

Batteriespeichermanagementsysteme im Vergleich – individualisiert und nach Optimierungsmethoden

Alfons HABER, Julius GROSS

HAW Landshut, Am Lurzenhof 1, D-84036 Landshut, +49 871-506 230, Fax + 49 (0)871-506 9230,
Alfons.Haber@haw-landshut.de,
www.haw-landshut.de

Gliederung

1. Einleitung
2. Lastflussbetrachtungen
3. Batteriespeichermanagement
4. Zusammenfassung

Problemstellung

- Es existieren unterschiedliche Lösungen im Bereich Energiespeicherung.
- Es wird häufig irrtümlich davon ausgegangen, dass das Netz uneingeschränkt in Zeit und Leistung verfügbar sei.
- Optimierungen und Szenarien der Ein- und Ausspeicherung von Batterien sind zu betrachten.
- Für die Netzplanung und die Netzberechnung gilt es ein Tool für die Betrachtungen und Auswirkungen im Netz zu entwickeln.

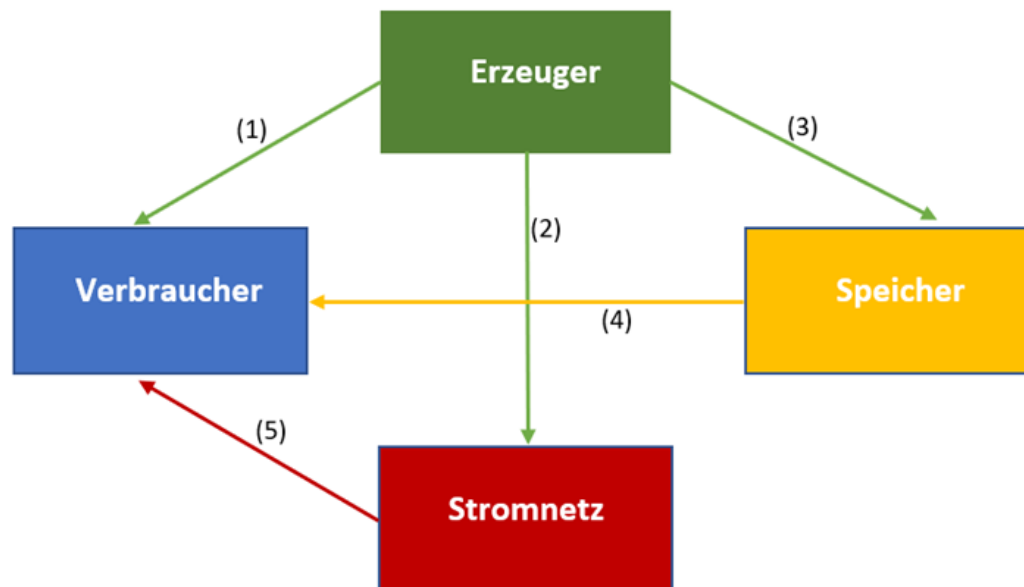
1. Einleitung

- **Speichermanagement:** *alle Arten der Ladung und Entladung (Ein- und Ausspeicherung) von Batteriespeichern, die unter Berücksichtigung der Lade- und Entladecharakteristik möglich sind und bei denen in weiterer Folge die Möglichkeit der Ansteuerung über ein Informations- und Kommunikationsnetz durch einen Aggregator oder einem anderen Marktteilnehmer erfolgt, wobei sich hier unterschiedliche Betriebsmodi und Einsatzmöglichkeiten unterschieden nach Markt, Netz oder Kunden ergeben.¹*
- **Aggregator:** *ein Dienstleister/Marktteilnehmer, der über ein Informations- und Kommunikationsnetz verschiedene Verbraucher-, Erzeuger- oder Speicherleistungen (Kapazitäten) für unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten differenziert nach den Marktteilnehmern und dem System bündelt und einsetzt.¹*
- **Entwicklung eines Tools zur Optimierung des Batteriespeichermanagementsystems**

¹ Haber, Alfons: Batteriespeicher, 2018, Hrsg. J. Böttcher und P. Nagl; De Gruyter, Oldenbourg, ISBN 978-3-11-045577-9, pp233-254

2. Lastflussbetrachtungen

- Die Richtungen der Lastflüsse gilt es vorab im Zusammenhang mit dem Netz-, Verbrauchs-, Erzeuger- und Speichersystems zu definieren und vorzeichenmäßig festzulegen, z.B. nach dem Verbraucherzählpfeilsystem.



