



## Akkus in Pedelec und E-Bike

Dipl.-Ing (FH) Stefan Sachs, Dozent Handwerkskammer München  
Prüfungsausschuss Lehrgang „Berater/in für Elektromobilität (HWK)“

Bauzentrum München, 8. Juli 2017

## Stefan Sachs

Dipl.-Ing. (FH) Techn. Physik / Phys. Chemie / Umwelttechnik

- ✓ Erstes Solarmobilrennen 1985 mit BMW-Kollegen
- ✓ Chiemgauer Solartage 94, Solarcup Ulm 96+97
- ✓ Aufbau Service torqeedo E-Bootsantriebe weltweit
- ✓ Berater E-Mobilität, Systemintegration, Ladekonzepte
- ✓ Ehrenamtlich: AK-Mobilität (Landmobile, Sonnenkreis TS), Forum Ökologie TS, Prüfungsausschuss HWK
- ✓ Dozent HWK + Kfz-Innung



## Akkutechnik

Akkus in Pedelecs und E-Bikes sind denen aus dem Modellbau und denen in elektrischen Bootsantrieben, Rollern, LEM und Elektroautos sehr ähnlich.

Wir betrachten hier die heute meist verbreiteten Lithium Ionen Akkus.

Eine gute Darstellung finden Sie unter:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7577401>

## Akkutechnik

### **Der Lithium-Ionen-Akku hat viele gute Eigenschaften:**

- Kein Memory-Effekt
- Kaum Selbstentladung (1 % pro Monat), außer interne Elektronik
- Hoher Wirkungsgrad (ca. 90 %)
- Hohe Spannung (Zellenspannung 3,6 V – 3,8 V)
- Hohe Leistungs- und Energiedichte

### **Und ein paar Nachteile:**

- Große Temperaturempfindlichkeit
- Hohe Empfindlichkeit gegen Tiefentladung und Überladung
- Innere Kurzschlüsse bei Beschädigung, Brandgefahr, chemischer Energieinhalt mehr als 10 x elektrischer Energieinhalt
- Li-Ion-Akkus sind nicht mit Wasser löschbar (nur Kühlung).
- Bei Kontakt mit Wasser bildet sich Flusssäure.

## Akkutechnik

Es gibt unterschiedliche Lithium-Akkus:

- Lithium-Kobaltdioxid-Batterie  $\text{LiCoO}_2$
- Lithium-Eisenphosphat-Batterie  $\text{LiFePO}_4$
- Lithium-Mangan-Batterie  $\text{LiMn}_2\text{O}_2$
- Lithium-Polymer-Batterie, meist  $\text{LiCoO}_2$

## Akkutechnik

	Lithium-Kobaltdioxid $\text{LiCoO}_2$	Lithium-Polymer	Lithium- Eisenphosphat $\text{LiFePO}_4$
Zellenspannung	3,7 V	3,7 V	3,3 V
Energiedichte	200 Wh/kg	140 - 200 Wh/kg	100 – 120 Wh/kg
Bauweise	Rundzelle (18650)	Gelartiger Folien-Elektrolyt auf Polymer-Basis Keine Beschränkung in der Bauform	Kathode Li-Eisenphosphat, Dotierungen mit Yttrium und Schwefelatomen möglich Rundzelle, Flachzelle
Eigenschaften	Explosionsgefahr schlechtes Verhalten bei tiefen Temperaturen		hochstromfest temperaturstabil lange Lebensdauer sehr sicher robust
Einsatz	z. B. Tesla (6000 St.)		
Notizen		Andere Bauform als $\text{LiCoO}_2$ , keine andere Zellchemie	seit 2007

## Akkutechnik

	Lithium-Mangan $\text{LiMn}_2\text{O}_2$	Lithium-Titanat
Zellenspannung	3,7 – 3,8 V	2,0 – 2,5 V
Energiedichte	100 Wh /kg	70 – 90 Wh/kg
Bauweise	Kathode Lithium-Manganoxid	Anode Lithium -Titanat
Eigenschaften	hochstromfest gutes Sicherheitsverhalten günstige Herstellung	hochstromfest zyklenfest thermisch stabil / kein thermisches Durchgehen Betrieb bei tiefen Temperaturen möglich (-40 °C)
Einsatz	Nissan Leaf Mitsubishi i-Miev Pedelec, E-Bike	
Notizen	Hersteller: AESC für Nissan	Hersteller: Toshiba (für Elektroräder)

