenn ein Abtransport nicht möglich ist)
- Warnhinweise bzgl. auftretender gefährlicher Gase und/oder Stoffe und diesbezügliches Verhalten (z. B. Persönliche Schutzausrüstung (PSA) des Brandschutzhelfers, Evakuierung von Gefahrenbereichen). Siehe hierzu weiterführende Informationen des Sicherheitsdatenblattes

5. Installation des Lithium-Ionen-Batteriesystems im FFZ

5.1 Allgemein

Es sind zwei Fälle zu betrachten:

- Das Flurförderzeug wird ab Werk mit einem Lithium-Ionen-Batteriesystem ausgestattet.
- Es wird ein Lithium-Ionen-Batteriesystem nachgerüstet.

5.2 Ausrüstung ab Werk

Der Hersteller trägt die Verantwortung für die technische Ausführung und informiert den Betreiber in der Betriebsanleitung über die bestimmungsgemäße Verwendung und über notwendige Wartungen. Die korrekte technische Ausführung wird durch Anbringen der CE-Kennzeichnung sichtbar dokumentiert und mit Ausstellung der EU-Konformitätserklärung für das FFZ bescheinigt. Ein auswechselbares Lithium-Ionen-Batteriesystem besitzt eine eigenständige Kennzeichnung sowie EU-Konformitätserklärung (Details siehe Abschnitt 3.4).

5.3 Nachrüstung von Lithium-Ionen-Batteriesystemen

Hierbei ist wesentlich, ob das FFZ für den Betrieb mit einem Lithium-Ionen-Batteriesystem vorgesehen ist. Weiterhin gilt zu klären, inwiefern das System für den Einsatz in dem jeweiligen FFZ freigegeben ist und durch wen die Nachrüstung verantwortet wird.

5.3.1 Nachrüstung durch den FFZ-Hersteller (OEM)

Der Hersteller übernimmt hierbei die Verantwortung analog zu einem Neugerät, siehe Kapitel 5.2.

5.3.2 Nachrüstung durch den Betreiber oder Dritte

Erfolgt die Nachrüstung durch den Betreiber selbst, durch einen von ihm beauftragten Dienstleister oder durch den Batteriehersteller, sind Anforderungen sowohl an das FFZ als auch an das Lithium-Ionen-Batteriesystem, zwingend zu beachten. Werden die nachfolgend beschriebenen Mindestanforderungen nicht beachtet, muss davon ausgegangen werden, dass das nachgerüstete FFZ den Anforderungen der anwendbaren europäischen Richtlinien nicht mehr genügt und ein Betrieb nicht zulässig ist.

Die nachfolgend aufgeführten Bedingungen beschreiben lediglich die Mindestanforderungen, die im Sinne einer Schnittstellenbeschreibung beim Einbau eines Lithium-Ionen-Batteriesystems und der Verwendung der dazugehörigen Ladetechnik zu beachten sind.

Anmerkung: Für besondere Einsatzbedingungen können zusätzliche Anforderungen bestehen, die durch eine betriebliche Gefährdungsbeurteilung⁴ ermittelt werden müssen.

⁴ Arbeitsschutzbestimmungen

Die Risikobeurteilung⁵ obliegt demjenigen, der das Lithium-Ionen-Batteriesystem in das FFZ einbaut und die Ladetechnik bereitstellt. Dabei ist zu ermitteln, ob sich neue Gefährdungen ergeben haben oder ob sich ein bereits vorhandenes Risiko erhöht hat.

Anmerkung: Diese Risikobeurteilung kann z. B. unter Anwendung der Verfahren der EN ISO 12100 „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung“ durchgeführt werden.

Wenn neue Gefährdungen vorliegen oder wenn sich eine Erhöhung eines vorhandenen Risikos ergibt und deshalb eine sicherheitstechnische Veränderung des FFZ notwendig ist, liegt eine wesentliche Veränderung des FFZ vor, die zum Erlöschen der ursprünglich erklärten Konformität führt. In diesem Fall muss von demjenigen, der die Veränderung verantwortet, das Konformitätsbewertungsverfahren nach den anwendbaren aktuellen Richtlinien durchgeführt werden.

