

Monitoring des KfW-Marktanreizprogrammes für PV-Speichersysteme

Kai-Philipp Kairies, David Haberschusz, Oliver Wessels, Jan Strebel, Jonas van Ouwerkerk, Dirk Magnor, Dirk Uwe Sauer
Institut für Stromrichtertechnik und elektrische Antriebe / RWTH Aachen
Jägerstraße 17/19, 52066 Aachen
Kai-Philipp.Kairies@isea.rwth-aachen.de
www.isea.rwth-aachen.de

1. Einleitung

Dezentrale Solarstromspeicher zur Erhöhung des lokalen Eigenverbrauchs stehen seit einigen Jahren vermehrt im Fokus von Forschung, Industrie und öffentlichem Interesse. Im Zuge von kontinuierlich sinkenden Einspeisevergütungen für Strom aus Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) bei gleichzeitig steigenden Strombezugspreisen für private Endkunden wird der lokale Eigenverbrauch von Solarstrom zunehmend attraktiver. Auch die durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und KfW-Bank getragene finanzielle Förderung netzdienlicher Speichersysteme hat zu einer Stimulation und Erweiterung des Marktes seit dem Jahr 2013 beigetragen: PV-Speicher entwickelten sich innerhalb weniger Jahre von einem Nischenprodukt zu einem Massenmarkt in dem heute auch internationale Automobilkonzerne um Marktanteile werben. Das Markteinführungsprogramm wird von einem wissenschaftlichen Monitoring begleitet, das vom Institut für Stromrichtertechnik und elektrische Antriebe (ISEA) der RWTH Aachen durchgeführt wird. Im Rahmen des Monitorings werden regelmäßig Berichte zur Marktentwicklung dezentraler Speichersysteme veröffentlicht, unter anderem in einem Jahresbericht, der auf der Webseite www.speichermonitoring.de öffentlich zugänglich ist. Die erste Ausgabe erschien im Sommer 2015, der nächste Bericht wird im zweiten Quartal 2016 veröffentlicht werden. Auf einer weitere Darstellung der Marktdaten soll daher an dieser Stelle verzichtet werden.

Neben der Entwicklung der Märkte liegt der Fokus der Begleitforschung auf der technischen Performance dieser neuen Technologie. Für die Bewertung der Qualität der unterschiedlichen Speichersysteme gibt es bis heute jedoch kein allgemein anerkanntes Verfahren zur holistischen Performance-Bewertung. Der vorliegende Beitrag wird sich dazu in Analogie zu den bestehenden Leistungsbetrachtungen von PV-Wechselrichtern (Europäischer Wirkungsgrad, „Euro-Eta“, siehe Abbildung 1), der Diskussion um einen Vorschlag zur Erarbeitung eines durch Industrie und Forschung getragenen allgemein gültigen Wirkungsgrads für Solarstromspeicher widmen.

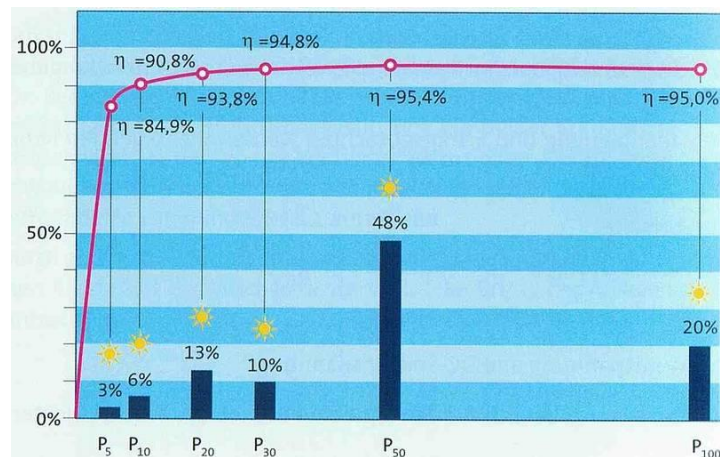


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Europäischen Wirkungsgrades („Euro-Eta“) für PV-Wechselrichter [1]

Anhand von hochauflösenden Messungen, die im Rahmen der Begleitforschung zum KfW-Förderprogramm für dezentrale Solarstromspeicher durchgeführt werden, können typische Belastungsprofile der Einzelkomponenten unterschiedlicher Systemtopologien herausgearbeitet werden. Ziel ist es, für alle relevanten Bauteilgruppen eine Verteilung der unter realistischen Bedingungen auftretenden Belastungshäufigkeiten zu definieren; durch Multiplikation dieser Verteilung mit den (durch Hersteller oder unabhängige Prüfinstitute) unter Laborbedingungen gemessenen Wirkungsgraden in den unterschiedlichen Arbeitspunkten kann ein repräsentativer „Euro-Eta“ ermittelt werden. Verglichen mit PV-Wechselrichtern hängt die Auftretenshäufigkeit einzelner Belastungszustände dabei von einer höheren Anzahl an Faktoren, wie der Auslegung der verschiedenen Systemkomponenten (Solaranlage, Umrichter, Batterie), dem Verbrauchsverhalten des Haushaltes sowie der der Betriebsstrategie der untersuchten Systeme ab. Ziel soll es sein, innerhalb der auftretenden Bandbreite an Einzelfällen möglichst repräsentative Betriebsmuster zu definieren, die einen soliden Vergleich unterschiedlichster Systeme erlauben.

