



Integration von Speichern in elektrische Versorgungsnetze

DI Roland Wasmayr, ALPINE-ENERGIE Österreich GmbH



Einleitung



„Stabile Versorgungsnetze

- > Anteil erneuerbarer Energiequellen steigt
- > Speicherung der fluktuierenden Energieform notwendig
- > Beschränkung auf elektrochemische Speicher
- > Kooperatives Forschungsprojekt „Vision Step I“

„Smart Cities Villach – Vision Step I“



- > Dieses Projekt wird von den Klima- und Energiefonds gefördert.

powered by  klima+
energie
fonds

Smart City Villach

villach.smartcity.at



„Unterschiedliche Interessen

- > Lieferung von Energie an Kunden
- > zum Teil gleichzeitig Energieerzeuger
- > Energiehandel
- > An- und Verkauf von (elektrischer) Energie
- > Betreiber der Infrastruktur (Stromnetz)
- > Instandhaltung
- > Dimensionierung, Ausbau
- > Spannungs-/Frequenzstabilisierung
- > Energieverbraucher (Consumer)
- > Betreiber von kleinen Energieerzeugungsanlagen (Prosumer)

Energieversorger

- > Gewinnbringender Energiehandel

Netzbetreiber

- > Bestmögliche Auslastung der Infrastruktur
- > geringe Kosten
- > Stabiles Netz (Spannung, Frequenz, Symmetrie)
- > Ausfallssicherheit

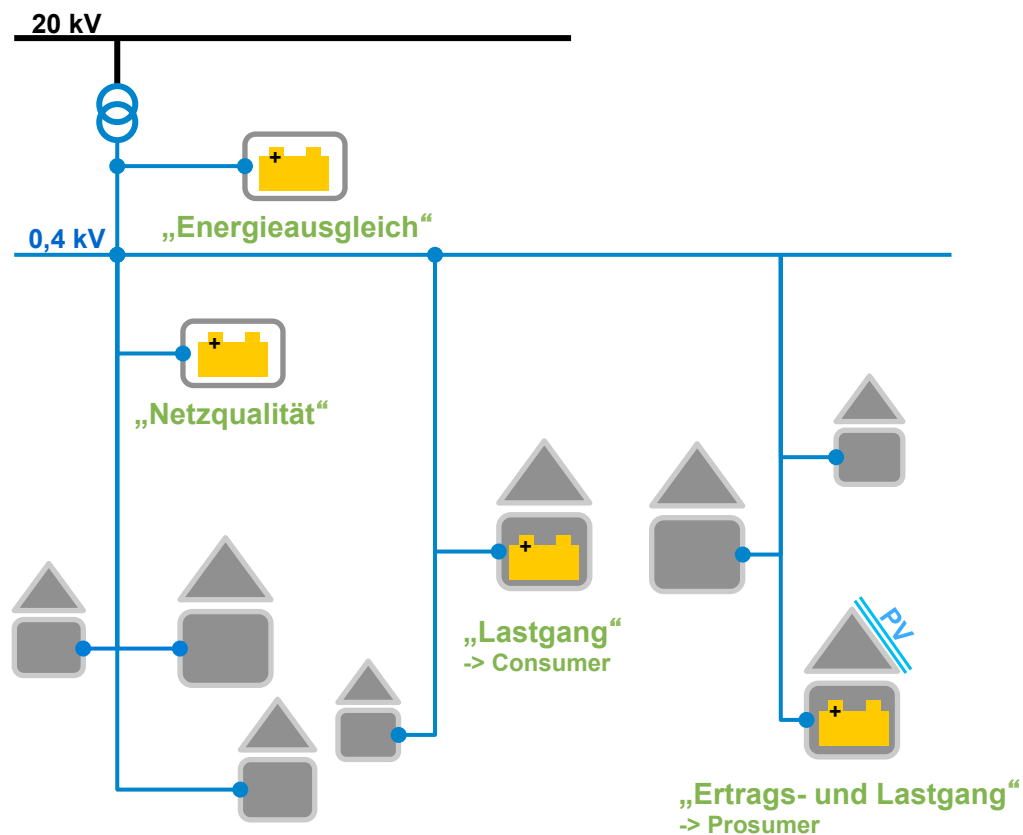
Endkunde (Consumer / Prosumer)