2. Lastflussbetrachtungen

- **Betriebsmodi** im Zusammenhang mit dem Netz:¹
 - *Einspeicherung*: Energiebezug aus dem Netz (netzgekoppelter Betrieb wie Verbraucher/Last)
 - *Ausspeicherung*: Energieeinlieferung in das Netz (netzgekoppelter Betrieb wie Einspeiser/Erzeugung)
 - *Inselnetz*: vom öffentlichen Netz getrennte lokale Energieversorgung mit „Einspeicherung“ und „Ausspeicherung“
 - *Speicherung und Entladung im Netz in Verbindung mit Erzeugungsanlagen oder zum Lastmanagement* (z.B. lokal mit PV-Anlagen, Kundenanlagen, Ladestationen für Elektromobile)

- Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich vorwiegend auf die Betriebsmodi „*Einspeicherung*“ und „*Ausspeicherung*“.

¹ Haber, Alfons: Batteriespeicher, 2018, Hrsg. J. Böttcher und P. Nagl; De Gruyter, Oldenbourg, ISBN 978-3-11-045577-9, pp233-254

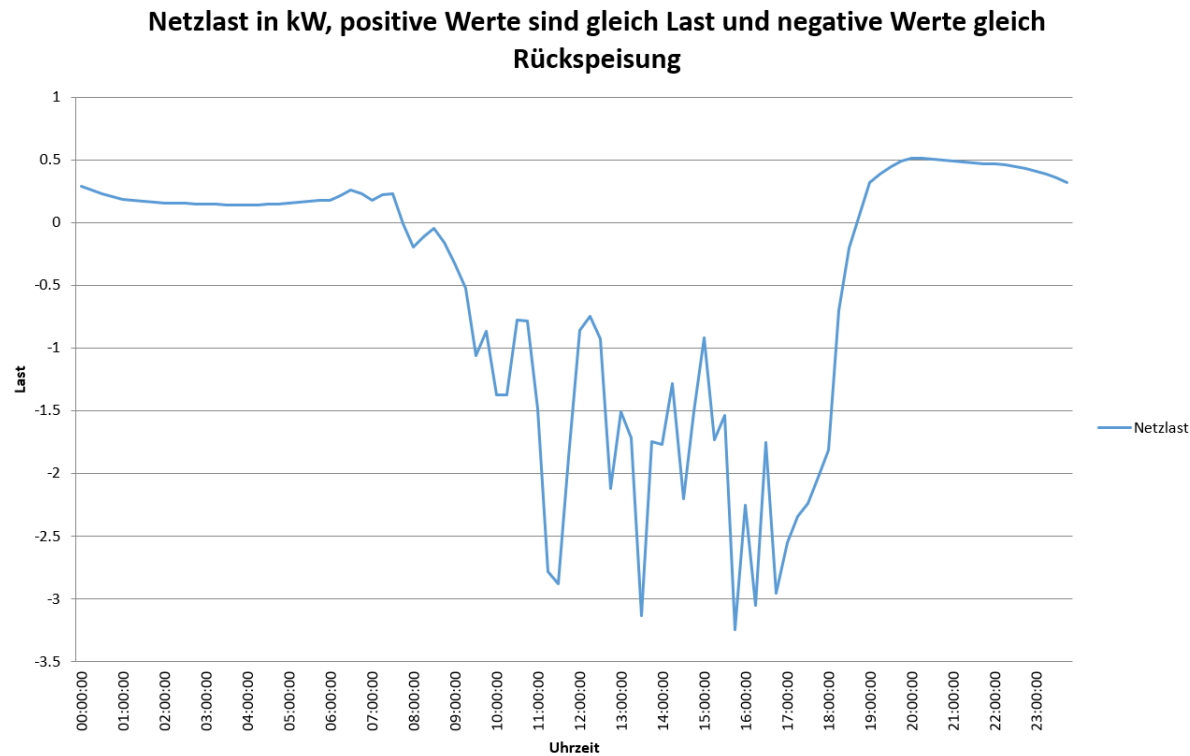
3. Batteriespeichermanagementsystem

- **Speichermanagement** steuert bzw. regelt:¹
 - *Direktes Laden*: Die Ladung der Speicher erfolgt nicht zeitgesteuert, sondern z.B. bedarfsgesteuert bei Unterschreitung einer Speicherkenngröße.
 - *Verzögertes Laden*: Erfolgt die Ladung der Speicher beispielsweise erst ab einer bestimmten Leistung der Einspeisung (z.B. PV), kann hier auch von einer leistungsgesteuerten oder verzögerten Ladung gesprochen werden.
 - *Laden nach Netzvorgaben*: Der Speicher kann unter Berücksichtigung von z.B. Netzauslastungen oder Spannungswerten geladen werden und so den Lastfluss beeinflussen.
 - *Spitzenreduziertes Laden* (Peak Shaving): Der Speicher wird bewusst zur Reduktion der Lastspitzen, verursacht durch einen hohen Anteil von zeitgleicher Einspeisung, eingesetzt. Die Ladung erfolgt z.B. häufig in Kombination mit den prognostizierten PV-Einspeiseleistungen.