5.3.3 Anforderungen an das Flurförderzeug

Das FFZ darf nur mit einem Lithium-Ionen-Batteriesystem ausgerüstet werden, wenn der Hersteller des FFZ den Einsatz dafür vorgesehen hat. Dies ist dadurch begründet, dass es technische Unterschiede zwischen Blei-Säure-Batterien und Lithium-Ionen-Batteriesystemen gibt.

Wesentliche Abweichungen sind:

- Betriebsspannung
- Verhalten bei Energierückspeisung (Rekuperation)
- Abschalten vom Lithium-Ionen-Batteriesystem
- ggf. Gewicht und Schwerpunktlage

Anmerkung: Durch Nachrüstung des FFZ in ein nicht dafür vorgesehenes FFZ können erhebliche Risiken (zum Beispiel eingeschränkte Standsicherheit, Fehlfunktion der Bremsen) eintreten.

⁵ gemäß Maschinenrichtlinie

5.3.4 Anforderungen an das Lithium-Ionen-Batteriesystem

Das nachgerüstete Batteriesystem muss mindestens die nachfolgenden Anforderungen erfüllen. Abhängig vom Gerät und Einsatz kann der FFZ-Hersteller bzgl. der Eignung, siehe Abschnitt 5.3.3, noch weitere Anforderungen stellen.

- Nachweis der Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) gemäß DIN EN 12895 Flurförderzeuge – Elektromagnetische Verträglichkeit erbracht
- Nachweis der spezifischen, elektrischen und elektronischen Anforderungen beim Einsatz im FFZ gemäß DIN EN 1175 Sicherheit von Flurförderzeugen – Elektrische/Elektronische Anforderungen erbracht
- Lithium-Ionen-Batteriesystem und Ladetechnik sind kompatibel
- Mindestgewicht, Schwerpunkt, Abmessungen und mechanische Fixierung des Lithium-Ionen-Batteriesystems entsprechen der ursprünglich für das FFZ vorgesehenen Blei-Säure-Batterie.
- Nachweis der Eignung für die im FFZ zur Verfügung gestellten bzw. aufgenommenen Maximalspannung und -ströme muss erbracht werden
- Der Ladezustand des Lithium-Ionen-Batteriesystems muss dem Bediener eindeutig signalisiert werden

6. Laden und Handhaben von Lithium-Ionen-Batteriesystemen

Lithium-Ionen-Batteriesysteme kommunizieren über ein Bus-System mit dem Ladegerät. Durch den ständigen Datenaustausch ist ein sicheres und effizientes Laden gewährleistet. Die Hersteller bieten ein für das jeweilige Batteriesystem zugehörige Ladegeräte an.

6.1 Ladestellen

Hinsichtlich der Positionierung der Ladegeräte bestehen im Vergleich zu denen für Blei-Säure-Batterien neue Möglichkeiten. So können diese beispielsweise an Stellplätzen in der Nähe von Pausenräumen platziert werden. Weiterhin ist zu erwähnen, dass keine Wasserstoff-Ausgasung auftritt, da die Lithium-Ionen-Batterien während des Lade- und Entladevorgangs emissionsfrei sind. Aus diesem Grund sind keine technischen Maßnahmen bezüglich der Belüftung und der Luftumwälzung notwendig.

Vor dem Hintergrund der brandschutztechnischen Gegebenheiten gelten dieselben Bestimmungen, welche auch bei Ladegeräten von Blei-Säure-Batterien gelten. So muss ein Mindestabstand von 2,5 m zu brennbaren Materialien eingehalten werden.

Anmerkung: Die Arbeitsstättenverordnung muss beachtet werden (Notausgänge, Fluchtwege, Verkehrswege, ... müssen freigehalten werden).

6.2 Zwischenladen

Lithium-Ionen-Batteriesysteme bieten den Vorteil, dass diese zwischengeladen und die FFZ dadurch zu jedem Zeitpunkt geladen werden können. Hierdurch lassen sich in der Regel kürzere Ladezeiten erzielen und es kann zudem mit höheren Strömen geladen werden. Aufgrund der Zwischenladung kann häufig weiterhin mit einer geringeren Batterie-Kapazität gefahren werden.

