

Richtlinie für den Anschluss von elektrischen Energiespeichern an das Niederspannungsnetz



© Oesterreichs Energie/Christian Fischer

Versionsnummer: 2014-V1.2
Ersteller: EP Photovoltaik des AK Verteilernetze
Ausstellungsdatum:
Anzahl der Seiten: 22

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Zielsetzung.....	3
3	Allgemeines.....	4
4	Netzanschluss, Betriebskonzepte und Symmetrie/Unsymmetrie	5
4.1	Netzanschluss.....	5
4.2	Betriebskonzepte	5
4.3	Symmetrie/Unsymmetrie	7
4.4	Schaltstelle und Entkupplungsstelle	8
4.4.1	Entkupplungsschutzeinrichtungen.....	9
4.4.2	Einstellwerte für den Entkupplungsschutz	9
4.5	Zuschaltbedingungen	10
5	Wirk- und Blindleistung bei Einspeisung in das Niederspannungsnetz	11
5.1	Allgemeines.....	11
5.2	Technische Möglichkeiten von Regelungen bei Einspeisung.....	11
6	Netzurückwirkungen.....	11
7	Inbetriebnahme, erstmaliger Netzparallelbetrieb, Erst- und Wiederholungsprüfung.....	12
7.1	Wiederholungsprüfungen	12
8	Einsatz von Netzersatzanlagen im Verteilernetz.....	13
9	Inselbetrieb.....	13
10	Anhang.....	14
10.1	Checkliste „Mindestanforderungen an den Netzanschluss von elektrischen Energiespeicher an das Niederspannungsnetz“	14
10.2	Anlagendatenblatt	15
10.3	Ausführungsbeispiele	15
10.3.1	Mögliche Ausführungsvarianten und Betriebszustände	15
10.3.2	Zu vermeidende Ausführungen	20
11	Literaturverzeichnis.....	22
12	Abbildungsverzeichnis	22
13	Tabellenverzeichnis	22

1 Einleitung

Aufgrund der in Zukunft vermehrt zu erwartenden Installationen von Erzeugungsanlagen in Verbindung mit elektrischen Speichern (Batterien), sowie die mögliche aktive Beteiligung dezentraler Speicher an der Spannungshaltung (Spannungsstützung in Nieder- und Mittelspannungsnetzen) wird es notwendig, einheitliche Vorgehensweisen für den Anschluss an das Verteilernetz zu erstellen. Da diese elektrischen Speicher überwiegend im Niederspannungsnetz eingesetzt werden, wird der Anschluss an das Mittelspannungsnetz in dieser Empfehlung nicht behandelt.

Als Basis zur Erstellung dienen unter anderem folgende rechtliche/ technische Normen und Regelwerke, die durch vorliegende Empfehlung ergänzt und präzisiert werden sollen:

- Elektrizitäts- und Wirtschaftsorganisationsgesetz i.d.g.F.2013
- Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen; Teil D, Hauptabschnitt 2 und Hauptabschnitt 4
- ÖVE/ÖNORM EN 50160
- ÖVE/ÖNORM E 8001 Serie
- TAEV
- VDE-AR-N 4105 „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“
- „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“ des Forum Netztechnik und Netzbetrieb im VDE (FNN)
- ÖVE / ÖNORM EN 50438 Anforderungen für den Anschluss von Kleingeneratoren an das öffentliche Niederspannungsnetz
- Ausführungsbestimmungen und Netzparallelbetriebsbedingungen des Verteilnetzbetreibers

Grundsätzlich sind netzgekoppelte Stromspeicher gleich zu behandeln, wie mit dem Netz parallel betriebene Erzeugungsanlagen. Dementsprechend gelten auch die einschlägigen Regelwerke.

Die vorliegende Empfehlung beinhaltet zusätzliche Erläuterungen, z. T. anhand schematischer grafischer Darstellungen, wie die geltenden Regeln speziell im Hinblick auf den Anschluss von Stromspeichern anzuwenden sind. Die Anlagenkonzepte gelten sinngemäß für alle Erzeugungsanlagen, auch wenn PV-Anlagen exemplarisch dargestellt oder genannt sind.

2 Zielsetzung

Das vorliegende Dokument soll den Anschluss von Erzeugungsanlagen mit Batterieanlagen bzw. dezentralen Speichern beschreiben. Eine wichtige Festlegung ist die Gleichbehandlung von dezentralen Speichern und Erzeugungsanlagen am Netz. Unterschiede in der Behandlung von elektrischen Speichern sind im kombinierten Betrieb mit PV-Anlagen gegeben. Fünf Betriebsmodi sind hierzu identifizierbar:

1. Speicherung von Energie durch Speicher im PV-System
2. Lieferung von Energie an die Verbraucher im netzgekoppelten Betrieb
3. Lieferung von Energie an die Verbraucher bei Netztrennung (Inselbetrieb)
4. Speicherung von Energie aus dem Verteilernetz
5. Einspeisung von Energie in das Verteilernetz

Für diese Möglichkeiten sind bestimmte Rahmenbedingungen einzuhalten, um den Netzbetrieb ohne Rückwirkungen auf andere Kunden und Betriebspersonal zu sichern.

Diese Richtlinie soll einen einheitlichen Stand und einheitliche Vorgehensweisen für den Anschluss von dezentralen Stromspeichern im österreichischen Bundesgebiet geben. Des Weiteren kann die Unterlage als Basis für eine zukünftige integrierte Regelung in der TOR oder ähnlichen Regelwerken dienen. Im Anhang finden sich Praxisbeispiele anhand derer die derzeitige Anschlussproblematik und abgeleitet aus dieser, die Notwendigkeit einer generellen Regelung gezeigt wird.

3 Allgemeines

Ähnlich den allgemeinen Anforderungen für den Netzanschluss von Erzeugungsanlagen wie in der TOR D4 beschrieben, sind für die Beurteilung von netzgekoppelten Speichern vom Kunden folgende Unterlagen zur Verfügung zu stellen:

- Lageplan, aus dem die Bezeichnungen und die Grenzen des Grundstückes sowie der Aufstellort hervorgehen
- Datenblatt (siehe 10.2 Anlagendatenblatt) mit Angaben über die technischen Daten der eingesetzten Betriebsmittel ggf. Bestandteil des Datenblattes der Erzeugungsanlage
- Checkliste „Mindestanforderungen an den Netzanschluss von Stromspeichern“
- einpolige Darstellung der elektrischen Einrichtungen
- geplante Betriebsweise¹ der Anlage (mögliche Betriebsmodi)
- Bestätigung des vorgegebenen Schutzkonzeptes mit Angaben über Schutzfunktionen und Einstellwerte

Netzgekoppelte elektrische Speicher können im Netz wie netzparallelbetriebene Erzeugungsanlagen wirken. Werden mehrere Erzeugungsanlagen mit Speichern oder nur Speicher an einem Verknüpfungspunkt angeschlossen, so sind diese in ihrer Gesamtwirkung zu betrachten. Die maximalen Einspeiseleistungen der Einheiten werden wie folgt berücksichtigt: Grundsätzlich wird die maximale Bemessungsleistung der Gesamtanordnung (Erzeugungsanlagen, Speicher) angesetzt, wie sie gemäß dem möglichen Betriebskonzept im Netz wirksam werden kann (kumulierte netzwirksame Bemessungsleistung). Sollte somit ein Speicher z.B. zwecks Eigenverbrauchsmaximierung so geregelt werden, dass dieser nicht ins Netz einspeist, so gilt die maximale Bemessungsleistung der Erzeugungsanlagen als maximale Einspeiseleistung (d.h. die Leistung des Speichers ist dann nicht mehr zu addieren). Die vereinbarte maximale Einspeiseleistung am Verknüpfungspunkt ist jedenfalls einzuhalten (im Betrieb mitunter bei Einspeisung durch Erzeugungsanlage und zeitgleicher Einspeisung durch Entladen des Stromspeichers). Daraus resultiert die Dimensionierung aller Betriebsmittel durch Bestimmung des maximalen Dauerstromes. Alle für den Anschluss notwendigen Daten werden, wie bei dezentralen Erzeugungsanlagen ohne Speicher, vom Verteilernetzbetreiber zur Verfügung gestellt (siehe TOR D4, Punkt 4.1 Allgemein).

Kann die geplante Einspeiseleistung nicht zur Gänze über den vorgesehenen oder vorhandenen Netzanschlusspunkt in das öffentliche Netz eingespeist werden, so legt der Verteilernetzbetreiber die mögliche Einspeiseleistung fest. Darüber hinaus schlägt dieser technische Alternativen für die Einspeisung der Gesamtleistung vor.

Der Betrieb von dezentralen Speichern oder Erzeugungsanlagen mit Speichern erhöht den Netzkurzschlussstrom um den Anteil der Erzeugungsanlagen. Daher ist der zu erwartende Kurzschlussstrom der Gesamtanlage bekannt zu geben. Ist dieser nicht exakt bekannt, so kann bei Wechselrichtern deren Umrichternennstrom herangezogen werden. Wird der

¹ Siehe Punkt 9: Inselbetrieb

maximal zulässige Netzkurzschlussstrom überschritten, so sind geeignete Maßnahmen zu setzen.

Vor Inbetriebnahme des Speichers ist mit dem Netzbetreiber zu klären ob mit den vorhandenen oder vorgesehenen Messeinrichtungen die Anforderungen hinsichtlich der Abrechnungsmessung und Bilanzierung auch bei neuem Lastverhalten erfüllt werden (PV Zählung und Netzzählung).

Wesentlich sind des Weiteren die Betriebsführung, die Anschlussvarianten und die daraus abgeleiteten Schutzkonzepte. Dabei hat die Ausführung vor allem gemäß den Vorgaben des Netzbetreibers und entsprechend der TOR und der TAEV zu erfolgen.

