

Blei- und Lithium-Ionen-Batterien in Rechenzentren

Ein Vergleich

www.bitkom.org

bitkom

Herausgeber

Bitkom
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.
Albrechtstraße 10 | 10117 Berlin
T 030 27576-0
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Ansprechpartner

Dr. Roman Bansen | Bitkom e.V.
T 030 27576-270 | r.bansen@bitkom.org

Verantwortliche Bitkom-Gremien

AK Rechenzentren

Autoren

Roman Bansen | Bitkom e.V.
Klaus Clasen | Notstromtechnik-Clasen GmbH
Thomas Grüschow | TÜV SÜD AG
Manuel Mair | Huawei Technologies Deutschland GmbH
Michael Schumacher | CANCOM physical infrastructure GmbH
Mike Stechel | Notstromtechnik-Clasen GmbH

Satz & Layout

Katrin Krause | Bitkom e.V.

Titelbild

© xiaoliangge | stock.adobe.com

Copyright

Bitkom 2021

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Zielsetzung	2
1.2	Einführung	2
1.3	Die betrachteten Batterietypen	3
2	Nennenden der Batterietypen	4
3	Betriebsparameter im Vergleich	5
4	Lade- und Entladeverhalten	6
5	Risiken	7
6	Kosten	10
7	Transportbestimmungen	11
8	Umweltaspekte und Ressourcen	12
9	Fazit	13
10	Quellen	14

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Für wichtige und kritische Anwendungen in Rechenzentren ist die unterbrechungsfreie Stromversorgung essenziell. Kurzzeitige Netzausfälle werden dabei durch Energiespeicher, häufig durch Batterieanlagen überbrückt.

In diesem Dokument werden die marktüblichen Batterieanlagen in Blei-Säure- und Lithium-Ionen-Bauart beschrieben und ihre Eigenschaften verglichen.

1.2 Einführung

Es existieren verschiedene Energiespeicher für USV-Anlagen. Für USV-Anlagen aller Größenordnungen kommen bisher mit großer Mehrheit Bleibatterien in verschiedenen Bauarten zum Einsatz. Seit ein paar Jahren werden vermehrt Lithium-Ionen-Batterien für USV-Anlagen angeboten, eine Technologie, die bereits im Mobilitätssektor erfolgreich Einzug gehalten hat.

In diesem Positionspapier werden Blei-Säure-Akkus in verschlossener Bauart (VRLA) und Li-Ionen-Batterien in zwei Bauarten verglichen, womit sich eine sehr große Marktabdeckung ergibt. Andere technisch interessante – aber nicht im Markt verbreitete – Technologien werden hier nicht betrachtet.

Während die Lithium-Ionen-Batterien in den Bereichen Consumer Electronics (Mobiltelefone, Tablets, Laptops, etc.) und Elektromobilität (E-Bike, E-Auto, etc.) ihre Vorteile des im Vergleich zu Blei-Batterien geringeren Gewichts und geringeren Volumens voll ausspielen können, soll hier die Eignung für den stationären Einsatz in Rechenzentren betrachtet werden.

