



HOCHSCHULE LANDSHUT
HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

Batteriespeicherung für Heimanwendungen

Ostbayernschau

Sonderschau Energiewende heute

Straubing, 12.08.2013

Prof. Dr. Karl-Heinz Pettinger





Inhalt

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



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

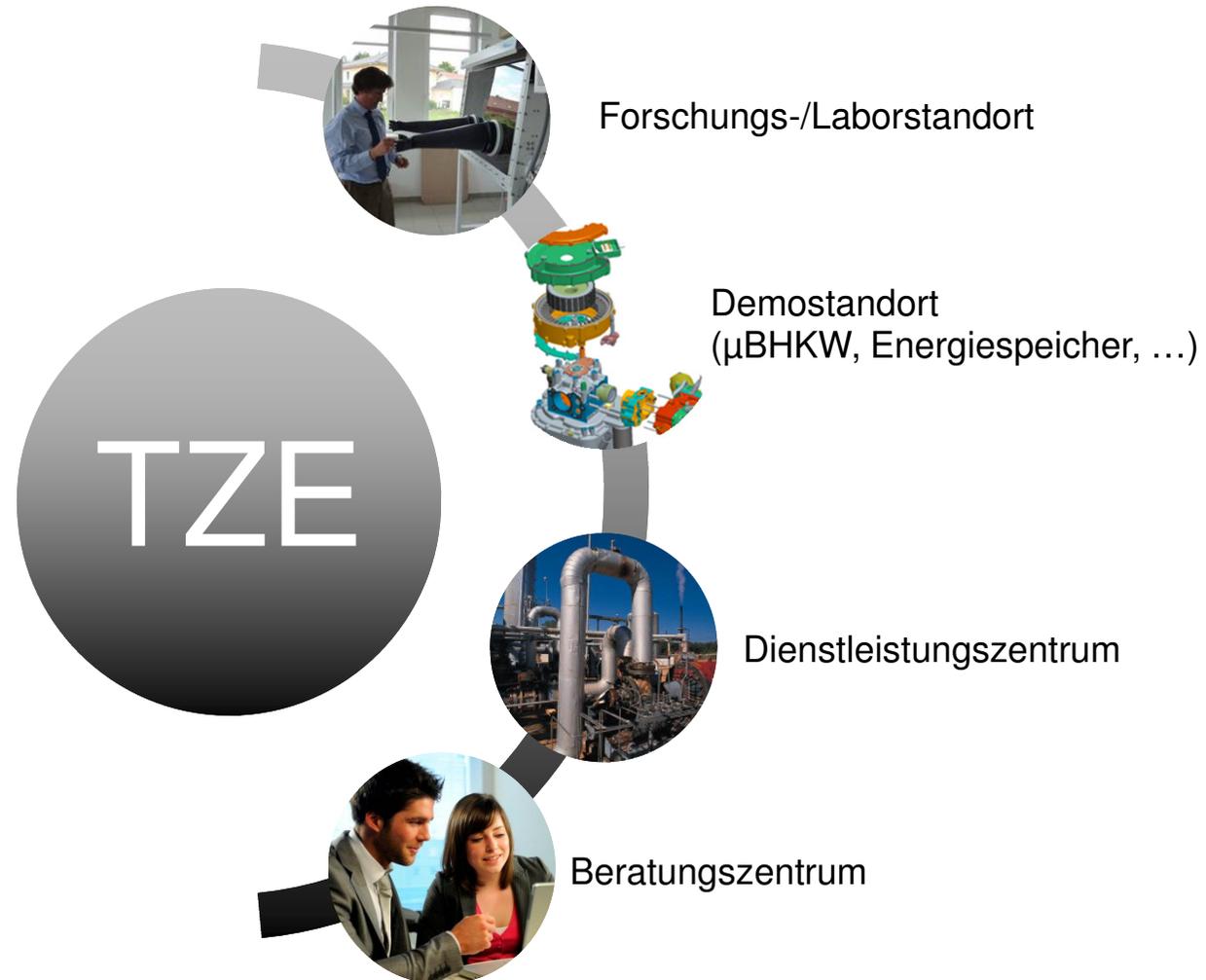
Wissenschaftliche Leitung des
Technologiezentrums Energie der
Hochschule Landshut

