

Edelschrott oder nutzbare Ressource? Gebrauchte Fahrzeugakkus auf dem Weg zum neuen Leben als Hausstromspeicher.

Falk Dorusch, Umwelt- und Energieingenieur
Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau, Muttenz

Die Zahl rein elektrisch betriebener Fahrzeuge steigt stetig an. Besonders Pedelec-Velos haben einen hohen Anteil daran. Fahrzeugakkus, die nicht mehr den Reichweiten-Ansprüchen der Nutzer entsprechen, werden in der Lebenszeit der Fahrzeuge oft mehrfach ausgetauscht. Untersuchungen zeigen jedoch, dass gebrauchte Fahrzeugakkus kein Elektroschrott sind, sondern noch über einen längeren Zeitraum als stationärer Elektrizitätsspeicher für den Strom einer Photovoltaikanlage genutzt werden können.

Diese Art der Nachnutzung ist aus zwei Gründen ökologisch besonders sinnvoll. Zum einen hilft ein Batteriespeicher, solar produzierten Strom im Gebäude besser selbst zu nutzen. Zum anderen schont die längere Nutzung der mit erheblichen Ressourcen- und Energieaufwand hergestellten Fahrzeugakkus die Umwelt.

Das Institut Energie am Bau der Fachhochschule Nordwestschweiz begleitet im Rahmen der 2000-Watt-Gesellschaft – Pilotregion Basel Pilot- und Demonstrationsprojekte in den Bereichen Bauen, erneuerbare Energien und Fahrzeuge. Einige dieser Projekte sollen im Sinne von Feldversuchen die Praxistauglichkeit neuer Ideen und Technologien im harten Alltagsbetrieb zeigen.

Neuer Speicher aus alten Akkus

Altakkus aus jedweder Herkunft müssen umweltfreundlich entsorgt werden. Der Export in Ausland und damit das "Verschwinden" auf den Müllkippen der Welt ist per Gesetz untersagt. Bisher ist der Recyclingprozess auf die Sekundärrohstoffe der Akkus ausgerichtet. Da Lithiumzellen jedoch nur geringe Mengen wiederverwertbarer Metalle enthalten, sind sie für die Rohstoffindustrie uninteressant. Dieser Aspekt hat das Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt und das Bundesamt für Umwelt veranlasst, neue Wege der Nachnutzung zu finden.

Nach der Nutzung im Mobilitätsbereich verfügen die Akkus meist noch über einen Restkapazität von 70 bis 80 Prozent des Neuzustands. Die Erfahrungen der Fahrzeughersteller zeigen, dass acht von zehn ausgemusterten Batteriezellen noch immer funktionstüchtig sind. Allerdings ist vor einer Weiternutzung im Gebäude ein umfangreicher Funktions- und Sicherheitscheck nötig.

Die Gebrauchtzellen müssen u.a. auf mechanische Stabilität und Korrosionsschäden geprüft werden, deren Restkapazität muss bestimmt werden um sie für ein zweites Leben als 2nd-Life-Batteriespeichern fit zu machen.

Gebäudeintegration

Am Beispiel eines etwa einhundertjährigen Einfamilienhaus in Riehen, das in den vergangenen Jahrzehnten sukzessive energetisch saniert wurde, soll ein neuartiger, aus gebrauchten Akkus des Flyer-Elektrovelo aufgebaute 2nd-life Elektrizitätsspeicher erprobt und getestet werden.

Ein für die Siedlungsstruktur der Schweiz typisches Bestandsgebäude, Baujahr 1921, wurde im Laufe der Zeit durch verschiedene bauliche Massnahmen energetisch erneuert. Seit mehr als 15 Jahren erzeugt die PV-Anlage (4.5 kW_p) des Gebäudes Elektrizität, die an das Netz abgegeben wird. Auf der Abbildung 1, links, ist die Südost-Ansicht des Gebäudes zu erkennen.