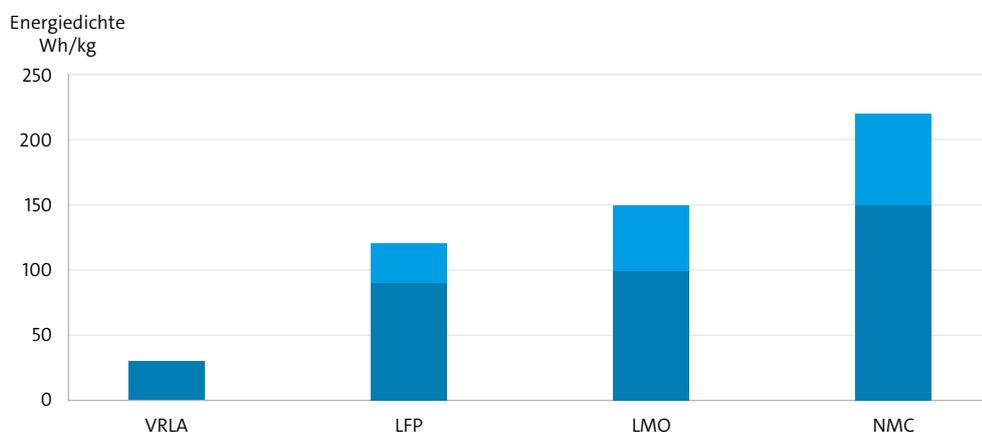


Abbildung 1: Verhältnis zwischen Energiedichte und Gewicht und somit auch das benötigte Volumen / den benötigten Platz für die jeweilige Technologie. Der nach oben abgesetzte Bereich der einzelnen Balken stellt den Toleranzbereich dar.

1.3 Die betrachteten Batterietypen

Es werden im Folgenden verschiedene Arten stationärer Energiespeicher betrachtet, die klassische Bleibatterie in ihrer typischen Ausführung sowie mehrere Ausführungen von Lithium-Ionen-Batterien:

- Verschlossene Blei-/Säure-Akkumulatoren in **VRLA**-Bauweise – VRLA englisch für: valve-regulated lead-acid battery (ventilgeregelte Blei-Säure-Batterie)
- Lithium-Mangan-Akkumulator (**LMO**) – Chemische Formel: LiMn_2O_2 bzw. LiMn_2O_4
- Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Akkumulator (**NMC**) – Chemische Formel: $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$
- Lithium-Eisenphosphat-Akkumulator (**LFP**) – Chemische Formel: LiFePO_4

Im Rahmen dieses Dokumentes werden die beiden Zell-Chemien NMC und LMO zusammengefasst, wohl wissend um die Unterschiede in der spezifischen Energiedichte und die Ladezyklen, welche aber weniger ausschlaggebend sind in der einzelnen Bewertung.

Die oben **fett** markierten Abkürzungen werden im weiteren Dokument verwendet.

2 Nennenden der Batterietypen

In der untenstehenden Tabelle sind die grundlegenden technische Kennenden der im Vergleich stehenden Technologien VRLA und Lithium-Ionen und die für den Vergleich herangezogenen Zellchemien der Lithium-Ionen Batterien aufgeführt.

Nennenden	VRLA	LMO/NMC	LFP
Nennspannung	2,0 V/Z	3,7 V/Z	3,3 V/Z
Kapazität/Gewicht	30 Wh/kg	100-220 Wh/kg	90-120 Wh/kg
Empf. Ladezustand	100 %	80-90 %	100 %
Gebrauchsdauer in Jahren	10/12/15	15	15
Entladeschlussspannung	1,65 V/Z	2,5 V/Z	2,5 V/Z

In dem in diesem Papier betrachtenden Einsatzfall als stationäre Energiespeicher für die Verwendung in Kombination mit einer USV-Anlage als unterbrechungsfreie Energieversorgung muss auf das Gefährdungsrisiko für Personen hinsichtlich der technisch bedingten hohen Gleichstrom-Zwischenkreisspannung von 380 V bis 800 V hingewiesen werden. Das gilt sowohl für die VRLA als auch für die Lithium-Ionen Technologie.

Klarer Unterschied zwischen den beiden Technologien besteht in der Energiedichte im Verhältnis zum Gewicht und Platzbedarf. Hier ist die Lithium-Ionen-Batterie klar im Vorteil.

Die unterschiedliche Gebrauchsdauer von VRLA-Batterien ergibt sich gemäß EUROBAT. Für Li-Ionen-Batterien gibt es vergleichbare Festlegungen aktuell noch nicht.

3 Betriebsparameter im Vergleich

Die Technologien unterscheiden sich auch bezüglich Ihrer Betriebsparameter, die entscheiden- den sind in der unten dargestellten Auflistung aufgeführt.

