

Stromspeicherlösungen für Hausbesitzer, Landwirte und Gewerbetreibende

Solarfreunde Moosburg

05.03.2015



Gliederung allgemein

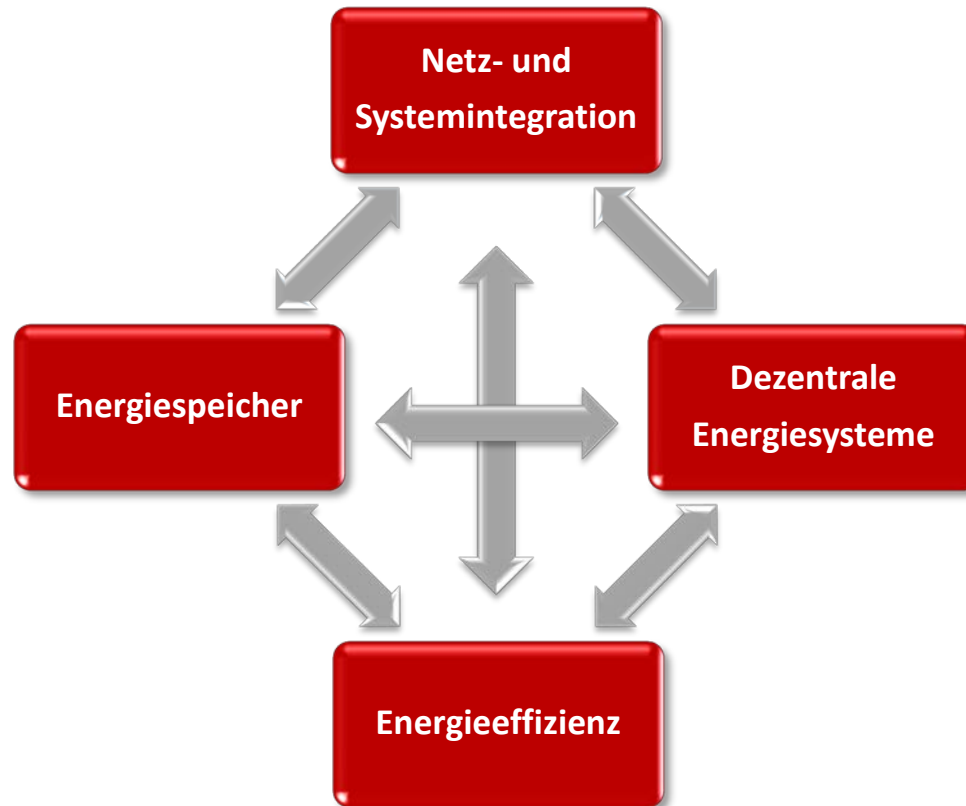
- Vorstellung TZE
- Warum Speicher? (Studien zu 100% EE)
- Unterschiedliche Speichersysteme
- Batteriespeicher für Heimanwendungen

Facts

- Gegründet im Oktober 2011 als Außenstelle der Hochschule Landshut
- Gefördert mit Mitteln aus „Aufbruch Bayern“ bis September 2016
- Unterstützt mit Mitteln der Marktgemeinde Ruhstorf an der Rott und des Landkreises Passau



Forschungsschwerpunkte



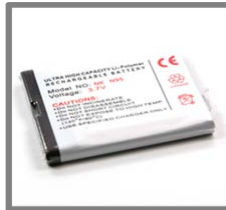
Alle Forschungspunkte bündeln ihre Kompetenz in der **Energieeffizienz**.

Kernkompetenzen:

Was können wir am TZE zur Energiewende beitragen?



Forschungsgebiete und Professuren



Energiespeicher
chemisch und elektrisch



**Dezentrale
Energiesysteme**



Netzintegration



**Energieeffizienz /
Energiemanagement**

**Professur in
Vorbereitung**

Warum Speicher? I

Strom und Wärme nur aus erneuerbaren Energien

Batterie-speicher
56 GWh

Pump-speicher
60 GWh

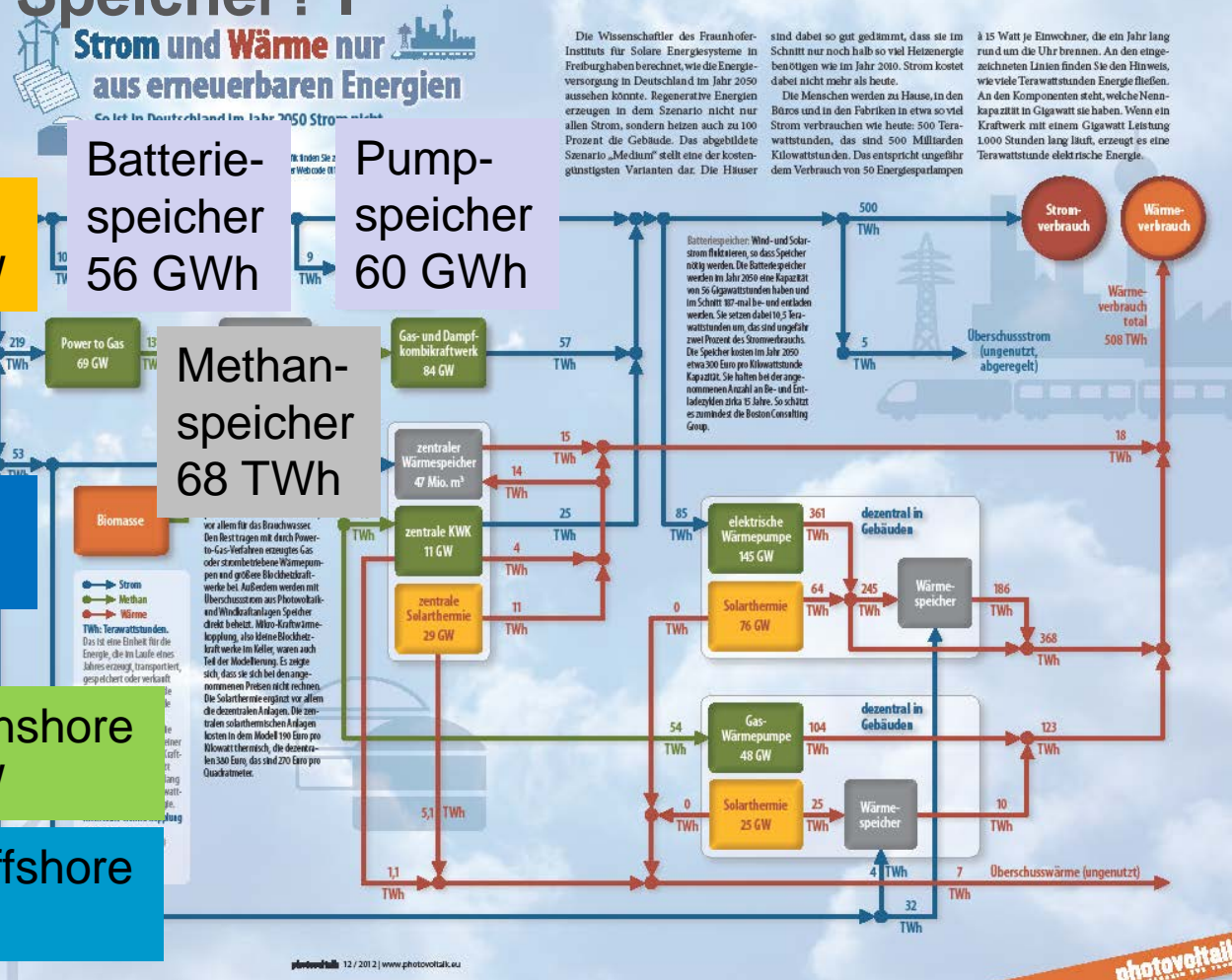
PV
206 GW

Wasser
5 GW

Wind Onshore
170 GW

Wind Offshore
85 GW

Methan-speicher
68 TWh



Die Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme in Freiburg haben berechnet, wie die Energieversorgung in Deutschland im Jahr 2050 aussehen könnte. Regenerative Energien erzeugen in dem Szenario nicht nur allen Strom, sondern heizen auch zu 100 Prozent die Gebäude. Das abgebildete Szenario „Medium“ stellt eine der kostengünstigsten Varianten dar. Die Häuser sind dabei so gut gedämmt, dass sie im Schnitt nur noch halb so viel Heizenergie benötigen wie im Jahr 2000. Strom kostet dabei nicht mehr als heute.

