

Batteriespeicherung für die Anwendung auf land- und forstwirtschaftlichen Betrieben

Prof. Dr. Karl-Heinz Pettinger

Technologiezentrum Energie, Hochschule Landshut



Inhalt

- **Technologiezentrum Energie der Hochschule Landshut**
- **Technologien**
- **Kriterien für die Systemauswahl**



Prof. Pettinger

Prof. Dr. Karl-Heinz Pettinger

1962 geboren in Landshut

Chemie-Studium an der TU München

8 Jahre Elektrochemische Gassensoren- und Meßgerätebau bei Bayer Diagnostic / Compur Monitors

Gründung der Bullith Batteries AG basierend auf Lizenz der Fraunhofergesellschaft, Bau von Li-Ionen Akkumulatoren, Vorstand

Fusion der Bullith Batteries AG mit Leclanché, Ausbau zu einem der derzeit größten Produzenten von Lithium Akkumulatoren in Deutschland

Seit 1.12.2011: Professur für Elektrische Energiespeicher an der Hochschule Landshut

Wissenschaftliche Leitung des Technologiezentrums Energie der Hochschule Landshut

26.03.2014

3



Institution

- ... ist eine Forschungs- und Entwicklungseinrichtung der Hochschule Landshut
- ... wird gefördert mit Mitteln des Programms „Aufbruch Bayern“ der Bayer. Staatsregierung
- ... wird tatkräftig unterstützt durch den Markt Ruhstorf a. d. Rott und den Landkreis Passau
- ... wurde am 7.10.2011 durch Staatsminister Heubisch und Präsident Prof. Stoffel eröffnet



Prof. Pettinger

26.03.2014

4



Funktionen des TZE



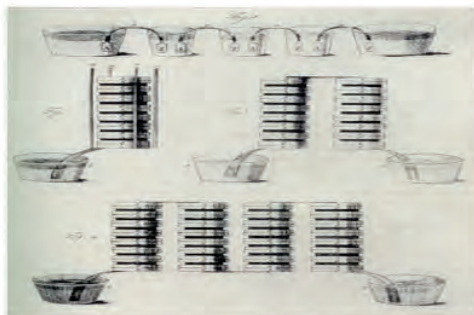
Prof. Pettinger

26.03.2014

5



Batterien: von 1800 bis heute



Prof. Pettinger

26.03.2014

6



Inhalt

- **Technologien**
- Kriterien für die Speicherauswahl

Prof. Pettinger

26.03.2014

7



Technologien: Schwungmassenspeicher

Prinzip: Bei Schwachlastzeiten wird mittels eines Motors eine Schwungmasse in Rotation gebracht. In Spitzenlastzeiten kann diese Rotation wieder in elektrischen Strom umgewandelt werden.

Beispiel: Enercon Schwungrad

5 kWh Speicherkapazität, 200 kW Leistung über 90 Sekunden



Kosten: ca. 60.000 €

Quelle: <http://wohnen.pege.org/2006-hannover/schwungmassenspeicher.htm>

Prof. Pettinger

26.03.2014

8



Technologien: Schwungmassenspeicher

Physikalisches Prinzip

Speicherung von Energie in Form von Rotationsenergie

$$E = 1/2 J \times \omega^2$$

E: Rotationsenergie
J: Massenträgheitsmoment
 ω : Winkelgeschwindigkeit

Problem:

Hohe Leerlaufverluste

(z.B. 10 kW Leerlaufverluste bei Leistung 1650 kW und 16,5 MWs (= 4,6 kWh !!))

