

Erschließung des volkswirtschaftlichen Potenzials und Umweltnutzens von 2nd-Life-Batterie-Energiespeichersystemen durch Bereitstellung von Systemdienstleistungen für das Energiesystem

Stöhr, M., von Jagwitz, A.

B.A.U.M. Consult GmbH, Gotzinger Str. 48, 81371 München, Germany

Zusammenfassung

Der Wert geeignet betriebener dezentraler netzgekoppelter stationärer Batterieenergiespeichersysteme (BESS) für den Energiesektor kann deren Kosten deutlich übertreffen. Dies tritt zum Beispiel ein, wenn durch BESS die Abregelung von Elektrizitätserzeugung aus volatilen erneuerbaren Quellen und damit die fossile Elektrizitätserzeugung entsprechend reduziert werden. Elektrizitätserzeugung mit hohen Grenzkosten und betriebsbedingten Umweltauswirkungen wird dabei durch solche ohne betriebsbedingte Umweltauswirkungen mit Grenzkosten nahe null ersetzt. Die Reduktion der Umweltauswirkungen des Betriebs fossiler Kraftwerke kann dabei die Umweltauswirkungen der BESS-Produktion mindestens teilweise kompensieren. Dies gilt insbesondere für das Treibhauspotenzial.

Diese Effekte werden gesteigert, wenn für die stationäre Nutzung keine neu produzierten, sondern 2nd-Life-Batterien aus Elektrofahrzeugen verwendet werden, deren Kapazität nach einigen Betriebsjahren so weit gesunken ist, dass sie nicht weiter mobil, wohl aber noch stationär genutzt werden können. Das Recycling dieser 2nd-Life-Batterien verschiebt sich dabei um die Dauer der stationären Weiternutzung. Selbst bei einem geringen Elektrifizierungsgrad der Fahrzeugflotte ist das technische Potenzial der dann verfügbaren 2nd-Life-BESS enorm: Der gesamte Bedarf an Momentanreserve und Primärregelleistung könnte mehr oder weniger nebenbei gedeckt und die Flexibilität des Elektrizitätssektors deutlich erhöht werden, so dass auch bei einem hohen Anteil fluktuierender erneuerbarer Elektrizitätserzeugung ein stabiler Netzbetrieb gewährleistet werden könnte.

Der bestehende Rechtsrahmen bietet potenziellen Betreibern von BESS nun kaum einen Anreiz zu einem solchen systemdienlichen Betrieb. Damit bleibt ein Potenzial unerschlossen, von dem sowohl der Energiesektor und die Volkswirtschaft, als auch Klima- und Umweltschutz profitieren könnten. BESS werden nicht optimal betrieben oder erst gar nicht installiert, 2nd-Life-Batterien werden dem Recycling zugeführt, obwohl sie noch weitergenutzt werden könnten.

Diese Arbeit gibt einen Überblick über das technische Potenzial von 2nd-Life-BESS für den Energiesektor, sowie für Klima- und Umweltschutz, und skizziert, wie potenzielle Betreiber angeregt werden könnten, dieses Potenzial zu erschließen, indem ihnen ermöglicht wird, an der Wertschöpfung teilzuhaben. Sie basiert auf Ergebnissen, die im Rahmen der EU-H2020-Projekte ELSA und GOFLEX erzielt wurden.

1. Anzahl, Kapazität und Leistung verfügbarer 2nd-Life-Batterien aus Elektrofahrzeugen

Die Anzahl N_{BESS} der 2nd-Life-Batterien, die für stationäre Batterieenergiespeichersysteme (BESS) zur Verfügung stehen, ist durch (1) gegeben, wobei n_{veh} die Anzahl der Fahrzeuge in der betrachteten Region ist, z.B. in der EU, und $r_{2\text{nd}}$ die 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote. Diese ist gemäß (2) definiert als das Produkt aus r_{el} , der Elektrifizierungsrate der Fahrzeugflotte, und r_{reuse} , der Rate, mit der gebrauchte, aus Elektrofahrzeugen entnommene Batterien in stationären BESS weiterverwendet werden. t_{veh} ist die durchschnittliche Nutzungsdauer im Fahrzeug und t_{stat} die durchschnittliche Nutzungsdauer der stationären Anwendung. Die gesamte Energiespeicherkapazität der verfügbaren Batterien ist durch (3) und ihre Gesamtleistung durch (4) gegeben, wobei e die durchschnittliche