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



Funktionen des TZE



Forschungsthemen am TZE



Energiespeicher



Dezentrale
Energiesysteme



Netzintegration



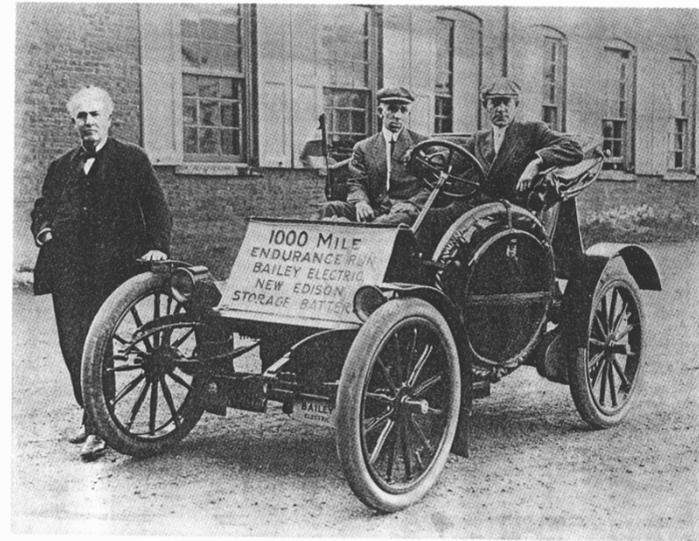
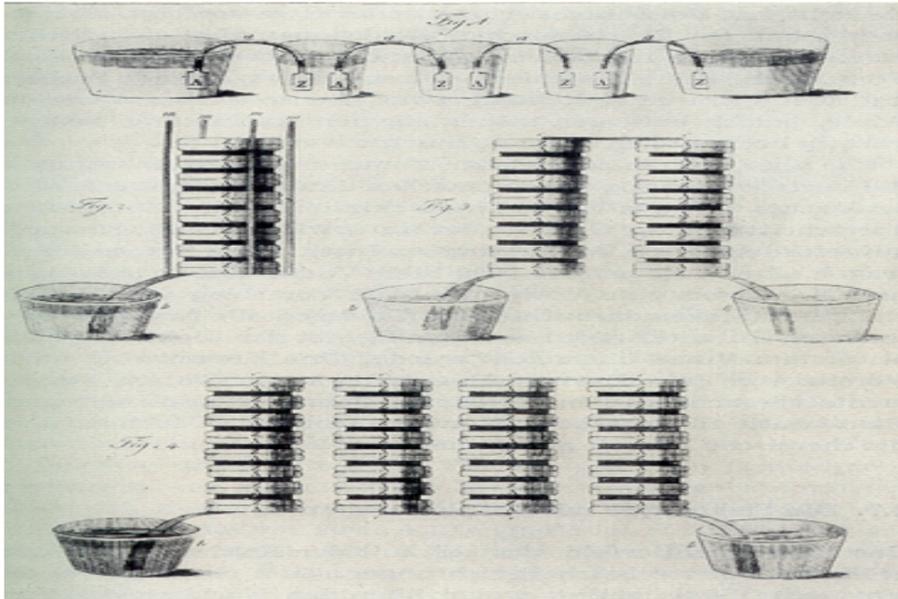
Energieeffizienz

