

PV-BATTERIESPEICHER

SICHERES UND FACHGERECHTES PLANEN UND INSTALLIEREN TEIL 2: ERRICHTUNG UND NETZANSCHLUSS

Arbeitsschutz

Bei der Errichtung, Montage und Installation von Batteriespeichersystemen kommt auf den Elektroinstallateur eine anspruchsvolle Aufgabe zu. Abhängig vom tatsächlich eingesetzten Produkt oder beschriebenen Komponente weichen die Maßnahmen zur Risikominimierung voneinander ab. Für jeden Speichersystemtyp gelten daher unter Umständen besondere Anforderungen. Prinzipiell gilt, dass die Vorgaben der Hersteller einzuhalten sind. Die Errichtung muss durch eine autorisierte Elektrofachkraft erfolgen, die eine Qualifikation zu dem jeweiligen Speichersystem absolviert hat und die Montageanleitung fachgerecht umsetzt. Die besonderen Maßnahmen u.a. bei Arbeiten unter Spannung, sind in der BGR A3 sowie der VDE 0105-100 beschrieben. Für die durchzuführenden Arbeiten und den Umgang mit säurehaltigen Batterien sind auf jeden Fall angemessene Kenntnisse und Erfahrung erforderlich. Die Tabelle gibt einen Überblick über mögliche Gefährdungen und die Maßnahmen zur Unfallverhütung.

Die Batterien können in verschiedenen Ausgangszuständen geliefert werden. Bleisäurebatterien können ungefüllt und trocken geladen sein, so dass noch eine Befüllung mit Elektrolyt gemäß den Herstellerangaben notwendig ist. Dabei muss der Installateur, um sich zu schützen, Gummihandschuhe, Schutzbrille und Sicherheitsschuhe tragen.

Folgende Punkte sollten beim allgemeinen Umgang mit Bleisäurebatterien beachtet werden:

- Installation und Inbetriebnahme nur von autorisierten und geschulten Elektrofachkräften
- maximale Stapelhöhe beachten
- Handhabungshinweise auf Verpackungen und in Anleitungen beachten
- kein Rauchen oder Umgang mit offenem Feuer
- Gummihandschuhe, Schutzbrille, Sicherheitsschuhe tragen
- Stets isoliertes Werkzeug verwenden und nie auf Batterien ablegen
- Batterien nie an Polen anheben
- Stöße vermeiden

- keine synthetischen Tücher/Schwämme mit Reinigungszusätzen verwenden
- min. 2 Personen einsetzen

Bauliche Anforderungen

Grundsätzlich sind die Herstellerempfehlungen zum Aufstellort zu berücksichtigen. Prinzipiell kann zwischen Speichersystemen in abgeschlossenen Batterieschränken und Systemen in elektrischen Betriebsräumen unterschieden werden. Abgeschlossene Batterieschränke stellen geringe Anforderungen an den Aufstellort. Abgeschlossene Batterieschränke sollten trotzdem nicht im Wohnbereich oder im Bereich der Fluchtwege aufgestellt werden (geeignete Keller- oder Hauswirtschaftsräume). Am Aufstellort sollten keine Brennstoffe bzw. leichtentzündliche Materialien oder

Materialien mit hoher Brandlast gelagert werden. Ist mit Kleinnagern zu rechnen (z.B. in Schuppen) ist entsprechender Kabelschutz vorzusehen.