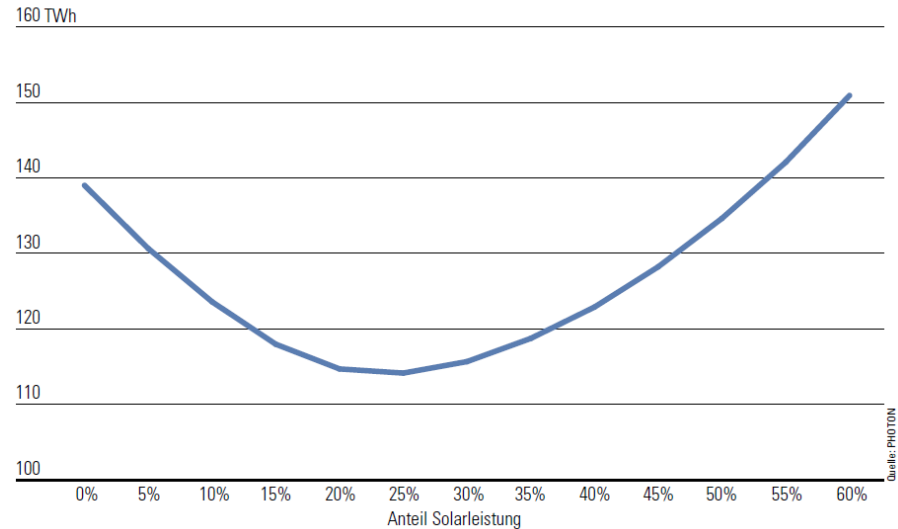
Die Menschen werden zu Hause, in den Büros und in den Fabriken in etwa so viel Strom verbrauchen wie heute: 500 Terawattstunden, das sind 500 Milliarden Kilowattstunden. Das entspricht ungefähr dem Verbrauch von 50 Energiesparlampen à 15 Watt je Einwohner, die ein Jahr lang rund um die Uhr brennen. An den eingezeichneten Linien finden Sie den Hinweis, wie viele Terawattstunden Energie fließen. An den Komponenten steht, welche Nennkapazität in Gigawatt sie haben. Wenn ein Kraftwerk mit einem Gigawatt Leistung 1.000 Stunden lang läuft, erzeugt es eine Terawattstunde elektrische Energie.

Quelle: Fraunhofer ISE, 2012

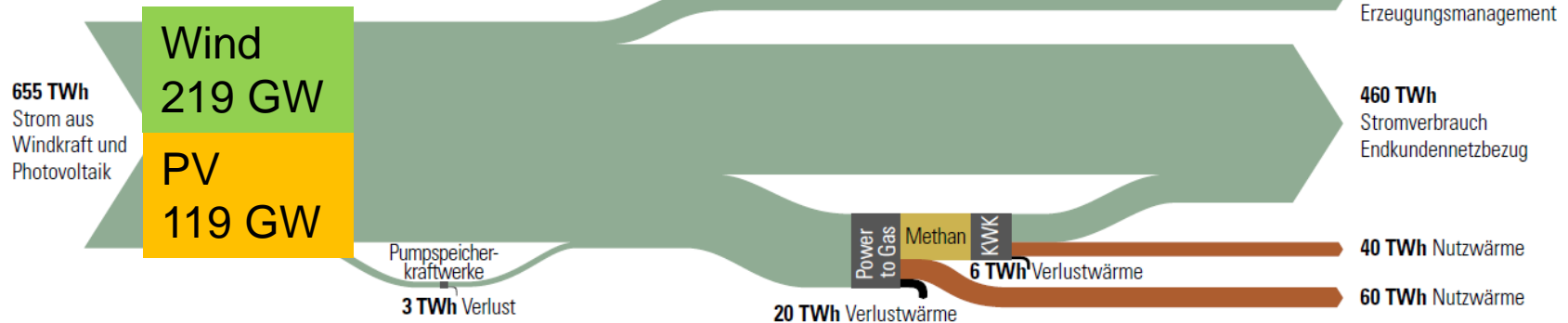
Warum Speicher? II

- Verhältnis von 1/3 PV zu 2/3 Drittel Wind wäre für den Speicherdurchsatz optimal
- Aber: Abweichungen sind möglich

Speicherdurchsatz pro Jahr bei 100 Prozent Strom aus Wind und Sonne



100 Prozent regenerative Stromerzeugung



Warum Speicher? III

- Unterschiedliche Studien haben die Möglichkeit der Vollversorgung aus 100 % Erneuerbaren Energien nachgewiesen.
 - Wesentlich sind dabei 4 Dinge
 - 1. Erzeugungsleistung massiv ausbauen
 - 2. Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch
 - 3, Zunehmend gekoppelte Betrachtung von Strom-, Wärme und Gasversorgung
 - 4, Es wird nicht die „eine“ Lösung geben, sondern ein Zusammenwirken von vielen Maßnahmen

Unterscheidungen an Speichersystemen

- Art der Umwandlung
- Art Speicherung
 - Mechanische Speicherung
 - Chemische Speicherung
 - Elektrische Speicherung
- Speicherdauer

Unterschiede Speichersysteme - Umwandlung

- „Strom zu Strom“ – positive und negative Regelenergie
 - Speicher nimmt Strom aus dem Netz auf und gibt Strom in das Netz ab
- „Irgendwas zu Strom“ – positive Regelenergie
 - System generiert Strom aus einem speicherbaren Energieträger oder stellt dem Netz Strom durch Verzicht zur Verfügung
- „Strom zu Irgendwas“ – negative Regelenergie
 - Strom wird verwendet und in einen anderen niederwertigeren Energieträger umgewandelt oder vernichtet

Mechanische Speicherung - Bewegungsenergie



- Leistung 500 kW
- Energiemenge 6 kWh
- Die Drehgeschwindigkeit und die Masse des Schwungrads beeinflussen die Speichermenge.
- Schnelle Reaktionszeit (+)
- Hohe Zyklenlebensdauer (+)
- Hohe Selbstentladung (-)

Quelle:
Rosseta GmbH

Mechanische Speicherung - Druck



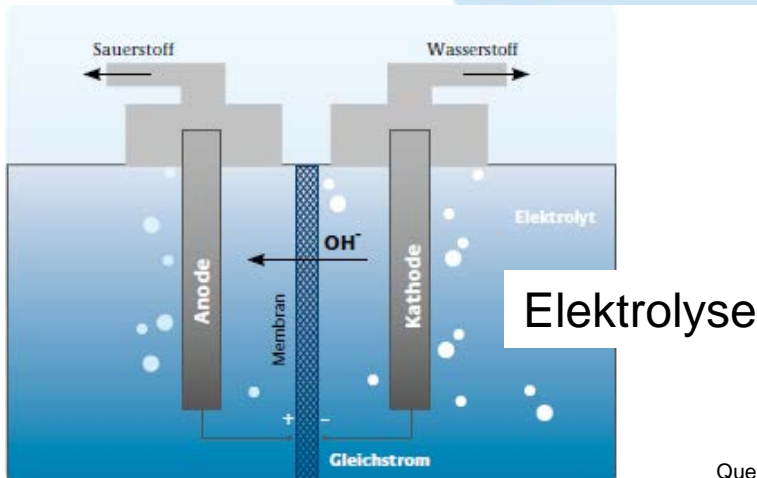
Quelle:
CAEStorage GmbH

- Leistung geplant 5 kW
- Energiemenge geplant ca. 90 kWh

- Das Volumen und die Höhe der Verdichtung beeinflussen die Speichermenge.
- Hohe Zyklenlebensdauer (+)
- Effizienz (?)

Chemische Speicherung – Elektrolyse / Methanisierung

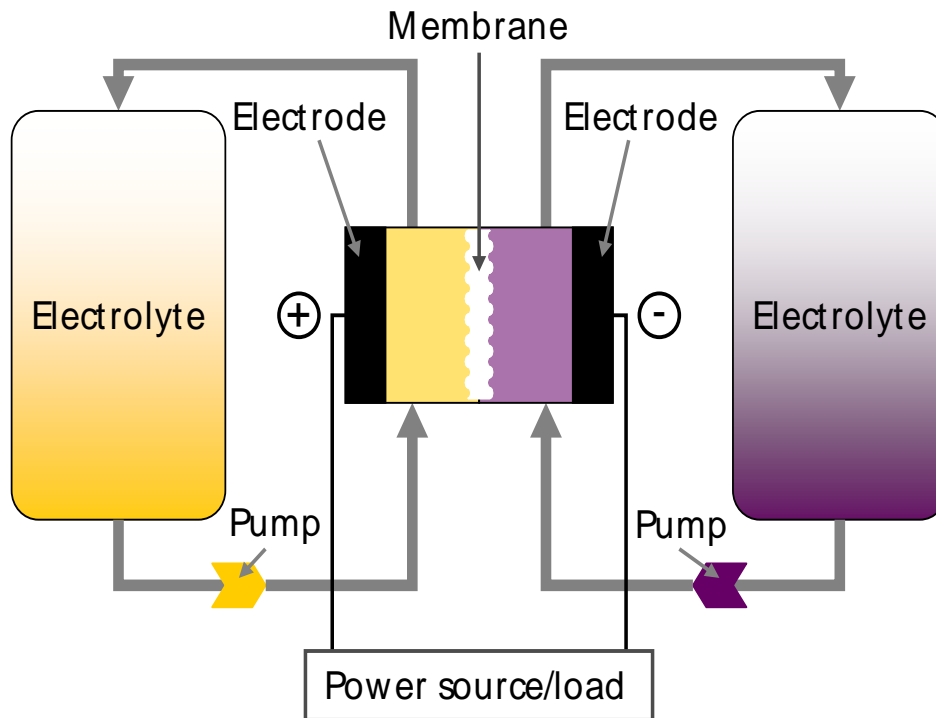
Methanisierung



- Bereitstellung eines Langzeitspeichers (+)
- Kosten (?)
- Wirkungsgrad (?)
- Das TZE arbeitet an Verfahren zur CO₂-Abscheidung aus Biogas und der Verflüssigung von Methan

Quelle:
DENA, Broschüre Power
to Gas, 12/2013

Chemische Speicherung – Redox-Flow



Quelle: Fraunhofer ICT

- Leistung ab ca. 1 kW
- Energieinhalt ab ca. 4 kWh
- Getrennte Dimensionierung von Leistung und Speicherinhalt(+)
- Kosten (?)
- Wirkungsgrad (?)
- Lebensdauer (?)