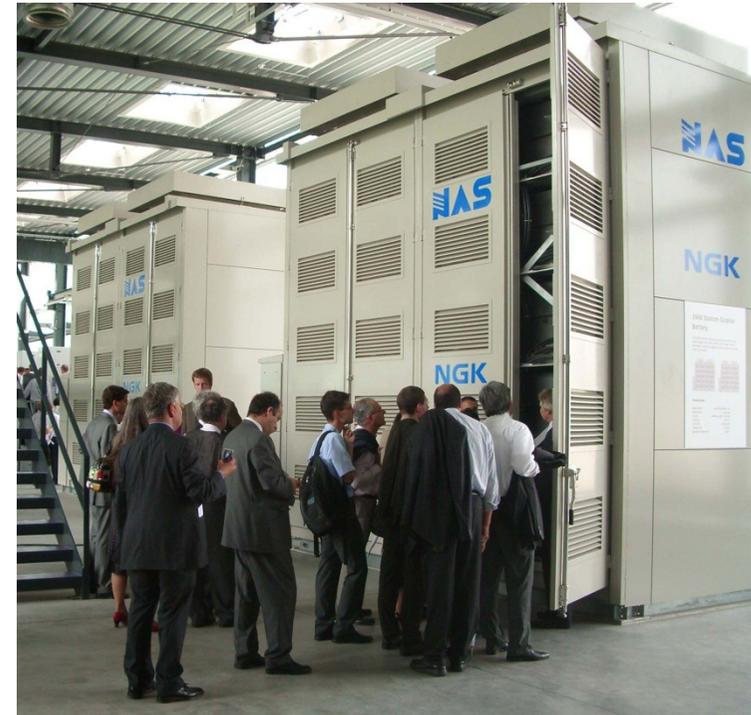


Inhalt

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

Batterien: von 1800 bis heute





7 MWh-Batterie zur Netzpufferung

Technologie: Natrium Schwefel, Betriebstemperatur 300 °C,

Installiert im Testfeld bei Younicos AG, Berlin

Ziel: Erkenntnisgewinn zur autarken Energieversorgung der Insel La Graciosa

Typische Speicherausführungen für den Heimbereich



Wandler mit Batteriemodul:
Teststand am Technologiezentrum Energie mit
Speichermodule 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

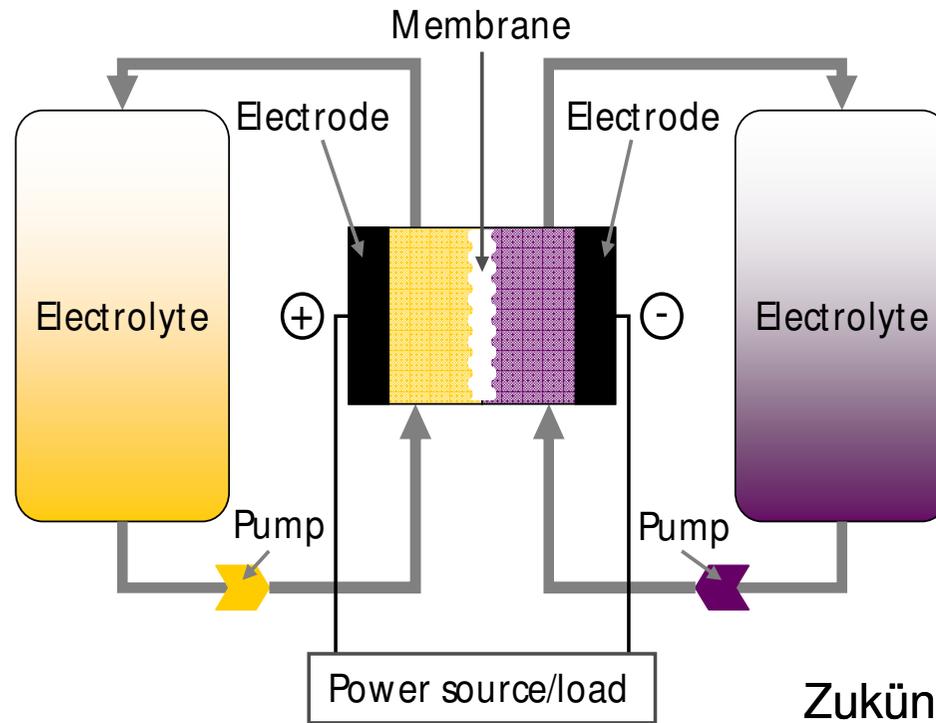
Bilder mit Genehmigung FENECON GmbH,
Deggendorf