- > Versorgungssicherheit
- > Kostenoptimierte Versorgung (Minimierung von Lastspitzen)
- > Maximierung des Eigenverbrauches (Autarkie)

Einsatzmöglichkeiten netzparalleler Batteriespeicher



„Vier mögliche Anwendungen

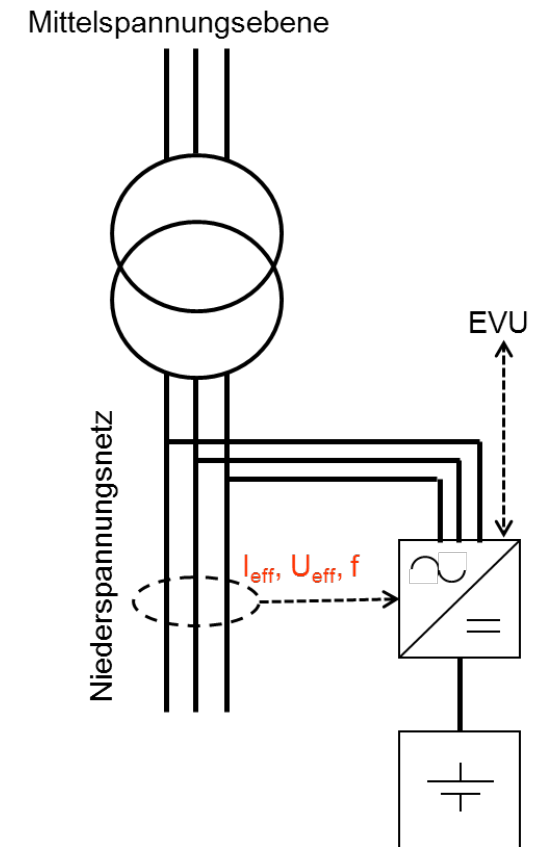
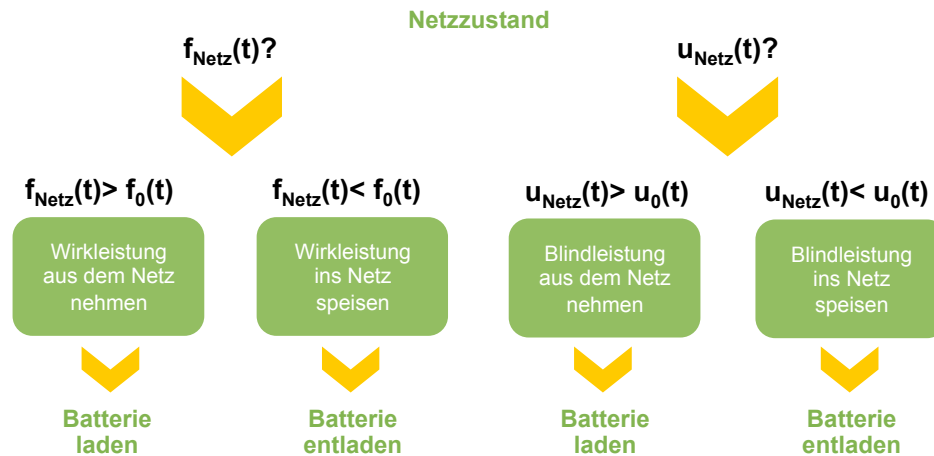


- > Zentral, im Niederspannungsnetz, angeordnete Speicher als „**Energieausgleich**“
- > Speicher in speziellen Netzabschnitten zur Verbesserung der „**Netzqualität**“
- > Heimspeicher zum Ausgleich des „**Lastganges**“
- > Heimspeicher bei Kunden mit kleinen Energieerzeugungsanlagen zum Optimieren des „**Ertrags- und Lastganges**“.