Der über die vergangenen Jahre gemittelte Jahres-Elektrizitätsertrag beträgt etwa 2'900 kWh, der jährliche Elektrizitätsbezug im Gebäude bewegt sich zwischen 2'500 bis 3'500 kWh/a. Der Warmwasserbedarf der Bewohner wird teilweise durch Solarthermie gedeckt.

Da die Kostendeckende Einspeisevergütung für die PV-Anlage in 2017 ausläuft, besteht auch ein finanzieller Anreiz zur besseren Eigennutzung des Solarstroms. Der Gebäudeeigentümer legt grossen Wert darauf, seinen Elektrizitätsbedarf ohne den Einsatz fossiler und nuklearer Quellen zu decken und ist daher ständig bemüht, weitere Sanierungen und Energiesparmassnahmen am und im Gebäude durchzuführen.

Im Frühjahr 2015 wurde im Gebäude ein 2nd-life Speicher, System ReeVolt, der Firma WEMAG, Schwerin (D) eingebaut (siehe Abbildung 1, rechts). Zur Steigerung des Eigenverbrauchs des PV-Ertrags wird der gespeicherte Strom genutzt, um u.a. den Solarboiler des Hauses elektrisch nachzuheizen. Ein Prinzipschema der Gebäudetechnik wird in der Abbildung 2 gezeigt.

Der Speicher wird netzparallel eingebunden und nutzt einen Strang der PV-Anlage zur Bereitstellung der Ladeenergie. Der PV-Ertrag, der Haushaltsstrombezug und die zwischengespeicherte Elektrizitätsmenge werden digital erfasst. Dazu können die „Smartmeter“ des lokalen EVU (Industrielle Werke Basel) sowie das integrierte Energieerfassungssystem des ReeVolt-Speichers genutzt.

Die Datenerfassung und -auswertung wird durch die FHNW betreut. Ziel ist es, den Nutzen des Elektrizitätsspeichers für die Energiebilanz des Gebäudes einzuschätzen und Rückschlüsse zu den Auswirkungen auf das Elektrizitätsnetz ziehen. Die Abbildung 3 zeigt das Installationsschema der PV-Anlage und des 2nd-life Speichers in die Hauselektrik.



Abbildung 1 Aussenansicht EFH Nemeth, eingebauter ReeVolt-Speicher.