Nenndaten	VRLA	LMO/NMC	LFP
Empfohlene Betriebstemperatur	→ 20-25°C	→ 20-25°C	→ 20-25°C
Wartungsfrei nach DIN	↑ Ja	↑ Ja	↑ Ja
Gasung	↓ Ja	↑ Nein	↑ Nein
Belüftung erforderlich	↓ Ja	↑ Nein	↑ Nein
Montage	↑ In Schränken oder auf Gestellen	→ In spezifischen Schränken der Hersteller	→ In spezifischen Schränken der Hersteller

Der entscheidende Unterschied hinsichtlich der Betriebsparameter bei diesen beiden Technolo- gien ist das Thema Ausgasung und die dadurch notwendige Belüftung bei der VRLA-Batterie. Zusätzlich ist noch zu erwähnen, dass die Lithium-Ionen Technologie auch bei weitaus höheren Umgebungstemperaturen (vergleichbar der Rahmenbedingungen einer USV-Anlage) betrieben werden können. Bei der VRLA-Batterie wird die erhöhte Umgebungstemperatur (>25°C) durch eine Überdimensionierung, die ein erhöhtes Investment zur Folge hat, realisiert.

Lithium-Ionen Batterien werden in sogenannten Batteriemodulen ausgeführt und hierfür wird ein Systemschrank von dem jeweiligen Hersteller benötigt, in dem diese Batteriemodule in die dafür vorgesehenen Schächte eingeschoben werden. Die VRLA-Batterie hingegen kann auf handelsüblichen Batteriegestellen / Batterieschränken (herstellerunabhängig) aufgebaut werden.

4 Lade- und Entladeverhalten

Ein weiterer Vergleich der beiden Technologien wird bezüglich dem Lade- und Entladeverhalten basierend auf den in der untenstehenden Tabelle aufgelisteten Faktoren vorgenommen.

Nenndaten	VRLA	LMO/NMC	LFP
Memory Effekt	↑ Nein	↑ Nein	↑ Nein
Balancing erforderlich	↑ Nein	→ Ja	→ Ja
BMS mit Einzelzellmanagement erforderlich	↑ Nein	→ Ja	→ Ja
Wiederaufladung nach Tiefentladung (Tiefentladungsschutzparametrierung vorausgesetzt)	Ja	Ja bzw. mit Einschränkung möglich; evtl. Reaktivierung durch Hersteller	Ja bzw. mit Einschränkung möglich; evtl. Reaktivierung durch Hersteller
Eignung zur Schnellladung	↑ Hoch	↑ Hoch	↑ Hoch
Eignung Hochstrom-Kurzzeitentladung	→ Gut	→ Gut	↑ Sehr gut
Begrenzung Temperatur bei Entladung erforderlich	↑ Nein	→ Ja	→ Ja

Es ist richtig, dass bei einer VRLA-Batterie ein Batteriemanagementsystem (BMS) im Gegensatz zur Lithium-Ionen-Batterie nicht zwingend notwendig ist, aber es muss auch erwähnt werden, dass das BMS durch das Balancing und Überwachung der unterschiedlichen Betriebsparameter wie z.B. Ladeströme, Temperatur, etc. die Verfügbarkeit der Batterieanlage durchaus erhöht. Obwohl eine Begrenzung der Temperatur bei der Entladung der VRLA-Batterie nicht erforderlich ist sollte ein Batteriemanagementsystem dennoch zur Erhöhung der Sicherheit und Gebrauchsdauer in Erwägung gezogen werden.

5 Risiken

Die auf der folgenden Seite stehende Tabelle befasst sich mit den wesentlichen Risiken der beiden Technologien und im Grundsatz mit dem Thema Brandverhalten/Eigensicherheit. Eine Betrachtung der Risiken basiert immer aus der Kombination von Eintrittswahrscheinlichkeit (ETW) und Auswirkung (AW) und die daraus abgeleiteten Absicherungs- und Vermeidungsrelevanz (AVR). Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird unterteilt von sehr gering, gering, mittel bis hoch. Die Auswirkung wird in gering, mittel, hoch und kritisch unterteilt und die Absicherungs- und Vermeidungsrelevanz wird von gering über abwägend, wichtig bis hin zu absolut festgelegt.