Elektrische Speicherung – Natrium / Schwefel



Quelle:

Yunicos AG

- Leistung 1 MW
- Energieinhalt 6 MWh
- Einsatz für Netzdienstleistungen (+)
- Kosten (?)
- Wirkungsgrad (?)
- Betriebstemperatur 300°C

Elektrische Speicherung – Große Lithiumanlagen I



Quelle: Younicos AG

Batteriespeicher in Schwerin, Betreiber WEMAG,

- Leistung 5 MW
- Energieinhalt 5 MWh
- Einsatz zur Stabilisierung der Netzfrequenz (+)
- Primärregelleistung (+)
- Kosten (?)
- Wirkungsgrad (?)

Elektrische Speicherung – Große Lithiumanlagen II



Quelle: BYD / Fenecon
Batteriespeicher in Senzhen, China,

- Leistung 20 MW
- Energieinhalt 40 MWh
- Peak Shaving (+)
- Einsatz zur Stabilisierung der Netzfrequenz (+)
- Kosten (?)
- Wirkungsgrad (?)

Unterschiede Speichersysteme - Zeit

- „Sekunden bis Minuten“ – Kurzzeitspeicher
 - Hohes Leistung zu Energieverhältnis
 - Energiebereitstellung bei Vollast für weniger als 15 min
 - Hohe Zyklenzahlen
- „Tagesspeicher“ – mittelfristige Energiespeicher
 - Energiebereitstellung im Bereich von einer bis zehn Stunden
 - Typischerweise geeignet nur für den Ausgleich innerhalb eines Tages
 - Ein bis zwei Zyklen pro Tag
- „Wochen bis Monate“ – Langzeitspeicher
 - Energiebereitstellung über viele Tage bis zu einem Monat
 - Ausgleich z.B. für lang anhaltende Flautephasen oder saisonale Schwankungen
 - Wenige Zyklen pro Jahr

Elektrische Speicherung – Weitere Technologien

- Blei, BleiGel, etc., NiFe, NiCd, NiMH, (Doppelschicht)kondensatoren, Supraleitende magnetische Energiespeicher
 - Kosten (?)
 - Wirkungsgrad (?)
 - Zyklenlebensdauer (?)
- **Die Anforderungen bestimmen die Systemauswahl.**

Gliederung Batteriespeicher für Heimanwendungen

Batteriespeicher für Heimanwendungen

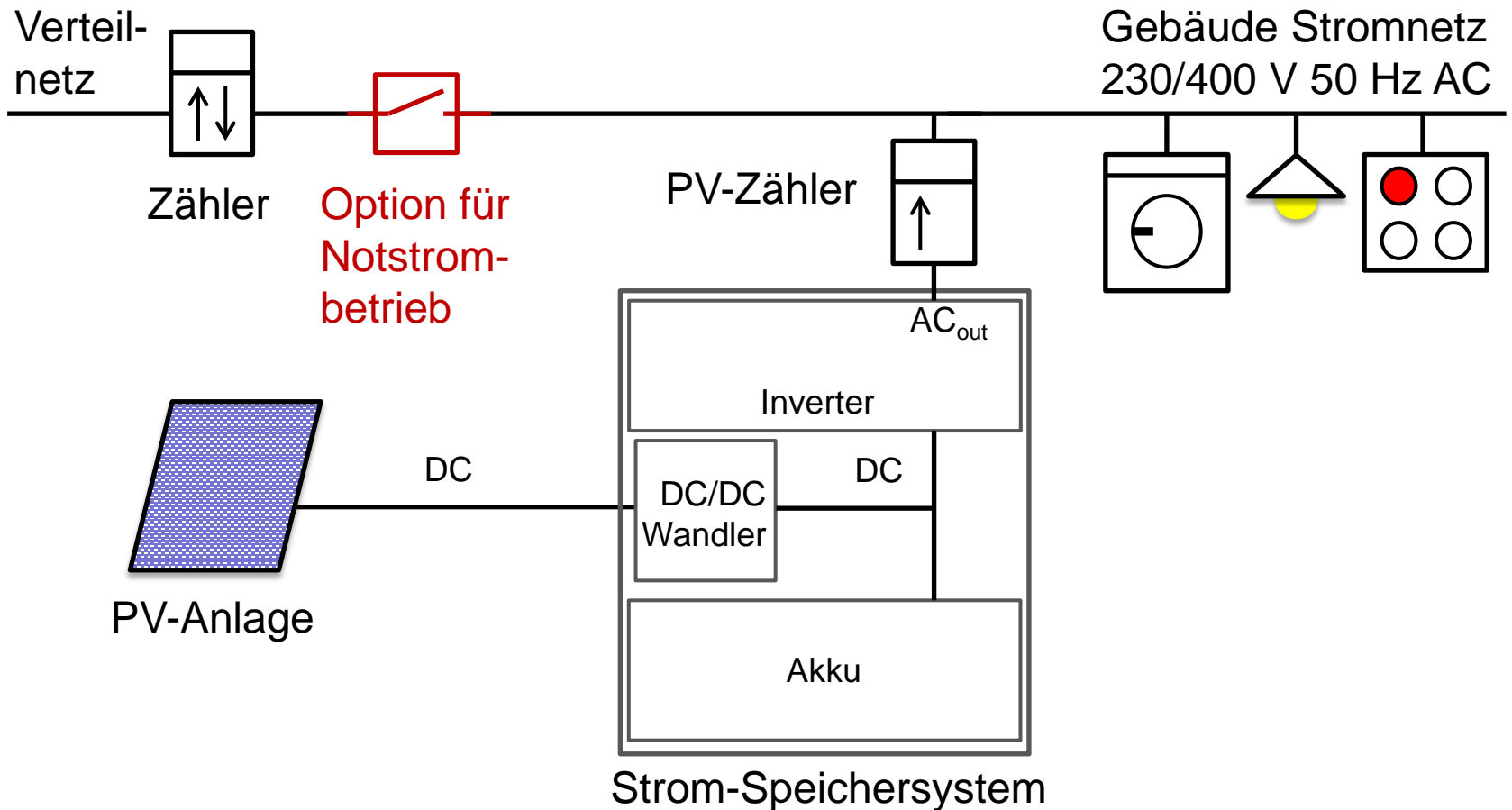
- Systemunterschiede Gebäudeeinbindung
- Systemauswahl
- Systemunterschiede Batterietechnik (Blei, Lithium mit Teilsystemen)
- Fragestellungen zur Systemoptimierung

