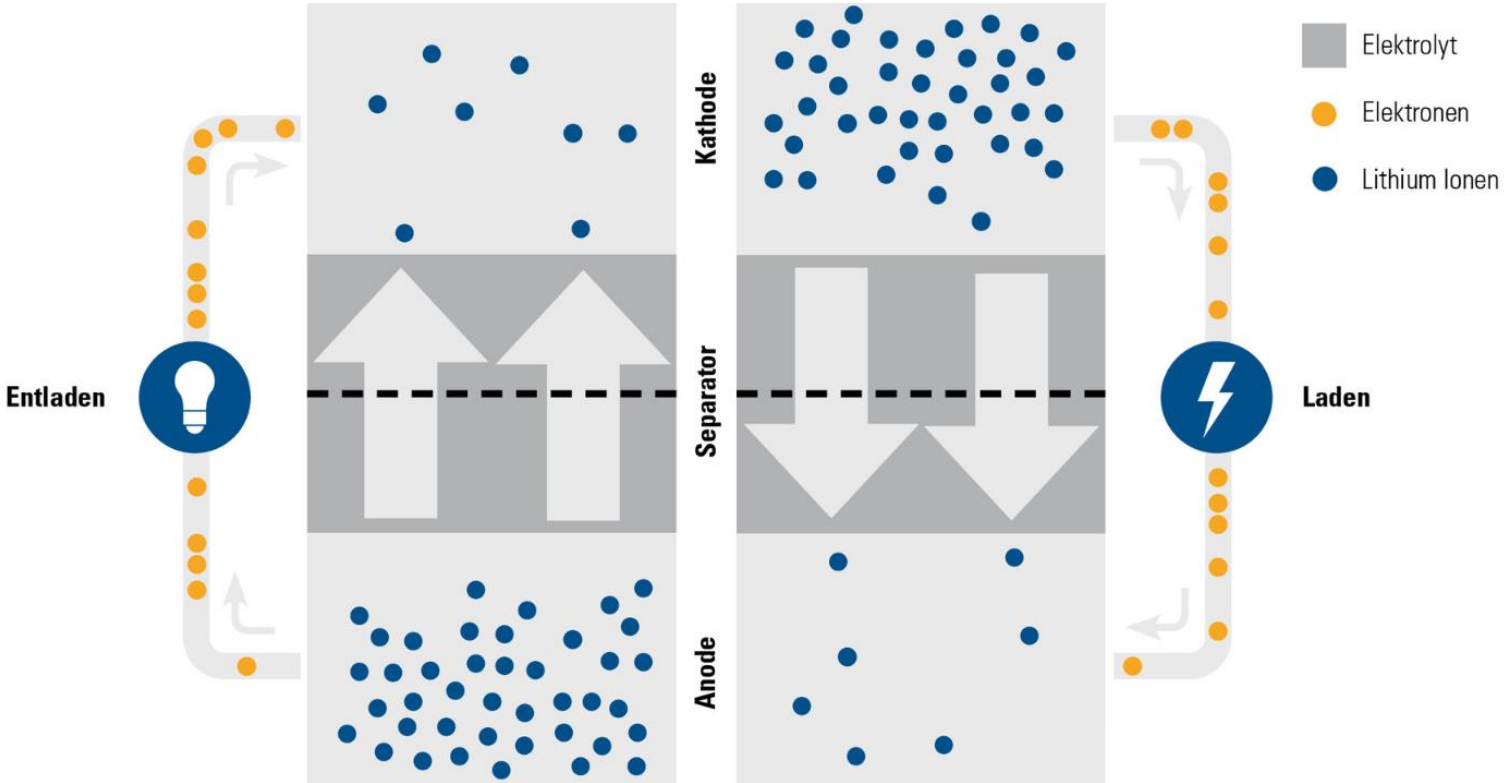
DENIOS
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

