

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 80 (2018)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Strom aus der Konserve  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082638>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Strom aus der Konserve

Wenn Akku-Geräte eingesetzt werden, dann ist dies in begrenztem Umfang sicher eine gute Sache. Die Einsatzdauer für einen Akku-Freischneider ist etwa so lang wie eine Lektion in der Schule oder anders gesagt zwischen vierzig und fünfzig Minuten.

Ruedi Hunger

Was ist ein Akku, welche Eigenschaften hat er? Gibt es neben den Lade-Intervallen noch andere Nachteile, die beachtet werden müssen? Eine Literaturstudie sollte etwas weiterhelfen.

## Primär- und Sekundärzellen

Akkumulatoren und Batterien sind elektrochemische Energiespeicher und werden in Primär- und Sekundärzellen unterteilt.

- Bei Primärzellen (Batterien) wird chemische in elektrische Energie umgewandelt und die ablaufende Redox-Reaktion ist irreversibel, das heisst, nach der Entnahme der Energie ist die Zelle nicht mehr nutzbar und eine Entsorgung ist erforderlich.
- Sekundärzellen (Akkumulatoren) sind wiederaufladbare elektrochemische Energiespeicher. Die ablaufende chemische Reaktion ist umkehrbar, damit ist eine Mehrfachnutzung möglich. Ein zusammenhängender, vollständiger Lade- und Entladevorgang wird als Zyklus bezeichnet. Mit der Anzahl Zyklen wird die Lebensdauer einer Zelle angegeben (das können 100 bis mehrere 1000 Zyklen sein).

## Li-Ionen-Akku

Viele Energiespeicher, die heute für Akku-Geräte verwendet werden, sind Lithium-Ionen Akkus. Li-Ionen(Kurzform)-Energiespeicher sind Sekundärzellen. Die Vorteile dieser Akkutechnologie kurz zusammengefasst:

- Höhere Energiedichte gegenüber anderen Akkutypen
- Kein Memory-Effekt, wie er bei anderen Akkutypen auftreten kann
- Geringe Selbstentladung (<5%/Monat) bei der Lagerung, d. h. lange Lagerfähigkeit
- Je nach Qualität und Bauart des Akkus sind vier- bis fünfstellige Lade-/Entladezyklen möglich.

## Elektrolyt

«Als Elektrolyt bezeichnet man eine chemische Verbindung, die in festem, flüssi-

gem oder gelöstem Zustand in Ionen dissoziiert ist und sich unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes gerichtet bewegt.» (Wikipedia)

Der Elektrolyt übernimmt bei den elektrochemischen Vorgängen die Funktion als «Vermittler» zwischen den Reaktionen an den Elektroden und garantiert damit den Li-Ionen-Transport. Sie bilden eine isolierende Deckschicht auf der Anode (SEI), die unabdingbar ist für den Einsatz von Lithium in Primär- und Sekundärzellen.

Mögliche Formen von Elektrolyten:

- Flüssig: Elektrolyt organischen Ursprungs aus einem Li-Ionen enthaltenden Leitsalz, das in ein nichtwässriges Lösungsmittel gegeben wird.
- Polymer: Polymere können nicht austreten und weisen daher eine erhöhte Sicherheit gegenüber flüssigem Elektrolyt auf, die Leitfähigkeit ist aber geringer.
- Fest: Feste Elektrolyttypen finden kaum Anwendung, da sie ein ungünstiges Verhältnis von Vor- und Nachteilen sowie Kosten/Nutzen haben.