Systemunterschiede in der Gebäudeeinbindung

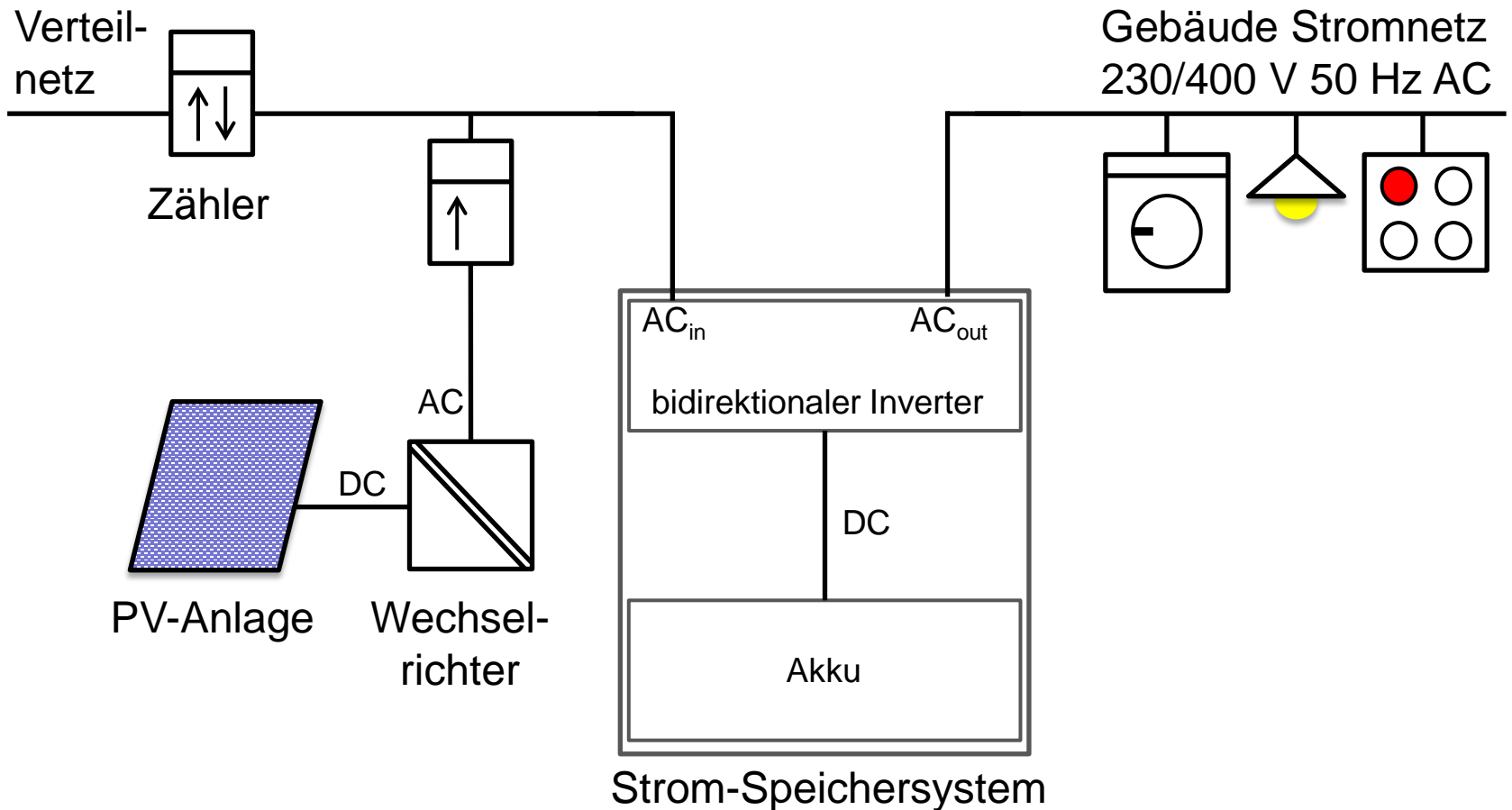
Elektrische Speicher lassen sich auf unterschiedliche Weise in Gebäudestromnetze integrieren:

- Einflussfaktor: „Einbau-Historie“ der technischen Einrichtungen
 - Vorhandene Komponenten weiterverwenden
 - Gesetzliche Rahmenbedingungen geschickt nutzen
- Einflussfaktor: Zielsetzungen an das System
 - Notstromfähigkeit
 - Erweiterbarkeit (z.B. um weitere Erzeugungsanlagen wie BHKW)
 - Nutzung von Mehrwerten (z.B. Blindstromkompensation)