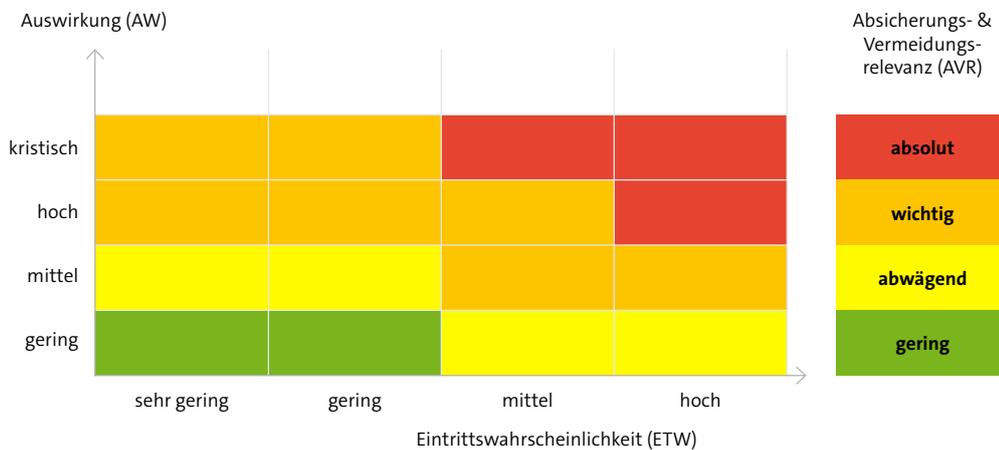


Abbildung 2: Betrachtung von Risiken als Kombination aus Eintrittswahrscheinlichkeit (ETW), Auswirkung (AW) sowie Absicherungs- und Vermeidungsrelevanz (AVR)

Nennungen	VRLA	LMO/NMC	LFP
Brandgefahr	↑ ETW: sehr gering AW: mittel bis hoch AVR: abwägend	↓ ETW: mittel AW: hoch bis kritisch AVR: wichtig bis absolut	→ ETW: gering bis mittel AW: mittel bis kritisch AVR: wichtig bis absolut
Löschung	↑ Möglich	→ Möglich, aber höherer Aufwand bei der Detektion und längere Haltezeit erforderlich	→ Möglich, aber höherer Aufwand bei der Detektion und längere Haltezeit erforderlich
Löschmittel	Wasser, Inertgase	Stickstoff, spezielle Löschmittel auf Modulebene	Stickstoff, spezielle Löschmittel auf Modulebene
Wasserstoffbildung	↓ Ja, Explosionsgefahr ETW: mittel bis hoch AW: hoch bis kritisch AVR: absolut	↑ Nein ETW: - AW: - AVR: -	↑ Nein ETW: - AW: - AVR: -
Verdünnte Schwefelsäure (Austritt, aber erst bei Leckage oder Feuer)	→ (ätzend, giftig) ETW: Hoch (da immer gegeben) AW: gering bis mittel AVR: abwägend	↑ Nein ETW: - AW: - AVR: -	↑ Nein ETW: - AW: - AVR: -
Fluorierter Elektrolyt oder ähnlich (Austritt, aber erst bei Leckage oder Feuer)	↑ Nein ETW: - AW: - AVR: -	→ (ätzend, giftig) ETW: Hoch (da immer gegeben) AW: gering bis mittel AVR: abwägend	→ (ätzend, giftig) ETW: Hoch (da immer gegeben) AW: gering bis mittel AVR: abwägend
thermisches Durchgehen der aktiven Masse, da hoher chemischer Energiegehalt (Eintritt durch mechanische Beschädigung oder Übertemperatur)	↑ ETW: sehr gering AW: mittel bis hoch AVR: abwägend	↓ ETW: mittel AW: hoch bis kritisch AVR: wichtig bis absolut	→ ETW: gering bis mittel AW: mittel bis kritisch AVR: wichtig bis absolut

ETW: Eintrittswahrscheinlichkeit; AW: Auswirkungen; AVR: Absicherungs- & Vermeidungs-Relevanz

In diesem Vergleich zeigt sich, dass die VRLA-Batterie in Bezug auf Brandverhalten/Eigensicherheit hier einen Vorteil mit sich bringt. Aber auch hier ist das bereits im obigen Vergleich erwähnte Batteriemanagementsystem der Lithium-Ionen Batterie sehr hilfreich in Bezug auf die Erhöhung der Eigensicherheit der Lithium-Ionen-Batterie durch die ständige Überwachung der Betriebsparameter.

