



# Stromspeicher

Neunkirchen, Februar 2023



# Agenda

- Welche Speichertypen gibt es
  - Was sind die Anwendungen für diese Speichertypen
- Strom-Speicher für PV-Anlagen
  - Welche Speichertypen gibt es und sind momentan verfügbar
  - Was sollte beim Kauf berücksichtigt werden
  - Dimensionierung bei verschiedenen Anwendungen
- Energie-Management-Systeme
- Förderungen für PV-Strom-Speicher
- Strom Cloud



# Speicher-Typen für PV-Anlagen

- Lithium-Ionen-Akku (Li)
  - LiCoO<sub>2</sub> (Lithium-Cobalt-Oxid)
    - Anode aus Cobalt-Oxid
    - Energiedichte 180 Wh pro Kilogramm
  - LFP (Lithium-Ferro-Phosphat) / LEP (Lithium-Eisen-Phosphat)
    - Anode aus Eisen-Phosphat
    - Energiedichte 90 – 110 Wh pro Kilogramm
  - LMFP (Lithium-Mangan-Ferro-Phosphat)
- Natrium-Ionen-Batterien & Redox-Flow-Speichersysteme
  - Beide spielen auf dem Markt eine noch untergeordnete Rolle.
    - Wirkungsgrade und andere Systemeigenschaften können im Vergleich mit Lithium-Batterien nicht mithalten
    - führt zu Abstrichen bei der Wirtschaftlichkeit

# Lithium-Eisenphosphat Batterie

## Lithium-Ferro-Phosphat (LFP)



- Lithium-Eisenphosphat-Speicher
  - Ausführung eines Lithium-Ionen-Akkumulators mit einer Zellenspannung von 3,2 V bis 3,3 V.
  - Die positive Elektrode besteht aus Lithium-Eisenphosphat ( $\text{LiFePO}_4$ ) anstelle von herkömmlichem Lithium-Cobalt(III)-oxid ( $\text{LiCoO}_2$ ).
  - Die negative Elektrode besteht aus Graphit mit eingelagertem Lithium.
  - Neigt, auch bei mechanischer Beschädigung nicht zu thermischem Durchgehen
- LMFP – Lithium-Mangan-Eisenphosphat-Akkumulator
  - Größere Kapazität als LFP
- Vorteile (gegenüber  $\text{LiCoO}_2$ ):
  - Hohe Sicherheit (feuerfest)
  - Umweltschonender, da keine Schwermetalle verbaut
  - Hoher Recyclingfaktor
  - Langlebigkeit
- Nachteile (gegenüber  $\text{LiCoO}_2$ ):
  - Geringere Energiedichte



# Natrium-Ionen- & Redox Flow Speicher

- Natrium-Ionen-Speicher
  - Noch sehr teuer, starten bei 1200€ pro kWh
  - Noch sehr groß und schwer, pro Einheit (2,5 kWh) 140 kg
  - Derzeit wenige Hersteller
- Redox Flow Speicher (Organic Flow)
  - Redox-Flow-Batterien - auch Flüssigbatterie, Flussbatterie oder Nasszelle genannt - basieren auf einem **flüssigen elektrochemischen Speicher**. Dieser besteht aus einem Elektrolyt (häufig Vanadium), der **in Tanks in unterschiedlichen Oxidationsstufen** gespeichert wird. Der Strom wird ähnlich wie bei der Brennstoffzelle **an einer Membran produziert**. Die Größe der Membran bestimmt die Leistung (kW), die Energie (kWh) hängt von der Tankgröße ab - der Menge der eingesetzten Flüssigkeit.
  - Es werden keine seltenen Rohstoffe benötigt
  - Feuersicher
  - Fertigung noch sehr aufwendig
    - Werden **momentan für den privaten Gebrauch nicht gefertigt**
    - Geringe Energiedichte = groß und schwer



# Hersteller Lithium Speicher

- BYD
  - China
  - Weltgrößter Hersteller
- CATL
  - China
  - Beliefert Tesla mit LFP/LEP-Zellen
- Sonnen
  - Allgäu
  - ausschließlich Lithium-Eisenphosphat-Zellen
  - Führend in Europa
- Senec
  - Seit März 2018 ist SENEK ein 100%iges Tochterunternehmen der ENBW Energie Baden-Württemberg AG
- E3/DC
  - E3/DC entstand 2010 als Ausgründung der Wilhelm Karmann GmbH in Osnabrück