Die Definition der dazu benötigten Gewichtungsfaktoren soll in einem offenen Prozess erfolgen. Dazu werden die durch die RWTH Aachen gemessenen Eingangsdaten in regelmäßigen Abständen in aufbereiteter Form auf der Website des Speichermonitorings (www.speichermonitoring.de) veröffentlicht und somit zur Diskussion gestellt. Durch die fortlaufende Rücksprache mit Herstellern und Forschungsinstituten soll mittelfristig gemeinschaftlich eine geeignete Definition des Euro-Wirkungsgrades für Solarstromspeicher erarbeitet werden. Der vorliegende Beitrag soll durch Bekanntmachung der gewählten Methode sowie der verwendeten Eingangsdaten einen ersten Schritt in diese Richtung darstellen.

2. Ursprung der Messdaten / Begleitforschung zum KfW-Förderprogramm

Von Anfang Mai 2013 bis Ende Dezember 2015 konnten netzdienliche PV-Speicher durch die KfW-Bank und das BMWi mittels zinsgünstiger Kredite sowie Tilgungszuschüssen gefördert werden¹. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher (WMEP PV-Speicher)“ werden an der RWTH Aachen die Ergebnisse des Förderprogramms wissenschaftlich evaluiert. Neben der Auswirkung der Förderung auf die Marktentwicklung (siehe unter anderem [3], [4] und 5]) werden hochauflösende Messungen an privat betriebenen Solarstromspeichern, ergänzt durch Laborversuche, erfasst (siehe unter anderem [3] und [6]).

Zur hochauflösenden Vermessung der Solarstromspeicher im Feld wurde ein umfangreiches Messsystem konzipiert, das bei privaten Betreibern von PV-Speichern installiert werden kann. Die installierten Messsysteme sind in der Lage, alle relevanten Daten der zu vermessenen Haushalte dauerhaft in einer Auflösung von 1 Sekunde zu erfassen, darunter:

- **PV-Anlage:** Einstrahlung, Temperatur, DC/AC-Strom und –Spannung
- **Haushaltsstromverbrauch:** AC-Ströme- und Spannungen (3-phasig)
- **Batteriespeicher:** DC/AC-Strom und -Spannung, Temperatur
- **Zusätzlich:** Netzfrequenz, Oberwellen, Raumtemperatur, ...

Die aufgenommenen Messdaten werden tagesaktuell in eine zentrale Datenbank überführt und stehen damit zur Auswertung bereit. Insgesamt wird mittelfristig ein Datenvolumen von über 120 Millionen Messpunkten pro Tag erwartet. Die Messpläne der hochauflösenden Feldmessungen sind in Abbildung 2 (für DC-gekoppelte PV-Speicher) und Abbildung 3 (für AC-gekoppelte PV-Speicher) dargestellt. Aus sicherheitstechnischen Gründen werden im Feld keine Messungen am Zwischenkreis von DC-Systemen vorgenommen.

¹ Details zur Höhe der Förderung sowie den rechtlichen und technischen Randbedingungen können den „Richtlinien zur Förderung von stationären und dezentralen Batteriespeichersystemen zur Nutzung in Verbindung mit Photovoltaikanlagen“ [2] entnommen werden. Bis zur Veröffentlichung des vorliegenden Beitrags waren keine Details zur Fortführung der Speicherförderung über das Jahr 2015 hinaus bekannt.