Lithium-Batterien

Aufbau, Anwendung, Gefahren, Lagerung

www.denios.de

Aufbau einer Li-Batterie



Physikalische Einheiten

- Zellspannung [V]: Potentialdifferenz zwischen negativer und positiver Elektrode
  bei Lithium-Zellen i.d.R. 3,6V; Blei-Säure ca. 2V
- Kapazität [Ah]: Menge an elektrischer Ladung, die gespeichert bzw. entnommen werden kann → bei Lithium-Zellen je nach Größe stark schwankend (1Ah–250Ah)
- Leistung [Wh]: berechnet sich aus Spannung [V] x Kapazität [Ah]
- Energiedichte [Wh/kg]: Leistung [Wh] in Relation zum Gewicht [kg]
  bis zu 250 Wh/kg; Blei-Säure-Batterie ca. 35 Wh/kg

Anode und Kathode

Anode	Kathode
Graphit	Lithium-Cobaltdioxid
Lithiumtitanat	Lithium-Mangan
	Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt
	Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium
	Lithium-Eisenphosphat

Elektrolytflüssigkeit

Organische Carbonate (Fp in °C)	Leitsalz (Zersetzungstemperatur in °C)
Ethylencarbonat (143)	Lithiumhexafluorophosphat (70)
Propylencarbonat (135)	
Dimethylcarbonat (17)	
Ethyl-Methylcarbonat (23)	
Ethylenglykoldimethylether (-2)	