¹ Haber, Alfons: Batteriespeicher, 2018, Hrsg. J. Böttcher und P. Nagl; De Gruyter, Oldenbourg, ISBN 978-3-11-045577-9, pp233-254

3. Batteriespeichermanagementsystem

■ Ausgangssituation



3. Batteriespeichermanagementsystem

- **Optimierungen**
 - netzdienlich
 - kundendienlich
 - marktdienlich

- Szenarien des Einsatzes von Speichersystemen:
 - Maximierung des Eigenverbrauchs (kundendienlich)
 - Leistungsbegrenzung (netzdienlich)
 - Zeitlich festgelegte Speicherung (netz-/kundendienlich)
 - Zeitlich- und leistungsbegrenzte Speicherung (netzdienlich)
 - Speicherung/Entladung in Abhängigkeit vom Strompreis (markt-/kundendienlich)
 - Stufenweise Netzentlastung (netzdienlich)
 - State of Charge (SoC)-abhängige Speicherung (kundendienlich)

3. Batteriespeichermanagementsystem

■ Beschreibung der Optimierungen

- Erzeugungs- und Lastdaten vom Verbraucher als auch die Eingangparameter des Speichers sind wesentlich.
- Für die Daten- bzw. Leistungsbetrachtungen (für Last- und Erzeugungsprofile) wird auf die Persistenzprognose zurückgegriffen.

$$P_{\text{Leistungsbedarf}} = P_{\text{Last}} - P_{\text{PV}}$$

$$P_{\text{Einspeicherung}} = P_{\text{Last}} - P_{\text{PV}} > 0$$

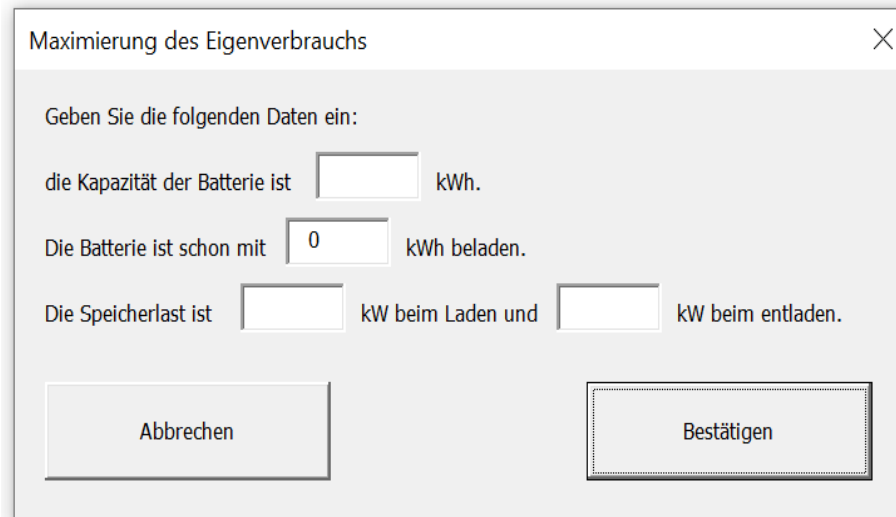
$$P_{\text{Ausspeicherung}} = P_{\text{Last}} - P_{\text{PV}} < 0$$

$$P_{\text{EinspeicherungB}} = P_{\text{Last}} - P_{\text{PV}} - P_{\text{Batterie entlädt}} > 0$$

$$P_{\text{AusspeicherungB}} = P_{\text{Last}} - P_{\text{PV}} + P_{\text{Batterie lädt}} < 0$$

3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: **Maximierung des Eigenverbrauchs**
 - Eingangsdaten



Maximierung des Eigenverbrauchs

Geben Sie die folgenden Daten ein:

die Kapazität der Batterie ist kWh.