4 Netzanschluss, Betriebskonzepte und Symmetrie/Unsymmetrie

4.1 Netzanschluss

Jede Erzeugungsanlage für den Parallelbetrieb ist fest an das Verteilernetz anzuschließen und mit einer entsprechenden Schalt- und Entkopplungsstelle gemäß TOR D4 auszurüsten. Liegt eine Erzeugungsanlage mit Netzeinspeisung und zusätzlicher Batterieinspeisung (AC-Kopplung gemäß

Abbildung 2 vor, sind beide Einheiten mit einer selbsttätig wirkenden Freischaltstelle gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 (mit entsprechender Konformitätserklärung) auszurüsten. Verfügt zumindest eine der beiden Einheiten nicht über derartige Einrichtungen oder ist die im Netz wirksame resultierende Bemessungsleistung der Anordnung $> 30\text{kVA}$, ist eine gemeinsame Entkopplungsstelle (Netzentkopplungsschutz) zu errichten.

Die Bedingungen für den Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen (z.B. Schalt- und Entkopplungsstelle, Schutzeinrichtungen, Zählung) sind einzuhalten. Durch die Verwendung von Speicheranlagen darf es keinesfalls zu einer Erhöhung der vereinbarten Einspeiseleistung kommen!

4.2 Betriebskonzepte

Im Folgenden sind die gängigen Betriebskonzepte überblicksmäßig dargestellt. Diese sollen die resultierenden Anforderungen im Netz erkennbar machen. Wesentlich ist, dass hier nur Augenmerk auf die Netzwirkung gelegt wird. Alle Anforderungen die sich mit der Betriebsführung innerhalb der Anlage (Kundeninstallation nach der Übergabestelle) ergeben, sind in den gültigen Errichtungsbestimmungen geregelt. Zu beachten sind insbesondere die Themen Netzausfall und Sternpunktterdung, 1-phasiger vs. 3-phasiger Betrieb im Fehlerfall, Nullungsbedingung, Inselbetrieb, usw..

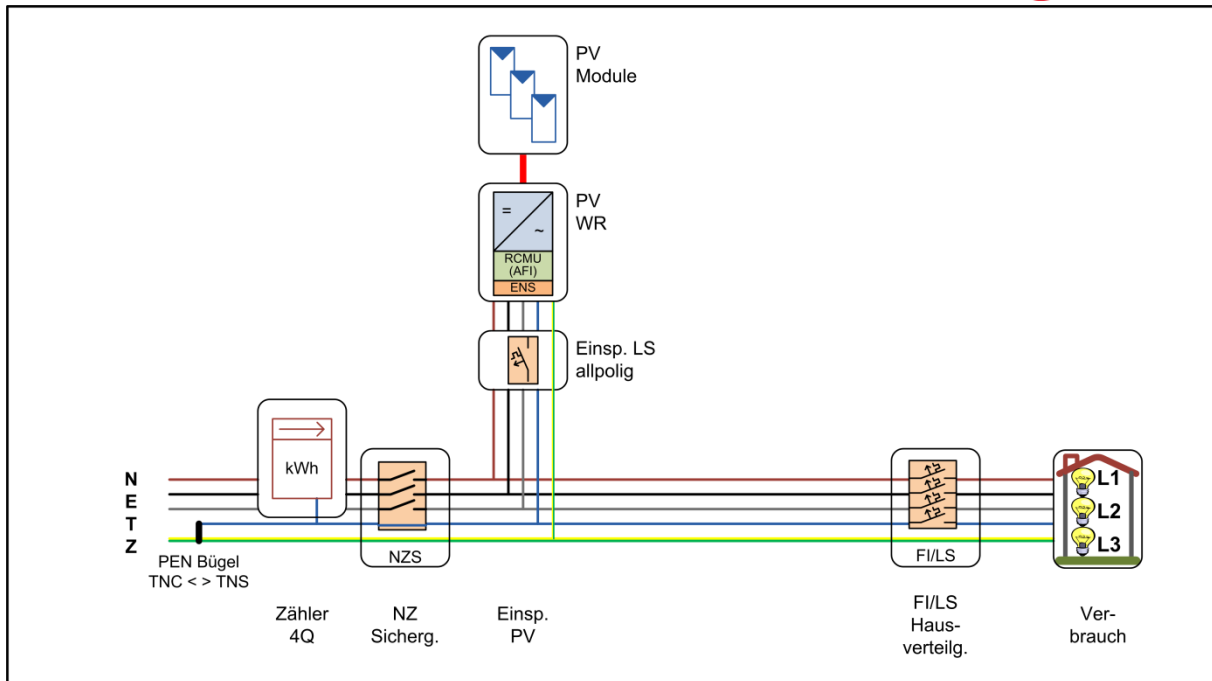


Abbildung 1 Einspeisung einer Erzeugungsanlage (z.B.: PV-Anlage) ohne Speicher Quelle: ATB-Becker Photovoltaik GmbH

Abbildung 1 zeigt schematisch den derzeitigen Aufbau und den Anschluss von gängigen PV-Anlagen. In

Abbildung 2 und Abbildung 3 sind zwei exemplarische Einbindungsvarianten von elektrischen Energiespeichern dargestellt.

Die in

Abbildung 2 dargestellte Variante hat wesentlich stärkere Auswirkungen auf das Netz als jene in Abbildung 3. Die Netzurückwirkungen werden in Kapitel 4.3 näher beschrieben.

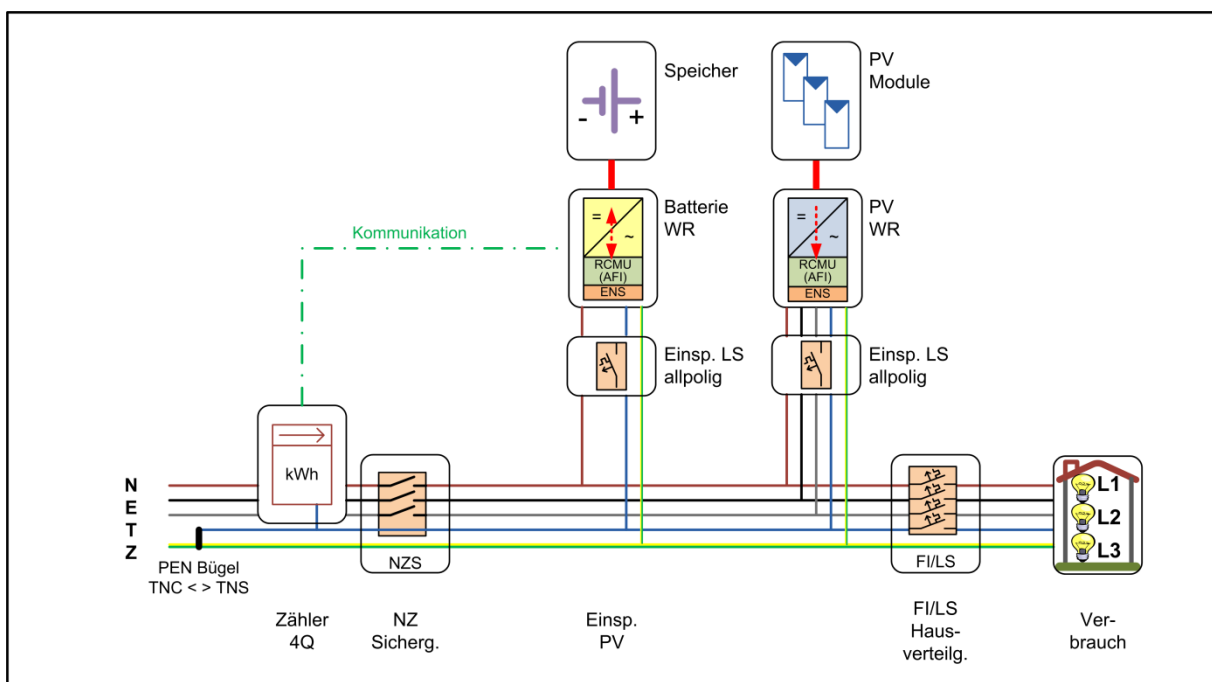


Abbildung 2 Beispielanordnung einer Erzeugungsanlage (z.B.: PV-Anlage) mit Speicher, AC-Kopplung

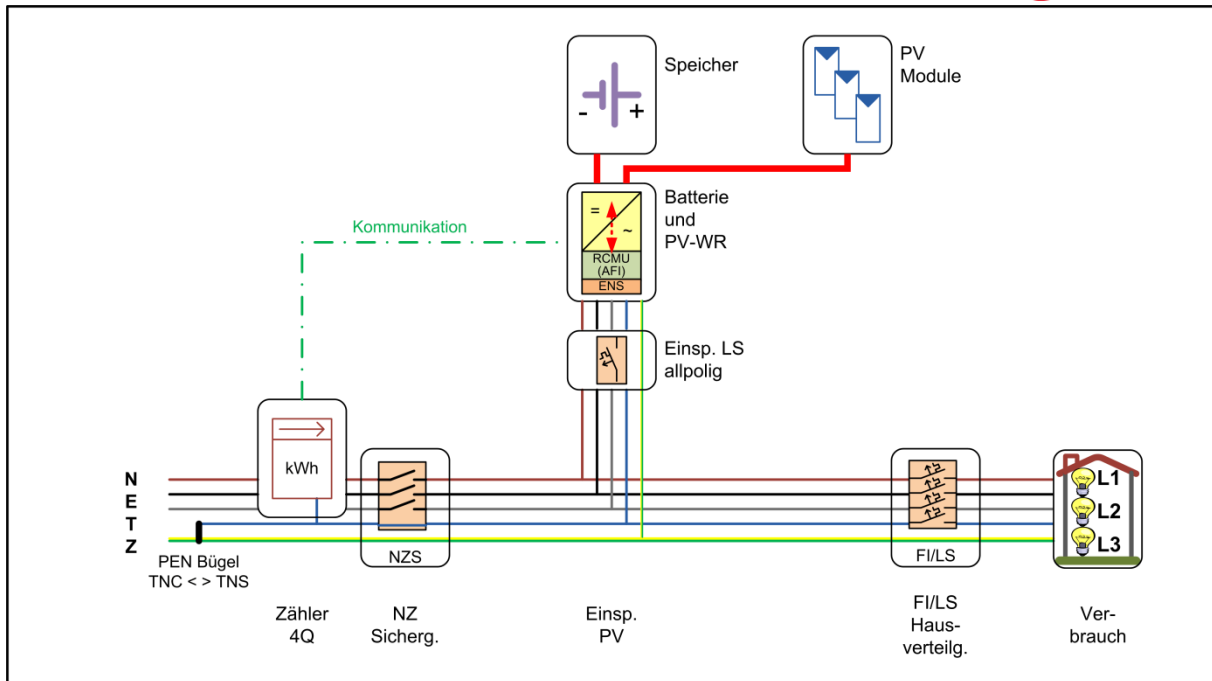


Abbildung 3 Beispielanordnung einer Erzeugungsanlage (z.B.: PV-Anlage) mit Speicher, DC-Kopplung