Energieausgleich - Regelstrategie



„Selbstständige Regelung und Steuerung



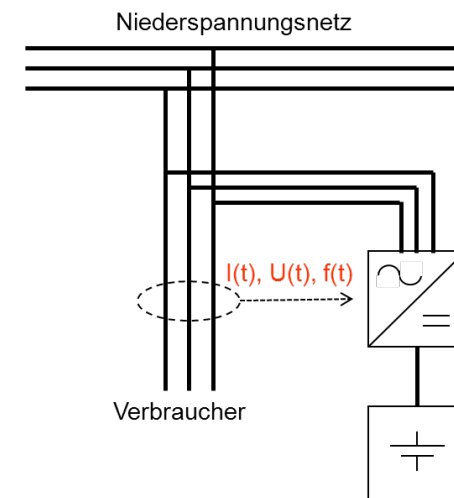
Netzzustand (Energiefluss, Spannung, Frequenz)



- > Grundsätzliche Aufgaben - Effektivwerte
 - Wirk- und Blindleistung bereitstellen
 - Wirk- und Blindleistung aufnehmen
- > Große Energiemengen

„Selbstständige Regelung

- > Aufbau, Mess- und Regeltechnik ähnlich
 - Aktiver Filter
 - STATCOMs (Mittel- bzw. Hochspannungsnetz)
- > Grundsätzliche Aufgaben - Momentanwerte
 - Spannung, Frequenz verbessern
 - Phasensymmetrierung



Speichercharakteristik

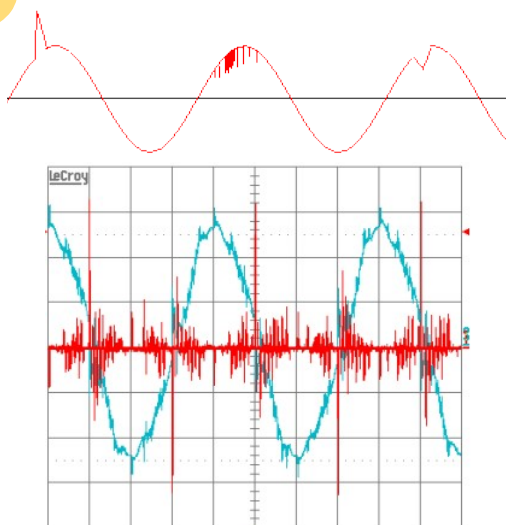


- > Geringe Energiemengen
- > Hohe Ströme

Netzqualität - Beispiele



”Entstörung und Filterung



Spannungsform / Frequenz / Flicker / Klirrfaktor?

$$u_{\text{Netz}}(t) = U \cdot \sin(2\pi f t)?$$

$$i_{\text{Netz}}(t) = I \cdot \sin(2\pi f t)?$$

Überspannung
und
Spannungs-
spitzen

Unterspannung
und Spannungs-
einbrüche

Batterie
laden

Batterie
entladen

Mögliche Netzstörungen...



- > Flicker
- > Oberwellen
- > HF-Probleme (Einstrahlung, Leitung)