Technologien: Redox Flow-Systeme



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

Technologien: Redox Flow-Systeme



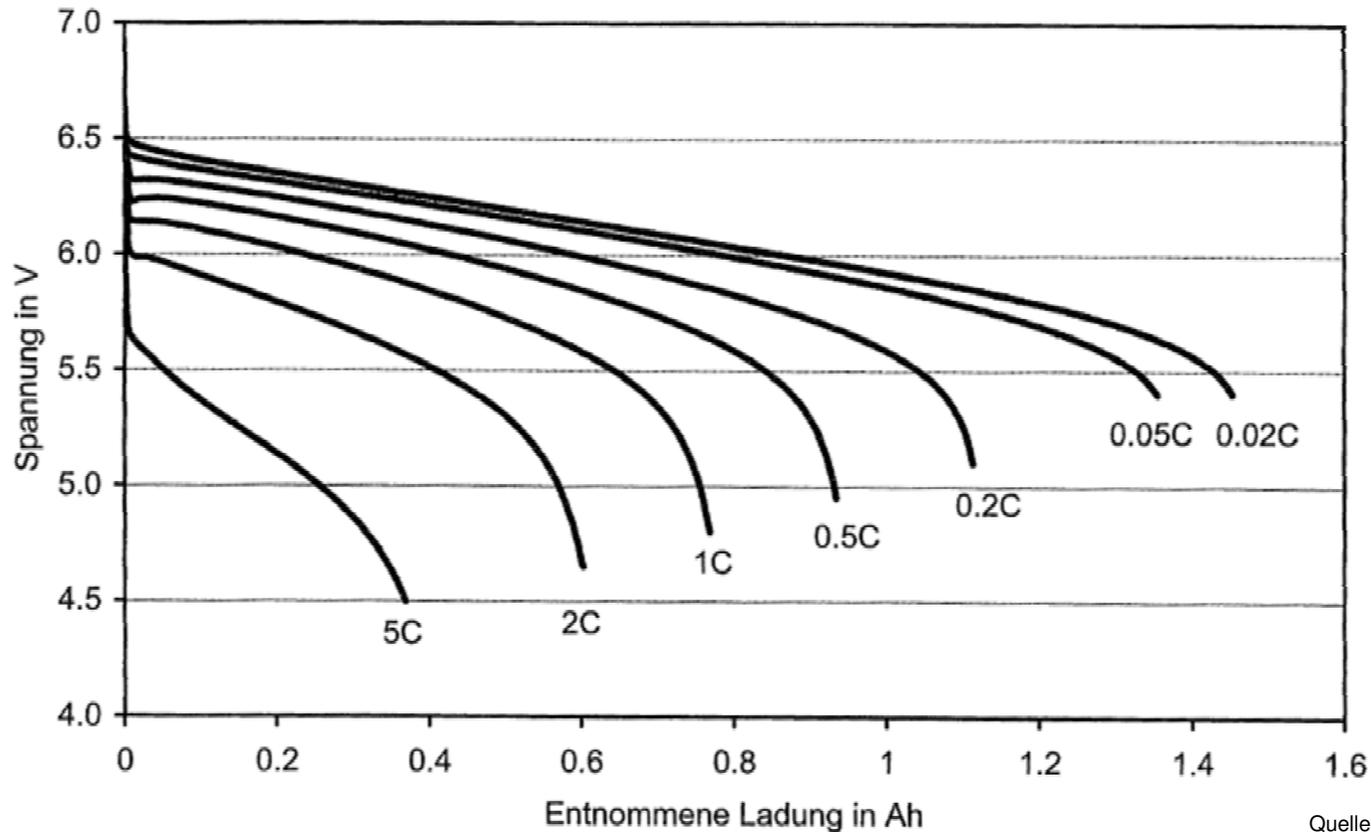
Zukünftige neue
Speichertechnologie für
Eigenheime → größere
Energienmengen