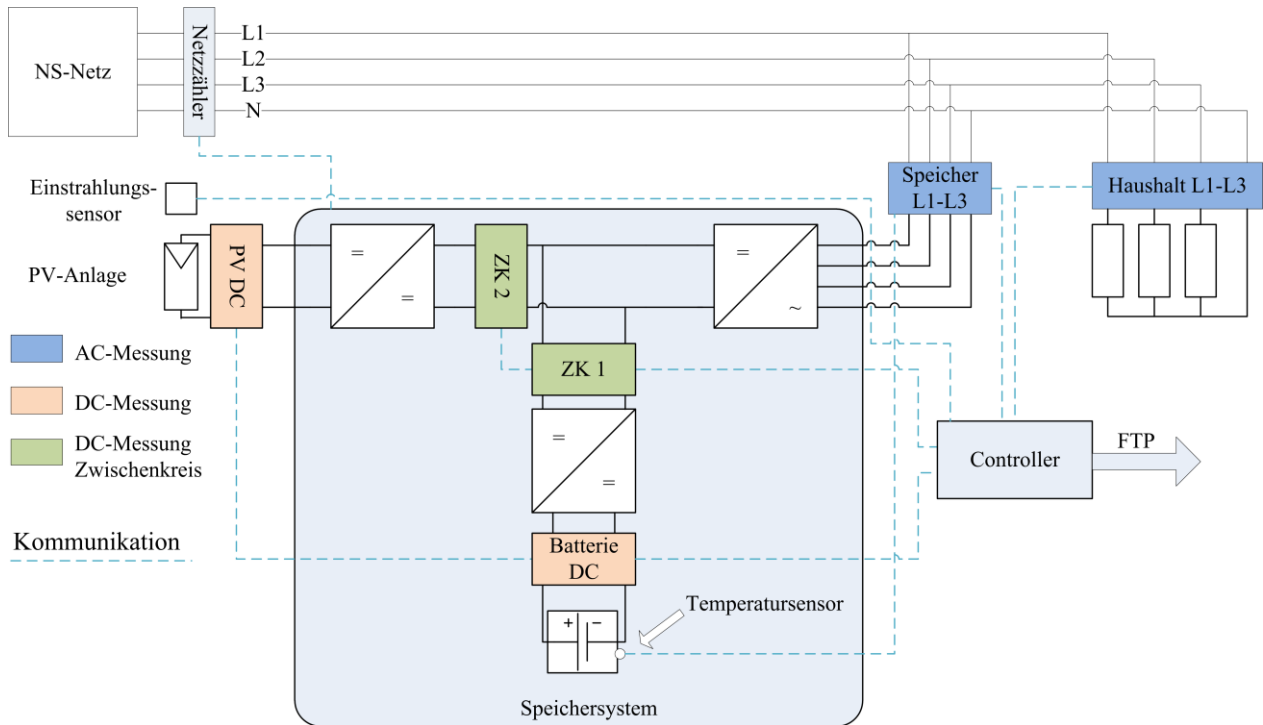


Abbildung 2: Messplan für ein DC-gekoppeltes PV-Speichersystem. Alle Messungen von Strom und Spannung werden dreiphasig ausgeführt. Die Zwischenkreismessung wird im Labor, nicht aber im Feld durchgeführt

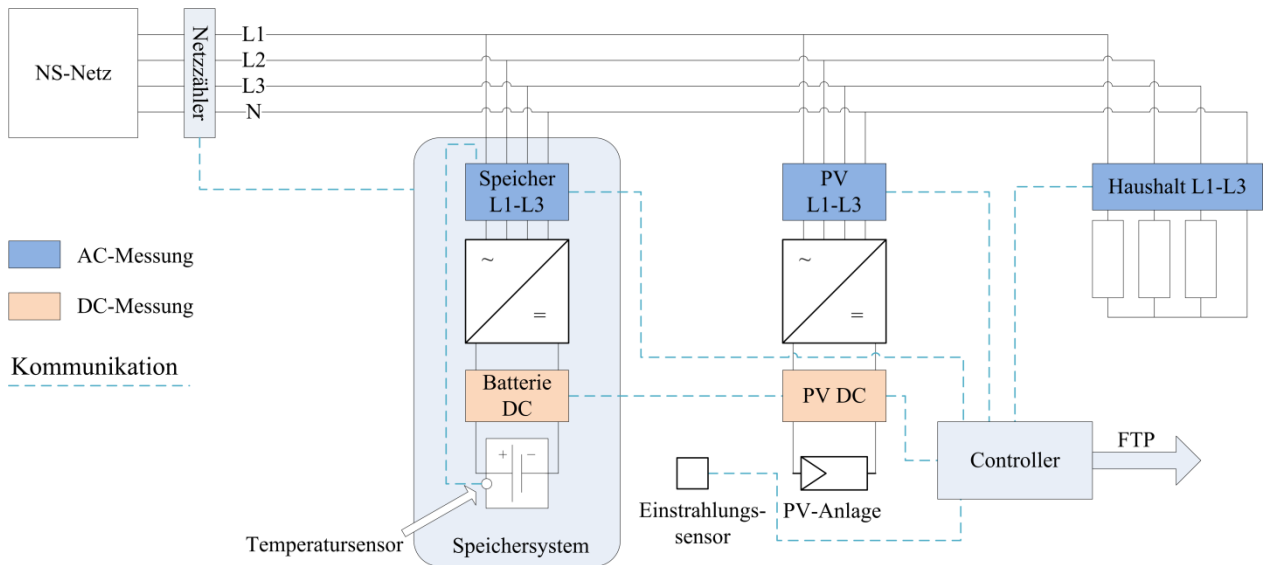


Abbildung 3: Messplan für ein AC-gekoppeltes PV-Speichersystem. Alle Messungen von Strom und Spannung werden dreiphasig ausgeführt.

3. Genauigkeit der Messung

Die Messsysteme für privat betriebene Solarstromspeicher wurden in Hinblick auf Verfügbarkeit und Kosteneffizienz aus marktüblichen Komponenten zusammengesetzt (siehe Tabelle 1). Im Rahmen ihrer Fehlerklassen können die verwendeten Messgeräte insbesondere bei der Messung kleiner Ströme nicht vernachlässigbare Fehler aufweisen.

Tabelle 1: Fehlerklassen der verwendeten Messgeräte

	Sensor	Range	Messgenauigkeit v.E.
Stromwandler	ASK 31.3	50 A	1 %
Spannungsmessung AC	Janitza UMG 104	600 V	0,2 %
Strommessung AC	Janitza UMG 104	5 A	0,2 %
Spannung DC PV / Batterie	Q.Bloxx A127	1200 V	0,025 %
Strom DC PV / Batterie (Shunt)	Q.Bloxx A127	80 mV	0,025 %
Spannung DC Batterie (optional)	Electrex Atto D4	300 V	0,5 %
Strom DC Batterie (optional, Shunt)	Electrex Atto D4	1,2 V	0,5 %
Shunt	50 A / 100 A	50/100 A	0,5 %

In Abbildung 4 ist beispielhaft ein Ausschnitt aus der Stückprüfung eines hochauflösenden Messsystems dargestellt, die vor dessen Installation im Feld durchgeführt wurde. Aufgetragen ist dabei die Abweichung einer AC-Strommessung zwischen dem verwendeten Messsystem und einem im Labor verwendeten Präzisionsmessgerät (0,03 % v.E.). Insgesamt zeigt sich bei der Messung der AC-Leistung am Haushalt eine Messabweichung von bis zu 95 W bei einem Bezug von 5 kW (1,9 % relative Messabweichung). Bei einem Messpunkt wurden jeweils 180 einzelne Messwerte des Prüflings und des Referenzsystems verglichen und die mittlere Messabweichung, sowie die Standardabweichung ermittelt.