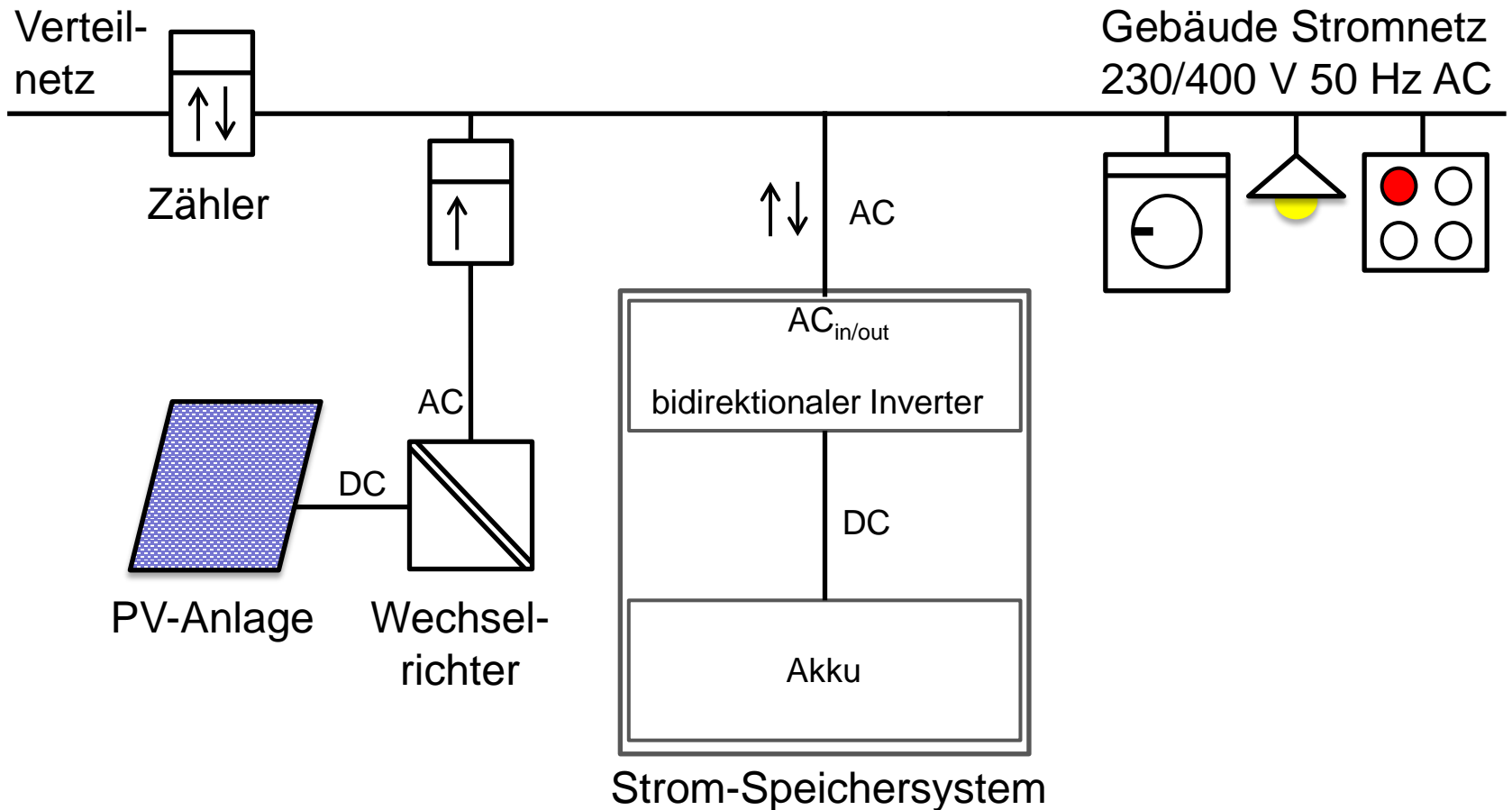
DC-gekoppelte PV/Strom-Speichersysteme



AC-gekoppelte Strom-Speichersysteme: Variante I



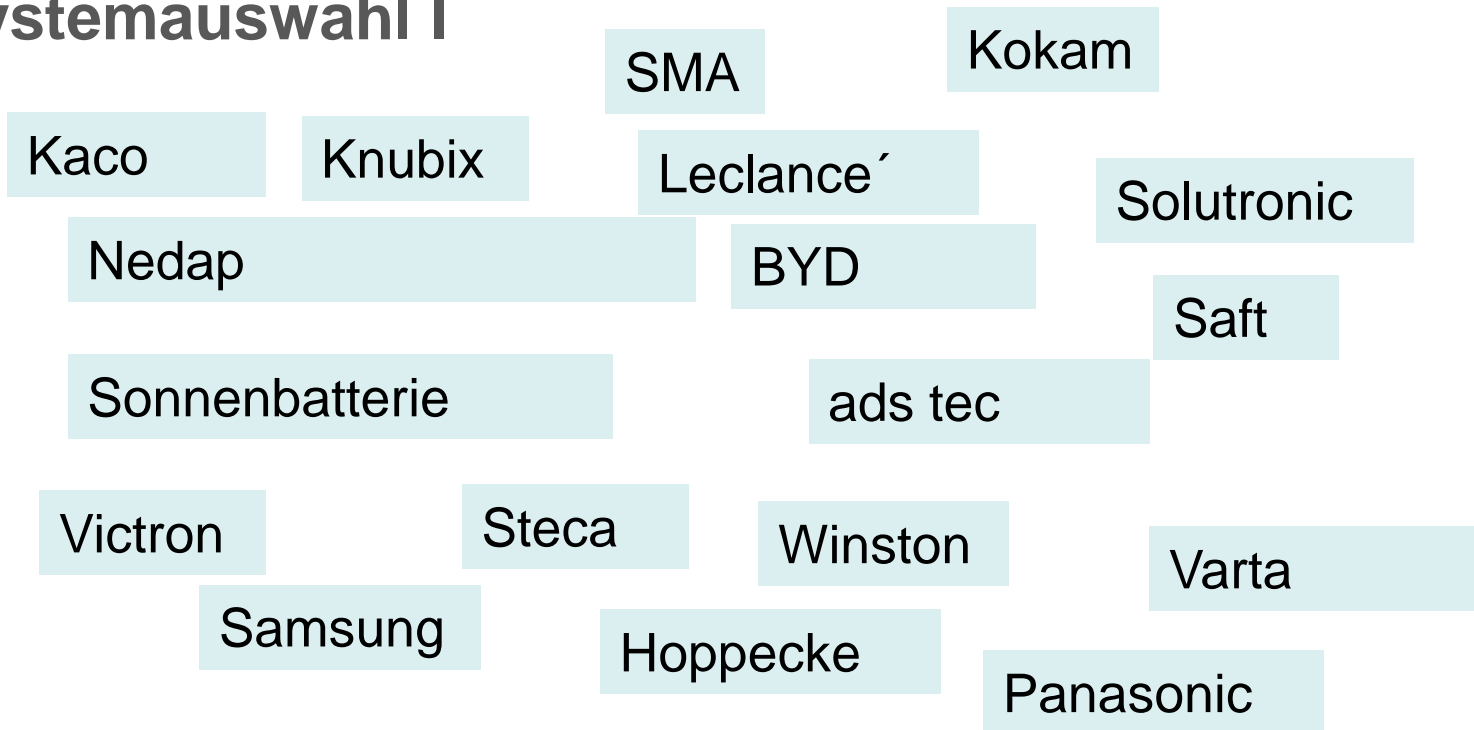
AC-gekoppelte Strom-Speichersysteme: Variante II



Systemunterschiede Gebäudeeinbindung

- DC-gekoppelt
 - PV-Anlage über DC/DC Wandler mit Akku gekoppelt, nur ein Inverter dadurch niedrigere Anlagenkosten und evtl. höherer Wirkungsgrad
 - Erweiterbarkeit um zusätzliche Erzeugungsanlagen ggf. eingeschränkt
- AC-gekoppelt
 - Nachrüstung von Bestandsanlagen
 - Erweiterbarkeit (z.B. um weitere Erzeugungsanlagen wie BHKW)

Systemauswahl I

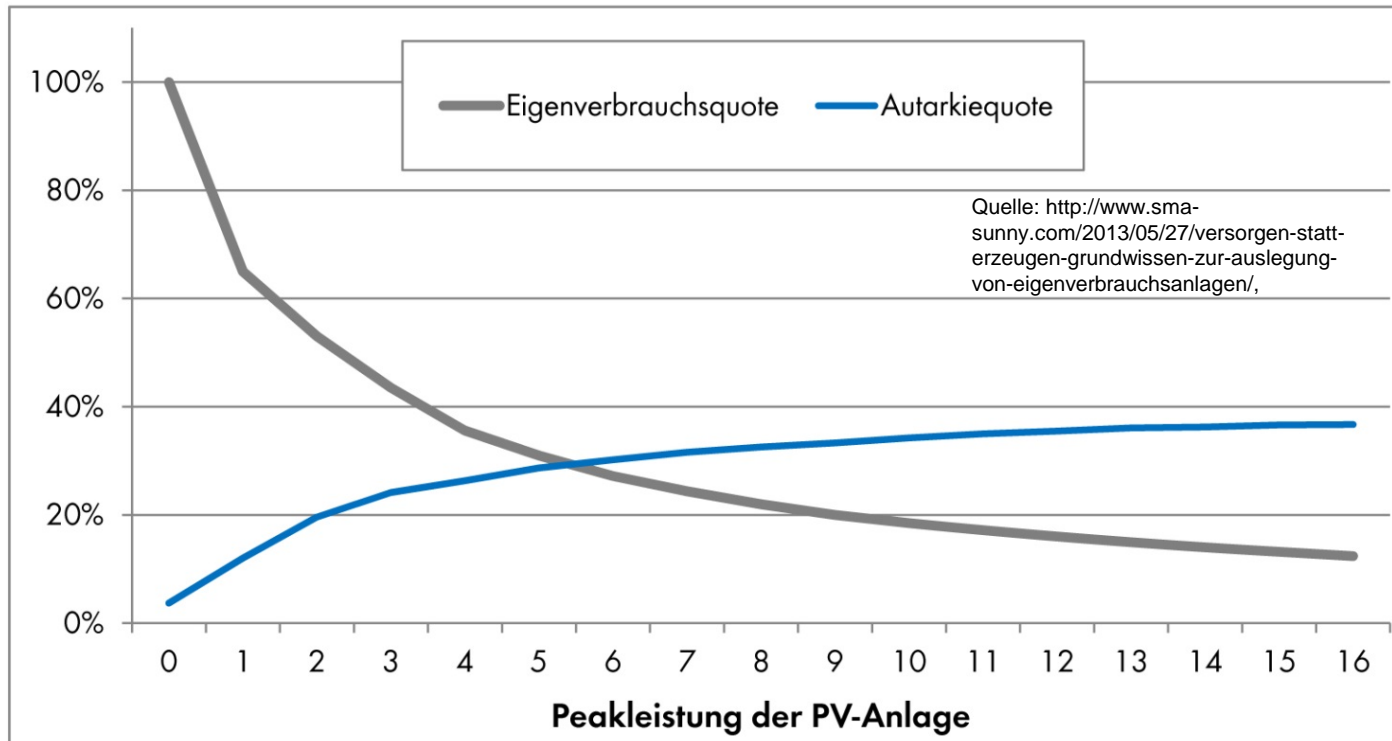


- Viele Hersteller von Systemen und Teilsystemen

Systemauswahl II

- Zieldefinition der grundsätzlichen Anforderungen an das System
 - Maximierung des Eigenverbrauchs
 - Maximierung der Autarkieoder
 - Maximierung der Wirtschaftlichkeit
- Berücksichtigen von zusätzlichen weiteren Faktoren
 - Teilnahme am Regelleistungsmarkt (Deutsche Energieversorgung, Fenecon, Lichtblick)
 - Einbinden von zukünftigen weiteren Komponenten (BHKW, E-Auto, etc.)
 - Nutzung von Mehrwerten (z.B. Blindstromkompensation, Ausfallsicherheit, Peak-Shaving)

Systemauswahl III



Typischer Verlauf: Während die Eigenverbrauchsquote mit zunehmender PV-Leistung gegen Null strebt, geht die Autarkiequote bei einfachen PV-Anlagen nicht über 30 bis 40 Prozent hinaus (Haushaltslastprofil, Jahresverbrauch 5.000 kWh, Südausrichtung)