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

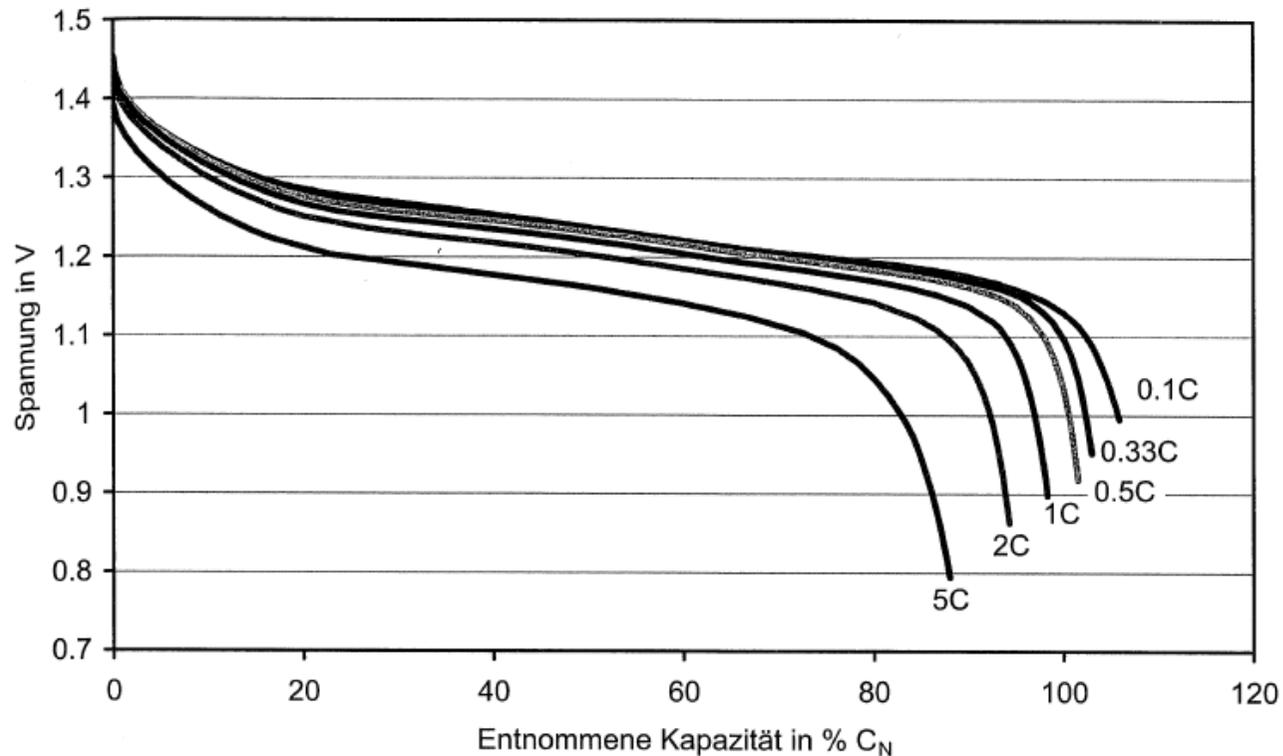
Quelle:
Fraunhofer ICT

Technologien: Blei-Säure-Systeme

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



Technologien: NiMH / NiCd-Systeme



Entladekurven, wesentlich höhere Belastbarkeit

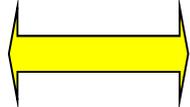
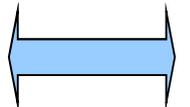
NiCd ist für den Privatanwender verboten
Nur noch bei Industriesystemen erlaubt

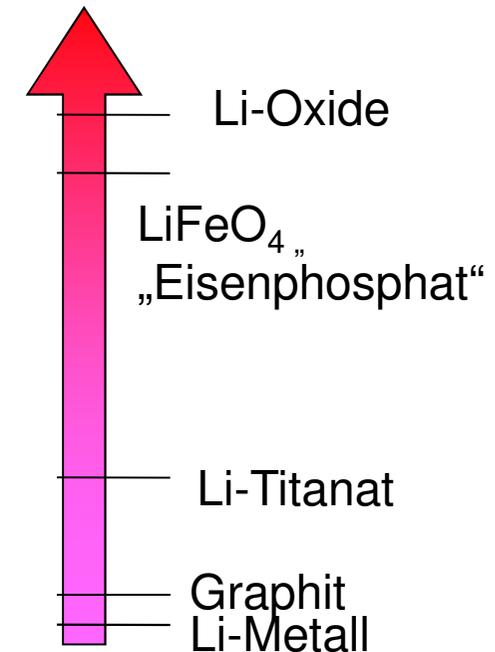
Quelle:

Jossen, Weydanz, Moderne
Akkumulatoren richtig
einsetzen, 2006

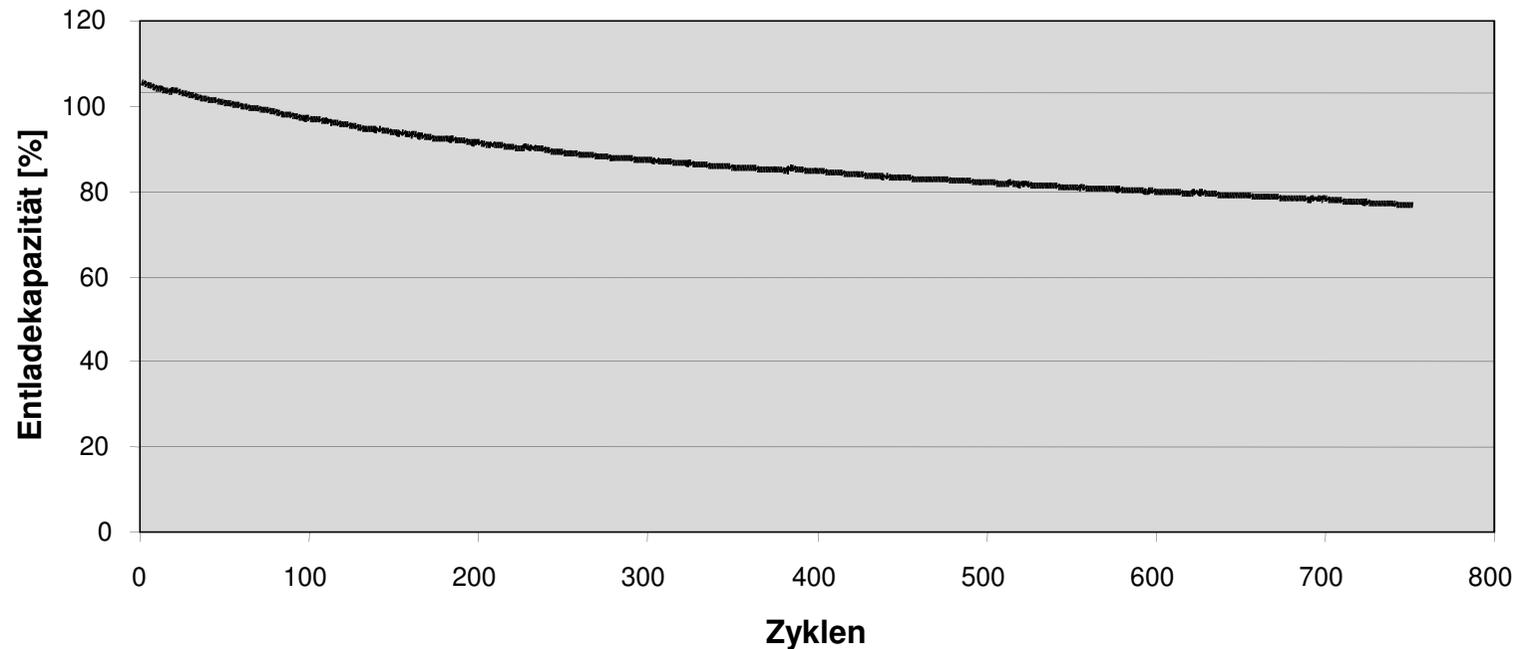
Technologien: Lithium Systeme

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 Zyklusstabilität (> 10.000 volle Lade- / Entladezyklen)
Lithium- Eisenphosphat / Titanat	1,8 V		Erhöhte Sicherheit + Extreme Zyklusstabilität

