

# PV-BATTERIESPEICHER

## SICHERES UND FACHGERECHTES PLANEN UND INSTALLIEREN TEIL 1: INSTALLATION UND SICHERHEITSMASSNAHMEN



Bild 1: AC-Speichersystem mit Bleiakkus und Backup-Funktion

Quelle: SMA, www.sma.de

Mit elektrochemischen Speichern, üblich sind Blei-Säure-, Blei-Gel- oder Lithium-Ion-Batterien, kann weitaus mehr überschüssige solare Energie zwischengespeichert und bei Bedarf allen anderen Stromverbrauchern zur Verfügung gestellt werden, so dass ca. 80% des Strombedarfs gedeckt wird. Eine hundertprozentige Versorgung ist wegen der sonnenarmen Winterperiode oft nicht wirtschaftlich darstellbar. Standardsysteme für optimierte PV-Eigenstromversorgung mit Speichern werden von vielen Systemanbietern oder Fachhändlern angeboten. Nach dem Aufbau lassen sie sich in Speichersysteme mit DC-Kopplung der Batterien über einen Gleichstromwandler oder in Systeme mit AC-Kopplung über einen zusätzlichen Wechselrichter unterscheiden. DC-Kopplungssysteme können höhere Wirkungsgrade erreichen, da sie keinen zweiten Wechselrichter benötigen.

### Errichtung von Eigenstromanlagen mit Speichern – Sicherheitsmaßnahmen

Speicherlösungen für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen werden in den kommenden Jahren verstärkt umgesetzt werden. Seit Mai 2013 wird die Markteinführung durch das KfW-Förderprogramm 275 „Finanzierung von stationären Batteriespeichersystemen in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage“ beschleunigt. Dieses KfW-Speicherprogramm setzt in den Förderrichtlinien u.a. voraus, dass die Arbeiten fachgerecht ausgeführt werden. Fördervoraussetzung sind die Einreichung von Herstellererklärungen und einer Fachunternehmererklärung des Installateurs.

Der BSW-Solar und der ZVEH initiierten die Erarbeitungen eines „PV-Speicherpasses“ um Qualität und Sicherheit bei der Umsetzung von Speichersystemen voran zu bringen. Der Speicherpass gibt einen Standard für die Dokumentation der fachgerechten Errichtung und Installation vor und kann die Fachunternehmererklärung für den KfW-Förderantrag ersetzen. Somit interpretiert und ergänzt er die normativen Anforderungen sowie die der Hersteller- und Fachunternehmererklärung. Dazu erarbeitete ein Expertenkreis aus Herstellern, KfW, BMU, GdV,

ZVEI unter maßgeblicher Beteiligung des DGS-Fachausschusses Photovoltaik die Grundlagen und das Begleitdokument zum Speicherpass. Im PV-Speicherpass sind alle relevanten Daten der spezifischen Installation und Komponenten bzw. des Speichersystems übersichtlich zu dokumentieren. Grundlage ist die Definition zur Eigensicherheit von Speichersystemen: „Eigensichere Batteriespeichersysteme, Batterien oder Wechselrichter (für PV-Anlagen) sind dadurch gekennzeichnet, dass im 1-Fehlerfall kein unsicherer Zustand auftreten kann. Dies beinhaltet Fehler die sowohl von außen als auch durch Fehler im System selber bei nicht bestimmungsgemäßem Einsatz (z.B. Interner Kurzschluss, Ausfall einer Elektronikkomponente) verursacht werden können. Ein unsicherer Zustand ist dann gegeben, wenn Gefahren (z.B. mechanisch, chemisch, thermisch, elektrisch) für Personen oder Sachen bestehen können. Situationen bei denen Gefahren für Personen oder Sachen bestehen können sollen benannt sowie auch die entsprechenden Gegenmaßnahmen zur Risikominimierung beschrieben sei, z.B. in den