## Beim Kauf berücksichtigen (1)

- Die Batteriekapazität sollte dem Bedarf des Haushalts und der Produktionskapazität der PV-Anlage entsprechen, damit keine Energie verloren geht
- Welche Aufgaben könnten in der Zukunft anstehen:
  - Anschluss einer weiteren Photovoltaikanlage
  - Integration einer Ladestation fürs E-Auto
  - Integration einer Wärmepumpe
  - Wärmeerzeugung durch Solar- und Windstrom per Heizstab
  - Hausautomatisierung (Waschmaschine, Spülmaschine etc.)
  - Steuerung von Heizthermostaten
  - Teilnahme an zukünftigen Regelenergiemärkten etc.
  - Anschluss einer Kleinwindanlage



## Beim Kauf berücksichtigen (2)

- Eigenverbrauch des Speichers
- Die Lade- und Entladegeschwindigkeit des Batteriespeichers sollte schnell genug sein, um den Energiebedarf zu decken
- Die Batterie sollte für die Außen- und Inneninstallation geeignet sein
- Garantieleistung
  - Auf Leistung  
Beispiel: Garantie auf 10 Jahre; nach 10 Jahren hat der Speicher noch eine Kapazität von 80% der ursprünglichen Leistung
  - Auf Gerätegarantie auf alle elektronischen Bauteile
  - Garantieleistungen sollten genau geprüft werden. Es werden auch leistungsbezogenen Daten gespeichert
- Wartung
  - Wird oft vom Installateur mit angeboten. Kann sich lohnen.
- Bewertung im Netz
- Solarspeicher müssen beim örtlichen Netzbetreiber angemeldet werden.
  - Klären, ob dies der Installateur macht



# Dimensionierung - Anwendung Haus

- Mit der 1:1:1-Regel kann man einfach Speicherkapazität der Batterie in Kilowattstunden als auch die Leistung der Photovoltaikanlage in Kilowatt bestimmen. Ausgangspunkt ist der jährliche Stromverbrauch des Hauses.
  - Die Faustregel:  
Je 1 Megawattstunde Jahresstromverbrauch (= 1.000 kWh) nimmt man 1 Kilowatt Leistung der Photovoltaikanlage und  
1 Kilowattstunde nutzbare Speicherkapazität (Nettokapazität).
- Je kleiner ein Speicher, desto wirtschaftlicher ist er
- Wer primär eine maximale Unabhängigkeit vom Stromversorger haben will und dafür das Geld parat hat, wird die Batterie größer dimensionieren.



## Anwendung E-Auto laden (1)

- PV-Anlage muss so groß dimensioniert sein, dass der Strom für Auto und Haus ausreicht.
  - Beispiel:
    - PV-Anlage mit 10kWp bringt im Jahr ca. 8000 kWh
    - Strombedarf Auto für 10.000 km /Jahr braucht ca. 2000 kWh
    - Strombedarf Einfamilienhaus m. 2 Personen ca. 3000 kWh/Jahr
  - Bedarf ist nur dann ausreichend wenn Auto konsequent bei Stromüberschuss geladen wird
  - → Stromnutzung nach Verfügbarkeit des PV-Strom richten
- E-Auto Aufladung ohne Energiemanagement-System:
  - Haus wird zuerst gespeist, bei Überschuss E-Auto (Netzstromergänzung)
- E-Auto Aufladung mit Energiemanagement-System:
  - Diese steuert automatisch die Aufladung verschiedener Batterien (Haus, Auto, etc.) nach vorgegebenem Schema

