

Studie: Technologiefolgenabschätzung und Prüfrichtlinien von lithiumhaltigen Batterien

Schlussbericht V1.1, Dr. Benno J. Züger, April 2017

Ende 2015 erteilte die armasuisse dem BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung (ESReC) den Auftrag, eine Technologiefolgenabschätzung von lithiumhaltigen Batterien (LIB) durchzuführen. Diese geht auch auf aktuell einzuhaltende Prüfrichtlinien und relevante Normen ein, die für den Einsatz von LIB in der Armee relevant sind. Daraus ist die Studie «Technologiefolgenabschätzung und Prüfrichtlinien von lithiumhaltigen Batterien» entstanden, die seit April 2017 in der gedruckten Version V1.1 vorliegt. Dieser Bericht ist nicht nur für die armasuisse und Logistik der Armee von Interesse, sondern für alle Personen, die mit LIB zu tun haben und für deren Beschaffung, Transport, Lagerung, Anwendung oder Entsorgung zuständig sind.

Das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) hat die Arbeiten für diese Studie finanziert.



Bezugsmöglichkeiten

Die Studie kann ab ca. Ende Juni auf bfh.ch/energy/publikationen heruntergeladen oder als Druckversion bestellt werden.

Die gedruckte Version (124 Seiten) ist für 30 CHF erhältlich (Lieferung gegen Rechnung).

Zum Herunterladen der Studie müssen die E-Mail-Adresse sowie Vor- und Nachname und die Anrede hinterlegt werden. Der/die Besteller/in erteilt damit dem BFH-Zentrum die Erlaubnis, die Angaben in die Verteilerliste des Newsletters aufzunehmen.

Inhalt der Studie (Executive Summary)

Die Studie «Technologiefolgenabschätzung und Prüfrichtlinien von lithiumhaltigen Batterien» (LIB) wurde im Auftrag der armasuisse von der Berner Fachhochschule (BFH-TI) am BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung (ESReC) durchgeführt. Eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe aus Industrie und Akademie begleitete und begutachtete die Studie bzw. den Bericht.

Die armasuisse hat auf Grund von Vorfällen, z. B. Li-Ionen-Batterie-Bränden, Bedenken bezüglich Sicherheit und Handhabung dieser zunehmend eingesetzten LIB-Technologie. Um einen aktuellen Überblick und eine Bewertung des Standes der Technik und der relevanten Richtlinien zu erhalten, hat armasuisse das ESReC beauftragt, aus Erfahrungen in der Anwendung von LIB und bestehendem Expertenwissen zu den aktuellen Forschungen & Entwicklungen den Bericht zu erarbeiten.

Mittlerweile gibt es eine riesige Vielfalt an LIB-Typen und Bauformen für verschiedenste Anwendungen, viel Zubehör für deren Betrieb und Aufladen sowie Schutzeinrichtungen für Transport und Lagerung. Eine allgemeine Vorschrift zur Handhabung von LIBs ist daher nicht zielführend, sondern es braucht ein Grundverständnis des Anwenders für LIB und deren Risiko-Potential wie auch dessen Minimierung in allen armasuisse «LIB-Anwendungen».

Der Bericht ist so aufgebaut, dass er speziell dem technisch versierten Erstanwender hilft, rasch ein gutes Verständnis der LIB-Technologie und deren Anwendungen zu bekommen. Der Leser wird in die Grundzüge der Li-Ionen-Batterie eingeführt – die häufigste wiederaufladbare LIB-Technologie – um mit den Besonderheiten dieser Batterien vertraut zu werden.

LIB sind zurzeit die leistungsstärksten Batterien, aber sie sind auch Gefahrgut, dessen Behandlung bei Transporten und in der Entsorgung gesetzlich geregelt ist. Für die Lagerung fehlt bis heute die Rahmengesetzgebung. Nach der Einführung in die Li-Ionen-Technologie werden daher in vier ausführlichen Kapiteln die Themen «Gesetze, Normen und Vorschriften», «Sicherheitsaspekte», «Risikoanalyse» und «Erfahrungsberichte» behandelt.