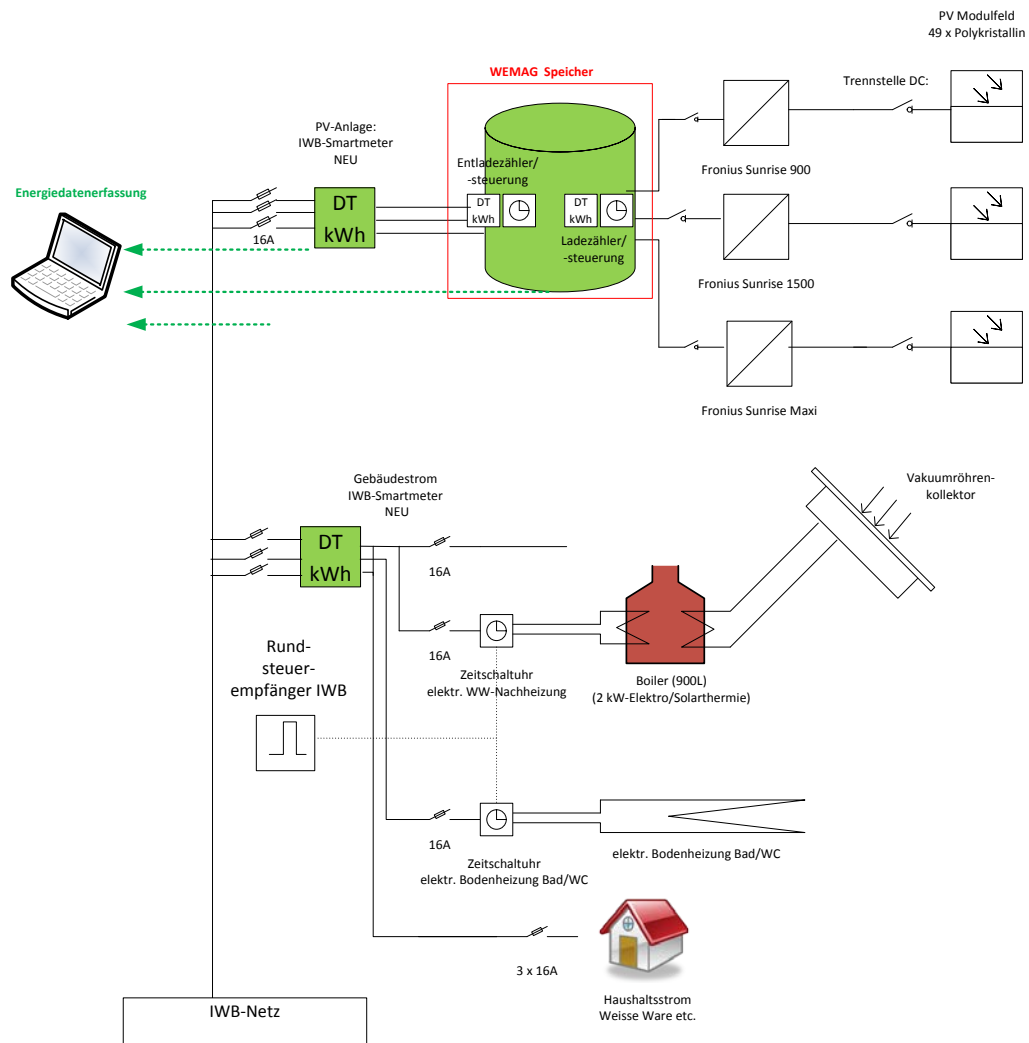


Abbildung 2: Energie- und Monitoringkonzept des Gebäudes

Der Speicher ist mit gebrauchten Batterien, welche direkt von der Firma BikeTec , Huttwil bezogen wurden, bestückt. Umfangreiche Vortests haben gezeigt, dass die verfügbaren Akkus unterschiedliche Restkapazitäten hatten. Daher wurden in mehreren Lade- und Entladeversuchen geeignetsten Zellen ausgewählt. Die Kapazität des Speichers bei Bestückung mit den 16 "besten" Zellen beträgt etwa 2.5 kWh.