Durch eine risikogerechte Nutzung aller brandschutztechnischen Möglichkeiten (baulicher, technischer und organisatorischer Brandschutz) erstelltes ganzheitliches Brandschutzkonzept, kann ein wirksamer Schutz beim Betrieb von Lithium-Ionen-Batterie gewährleistet werden.

Der wesentliche Bestandteil hierbei ist die frühzeitige Detektion (Erfassen des Austrittes von Weichmachern, Elektrolytgasen, -dämpfen) und somit die rechtzeitige Einleitung des Löschgases zu gewährleisten und somit der Entstehung eines »Thermal-Runaway« entgegen zu wirken.

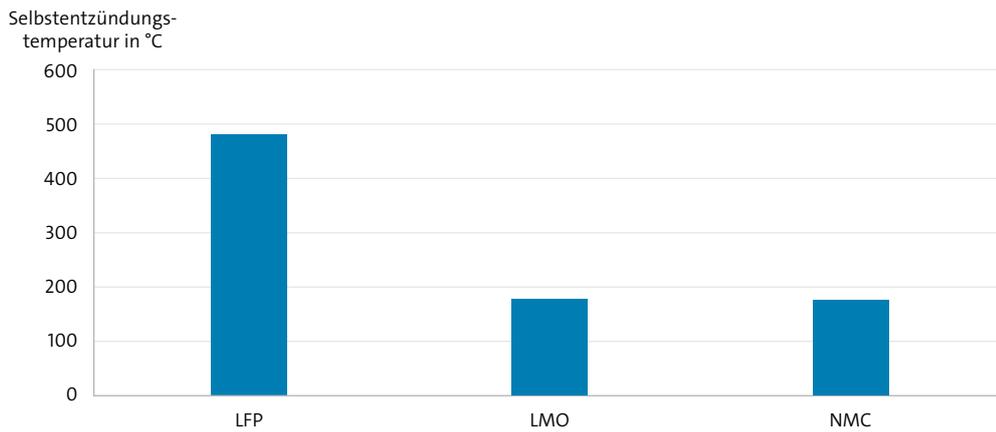


Abbildung 3: Die Grafik zeigt, ab welcher Temperatur bezogen auf die jeweilige Zellenchemie bei den Lithium-Ionen Batterien der Effekt des thermischen Durchgehens zur Selbstentzündung führt. Außerdem muss erwähnt werden, dass beim Brand bei den Zellenchemien LMO und NMC zusätzlich Sauerstoff erzeugt und freigegeben wird und somit eine exotherme Reaktion entsteht. Die VRLA-Batterie ist in dieser Grafik nicht enthalten, da hier keine Selbstentzündung auftritt.

6 Kosten

Ein wesentliches Vergleichskriterium neben all den unterschiedlichen technischen Faktoren sind die jeweiligen Investitions- und Betriebskosten der im Vergleich stehenden Batterietechnologien.

Neendaten	VRLA	LMO/NMC	LFP
Systemkosten (inkl. Schrank bzw. Gestell)	↑ Niedrig	→ Hoch, Tendenz fallend	→ Hoch, Tendenz fallen
Batteriekosten	↑ Niedrig	→ Hoch, Tendenz fallend (ca. 2 bis 3 mal so hoch wie 12-Jahres-VRLA)	→ Hoch, Tendenz fallend (ca. 2 bis 3 mal so hoch wie 12-Jahres-VRLA)
Wartungskosten	→ Niedrig	↑ Keine	↑ Keine
Instandsetzungskosten	↑ Niedrig	→ Mittel, zum Teil nur vom Spezialisten oder Hersteller möglich	→ Mittel, zum Teil nur vom Spezialisten oder Hersteller möglich
Rücknahmevergütung / Recyclingkosten	↑ Gutschrift ca. +450,-€/t	↓ Berechnung ca. -1800,-€/t; zzgl. Transportkosten	↓ Berechnung ca. -1800,-€/t; zzgl. Transportkosten

Wie in der Einleitung zu diesem Vergleich hinsichtlich der Kosten schon erwähnt, muss man diese in die Kategorien CAPEX (Invest) und OPEX (Betrieb) unbedingt unterteilen. Um einen aussagekräftigen Vergleich der beiden Technologien durchzuführen, sollte eine TCO-Betrachtung (Total Cost of Ownership) auf 15 Jahre gemacht werden, d.h. die gesamthaft notwendigen Invest- und Betriebskosten für diesen Zeitraum müssen für diesen Vergleich herangezogen werden.