4.3 Symmetrie/Unsymmetrie

Zur Begrenzung von Unsymmetrien sind dezentrale Speicher oder Erzeugungsanlagen mit Speichern grundsätzlich als symmetrische, dreiphasige Drehstromeinheiten auszulegen und an das Netz anzuschließen.

Unter Einhaltung einer maximalen Unsymmetrie von 3,0 kVA können Anlagen auch einphasig an das Netz angeschlossen werden. Es ist zulässig, maximal 3 x 3,0 kVA einphasig (verteilt auf die drei Außenleiter) anzuschließen wenn die Netzparallelbetriebsbedingungen beziehungsweise die Leistungsfähigkeit des Netzes dies erlauben.

$$3 \times 3,0 \text{ kVA} = \sum S_{E_{\max}} \leq 9,0 \text{ kVA}$$

$\sum S_{E_{\max}}$ = Summenleistung aller einphasig angeschlossenen Erzeugungseinheiten je Kundenanlage.

Ist eine kommunikative Kopplung zwischen den verschiedenen Erzeugungseinheiten vorhanden und wird dadurch sichergestellt, dass eine symmetrische Einspeisung erfolgt, ist diese Erzeugungsanlage wie eine symmetrische zu bewerten. Bei Verwendung DC - gekoppelter Systeme ist die Einhaltung obiger Forderungen einfach zu beurteilen. Es dürfen bis zu drei einphasige Wechselrichter (DC - gekoppelt, also PV und Speicher am Wechselrichter angeschlossen) mit je maximal 3,0 kVA angeschlossen werden.

Beim Einsatz AC - gekoppelter Systeme ist zur Vermeidung unzulässiger Unsymmetrien im Netz folgende Vorgehensweise zu wählen:

- Fall 1: Einphasige PV - Einspeisung, einphasiger Speicher

Da Speichersysteme in der Regel zur Eigenverbrauchsmaximierung eingesetzt werden, kann bei derzeitigem Stand davon ausgegangen werden, dass die Speicher normalerweise nicht ins Netz rückspeisen. Zum Erreichen minimaler Unsymmetrie sind PV - Wechselrichter und Speicherwechselrichter daher an derselben Phase anzuschließen.

- Fall 2: Einphasige PV - Einspeisung, dreiphasiger Speicher oder umgekehrt

$S_{E_{max}}$ des einphasigen Wechselrichters (PV - oder Speicherwechselrichter) darf 3,0 kVA nicht übersteigen und es dürfen max. 3 einphasige Geräte aufgeteilt auf die drei Phasen angeschlossen werden.

- Fall 3: dreiphasige PV - Einspeisung, dreiphasiger Speicher

Die Leistungsbeschränkung ergibt sich aus der jeweiligen Leistungsfähigkeit des Netzes.

Der Unsymmetriegrad² der gesamten Anlage darf zudem $k_{U,i} \leq 0,7\%$ nicht übersteigen. Der Netzbetreiber kann entsprechende Maßnahmen vorschreiben.

4.4 Schaltstelle und Entkopplungsstelle

Zur Übersicht werden hier nochmals die Anforderungen an Schaltstellen und Entkopplungsstellen aus der TOR D4 zusammengefasst:

- 1) Die Schaltstelle (TOR D4 Pkt.5) dient der Personensicherheit und der Betriebsführung und kann mit der Entkopplungsstelle identisch sein.
- 2) In Niederspannungsnetzen (300/230 V) kann die Schaltstelle entfallen, wenn Wechselrichter einphasig mit einer Nennscheinleistung von maximal 3,0 kVA (Summenleistung am Anschlusspunkt $\leq 9,0$ kVA) oder dreiphasig mit einer Nennscheinleistung (Summenleistung am Anschlusspunkt) von maximal 30 kVA mit einer selbsttätig wirkenden Freischaltstelle (Einrichtung zur Netzüberwachung mit jeweils zugeordneten Schalteinrichtungen) gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 ausgerüstet sind.
- 3) Die Entkopplungsstelle (TOR D4 Pkt.6) sichert im Störfall eine allpolige galvanische Trennung einer Erzeugungsanlage vom Verteilernetz, wobei gilt:
 - a. Eine selbsttätig wirkende Freischaltstelle gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 bis 30 kVA netzwirksamer Nennscheinleistung (kumulierte netzwirksame Bemessungsleistung) je Kundenanlage ist als Entkopplungsstelle zulässig,
 - b. Über 30 kVA ist jedenfalls eine zentrale Entkopplungsstelle (Netzentkopplungsschutz) zu errichten,
 - c. Die Schalteinrichtung der Entkopplungsstelle muss im Störfall elektrisch unverzüglich auslösbar sein und eine allpolige Abschaltung bewirken.
 - d. Bei Inselbetrieb kann eine vierpolige Abschaltung notwendig sein und vom Netzbetreiber vorgeschrieben werden. In diesem Fall sind die Sicherheitsvorschriften für die Trennung und Erdung des PEN-Leiters zu beachten.

² Als Kenngröße des Unsymmetriegrades: k_U der Spannung:

- Für Zweiphasenlasten zw. Außenleiter – Außenleiter und Einphasenlasten zw. Außenleiter-Neutralleiter gilt:

$$k_U \approx \frac{S_A}{S_{kV}}$$

k_U ... Unsymmetriegrad

S_{kV} ... (Netz-)Kurzschlussleistung am Verknüpfungspunkt V in kVA

S_A ... Anschlussleistung der Ein-/Zweiphasenlast in kVA

- Verträglichkeitspegel für den Unsymmetriegrad im Zusammenwirken aller Netzverbraucher $k_U \leq 2\%$ (stationär)
- Für einzelne Verbraucheranlagen ist der resultierende Unsymmetriegrad mit $k_{U,i} = 0,7\%$ begrenzt, wobei zeitlich über 10 Minuten zu mitteln ist.

4.4.1 Entkopplungsschutzeinrichtungen

Entkopplungsschutzeinrichtungen haben die Aufgabe die Erzeugungsanlage bei gestörten Betriebszuständen vom Verteilernetz zu trennen. Eine Auslösung der Entkopplungsstelle durch die Entkopplungsschutzeinrichtungen braucht nur wirksam zu sein, wenn die Erzeugungsanlage parallel mit dem Niederspannungsnetz betrieben wird. Des Weiteren beschreiben die TOR D4:

„Bei Ersatzstromversorgungsanlagen mit unterbrechungsfreier Rückschaltung tritt nach Spannungswiederkehr ein Parallelbetrieb mit dem Netz auf, daher sind auf die Entkopplungsstelle wirkende Schutzeinrichtungen erforderlich.“

Dies gilt auch für Prüfläufe von Ersatzstromversorgungsanlagen im Parallelbetrieb. Wenn es der Netzbetrieb erfordert, können auch nachträgliche Abänderungen der Schutzeinrichtungen der Erzeugungsanlagen und/oder im Netz des Netzbetreibers notwendig sein.“

Sind mehrere Erzeugungsanlagen an einem Netzanschlusspunkt angeschlossen, können die zugehörigen Schaltgeräte für die Entkopplung durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung ausgelöst werden. Die einzelnen Schutzfunktionen können in Einzelgeräten oder in einem gemeinsamen Gerät realisiert werden.

Die Entkopplungsschutzfunktionen können sowohl in einer von der Anlagensteuerung getrennten als auch in einer gemeinsamen Hardware realisiert werden. Dieses gilt auch für Einrichtungen zur Zuschaltkontrolle und Zuschaltfreigabe.

4.4.2 Einstellwerte für den Entkopplungsschutz

Der Netzbetreiber legt im Rahmen eines Gesamtschutzkonzeptes die Einstellwerte für den Entkopplungsschutz fest und kann zur Erreichung der Schutzziele ggf. Abänderungen verlangen, wobei dies in Abstimmung mit dem Anlagenbetreiber unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten erfolgt. Bei Anschluss von PV-Anlagen mit Speichern gelten grundsätzlich für alle Entkopplungsschutzeinrichtungen in der Anlage die Bestimmungen und die Einstellwerte der TOR D4.

HINWEIS: Sind so viele Erzeugungsanlagen an ein Niederspannungsnetz angeschlossen, dass eine direkte Auswirkung darauf vorliegt, so muss auf die Auslöseschwelle und Auslösezeit des Entkopplungsschutzes besonders Bedacht genommen werden.