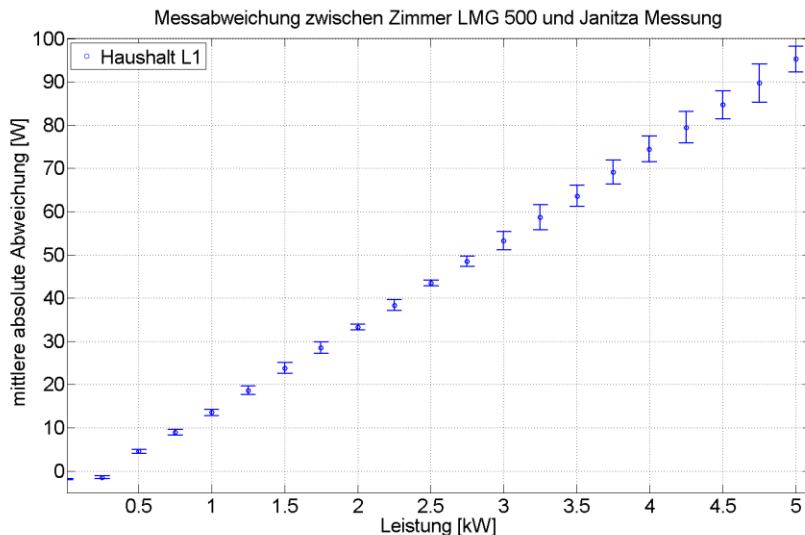


Abbildung 4: Stückprüfung eines hochauflösenden Messgeräts

4. Vermessene PV-Speichersysteme

Ziel der hochauflösenden Messungen ist es, ein möglichst umfassendes Bild des Verhaltens unterschiedlicher Solarstromspeicher unter realistischen Bedingungen zu erhalten. Von den Anfang 2014 am Markt verfügbaren Speichersystemen wurden dazu die zu diesem Zeitpunkt markthäufigsten Speichersysteme, die sich gleichzeitig hinsichtlich ihrer Batterietechnologie und Systemtopologie signifikant unterscheiden, ausgewählt (für eine ausführliche Beschreibung des Auswahlprozesses siehe [2]). Die zentralen technischen Eigenschaften der ausgewählten Speichersysteme sind in Tabelle 2 zusammengefasst dargestellt.

Diese Speichersysteme wurden zunächst am Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA) der RWTH Aachen angeschafft und unter Laborbedingungen umfassend vermessen. Anhand der gewonnenen Erfahrungen konnten in Zusammenarbeit mit einem Elektromeisterbetrieb rechtssichere Installationsvorschriften der hochauflösenden Messsysteme erarbeitet werden (Details hierzu finden sich in [2]). Anschließend folgte die Installation der Messsysteme im Feld.

Tabelle 2: Im Feld vermessene Solarstromspeicher

Hersteller	Produktbezeichnung	Batterietyp	AC / DC	Anschluss
Deutsche Energieversorgung	Senec Home G2+	Blei	AC	1-phasig
SMA	SB Smart Energy	Lithium	DC	1-phasig
E3/DC	S10	Lithium	DC	3-phasig
Sonnenbatterie	ECO	Lithium	AC	1-phasig

5. Elektrische Daten der bisher vermessenen Haushalte

Zum 01.02.2016 waren 12 der geplanten 20 Installationen hochauflösender Messsysteme erfolgreich durchgeführt. Das erste installierte Messsystem ist dabei seit April 2015 in Betrieb. In Tabelle 3 sind die elektrischen Daten der vermessenen Haushalte zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3: Elektrische Daten der bisher vermessenen Haushalte mit PV-Speichersystem. Die Angaben zum Jahresenergieverbrauch basieren auf Angaben der Betreiber.

ID	P _{PV} [kWp]	E _{Jahr} [kWh]	Topologie	Speichertyp	Kapazität [kWh] (Netto/Brutto)	P _{Batt, max} [kW]
1	9,90	3.918	DC	E3DC S10	9,2 / 9,2 kWh	3,0
2	9,56	6.000	AC	Senec Home	8 / 16 kWh	2,5
3	10,0	5.932	AC	Sonnenbatterie eco 9.0	7 / 9 kWh	3,0
4	6,50	8.007	AC	Senec Home G2+	8 / 16 kWh	2,5
5	9,80	6.670	DC	E3DC S10	9,2 / 9,2 kWh	3,0
6	9,80	3.500	AC	Senec Home G2+	8 / 16 kWh	2,5
7	5,25	1.800	DC	SMA SB SE 5000	2 / 2 kWh	1,5
8	6,24	6.000	DC	SMA SB SE 5000	2 / 2 kWh	1,5
9	9,94	7.000	AC	Sonnenbatterie eco 9.0	7 / 9 kWh	3,0
10	9,94	5.200	AC	Sonnenbatterie eco 8.0	8 / 8,8 kWh	3,3
11	6,24	3.000	DC	E3DC S10 Mini	4,6 / 4,6 kWh	1,5
12	7,80	8.761	DC	E3DC S10	9,2 / 9,2 kWh	3,0

Die Installation weiterer acht hochauflösender Messsysteme soll bis Ende April 2016 durchgeführt werden.