Systemauswahl IV

Grafiken: Solarpraxis AG /Harald Schütt

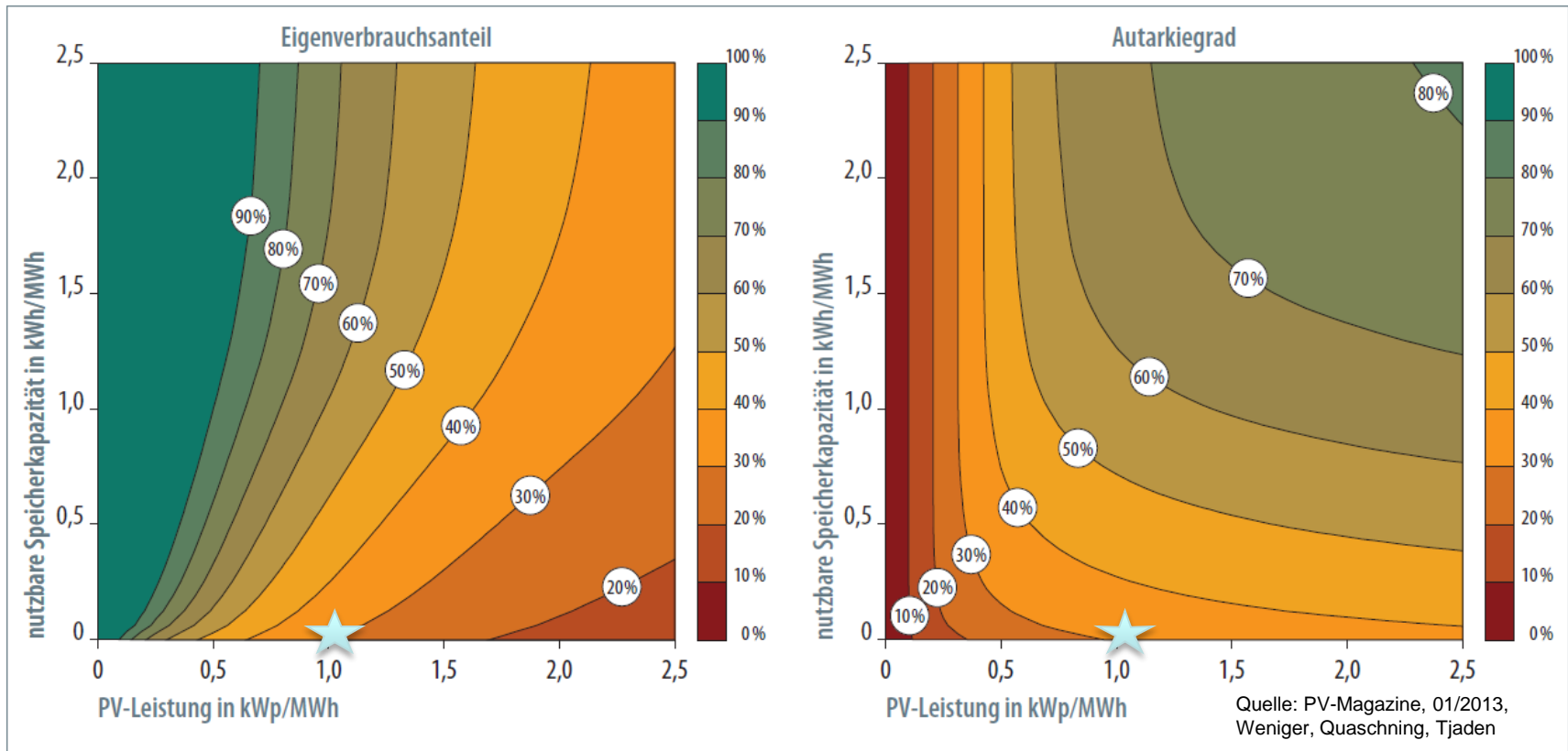
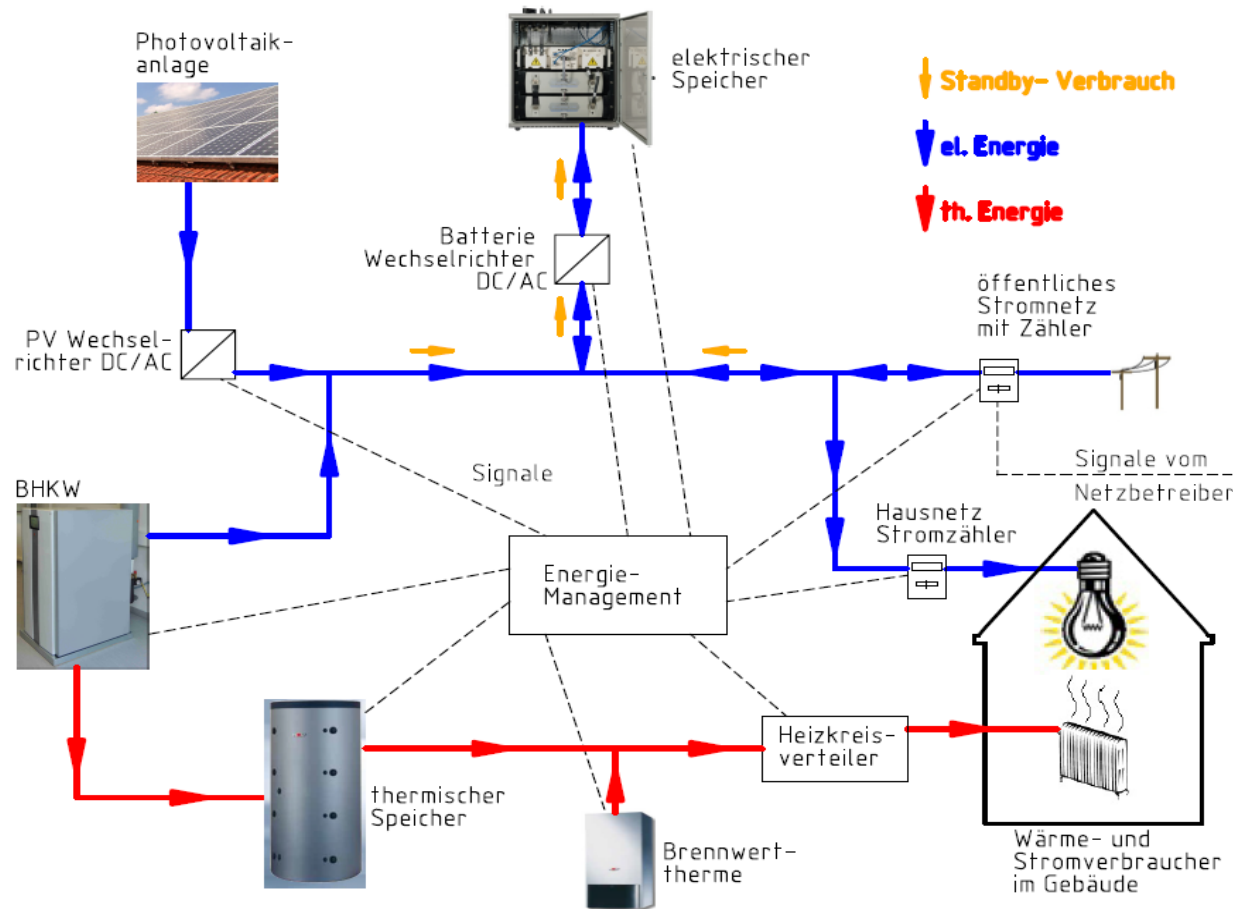


Abbildung 1: Eigenverbrauchsanteil (links) und Autarkiegrad (rechts) in Abhängigkeit der nutzbaren Speicherkapazität und PV-Leistung, jeweils normiert auf den Jahresstrombedarf in MWh. Durch die Normierung lassen sich die Bewertungsgrößen für Haushalte je nach der Höhe des Jahresstrombedarfs abschätzen.

Systemauswahl V



Ergänzung des Systems um weitere Stromerzeuger (BHKW, Wind) zur Erhöhung der Autarkie und der besseren Ausnutzung des elektr. Speichers sinnvoll, Untersuchung im

→ Projekt EKOSTORE

Gefördert durch:



Bayerische
Forschungsförderung

Abbildung 1: Angestrebter Systemaufbau aus den vorgesehenen Komponenten

Projektvorstellung EKOSTORE

▪ Technische Ziele

- Auslegungsoptimierung der Komponenten
- Anpassung der Schnittstellen
- Speicherorientierte Betriebsweise von mBHKW, Systemoptimierung in Bezug auf Speicherkapazitätsauslastung („Doppelnutzung“ durch mBHKW und PV)
- Entwicklung eines Energiemanagementsystems (systemoptimiert, witterungsangepasst)
- Standardisierung und Normierung der Schnittstellen zwischen Energiemanagementsystem und Systemkomponenten
- Aufbau einer Demonstrationsanlage des Zielsystems

Gliederung Batteriespeicher für Heimanwendungen

Batteriespeicher für Heimanwendungen

- Systemunterschiede Gebäudeeinbindung
- Systemunterschiede Batterietechnik (Blei, Lithium mit Teilsystemen)
- Fragestellungen zur Systemoptimierung