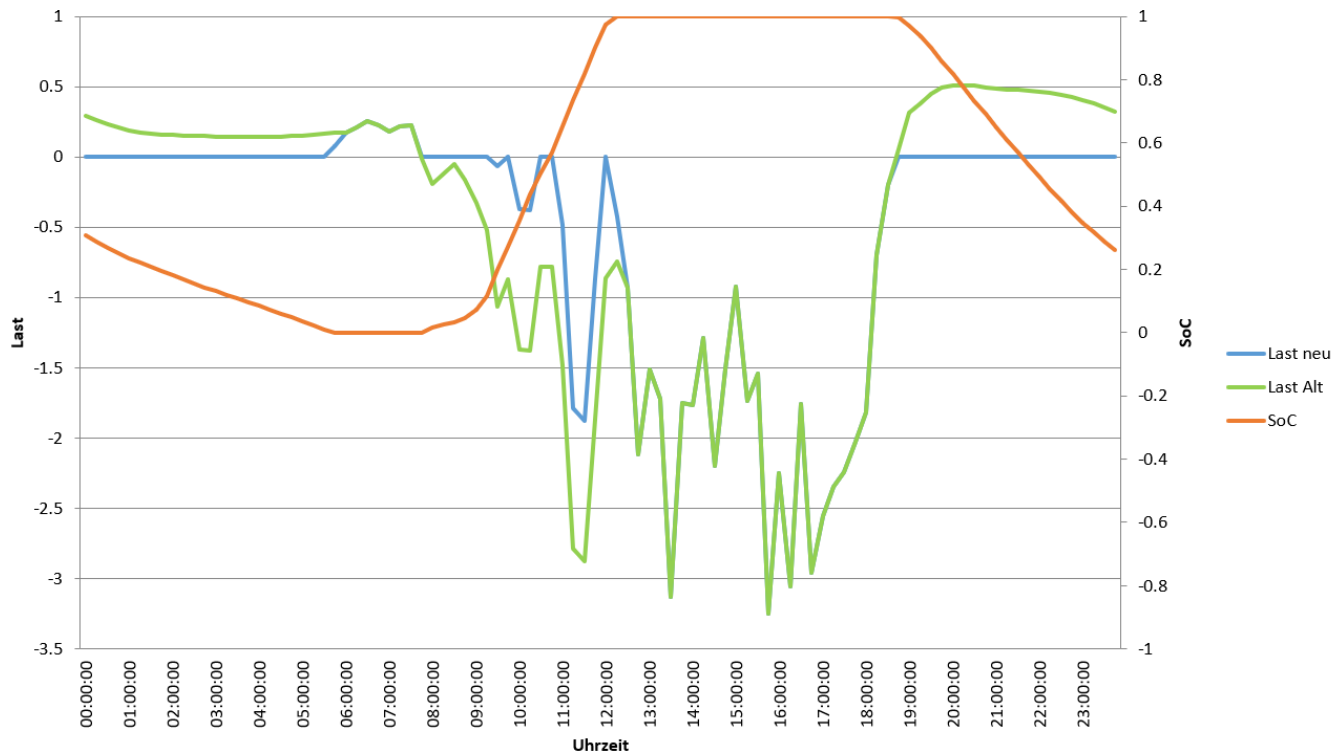
Die Batterie ist schon mit kWh beladen.

Die Speicherlast ist kW beim Laden und kW beim entladen.

3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: Maximierung des Eigenverbrauchs

Netzlast in kW, positive Werte sind gleich Last und negative Werte sind gleich Rückspeisung



3. Batteriespeichermanagementsystem

■ Szenario: Maximierung des Eigenverbrauchs

Vorteile:	Nachteile:
<ul style="list-style-type: none">• Der Speicher erreicht auf schnellstem Wege seinen maximalen SoC.• Der Verbraucher hat bei Zeiten, zu denen nicht genügend PV-Strom vorhanden ist, einen möglichst vollgeladenen Speicher zur Verfügung.• Die bilanzielle Energieversorgung kann erhöht werden.	<ul style="list-style-type: none">• Dadurch, dass z.B. Haushalte eines Gebietes (eines Netzabgangs) zur selben Zeit mit PV-Strom versorgt werden speisen sie zu ähnlichen Zeiten in das Netz ein, bei kleineren Speichergrößen ist eine Vollladung frühzeitiger gegeben und somit ist eine Netzdienlichkeit dieses Szenarios nicht gegeben.