Je mehr Erzeugungskosten für Solarstrom unter die Strombezugskosten sinken, umso wirtschaftlich attraktiver ist es für den Anlagenbetreiber, seinen erzeugten Strom selbst zu verbrauchen, statt ihn ins öffentliche Stromnetz einzuspeisen und die niedrigere EEG-Einspeisevergütung zu erhalten. Außerdem werden ab 2014 von allen PV-Anlagen über 10 kW nur 90% des eingespeisten Solarstroms mit dem EEG-Vergütungssatz vergütet. Folge ist, dass immer mehr Anlagen für den Eigenstromverbrauch optimiert werden. Nach Ermittlungen des Instituts für ökologische Wirtschaftsförderung werden in typischen Zwei- und Vierpersonenhaushalten mit 3, 4 bzw. 5 kW-Anlagen Eigenverbrauchsanteile bis 36% sowie solare Deckungsanteile bis 27% erreicht. Durch den Einsatz von energiesparenden Haushaltsgeräten lässt sich der Deckungsanteil um ca. 5 Prozentpunkte erhöhen.

Höherer Anteile der Nutzung des Solarstroms lassen sich durch Speicher erreichen. So kann bei elektrischer Warmwasserbereitung in einem ausreichend großen Warmwasserspeicher die solare Deckung um 20% gesteigert werden.