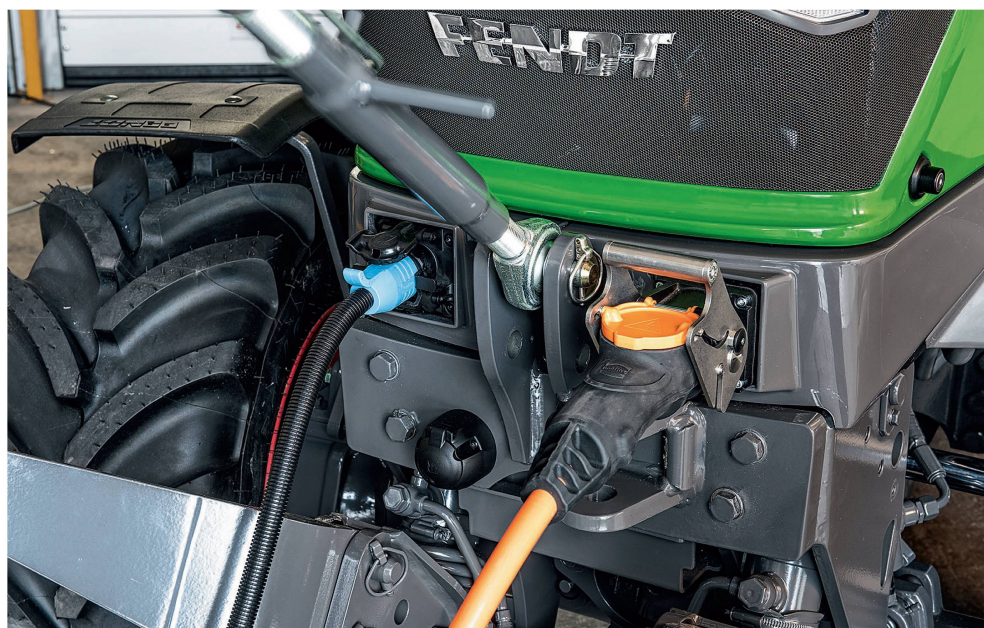
## Elektroden

Die Elektroden werden durch den Separator voneinander getrennt. Als Material kommen Polymere, Vliesstoffe, Glasfaser oder Keramik zum Einsatz. Letztere haben aufgrund ihrer Hitzebeständigkeit als Separator vorteilhafte Eigenschaften.

Pro Zelle werden heute Spannungen von 2,2 V bis maximal 4,2 V erreicht. Weil diese Spannung bei den meisten Akkutypen nicht für den praktischen Einsatz reicht, werden mehrere Zellen zu einem Modul in Reihe geschaltet (z. B. 6 Li-Ionen-Zellen mit nominell 3,6 V entsprechen einer Nennspannung von 21,6 V). Bei Parallelschaltung erhöht sich der maximale Entladungsstrom bei gleich bleibender Spannung.

## Managementsystem

Die wichtigste elektronische Komponente in einem Elektrofahrzeug ist das Batteriemanagementsystem (BMS). Es überwacht neben der Steuerung und Überwachung das Laden und Entladen. Unter Anwendung von Sensorik werden Strom, Spannung und Temperatur sowohl der Einzel-



Noch ist er die Ausnahme, nicht die Regel, der «e100 Vario» von Fendt, mit einer 650-V-Lithium-Ionen-Hochleistungsbatterie. Bild: Fendt



Ein «Energiespeicher», wie er auf breiter Basis bei Akkugeräten Anwendung findet.

Bild: Husqvarna

zelle als auch des Gesamtsystems gemessen und geregelt. Zudem optimiert das BMS verschiedene weitere Funktionen des Systems. Eine wichtige Funktion ist zudem die Steuerung und Überwachung der Temperatur, da die Leistungsfähigkeit und die Alterung der Zellen stark von der Temperatur abhängig sind. Schliesslich schützt das Gehäuse mit dazugehörigem Kühlsystem die aktiven und passiven Komponenten des Akkumulatorensystems vor schädlichen Umwelteinflüssen.

### Davon wird heute gesprochen

In neuester Vergangenheit gaben vom Handy bis zum Tesla verschiedene Brände Anlass zu Diskussionen. Die Akku-Hersteller sind also gefordert. Aufgrund der kleinen Ausmasse der Akkus bzw. der engen Einbaumasse müssen verschiedene Sicherheitsanforderungen erfüllt werden. Dazu kommen immer neue Technologien zur Anwendung. Beispiel: Freudenberg Sealing Technologies (Weinheim D) hat dafür einen Hitzeschild entwickelt (siehe Bild), der in prismatischen und Pouchzellen nahezu bauraumneutral eingesetzt werden kann. Er kombiniert die hohe Hitzebeständigkeit eines silikonbasierten Elastomers mit der hohen Wärmeisolation von Luft. Dies als Vorsorge, wenn eine schadhafte Zelle überhitzt, wobei Temperaturen von bis zu 600 °C auftreten können.