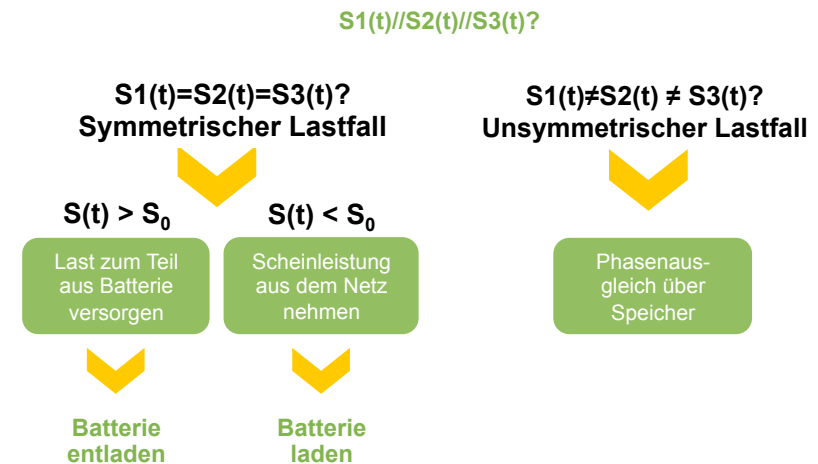
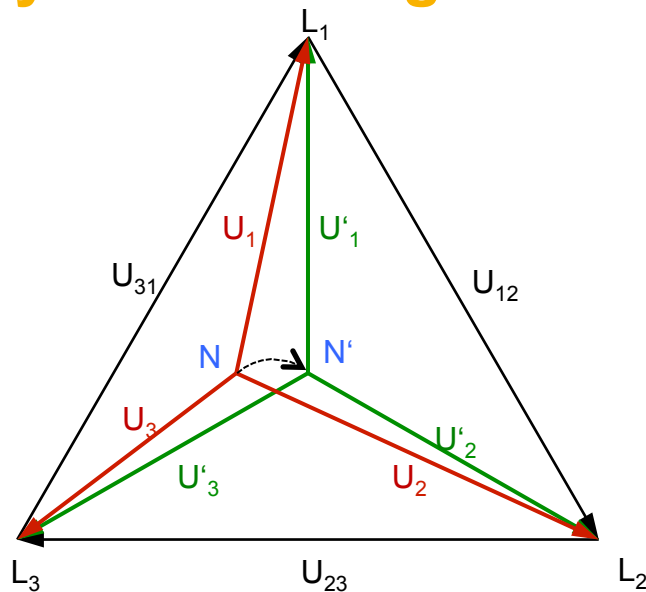
...verursacht durch:

- > Passive Gleichrichter
- > Phasenanschnittsteuerung
- > Leistungselektronik
- > Lichtbögen in Schaltern/Schützen

Netzqualität - Beispiele



Symmetrierung der einzelnen Phasen



Einphasige Wechselrichter

Dreiphasige Wechselrichter



- > Phase mit hoher Last durch Einspeisung entlasten
- > Phase mit hoher Einspeiseleistung durch Laden entlasten

- > Könnten Lastausgleich über Zwischenkreis durchführen
- > Geringere Systemverluste
- > Weniger Zyklen auf der Batterie

„Vier mögliche Topologien von Heimspeichern

- > Einteilung aufgrund von Marktrecherchen in vier handelsübliche Topologien
 - AC-Kopplung
 - AC-Kopplung mit eigenem Verbraucheranschluss
 - DC-Kopplung
 - DC-Kopplung mit eigenem Verbraucheranschluss