Zusätzlich muss herausgestellt werden, dass die Beschaffungskosten für Lithium-Ionen Batterien in den letzten Jahren dramatisch gesunken sind und die Aussage in der oben dargestellten Tabelle bezüglich der System- und Batteriekosten nur eine Momentaufnahme sein kann, denn auch in den nächsten Jahren wird sich dieser Trend ungebremst bezüglich der weiteren Industrialisierung dieser Technologie fortsetzen.

Desweiteren muss man davon ausgehen, dass Aufgrund der aufgezeigten höheren Marktdurchdringung auch beim Recycling für Lithium-Ionen Batterien sich die Recyclingkosten bis und zur Kostenneutralität verringern werden. Die Recyclingkosten sind auch sehr stark von den schwankenden Rohstoffpreisen abhängig und werden in der Regel tagesaktuell ermittelt und abgerechnet.

7 Transportbestimmungen

Hier werden die Unterschiede hinsichtlich der notwendigen Anforderungen bezüglich des Transports betrachtet. Einleitend muss erwähnt werden, dass der Wert für die Energiedichte für diesen Vergleich der einzelnen Lithium-Ionen-Batterien / Module, basierend auf Ihrem Einsatzzweck als stationäre Speichersysteme zur Einstufung der Gefahrengutklasse von über 100 Wh pro Modul herangezogen wurde.

Nennungen	VRLA	LMO/NMC	LFP
Gefahrgut	↑ Gefahrgutklasse 8	↓ Gefahrgutklasse 9	↓ Gefahrgutklasse 9
Gefahrgut (Ausnahme)	↑ Durch geeignete Verpackungen und Kurzschlusschutz davon ausgenommen	↓ Keine Ausnahme möglich	↓ Keine Ausnahme möglich
Transport	↑ Keine Beschränkung für Land/See/Luft	↓ Gefahrguttransport	↓ Gefahrguttransport
Abtransport	↑ Keine Beschränkungen für Land/See/Luft, lose Schüttung möglich	↓ Gefahrguttransport	↓ Gefahrguttransport

Die maßgeblichen Vorschriften bezüglich dem Transport und die Einteilung in die jeweilige Gefahrengutklasse der unterschiedlichen Batterietypen für die unterschiedlichen Transportwege sind für die Straße/Schiene die ADR/RID, für Seefracht gilt der IMDG Code und hinsichtlich Luftfracht die IATA DGR. Der entscheidende Faktor hinsichtlich der Gefahrenguteinteilung der Lithium-Ionen-Batterien ist der jeweilige Energiegehalt. Die Tauglichkeit für den Transport muss außerdem durch einen UN-Test-Report nachgewiesen werden, indem die Batterien auch nochmals hinsichtlich Ihrer Ausrüstung (d.h. ohne, in bzw. mit Ausrüstung verpackt) unterschieden werden.

Grundsätzlich gelten für Lithium-Ionen Batterien mit einer Energiedichte bis zu 100 Wh basierend auf einer Ausnahmeregelung im Recht vereinfachte Anforderungen für Gefahrengut. Lithium-Ionen-Batterien mit einer Energie von mehr als 100 Wh sind dagegen immer als Gefahrengut der Klasse 9 zu behandeln.

Hinsichtlich der notwendigen Verpackung (spezielle Verpackung für Li-Ionen-Batterien notwendig) und Kennzeichnung wird auch der jeweilige Zustand der Batterien zur Bewertung/Klassifizierung herangezogen (beschädigt oder nicht beschädigt).

Außerdem muss klargestellt werden, dass die anderen/zusätzlich notwendigen Produkte/ Materialien, wie z.B. die Batteriegestelle bzw. -schränke für beide Technologien separat hinsichtlich dem Transport zu betrachten sind.