Typische weitere Anforderungen sind:

- Sicherstellung einer ausreichenden Zugänglichkeit zu Wartungszwecken
- Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit des Untergrundes
- Untergrund muss vibrationsfrei und eben sein
- Untergrund aus flammenhemmendem Material (z.B. Beton; kein Holz)
- Zusätzliche Wandbefestigung des Speichers (Kippsicherung)
- Einhalten eines Freiraums oberhalb und ggf. seitlich des Speichers für ausreichende Kühlluftzufuhr und Warmluftabfuhr

Gefährdungen	Grundlegende Maßnahmen	Qualifikationen / autorisierte Fachkräfte Unterweisung zum Verhalten / Vorgehen bei Havarien
elektrischer Schlag	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5 Sicherheitsregeln der Elektrotechnik beachten Achtung: Das Erden und Kurschließen von Batterien ist zu vermeiden! ■ Regeln zum Arbeiten an elektrischen Anlagen unter Spannung 	
Verätzungen / Reizungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ persönliche Schutzausrüstung (bei Arbeiten mit und an den Batterien) ■ Erste Hilfe Unterweisung (Spediteur, Installateur und Betreiber) ■ Unterweisung zum Umgang mit gefährlichen Stoffen (B) ■ Atemschutz (bei Havarien) 	
Explosionsgefahr	<ul style="list-style-type: none"> ■ elektrostatische Aufladungen vermeiden ■ Rauchverbot / Verbot offener Flammen ■ Abstand zu Zündquellen einhalten ■ Belüftung sicherstellen (Luftwechselrate, Wandabstände etc.) 	
Brandgefahr	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abstand zu brennbaren Materialien ■ Belüftung sicherstellen (Luftwechselrate, Wandabstände etc.) ■ geeignetes Löschmittel mitführen (L) 	
mechanische Verletzungsgefahr (Quetschungen / Kippgefahr)	<ul style="list-style-type: none"> ■ geeignete Transporthilfen nutzen ■ mechanische Belastungen berücksichtigen ■ Befestigung der Komponenten nach Herstellervorgaben 	
Verbrennungen (heiße Oberflächen)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abkühlungszeiten beachten (nur während des Betriebs relevant) 	
Sonstige Gefahren	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kurzschlüsse durch leitende Teile (Werkzeuge, Körperschmuck) vermeiden ■ Batteriezuleitungen wegen der Kurzschlussgefahr (z.B. bei unisolierten Leitungsenden) immer als letztes an die Batterie anschließen, vorher Isolationsmessung vornehmen ■ thermische Überlastungen vorbeugen 	

Quelle: BSW, DGS-Berlin

Tabelle1: Allgemeine Informationen zur Unfallverhütung bei Installation und Handling von Batterien



Bild 1: Je nach Speichertechnologie, Größe und Aufstellungssituation können diese oder ähnliche Warn- und Sicherheitshinweise und Kennzeichnungen direkt am Speichersystem oder im Zugangsbereich notwendig werden. Die Hinweise sind in geeigneter Weise durch ein Symbol und zusätzlich mit der Beschreibung von Art und Quelle der Gefahren, den möglichen Folgen bei Nichtbeachtung sowie den Maßnahmen zur Vermeidung aufzuführen. Die Vorgaben der Hersteller sind zu beachten.

- für Bleibatterien und Nickel-Cadmium-Batterien sind entsprechenden Lüftungsanforderungen der Norm EN 50272-2 einzuhalten
- Umgebungstemperaturbereich nach Herstellerangaben
- Vermeidung zusätzlicher Wärmequellen im Betriebsraum
- Ausschluss von relativer Luftfeuchtigkeit über einem bestimmten Grenzwert (z.B. nicht > 80 %)
- Ausschluss von salz- oder ammoniakhaltiger Feuchtluft
- Ausschluss von bestimmten Höhenlagen (z.B. > 2.000 m)
- Ausschluss von direkter Sonneneinstrahlung
- Ausschluss von Installation in Überschwemmungsgebieten
- Ausschluss von explosionsfähiger Atmosphäre
- Ausschluss von starker Span- oder Staubentwicklung
- Ausschluss von funkenverursachenden Gegenständen oder Geräten im Betriebsraum
- Rauchverbot im Betriebsraum
- Abstand zu Zündquellen nach Herstellerangaben

Insbesondere bei Bleisäure-Akkumulatoren sind die Anforderungen an eine ausreichende natürliche oder technische Lüftung (Explosionsgefahr) einzuhalten.