## Akkutechnik - Bauformen

3 Verschiedene Arten von konventionellen Batterien

Coffee-Bag  
(Pouch Zellen)

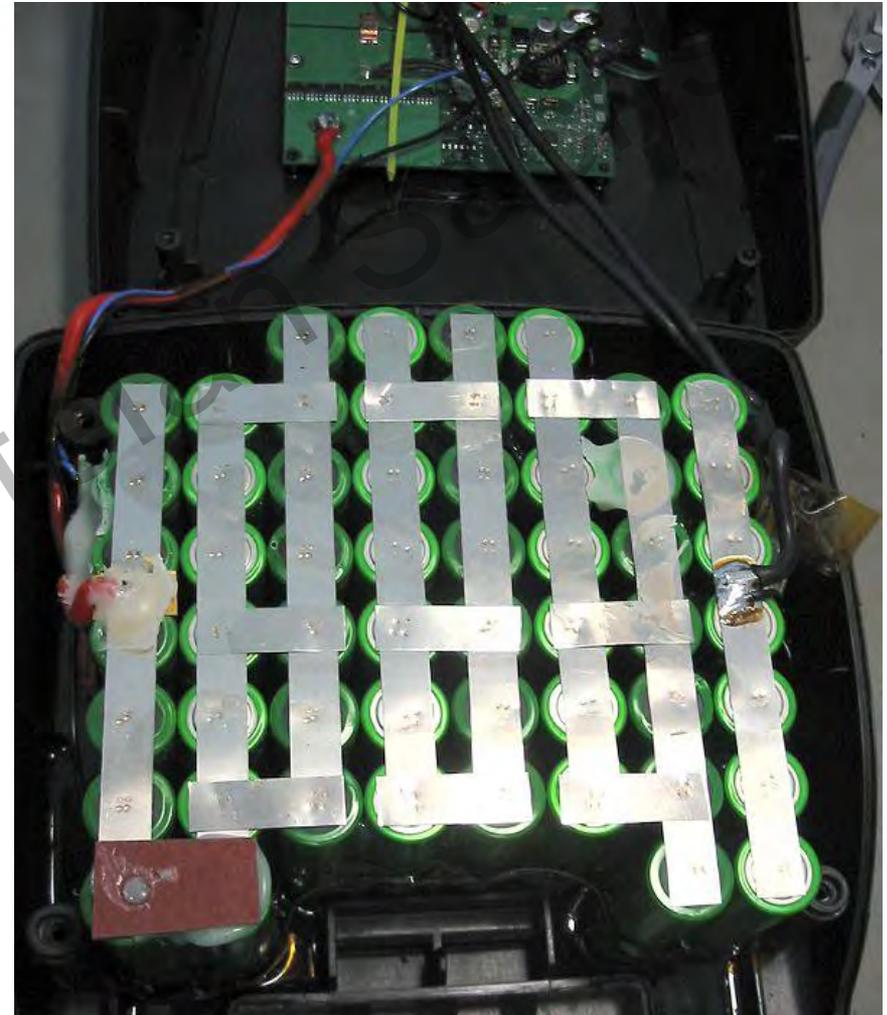
Zylindrisch

Prismatisch

## Akkutechnik - Bauformen

Akkupack mit Elektronik

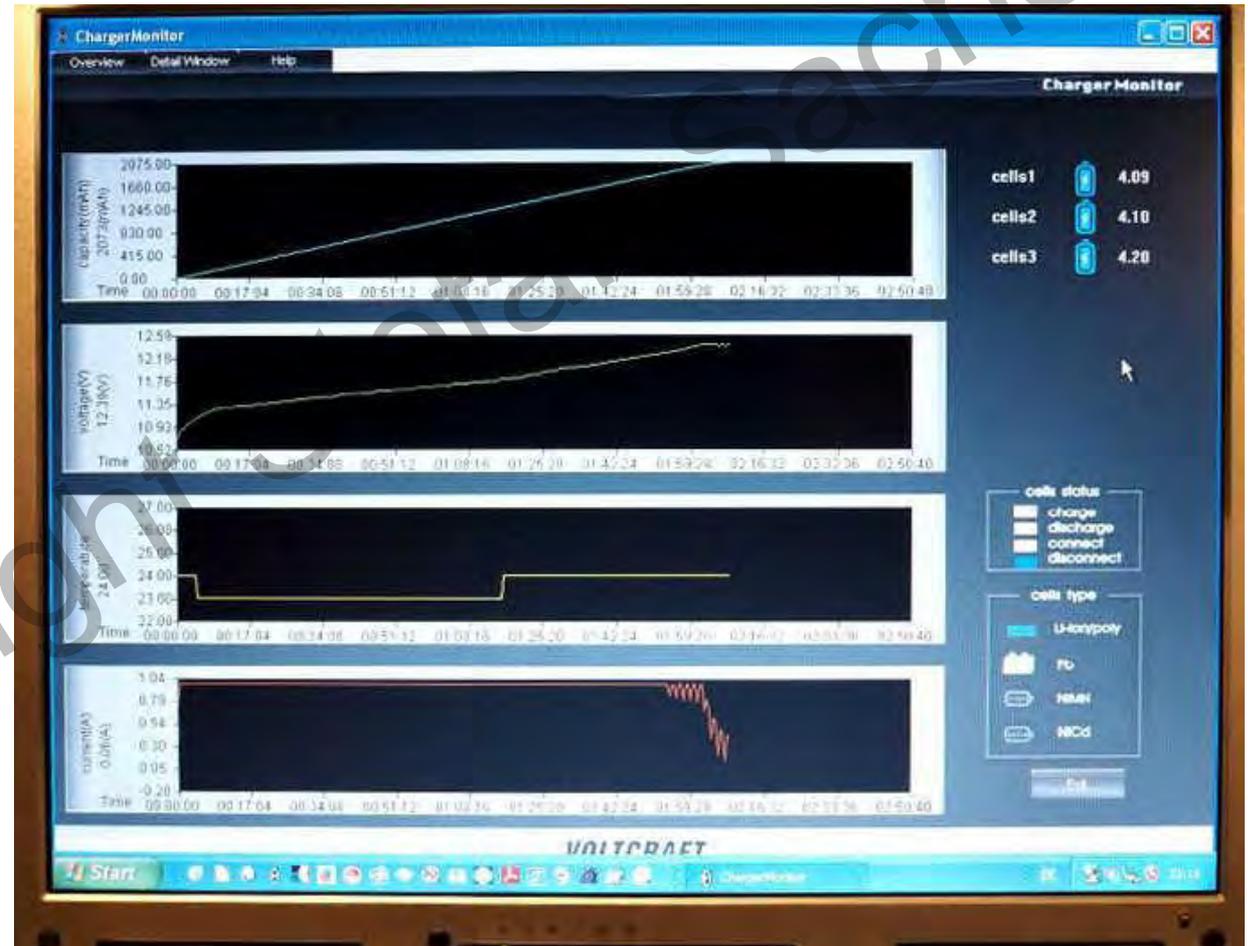
7P8S Batterie



Copyright Stefan Sachs

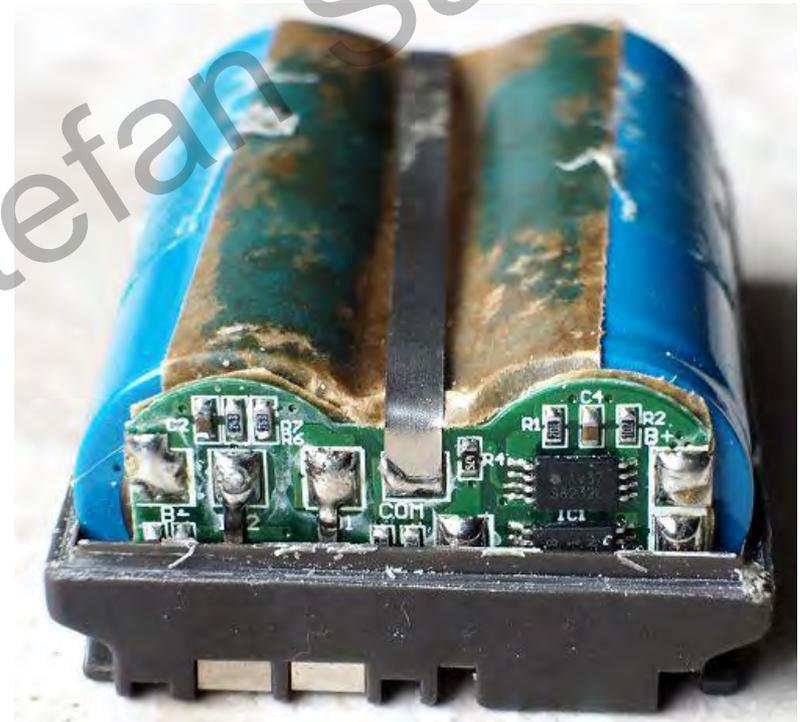
## Ladetechnik

### Typische Ladekurve (3S-Akku)



## Ladetechnik

- Ladegerät bzw. Akkuelektronik sorgt automatisch für regelmäßiges Balancing / Equalizing
- Ladegrenzen sind auf besser 0,1 Volt einzuhalten (temperaturkompensiert)



Copyright Stefan Sachs

## Allgemeine Handhabung

- Kontaktpflege
- Sitz der Kabel
- Keine Zugbelastung
- Keine defekten Teile verwenden



## Allgemeine Handhabung

- Vorsicht bei Schraubkontakten



## Allgemeine Handhabung

- Sicher verstauen und transportieren



## Allgemeine Handhabung

- Defekte Akkus sicher lagern und entsorgen
- Mechanische Beschädigung / Sturz
- Bei Tiefentladung zum Händler / Service