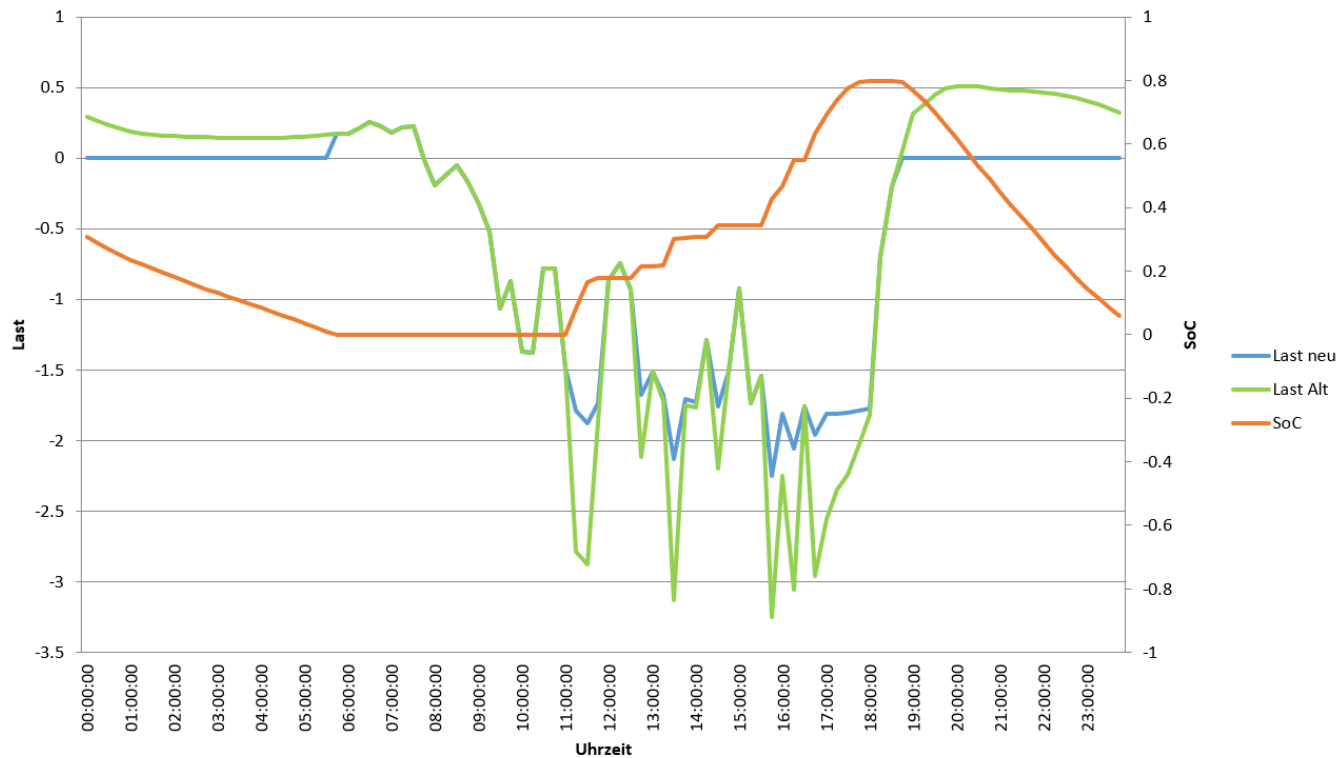
3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: **Leistungsbegrenzung**
 - Eingangsdaten
 - Kapazität der Batterie in [kWh]
 - Ladezustand der Batterie (Beginn des Szenarios) in [kWh]
 - Maximale Last mit der die Batterie laden kann in [kW]
 - Maximale Last mit der die Batterie entladen kann in [kW]
 - Netzentlastung in [%]

3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: **Leistungsbegrenzung**

Netzlast in kW, positive Werte sind gleich Last und negative Werte sind gleich
Rückspeisung



3. Batteriespeichermanagementsystem

■ Szenario: **Leistungsbegrenzung**

Vorteile:	Nachteile:
<ul style="list-style-type: none">• Netz wird bei Auftreten von Erzeugungs- und Leistungsspitzen entlastet.• Bei einer gut festgelegten Leistungsgrenze ist der Speicher nach Ablauf des Ladezykluses zum Großteil beladen oder im anderen Fall entladen.• Die Leistungsbegrenzung kann für Last- und Erzeugungsspitzen eingesetzt werden.	<ul style="list-style-type: none">• Es können Fälle eintreten, in denen der Speicher je an Anwendung nicht voll geladen und volle entladen ist, dies kann durch eine Anpassung der Kapazität des Speichers optimiert werden (hierzu wäre eine Prognose von großem Vorteil, siehe z.B. [4]).• Die Lade- und Enladelastungen können von den geforderten Kapazitäten des Speichers abweichen.• Für eine Optimierung sollte bereits in die Konzeption der Anlagenteile der Erzeugungs- und der Speichergröße unter Berücksichtigung der Last und der kollektiven Wirkung von anderen Anlagen bekannt sein.