- Nicht jedes Auto ist für die Aufladung von PV-Strom ausgestattet
- **Anwendung E-Auto laden (2)**
- Laden und Entladen eines Strom-Speichers ist nicht verlustfrei. Lithium-Ionen-Speicher hat Wirkungsgrad von ca. 90%
  - Effizienter ist es E-Auto-Batterie direkt aus der PV-Anlage zu laden
- **Direktes Laden aus PV-Anlage:**
  - Einphasiges Laden: min. 1,4 kW notwendig (6A Ladestrom)
  - Dreiphasiges Laden (meistens notwendig): 3 x 1,4 kW
  - Wallbox mit automatischen Phasenumschaltung: PV-Leistung wird zwischen einphasigem und dreiphasigem Laden gewechselt. Ladezeitfenster wird bei wechselhaftem Wetter oder in den Randzeiten deutlich.
- **„Ladestrategie“**
  - Berufspendler
    - PV-Anlage in Süd-West-Richtung, großer Strom-Speicher empfehlenswert
  - Zweitwagen („Freizeitwagen“)
    - Kann tagsüber geladen werden, kleine PV-Anlage ausreichend, kein Strom-Speicher notwendig





# Energie-Management-Systeme (EMS/HEMS)

- Ziel:  
Zu Hause erzeugte Energie möglichst so nutzen und zu speichern, dass weniger Strom aus dem Netz bezogen werden muss
- Erfasst und analysiert die zur Optimierung relevanten Energieströme des Haushalts.
- In ein EMS/HEMS sollten steuerbare Systeme eingebunden werden, z.B. Stromspeicher, Ladestation E-Auto
- Bei modernen Speichersystemen ist häufig bereits eine Form des Energiemanagements integriert
- Förderungen:
  - Steuerlich und bei der BAFA



# Strom-Cloud = Tarifmodelle

## Tarifmodelle „Cloud“ und „Community“

- **Netzdienstleistungsmodell**
  - Die Mitglieder sind mit den nötigen Zählern und IT miteinander vernetzt und können so Teile ihrer Speicherkapazität für Netzdienstleistungen zur Verfügung stellen. Netzbetreiber können die kumulierte Speicherkapazität zum Ausgleich von Schwankungen im Stromnetz nutzen
    - > damit werden kostenlose Strommengen bezahlt
- **Verrechnungsmodell**
  - Überschüssiger Strom wird auf ein Stromkonto gutgeschrieben. Dieser Strom kann später wieder abgerufen werden. Findet auf dem Papier statt. Für das Energiesystem bedeutungslos, da keine physikalische Dienstleistung stattfindet.
    - > Meist tritt der Kunde bei dem Verrechnungsmodell seine komplette EEG-Einspeisevergütung ab bzw. die EEG-Einspeisevergütung wird um die Höhe des Strombezuges aus der Cloud gekürzt.



# Förderung Strom-Speicher

- Was gibt es von:
  - Bund:
    - Ab 2023: **Umsatzsteuer** auf Lieferung, Erwerb, Einfuhr und Installation von Solaranlagen - entfällt **komplett!** Auch auf entsprechende Komponenten wie Wechselrichter oder Speicher wird dann **keine Umsatzsteuer** mehr erhoben = **PV zum Nettopreis**
    - Zinsgünstiger Kredit – KfW 270
  - Land
    - Keine bekannt
  - Landkreis Nürnberger Land
    - Keine Sonderförderungen bekannt

# Fazit



- PV so groß wie immer möglich
- Speicher so groß wie Geldbeutel erlaubt
  - Speicher der nicht explodieren kann
- Keine Autarkie erreichbar



# Links

- Forschungsgruppe Solarspeichersysteme:
  - Effizienzleitfaden für PV Speichersysteme: <https://solar.htw-berlin.de/effizienzleitfaden-fuer-pv-speichersysteme/>
  - [www.stromspeicher-inspektion.de](http://www.stromspeicher-inspektion.de)
- Energie-Management-Systeme
  - <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/energiemanagementsystem-fuer-zu-hause-mehr-eigenen-strom-selber-nutzen-48095>
- E-Auto laden
  - <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/e-auto-solarstrom-laden/>
- Redox Flow Speicher
  - <https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/stromspeicher/redox-flow-batterie>
- Marktübersicht von C.A.R.M.E.N von 2022:
  - <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/>
- Speicher – Überblick, Fa. Sonnen
  - <https://sonnen.de/alles-ueber-batteriespeicher/>
- Salzwasserspeicher & Redox-Flow-Speicher
  - <https://www.solaridee.de/salzwasserspeicher/>
  - <https://www.innov.energy/de/private-heimspeicher>
- ERH Seite:
  - <https://www.energiewende-erlangen.de/klimaschutztipps/nachhaltige-energieversorgung-und-nutzung/energiespeicher/>