## Allgemeine Handhabung

- Versand nur in gekennzeichneteter Verpackung (Abholung beauftragen)



## Allgemeine Handhabung

- Kontaktpflege (Akku, Pedelec/E-Bike, Ladegerät)
- Nur mit dem passenden Ladegerät und Kabel laden
- Kabel fest einstecken und auf Schäden prüfen
- Keine Zugbelastung auf die Kabel
- Defekte Kabel und Geräte nicht verwenden
- Unter Aufsicht (Brandmelder) laden
- Feuerfeste Unterlage und Umgebung
- Vorsicht bei Schraubkontakten
- Keine Mehrfachstecker/Verlängerungskabel, ein Ladegerät an einer Steckdose
- Sturz oder mechanische Beschädigung bedeutet Brandgefahr
- Versand nur in gekennzeichneteter Verpackung (Abholung beauftragen)
- Nicht öffnen, Zellen tauschen oder „puschen“
- Bei Tiefentladung zum Händler / Service
- Sturzsichere Lagerung mit 50-80% Ladung
- Monatliche Prüfung des Ladezustandes
- Zu Saisonbeginn kräftig belasten und vollladen

## Akkus auf Reisen

- Akkus im Flugzeug anmelden
- Eventuell vorausschicken
- Vor Ort Akku oder Fahrzeug mieten