6. Verarbeitung und Veröffentlichung der Daten

Die Auswertungsergebnisse der anhand von Feldmessungen erhobenen Messdaten werden der Öffentlichkeit in Form von tabellarischen Häufigkeitsverteilungen der Leistungen an den einzelnen Systemkomponenten zur Verfügung gestellt. Zur Konditionierung der Daten wird auf die hochauflösenden Messdaten zunächst ein gleichgewichteter Mittelwertfilter mit einer Fensterbreite von 60 (1-min Mittelwertbildung) angewendet. Die Daten werden anschließend in Leistungsbereiche mit einer Klassenbreite („Binbreite“) von 100 W aufgeteilt. Die Daten werden als regelmäßig aktualisierte Excel und .csv-Dateien auf dem Webportal des Speichermonitorings (www.speichermonitoring.de) zur Verfügung gestellt (siehe beispielhaft Abbildung 5). Neben den Belastungshäufigkeiten der Speichersysteme werden auch die Leistungsverteilungen der PV-Anlage (DC) sowie des Netzanschlusses und des Haushaltes (beide AC) über alle drei Phasen angegeben.

Belastungscharakteristik der einzelnen Komponenten des AC-Batteriespeichersystems													
	1		2		3		4		5		6		
bin	P (kW)	counts	P (kW)	counts	P (kW)	counts	P (kW)	counts	P (kW)	counts	P (kW)	counts	
1	-19,95	0	-19,95	0	-19,95	0	-19,95	0	-19,95	0	-19,95	0	
...	
202	0,15	515377	0,15	368217	0,15	367126	0,15	749444	0,15	1027416	0,15	287289	
203	0,25	1056293	0,25	374632	0,25	356105	0,25	1469394	0,25	1337702	0,25	3726050	
204	0,35	558399	0,35	363605	0,35	341902	0,35	282475	0,35	155753	0,35	1959099	
205	0,45	346708	0,45	277713	0,45	276906	0,45	377179	0,45	545097	0,45	882309	
206	0,55	417818	0,55	244366	0,55	240551	0,55	553037	0,55	424406	0,55	1511974	
207	0,65	274628	0,65	220457	0,65	223579	0,65	169270	0,65	107635	0,65	977467	
208	0,75	169821	0,75	203845	0,75	218414	0,75	75881	0,75	70522	0,75	511092	
209	0,85	156068	0,85	175639	0,85	187079	0,85	62430	0,85	55872	0,85	303037	
210	0,95	129785	0,95	160526	0,95	161692	0,95	42189	0,95	36508	0,95	219243	
211	1,05	73488	1,05	159757	1,05	162948	1,05	29655	1,05	26990	1,05	138577	
212	1,15	42705	1,15	150186	1,15	152048	1,15	23520	1,15	22971	1,15	89088	
213	1,25	40808	1,25	137666	1,25	141365	1,25	21607	1,25	20263	1,25	68106	
214	1,35	29852	1,35	126311	1,35	123768	1,35	19502	1,35	18699	1,35	50346	
215	1,45	22785	1,45	114104	1,45	115292	1,45	17105	1,45	17147	1,45	34424	
216	1,55	21492	1,55	105381	1,55	106070	1,55	15296	1,55	15041	1,55	28919	
217	1,65	20949	1,65	97513	1,65	97763	1,65	15545	1,65	19945	1,65	22980	
218	1,75	25136	1,75	97630	1,75	91379	1,75	19435	1,75	18283	1,75	22256	
219	1,85	24842	1,85	96481	1,85	89280	1,85	16042	1,85	12833	1,85	16268	
220	1,95	31517	1,95	82788	1,95	83117	1,95	12062	1,95	11426	1,95	15490	
221	2,05	27238	2,05	78363	2,05	78540	2,05	10499	2,05	16656	2,05	13616	
222	2,15	32374	2,15	71737	2,15	74423	2,15	16415	2,15	29761	2,15	13219	

Abbildung 5: Format der zur Verfügung gestellten Daten.

7. Schematische Auswertung der erhobenen Messdaten

Ein typisches Ergebnis gewählten Methode ist in Abbildung 6 mit den Belastungshäufigkeiten von drei der vermessenen AC Systeme (ID 4, 7 und 10) für den Zeitraum Anfang August bis Ende Dezember 2015 dargestellt. Aufgetragen ist die bei jeder Leistungsklasse des Batteriewechselrichters (negativ: Laden der Batterie, positiv: Entladen der Batterie ins Stromnetz) umgesetzte Energiemenge in Kilowattstunden am Umrichter-ausgang (AC-seitig). Die Ladeleistung der Speichersysteme ist in der Darstellung jeweils auf die im Datenblatt angegebene Nennleistung des Batteriewechselrichters normiert.

Eine umfassende Auswertung der dargestellten Verläufe ist aufgrund der geringen Statistik der vorliegenden Daten zu diesem Zeitpunkt noch nicht zielführend; im Folgenden sollen stattdessen einige der zu beobachtenden markanten Punkte diskutiert werden:

- Die Ladung aller betrachteten Batteriespeichersysteme erfolgt überwiegend nahe der maximalen Ladeleistung des Batteriewechselrichters. Eine Ladung mit mehr als 100% der im Datenblatt angegebenen Nennleistung ist dabei bei allen dargestellten Systemen für begrenzte Zeiträume zugelassen.