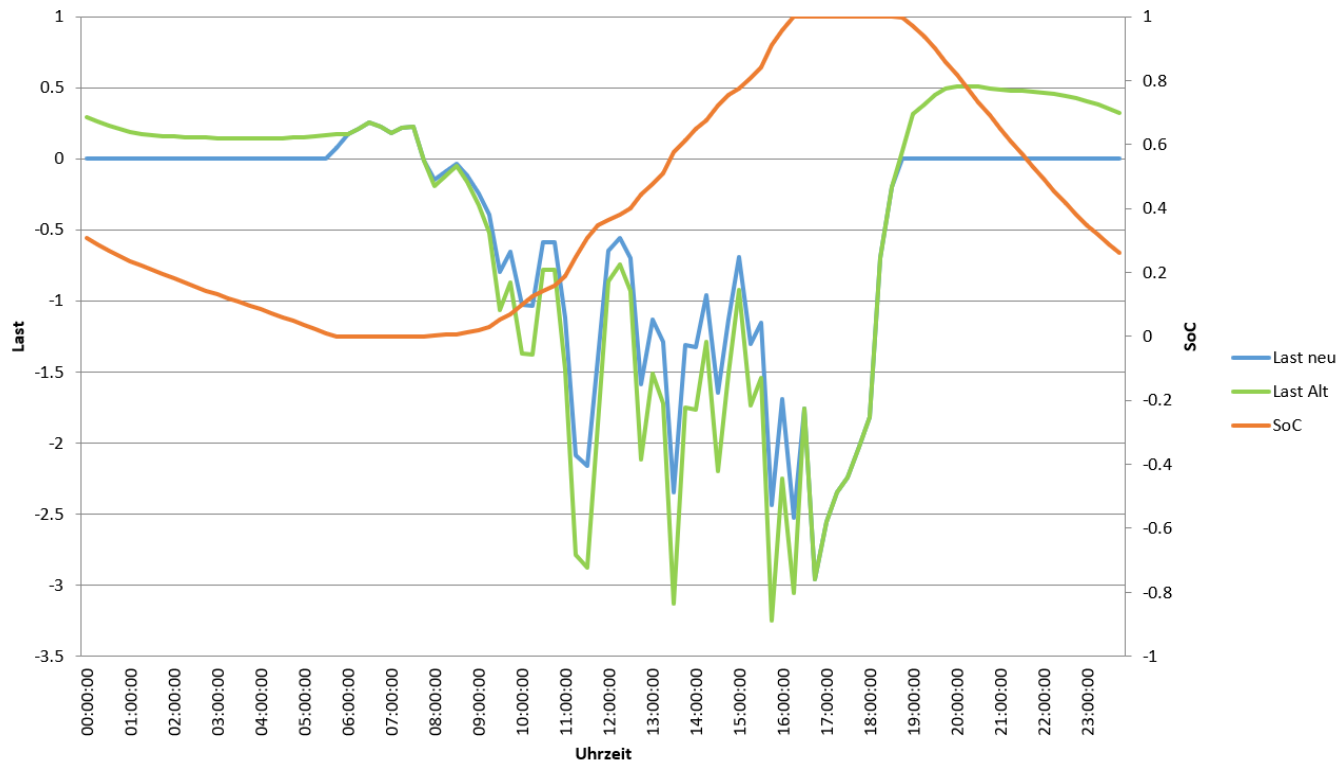
3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: **Stufenweise Netzentlastung**
 - Eingangsdaten
 - Kapazität der Batterie in [kWh]
 - Bereits eingespeicherte Kapazität (Beginn des Szenarios) in [kWh]
 - Maximale Last mit der die Batterie laden kann in [kW]
 - Maximale Last mit der die Batterie entladen kann in [kW]
 - Begrenzung in [%]

3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: **Stufenweise Netzentlastung**

Netzlast in kW, positive Werte sind gleich Last und negative Werte sind gleich
Rückspeisung



3. Batteriespeichermanagementsystem

■ Szenario: **Stufenweise Netzentlastung**

Vorteile:	Nachteile:
<ul style="list-style-type: none">• Mit abgestimmten Leistungsgrößen von Speichern und Batterien sowie guten Prognosen kann die Netzbelastung (Einspeisung und Last) über einen großen Zeitraum reduziert werden.• Die Batterie kann vollständig geladen oder entladen werden.• Der Speicher wird kontinuierlich be- oder entladen, es treten somit geringe Verluste auf.	<ul style="list-style-type: none">• Die Vorgabe der Netzentlastung sollte bereits in die Konzeption der Anlagenteile der Erzeugungs- und der Speichergröße unter Berücksichtigung der Last und der kollektiven Wirkung von anderen Anlagen bekannt sein, ein dynamisches System bedarf guter Prognosemodelle, siehe auch [4].• Speicher möglicherweise nicht ganz voll, das kann durch eine richtige Auslegung der Ausspeisgrenze begrenzt werden (hierzu wäre eine Prognose von großem Vorteil, siehe z.B. [4]).