garantierte Kapazität und p die durchschnittliche garantierte Leistung der Batterien während der stationären Nutzungsphase ist. Für die Zwecke der folgenden Berechnungen wird der Fahrzeugbestand als 100 % elektrisch definiert, wenn jedes Fahrzeug im Durchschnitt über eine Batterie verfügt, deren garantierte Kapazität im Falle der Weiterverwendung für eine zweite Nutzungsphase gleich e ist. Dies muss nicht durch einen rein vollelektrischen Fahrzeugbestand mit exakt gleicher Batteriekapazität je Fahrzeug realisiert sein, vielmehr kann dies auch ein Fahrzeugbestand sein, der aus vollelektrischen Fahrzeugen und Hybridfahrzeugen mit Batterien unterschiedlicher Größe und einigen verbleibenden fossil betriebenen Fahrzeugen besteht. In solch einem Fall haben die Batterien aus den vollelektrischen Fahrzeugen im Mittel eine größere Restkapazität für die stationäre Nutzung als e .

$$(1) N_{BESS} = n_{veh} \cdot r_{2nd} \cdot \frac{t_{stat}}{t_{veh}}$$

$$(2) r_{2nd} = r_{el} \cdot r_{reuse}$$

$$(3) E = e \cdot N_{BESS}$$

$$(4) P = p \cdot N_{BESS}$$

Nimmt man für n_{veh} die Anzahl der Fahrzeuge in der EU28, 300 Millionen im Jahr 2016 [1], geht von einer stationären Weiterverwendungsrate r_{reuse} von 50 % aus, und nimmt für die anderen Parameter die Werte des im EU-H2020-Projekt ELSA entwickelten BESS: 10 Jahre für t_{veh} , 5 Jahre für t_{stat} , 11 kWh für e und 12 kW für p , dann sind die Anzahl, die Kapazität und die Leistung der dauerhaft verfügbaren Batterien der stationären Nutzungsphase in Abhängigkeit von der Elektrifizierung des Fahrzeugbestands, bzw. von der 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote so wie in Tabelle 1 dargestellt. Wenn nur 5 % der Fahrzeugflotte in der EU elektrisch sind und die Hälfte der Batterien wiederverwendet wird, haben diese Batterien eine Leistung von 45 GW, was der Leistung aller Pumpspeicherkraftwerke in der EU im Jahr 2011 entspricht [2], die derzeit die wichtigste Speichertechnologie im Elektrizitätssektor sind. [3] BESS mit den hier angenommenen Eigenschaften werden im Folgenden als BESS vom Typ ELSA bezeichnet.

Tabelle 1: Anzahl, Kapazität und Leistung in der EU verfügbarer 2nd-Life-BESS bei einer Wiederverwendungsrate von 50 % und verschiedenen Raten der Elektrifizierung des Fahrzeugbestands

Elektrifizierungsrate des Fahrzeugbestands, r_{el}	0.33%	1.0%	2.0%	5.0%	10%	20%	50%	100%
2nd-Life-Verfügbarkeitsquote, r_{2nd}	0.17%	0.5%	1.0%	2.5%	5%	10%	25%	50%
verfügbare 2nd-Life-Batterien, N (mio.)	0.25	0.75	1.5	3.75	7.5	15	37.5	75
Verfügbare 2 nd -Life-Batterie- kapazität, E [GWh]	2.75	8.25	16.5	41.25	82.5	165	412.5	825
Maximale Leistung verfügbarer 2nd-Life-Batterien, P [GW]	3.0	9.0	18	45	90	180	450	900