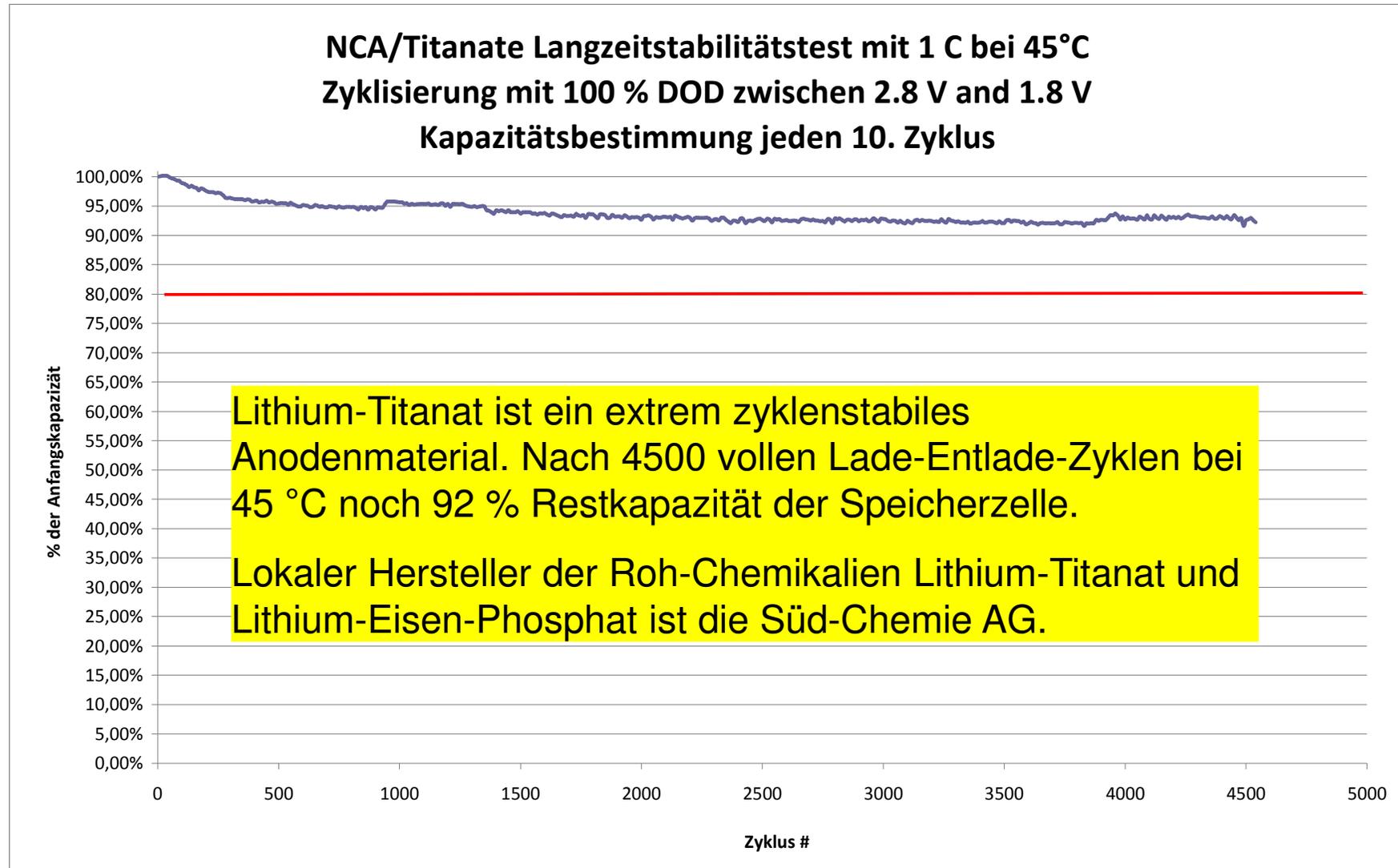


Problem der Zyklenstabilität



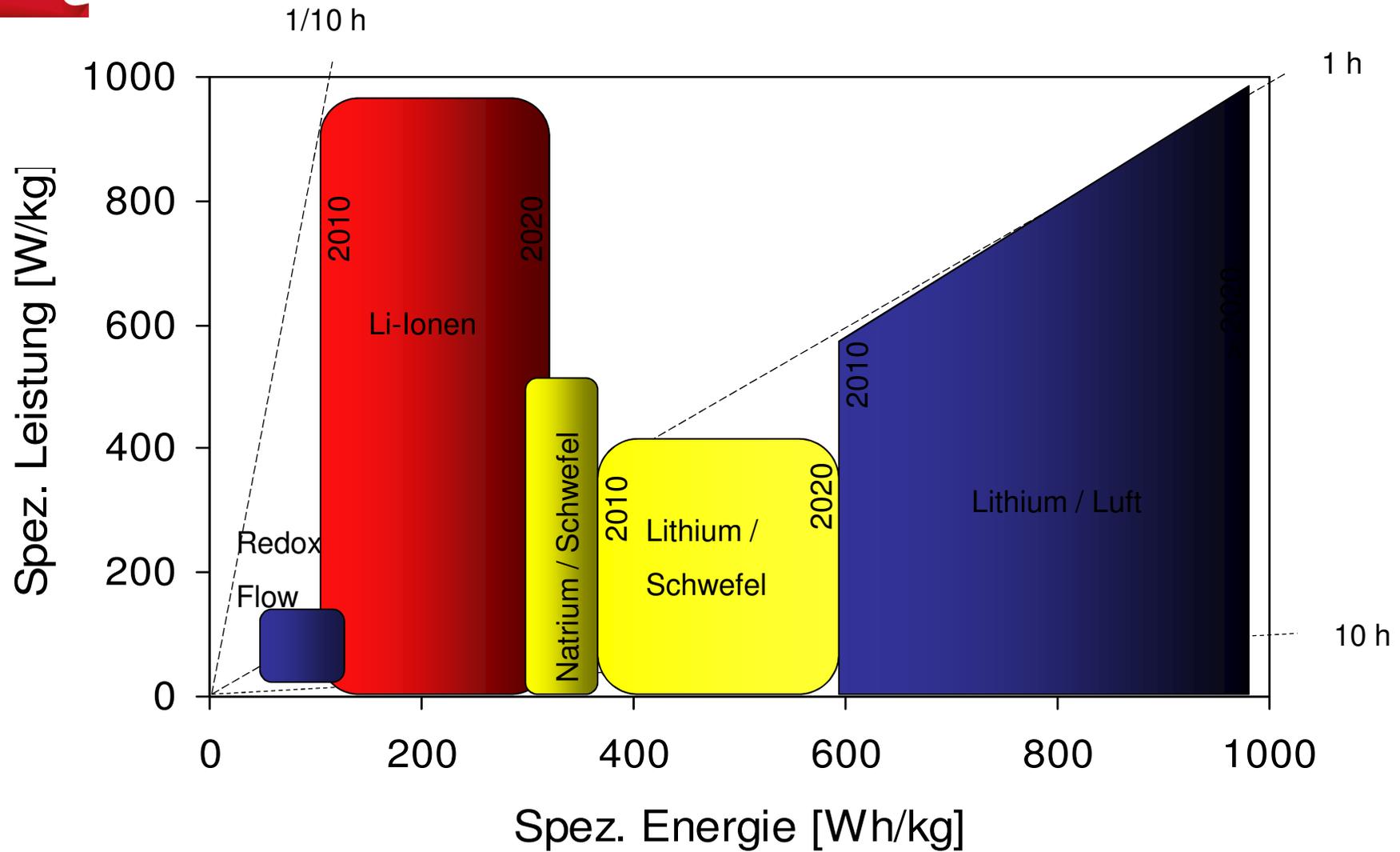
Darstellung am Beispiel einer nicht ausgereiften Zelltechnologie,
100% Lade-Entladezyklen, bei 1-stündiger Ladung/Entladung

Technologien: Lithium Systeme



Quelle: Leclanché GmbH

Entwicklungstrend Energiedichten





Inhalt

- Technologiezentrum Energie der Hochschule Landshut
- 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, 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 Nutztiefe [%] 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: 1.200 bis 3.600 €/kWh
(7.000 bis 18.000 € für 5kWh-Modul, Preise auf der Intersolar 2012)

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]

System Parameter	Bleibatterie	NiCd-Batterie	NiMH-Batterie	Li-Ionen-Batterie
Ladefaktor	1,1	1,3	1,3	1,01
Coulometrischer Wirkungsgrad (Ah)	90 %	75 %	75 %	99,9 %
Effizienz [%]	80 %	65 %	65 %	85 – 95 %

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

Was kostet die Speicherung ?

Anschaffung [€] + Wartung [€]

Kosten / kWh =

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 ?

Anschaffung [€] + Wartung [€]

Kosten / kWh =

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!

Beispielrechnung für die Kosten des gespeicherten Stroms in der Eigennutzung

- Beispiel: 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

$$\text{Kosten / kWh} = \frac{(7 \text{ kWh} \times 1300 \text{ €/kWh}) \text{ (Anschaffungskosten)} + 0 \text{ € (Wartung)}}{90 \% \text{ (Effizienz)} \times 80 \% \text{ (Nutzung) [\%]} \times 7200 \text{ (Zyklen)} \times 7 \text{ kWh (Kapazität)}} = 0,25 \text{ € / kWh}$$

Förderung:

Vorschlag vom März 2013

30 % der Anschaffungskosten:

→ 30 % x 9.100 € = 2.730 € Förderung,

Eigenkosten reduzieren sich von 25,0 ct/kWh zu 17,5 ct/kWh

Aktuell:

Förderung von 600 €/installiertem KWp → in unserem Beispiel 6.000 € für PV-Anlage + Speicher



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