→ typische Kurzzeitspeicher (etwa max. 1 Minute)



Technologien: Natrium / Schwefel



7 MWh-Batterie zur Netzpufferung

Technologie: Natrium Schwefel, Betriebstemperatur 300 °C,

Installiert im Testfeld bei Younicos AG, Berlin

Ziel: Prototypierung für die autarke Energieversorgung der Insel La Graciosa



Typische Speicherausführungen für den Heimbereich



Wandler mit Batteriemodul
Teststand hier im Hause am Technologiezentrum Energie

Speichermodul
Fa. Leclanché 1,8 kWh,
Titanat-Technologie



Typische Speicherausführungen für den Heimbereich



Beispiel:
Speicher 10,2 kWh
Fa. Diehl

Bilder mit Genehmigung Fa. Lokavis GmbH,
Eggenfelden



Beispiel:
Speicher 9,6 kWh
Fa. BYD

Bilder mit Genehmigung FENECON GmbH,
Deggendorf



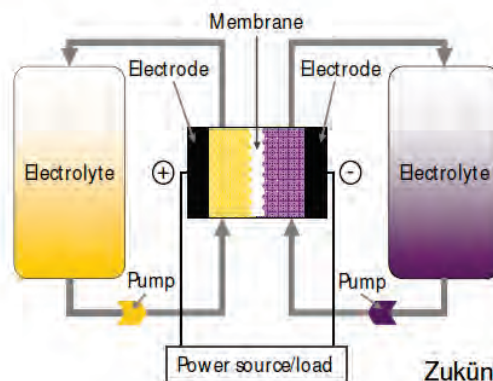
Technologien: Redox Flow-Systeme



Redox-Flow Batterie (100 kWh / 10 kW) mit drehbarer Photovoltaik, Fa. Cellstrom und Younicos AG



Technologien: Redox Flow-Systeme



Zukünftige neue Speichertechnologie für Eigenheime → größere Energiemengen

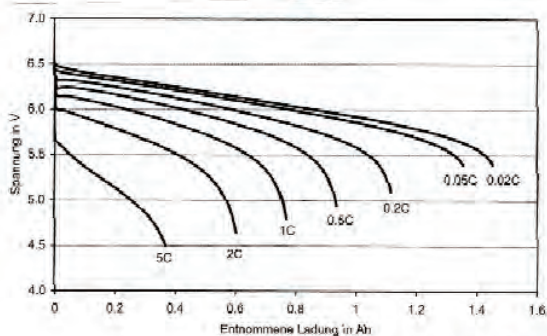
W. Kangro, „Verfahren zur Speicherung von elektrischer Energie“, German Patent 914264, 1949
W. Kangro, H. Pieper, „Zur Frage der Speicherung von elektrischer Energie in Flüssigkeiten“, Electrochimica Acta Vol. 7, 435–448, 1962

Quelle:
Fraunhofer IGT



Technologien: Blei-Säure-Systeme

- Nachteile: Geringe Puls-Belastbarkeit, Alterung, Ventilation, Pflegebedürftigkeit
- Vorteil: Preis



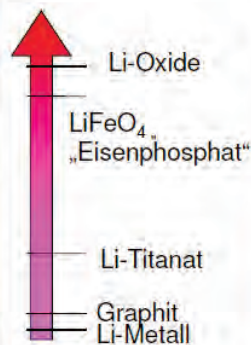
Quelle:
Jossen, Weydanz, Moderne
Akkumulatoren richtig
einsetzen, 2006



Technologien: Lithium Systeme

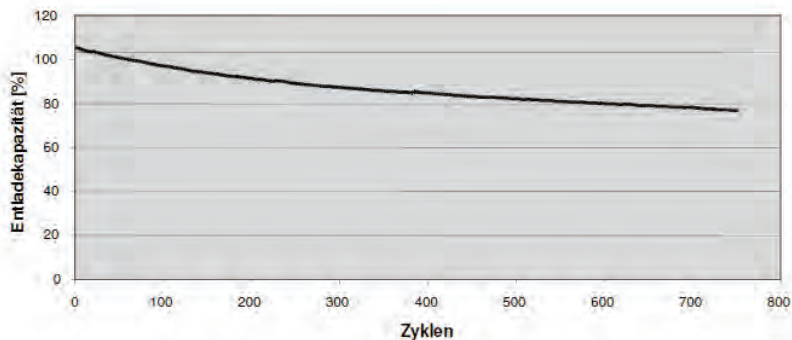
Li-Technologie in verschiedenen Spannungslagen bald erhältlich