2. Momentanreserve und Primärregelleistung als Zusatzleistung von BESS

Zu den derzeit interessantesten Geschäftsmodellen für BESS gehört die Bereitstellung von Momentanreserve und Primärregelleistung [4]. Die Betreiber von BESS können selbst oder über Aggregatoren auf die jeweiligen Ausschreibungen auf nationaler Ebene reagieren. Das technische

Potenzial für Momentanreserve- und Primärregelleistungsbereitstellung von 2nd-Life BESS ist jedoch so groß, dass diese Netzdienstleistungen in Zukunft mehr oder weniger nebenbei von BESS erbracht werden könnten, die zu einem ganz anderen Zweck installiert werden.

Zur Veranschaulichung dieses Potenzials wurde der Bereich des Ladezustands (state of charge, SOC) berechnet, in dem sich alle BESS, die an der Bereitstellung von Primärregelleistung (PR) beteiligt sind, im Durchschnitt befinden müssen, um sicherzustellen, dass die gesamte PR, die derzeit in der Zone des Europäischen Netzes der Übertragungsnetzbetreiber (ENTSO-E) benötigt wird, d.h. + 3.000 MW für bis zu 30 Minuten [5], von ihnen bereitgestellt werden kann. Diese Berechnung wurde für BESS vom Typ ELSA für verschiedene Werte der 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 dargestellt.

Die obere Kurve zeigt den maximalen SOC und die untere Kurve den minimalen SOC an. Wenn die BESS so betrieben werden, dass ihr SOC im Durchschnitt immer zwischen beiden Kurven liegt bzw. innerhalb von 2 Stunden nach Bereitstellung der PR in diesen Bereich zurückkehrt, kann immer die gesamte in der ENTSO-E Zone benötigte PR bereitgestellt werden. Bei einer 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote von 0,17 % liegen der minimale und der maximale SOC jeweils bei 50 %. Das bedeutet, dass die gesamte BESS-Kapazität bis zu dieser 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote zu gering ist, um den gesamten PR-Bedarf in der ENTSO-E-Zone zu decken. Dennoch könnte ein Bruchteil davon bereitgestellt werden. Bei höheren Werten der 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote kann die gesamte PR bereitgestellt werden, wenn der SOC im Durchschnitt in einem bestimmten Bereich bleibt. Dieser Bereich des geeigneten SOC vergrößert sich schnell, wenn die 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote steigt. Da davon ausgegangen werden kann, dass alle BESS mit hoher Wahrscheinlichkeit in einem SOC-Bereich liegen, der von wenigen Prozent bis knapp unter 100 % reicht, kann alle im ENTSO-E-Gebiet benötigte PR für eine 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote von wenigen Prozent mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit bereitgestellt werden, auch wenn die BESS ansonsten zu einem anderen Zweck betrieben werden.