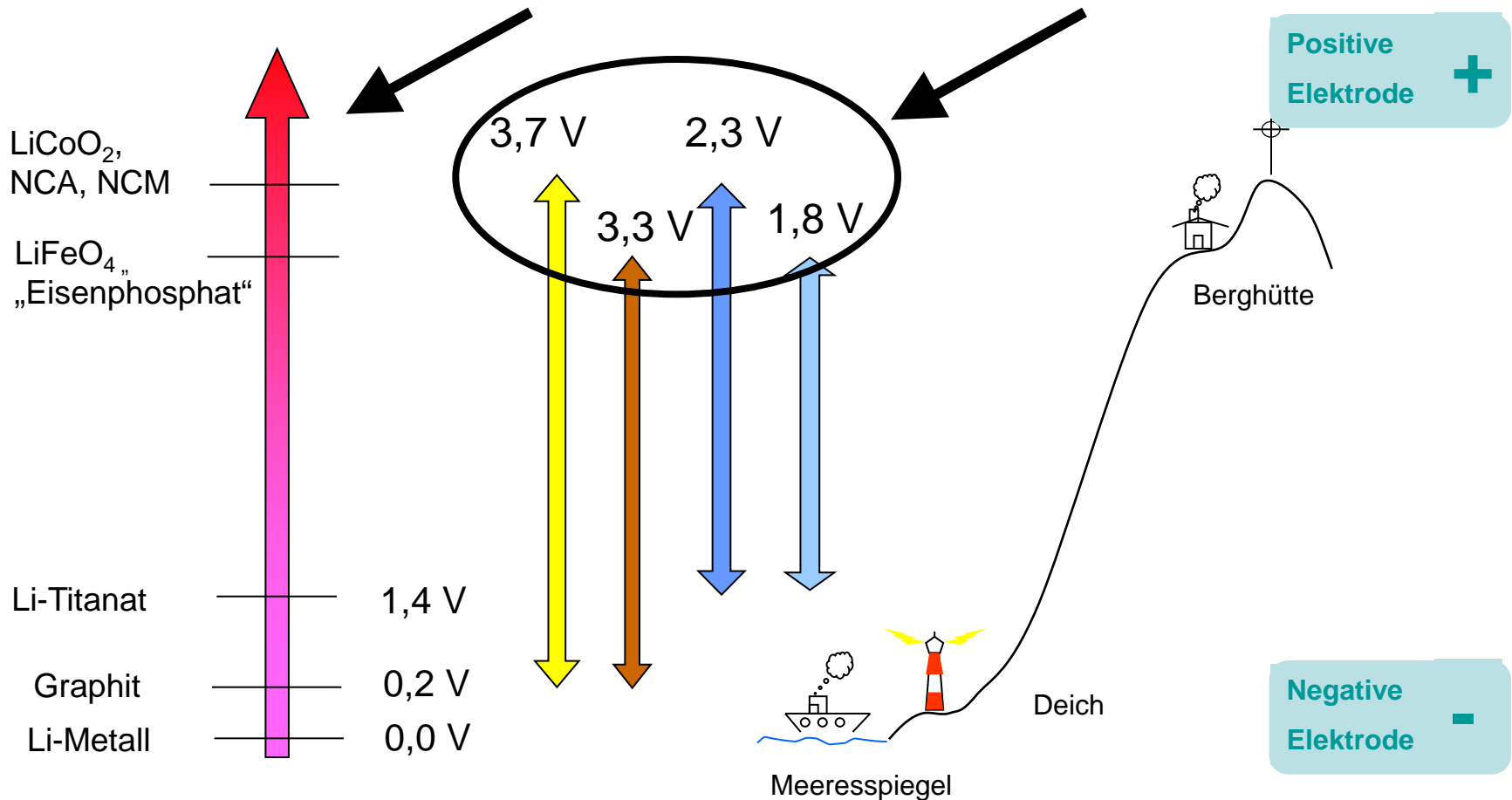
Systemunterschiede Batterietechnik

Elektrische Speicher lassen sich in unterschiedlichen Technologien realisieren und unterscheiden sich dabei meistens in:

	Blei	Lithium
Effizienz	~ 85 %	85 – 95 %
Zellspannung	2,0 V	1,8 V – 3,7 V
Nutzungstiefe	50 %	80 – 90 %
Lade- /Entladerate	C10	bis 4C
Handling	BMS optional, Tiefentladeschutz	BMS zwingend erforderlich
Lebensdauer	1000 - 2000 Zyklen	2.000 – 15.000 Zyklen
Normen	Siehe Speicherpass vom BSW-Solar und ZVEH	

2| Speichertechnologie Lithium Ionen

Elektrochemisches Potential und Zellspannung



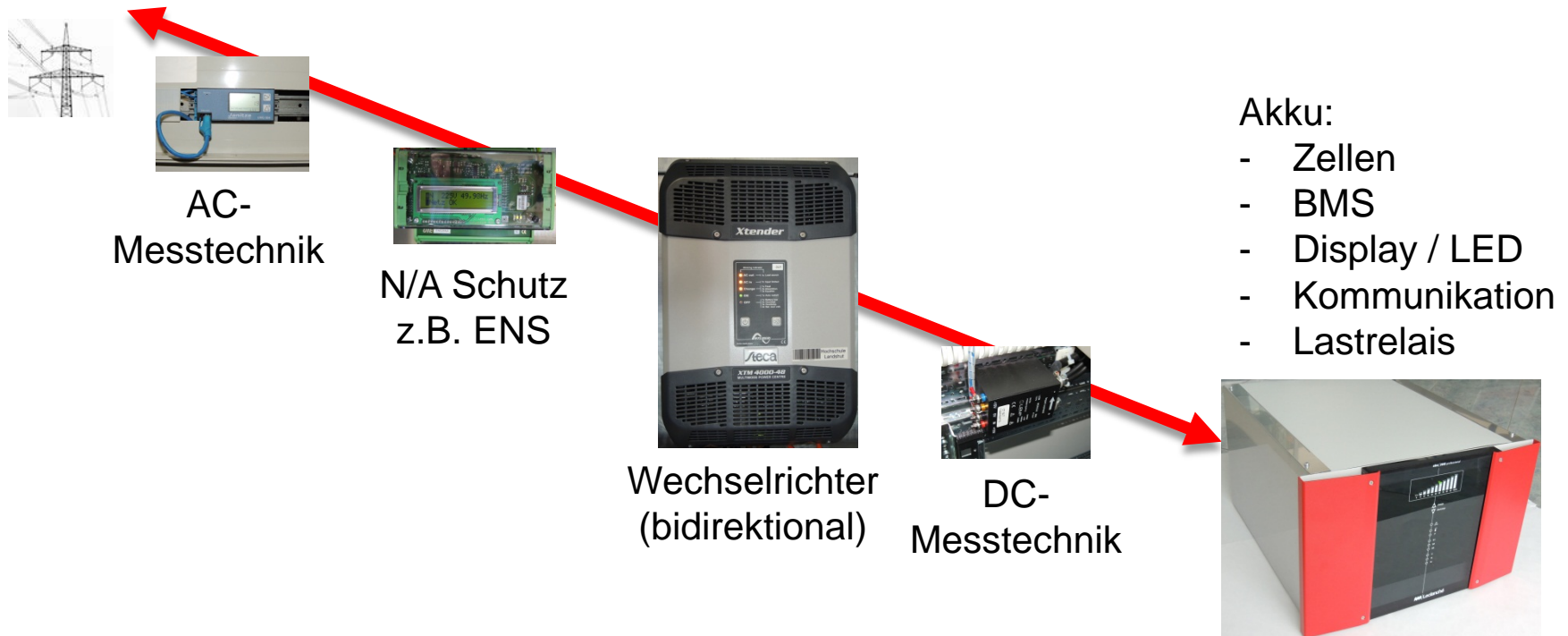
Elektrochemische
Spannungsreihe

Gliederung Batteriespeicher für Heimanwendungen

Batteriespeicher für Heimanwendungen

- Systemunterschiede Gebäudeeinbindung
- Systemunterschiede Batterietechnik (Blei, Lithium mit Teilsystemen)
- Fragestellungen zur Systemoptimierung
 - Bereitschaftsverluste
 - Dimensionierung

Bereitschaftsverluste und Systemwirkungsgrad



$$\text{Systemwirkungsgrad} = \frac{\text{dem Speichersystem entnommene Energiemenge}}{\text{dem Speichersystem zugeführte Energiemenge}}$$

Überlegungen zum Systemwirkungsgrad

5 kWh Strom-Speichersystem
300 Zyklen / Jahr

Energieentnahme = $300 \times 5 \text{ kWh}$
= 1.500 kWh / Jahr

Lastabhängige Verluste:

$\eta_{\text{Speicher}} = 95 \%$; $\eta_{\text{Wechselrichter}} = 95 \%$

dazu nötige Energieaufnahme =
 $1.500 \text{ kWh} / (0,95^2) = 1.662 \text{ kWh}$

Zeitabhängige Verluste:

Bereitschaftsverluste

Strom-Speichersystem z.B.

90 W | 60 W | 30 W

Jahresbezogen, d.h. mal 8760 h / Jahr

788 kWh | 525 kWh | 263 kWh

$$\rightarrow \text{Systemwirkungsgrad} = \frac{1.500 \text{ kWh}}{1.662 \text{ kWh} + 788 \text{ kWh} \mid 525 \text{ kWh} \mid 263 \text{ kWh}} = 61 \mid 69 \mid 78 \%$$