- > Unterscheidung hinsichtlich
 - Regelaufwand
 - Flexibilität
 - Effizienz

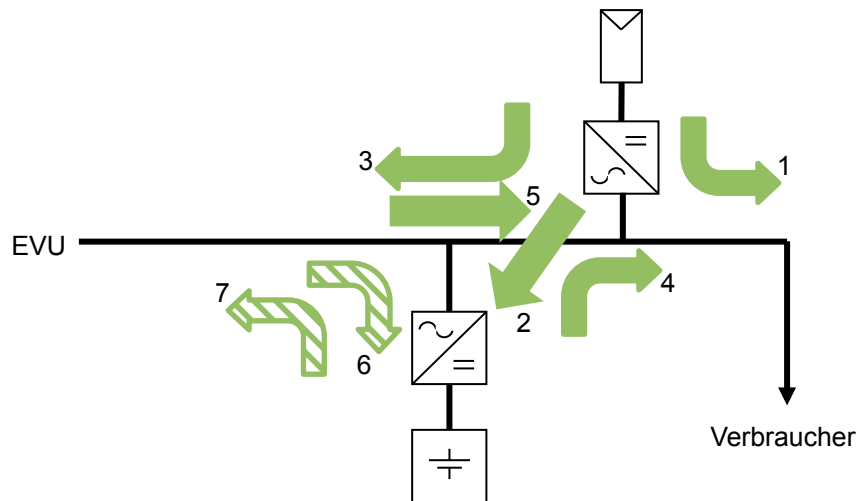
Aktuell verfügbare Systeme



- > Einphasige Systeme die Eigenverbrauch optimieren sind saldierend
- > Saldierende Systeme wirken sich negativ auf die Netzsymmetrie aus
- > Derzeit werden nur Wirkleistungen betrachtet

Heimspeicher – 4 verschiedene Energieflüsse

” AC-Kopplung



- (1) PV-Energie wird direkt verbraucht
- (2) Mit überschüssiger PV-Energie wird Batterie geladen.
- (3) Ist diese voll, erfolgt Netzeinspeisung
- (4) Differierende Energie wird aus Batterie zur Verfügung gestellt.
- (5) Fehlende Energie wird aus dem Netz bezogen.
- (6) Überschüssige Energie aus dem Netz kann aufgenommen werden.
- (7) Ggf. kann Energie ins Netz gespeist werden.

Eigenschaften

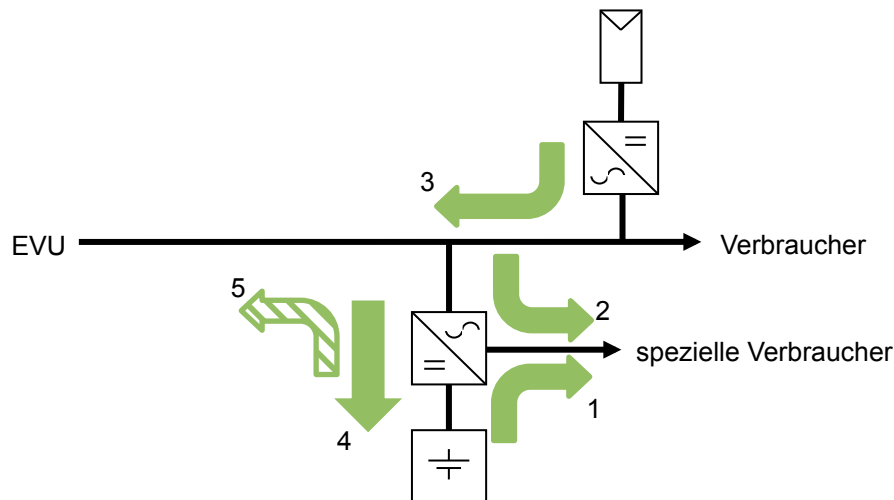


- > Diese Topologie bietet die größtmögliche Flexibilität
- > Bestehende PV-Anlagen können eingebunden werden
- > Geringe Verluste, da kurze Wege

Heimspeicher – 4 verschiedene Energieflüsse



” AC-Kopplung mit eigenem Verbraucheranschluss



- (1) Last wird aus Batterie versorgt
- (2) Ist Batterie leer, dann wird Last vom Netz versorgt.
- (3) PV-Energiefluss kann nicht direkt beeinflusst werden.
- (4) Wenn Batterie leer ist, dann wird geladen.
- (5) Ggf. könnte Energie ins Netz gespeist werden, jedoch meist kein bidirektionaler Wechselrichter.