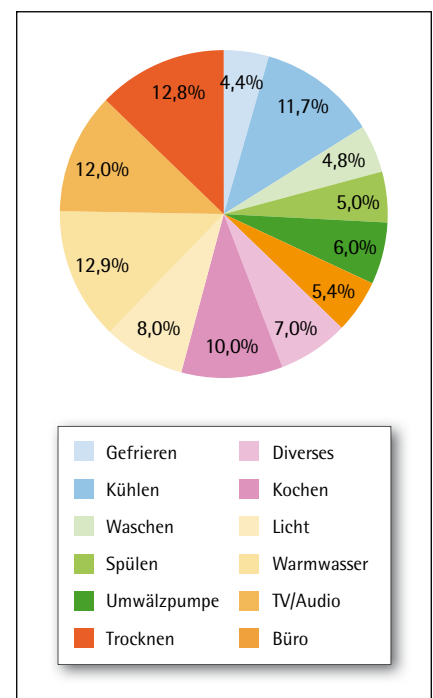


Bild 2: Durchschnittlicher Anteil beim Haushaltstromverbrauch

Quelle: DGS, Ralf Hasebrunn

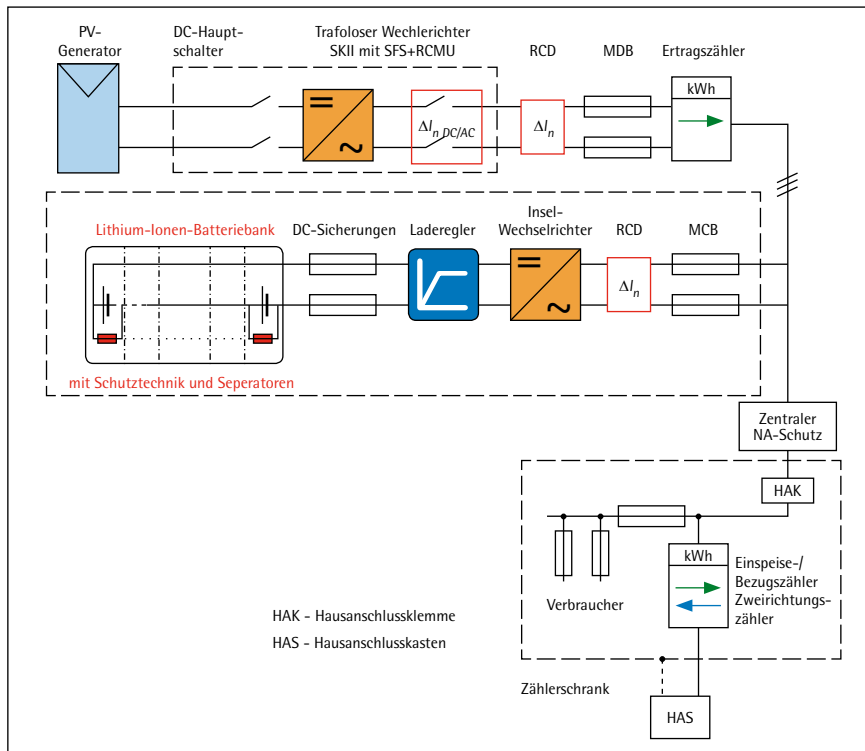


Bild 3: Anschluss eines AC-gekoppeltes Lithium-Ionen-Speichersystems

Grafik: DGS, Raif Haselhuber

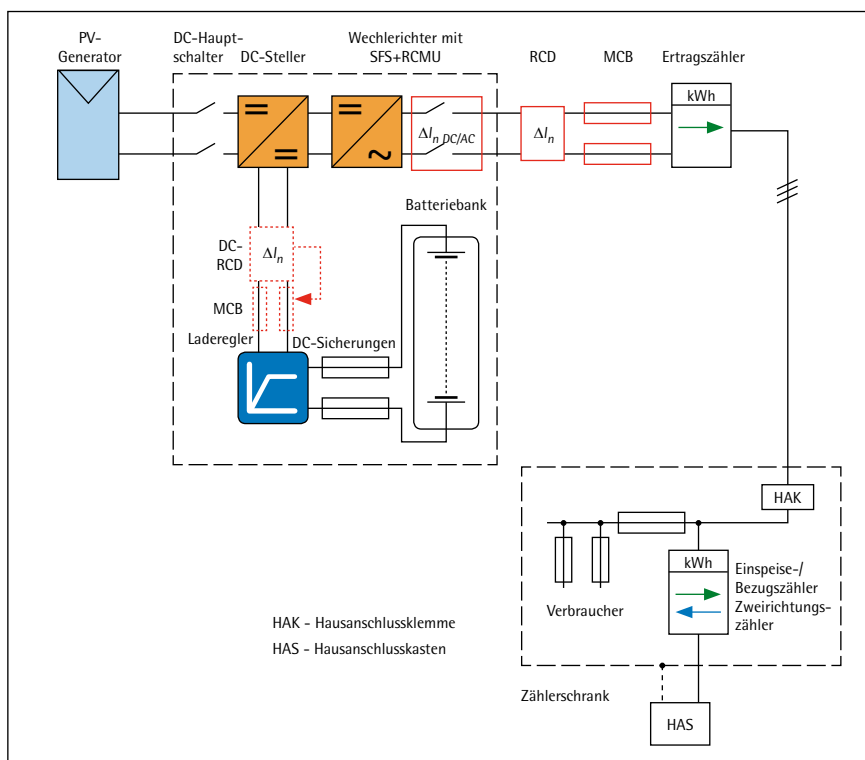


Bild 4: Anschluss eines DC-gekoppeltes Speichersystems

Grafik: DGS, Raif Haselhuber

dem Betrieb sowie der Demontage und dem Recycling zu geben. Normativen Lücken bestehen derzeit insbesondere bei Lithium-Ionen-Batterien.

Für Lithium-Ionen-Batterien sind allgemein anerkannte Normen für den Einsatz im stationären Bereich erst in Entwicklung. Grundlegende Sicherheits- und Prüfanforderungen für Lithium-Ionen-Batterien im Elektromobil- und Fahrzeugbereich, die derzeit realisiert werden, sind in den internationalen Standards UL1642 „Standard for Safety for Lithium-Batteries“ sowie „BATSO-Manual for evaluation of energy system for Light Electric Vehicle (LEV) – Secondary Lithium Batteries“ beschrieben. Für große Lithium-Akkumulatoren und -batterien in industriellen Anwendungen kann auf den Normentwurf E DIN EN 62620 VDE 0510-35 verwiesen werden. In der demnächst als Entwurf VDE 2510-50 „Stationäre Energiespeichersystem mit Lithium-Batterien“ erscheinenden VDE-Anwendungsregel werden viele Sicherheits- und Prüfanforderungen beschrieben. Diese sollte von jedem Hersteller und auch Installateur beachten werden.