Li-Oxide / Graphit	3,7 V		Standard Li-Ionen System, Portable Elektronik
Lithium-Eisenphosphat / Graphit	3,3 V		Kein Explosion des Kathodenmaterials (Erhöhte Sicherheit)
Li-Oxide / Titanat	2,3 V		Extreme Zyklenstabilität (> 10.000 volle Lade- / Entladezyklen)
Lithium-Eisenphosphat / Titanat	1,8 V		Erhöhte Sicherheit + Extreme Zyklenstabilität





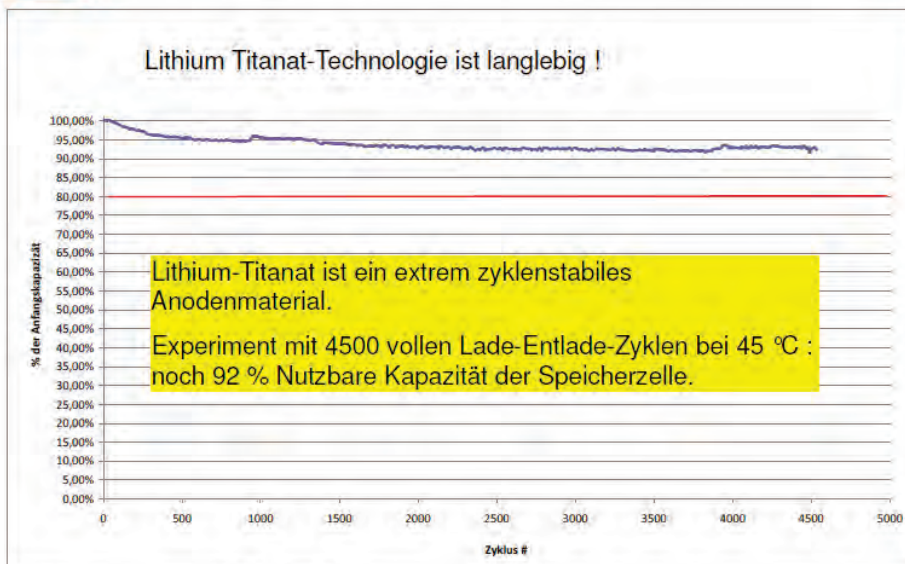
Problem der Zyklenstabilität



Darstellung am Beispiel einer nicht ausgereiften Zelltechnologie, 100% Lade-Entladezyklen, bei 1-stündiger Ladung/Entladung



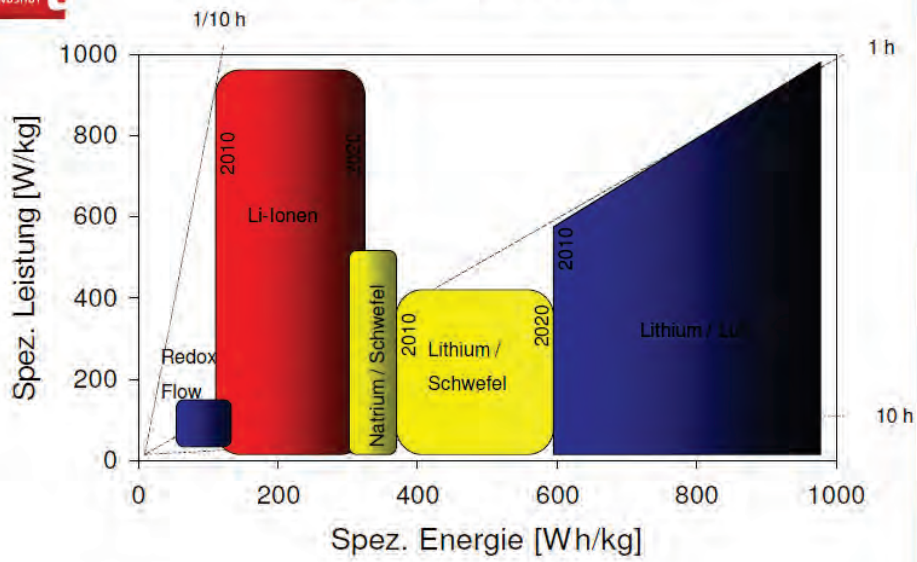
Technologien: Lithium Systeme



Quelle: Leclanché GmbH



Entwicklungstrend Energiedichten



Inhalt

- Technologien
- Kriterien für die Systemauswahl



Wichtige Kriterien für die Systemauswahl

Feinde der Lebensdauer (= Nutzbare Speicherkapazität) sind:

- **Kalendarische Alterung**

(Systemabhängig, Kenngröße: % irreversibler Kapazitätsverlust / Monat)

- **Permanente Vollladung**

(wichtig ist die korrekte Dimensionierung des Betriebsbereiches des Speichers, oft empfohlener Standard-Nutzbereich 20 – 80 % Nutzungstiefe)

- **Erhöhte Temperaturen in der Zelle**

(ab 40 °C, vor allem bei Pulsbetrieb)



Was kostet die Speicherung ?

Relevante Größe:

Kosten pro gespeicherter und genutzter Kilowattstunde Strom

$$\text{Kosten / kWh} = \frac{\text{Anschaffung [€] + Wartung [€]}}{\text{Effizienz [\%] x Nutzungstiefe [\%] x Nutzungszyklen x Speicherkapazität [kWh]}}$$



Was kostet die Speicherung ?

Anschaffung [€] + Wartung [€]

Kosten / kWh =

Effizienz [%] x Nutzungstiefe [%] x Nutzungszyklen x Speicherkapazität [kWh]

Anschaffung [€]:

Preise der Technologien **auf Zellebene:**

Blei-Säure	~ 200 €/kWh
Natrium-Schwefel	~ 300 €/kWh
Redox-Flow	~ 500 €/kWh
Lithium	~ 1.000 €/kWh

Auf Systemebene:

Lithium: 1.000 bis 3.600 €/kWh
 Preisermittlungen auf Intersolar 2013 und Battery & Storage 2013)

Wartung [€]:

Lithium-Speicher sind wartungsfrei
 Blei-Speicher: einige Technologien Wartungsbedarf



Was kostet die Speicherung ?

Anschaffung [€] + Wartung [€]

Kosten / kWh =

Effizienz [%] x Nutzungstiefe [%] x Nutzungszyklen x Speicherkapazität [kWh]

	Bleibatterie	NiCd-Batterie	NiMH-Batterie	Li-Ionen-Batterie
Coulometrischer Wirkungsgrad (Ladung in Ah)	90 %	75 %	75 %	99,9 %
Effizienz				
Energetischer Wirkungsgrad (Energie in Wh)	80 %	65 %	65 %	85 – 95 %

Quelle: Jossen, Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2006



Was kostet die Speicherung ?

$$\text{Kosten / kWh} = \frac{\text{Anschaffung [€] + Wartung [€]}}{\text{Effizienz [\%] x Nutzungstiefe [\%] x Nutzungszyklen x Speicherkapazität [kWh]}}$$

- Nutzungstiefe:**
- genutzte Kapazität oft ungleich Nominalkapazität
 - bei Li-Speichern 100 % Nutzungstiefe möglich
 - bei Pb-Speichern nur 50 % Nutzungstiefe möglich

Geringere Belastung verlängert die Lebensdauer.



Was kostet die Speicherung ?

$$\text{Kosten / kWh} = \frac{\text{Anschaffung [€] + Wartung [€]}}{\text{Effizienz [\%] x Nutzungstiefe [\%] x Nutzungszyklen x Speicherkapazität [kWh]}}$$

- Lebensdauer: Garantie für die Zellen ?
→ wichtiges Kriterium für die Rentabilität
 - Wie kann die Speicherkapazität bestimmt werden und Abweichungen ggf. beim Hersteller reklamiert werden?
 - Bietet der Hersteller Lösungen für diesen Konfliktfall ?
- Sprechen Sie den Lieferanten auf diese Themen an!