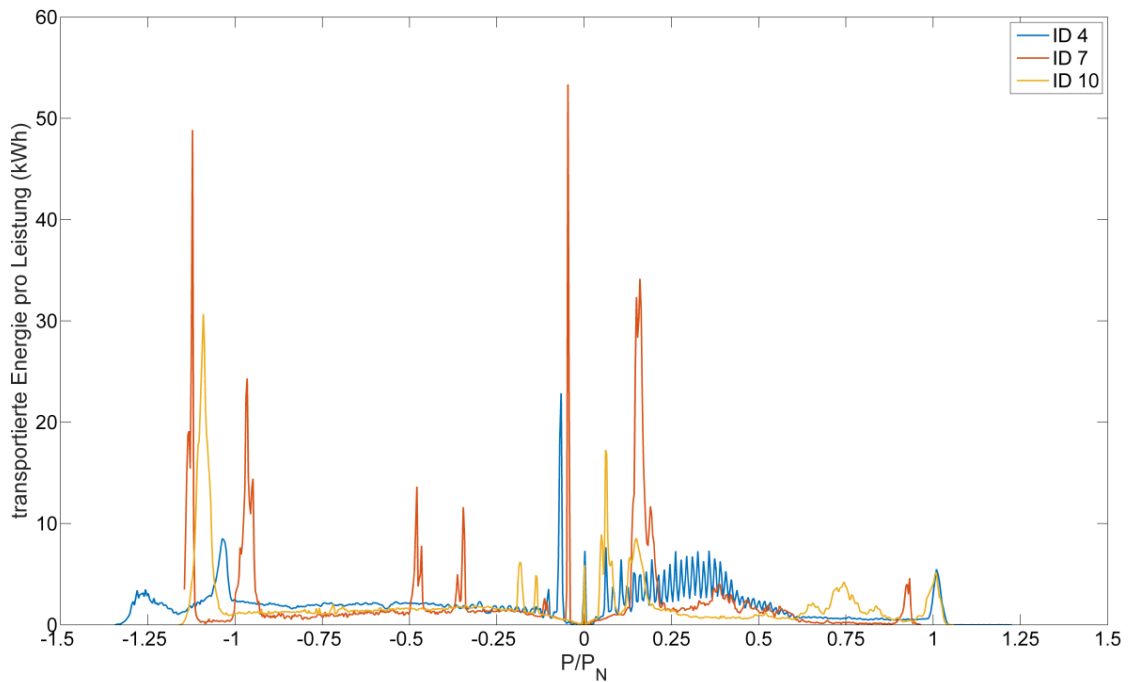


Abbildung 6: Belastungshäufigkeiten der Batteriewechselrichter von drei AC-gekoppelten Speichersystemen (negative Leistung: Laden der Batterie, positive Leistung: Entladen der Batterie)

- Die Entladung der Batteriespeicher ist demgegenüber kontinuierlicher verteilt und erwartungsgemäß stark durch das individuelle Lastprofil der jeweiligen Haushalte geprägt. Die erhöhten Energieumsätze in der Nähe der maximalen Entladeleistung sind, analog zur Ladung der Batterien, auf Sättigungseffekt zurückzuführen: Alle Lasten oberhalb von $P_{\text{Batt,max}}$ werden nach Möglichkeit mit der maximalen Entladeleistung bedient.
- Der bei allen Systemen auftretende Peak bei „0“ stellt den unvermeidlichen Messfehler der verwendeten Messgeräte dar (siehe Abschnitt 3). Im Rahmen der Auswertung sollte dies beachtet und durch geeignete Maßnahmen aus der Analyse herausgehalten werden.
- Die unterschiedlichen Spitzen im Bereich der Batterieladung können auf die Regelstrategien der unterschiedlichen Systeme zurückgeführt werden. Hierzu gehören beispielsweise Konstantleistungs-ladeverfahren mit unterschiedlichen Leistungsstufen oder Konstantspannungsladeverfahren zur Verbesserung der Lebensdauer von Blei-Säure Batterien (siehe auch [2]).
- Die periodischen Schwingungen im Entladebereich des Systems ID 4 sind nicht auf die Regelstrategie des Speichersystems, sondern auf große, im Haushalt / Büro verwendete getakteten Lasten zurückzuführen.

Insgesamt zeigt sich, dass neben der Nennleistung der PV-Anlage und dem Lastprofil des Haushalts auch die verwendete Regelstrategie der Systeme einen maßgeblichen Einfluss auf die Belastung der Komponenten hat. Zur Vervollständigung der Messdaten werden daher auch die (von der Regelstrategie unabhängigen) Residualleistungen des Haushaltes mit und ohne Speichersystem veröffentlicht.

Zur Darstellung des Einflusses der sich verändernden Jahreszeiten auf die Belastung der Komponenten ist in Abbildung 7 der Verlauf der Häufigkeitsverteilung eines Batteriewechselrichters über mehrere Monate vergleichend aufgetragen. Es zeigt sich, dass die charakteristische Form von Ladung und Entladung im vorliegenden Fall über die unterschiedlichen Betrachtungszeiträume hinweg weitestgehend beibehalten wird: Sowohl Lade- als auch Entladeleistung werden mit fortschreitendem Jahr nahezu kontinuierlich geringer. Dies ist bei Betrachtung der (nachlassenden) durchschnittlichen Solareinstrahlung einsichtig: Die Batterie wird seltener geladen und kann somit einen geringeren Teil der im Haushalt anfallenden Lasten bedienen.