Die Studie gibt im abschliessenden Kapitel dieses Berichts zu den fünf Lebensphasen «Beschaffung», «Lagerung», «Transport», «Anwendung» und «Entsorgung» Empfehlungen in Form von Hinweisen auf die wichtigsten Dinge, die der Anwender beachten und keinesfalls vergessen sollte. Die Hinweise sind kompakt auf 2 - 3 Seiten zusammengefasst mit Verweisen zu entsprechenden Textstellen im Bericht. Zum Beispiel zeigt sich daraus, dass die LIB-Anwendung bei armasuisse grosse Datenbestände zu LIB zur Folge haben wird, d. h. die Lagerbewirtschaftung muss Daten zur individuellen Lebensgeschichte von grösseren Li-Ionen-Batterien (techn. Spezifikation, Gebrauch, Ladezyklen, Betriebsdauer etc.) berücksichtigen. Auch sind für grössere Li-Ionen-Batterien u. U. einfache messtechnische Einrichtungen nötig, um deren «Gesundheitszustand» vor dem Ein- bzw. Auslagern beurteilen zu können. Ebenso sind risikominimierende Massnahmen bei der Lagerung, Handhabung und dem Transport von grösseren LIB-Mengen anzuwenden.

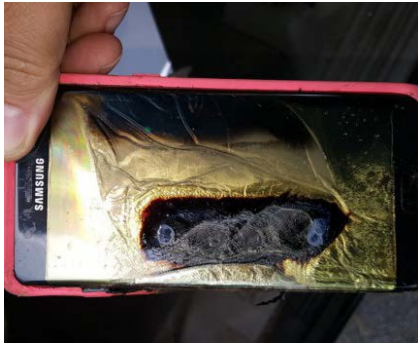
In der Industrie wird fast ausschliesslich mit neuen Akkumulatoren gearbeitet. Im Gegensatz dazu wird in der Armee jahrelang mit gebrauchten Akkumulatoren hantiert, die ständig im Umlauf sind. Sie werden transportiert, eingesetzt und ins Lager zurückgebracht. Der sichere Betrieb mit Akkumulatoren muss während des ganzen Lebensweges gewährleistet sein. Unser generelles Fazit ist, dass mit einer guten Auswahl und einer sorgfältigen Handhabung der LIB – gemäss den aufgeführten Empfehlungen – ihr sicherer Einsatz bedenkenlos möglich ist.

Hier folgend sind Auszüge aus dem Kapitel 1, Einleitung, aufgeführt sowie das Inhaltsverzeichnis.

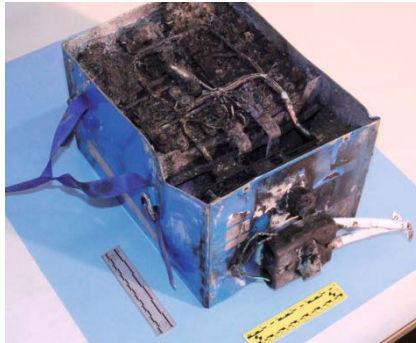
1.1 Ausgangslage

An allen Standorten (Kasernen, Schiessplätze, Zentrallager usw.) des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS soll ein sicherer Umgang mit Batterien unterschiedlicher Technologien gewährleistet werden.

LIB bergen ein nicht vernachlässigbares Gefahrenpotential. Das ist auch der Grund weshalb LIB im Transportwesen als Gefahrgut deklariert werden und entsprechende Transportprozesse eingehalten werden müssen. Zur Verdeutlichung sind im Folgenden drei Beispiele von Vorfällen mit Li-Ionen-Batterien aufgeführt, ohne an dieser Stelle weiter darauf einzugehen.



2016: Mehrere Thermal Runaways des Handy Akkus ‚Galaxy Note 7‘ von Samsung . Diese Handyserie wurde zurückgerufen.¹



2013: Thermal Runaways bei Energieversorgungssystem von Boeing 787 Dreamliner. Viermal Probleme, zweimal brannte es.²



2013: Batteriebrand eines Tesla Model S ausgelöst durch Kollision mit einem harten Metallgegenstand.³

Aufgrund der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung und der damit hervorgerufenen physikalischen Eigenschaften und der relativ hohen Energiedichte verschiedener Batterietechnologien werden beim Umgang mit Batterien spezifische Sicherheitsmassnahmen vorausgesetzt. Um den sicheren Betrieb während der gesamten Batterielebensdauer zu gewährleisten, ist eine gründliche Bewertung verschiedener Akkumulatoren-Technologien, deren sicherer Betriebsweise und Lagerung notwendig.