Eigenschaften

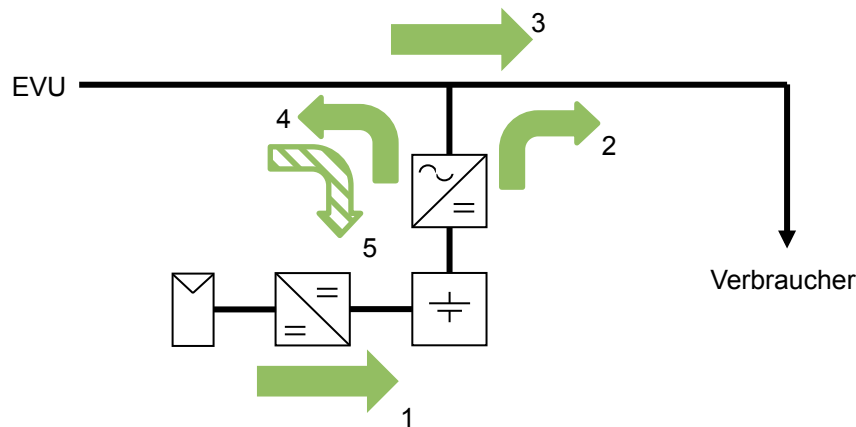


- > Bestehende PV-Anlagen können eingebunden werden
- > Steuerungsaufwand geringer als bei reiner AC-Kopplung
- > Nur spezielle Verbraucher können aus der Batterie versorgt werden ⇒ Verkabelungsaufwand

Heimspeicher – 4 verschiedene Energieflüsse



„DC-Kopplung



- (1) PV-Energie ladet die Batterie
- (2) Bei voller Batterie wird Verbraucher versorgt
- (3) Reicht die Batterieleistung nicht aus, wird zusätzliche Leistung vom Netz bezogen.
- (4) Überschussenergie wird eingespeist
- (5) Um ein Tiefentladen der Batterie zu verhindern, kann Batterie aus dem Netz geladen werden. Voraussetzung: Bidirektionaler Wechselrichter

Eigenschaften

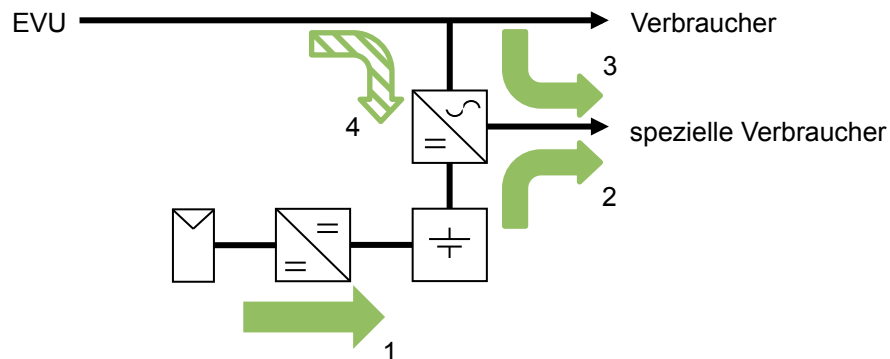


- > Bestehende PV-Anlagen können nicht eingebunden werden ⇒ nur für Neuinstallationen relevant
- > Sehr einfache Steuerung des Energieflusses
- > Verbraucher kann nicht direkt mittels PV-Energie versorgt werden ⇒ Hohe Verluste und große Zyklenzahl der Batterie

Heimspeicher – 4 verschiedene Energieflüsse



„DC-Kopplung mit eigenem Verbraucheranschluss



- (1) PV-Energie ladet die Batterie
- (2) Bei voller Batterie wird Verbraucher versorgt
- (3) Reicht die Batterieleistung nicht aus, wird zusätzliche Leistung vom Netz bezogen.
- (4) Um ein Tiefentladen der Batterie zu verhindern, kann Batterie aus dem Netz geladen werden.