In Mittelspannungsnetzen mit einer automatischen Wiedereinschaltung (AWE) ist die Pausenzeit entsprechend zu berücksichtigen.

Die nachfolgenden Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen die Standardeinstellungen von parallelbetriebenen Erzeugungsanlagen für den Entkopplungsschutz nach TOR D4 i.d.F. 16.09.2013:

Funktion	Einstellwerte	
	Einstellwert	Auslöseverzögerung
Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} >$	$1,15 U_N$	$\leq 0,1 \text{ s}$
Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} >$ mit Überwachung des gleitenden 10 min Mittelwertes (Überwachung der Spannungsqualität)	$1,11 U_N$ ¹⁾	unverzögert
Unterspannungsschutz $U_{\text{eff}} <$	$0,80 U_N$	$\leq 0,2 \text{ s}$
Überfrequenzschutz $f >$	$51,5 \text{ Hz}$ ³⁾	$\leq 0,2 \text{ s}$
Unterfrequenzschutz $f <$	$47,5 \text{ Hz}$ ⁴⁾	$\leq 0,2 \text{ s}$

Netzausfall ²⁾		≤ 5 s
---------------------------	--	-------

Tabelle 1 Schutzeinstellungen für Wechselrichter im Parallelbetrieb

1) einzustellen zwischen $1,10 U_N$ und $1,15 U_N$ um den Spannungsfall zwischen dem Einbauort und dem Verknüpfungspunkt zu berücksichtigen. Der Auslieferungszustand ist eine Auslöseschwelle $1,11 U_N$. Ist eine Einstellung der Auslöseschwelle nicht möglich, so ist ein Einstellwert von $1,10 U_N$ bei der Auslieferung vorzusehen.

2) Bei Netzausfall (auch bei gleichzeitig angepasster Erzeugung und Verbrauch von Wirk- und Blindleistung) muss der Wechselrichter den Einspeisebetrieb innerhalb von 5s beenden. Diese Anforderungen gelten unabhängig von der Einspeiseleistung des Wechselrichters.

3), 4) Abweichung zur ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 auf Basis der ENTSO-E Vorgaben.

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte	
Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} >$	$1,00 - 1,30 U_N$	$\leq 1,15 U_N$ ¹⁾	$\leq 0,1 \text{ s}$
Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} >$ mit Überwachung des gleitenden 10 min Mittelwertes (Überwachung der Spannungsqualität)	$0,10 - 1,00 U_N$ $1,12 U_N$ ¹⁾	$1,11 U_N$ $1,11 U_N$	$\leq 60 \text{ s}$ unverzögert
Unterspannungsschutz $U_{\text{eff}} <$	$0,10 - 1,00 U_N$	$0,80 U_N$	$0,2 \text{ s}$
Überfrequenzschutz $f >$	$50,0 - 55,0 \text{ Hz}$	$51,5 \text{ Hz}$ ($50,2 - 51,5 \text{ Hz}$) ²⁾	$0,2 \text{ s}$
Unterfrequenzschutz $f <$	$45,0 - 50 \text{ Hz}$	$47,5 \text{ Hz}$	$\leq 0,1 \text{ s}$

Tabelle 2 Empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte bei Anschluss der Erzeugeranlage an das Niederspannungsnetz (zentrale Entkopplungsstelle)

- 1) Einstellwerte sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen
- 2) Der Einstellwert von $50,2 - 51,5 \text{ Hz}$ gilt für nichtregelbare Erzeugungseinheiten wenn keine Wirkleistungsreduktion ab $50,2 \text{ Hz}$ möglich ist. Dieser Wert wird vom Netzbetreiber vorgegeben (gestaffelte Auslösung).

4.5 Zuschaltbedingungen

Die Zuschaltbedingungen lt. TOR D4 lauten:

„Eine Zuschaltung darf erst erfolgen, wenn die Netzspannung $U \geq 0,90 U_C$ bzw. U_N sowie $\leq 1,10 U_C$ bzw. U_N ist, die Netzfrequenz zwischen $47,5 \text{ Hz}$ und $50,05 \text{ Hz}$ liegt und kein Auslösekriterium des Entkopplungsschutzes ansteht (empfohlene Wartezeit: 5 Minuten).

Im Falle einer Wiedereinschaltung nach Auslösung des Entkopplungsschutzes darf die an das Verteilernetz abgegebene Wirkleistung von regelbaren Erzeugungsanlagen den Gradienten von 10 % der Nennwirkleistung der Erzeugungsanlage pro Minute nicht überschreiten.“

Dies gilt auch für AC-gekoppelte Erzeugungs- und Speicheranlagen. Daraus folgt, dass entweder eine Kommunikation der Wechselrichter untereinander gegeben ist oder jeder Wechselrichter für sich den 10 % Gradienten einhält.

Bei inselbetriebsfähigen Anlagen mit Wechselrichtern, die nicht spannungslos zugeschaltet werden, sind die Zuschaltbedingungen für Synchrongeneratoren³ einzuhalten.

5 Wirk- und Blindleistung bei Einspeisung in das Niederspannungsnetz

5.1 Allgemeines

Generell sind Erzeugungsanlagen so auszustatten, dass ein Mitwirken an der statischen Spannungshaltung möglich ist. Sollwerte und Kennlinien für die Netzstützung sind abhängig von den Netzgegebenheiten und werden vom Netzbetreiber vorgegeben. Die Einhaltung dieser Vorgaben erfolgt durch automatische Regeleinrichtungen in der Erzeugungsanlage.

5.2 Technische Möglichkeiten von Regelungen bei Einspeisung

In Abstimmung mit dem Netzbetreiber sind die folgenden Betriebsmodi möglich.

- $\cos \varphi(P)$ - Regelung
- $\cos \varphi$ - Regelung
- Konstanter $\cos \varphi$
- $Q(U)$ - Regelung
- $P(U)$ - Regelung
- Einspeisemanagement

Wird die Batterie aus dem Netz geladen, so ist ein Zielwert von $\cos \varphi = 1$ einzuhalten. Zukünftig sind erweiterte Einstellbereiche bzw. komplexere Betriebsmodi absehbar.

- Wirkleistungsregelung

Anlagen, die eine Summeneinspeiseleistung $S_{Amax} = \text{Max}(\text{PV-Anlage; Speicher})^4$ von 100 kVA überschreiten, müssen die Wirkleistung in Stufen von höchstens 10% der maximalen Wirkleistung P_{Amax} reduzieren können. Die geforderte Reduktion muss jederzeit, unabhängig vom Betriebszustand, möglich sein. Dieser Sollwert wird in der Regel am Netzanschlusspunkt in Verhältnisstufen P/P_{Amax} von 100%/60%/30%/0% oder stufenlos vorgegeben. Der Netzbetreiber greift dabei nicht in die Steuerung der Erzeugungsanlage ein, sondern liefert nur das Steuersignal. Die Umsetzung in der Anlage liegt in der Verantwortung des Anlagenbetreibers.

6 Netzurückwirkungen

Emissionen, die zu einer Änderung der Merkmale der Versorgungsspannung führen (z.B. Oberschwingungen, Spannungsänderungen, Flicker, Spannungseinsenkungen und Spannungsanhebungen, transiente Überspannungen), die durch den Betrieb der Erzeugungsanlage hervorgerufen werden, dürfen die in der TOR Hauptabschnitt D2 festgelegten Grenzwerte, jeweils in der geltenden Fassung, nicht überschreiten.

³ Siehe TOR, Hauptabschnitt D4

⁴ Grundsätzlich wird die maximale Bemessungsleistung der Gesamtanordnung (Erzeugungsanlagen, Speicher) angesetzt, wie sie gemäß möglichem Betriebskonzept im Netz wirksam werden kann (kumulierte netzwirksame Bemessungsleistung)

7 Inbetriebnahme, erstmaliger Netzparallelbetrieb, Erst- und Wiederholungsprüfung

Vor der erstmaligen Teil- oder Gesamteinbetriebsetzung der Anlage für den Parallelbetrieb mit dem Verteilernetz ist der Verteilernetzbetreiber zu verständigen.

Dieser kann bei der Inbetriebnahme folgende Punkte überprüfen:

- 1) Trennfunktion der Schaltstelle und Kontrolle der Zugänglichkeit
- 2) Schutzeinrichtungen der Entkopplungsstelle durch Vorgabe analoger Prüfgrößen und Erstellung eines Prüfprotokolls mit Ansprechwerten und Auslösezeiten
- 3) Auslösung des Entkopplungsschaltgerätes durch den Entkopplungsschutz
- 4) Zu- und Abschaltung sowie Funktionsprüfung allfälliger Kompensationseinrichtungen
- 5) Einhaltung der Grenzwerte der Netzzrückwirkungen
- 6) Einhaltung der Zuschaltbedingungen
- 7) Blindleistungs- und Spannungsregelung
- 8) Gegebenenfalls relevante Betriebsmesseinrichtungen

Die Überprüfung der Schutzfunktionen des Entkopplungsschutzes hat zumindest die nachfolgenden Punkte zu umfassen:

- 1) Ansprech- und Rückfallwerte der Schutzfunktionen durch Einspeisen analoger Prüfgrößen
- 2) Auslösezeiten der Schutzfunktionen
- 3) Auslösung der Entkopplungsstelle durch die Schutzfunktionen

Alle vorgeschriebenen Überprüfungen sind durch eine befugte Person durchzuführen, zu dokumentieren und vom Betreiber der Anlage dem Verteilernetzbetreiber unentgeltlich und unaufgefordert vorzulegen.

Bei Einsatz einer selbsttätig wirkenden Freischaltstelle gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712, ist die Kontrolle laut Angaben der Prüfanstalt oder des Herstellers durchzuführen.