3. Batteriespeichermanagementsystem

- **Vergleich der Szenarien**

Szenarien	Art der Optimierung	Speicherung abhängig von	Netzentlastung
Maximierung des Eigenverbrauchs	kundendienlich	PV-Erzeugung	gering-mittel
Leistungsbegrenzung	netzdienlich	festgelegter Leistungsgrenze	hoch
Zeitlich festgelegte Speicherung	netz-/kundendienlich	festgelegtem Zeitraum	mittel
Zeitlich- und leistungsbegrenzte Speicherung	netzdienlich	zeitlichem und prozentuale Speicheranteil	hoch
Speicherung/Entladung in Abhängigkeit vom Strompreis	markt-/kundendienlich	Strompreis	gering
Stufenweise Netzentlastung	netzdienlich	prozentualem Speicheranteil	hoch
State of Charge (SoC)-abhängige Speicherung	kundendienlich	SoC	gering

4. Zusammenfassung

- Das Tool zur Optimierung von Batteriemanagementsystemen hat die Aufgabe Speichersysteme durch eine intelligente Ein- und Ausspeicherung in Abhängigkeit von unterschiedlichen Szenarien darzustellen.
- Auf Basis von realen Messdaten können die Methoden der Optimierungen von Speichern im Stromnetz dargestellt und netztechnisch, kundenspezifisch sowie energiewirtschaftlich bewertet werden.
- Die Ergebnisse ermöglichen eine Gegenüberstellung der jeweiligen Vor- und Nachteile der einzelnen Möglichkeiten eines aktiven bzw. dynamischen Speichermanagements und können so die Basis für unterschiedliche Szenarien und Optimierungen sein, die dezentral oder zentral vorgegeben werden können.
- Das relevanteste der Optimierungsziele aus Sicht der kumulativen Betrachtungen für das Netz ist die netzdienliche Optimierung.
- Die Rolle der Batteriespeicher im Netz wird umfassend und zukünftig vielfältiger.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