Vgl. „Handbuch Lithium-Ionen-Batterien“, S. 63, Reiner Korthauer

Temperaturverlauf

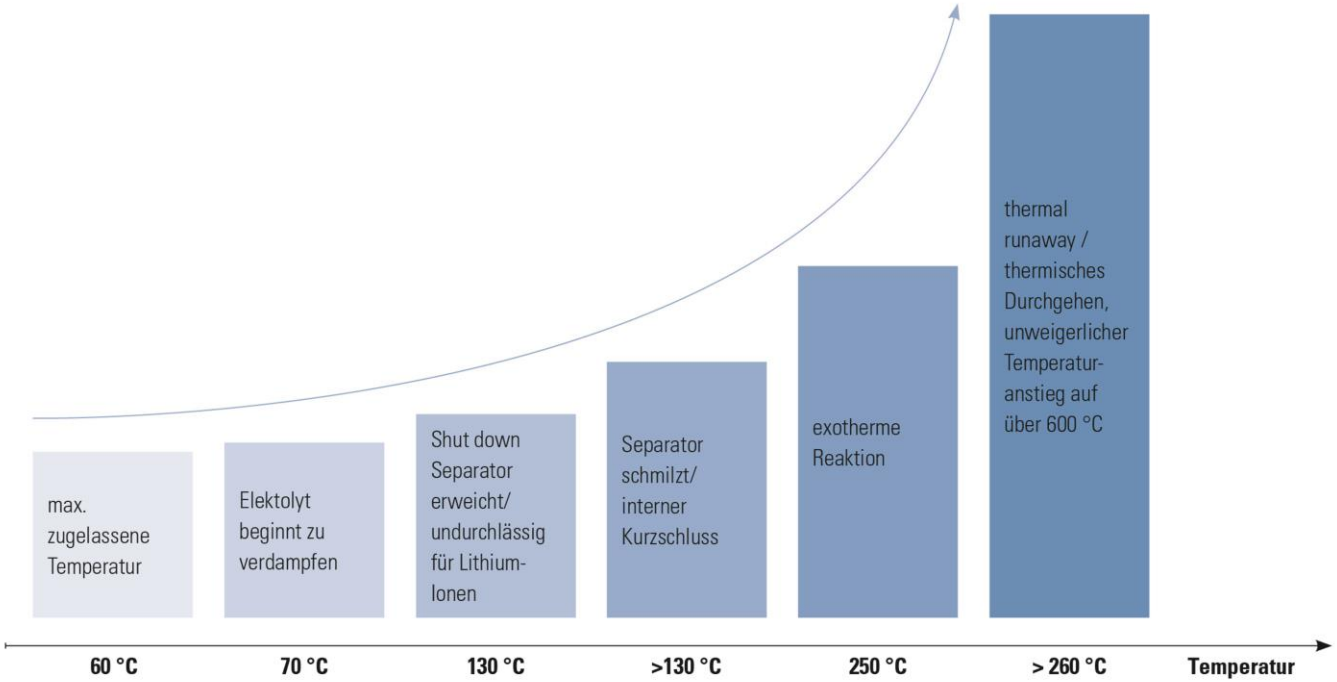


Abbildung: Beispielhafter Temperaturverlauf im Schadenfall

Parkhausbrand in Hannover

Anfang 2017 explodierte ein e-Bike Akku in einem Fahrradgeschäft in Hannover. Das Fahrradgeschäft befand sich in einem Parkhaus, in welchem sich der dichte und extrem toxische Rauch verteilte.

https://www.heise.de/newsticker/meldung/Hannover-Explosion-von-E-Bike-Akku-loest-Parkhausbrand-aus-3619564.html

VdS 3856

Hazard Level (HL)	Risiko	Energiegehalt in kWh / Lagereinheit
I	Gering	<1
II	Mittel	1,0 – 50
III	Hoch	> 50

- Max. 50kWh pro Lagereinheit lagern
- Sprinklerung gemäß VdS CEA 4001
- Nur vorbenetzbare Verpackungen benutzen
- Anforderungen unabhängig vom SoC (Ladezustand)

UN-Nummern lt. ADR

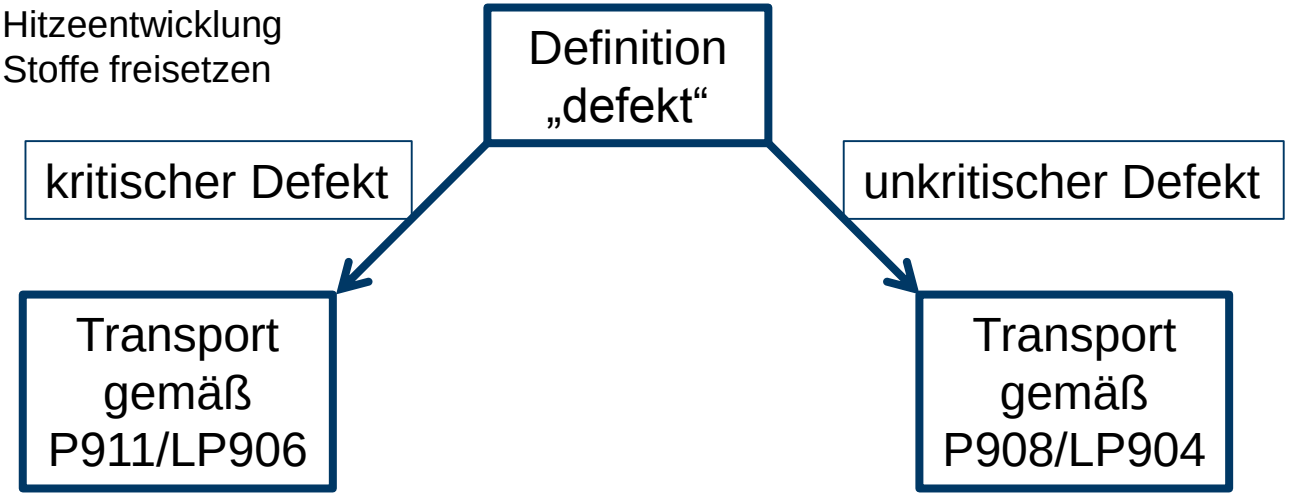
- Klasse 9: verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände
- UN-Nummern:
  - UN 3480 Lithium-Ionen-Batterien
  - UN 3481 Lithium-Ionen-Batterien in Ausrüstung oder mit Ausrüstung verpackt
  - UN 3090 Lithium-Metall-Batterien
  - UN 3091 Lithium-Metall-Batterien in Ausrüstung oder mit Ausrüstung verpackt