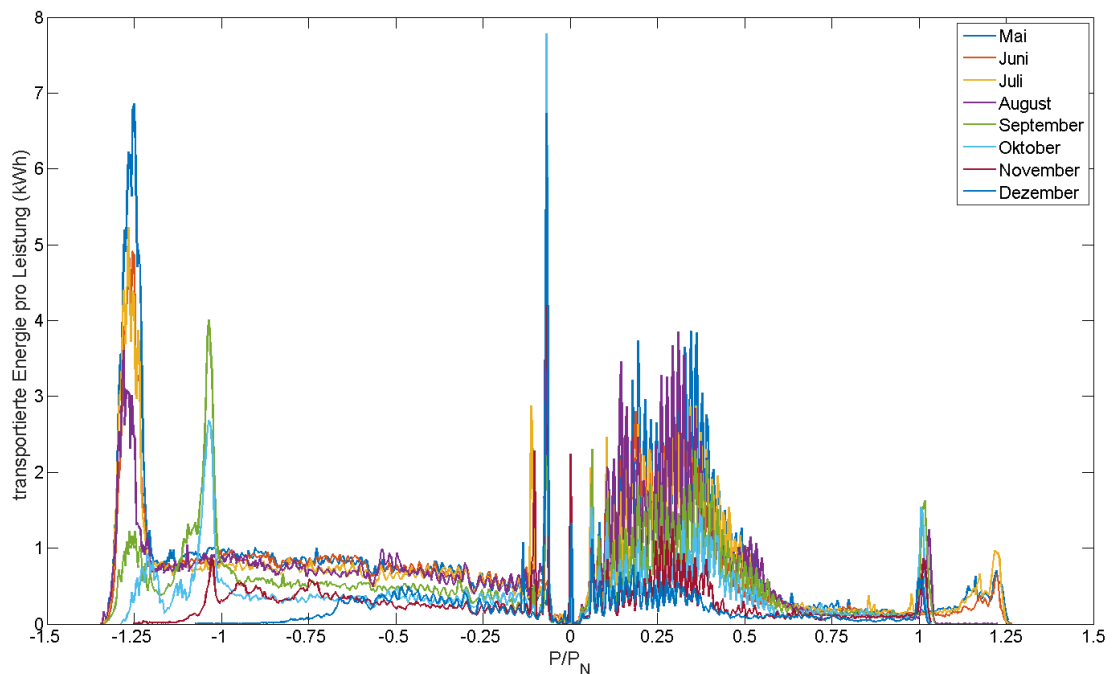


Abbildung 7: Entwicklung der Belastungshäufigkeit des Batteriewechselrichters

8. Weiteres Vorgehen

Anhand der veröffentlichten Messdaten soll durch eine breite Basis von Experten geprüft werden, ob hinreichend vergleichbare, typische Belastungsfälle der Speichersysteme isoliert werden können. Um die unterschiedlichen am Markt vertretenen Systemtopologien miteinander vergleichbar zu machen, sollen dabei nicht die Wirkungsgrade der einzelnen Komponenten, sondern funktionale Energiepfade verwendet werden, wie sie von Niedermeyer et al. im „Modularen Bewertungsverfahren“ [6] beschrieben werden:

- **PV2AC:** Die Direkteinspeisung der PV-Anlage in das Stromnetz. Für AC-gekoppelte Systeme kann hier, sofern keine Abregelung der Solarleistung vorgenommen wird, auf den bestehenden Euro-Eta des Wechselrichters zurückgegriffen werden.
- **PV2Bat:** Die Ladung der Batterie durch die PV-Anlage. Bei einem AC-gekoppelten Speichersystem werden hierzu die Wirkungsgrade von PV- und Batteriewechselrichter in den einzelnen Arbeitspunkten miteinander multipliziert.
- **Bat2AC:** Die Deckung von AC-Lasten aus der Batterie.

Um eine unkomplizierte Messung der Wirkungsgrade zu ermöglichen, soll ein Verfahren definiert werden, das eine hinreichend genaue nicht-invasive Messung der Energiepfade ermöglicht. Dieses (noch zu definierende) Verfahren soll die auftretenden Standby-Verluste der Speichersysteme sowie mögliche Streuflüsse² bei DC-gekoppelten Speichertopologien berücksichtigen und robust gegenüber Regelungenauigkeiten sein. Es soll später von Herstellern oder Prüfinstituten verwendet werden, um die Effizienzen in den unterschiedlichen Arbeitspunkten zu evaluieren. Durch Gewichtung der gemessenen Wirkungsgrade mittels der festgelegten tatsächlichen Belastungshäufigkeiten kann dann ein vergleichbarer Wirkungsgrad („Euro-Eta“) für PV-Speicher entwickelt werden. Allerdings werden die Energieumsätze in Abhängigkeit der Leistung der Umrichter zusätzlich von der Auslegung der Anlagen abhängen: PV-Generatorkennleistung, kumulierter Energieverbrauch des Haushaltes, Speichergröße und Peakleistung des Speicherrichters führen zu unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen. Die Gewichtung der Leistungspunkte auf der Wirkungsgradkurve wird also daher wahrscheinlich Abhängigkeiten von diesen Größen bzw. verschiedenen Verhältnissen dieser Größen zeigen.