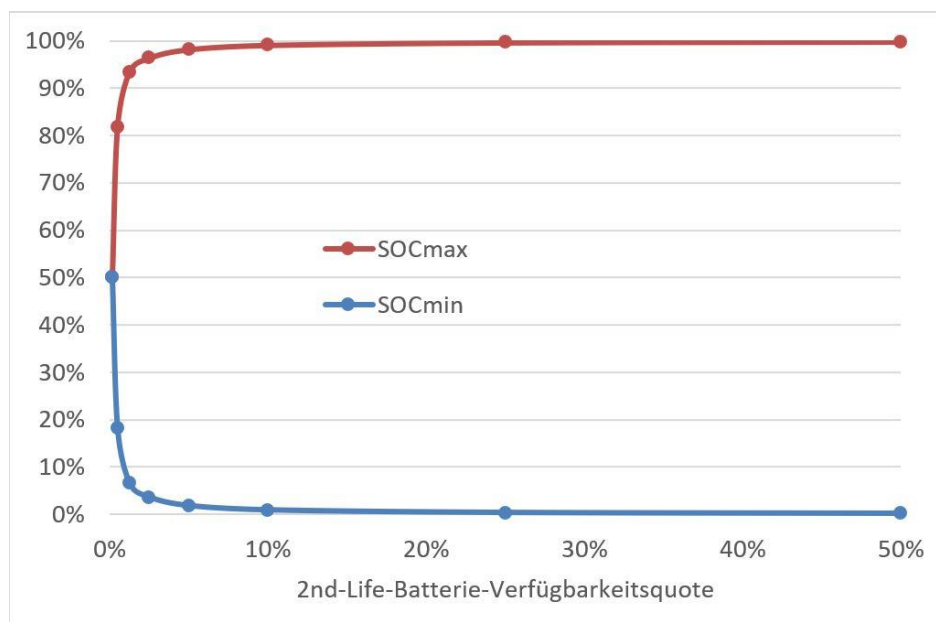


Abb. 1. Maximaler (obere Kurve) und minimaler (untere Kurve) Wert des durchschnittlichen SOC, der für die Bereitstellung aller im ENTSO-E benötigten PR eingehalten werden muss

In dem sehr seltenen Fall, dass die maximale PR oder ein erheblicher Teil davon tatsächlich benötigt wird, wird dies den SOC des BESS so verändern, dass es ausnahmsweise nicht in der Lage sein könnte, seinen ursprünglichen Zweck voll zu erfüllen. Daher muss sichergestellt werden, dass diese

Einschränkung dem ursprünglichen Zweck nicht abträglich ist, oder es muss ein angemessener Ausgleich dafür geschaffen werden. Eine an den BESS-Betreiber als Ausgleich gezahlte Vergütung kann jedoch niedriger sein als die Vergütung, die für ausschließlich zur PR-Versorgung betriebene BESS erforderlich ist, da das BESS überwiegend durch ihren ursprünglichen Zweck refinanziert wird.

3. Technisches Potenzial zur Bereitstellung von Elektrizität im Falle von Versorgungsengpässen

Wenn die Elektrizitätsversorgung zunehmend aus volatilen erneuerbaren Quellen sichergestellt wird, könnte es Zeiträume geben, in denen BESS zur Versorgungssicherheit beitragen müssen. Zur Veranschaulichung des technischen Potenzials von BESS der stationären Nutzungsphase wurden wiederum BESS des Typs ELSA als Beispiel herangezogen und die Dauer berechnet, für die der durchschnittliche beziehungsweise der Spitzenenergiebedarf der EU durch voll aufgeladene BESS gedeckt werden kann. Die Berechnung wurde für verschiedene Werte der 2nd-Life-Verfügbarkeitsquote unter den oben genannten Annahmen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abb. 2 dargestellt.

Bei niedrigen 2nd-Life-Verfügbarkeitsquoten kann der Elektrizitätsbedarf in der EU einige Minuten lang vollständig durch die verfügbaren BESS gedeckt werden, sofern diese ausreichend geladen sind, was ein erhebliches Potenzial zur Überbrückung kurzer Elektrizitätsausfälle und zur Unterstützung des Schwarzstarts von Kraftwerken nach einem Elektrizitätsausfall bietet. Bei mittleren 2nd-Life-Verfügbarkeitsquoten, z. B. wenn die Hälfte des Fahrzeugbestands elektrisch ist und die meisten Batterien für eine stationäre Weiterverwendung gesammelt werden, kann der EU-Elektrizitätsbedarf etwa eine Stunde lang durch ausreichend geladene BESS gedeckt werden. Die leichte Biegung der Kurven nach unten spiegelt den Anstieg des Elektrizitätsbedarfs mit zunehmender Elektrifizierung des Fahrzeugbestands wider.