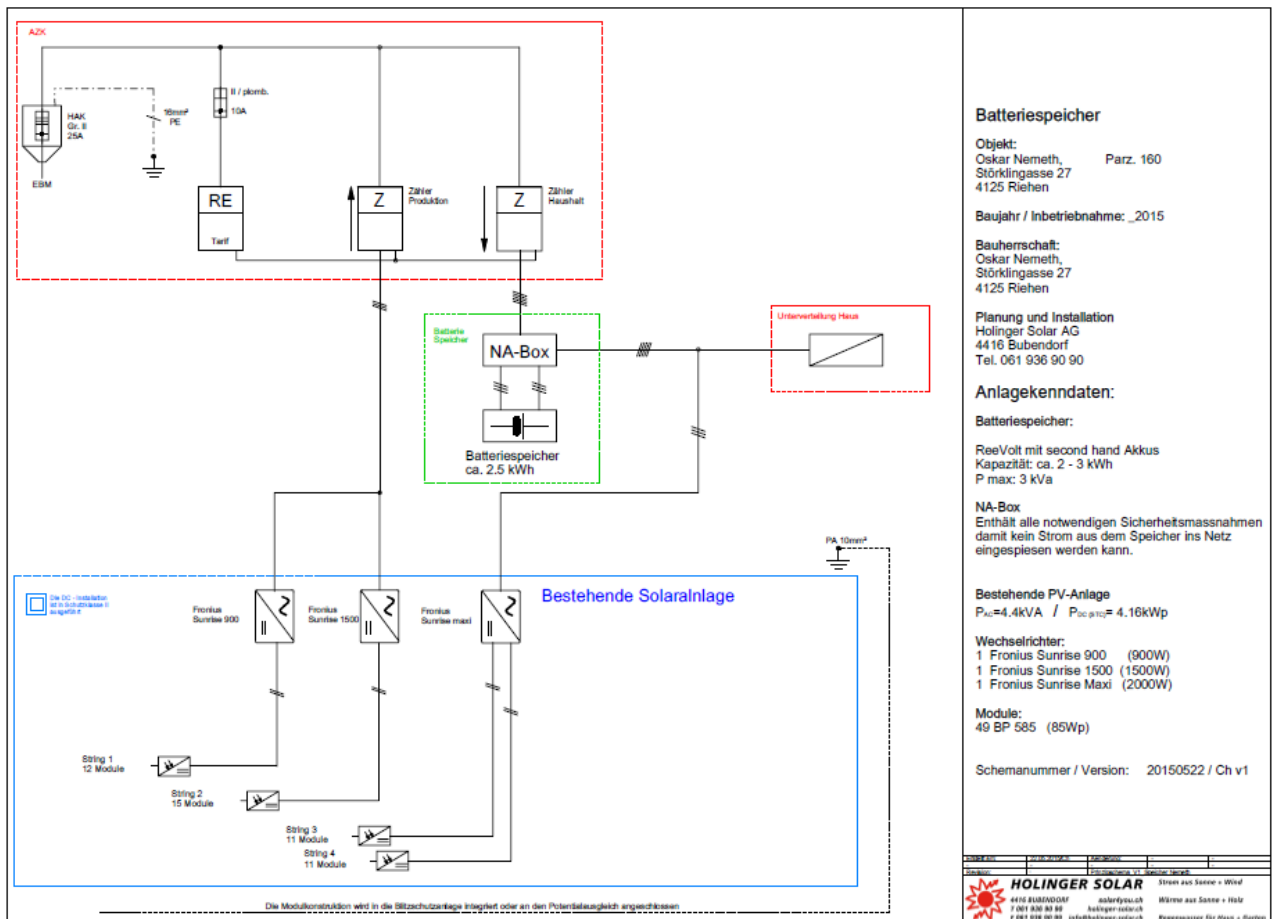


Abbildung 3 Installationsschema (Holinger Solar 2015).

Praxiserfahrungen

In der Zeit zwischen 8. und 15.9.2015 wurden erste Daten im Routinebetrieb erhoben. (siehe Abbildung 4 und 5). Die in dieser Periode erhobenen Messdaten sind nicht repräsentativ und verdeutlichen lediglich die korrekte Installation des Speichers im Gebäude.

Über einen Zeitraum von sieben Tagen werden etwa 23.8 kWh Elektrizität solar erzeugt, wovon gesamthaft 8.5 kWh im Speicher gespeichert werden. Der Gesamtverbrauch über sieben Tage beträgt etwa 15.4 kWh, wovon 7.9 kWh aus dem Speicher entladen wurden.

Die Leistungsganglinien zeigen, dass der PV-Ertrag nur teilweise zum Laden des Speichers genutzt wird. Die Ladeleistung des Speichers liegt über den Tag im Mittel zwischen 20% bis 30% der PV-Erzeugerleistung und fluktuiert stark. Die Ursache dafür liegt vermutlich in Problemen beim Zusammenwirken der zellinternen Ladezustandsüberwachung mit der Laderegulation des Speichers.

Weitere Abklärungen dieses Artefakts werden derzeit in Absprache mit dem Hersteller des Speichers durchgeführt.