Die Anforderungen an die Belüftung eines Batterieraums sind in der Norm VDE 0510-2 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen Teil 2 stationäre Batterieanlagen“ geregelt.

Ziel ist es, die Wasserstoffkonzentration im Batterieraum unter der Explosionsschwelle von 4 %-Vol zu halten. Dies

ist vorzugsweise durch eine natürliche Lüftung und wenn dies nicht möglich ist durch technische Belüftung, also die Installation von Lüftungsöffnungen und Lüftern, zu realisieren. Die Zu- und Abluftöffnungen müssen dazu an geeigneten Stellen installiert werden (an gegenüberliegenden Wänden oder Trennabstand min. 2m bei derselben Wand). Der Öffnungsquerschnitt der Öffnungen (in cm²) muss dabei dem 28-fachen des notwendigen Volumenstroms entsprechen. Die Abluft darf nicht in andere Räume geführt werden, sondern muss direkt aus dem Gebäude herausströmen. Ist eine technische Lüftung erforderlich, so ist diese in den Ladeprozess einzubinden und je nach Ladebetrieb zu regeln.

Der notwendige Volumenstrom lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_N \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

mit:

$$\begin{aligned} n &= \text{Anzahl der Zellen} \\ I_{\text{gas}} &= \text{der Strom, der die Gasentwicklung verursacht} \\ C_N &= \text{Kapazität } C_{10} \end{aligned}$$

Sofern kein I_{gas} vom Hersteller vorgegeben wird, kann dieser anhand der Tabelle 1 der VDE 0510-2; 2001-12 bestimmt werden. Alternativ können auch Auslegungstools von Herstellern für die Berechnung genutzt werden.

Kennzeichnungspflicht

Nach der Norm VDE 0510-1 ist das Warnschild „Gefährliche Spannung“ gemäß ISO 3864 anzubringen, sofern die Batteriespannung mehr als 60 V beträgt. Es sind des Weiteren in Batterieräumen

die Schilder „Feuer, offene Flammen und Rauchen verboten“ sowie „Akkumulator, Batterieraum“ zum Hinweis auf ätzende Elektrolyte, explosive Gase sowie gefährliche Spannungen und Ströme anzubringen. Sofern vom Speicherhersteller oder normativ ein bestimmtes Raumvolumen vorgesehen ist, z.B. um eine ausreichende Verdünnung austretenden Wasserstoffs zu gewährleisten, so ist dieses Volumen als vorzuhaltendes Leerraumvolumen zu verstehen. Es sollte dann ein Hinweis angebracht werden, dass das Leerraumvolumen nicht durch Schränke, Geräte usw. gemindert werden darf oder, dass ein bestimmter Wert zu gewährleisten ist.

Bei Inselnetzbildenden Systemen, muss ein Hinweisschild für Einsatzkräfte von Feuerwehren am Hausanschlusskasten oder an anderen Stellen, an welchen die Versorgung durch das Netz abgeschaltet werden kann, angebracht werden.

Zusätzlich ist eine einfache Dokumentation oder Hinweis anzubringen, an welcher Stelle auf welche Weise das Inselnetzbildende System abgeschaltet werden kann.

Stationäre Energiespeichersysteme müssen mit folgenden Kennzeichnungen versehen werden:

- Firmenname und Name des Errichters;
- Datum der Errichtung;
- Sicherungswerte, der Sicherungen, die dem Bediener zugänglich sind;
- Kennzeichnung aller Anschlüsse und Bedienelemente;
- Kennzeichnung aller Schalter
- Ggfs. sind Kennzeichnungsschilder oder Markierungen gemäß Herstellervorgaben anzubringen.