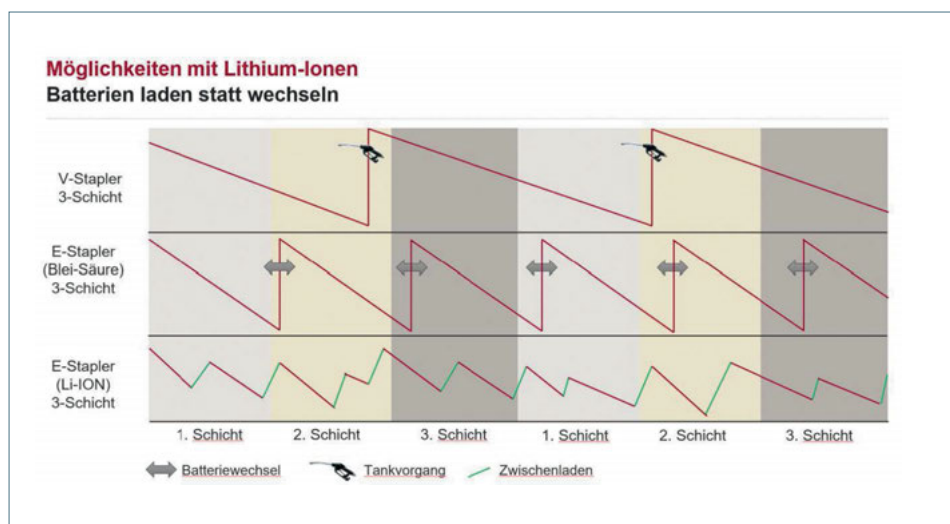


Abbildung 4: Vergleich Energieladezyklen

Um das Zwischenladen zu erleichtern, können FFZ über einen einfach zugänglichen Ladestecker verfügen. In der Praxis lässt sich das Nutzungsprofil eines Lithium-Ionen-Batteriesystems durch eine „Sägezahnkurve“ beschreiben (siehe Abbildung 4). Das Energiemanagement ist in diesem Zusammenhang ein wichtiger Aspekt und besitzt einen wesentlichen Einfluss auf die Verfügbarkeit der eingesetzten FFZ.

6.3 Pflege und Wartung

Der Pflege- und Wartungsaufwand ist gegenüber Blei-Säure-Batterien deutlich reduziert. Bei der wiederkehrenden Prüfung des FFZ, ausgeführt durch eine befähigte Person, sind Prüfung der Batteriestecker-Verkabelung und des Batteriesteckers auf Beschädigungen sowie des Batteriezustands empfohlen. Zusätzlich empfiehlt es sich, die Batteriespannung und das Batteriegewicht auf lt. Kennzeichnung des Lithium-Ionen-Batteriesystems gegen die Angaben auf dem Fabrik-schild am FFZ zu prüfen.

6.4 Störungen am Lithium-Ionen-Batteriesystem

Elektrisch und/oder mechanisch schadhafte bzw. beschädigte Lithium-Ionen-Batteriesysteme dürfen nicht genutzt werden, sind zu separieren und der autorisierte Service-Betrieb ist zu kontaktieren. Sofern bei Warnmeldungen durch den Anwender vor Ort Maßnahmen vorgenommen werden sollen, dürfen diese nur durch geschultes Personal durchgeführt werden. Sind mechanische Beschädigungen sichtbar sein, muss sowohl das geschulte Personal als auch der Servicetechniker informiert werden. Letzterer leitet erforderliche Maßnahmen ein. Hinweise zu Maßnahmen bei Störungen werden in der Betriebsanleitung beschrieben und sind in die Betriebsanweisung zu übernehmen.

7. Transport, Lagerung und Rücknahme von Lithium-Ionen-Batteriesystemen

7.1 Allgemein

Im folgenden Abschnitt beziehen sich die getätigten Aussagen auf den Einsatz funktionsfähiger, nicht beschädigter Lithium-Ionen-Batteriesysteme.

7.2 Transport

Hinsichtlich des Transports lassen sich zwei Unterscheidungen treffen. Lithium-Ionen-Batteriesysteme können im FFZ selbst aber auch separat transportiert werden.