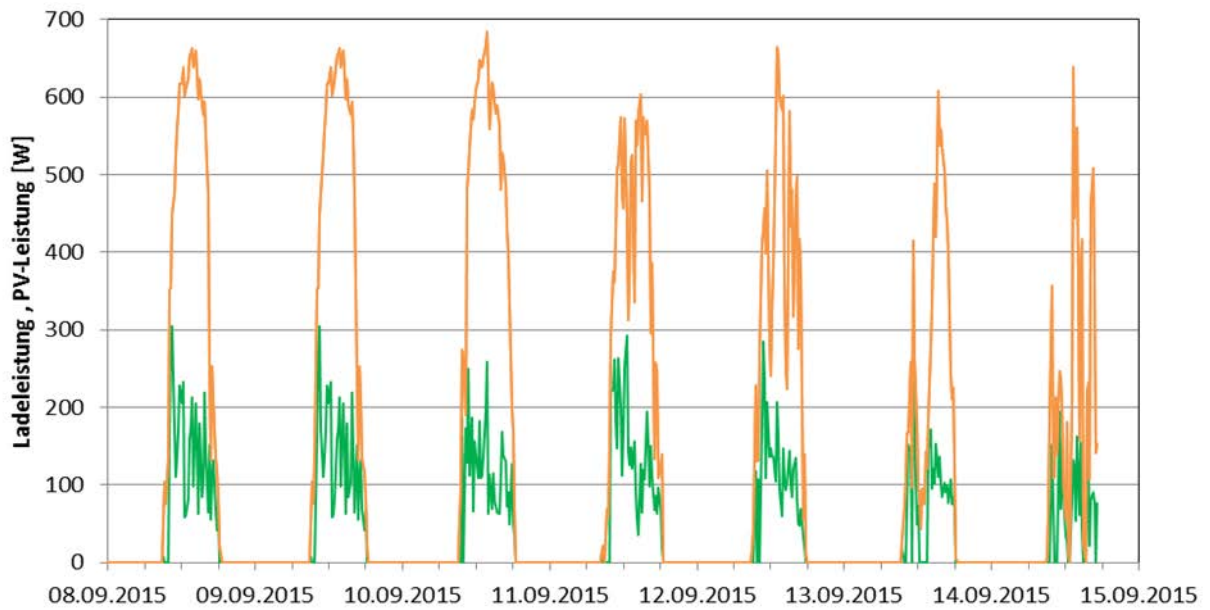


Abbildung 4 Tagesganglinien der PV-Ertragsleistung (orange Linie) und der Ladeleistung des BES (grüne Linie).

Während der ersten Praxiserprobung liefert der Speicher immer dann Strom, wenn im Gebäude Elektrizität benötigt wird.

Die Entladeleistung des BES folgt der Leistungsganglinie des Gesamtverbrauchs mit etwa einstündiger Verzögerung nach. Auch hierfür ist die Ursache derzeit unklar. Bei aktivierter Entladung des BES werden bis zu 80% der Verbrauchsleistung erreicht.