Grundsätzlich sind beim Einsatz von Lithium-Ionen-Zellen ein abgestimmtes Batteriemangement sowie das Segmentierungen der Zellen und angepasste Schutzeinrichtungen sicherheitsrelevant. Das übergeordnete Ladesystem muss die Vorgaben des Batterieherstellers einhalten. Nur typgleiche Batterien dürfen entsprechend den Herstellervorgaben verschaltet werden. Bei Nichtbeachten der Sicherheitsanforderungen wie z.B. ungeeigneten Ladegeräten etc. kann es zu explosionsartigen thermischen Überlastungen bei Lithium-Ionen-Batterien kommen.

Um diese zu verhindern, arbeitete eine gemeinsame Expertengruppe des BSW, des Bundesverbandes Erneuerbare Energiespeicher (BVES) und der DGS Berlin, dem Fraunhofer KIT, Herstellern und Prüflaboren um einen Schutzzielkatalog für Lithium-Ionen-Batteriesysteme zu erstellen. Ziel ist es Prüfgrundlagen und Regeln zur Herstellung eigensicherer Systeme schnell in die Praxis zu überführen. Dieser Schutzzielkatalog wurde im September der Fachöffentlichkeit vorgestellt.

### Elektrischer Anschluss von Speichersystemen

Beim Anschluss an das Niederspannungsnetz muss das elektrische Schutzkonzept und die Netzform (TN-C, TT, IT...) der bestehenden elektrische Anlage beachten werden.

Als Schutzmaßnahme für die AC-seitige Installation wird nach der VDE 100-410

Installations- und Betriebsanweisungen. Sind sowohl die Batterie als auch der Wechselrichter/Ladegerät bestimmungsgemäß eingesetzt und jeweils eigensicher, ist auch das System als eigensicher zu betrachten.“

Bei der Errichtung von Speichersystemen sind die normativen Anforderungen, Sicherheitskonzepte und Netzanschlusskriterien, Schutzkonzepte, Schutztech-

nik, Transport, Lagerung, Handling, bauliche Anforderungen und Brandschutz zu beachten. Seit Mitte 2013 arbeitet ein DKE-Arbeitskreis an einer „VDE-Anwendungsregel für stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz“ (VDE AR E 2510-2) um den Herstellern, Planern, Installateuren und Betreibern Hilfe bei der normgerechten und sicheren Planung, der Errichtung,

der Einsatz von Schutzeinrichtungen gefordert. Prinzipiell müssen die Maßnahme zum Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz) und bei Auftreten eines Fehlers (Fehlerschutz) umgesetzt werden. Letzterer tritt in Kraft, wenn der Basisschutz nicht mehr wirkt und körperliche Schäden nicht verhindert werden. Die automatische Abschaltung der 230V-Stromversorgung bei Auftreten eines Fehlers ist dabei mit den folgenden Abschaltzeiten: 0,2 s in TT-Netzen bzw. 0,4 s in TN-Netzen vorgeschrieben. Prinzipiell wird bei Stromkreisen mit für Laien zugänglichen Steckdosen als zusätzlicher Schutz ein RCD mit 30 mA-Bemessungsstrom gefordert.

Generell sind Schutzmaßnahmen vor Überstrom und Kurzschluss an der Batterieanlage vorzusehen. Dabei ist zu beachten, dass der zu erwartende Kurzschlussstrom von der Kapazität, dem Typ und dem Alterungszustand der Batterie abhängt. Die Schutzmaßnahmen unterscheiden sich danach ob es ein DC- oder AC-gekoppeltes System ist.

### Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD) für AC-Speichersysteme

Batteriespeichersysteme bzw. Wechselrichter können glatte Gleichfehlerströme  $\geq$  DC 6mA oder höhere Fehlerströme mit höheren Frequenzen verursachen, welche die Funktionalität von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen vom Typ A beeinflussen können. Geht aus den Herstellerangaben hervor, dass beim ersten Fehler glatte Gleichfehlerströme  $\geq$  DC 6mA verursacht werden können, sind Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen vom Typ B / B+ vorzusehen.

### Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD) für DC-Speichersysteme

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) vom Typ B für reine DC-Systeme sind zurzeit nur als MRCDs (Modulare Fehlerstromgeräte) nach DIN EN 60947-2 Anhang M verfügbar. Diese bestehen aus separatem Summenstromwandler, Auswerteeinheit und Leistungsschalter. MRCDs dürfen nur in einer vom Hersteller freigegebenen Kombination eingesetzt werden. Die Abschaltvorrichtung muss für reine DC-Systeme geeignet sein.

Bei Verwendung von verzögerten Ausführungen muss darauf geachtet werden, dass die erforderlichen Abschaltzeiten für die Schutzmaßnahme eingehalten werden.

### Isolationsüberwachungsgeräte

Ein Isolationsüberwachungsgerät (IMD = Insulation Monitoring Device) überwacht in einem IT-System (ungeerdetes System) permanent den Isolationswiderstand  $R_F$  zwischen den aktiven Leitern

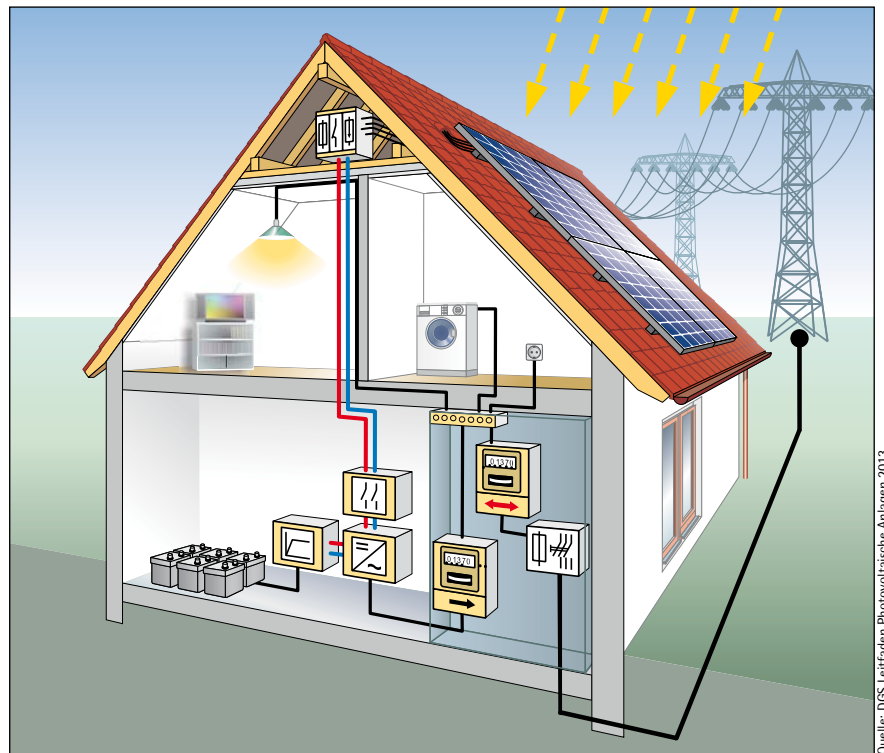


Bild 5: Prinzipbild einer PV-Eigenverbrauchsanlage mit einem DC-gekoppelten System

und Erde. Unterschreitet dieser den eingestellten Ansprechwertes  $R_a$  wird ein Schaltbefehl ausgelöst.

Isolationsüberwachungsgeräte müssen den Anforderungen von DIN VDE 61557-8 / DIN VDE 61557-15 entsprechen. Das Messverfahren des Isolationsüberwachungsgerätes (IMD) muss auch in der Lage sein, symmetrische Isolationsfehler zu erkennen. Erdschlussrelais, die als Auswertekriterium die Verlagerungsspannung nutzen, sind nicht zulässig.