1.2 Zielsetzung der Studie

Im Rahmen dieses Projektes der armasuisse soll eine Technologiefolgenabschätzung (TA) von gängigen und potentiell künftigen Batterietechnologien erstellt werden. Die TA beinhaltet auch eine Risikoanalyse, die in einem separaten Dokument erstellt wird und auf eine zuvor definierte Anwendung und einen ausgewählten Batterietypen eingehen soll. Die Studie soll auch eine Zusammenstellung von Vorschriften, Prüfrichtlinien und Normen beinhalten, welche Li-Ionen-Batterien betreffen.

Die **Studie konzentriert sich auf Li-Ionen-Batterien**, denn diese Akku-Technologie wird den Kleingerätemarkt während der nächsten 5-10 Jahre vorwiegend dominieren und wird in der Elektromobilität und für stationäre Speicheranwendungen immer wichtiger. Gemäss Information der armasuisse rechtfertigen bis anhin mit Pb-, NiCd- oder NiMH-Akkus eingetretene Zwischenfälle keine auf diese Akkutechnologien spezifizierte Sicherheitsstudie.

Für die theoretische Untersuchung der TA wird in erster Linie in gängiger Literatur (wissenschaftliche Publikationen, Normendatenbanken, Bücher, Datenblätter, Internet u.a.) recherchiert und gleichzeitig anhand eigener theoretischer und experimenteller Erfahrungen sowie gesammelter Daten ein ausführlicher Bericht erstellt. Am Ende des Dokumentes sollen die wichtigsten Erkenntnisse aus der Studie in fünf Empfehlungen (Kapitel 8) zusammengefasst werden.

¹ <http://www.srf.ch/sendungen/kassensturz-espresso/ueberhitzte-handys-kein-grund-zur-panik> (03.2017)

² https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner_battery_problems (03.2017)

³ <https://ecomento.tv/2013/10/28/us-behoerde-nhtsa-tesla-model-s-sicher-brand-muss-nicht-untersucht-werden/> (03.2017)



Inhaltsverzeichnis

1	Executive Summary
2	Einleitung
2.1	Ausgangslage
2.2	Zielsetzung der Studie
2.3	Batterie-Lebensphasen bei armasuisse
2.4	Zum Inhalt
3	Einführung Batterie
3.1	Batterie-Grundlagen am Beispiel der Li-Ionen-Batterie
3.2	Energiedichte einiger ausgewählter Materialien
3.3	Ausblick
3.4	Nachträge
4	Gesetze, Normen und Vorschriften
4.1	Übersicht über aktuelle Batterie Normen und Standards
4.2	Prüfung und Sicherheitsanforderungen an Batterien
4.3	Inverkehrbringen und Rücknahme von Batterien
4.4	Sachgerechter Umgang
4.5	Lagerung
4.6	Rücknahme und Recycling oder Entsorgung
4.7	Transportvorschriften Batterien
4.8	Ergänzende Literatur und Links zum Thema Transport von LIB
5	Sicherheitsaspekte
5.1	Sicherheit von Batterie-Materialien
5.2	Sicherheitsmanagement
5.3	Behandlung von brennenden Li-Ionen-Batterien
5.4	Weiterführende Literatur zum Thema Sicherheit von LIB
5.5	Zusammenfassung
6	Risikoanalyse
6.1	Durchführung der Risikoanalyse
7	Erfahrungsberichte / Firmenbesuche
7.1	Firma Kyburz Switzerland AG
7.2	BATREC Industrie AG - Batterie-Recycling
7.3	Munitionsverantwortlicher armasuisse
7.4	Besuch Batterielager im Armeelogistikcenter Thun (ALC-T)
8	Empfehlungen
8.1	Empfehlung Beschaffung
8.2	Empfehlung Lagerung
8.3	Empfehlung Transport
8.4	Empfehlung Anwendung
8.5	Empfehlung Entsorgung
9	Abbildungsverzeichnis
10	Tabellenverzeichnis
11	Glossar
11.1	Begriffserklärungen
11.2	Abkürzungsverzeichnis
12	Literaturverzeichnis
13	Anhang
13.1	Normenorganisationen
13.2	EN, IEC und ISO Normen
13.3	Nordamerikanische und weitere Normen
13.4	Li-Ionen-Batterie Typen und ihre Eigenschaften
13.5	EUCAR Hazard Levels and Description