7.1 Wiederholungsprüfungen

Der Anlagenbetreiber hat in periodischen Abständen die entsprechenden Anlagenüberprüfungen gemäß den gesetzlichen Vorgaben und Vorschriften (z.B. Elektrotechnikgesetz ETG, Elektrotechnikverordnung ETV und Arbeitnehmerschutzgesetz ASchG) vorzunehmen. Insbesondere wird der Anlagenbetreiber die Schutz- und Entkopplungseinrichtungen von einer hierzu befugten Person prüfen lassen und dem Verteilernetzbetreiber die entsprechenden Protokolle unentgeltlich und unaufgefordert zur Verfügung stellen.

Als Zeitintervall für die periodische Überprüfung und Weitergabe der Prüfergebnisse an den Verteilernetzbetreiber gelten maximal 5 Jahre.

Im Falle von nicht durchgeführten Überprüfungen bzw. bei wiederholten Störungen und Netzzrückwirkungen durch die Anlage, ist der Verteilernetzbetreiber berechtigt, diese Prüfungen selbst durchzuführen und dem Anlagenbetreiber die dabei aufgetretenen Personal- und Materialkosten in Rechnung zu stellen.

8 Einsatz von Netzersatzanlagen im Verteilernetz

Werden Verteilernetze mit Hilfe von Notstromaggregaten ersatzversorgt, so wird eine Frequenz von 52 Hz empfohlen, um das Wiedereinschalten von Einspeisern zu verhindern. Ein allfälliger Kundenwunsch nach Inselbetrieb bei Netzausfall und Deckung des Bedarfes durch elektrische Speicher in der Kundenanlage wird dadurch nicht beeinflusst.

9 Inselbetrieb

Soll die Anlage auch für einen Inselbetrieb zugelassen werden, so sind zusätzliche Bedingungen dafür zu beachten. Wie bereits in Kapitel 4.2 dargelegt, sind hier die Anforderungen aus Sicht des Netzbetreibers am Anschlusspunkt festgelegt. Alle Anforderungen die sich mit der Betriebsführung innerhalb der Anlage (Kundeninstallation nach der Übergabestelle) ergeben, sind in den gültigen Errichtungsbestimmungen geregelt. Zu beachten sind insbesondere die Themen Netzausfall und Sternpunktserdung, 1-phasiger vs. 3-phasiger Betrieb im Fehlerfall, Nullungsbedingung, Inselbetrieb, usw..

Soll die Anlage bei Netzausfall im Inselbetrieb das Objekt weiter versorgen, ist eine allpolige Trennung zum Netz sicherzustellen. In allen Betriebsfällen ist die Umgehung der ENS (Netzschütz) nicht zulässig. Falls die Schaltung des gesamten Anlagenkonzeptes eine Netzurückspeisung an den selbsttätig wirkenden Freischaltstellen gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 nicht ausschließt (auch über eine Schützschaltung), ist ein zusätzlicher Entkopplungsschutz der Gesamtanlage Richtung Netz herzustellen. Mögliche Betriebsschemata werden im Anhang näher beschrieben.

10 Anhang

10.1 Checkliste „Mindestanforderungen an den Netzanschluss von elektrischen Energiespeicher an das Niederspannungsnetz“

Anlagenanschrift:

Bearbeitungsnummer:

Ort:

Straße:

Hausnummer:

Allgemein	Regelwerk	Ja	Nein
<ul style="list-style-type: none"> Der Anschluss des Stromspeichers entspricht der TAEV und den Ausführungsbestimmungen des zuständigen Verteilernetzbetreibers 	TAEV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> Konformitätsnachweis des Wechselrichters mit Laderegler für den Stromspeicher liegt vor 	E 8001-4-712, TOR D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Netz- und Anlagenschutz			
<ul style="list-style-type: none"> in Erzeugungseinheit/Wechselrichter integriert oder dezentral – konform mit ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, TOR D4 	E 8001-4-712, TOR D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> zentral – konform mit ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, TOR D4 Max ($\sum S_{E_{max}}$ Erzeugungsanlage; Speicher) > 30 kVA 	E 8001-4-712, TOR D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Messung/Speicherung	Regelwerk	Ja	Nein
<ul style="list-style-type: none"> Volleinspeiser 	EIWOG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> Überschusseinspeiser 	EIWOG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vereinbarte Einspeiseleistung	Regelwerk	Ja	Nein
<ul style="list-style-type: none"> Die vereinbarte Einspeiseleistung wird durch den Stromspeicher nicht überschritten (auch bei konzeptgemäßer zeitgleicher Einspeisung durch Erzeugungsanlage und Stromspeicher) 	TOR D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unsymmetrie	Regelwerk	Ja	Nein
<ul style="list-style-type: none"> Symmetrischer, dreiphasiger Anschluss der Erzeugungsanlage und des Stromspeichers - Wenn ja, dann sind die zwei nachfolgenden Punkte nicht relevant 	TOR D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> Erzeugungsanlage und Stromspeicher auf den selben Außenleitern - Maximale Unsymmetrie von 3,0 kVA im Betrieb auch bei zeitgleicher Einspeisung von Erzeugungsanlage und Stromspeicher eingehalten 	TOR D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> Erzeugungsanlage (z.B. 3phasig) und Stromspeicher (z.B. 1phasig) - Maximale Unsymmetrie von 3,0 kVA auch bei zeitgleicher Einspeisung von Erzeugungsanlage und Stromspeicher eingehalten 	TOR D4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sonstige Vorgaben	Regelwerk	Ja	Nein
<ul style="list-style-type: none"> Die Anlage wurde gemäß den einschlägigen Regelwerken errichtet 	E 8001-4-712, TOR D4,....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bemerkung: _____

 Datum Name Unterschrift

10.2 Anlagendatenblatt

Diese werden vom Netzbetreiber vorgehalten (meist Download von der Homepage) und sind vom Betreiber mit den Daten der tatsächlich ausgeführten Anlage zu befüllen.

10.3 Ausführungsbeispiele

10.3.1 Mögliche Ausführungsvarianten und Betriebszustände

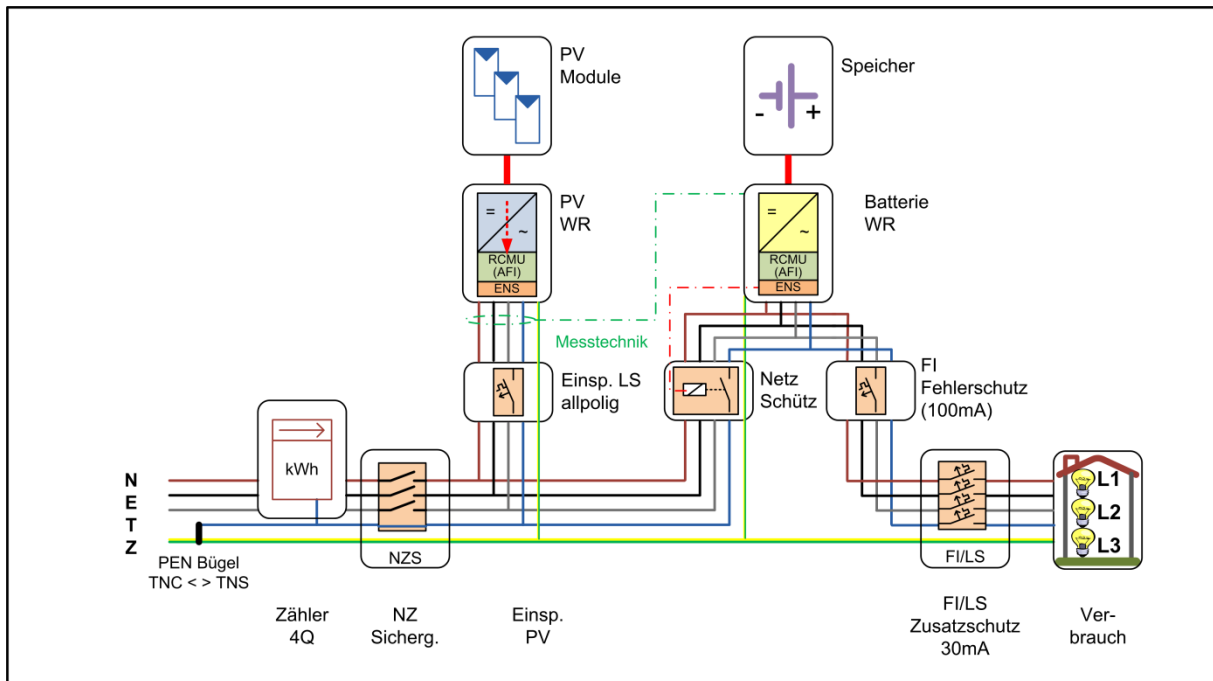


Abbildung 4 3-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz vorhanden Quelle: ATB-Becker Photovoltaik GmbH