### Erdungsanlagen und Schutzleiter

Die Sternpunktnachbildung muss niederohmig mit mindestens 10 qmm CU Querschnitt oder äquivalent an die Haupterdungsschiene angeschlossen werden.

Außerdem ist entscheidend, ob das System aus Einzelkomponenten vom Installateur zusammengestellt (Batterien, Laderegler, Wechselrichter, Schutztechnik...) und montiert wird oder es sich um ein Gesamtsystem handelt. Bei letzteren sind Schutztechnik gleich in dem System integriert sowie weitere Schutzmaßnahmen konstruktiv vom Hersteller umgesetzt. Das Gesamtsystem muss dann nur noch vom Installateur entsprechend den Herstellerangaben mit den Schutzmaßnahmen an die jeweilige Netzform und das Schutzkonzept der bestehenden elektrischen Anlage angepasst werden. Bei einem Komponentensystem wird der Installateur zum Inverkehrbringer des Gesamtsystems nach dem Produkthaftungsgesetz. Somit sind die Anforderungen für den Installateur sehr viel komple-

xer. Im Rahmen des KfW-Förderantrages dokumentiert der Installateur mit der Fachunternehmererklärung den fachgerechten Aufbau des Systems.

Bei Systemen, die einen Netzersatzbetrieb (Notstrom-Systeme bzw. Backup-Systeme) ermöglichen, muss berücksichtigt werden, dass im Inselbetrieb u.U. eine vom Netzbetrieb abweichende Netzform realisiert wird. Der Installateur hat dann sicherzustellen, dass beide Schutzkonzepte normgerecht errichtet werden und die jeweiligen Schutzmaßnahmenprüfungen nach VDE0100-600 erfolgen.

### Netzersatzbetrieb mit IT-System

So werden z.B. bei einem Backup-System im Netzbetrieb die Verbraucherstromkreise im TT-Netz über eine Fehlerstromschutzvorrichtung (RCD) nach VDE0100-410 geschützt, die in die speisende Zuleitung integriert ist. Beim Inselbetrieb erfolgen eine allpolige Trennung und so eine Versorgung über ein IT-System. Die RCD kann jetzt nur bei einem Doppelfehler auslösen.

Unabhängig von bestehenden Schutzmaßnahmen wird der Personenschutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme „automatische Abschaltung der Stromversorgung im IT-System“ nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) sichergestellt. Die Abschaltung des inselnetzbildenden IT-Systems bei Auftreten des ersten Fehlers muss innerhalb von 5s erfolgen.

Wenn der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme

„Automatische Abschaltung der Stromversorgung“ nicht in der nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007.06, Tabelle 41.1 geforderten Zeit sichergestellt ist, muss das Inselnetz bildende System innerhalb der geforderten Abschaltzeiten die Ausgangsspannung gegen Erdpotential auf maximal 50VAC oder 120V DC begrenzen (Spannungsreduktion im Überlastfall). Nach spätestens 5s im Betrieb in der Spannungsreduktion muss sich das Inselnetz bildende System abschalten.

Zu beachten ist, dass im IT-System nicht alle Verbraucher versorgt werden können. Moderne Heizkessel z.B. benötigen einen Bezug zum Erdpotential, damit z.B. die Flammüberwachung richtig funktioniert.

Die Isolationsüberwachungsgeräte müssen den Anforderungen von DIN VDE 61557-8 (VDE 0413-8) entsprechen. Sofern dies nicht im Inselnetz bildenden System enthalten ist muss dieser installiert werden. Das Messverfahren des Isolationsüberwachungsgerätes muss in der Lage sein, symmetrische Isolationsfehler zu erkennen. Erdschlussrelais, die als Auswertekriterium die Verlagerungsspannung nutzen, sind nicht zulässig.