7.2.1 Transport im Flurförderzeug

Ein Lithium-Ionen-Batteriesystem, welches im FFZ verbaut ist, kann ohne besondere Vorkehrungen transportiert werden. Für den Transport ist die UN3171 zu beachten, in der unter anderem wichtige Hinweise bezüglich möglicher Gefahrensituationen enthalten sind.



Abbildung 5: Gefahrgutkennzeichnung für Lithium-Ionen-Batteriesysteme

7.2.2 Transport separat

Der Transport eines separaten Lithium-Ionen-Batteriesystems hat gemäß der UN3480 zu erfolgen und stellt ein Gefahrguttransport der Klasse 9A dar. Diese beinhaltet alle wesentlichen Informationen hinsichtlich des Transports und gilt jeweils in der gültigen Fassung. Die Abbildung 5 zeigt das entsprechende Gefahrgutkennzeichen, welche bei separatem Transport des Lithium-Ionen-Batteriesystems von außen sichtbar anzubringen ist.

Anmerkung: Weitere Informationen im Merkblatt⁶ des ZVEI Fachverbands Batterien bzw. im Merkblatt⁷ des ZVEI Fachverband Elektrowerkzeuge.

7.3 Lagerung

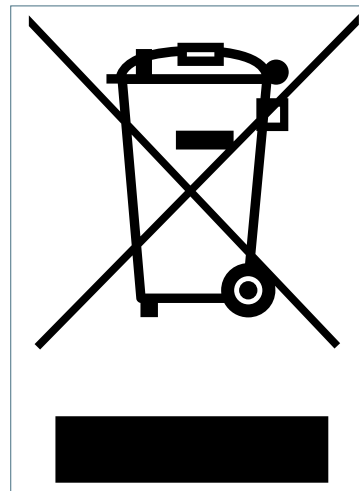
Elementare Hinweise für die Lagerung funktionsfähiger Lithium-Ionen-Batteriesysteme sind dem Merkblatt VdS 3103⁸ zu entnehmen. Die Lagerungsbedingungen sind mit den Betriebsanleitungen der Hersteller abzugleichen. Dabei muss insbesondere eine regelmäßige Überprüfung des Ladezustands der Batterie stattfinden, um eine für das Batteriesystem schädliche Tiefentladung zu vermeiden.

6 https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Verband/Fachverbände/Batterien/Merkblaetter/Allgemeine_Informationen/ZVEI_05_Transport_von_Batterien.pdf
 7 https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Verband/Fachverbände/Batterien/Merkblaetter/Allgemeine_Informationen/ZVEI_05_Transport_von_Batterien.pdf
 8 <https://shop.vds.de/de/download/0b024037120d7e2545b91956911b4d67/>

7.4 Rücknahme und Entsorgung

Die Lithium-Ionen-Batteriesysteme müssen ordnungsgemäß entsorgt werden und sind mit dem Symbol der getrennten Sammlung (angezeigt mittels durchgestrichener Mülltonne) gekennzeichnet.

Der Hersteller bzw. der Inverkehrbringer ist laut der Batterierichtlinie 2006/66/EG dazu verpflichtet, eine Rücknahme der Alt-Lithium-Ionen-Batteriesysteme anzubieten. Die daraus abgeleiteten jeweiligen nationalen Regelungen, z. B. in Deutschland das „Batteriegelgesetz“ (BattG), sind zu beachten. Hinweise zur Rücknahme und Entsorgung sind den Betriebsanleitungen der Hersteller zu entnehmen.



Bildquellen

- Titel: © Sergii Chernov_fotolia.com
 S. 7 Abb. 1: unbekannt
 S. 9 Abb. 2: VDMA
 S.10 Abb. 3 (li.) STILL GmbH);
 Ringe: Toyota Material Handling
 S.16 Abb. 4: Linde Material Handling
 S.18 Abb. 5: derivative work: Biezl (Diskussion)
 S.19 European Union

VDMA**Fördertechnik und Intralogistik**

Lyoner Straße 18

60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1507

E-Mail foerd@vdma.org

Internet <https://foerd.vdma.org/>

ZVEI**Zentralverband Elektrotechnik- und
Elektronikindustrie e.V.**

Lyoner Straße 9

60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6302-0

E-Mail zvei(at)zvei.org

Internet www.zvei.org