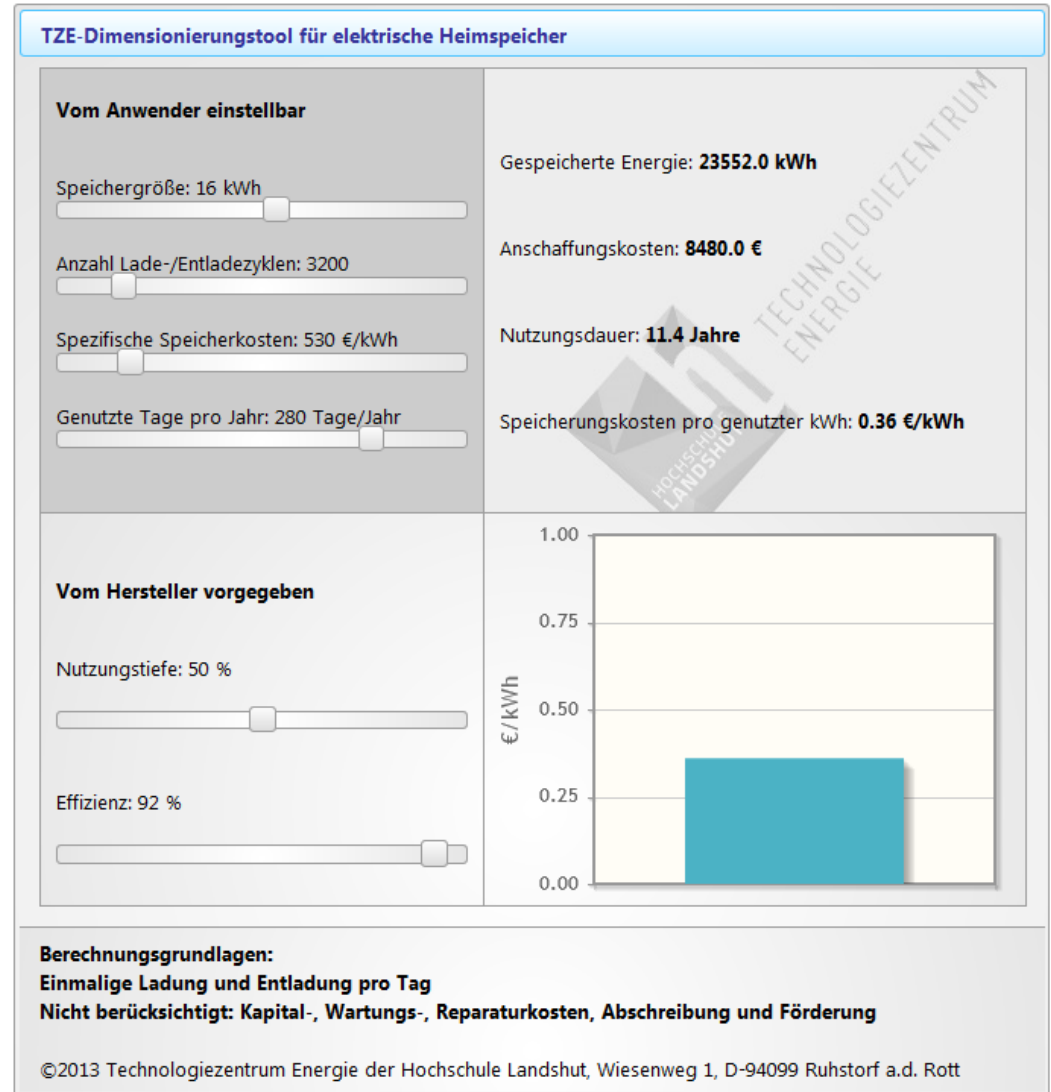
Herausforderung: Beschaffung und Bewertung von Daten zum Systemwirkungsgrad

- Herstellerangaben sind in Bezug auf die Bereitschaftsverluste häufig unvollständig.
- Bei Wirkungsgradangaben der Hersteller fehlen oft die zugrunde gelegten Betriebsbedingungen (vgl. STC für PV-Module, Normnutzungsgrad für Heizkessel, Fahrzyklen für KFZ).
 - Abfrage der Systemwirkungsgrade und Bereitschaftsverluste durch die Installateure
 - Sammeln von realen Daten in einem Feldtest unter anderem zum Abgleich mit Simulationsergebnissen
aktuell: Datenzugriff und Messungen



Beispielrechnung I:

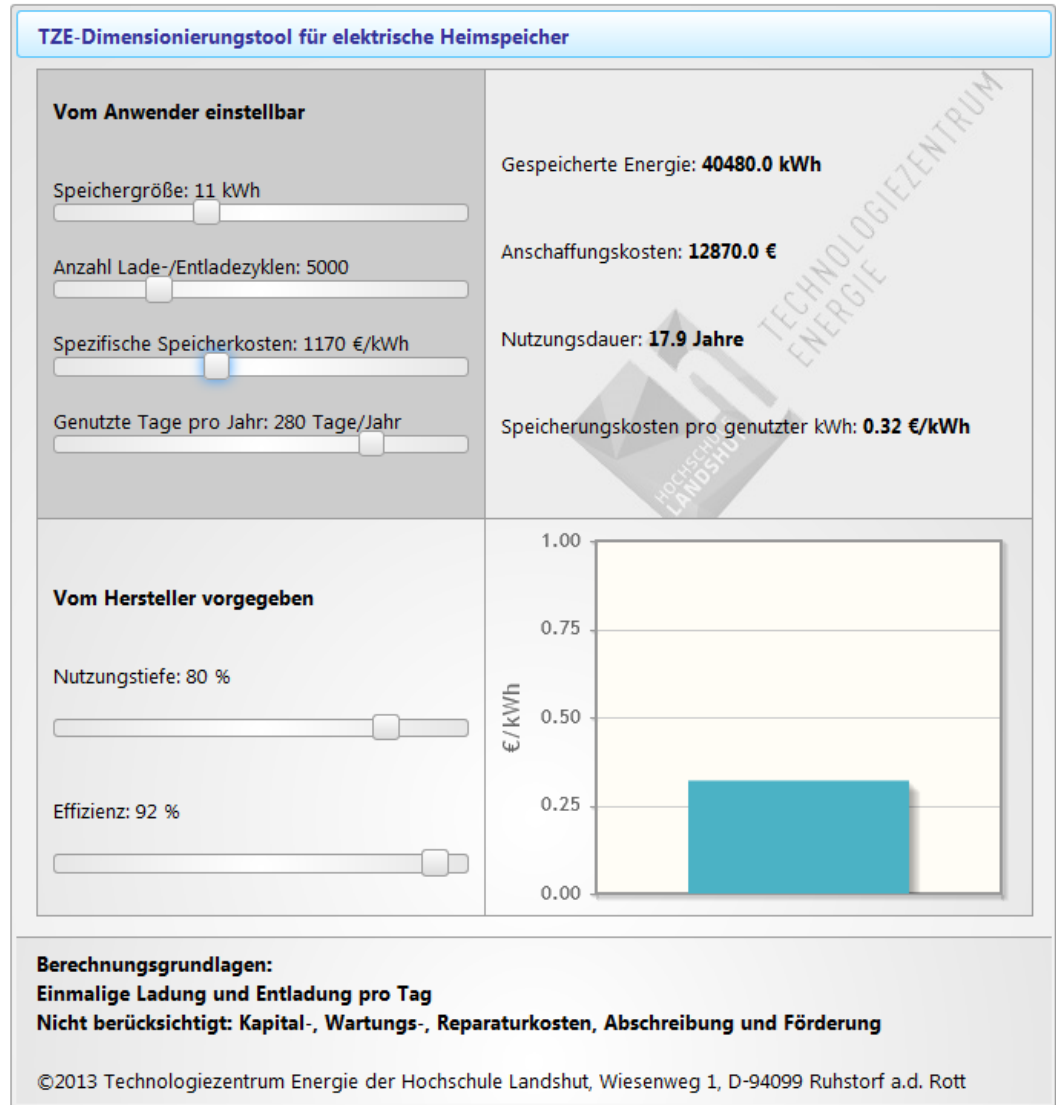
- Senec.Home G2
- Batterietechnik: Blei
- Installierte Kapazität: 16 kWh
- Nutzbare Kapazität: 8 kWh
- Effizienz: 92 %
- Anzahl Zyklen: 3200
- Preis: 8500 €



Beispielrechnung II:

- Knubix KNUT basiX
- Batterietechnik: LiFePO4
- Installierte Kapazität: 11 kWh
- Nutzbare Kapazität: 8,8 kWh
- Effizienz: 84,8 %
- Anzahl Zyklen: 5000
- Preis: 12900 €

<https://www.haw-landshut.de/die-hochschule/technologiezentrum-energie/service-downloads/infos-rund-um-die-energie.html>



Fazit:

- Sind elektrische Energiespeicher wirtschaftlich ?
 - Tendenz derzeit eher noch nein, aber in Kombination mit PV-Anlagen und entsprechend günstigem Einkauf können Stromspeicher zunehmend wirtschaftlich sein, besonders wenn noch ein Zusatznutzen mitabgedeckt wird.
- Warum sollte dann dennoch intensiv über den Einsatz dieser Technologie nachgedacht werden?
 - Weil es den Betreibern von kleinen PV-Anlagen die Möglichkeit bietet, mehr „eigenen“ Strom zu nutzen und damit die Energiewende von unten unterstützt.



TECHNOLOGIEZENTRUM ENERGIE

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !!!**

Fragen ???

**Technologiezentrum Energie
der Hochschule Landshut**

Wiesenweg 1 ·
D-94099 Ruhstorf an der Rott

Tel.: +49 (0)8531 – 914044 0
Fax: +49 (0)8531 - 914044 90
info@tz-energie.de
www.tz-energie.de