Das Inselnetz bildende System kann nach Auftreten einer durch Ansprechen der Isolationsüberwachung ausgelösten Abschaltung wieder zugeschaltet werden, sobald wieder ein entsprechend hoher Isolationswiderstand erreicht wird. Dies kann manuell oder automatisch erfolgen. Es wird empfohlen, einen Ansprechwert von 100  $\Omega/V$  für die Hauptmeldung und 300  $\Omega/V$  für eine Vorwarnung einzustellen.

### Netzersatzbetrieb mit TN-System

Das Speichersystem bildet im Netzersatzbetrieb ein TN-System nach. Unabhängig von bestehenden Schutzmaßnahmen wird der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme „Automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System“ nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) sichergestellt.

Das Inselnetz bildende System muss während des Ersatznetzbetriebs eine

Verbindung des Neutralleiters (Sternpunktnachbildung) mit dem Schutzleiter (Haupterdungsschiene) erzeugen. Dabei ist sicherzustellen, dass der Schutzleiter in der elektrischen Anlage nach DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) nicht geschaltet werden darf und dass die allpolige Trennung zum Netz erhalten bleibt. Bei Versagen der Sternpunktnachbildung muss sich das Inselnetz bildende System abschalten.

Die Sternpunktnachbildung muss auf den Kurzschlussstrom des Inselnetz bildenden Systems ausgelegt sein. Die Sternpunktnachbildung darf während des Netzparallelbetriebs nicht aktiv sein. Die Dauer der Umschaltung der Sternpunktnachbildung von Netzparallel- zu Netzersatzbetrieb und umgekehrt darf 100ms nicht überschreiten.

Der vom Inselnetz bildenden System bereitgestellte Kurzschlussstrom dient zur Auslösung vorhandener Schutzgeräte (z.B. Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, Leitungsschutzschalter).

Wenn der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme „Automatische Abschaltung der Stromversorgung“ nicht in der nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007.06, Tabelle 41.1 geforderten Zeit sichergestellt ist, muss das Inselnetz bildende System innerhalb der geforderten Abschaltzeiten die Ausgangsspannung gegen Erdpotential auf maximal 50 V AC oder 120 V DC begrenzen (Spannungsreduktion im Überlastfall). Nach spätestens 5s im Betrieb in der Spannungsreduktion muss sich das Inselnetz bildende System abschalten.

Das Inselnetz bildende System kann nach Abschalten der Spannungsreduktion wieder zugeschaltet werden. Dies kann manuell oder automatisch erfolgen. Bei automatischer Wiedereinschaltung muss das Inselnetz bildende System die Ausgangsspannung auf maximal 50 V AC oder 120 V DC gegen Erdpotential begrenzen, wenn der Fehler weiterhin anliegt. Dabei ist ein geringer Isolationswert oder das sofortige Erreichen des maximalen Kurzschlussstroms des

Inselnetz bildenden Systems bei Wiedereinschaltung als Weiterbestehen des Fehlers anzusehen.

### 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-Hinweisepapier „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“ 7-2013 sowie Entwurf 11-2013

### ZUM AUTOR:

► Ralf Haselhuhn

Neben seiner Tätigkeit als Vorsitzender des Fachausschuss Photovoltaik der DGS ist er Mitarbeiter im DKE-Normungskomitee 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

# NUMANN LANG

## Rechtsanwälte

Gewerblicher Rechtsschutz.  
Grüne Energie.

green-energy.nuemann-lang.de

Berlin  
Askanischer Platz 4, D-10963 Berlin

Karlsruhe  
Kriegsstraße 45, D-76133 Karlsruhe

T + 49 721 - 570 40 93-0  
F + 49 721 - 570 40 93-11

www.nuemann-lang.de  
info@nuemann-lang.de

## Inhouse-Workshops zur EEG-Reform:



- Änderungen für Bestands- und Neuanlagen
- neue Geschäftsmodelle
- PV-Mieten statt Stromverkauf
- Ausschreibungsverfahren für Freiflächenanlagen