Die Definition von einheitlichen Produktdeklarationen (hier: Wirkungsgraden) stellt stets einen komplexen Prozess mit zahlreichen, oft widersprüchlichen Partikularinteressen dar. Im Sinne der Technologieentwicklung, potenzieller Kunden sowie der Hersteller qualitativ hochwertiger Speichersysteme ist eine Vereinheitlichung der Bewertungsgrundlagen jedoch dringend notwendig. Die Verfasser sind überzeugt, dass durch die

² Hier: Ungewollte Leistungen entlang der Energiepfade nicht vermessen werden, typischerweise verursacht durch das Energiemanagement des Speichersystems.

gleichberechtigte Mitarbeit aller Beteiligten sowie kontinuierlicher Iterationen ein pragmatisches, transparentes und diskriminierungsfreies Verfahren erreicht werden kann.

9. Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde ein Vorschlag für einen Prozess zur Definition eines aufwandsarm ermittelbaren, topologieunabhängigen Wirkungsgrades für Solarstromspeicher vorgestellt. Dafür stehen hochauflösenden Messdaten, die im Rahmen des öffentlich geförderten Projektes WMEP PV-Speicher erhoben werden, zur Verfügung. Die Daten werden durch das ISEA veröffentlicht und regelmäßig aktualisiert, so dass ein kontinuierlicher Dialog zwischen den verschiedenen Herstellern und Forschungsinstitutionen ermöglicht wird.

In den kommenden Monaten werden weitere hochauflösende Messsysteme installiert sowie regelmäßige Aktualisierungen der bestehenden Daten auf dem Webportal des Speichermonitorings (www.speichermonitoring.de) veröffentlicht werden. Langfristig soll in Kooperation mit allen Interessierten durch Auswertung der Daten über einen längeren Zeitraum (mindestens 1 Jahr) eine Wirkungsgraddefinition gefunden werden.

10. Dank

Der vorliegende Beitrag entwickelte sich aus den andauernden Diskussionen mit engagierten Solar- und Speicherexperten aus Forschung und Industrie, die im Rahmen der 2015 durch die HTW Berlin ins Leben gerufene „Arbeitsgruppe Speicherperformance“ stattfanden. Die Autoren möchten den nachfolgend genannten Mitgliedern der Arbeitsgruppe herzlich danken und freuen sich auf auch in Zukunft bereichernden Austausch. Die Inhalte und Schlussfolgerungen dieses Beitrags geben nicht notwendigerweise die Meinung der genannten Mitglieder der Arbeitsgruppe wieder.

Luciano Borgna (BFH)
Sascha Boy (VARTA Storage GmbH)
Dr. Felix Braam (Fraunhofer ISE)
Dr. Jens Burfeind (Fraunhofer UMSICHT)
Katja Buß (Fraunhofer UMSICHT)
Georg Dielmann (Bosch Powertec)
Alexander Grone (Bosch Powertec)
Miriam Hegner (BVES)
Dr. Martin Heidl (Fronius)
Michael Knoop (ISFH)
Dr. Nico Kreuzer (SMA Solar)
Matthias Littwin (ISFH)

Christian Mayr (Sonnenbatterie)
Fabian Niedermeyer (Fraunhofer IWES)
Dr. Andreas Piepenbrink (E3DC)
Dr. Matthias Reinecke (Solarword)
Martin Rotherth (SMA Solar)
Johannes Schubert (Fronius)
Tjarko Tjaden (HTW Berlin)
Wolfram Walter (ASD Sonnenspeicher)
Dr. Sven Wendt (Solarworld)
Dr. Andreas Witzig (Vela Solaris)
Markus Wolf (E3DC)
Jürgen Wolfahrt (Fronius)

11. Förderhinweis

Der vorliegende Beitrag entstand im Rahmen des Forschungsvorhabens „Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher (WMEP PV-Speicher)“, das durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird.

12. Literaturverzeichnis

- [1] Europäischer Wirkungsgrad – Vergleich Wechselrichter. Website: Renewable Energy Concepts. Angegebene Bildquelle: Maifeld Solar. URL: <http://www.renewable-energy-concepts.com/german/sonnenenergie/solaranlage-solartechnik/wechselrichter-inverter/vergleich-wechselrichter.html> (aufgerufen am 02.01.2016)
- [2] Richtlinien zur Förderung von stationären und dezentralen Batteriespeichersystemen zur Nutzung in Verbindung mit Photovoltaikanlagen, Fassung vom 21. Dezember 2012
- [3] K.-P. Kairies et al.: Jahresbericht zum Speichermonitoring. Aachen, 2015
URL: http://www.speichermonitoring.de/fileadmin/user_upload/Speichermonitoring_Jahresbericht_2015_web.pdf (aufgerufen am 02.01.2016)
- [4] K.-P. Kairies, D. Haberschusz, D. Magnor, D. U. Sauer: Scientific Monitoring and Evaluation Program for PV Battery Systems. Energy Procedia 2015; 73; 200-207
- [5] K.-P. Kairies, D. U. Sauer: „Aktuelle Ergebnisse der Begleitforschung zum KfW-Förderprogramm für PV-Speicher“ In: Dezentrale Solarstromspeicher für die Energiewende, HTW Berlin, 2015.
- [6] K.-P. Kairies, D. Haberschusz, D. Magnor, D. U. Sauer: Netzzrückwirkung dezentraler Solarstromspeicher. In: 3. Konferenz Zukünftige Stromnetze für Erneuerbare Energien, Berlin 2016.
- [7] F. Niedermeyer et al.: Innovative Performancetests für PV-Speichersysteme zur Erhöhung der Autarkie und des Eigenverbrauchs. In: 30. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Bad Staffelstein 2015.