Smart Energy Systems Week Austria 2017

15. – 19. Mai 2017
Messe Congress Graz

CONFERENCE GUIDE

bmvit klima+ energie fonds ENERGIE GRAZ

MBS+

powered by klima+ energie fonds

Entwicklung eines dezentral organisierten Kleinspeicher-Netzwerks zum Ausgleich von Fahrplanabweichungen

Motivation

- Der Mehrwert von PV-Systemen kombiniert mit Batteriespeichern ist für das Stromsystem derzeit relativ gering. Meist ist nur das Eigeninteresse (die Steigerung des PV-Eigenverbrauchs) des Speicherbetreibers von Bedeutung.
- MBS+ untersucht den systemdienlichen Einsatz von PV-Batterie-speichern zur Reduktion von Ausgleichsenergie(-kosten) einer Bilanzgruppe, wenn diese zu einem Kollektiv zusammengefasst, und koordiniert betrieben werden.
- Ziel ist es, die Last innerhalb einer Bilanzgruppe bei Bedarf zu erhöhen oder zu verringern, um Fahrplanabweichungen auszugleichen.

Ausgleichsenergieerbringung durch PV-Heimspeicher

(-) Negative Ausgleichsenergie wird erbracht wenn:

- der Speicher geladen wird;
- der Speicher nicht entladen wird um die Last des Haushalts zu decken, sondern diese vom Netz versorgt wird;
- PV-Erzeugung abgeregelt wird (wird im Folgenden nicht betrachtet!).

(+) Positive Ausgleichsenergie wird erbracht wenn:

- der Speicher entladen wird;
- überschüssige PV-Erzeugung nicht gespeichert sondern ins Netz gespeist wird.

.

Ausgleichsenergiepotential (IEP) und erbrachte Ausgleichsenergie (IEU)

Ausgleichsenergiepotential (IEP) :

$$IEP^{+}_{t,n} = \underbrace{c^{R}_{t,n}}_{\text{Speicherladung unterbinden}} + \underbrace{\min\left[SOC^{R}_{t-1,n}\cdot\chi_n\cdot\eta^{out}_n, \kappa^{out}_n\cdot\tau\right] - d^{R}_{t,n}}_{\text{Entladund des Speichers forcieren}}$$

$$IEP^{-}_{t,n} = \underbrace{d^{R}_{t,n}}_{\text{Entladung unterbinden}} + \underbrace{\min\left[\frac{(1-SOC^{R}_{t-1,n})\cdot\chi_n}{\eta^{in}_n}, \kappa^{in}_n\cdot\tau\right] - c^{R}_{t,n}}_{\text{Laden des Speichers forcieren}}$$

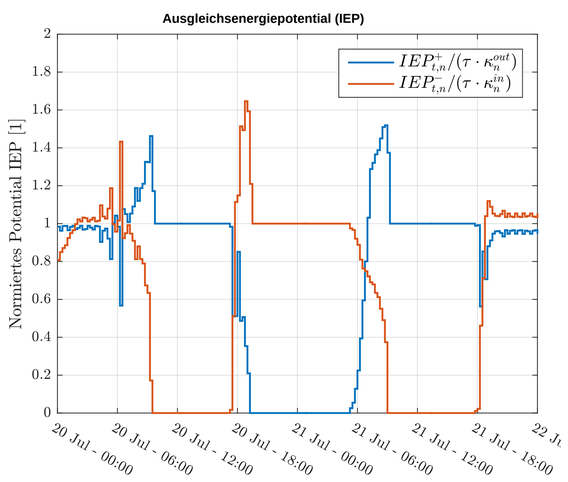
$q^{load}_{t,n}$	Last des Haushalts n (kWh)
$q^{PV}_{t,n}$	PV-Erzeugung des Haushalts n (kWh)
$c^{R}_{t,n}$	Speicher n laden (charge) (kWh)
$d^{R}_{t,n}$	Speicher n entladen (discharge)(kWh)
$SOC^{R}_{t,n}$	Speicherfüllstand (kWh)
χ_n	Speicherkapazität (kWh)
κ_n	Lade-/Entladeleistung (kW)
η_n	Lade-/Entladewirkungsgrad (1)
τ	Zeitliche Auflösung (1/4h)

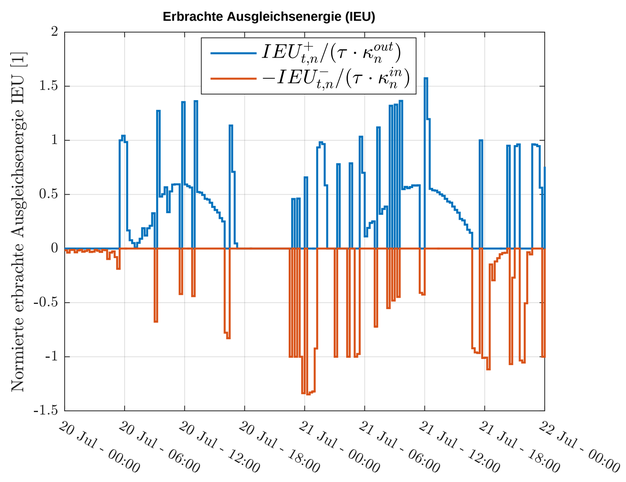
Ausgleichsenergie (IEU)

$$IEU^{+}_{t,n} = \underbrace{c^{SI}_{t,n}}_{\text{verhinderte Speicherladung}} + \underbrace{\min\left[SOC_{t-1,n}\cdot\chi_n\cdot\eta^{out}_n, \kappa^{out}_n\cdot\tau\right] - d^{SI}_{t,n}}_{\text{aus dem Speicher entnommene Ausgleichsenergie}}$$

$$IEU^{-}_{t,n} = \underbrace{d^{SI}_{t,n}}_{\text{verhinderte Speicherentladung}} + \underbrace{\min\left[\frac{(1-SOC_{t-1,n})\cdot\chi_n}{\eta^{in}_n}, \kappa^{in}_n\cdot\tau\right] - c^{SI}_{t,n}}_{\text{in den Speicher geladene Ausgleichsenergie}}$$