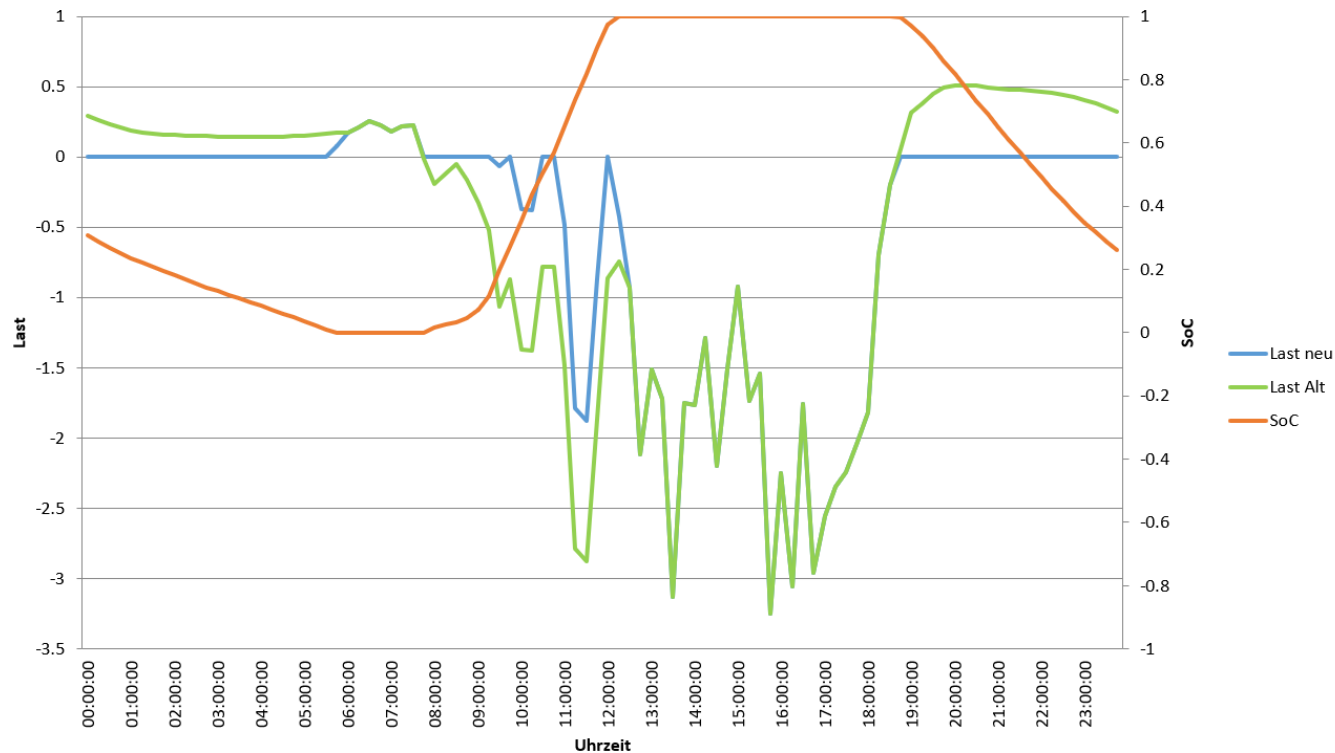
Prof. DI Dr. Alfons HABER, MBA

HAW Landshut, Am Lurzenhof 1, D-84036 Landshut, +49 871-506 230,
Fax + 49 (0)871-506 9230, Alfons.Haber@haw-landshut.de,
www.haw-landshut.de

3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: Maximierung des Eigenverbrauchs

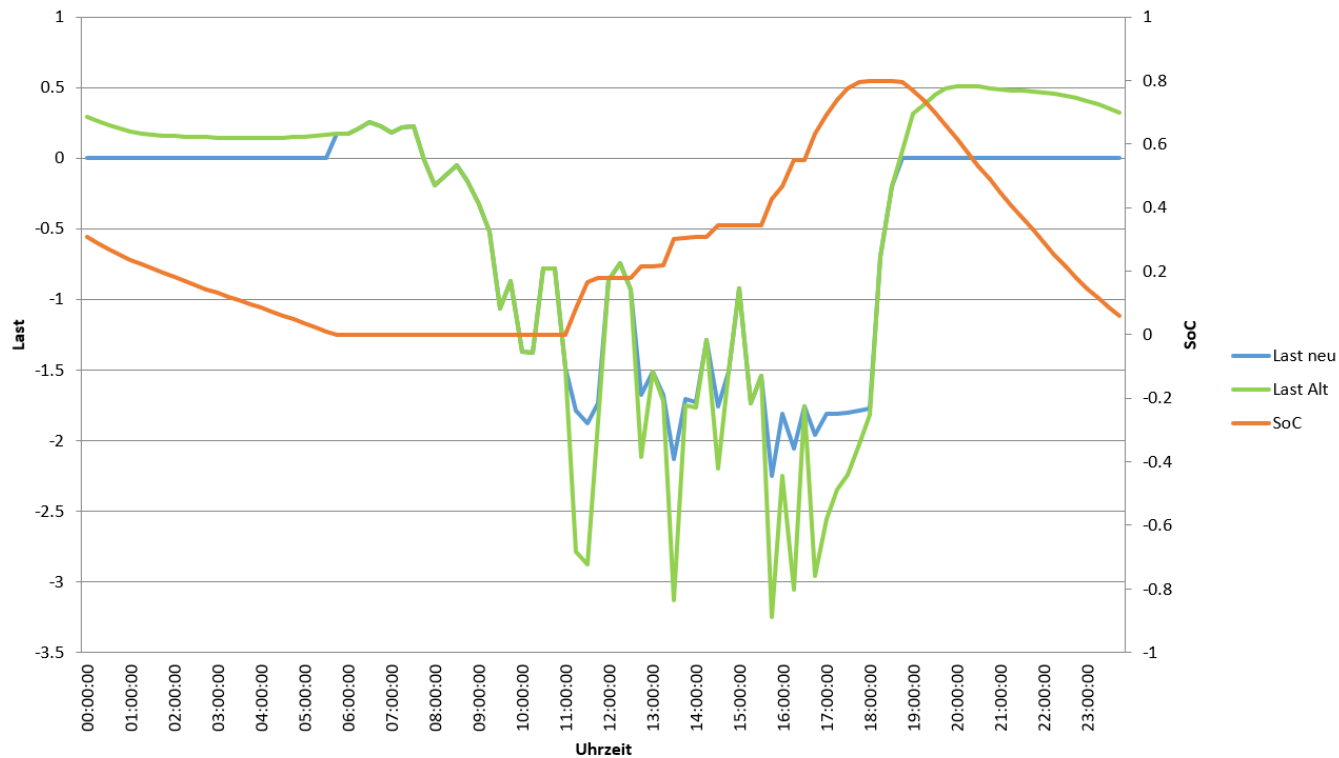
Netzlast in kW, positive Werte sind gleich Last und negative Werte sind gleich
Rückspeisung



3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: **Leistungsbegrenzung**

Netzlast in kW, positive Werte sind gleich Last und negative Werte sind gleich
Rückspeisung



3. Batteriespeichermanagementsystem

- Szenario: **Stufenweise Netzentlastung**

Netzlast in kW, positive Werte sind gleich Last und negative Werte sind gleich
Rückspeisung