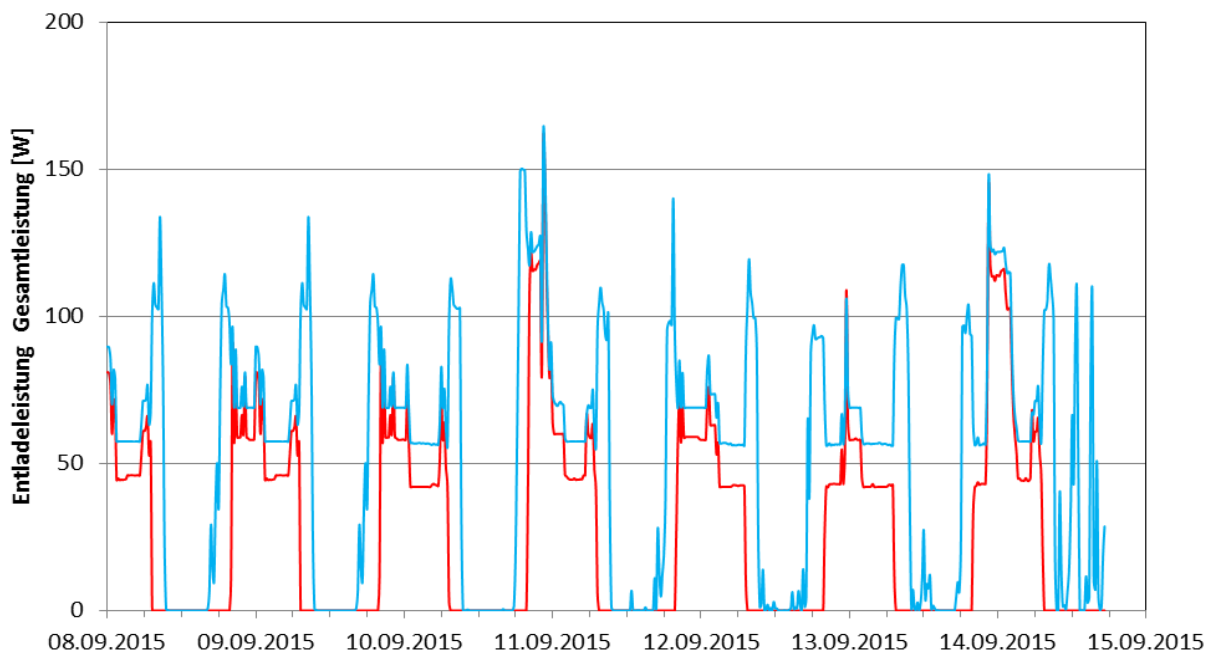


Abbildung 5 Tagesganglinien der Verbrauchsleistung (blaue Linie) und der Entladeleistung des BES (rote Linie).

Weitere Interessenten

Energieversorgungsunternehmen setzen grosse Hoffnungen in Technologien zur Verminderung hoher Solarstromspeisung in den Mittagsstunden. Von besonderem Interesse sind Systeme, die mit gerin-

gem technischem Aufwand zeitlich flexible Regelleistung bereitstellen können. Power- to- Heat zur direktelektrischen Wärmeproduktion oder die tageszeitabhängige Solarstromspeicherung in räumlicher Nähe zur PV-Anlage werden dabei favorisiert.

Im betrachteten Gebäude können beide Ansätze miteinander kombiniert werden. Der Speicher kann mit geringem Installationsaufwand direkt mit dem Elektroheizstab des Solarboilers verbunden werden.

Eine zeitliche Synchronisation soll sicherstellen, dass der Boiler nur dann betrieben wird, wenn der BES ausreichend geladen und in nächster Zeit mit Warmwasserbezug zu rechnen ist. Dadurch kann sowohl das Defizit an solarthermisch produziertem Warmwasser ausgleichen als auch der Wärmeverlust des Solarboilers reduziert werden.

Der Einsatz zu solar-elektrischen Nachbeheizung ist im weiteren Verlauf des Projekts geplant.

Lebensdauer

Die Lebenserwartung der Akkus im 2nd-Life-Einsatz wird momentan noch erforscht.- Eine direkte Ableitung aus Herstellerangaben ist nicht möglich, da diese unter Laborbedingungen gewonnen wurden, und die Einsatzbedingungen besonders als 2nd-Life-System nicht entsprechen. Um diese Wissenslücke zu schliessen, beteiligt sich das Bundesamt für Energie am Basler 2nd-Life-Batteriespeicher und unterstützt das Forschungsvorhaben als Pilot- und Demonstrationsprojekt.

Mit der Firma Dreifels aus Gelterkinden gibt es bereits einen ersten Interessenten für die kommerzielle Verwertung gebrauchter Fahrzeugakkus. Ein Geschäftsmodell, welches dem Nutzer von 2nd-Life-Speichern die maximale Zuverlässigkeit gewährleistet, ist bereit entwickelt. Kunden erhalten mit einem Wartungsvertrag die Sicherheit, dass defekte Zellen im 2nd-Life-Speicher kontinuierlich ausgetauscht werden.