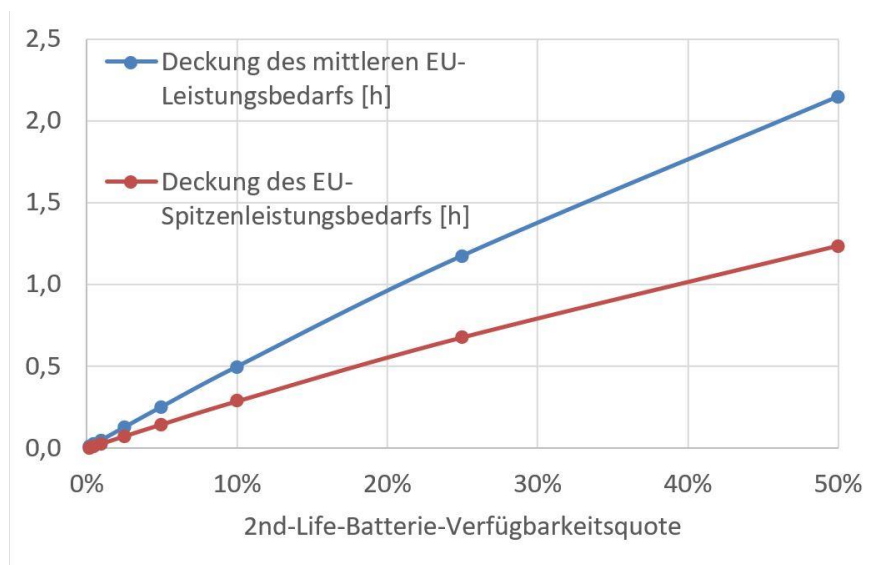


Abb. 2. Anzahl der Stunden, in denen der durchschnittliche (obere Kurve) beziehungsweise der Spitzenbedarf an elektrischer Energie (untere Kurve) der EU aus 2nd-Life-BESS gedeckt werden kann

4. Technisches Potenzial für eine 100 %-Versorgung mit erneuerbaren Energien

Es wurden weitere Berechnungen durchgeführt, um das technische Potenzial von BESS des Typs ELSA zu bewerten, einen Beitrag zur Energiespeicherkapazität zu leisten, die für eine 100 %-Versorgung der EU28 + Norwegen + Island + Schweiz + Balkanländer + Ukraine + Türkei mit erneuerbaren Energien erforderlich ist. In einem solchen Fall werden BESS mit einer Kapazität von 3.320 GWh benötigt [6]. Wenn alle Fahrzeuge in der EU28 elektrisch betrieben werden und alle

Fahrzeuggatterien nach Verwendung im Fahrzeug in netzgekoppelten stationären BESS weiterverwendet werden, entspricht die dann verfügbare Speicherkapazität 50 % der in der genannten Region benötigten Batteriespeicher beziehungsweise mehr als 50 % der in der EU benötigten Batteriespeicher.

5. Kosten dezentraler 2nd-Life-BESS und Wert für den Energiesektor

Es wird davon ausgegangen, dass BESS des Typs ELSA für die mobile Nutzung im Fahrzeug zu einem Preis von 580 €/kWh verkauft werden, eine Lebensdauer von 10 Jahren haben, die Batterie nach 5 Jahren zu Kosten von 151 €/kWh ausgetauscht wird und die Betriebskosten pro Jahr 58 €/kWh betragen. Bei gewichteten durchschnittlichen Kapitalkosten von 15 % betragen die jährlichen Gesamtkosten 189 €/kWh oder 173 €/kW. Die jährlichen Kosten wurden in Beziehung zu den Ergebnissen gesetzt, die für das Vereinigte Königreich über den optimalen Einsatz von BESS und die Wertschöpfung für den Energiesektor in Abhängigkeit von den jährlichen BESS-Kosten erzielt wurden [7]. Diesen Ergebnissen zufolge stellen 4,3 GW dezentraler BESS das volkswirtschaftliche Optimum dar, um das Ziel von durchschnittlichen Elektrizitätserzeugungsemissionen von 130 g CO₂/kWh im Jahr 2030 hauptsächlich durch den Ausbau der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien zu erreichen. Dies entspricht 4 % des Fahrzeugbestands im Vereinigten Königreich, der elektrisch betrieben wird, bei einer Weiterverwendungsquote der Batterien von 50 % oder 2 % des Fahrzeugbestands, der elektrisch betrieben wird, bei einer Weiterverwendungsquote von 100 %. Der Wert, der im Wesentlichen durch die vermiedene Abregelung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien und die vermiedene Erzeugung in Gaskraftwerken geschaffen wird, beträgt 404 €/kW jährlich, also das 2,4-fache der jährlichen Gesamtkosten.