### Unterschiedliche Bauarten

#### • Bleiakku

Bleiakkus – auch Autobatterien oder Starterbatterien – sind vergleichsweise billig, wenn die Kosten pro Wattstunden berechnet werden. Die Selbstentladung ist

gering, sie sind aber schwer und beanspruchen verhältnismässig viel Platz. Bis sie vollständig aufgeladen sind, brauchen sie etliche Stunden. Auf der anderen Seite sind sie einfach zu laden und verhalten sich vergleichsweise «gutmütig» bei Überladung.

#### • NiCd-Akkus

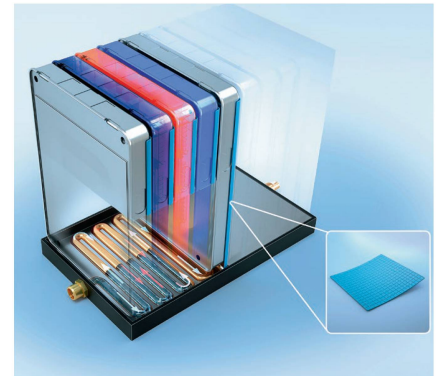
Nickel-Cadmium-Akkus haben einen sehr kleinen Innenwiderstand und sind deshalb in der Lage, extrem hohe Stromstärken zu liefern. Sie sind deutlich leichter als Bleiakkus, auch können sie in sehr kurzer Zeit vollständig aufgeladen werden. Negativ ist der deutlich höhere Preis und eine, gegenüber Bleiakkus, höhere Selbstentladung. NiCd-Akkus sind trotz Recyclings bis auf wenige Anwendungen verboten worden (EU).

#### • NiMH-Akkus

Nickel-Metallhydrid-Akkus sind als Ersatzprodukt für NiCd-Akkus zu sehen. Sie besitzen eine höhere Kapazität als Letztere. Die neue Generation wird als «selbstentladungsarme» NiMH-Akkus bezeichnet. Da NiMH-Akkus keine Cadmium-Elektrode besitzen, kann im Gegensatz zu den NiCd-Akkus kein Memory-Effekt auftreten.

#### • Li-Ion-Akkus

Den Lithium-Ionen-Akku gehört die Gegenwart. Im Vergleich zu den bisher ge-



Ganz neu: Hitzeschilde erhöhen Batteriesicherheit von Elektrofahrzeugen.

Bild: Freudenberg Sealing Technologies

nannten Akkus besitzen sie bei gleichem Volumen eine wesentlich höhere Kapazität und sind deutlich leichter. Der grosse Negativpunkt ist, dass sie sich selbst bei geringer Überladung entzünden können (was fälschlicherweise oft als Explodieren bezeichnet wird). Li-Ion-Akkus benötigen deshalb eine aufwendige Schutzelektronik.

• LiPo-Akkus (Weiterentwicklung Li-Ion) Lithium-Polymer-Akkus enthalten keinen flüssigen Elektrolyten, sondern einen Feststoffelektrolyten auf Polymerbasis. Weil bei LiPo-Akkus kein Elektrolyt auslaufen kann, brauchen sie kein äusseres Gehäuse. Sie sind etwas leichter als Li-Ion-Akkus. Nachteilig ist die geringere Ionenleitfähigkeit des Polymers bei niedrigen

## Fachbegriffe zu Akkus

- **Akkukapazität** («Fassungsvermögen»). Physikalisches Mass für die Strommenge, die einem voll geladenen Akku entnommen werden kann, in Ah (Amperestunden) oder mAh (Milliamperestunden).
- **Ladung**. Definition dafür, wie viele Amperestunden eingespeist oder entnommen wurden (Beispiel Wasserglas: entnommene, eingefüllte oder im Glas vorhandene Wassermenge).
- **Speicherbare Energie**. Lässt sich berechnen, indem die Kapazität mit der Nennspannung multipliziert wird.
- **Selbstentladung**. Unerwünschte Eigenschaft, dass ein Akku im Laufe der Zeit an Ladung verliert. Anlass sind chemische Prozesse – Elektronen werden quasi «aus dem Verkehr gezogen».
- **Nennspannung**. Die Spannung eines Akkus ist nicht ganz konstant. In voll geladenem Zustand ist sie am höchsten und geht bei Entladung mehr oder weniger stark zurück, um kurz vor einer Tiefentladung fast schlagartig auf null Volt zusammenzubrechen (daher Managementsysteme).
- **Tiefentladung**. «Ausquetschen» eines Akkus, bis er keinen Strom mehr abgibt. Dabei können zum Teil irreversible chemische Reaktionen an den Elektroden ablaufen. Daher sollen Akkus nicht unter eine typabhängige Entladeschlussspannung entladen werden (elektr. Akkumanagement).
- **Memory-Effekt**. Entsteht unter anderem durch Bildung einer Nickel-Cadmium-Komplexverbindung an der Cadmium-Elektrode in denjenigen Bereichen, die in den vorhergegangenen Teil-Entladezyklen nicht entladen wurden.