Netzanschluss

Für Anlagen unter 30 kW kann nach dem EEG das „vereinfachte“ Einspeisemanagement eingesetzt werden, welches eine maximale Wirkleistungseinspeisung von 70 % der installierten Leistung am Netzverknüpfungspunkt zulässt, oder es wird eine vom Netzbetreiber ferngesteuerte Einrichtung zur Leistungsabregelung eingesetzt. Die Erfassung und Abregelung wird häufig im Wechselrichter realisiert. Beim Eigenverbrauch ist es jedoch sinnvoll die Erfassung der Isteinspeisung am Netzeinspeisepunkt vorzunehmen und den Messwert an die Wechselrichterregelung zu übergeben. Dadurch können die Abregelungen minimiert werden. Bei dieser Regelung wird ein Impulsausgangstromzähler (SO-Stromzähler) benötigt, der den Verbrauch des Hauses misst und den Wert über kommunikative Kopplung an die Regelung des Wechselrichters übergibt. Bei PV-Anlagen mit Speichern, die nach dem KfW-Programm gefördert wurden, muss Netzeinspeisung auf maximal 60 % realisiert werden.

Obwohl viele transformatorlose Wechselrichter einen Fehlerstromschutzschalter RCD Typ B schon im Gerät integriert haben, kann ein separater RCD wie im Bild dargestellt notwendig sein.

Viele Solarwechselrichter besitzen einen integrierten Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz) der die Anlage gemäß VDE 4105 bei einem Netz- oder Anlagenfehler oder paralleler Inselnetzbildung vom Stromnetz trennt.

Bei AC-gekoppelten Speichersystemen kann die Inselerkennung integriert in den beiden Wechselrichtern erfolgen. Diese Funktionalität muss bei einem Backup-System durch einen zentralen NA-Schutz im Hausanschlusskasten übernommen werden. Der im Wechselrichter integrierte NA-Schutz muss dann deaktiviert werden. Die vom Netz getrennte Anlage muss dann alle Funktionen einer Inselanlage übernehmen. Will man dabei unabhängig von der Einstrahlung sein muss ein Speicher vorhanden sein. Durch geeignete Regeleinrichtungen können Energiemanagementfunktionen übernommen werden. So können diese Verbraucher (z.B. Geschirrspüler oder Waschmaschine) gezielt zuschalten, wenn die Sonne scheint, um den Eigenverbrauch zu erhöhen.

Errichtung von Eigenstromanlagen mit Speicher-Netzanschlussanforderungen

Für den Netzanschluss gilt zunächst einmal prinzipiell die Anwendungsregel VDE-AR-N 4105. Da jedoch Speichersysteme auch neue Anforderungen für den Netzanschluss stellen, wurde vom Forum