Ungefähr das gleiche Verhältnis von Bruttowertschöpfung zu BESS-Kosten gilt, wenn die BESS-Kosten variiert werden [7]. Dies bedeutet, dass der Einsatz von BESS mit 2nd-Life-Batterien, deren Kosten niedriger sind als die Kosten von BESS mit neuen Batterien, zu einer größeren Kapazität der installierten BESS und damit zu einem höheren wirtschaftlichen Bruttonutzen führt.

6. Vermiedene Umweltschäden

Die vermiedene Abregelung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Quellen und die vermiedene Elektrizitätserzeugung in Gas- oder anderen fossilen Kraftwerken sind auch die Hauptgründe für den Umweltutzen von BESS. Im Fall von 2nd-Life-BESS entfallen die gegenzurechnenden Umweltauswirkungen der Batterieproduktion. Anzurechnen sind jedoch die Umweltauswirkungen der Komponenten und Prozesse, die ausschließlich durch die stationäre Nutzung bedingt sind. Für BESS des Typs ELSA wurde eine vollständige Lebenszyklusbewertung (LCA) durchgeführt. Die Umweltauswirkungen, die durch den Einsatz eines BESS vom Typ ELSA anstelle eines BESS mit einer neuen Batterie vermieden werden, belaufen sich auf etwa 6,7 kg CO_{2äq}/kW/Jahr in Bezug auf das Treibhauspotenzial, 0,04 kg SO_{2äq}/kW/Jahr in Bezug auf das Versauerungspotenzial und 104 MJ/kW/Jahr an nicht-erneuerbarer Primärenergienutzung. Dieser Effekt ist fast ausschließlich auf die vermiedene Batterieproduktion zurückzuführen.

Wenn die Umweltauswirkungen der Produktion und Logistik der Batterie vollständig auf die mobile Nutzung im Fahrzeug und die Auswirkungen der übrigen BESS-Komponenten auf die stationäre Nutzung angerechnet werden und das BESS des Typs ELSA so betrieben wird, dass in einem Szenario mit einer lokalen Photovoltaik-Eigenversorgung von 43 % und einem Elektrizitätsmix ähnlich dem in Deutschland (40 % erneuerbare Energien, Rest kohlenstoffreich) die verbleibende Nachfrage gedeckt wird, betragen die vermiedenen Netto-Umweltauswirkungen 304 kg CO_{2äq}/kW/Jahr, 0,15 kg SO_{2äq}/kW/Jahr und 2.506 MJ_{non-RPE}/kW/Jahr. Dieser Effekt ist auf die vermiedene Abregelung von Elektrizitätserzeugung aus Photovoltaikanlagen und entsprechend vermiedener Erzeugung in Gaskraftwerken zurückzuführen. [8]

7. Anreize zur Erschließung des volkswirtschaftlichen Potenzials und Umweltnutzens von BESS

Der bestehende Rechtsrahmen stellt für Betreiber von BESS ein Hindernis dar, mit diesen Systemdienstleistungen wie Momentanreserve oder PR zu erbringen und an der Wertschöpfung teilzuhaben, die sie damit für den Energiesektor schaffen könnten [4]. Für weitere potentielle Betreiber von BESS ist deren Betrieb von vorn herein nicht wirtschaftlich darstellbar. Infolgedessen werden aufgrund mangelnder Geschäftsmöglichkeiten weniger BESS installiert, und der Betrieb installierter BESS wird im Hinblick auf volkswirtschaftliche Wertschöpfung, sowie Klima- und Umweltschutz nicht optimiert. Grundsätzlich sind Mechanismen erforderlich, die die BESS-Betreiber an einem Teil des Wertes, den sie für das Energiesystem schaffen, teilhaben lassen, so dass (1) mehr potenzielle BESS-Betreiber damit ein Geschäft machen können und (2) sie ermutigt werden, BESS in einer Weise zu betreiben, die dem Energiesektor als Ganzem dient.