([www.elektronikinfo.de](http://www.elektronikinfo.de))





Zum Akku gehört ein Ladegerät. Beide müssen aufeinander abgestimmt sein.

Bild: Husqvarna

Temperaturen. Geräte (Mobiltelefone) mit LiPo-Akku sollen im Winter unter der Jacke getragen werden. Beim Laden braucht es noch mehr Sorgfalt als bei Li-Ionen-Akkus.

gen Minuten nahezu voll geladen werden. Sie haben eine höhere Energiedichte. Für den gleichen Energieinhalt ist weniger Lithium notwendig. Wegen der geringeren Nennspannung von 3,3 V können konventionelle Li-Ion-Akkus nicht ohne Weiteres ersetzt werden. Zudem haben sie einen erheblich höheren Preis.

### Recycling

Batterien und Akkus sind ausschliesslich über den Handel oder die dafür speziell eingerichteten Sammelstellen zu entsorgen. Händler und Hersteller sind verpflichtet, diese ausgedienten Energiespeicher zurückzunehmen und richtig zu verwerten bzw. sie als Sondermüll zu entsorgen. In Akkumulatoren sind verschiedene Metalle und Übergangsmetalle enthalten.



**Bleibbatterien, wie sie seit einem Jahrhundert zu Tausenden in der Landwirtschaft dienen, sind in die Jahre gekommen.**

Bild: Varta

**Spezifische Gefahren beim Recycling von Li-Ionen-Akkus/ Batterien sind elektrischer und chemischer Art sowie Brandgefahren. Dabei kann es auch zu Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Gefahren kommen.**

• LiFePO<sub>4</sub>-Akku (Weiterentwicklung Li-Ion) Lithium-Eisenphosphat-Akkus haben einen flüssigen Elektrolyten. Sie sind prädestiniert für Hochstromanwendungen. Wenn es sein muss, können sie in weni-

Am Beispiel der Li-Ionen-Akkus werden folgende Recycling-Schritte gemacht:

- Deaktivierung und Entladung des Akkumulators, speziell bei grösseren Systemen aus der Elektromobilität

- Demontage der Systeme
- Mechanische Aufarbeitung wie Shred-dern, Sortieren und Sieben
- Hydrometallurgische (Laugen, Säuren) und pyrometallurgische (Abrösten) Prozesse zur Materialtrennung

### Fazit

Ohne Energiespeicher keine Akku-Geräte. Doch genau ihnen gehört im Bereich der Kleingeräte die Zukunft. Die Technik der Akkus ist noch bei Weitem nicht ausgereizt. Die Zukunft wird uns deshalb laufend Neuheiten präsentieren. ■

# 15

## Jahre

# ATZ

Agro-Technik Zulliger GmbH  
Agro-Technique Zulliger Sarl

Bernstrasse 13c · 6152 Hüswil  
Tel. 062 927 60 05  
www.agrotechnikzulliger.ch

## Tage der offenen Tür

vom 21. bis 23. September 2018

Interessante Jubiläumsangebote

Freitag, ab 14 Uhr bis 23 Uhr, Barbetrieb  
Samstag und Sonntag, ab 9 Uhr bis 17 Uhr

Festwirtschaft · Maschinenausstellung · Sa & So: Modellspielland32.ch

## Verpackungsmaterial für Direktvermarkter

# www.vomhof.ch

## Rund um die Uhr bequem bestellen.