Sondervorschriften im ADR

SV 188 → kleine Zellen / Batterien
SV 230 → große Zellen / Batterien
SV 310 → Kleinserien / Prototypen
SV 348 → Wh-Zahl auf Gehäuse lesbar
SV 360 → Klassifizierung Fahrzeuge
SV 376 → Defekte Zellen / Batterien
SV 377 → Zellen / Batterien zur Entsorgung /Recycling
SV 387 → Hybrid-Batterien
SV 389 → Lithiumbatterien in Güterbeförderungseinheiten eingebaut
SV 636 → „kleine“ Zellen / Batterien zur Entsorgung / zum Recycling
SV 670 → Elektroaltgeräte mit Lithiumbatterien

Sondervorschrift 376

- Schneller Abbau
- Gefährliche Reaktion
- Flamme erzeugen
- Gefährliche Hitzeentwicklung
- Gefährliche Stoffe freisetzen



Verpackungsvorschriften im ADR

P903 → „reguläre“ Zellen / Batterien (Normalfall)

P908 → defekte Zellen / Batterien

P909 → Zellen / Batterien zur Entsorgung / zum Recycling

P910 → Kleinserien / Prototypen ohne UN-Test

P911 → Sicherheitskritisch defekte Zellen / Batterien

LP903 → „reguläre“ Zellen / Batterien in Großverpackungen

LP904 → defekte Zellen / Batterien in Großverpackungen

LP905 → Kleinserien / Prototypen in Großverpackungen

LP906 → kritisch defekte Zellen / Batterien in Großverpackungen

Batteriegesetz (BattG)

- BattG §5 – Rücknahmepflichten der Hersteller
  - Hersteller sind verpflichtet Altbatterien von Vertreibern und öffentlichen Stellen zurückzunehmen
- BattG §9 – Pflichten der Vertreiber
  - Vertreiber müssen Altbatterien vom Endverbraucher zurücknehmen (unentgeltlich)
  - Vertreiber muss Batterien sammeln und zur Abholung bereitstellen
  - Keine separate Ausweisung von Kosten für Rücknahme, Entsorgung, etc.

VdS 3103

- Es gibt noch keine Gesetze zur Lagerung von Lithium-Energiespeichern allerdings schon die Empfehlung des VdS 3103

- Praxislösungen:
  - Mit Wetterschutz neben einem Gebäude
  - Im Gebäude ohne Sicherheitsabstände oder Brandschutz
  - In Schränken in Labor- und Büroräumen
  - Im Hochregallager
  - In Brandschutzräumen
  - Mit Sicherheitsabständen draußen

VdS 3103 – allg. Sicherheitsregeln

- Einhaltung der Herstellervorgaben
- Schutz vor Kurzschluss
- Schutz vor mechanischer Beschädigung
- Keinen hohen Temperaturen oder Wärmequellen aussetzen
- Bauliche oder räumliche Trennung zu brennbaren Materialien, falls keine automatische Löschanlage vorhanden ist
- Entfernen und separate Lagerung von beschädigten und defekten Batterien
- Nur UN 38.3 geprüfte Batterien lagern

VdS 3103 – Batterien geringer Leistung

Anwendung in:

- Computer
- Multimedia

≤ 2g Lithium je Energiespeicher (Lithium-Metall-Batterie)
≤ 100Wh je Energiespeicher (Lithium-Ionen-Batterie)

Spezifische Sicherheitsregeln

- keine
- Bei Lagermengen > 7m³ oder > 6 Europaletten gelten Hinweise für Batterien mittlere Leistung

VdS 3103 – Batterien mittlerer Leistung

Anwendung in:

- E-Bikes
- Gartengeräte / Werkzeuge

Lithium-Metall-Batterie

- > 2g Lithium je Energiespeicher
- ≤ 12kg brutto je Energiespeicher

Lithium-Ionen-Batterie

- > 100Wh je Energiespeicher
- ≤ 12kg brutto je Energiespeicher

Spezifische Sicherheitsregeln:

- Lagerung mit Brandschutz oder 5m Sicherheitsabstand
- Keine Mischlagerung mit brandbeschleunigenden Produkten
- Branderkennungsanlage mit Aufschaltung auf Brandmeldeanlage
- Berücksichtigung von geeigneten Löschmitteln