Die Autoren schlagen vor, zunächst geeignete Mechanismen für diejenigen Systemdienstleistungen einzuführen, die von BESS, die in erster Linie für einen anderen Zweck installiert wurden, lediglich als Nebenleistung erbracht werden können, d. h. für Momentanreserve und PR. Beispielsweise könnten Betreiber, die ein BESS in erster Linie zur Optimierung ihres eigenen Verbrauchs nutzen, z.B. durch Peak Shaving oder durch Maximierung ihrer Eigenversorgung aus erneuerbaren Energien, eine geringe Vergütung für den Betrieb des BESS erhalten, so dass es an der Bereitstellung von Momentanreserve und PR teilnimmt. Die Vergütung für die Erbringung solcher Dienstleistungen als Nebenleistung kann deutlich unter dem Durchschnittspreis liegen, der bei Ausschreibungen erzielt wird. Dennoch hat eine solche Regelung das Potenzial, die installierte Kapazität von BESS und den damit verbundenen Nutzen für das Energiesystem, sowie Klima- und Umweltschutz zu erhöhen. In einem nächsten Schritt könnte ein solcher Mechanismus auf Sekundär- und Tertiärregelleistung und Redispatch ausgedehnt werden.

8. Schlussfolgerungen

BESS mit Batterien, die in Elektrofahrzeugen verwendet wurden und aus diesen entnommen werden, um für stationäre Anwendungen genutzt zu werden, nachdem ihre Kapazität unter den für die mobile Nutzung erforderlichen Mindestwert gesunken ist, haben ein enormes technisches Potenzial, um Dienstleistungen für den Elektrizitätssektor zu erbringen, die das Zwei- bis Dreifache der Kosten für solche 2nd-Life-BESS betragen. Darüber hinaus wird ein Umweltnutzen geschaffen, der die Umweltauswirkungen der BESS-Produktion überkompensiert.

Bruttowertschöpfung und Umweltnutzen gehen Hand in Hand und hängen beide von der Art und Weise ab, wie BESS betrieben werden. Im Wesentlichen sind beide eine Folge der vermiedenen Abregelung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Quellen und der vermiedenen Elektrizitätserzeugung in fossilen Kraftwerken. Wenn eine Abregelung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Quellen von einigen Prozent und die damit verbundene fossile Elektrizitätserzeugung vermieden werden, kompensieren die Umweltvorteile die Auswirkungen der BESS-Produktion mindestens teilweise. Wenn darüber hinaus 2nd-Life-Batterien anstelle von neuen Batterien verwendet werden, verstärkt dies den Effekt und der durch den BESS-Betrieb erzeugte Nutzen für Klima und Umwelt überwiegt die Belastung durch die BESS-Produktion, vor allem im Hinblick auf das Treibhauspotenzial.

Regelungen, die es BESS-Betreibern erlauben, eine kleine Vergütung für die Teilnahme an der Bereitstellung von Momentanreserve und PR zu erhalten, könnten den Spielraum für Geschäftsmöglichkeiten und damit die installierte Kapazität von BESS erhöhen. Bei Erfolg könnten solche Regelungen auf die Sekundär- und Tertiärregelleistung sowie auf Redispatch ausgedehnt werden. Wenn nur ein paar Prozent des Fahrzeugbestands elektrifiziert und die Hälfte der Batterien in BESS netzgekoppelt weiterverwendet werden, kann der gesamte Bedarf an Momentanreserve und

PR, und möglicherweise auch an Redispatch, allein mit 2nd-Life-BESS gedeckt werden. Wenn diese Dienstleistungen als Nebeneffekt zusätzlich zu einem anderen Zweck erbracht werden, kann die Vergütung dafür auch niedriger sein als die Preise, die heute für Systemdienstleistungen über Ausschreibungen erzielt werden.