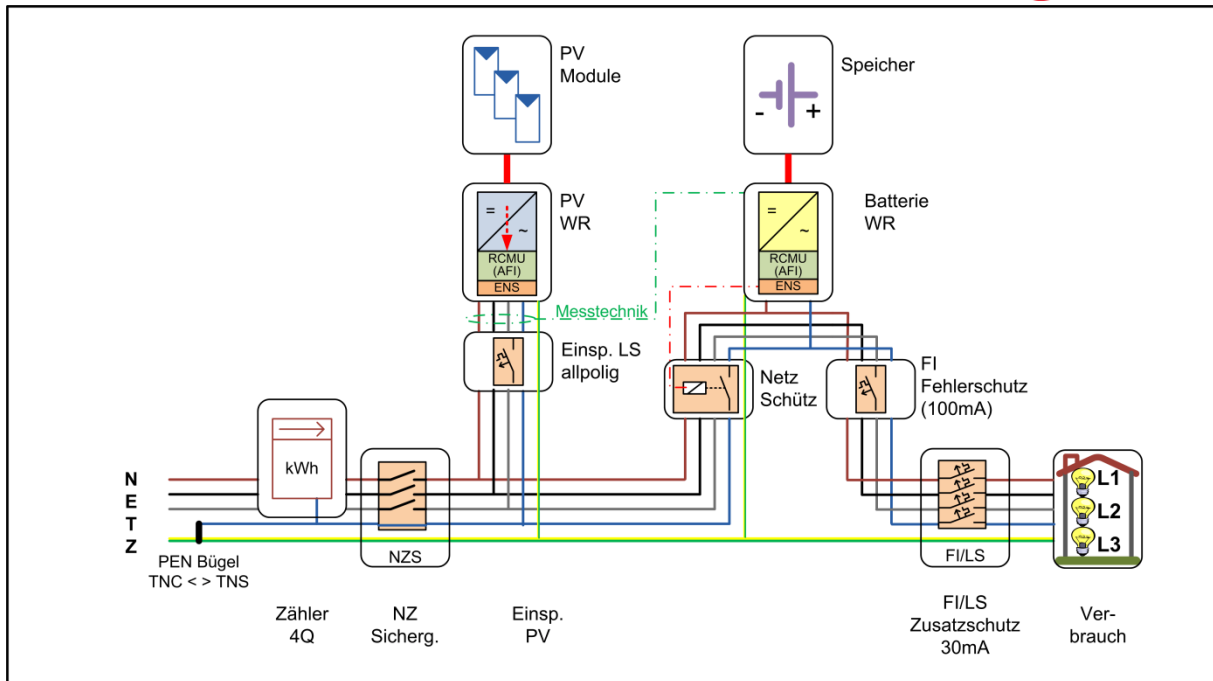


Abbildung 5 1-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz vorhanden

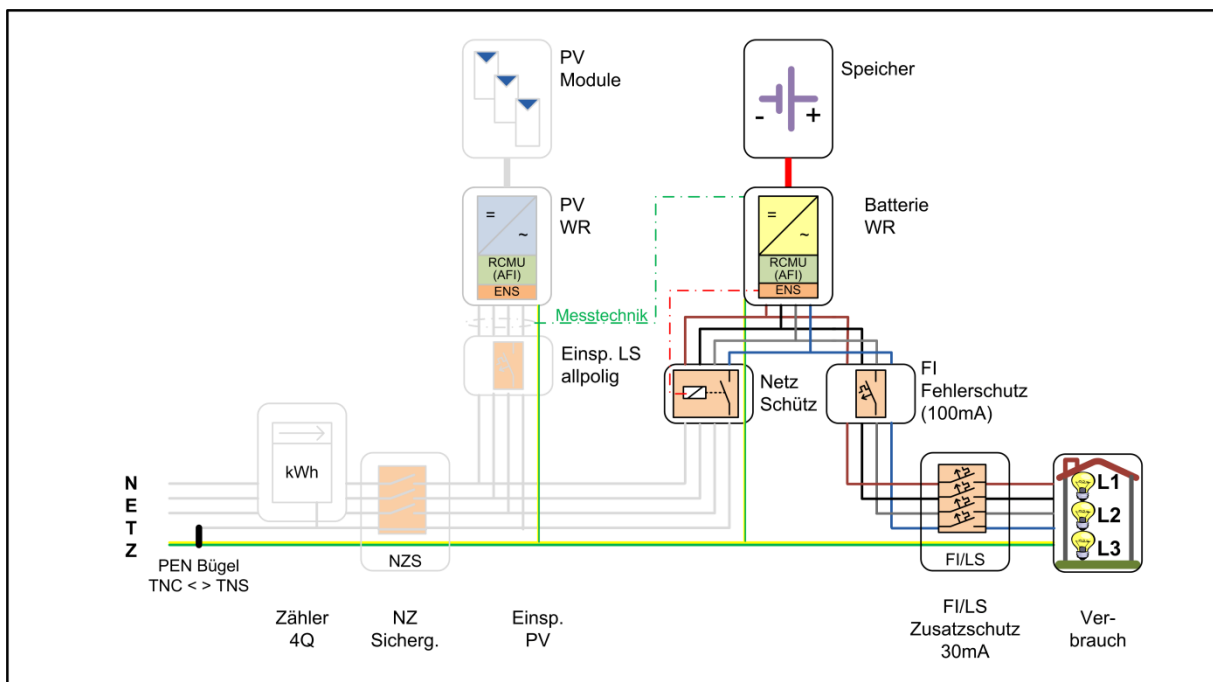


Abbildung 6 3-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz ausgefallen: PV - Anlage schaltet ab, Netzschütz trennt das Objekt vom Netz und 3-phasige Notstromversorgung findet statt.

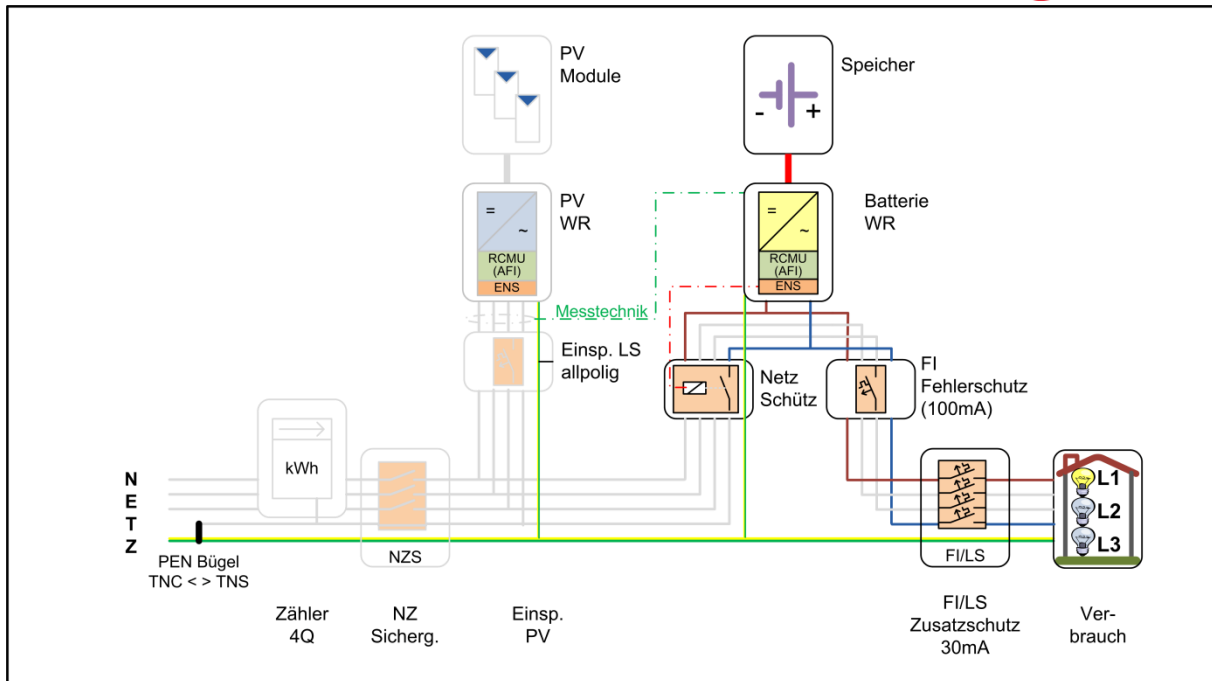


Abbildung 7 1-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz ausgefallen: PV - Anlage schaltet ab, Netzschütz trennt das Objekt vom Netz und 1-phasige Notstromversorgung findet statt.

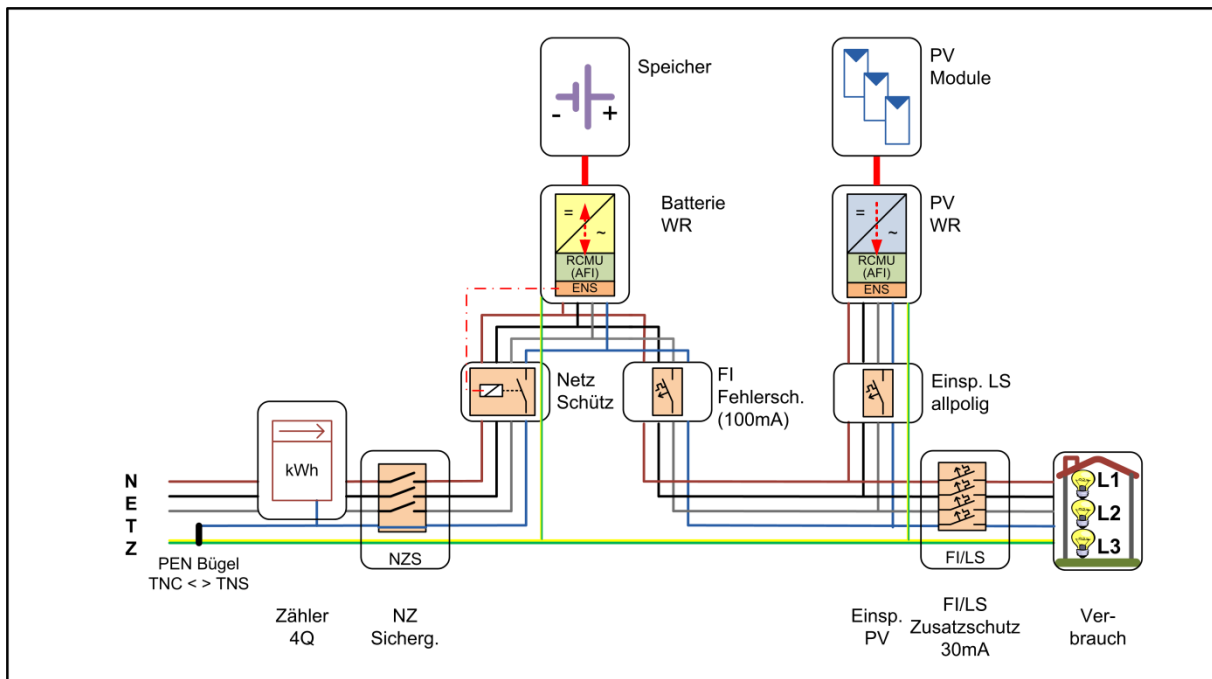


Abbildung 8 3-phasiges AC - gekoppeltes System, Inselbetriebsfähig; Netz vorhanden