Eigenschaften

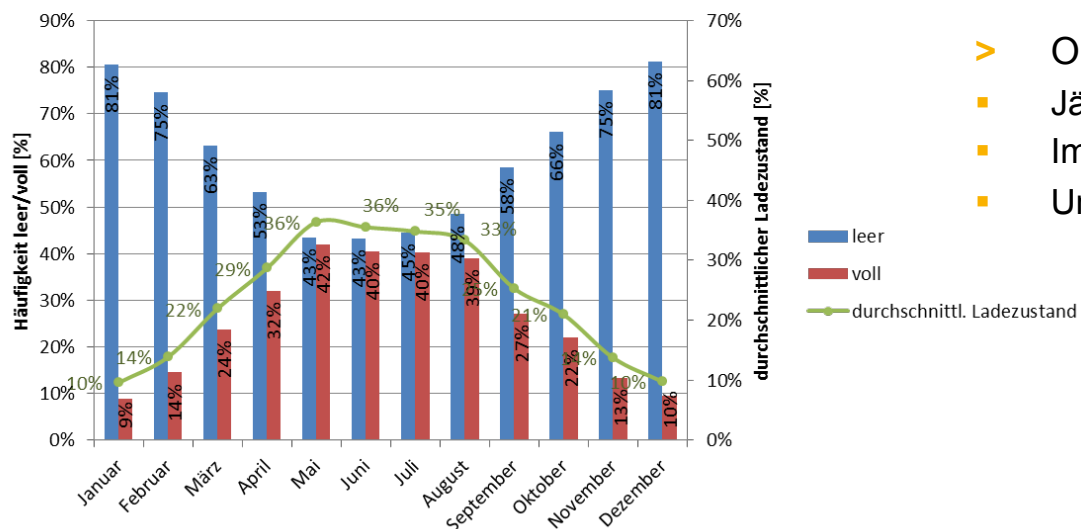


- > Bestehende PV-Anlagen können nicht eingebunden werden ⇒ nur für Neuinstallationen relevant
- > Geringster Regelaufwand, Neuverkabelung einzelner Verbraucher notwendig ⇒ wenig Möglichkeiten
- > Verbraucher kann nicht direkt mittels PV-Energie versorgt werden ⇒ Hohe Verluste und große Zyklenzahl der Batterie

Heimspeicher – Regelstrategie



„Warum Speicherstrategie?“



- > Ohne Regler
- > Jänner/Dezember 80% der Zeit „leer“
- > Im gesamten Jahr ca. 60% der Zeit „leer“
- > Und im gesamten Jahr ca. 26% der Zeit „voll“

Musterhaushalt 4000 kWh

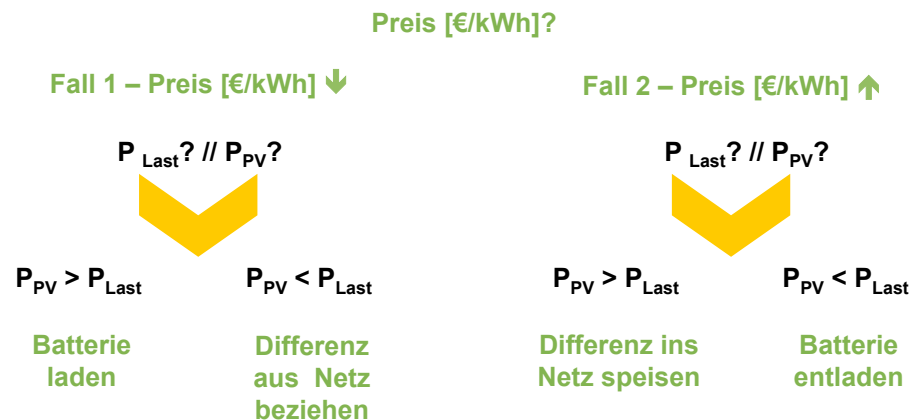


- > Li Speicher 2kWh / 5 kWp PV Anlage
- > Entladetiefe 80% / „voll“ bei 95% / „leer“ bei 20%
- > Während dieser Zeiträume könnte Speicher von EVU/Netzbetreiber genutzt werden

Heimspeicher – Beispiele



„Energie kostengünstig ein- bzw. verkaufen



Consumer



- > Lastgang glätten (keine Leistungsspitzen)
- > Netzausbau verzögern/vermeiden
- > Batterie mit günstigem Strom laden