$c^{SI}_{t,n}$	Speicher n laden (charge) aus Eigeninteresse (self interest) (kWh)
$d^{SI}_{t,n}$	Speicher n entladen (discharge)(kWh)
$SOC_{t,n}$	Speicherfüllstand (kWh)
χ_n	Speicherkapazität (kWh)
κ_n	Lade-/Entladeleistung (kW)
η_n	Lade-/Entladewirkungsgrad (1)
τ	Zeitliche Auflösung (1/4h)





Annahmen & Inputdaten

Speichernetzwerk:

- 89 PV-Batteriespeicher
- PV Erzeugungsleistung 610 kWp (Ø 6,85 kWp)
- Nutzbare Speicherkapazität 602 kWh (Ø 6,76 kWh)
- Lade-/Entladeleistung: 188 kW / 268 kW
- Lade-/Entladewirkungsgrad: 90% / 90% (Zykluswirkungsgrad: 81%)

Inputzeitreihen:

- Betrachtungszeitraum: 1.10.2015 00:15 – 1.10.2016 00:00
- Zeitliche Auflösung: 15 Minuten
- Gemessene Lastzeitreihen von 89 Haushalten
- Gemessene PV-Erzeugungszeitreihe von 89 Haushalten
- Regelzonendelta der APG*
- Ausgleichsenergiepreis*

(*) Quelle: APCS Power Clearing and Settlement AG http://www.apcs.at/en/balancing-market/statistics, abgerufen am 6.2.2017

Jährliche Kosten & Erlöse durch die Ausgleichsenergieerbringung

	Szenario A Maximale Nutzung des Speichernetzwerks	**Szenario B** positive AE bei p_AE > 9 cent/kWh negative AE bei p_AE < 0 cent/kWh
Tatsächliche Ersparnis an Ausgleichsenergiekosten (Rückwirkungen berücksichtigt)	**12 235 €** **(20,4 €/kWh Speicherkapazität)**	**12 986 €** **(21,6 €/kWh Speicherkapazität)**
Beabsichtigte Wirkung des Speichernetzwerks (ohne Rückwirkungen auf die BG)	17 167€ (28,5 €/kWh Speicherkapazität)	16 203€ (26,9 €/kWh Speicherkapazität)
Mehrverbrauch der Haushalte [kWh]	467 720 kWh (5255 kWh/Haushalt)	40 377 kWh (454 kWh/Haushalt)
Mehrkosten (bei einem arbeitsabhängigen Endkundenstrompreis von 9 cent/kWh)	42 094 € (473 €/Haushalt)	3 634 € (40,8 €/Haushalt)
Erlöse durch Bereitstellung positiver Ausgleichsenergie	16 476 €	5 192 €
Erlöse durch Bereitstellung negativer Ausgleichsenergie	-4 223 €	7 795 €
Erlöse - Kosten	**-29 841€ (-335 €/Haushalt)**	**9 352 € (105 €/Haushalt)**

Schlussfolgerungen & Ausblick

- Das (theoretische) Potential zur Ausgleichsenergieerbringung (kWh/h) des betrachteten Speichernetzwerks übersteigt 20% der aggregierten Speicherkapazität in mindestens 4000h/a.
- Das Potential ist mit ca. 60% der aggregierten Speicherkapazität begrenzt. (Abhängig vom Verhältnis Speicherkapazität zu Lade-/Entladeleistung)
- Die tatsächlich erbrachte Ausgleichsenergie liegt deutlich unter dem theoretischen Potential.
- Der Einsatz des Speichernetzwerks zur Reduktion von Ausgleichsenergie ist aus wirtschaftlicher Sicht nur in wenigen Stunden pro Jahr (<1000h/a) sinnvoll.
- Bei zielgerichtetem Speichereinsatz (Szenario B) liegen die Erlöse je Haushalt im Bereich von 100€ pro Jahr.
- Durch Rückwirkungen auf den Fahrplan werden die Kosteneinsparungen um ca. 20% reduziert.
- Skalierbarkeit des Speichernetzwerks
  - Das untersuchte Speichernetzwerk (602 kWh) konnte 0,1% des Ausgleichsenergiebedarfs der Regelzone APG decken (Szenario A).
  - Um den gesamten Ausgleichsenergiebedarf decken zu können, müsste das Speichernetzwerk eine aggregierte Speicherkapazität von 600 – 1500 MWh besitzen (ca. 120.000 – 300.000 Speicher á 5 kWh).

Kontakt:
Fabian Moisl, Georg Lettner - TU Wien EEG
Email: moisl@eeg.tuwien.ac.at, lettner@eeg.tuwien.ac.at
Kurt Leonhartsberger – FH Technikum Wien
Email: leonhart@technikum-wien.at