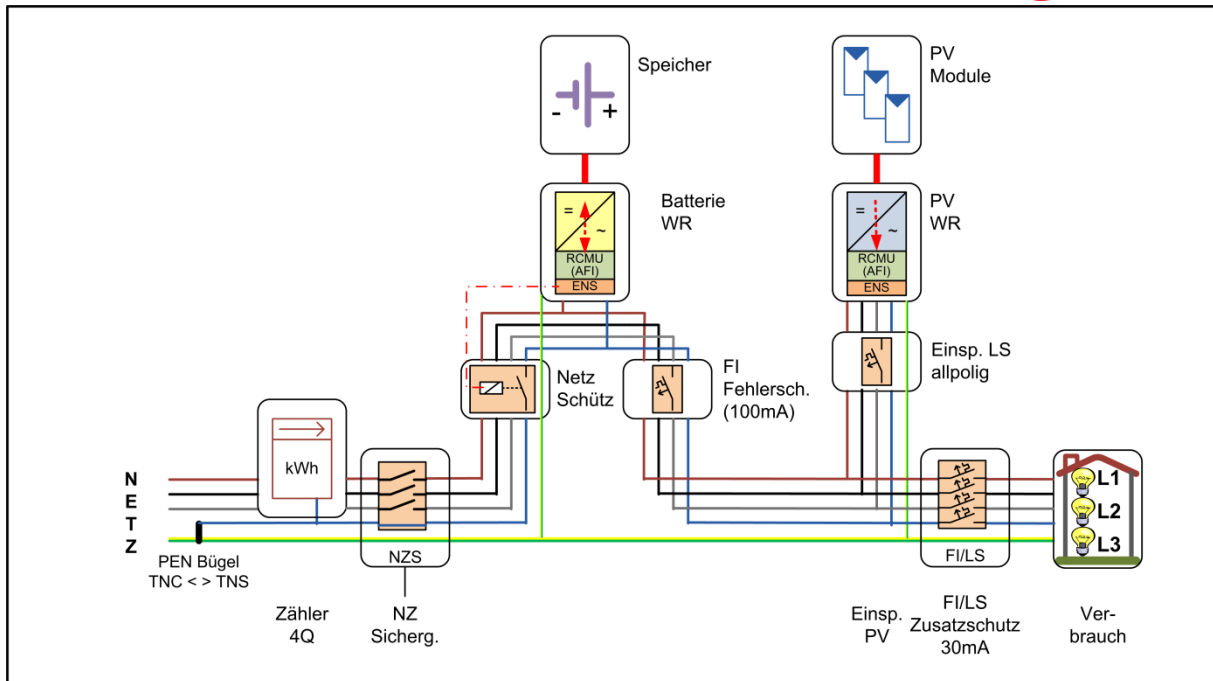


Abbildung 9 3-phasige PV mit 3-phasigem Speicher AC - gekoppelt, Inselbetriebsfähig; Netz vorhanden

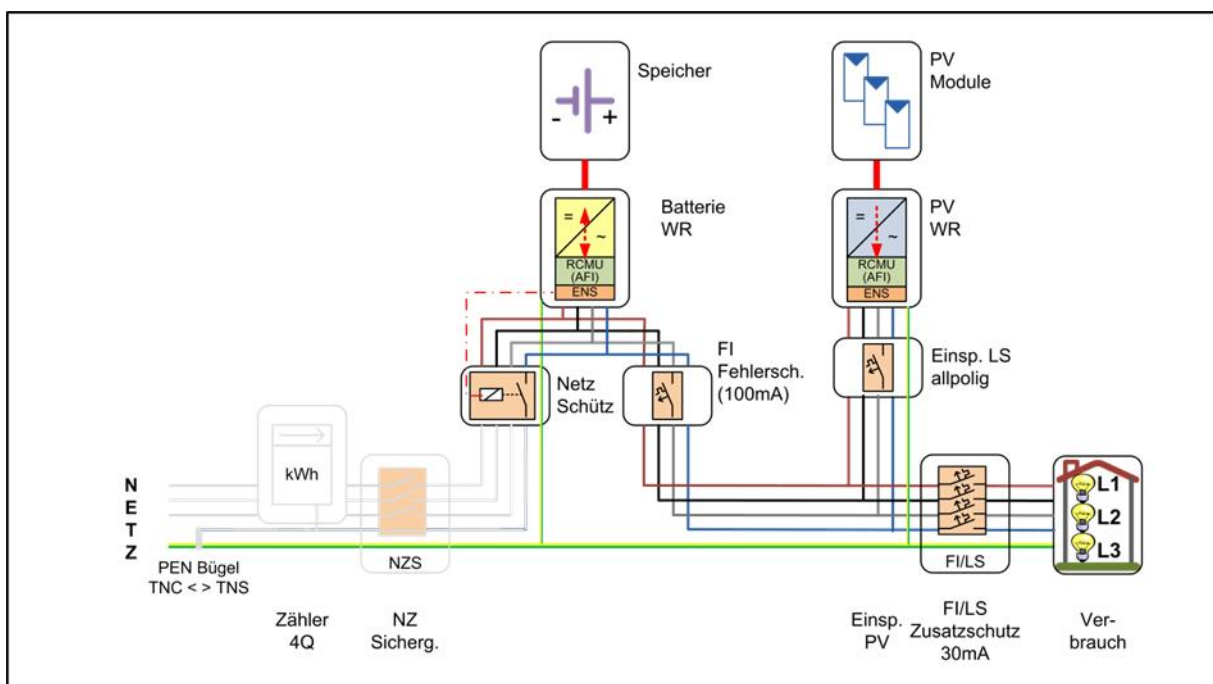


Abbildung 10 3-phasiges AC - gekoppeltes System im Inselbetrieb: Netzschütz trennt die Anlage vom Netz und 3-phasige Notstromversorgung findet statt.

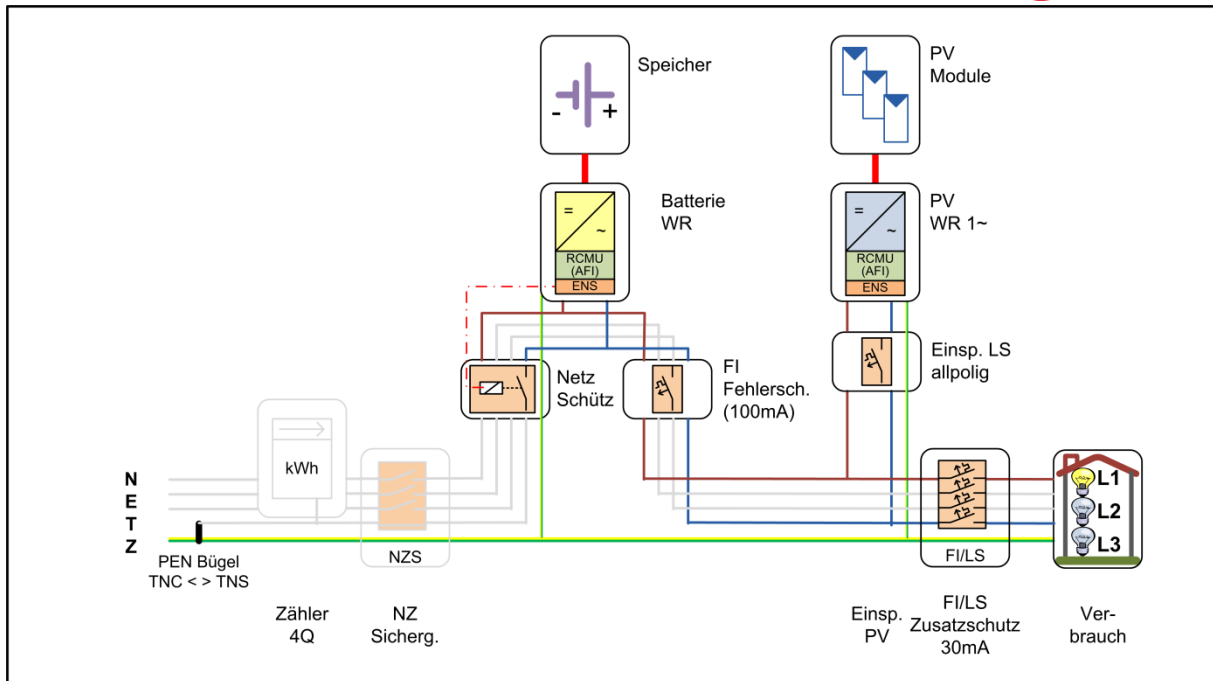


Abbildung 11 1-phasiges AC - gekoppeltes System im Inselbetrieb: Netzschütz trennt die Anlage vom Netz und 1-phasige Notstromversorgung findet statt.