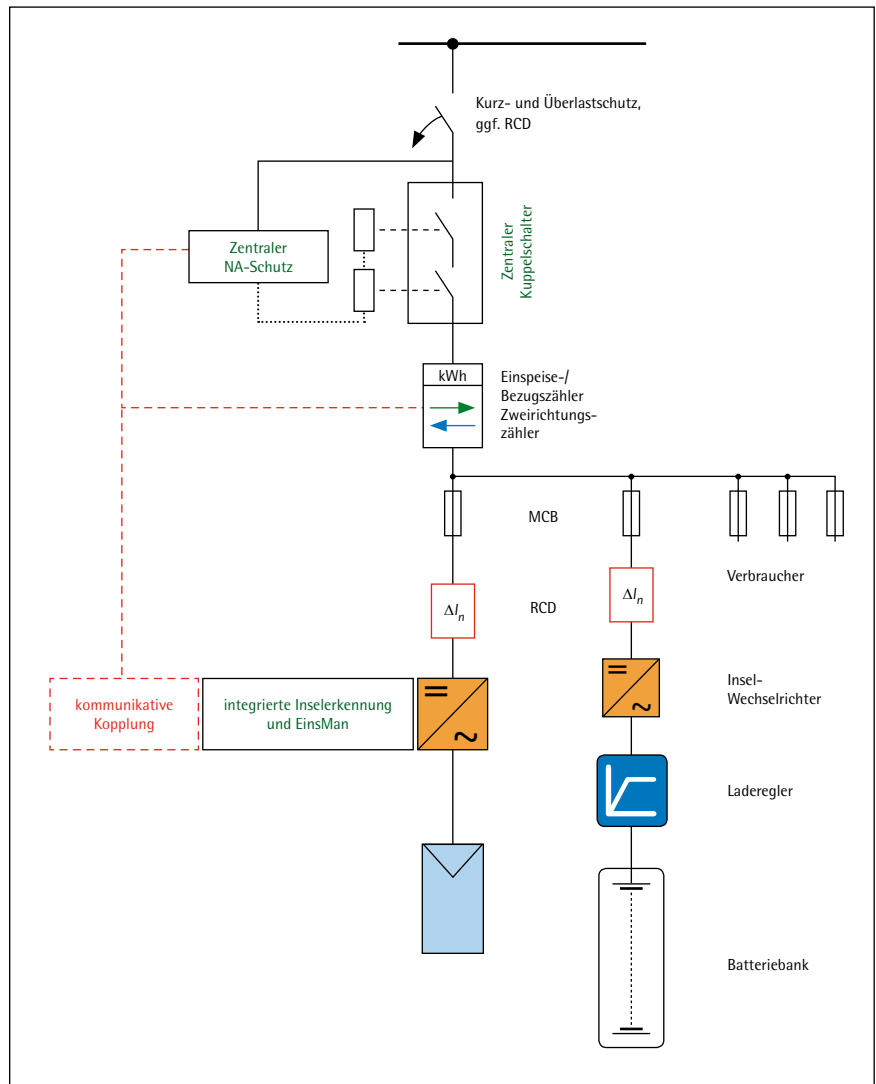


Bild 2: Elektrischer Anschluss eines AC-gekoppelten PV-Speichersystems

Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) im Juni 2013 technische Hinweise „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“ veröffentlicht. In diesem Hinweispapier werden die technischen und bilanziellen Anforderungen für den Anschluss an das öffentliche Niederspannungsnetz festgelegt und beschrieben. Außerdem wird die technische Umsetzung der Anforderungen aus dem KfW-Speicherprogramm erläutert. Der Hinweis gilt für Planung, Errichtung, Betrieb und Änderung von Speichern oder Speichersystemen, die an das Niederspannungsnetz angeschlossen und parallel mit dem Netz eines Netzbetreibers betrieben werden (Netzanschlusspunkt am Niederspannungsnetz). Speichersysteme bis zu 30 kW können auch in Unterverteilungen angeschlossen werden.

Der Anschluss an einen Endstromkreis ist gemäß FNN-Hinweispapier nicht zulässig. Der Leistungswert für die Lieferung in das öffentliche Netz ist technisch zu überwachen und ggf. zu begrenzen. Bei Inanspruchnahme des KfW-Programms muss die maximale Einspeiseleistung auf 60 % der Wirkleistung der PV-Anlage begrenzt werden.

Die Netzeinspeisung sollte vorzugsweise symmetrisch dreiphasig erfolgen. Es darf bei einphasigen Systemen eine maximale Asymmetrie von 4,6 kVA zwischen zwei Außenleitern entstehen. Dies gilt insbesondere auch wenn Speicher und Erzeugungsanlage gleichzeitig einspeisen. Für die Asymmetriebedingung ist der 1-min-Mittelwert einzuhalten. Da Speichersystem und PV-Anlage gleichzeitig einphasig einspeisen können, muss durch eine kommunikative Kopplung die maximale Summenleistung auf 4,6 kVA begrenzt werden.