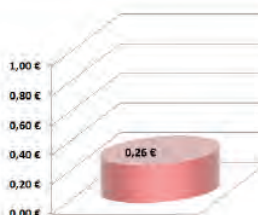
Berechnungstool für die Kosten der Speicherung

Modellbetrachtung:

Dimensionierung eines elektrischen Heimspeichers bei 1 mal vollständiger Ladung und Entladung pro Tag



51903 kWh zur Nutzung aus dem Speicher (Gegleichzeitige Energie)
 13.250 € Gesamtkosten (Anschaffung)
 20,0 Jahre (Wirtschaftsdauer)
 0,26 € pro genutzter kWh (incl. Abschreibungskosten)



Was kostet die Speicherung ?

Photon 6/2013 Juni 2013 www.photon.info
 DAS SOLARSTROM-MAGAZIN
SPEICHERWOCHE bei PHOTON
 8.200,-
 18.000,-
 23.000,-
 9.950,-
 10.000,-
 Förderfähige

Betrachtung von fünf Speichersystemen

Titelseite des Magazins Photon, Juni 2013



Was kostet die Speicherung ?

8.200,-

IBC Solstore 6,3 Li

- Speicherkapazität: 6,3 kWh
- Ladezyklen: 5.000
- Akku: Lithium-Mangan-Oxid

Kosten der Speicherung:

0,29 €/kWh
(bei 90 % Effizienz)

Prof. Pettinger

26.03.2014

29



Was kostet die Speicherung ?

18.000,-

Kaco Gridsave

- Speicherkapazität: 4 kWh
- Ladezyklen: 4.000
- Akku: Lithium-Cobalt-Mangan-Nickel

Kosten der Speicherung:

1,25 €/kWh
(bei 90 % Effizienz)

Prof. Pettinger

26.03.2014

30



Was kostet die Speicherung ?

Varta Engion Family

Speicherkapazität: **8,3 kWh**

Ladezyklen: **6.000**

Akku: **Lithium-Eisen-Phosphat**

Kosten der Speicherung:
0,51 €/kWh
(bei 90 % Effizienz)

23.000,-



Was kostet die Speicherung ?

Neostore Compact

Speicherkapazität: **5 kWh**

Ladezyklen: **6.000**

Akku: **Lithium-Eisen-Phosphat**

Kosten der Speicherung:
0,37 €/kWh
(bei 90 % Effizienz)

9.950,-



Was kostet die Speicherung ?

Sol-Energymanager

- Speicherkapazität: 5,4 kWh
- Ladezyklen: 5.000
- Akku: Lithium-Ionen

Kosten der Speicherung:
0,41 €/kWh
(bei 90 % Effizienz)

10.000,-



Dimensionierung passend zu Einfamilienhaus PV: Speicherkosten

- 7 kWh Lithium-Ionen Speicher (passend zu 10 kW PV-Anlage), Systempreis 1.300 €/kWh
- Nutzungsdauer 20 Jahre, 1 x tägliche Aufladung / Entladung (7200 Zyklen), wartungsfreie Technologie
- 90 % Effizienz, 80 % Nutzungstiefe

$$\text{Kosten / kWh} = \frac{(7 \text{ kWh} \times 1300 \text{ €/kWh}) \text{ (Anschaffungskosten)} + 0 \text{ € (Wartung)}}{90 \% \text{ (Effizienz)} \times 80 \% \text{ (Nutzung) [\%]} \times 7300 \text{ (Zyklen)} \times 7 \text{ kWh (Kapazität)}} = 0,25 \text{ € / kWh}$$

Die Rahmenbedingungen für die Erzielung des Preises bestimmt bestimmen Nutzer und Systemanbieter!



HOCHSCHULE LANDSHUT
HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

Prof. Dr. Karl-Heinz Pettinger
Hochschule Landshut
Technologiezentrum Energie
Wiesenweg 1 · D-94099 Ruhstorf a. d. Rott

Tel.: +49 8531 914044-0
Fax: +49 8531 914044-48
Karl-heinz.pettinger@fh-landshut.de
www.fh-landshut.de/tze