8 Umweltaspekte und Ressourcen

In dieser Tabelle werden die Themen Umweltaspekte und Ressourcen hinsichtlich der beiden Technologien im Näheren betrachtet.

Neendaten	VRLA	LMO/NMC	LFP
Recycling	↑ Flächendeckend, kostenlos in DE und EU	↓ Nicht flächendeckend, kostenpflichtig	↓ Nicht flächendeckend, kostenpflichtig
Recyclingquote	↑ 99% in DE, 97% in EU	→ Bis zu 85%	→ Bis zu 85%
Recyclingaufwand	↑ Gering	↓ Hoch	↓ Hoch
Umweltbelastung durch Recycling (insb. Energieaufwand)	↑ Gering	→ Mittel	→ Mittel
Rohstoffförderung	↑ Sichere Prozesse, durch hohe Recyclingquote nur geringe Mengen benötigt	↓ Kritische Prozesse mit hoher Umweltbelastung und teilweise mangelnder Arbeitssicherheit	↓ Kritische Prozesse mit hoher Umweltbelastung und teilweise mangelnder Arbeitssicherheit
Umweltbilanz	↑ Gut	→ Mittel	→ Mittel

Es stimmt, dass eine flächendeckende Verfügbarkeit bezüglich dem Recycling von Lithium-Ionen Batterien in Deutschland und Europa noch nicht aufgebaut ist. Dies wird sich aber mit fortschreitender Marktdurchdringung erheblich verbessern.

Die im Moment vorhanden Anlagen in Deutschland müssen auch hinsichtlich der jeweiligen Zellenchemie angefragt werden, ob diese basierend auf dem zum Einsatz kommenden Recyclingprozess verarbeitet werden kann und somit auch angenommen wird.

Die Recyclingquote und der notwendige Aufwand bzw. die dadurch resultierende Umweltbelastung, die auch in extremer Abhängigkeit zum angewandten Prozess steht, wird sich aufgrund der Anstrengungen durch die betreffende Industrie den Recyclingprozess für Lithium-Ionen Batterien besser zu optimieren und dem zu erwartenden erhöhten Bedarf, wesentlich verbessern.

Hinsichtlich dem kritischen Thema der Förderung der notwendigen Rohstoffe muss man auf die bereits in diesem Kapitel erwähnten Aktivitäten bezüglich der Verbesserungen im Recyclingprozess verweisen und davon ausgehen, dass sich dieser Faktor dadurch deutlich verbessern wird.

9 Fazit

Basierend auf den oben angestellten Vergleichen in den unterschiedlichen Kategorien und dem sich daraus ergebenden Gesamtbild hinsichtlich den Vorteilen und Herausforderungen kann die Lithium-Ionen-Batterie-Technologie durchaus als eine mögliche Alternative hinsichtlich den VRLA-Batterien für den Einsatz im Rechenzentrum betrachtet werden.

10 Quellen

Neben dem Fachwissen und der Erfahrung der Autoren selbst sind Daten und Hinweise der folgenden Quellen in das vorliegende Papier mit eingeflossen:

- Hawker GmbH | EnerSys | EH Europe GmbH, Kontakt Stefan Göbel
- Exide Technologies GmbH, Kontakt Robert Gust
- Saft Batterien GmbH, Kontakt Gareth Hackett
- NTC | Notstromtechnik-Clasen GmbH, Kontakt Mike Stechel
- Huawei Technologies Deutschland GmbH, Kontakt Manuel Mair
- LG Chem Europe GmbH, UPS Li-Ion cabinet installation and user manual
- Samsung Electronics GmbH, UPS Li-Ion cabinet installation and user manual
- Vertiv GmbH, Whitepaper Safety Rules Lithium-ion Battery Use in Critical Facilities
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Batterietechnikum
- Wikipedia, Artikel »VRLA-Akkumulator« und »Lithium-Ionen-Akkumulator«

Bitkom vertritt mehr als 2.700 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, davon gut 2.000 Direktmitglieder. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.

**Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.**

Albrechtstraße 10
10117 Berlin
T 030 27576-0
F 030 27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

bitkom