Das FNN Hinweispapier interpretiert das EEG so, dass die Einspeisung von Strom aus der Batterie des Speichersystems in das öffentliche Stromnetz aus-



Bild 3: Hinweisschild Notstromversorgung

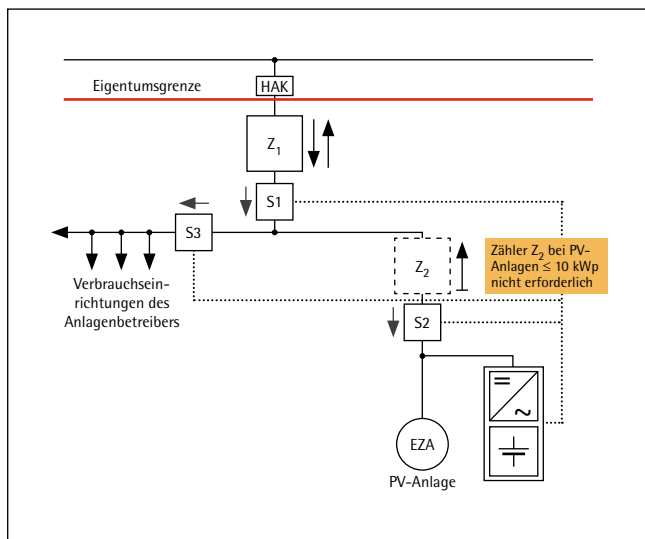


Bild 4: Netzanschluss eines Speichersystems im Ertragspfad nach FNN-Hinweispapier 6-2014

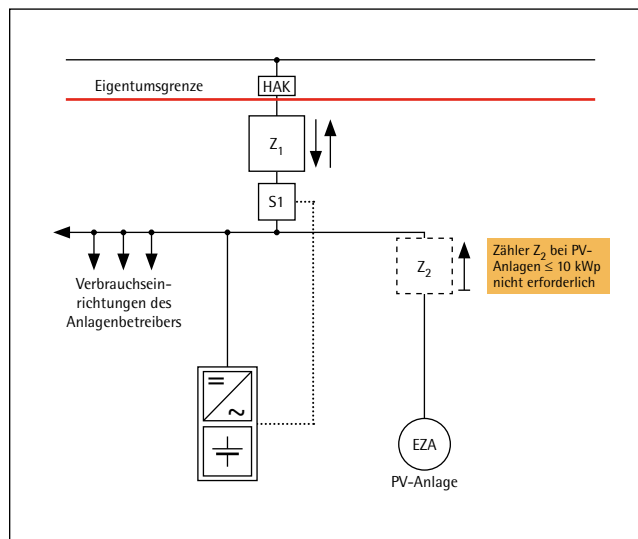


Bild 5: Netzanschluss eines Speichersystems im Verbrauchspfad nach FNN-Hinweispapier 6-2014

zuschließen ist. Sogenannte Erhaltungsladungen (bzw. Wartungsladungen), die einer Tiefentladung der Batterie des Speichersystems in Zeiten geringer solarer Einstrahlung entgegenwirken, müssen Speichersysteme allerdings sogenannte Erhaltungsladungen aus dem Netz beziehen. Allerdings kann hier als Bagatellgrenze für die Erhaltungsladung eine Jahresenergiemenge des Speichersystems von 1–2 % gelten. Üblicherweise gilt in der Energiewirtschaft eine Bagatellgrenze von 1–2 % der Jahresenergiemenge (so besitzen z.B. PTB-geeichte Haushaltstromzähler eine Messgenauigkeit von 2 %).

Bei den technisch-bilanziellen Anforderungen unterscheidet das Hinweispapier:

- Speicher ohne Erzeugungs- und Verbrauchsanlage mit direktem Anschluss an das Netz
- Erzeugungsanlage mit Speicher ohne Verbrauchseinrichtung
- Speichersystem im Erzeugungspfad
- Speichersystem im Verbrauchspfad

Außerdem ergeben sich aus dem EEG §16 und §3 (1) unterschiedliche Konfigurationen der Mess- und Zähleinrichtungen.