Technisch ist diese Lösung problemlos machbar, der Zustand der Akkus im Speicher kann mit Hilfe einer Fernüberwachung kontinuierlich beobachtet werden. Mit solch einem Wartungsvertrag können 2nd-Life-Speicher nahezu unlimitiert betrieben werden.

Breitenwirkung

Die Idee des 2nd-Life-Speichers hat auch über die Schweiz hinaus Anklang gefunden. Der schwedische Energiekonzern Vattenfall, der Fahrzeughersteller BMW und Zulieferer Bosch realisieren gemeinsam ein Projekt in Hamburg. Ein 2nd-Life-Speicher mit einer Kapazität von bis zu 2MWh, der aus mehr als 100 gebrauchten Elektrofahrzeugakkus besteht, soll mehr als 30 Vier-Personen-Haushalte eine Woche lang mit Strom versorgen. Es ist zudem geplant, den Speicher über zehn Jahre zu betreiben und dabei rund 4000 Zyklen Lade- und Entladezyklen zu durchlaufen.

Ausblick

Der potenzielle ökologische Vorteil der Weiterbenutzung gebrauchter Fahrzeugakkus ist groß. Die Lebenszeitverlängerung in 2nd-life-Systemen bietet viele Vorteile. So ist es möglich, den mit der Akkuherstellung verbundenen Treibhausgasausstoss zu senken und die unkontrollierte Entsorgung von schädlichen Stoffen zu vermeiden.

Der Bedarf an Rohstoffen wie Nickel, Kobalt und Lithium kann gesenkt werden, da -über den gesamten Nutzungszeitraum betrachtet- eine geringere Zahl an Akkus für mehrere Anwendungen eingesetzt wird.

Neben der Nutzung gebrauchter Akkus als Hausspeichersystemen kommt aus heutiger Sicht auch der Einsatz in Speichersystemen zur Bereitstellung von Primärregelung in Betracht.

Auch weitere Einsatzgebiete sind denkbar. So kann der 2nd-life Ansatz auch auf Speichersysteme in der Notstromversorgung, für den Antrieb von Flurförderfahrzeugen, im Spitzenlastmanagement von Großverbrauchern und in Schnellladesäulen angewendet werden.

In der Gesamtschau aller Einsatzmöglichkeiten und unter Einbeziehung der Nachfrageentwicklung neuer Lithiumbasierter Elektrizitätsspeicher ist mit einem erheblich ansteigenden Marktpotenzial für 2nd-life-Systemen zu rechnen. Die FHNW wird das Thema daher weiter intensiv verfolgen.

Literatur

Menn, C., Geissler, A.: Electric Vehicle Batteries in Energy Storage Systems: An Economic Analysis for Swiss Residentials, , CISBAT, 2015

Kim, D. P., Geissler, A., Menn, C., Hengevoss, D.: Quantifizierung des Umweltnutzens von gebrauchten Batterien aus Elektrofahrzeugen als gebäudeintegrierte 2nd-Life Stromspeichersysteme, Bauphysik 37, Heft 4, 2015

Geissler, A., Menn, C., Kim, D. P., Dorusch, F: Gebäudeintegration von gebrauchten Batterien als 2nd-Life Stromspeichersysteme, Eine techno-ökonomische Analyse zur Machbarkeit und die Quantifizierung von Umweltauswirkungen, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz, 2015

VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik e.V., Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität: Studie:- Second-Life-Konzepte für Lithium-Ionen-Batterien aus Elektrofahrzeugen, Frankfurt (M), 2016

Ökoinstitut, Umweltbundesamt, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Ableitung von Recycling- und Umweltaanforderungen zur Vermeidung von Versorgungsrisiken bei innovativen Energiespeichern, Dessau-Roßlau, 2016

Kanton Basel-Stadt: Auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft – Pilotregion Basel, Praxislabor der Nachhaltigkeitsforschung, Förderperiode 2013-2016