Bei Lagermengen > 60m³ oder Lagerhöhen > 3m gelten Hinweise für Batterien hoher Leistung

VdS 3103 – Batterien hoher Leistung

Anwendung in:

- E-Autos
- Stationäre Energiespeicher

Lithium-Metall-Batterie

- > 2g Lithium je Energiespeicher
- > 12kg brutto je Energiespeicher

Lithium-Ionen-Batterie

- > 100Wh je Energiespeicher
- > 12kg brutto je Energiespeicher

Spezifische Sicherheitsregeln:

- Lagerung mit Brandschutz oder 5m Sicherheitsabstand
- Separierung und Mengenbegrenzung
- Automatische Löschanlage

Sicherheitsboxen

Kunststoff:

- Geeignet für **nicht** kritisch defekte Batterien
- Händisch zu bewegen
- Schnell einsetzbar

Edelstahl:

- Geeignet auch für kritisch defekte Batterien
- Für große Volumen geeignet

Lager- und Ladeschränke

- Bis zu 60 Steckdosen
- Evakuieren von Abwärme
- Aufschaltung auf BMA
- Aerosol Brandunterdrückungsanlage
- Mit Hubwagen verfahrbar

Beidseitiger, zertifizierter Brandschutz!

Begehbares Brandschutzlager

- F90-Brandschutz mit DIBT-Zulassung
- Von 6 bis 22m² erhältlich
- Konfigurierbar
- Auch als Laderaum nutzbar
- Löschtechnik: Aerosol empfohlen

Begehbares Brandschutzlager
WFP-X 22 mit Einbauregalen

Regal-Brandschutzlager

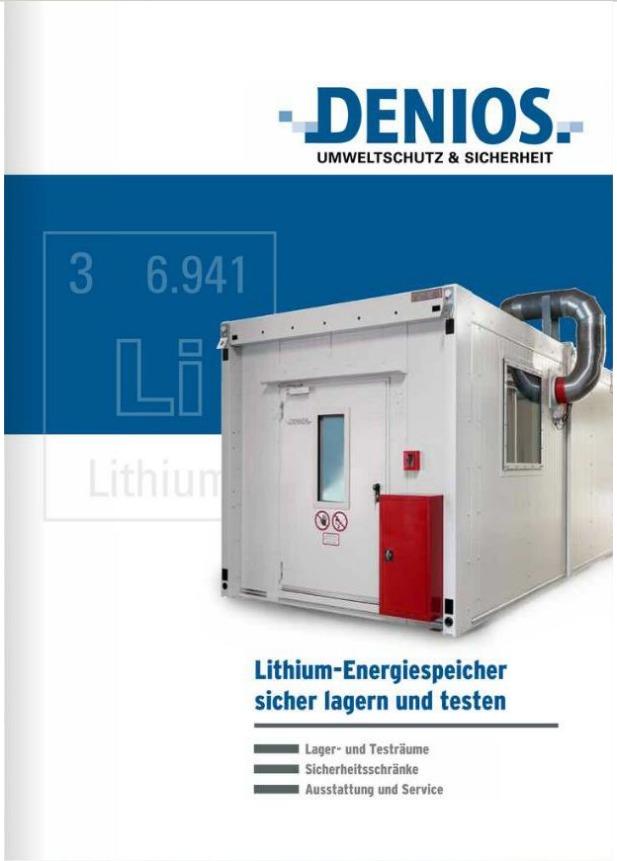
- F90-Brandschutz mit DIBT-Zulassung
- Mit 3 bis 12 EP-Stellplätzen erhältlich
- Konfigurierbar
- Löschtechnik: Wasser empfohlen

Brandschutz-Regallager
RFP 615.30, klimatisiert

Empfehlung

DENIOS Lithium-Broschüre

- umfangreiches Fachwissen
- diverse Praxisbeispiele
- Produktportfolio



DENIOS
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

Markus Boberg

msb@denios.de

T: +49 5731 753-287

M: +49 151 2075-5742