Prosumer

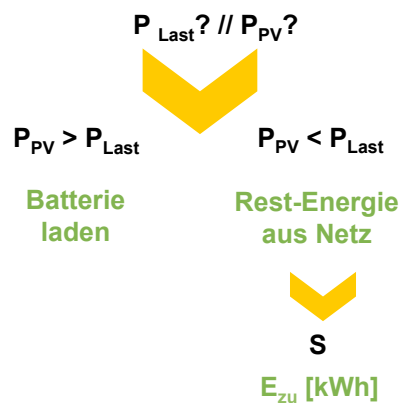
- > Je nach Strompreis PV-Energie einspeisen, verbrauchen oder speichern
- > Glätten von Erzeugungs- & Lastspitzen

Heimspeicher – Beispiele

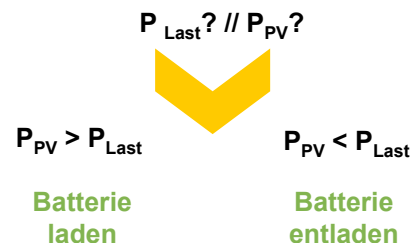


„Maximale Autarkie

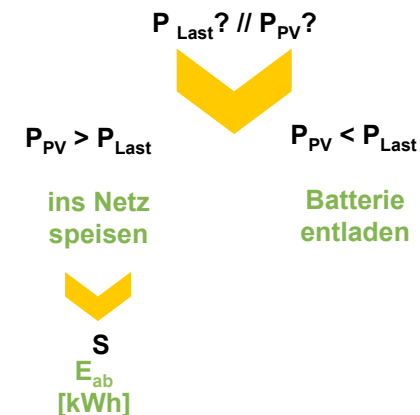
Fall 1 – Batterie leer ($SOC < SOC_{min}$)



Fall 2 – Batterie arbeitet ($SOC_{min} < SOC < SOC_{max}$)



Fall 3 – Batterie voll ($SOC = SOC_{max}$)



Eigenschaften



- > Energie wird vor Ort verbraucht \Rightarrow Entlastung der Netze
- > Dezentrale Heimspeicher speichert während des Tages PV-Energie und gibt diese zeitversetzt ab
 - \Rightarrow Verringerung der Einspeisespitzen
- > Im Fall der Begrenzung von Einspeisespitzen geht keine Energie verloren

„Aufbereiten der Grundlagen

- > Speichern elektrischer Energie ist eine komplexe, kostenintensive Aufgabe
- > Einsatz-Szenarien und Regelstrategien gesondert betrachten
 - Speicheroptimierung
 - Minimierung der Verluste
 - Technische Realisierbarkeit
 - Kostenoptimierung
- > Vorgestellte Regelstrategien stellen Grundlage dar
- > Beschränkung auf das Niederspannungsnetz im ersten Schritt sinnvoll

„Nächste Schritte

- > Verfeinern der Regelstrategien sowie umsetzen in praktischen Versuchsaufbauten
 - Energiehandel
 - Phasensymmetrierung durch dreiphasige Wechselrichter
- > Miteinbeziehen von Förderthemen
 - BRD – Begrenzung der PV-Leistung auf 60%
- > Einbinden zusätzlicher Daten in die Speicherbewirtschaftung
 - Wetterbericht
 - Vorhersage der Last durch selbstlernende Algorithmen
- > Betrachtungen von elektrochemischen Speichern in Mittel- und Hochspannungsnetzen

 Danke



” Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

DI Roland Wasmayr
Forschung & Entwicklung

ALPINE-ENERGIE Österreich GmbH
Winetzhammerstraße 6, A-4030 Linz

Phone: +43 732 90610 366
Mobile: +43 664 88419338
E-Mail: roland.wasmayr@alpine-energie.com
Home: <http://www.alpine-energie.com>