- Keine Massenladeplätze im Hotelkeller
- Auch Handy nicht aufs Bett oder auf den Teppich legen

Copyright Stefan Sachs

## Das Ende?

- Recycling ist möglich und wird technisch zunehmend optimiert
- Rücklaufquote bei den Kleinen noch schlecht – Pfandsystem?
- Bei Autos Leasingangebote für Akku



## Bitte empfehlen Sie mich weiter!

Name: Dipl.-Ing. (FH) Stefan Sachs  
Fokus: Flottenanalysen, Ladeinfrastruktur  
Kunden: Betriebe, Kommunen,  
Dienstleister / Sozialdienste  
Telefon: 08649 985080  
E-Mail: [Kontakt@Beratung-EMobil.de](mailto:Kontakt@Beratung-EMobil.de)  
Website: [www.Beratung-Elektroauto.de](http://www.Beratung-Elektroauto.de)



## Hinweise Copyright

Eine komprimierte PDF-Version dieses Vortrages wird den Teilnehmern über den Veranstalter kostenfrei als Gedächtnisstütze zur Verfügung gestellt. Der Inhalt der gesamten Dokumentation ist durch Copyright geschützt und darf nur mit schriftlicher Bestätigung des Autors weiter gegeben oder verwendet werden.

Stefan Sachs, Schleching, 2017