Bei einem Speichersystem im Ertragspfad gemäß Bild 4 kann der Stromrichtungssensor S1 auch im Wechselrichter integriert sein. Die Einbindung des Batteriespeichersystems kann im AC- oder DC-Bereich erfolgen. Der Stromrichtungssensor S3 erfasst den Leistungsfluss der Verbrauchstromkreise. Die Steuerung der Wirkleistung basiert auf den Messwerten von Sensor S1 auf der Verbraucherseite oder von S3 im Verbrauchspfad und S2 im Erzeugungspfad.

Bei einem Speichersystem das an einem Verbrauchstromkreis angeschlossen wird reduziert sich die Stromsensoranzahl. Soll die in der PV-Anlage erzeugte und im Speichersystem zwischengespeicherte Energie in das öffentliche Netz zurückgespeist werden, darf keine Speicherladung aus dem Netz erfolgen außer Erhaltungsladung innerhalb der Bagatellgrenze s.o.

Bei Speichersystemen die inselnetzfähig sind (BackUp- oder Notstrombetrieb) muss die Umschalteneinrichtung in TN-Systemen grundsätzlich allpolig, d.h. 4polig ausgeführt werden, da es bei einer 3poligen Umschaltung zu einer nicht gewollten Stromflussverzweigung über die PEN-Leiter-Klemme im Hausanschlusskasten kommt. Dieses entspricht auch einer Anforderung nach DIN VDE 0100-551. Ein kurzzeitiger Parallelbetrieb zur Synchronisierung von Inselssystem und öffentlichem Netz ist zulässig. Die Dauer für diesen Parallelbetrieb umfasst nur die Umschaltzeit nach erfolgreicher Synchronisierung und soll 100 Millisekunden nicht überschreiten. Insbesondere ist zu beachten, dass sich bei AC-gekoppelten Systemen mit zwei Frequenzstellern (Solar- und Batteriewechselrichter) eine von der Netzfrequenz abweichende Frequenz einstellen kann. Bei Netzzuschaltung müssen die Synchronisierungsbedingungen der Notstromaggregate-Richtlinie eingehalten werden. USV-Systeme realisieren i.A. höhere Anforderungen an die Spannungsqualität und sollte die Normenreihe DIN VDE 0558 einhalten.

Literatur

BMU-Richtlinie zur Förderung von stationären und dezentralen Batteriespeichersystemen zur Nutzung in Verbindung mit Photovoltaikanlagen, 19. April 2013

BSW/ZVEH-Speicherpass und Begleitdokument, 24.10.2013

VDE 0510-1 und -2 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen“

Arbeitsentwurf der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2510-2 „Stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz“ 07-2014

Arbeitsentwurf der VDE-Anwendungsregel VDE 2510-50 „Stationäre Energiespeichersystem mit Lithium-Batterien“ 07-2014

Ralf Haselhuhn: „Normative und Sicherheits-Anforderungen für die fachgerechte Umsetzung von elektrischen Speichersystemen am Niederspannungsnetz“, Tagungreader 29. OTTI-Symposium Photovoltaische Solarenergie, 3/2014 Kloster Banz FNN-Hinweispapier „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“ 6-2014

ZUM AUTOR:

► Ralf Haselhuhn

Neben seiner Tätigkeit als Vorsitzender des Fachausschuss Photovoltaik der DGS ist er Mitarbeiter im DKE-Normungsausschuss im DIN und VDE K 373 „Photovoltaische Solarenergiesysteme“, im DKE-Arbeitskreis „Anwendungsregel elektrische Energiespeicher“, im ZVEH Expertenkreis „Speicher“ zum Speicherpass sowie in der BSW/BVES-Arbeitsgruppe „Systemsicherheit von Batteriesystemen“ rh@dgs-berlin.de