Danksagung

Die in dieser Veröffentlichung vorgestellten Ergebnisse wurden im Rahmen der EU-H2020-Forschungsprojekte ELSA und GOFLEX erzielt, die durch das Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union unter den Vertragsnummern Nr. 646125 bzw. Nr. 731232 gefördert wurden. Eine Veröffentlichung in englischer Sprache erfolgte bereits im Rahmen der IRES 2019.

Hinweise zur deutschen Veröffentlichung

Seit der Durchführung der hier vorgestellten Arbeiten und ihrer englischsprachigen Veröffentlichung [9] sind 3-5 Jahre vergangen. BESS können seitdem erheblich kostengünstiger und mit geringeren Umweltauswirkungen produziert werden. Die Aussagen zum technischen Potential von 2nd-Life-BESS bleiben davon unberührt. Die Kosten- und Umweltvorteile gegenüber BESS mit neuen Batterien sind aktuell stark gesunken, aber nicht verschwunden. Es ist nach wie vor sehr sinnvoll und vor allem zur Beschleunigung der Umstellung des Energiesektors auf erneuerbare Energien wünschenswert, Batterien aus elektrischen Fahrzeugen mit gesunkener Kapazität stationär weiter zu nutzen.

Bei den Berechnungen zu den Kosten von BESS vom Typ ELSA waren Kapitalkosten von 15 % angesetzt worden, die für börsennotierte Unternehmen typisch sind. Bürgerenergiegemeinschaften erwarten eine erheblich geringere Eigenkapitalrendite und rechnen darum mit geringeren Kapitalkosten. Entsprechend sind die Kosten von BESS für Bürgerenergiegemeinschaften auch deutlich geringer. Ein gesetzlicher Rahmen, der ihnen ermöglicht unkompliziert Systemdienstleistungen anzubieten, würde ein sehr großes Potenzial sehr günstiger Systemdienstleistungen von großem volkswirtschaftlichem Nutzen erschließen helfen.

Referenzen

- [1] EUROSTAT, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran_r_vehst&lang=en [retrieved on 16 July 2018].
- [2] European Commission, <https://setis.ec.europa.eu/setis-reports/setis-magazine/power-storage/europe-experience-pumped-storage-boom> [retrieved on 19 July 2018].
- [3] Jahn, Christopher, et al. 2018. Energy Local Storage Advanced System – D5.4 Second study of the economic impact in the local and national grid related to all demo sites. München: ELSA consortium, <https://elsa-h2020.eu/results>.
- [4] Neyron, Cédric, et al. 2018. Energy Local Storage Advanced System – D5.6 Final report with the best possible scenarios for the business models. Paris: ELSA consortium, confidential internal deliverable.
- [5] VDE, 2015. Batteriespeicher in der Nieder- und Mittelspannungsebene, Anwendungen und Wirtschaftlichkeit sowie Auswirkungen auf die elektrischen Netze. Frankfurt am Main.
- [6] Child, Michael, Bogdanov, Dmitrii & Breyer, Christian. The role of storage technologies for the transition to a 100% renewable energy system in Europe. IRES 2018.
- [7] Strbac, Goran et al. 2012. Strategic Assessment of the Role and Value of Energy Storage Systems in the UK Low Carbon Energy Future. London: Energy Futures Lab, Imperial College.
- [8] Stöhr, Michael and Schneiker, Janina. 2018. Energy Local Advanced System – D5.5 Final assessment of the environmental impact at local level related to all demo sites. München: ELSA consortium, <https://elsa-h2020.eu/results>.
- [9] Stöhr, M., von Jagwitz, A., Exploiting Potential Gross Economic and Environmental Benefits of 2nd-Life Battery Energy Storage Systems by Mechanisms Allowing Operators to Share in the Value Creation, IRES 2019.