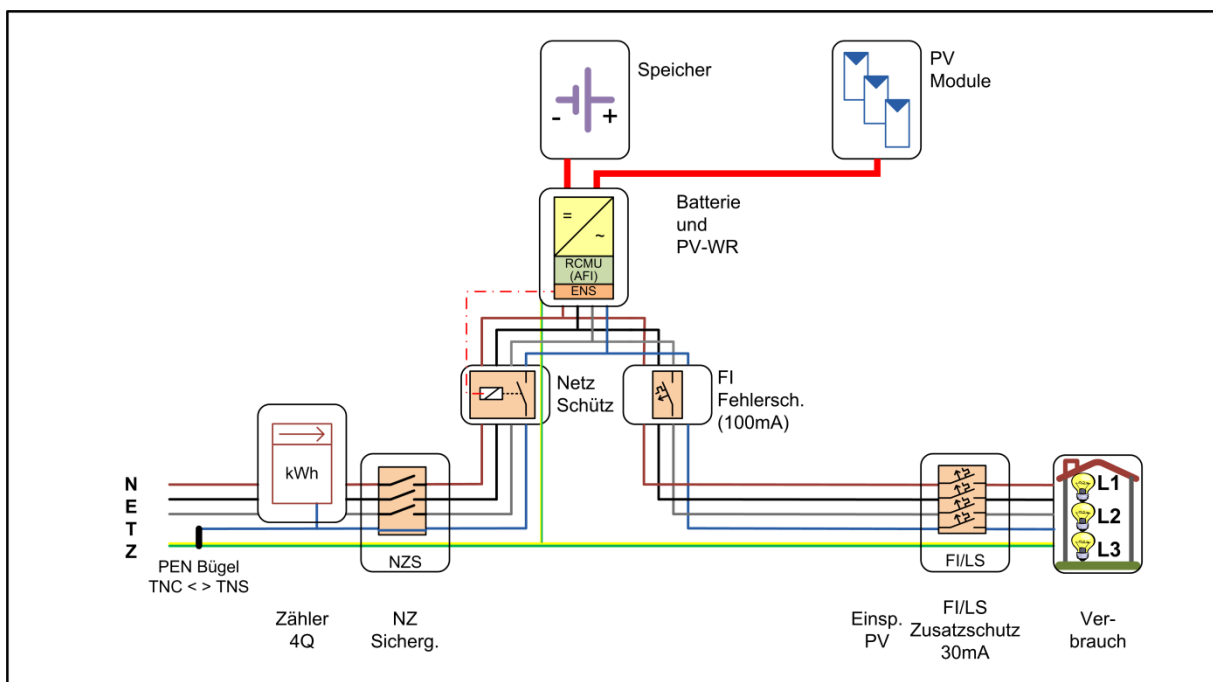


Abbildung 12 3-phasiges DC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz vorhanden;

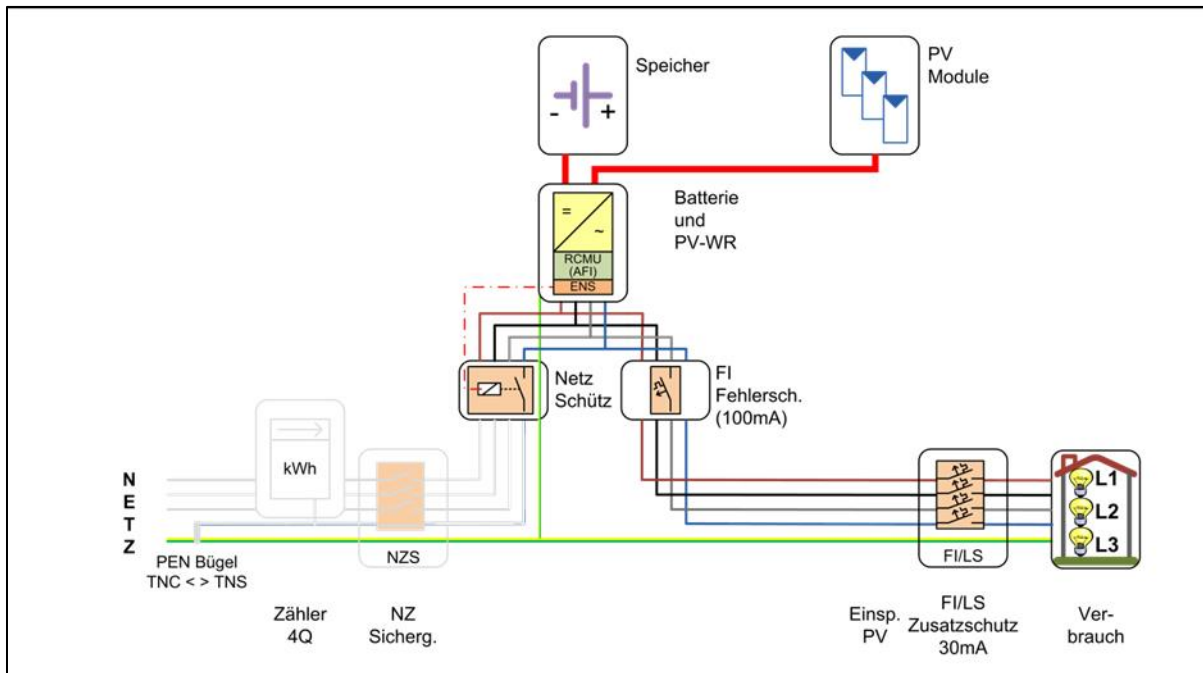


Abbildung 13 3-phasiges DC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; bei Netzausfall trennt der Netzschütz die Anlage vom Netz und ein 3-phasiger Inselbetrieb findet statt.

10.3.2 Zu vermeidende Ausführungen

Bei der Kombination von Erzeugungsanlagen mit Speichern ist eine bestmögliche Symmetrierung der Gesamtanordnung in allen Betriebszuständen anzustreben. Andernfalls können in den elektrischen Anlagen unzulässige Spannungsunsymmetrien auftreten. Beispielsweise kann die zulässige Unsymmetrie durch Einspeisung einer Speicheranlage auf einer Phase und Bezug der Kundenanlage auf den anderen Phasen überschritten werden. Die in Abbildung 14 und Abbildung 15 dargestellten Systemzustände sind daher durch ein geeignetes Betriebskonzept zu vermeiden.

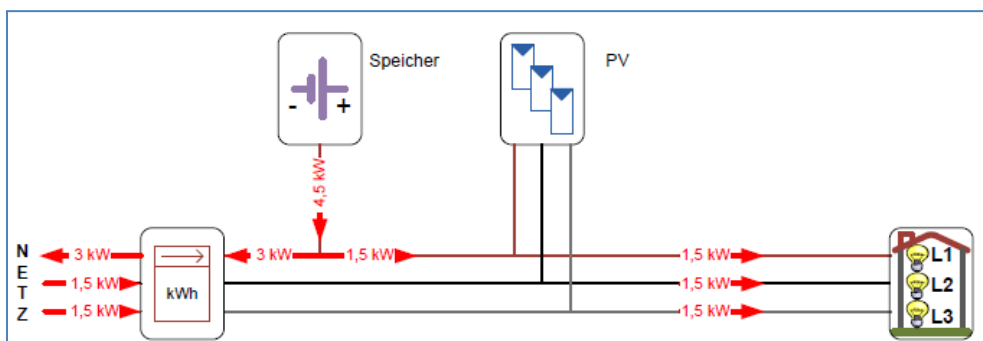


Abbildung 14 Einphasiger Anschluss des Speichers, PV - Anlage dreiphasig, symmetrische Last; Ausführung nicht zulässig, da Unsymmetrie > 3,0 kVA

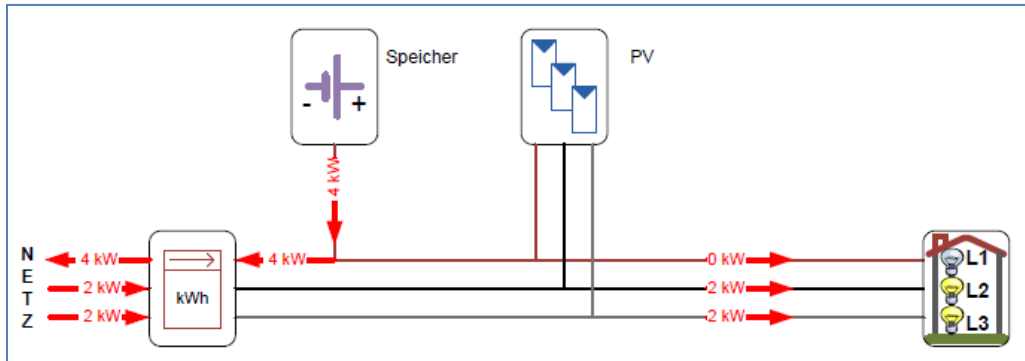


Abbildung 15 Einphasiger Anschluss des Speichers, PV - Anlage dreiphasig, unsymmetrische Last; Ausführung nicht zulässig, da Unsymmetrie > 3,0 kVA

11 Literaturverzeichnis

- [1] E 8001-4-712, *Errichten von elektrischen Anlagen mit Nennspannung bis AC 1000 V und DC 1500 V - Teil 4-712: Photovoltaische Energieerzeugungsanlagen - Errichtung und Sicherheitsanforderungen*, ÖVE ÖNORM, 2009.
- [2] DACHPQ Gruppe des SEV, FNN, Cesres, OE, *Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen*, 2. Ausgabe, Oesterreichs Energie Akademie, FNN, SEV, Cesres, 2007.

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Einspeisung einer Erzeugungsanlage (z.B.: PV-Anlage) ohne Speicher.....	6
Abbildung 2 Beispielanordnung einer Erzeugungsanlage (z.B.: PV-Anlage) mit Speicher, AC-Kopplung.....	6
Abbildung 3 Beispielanordnung einer Erzeugungsanlage (z.B.: PV-Anlage) mit Speicher, DC-Kopplung.....	7
Abbildung 4 3-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz vorhanden..	15
Abbildung 5 1-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz vorhanden..	16
Abbildung 6 3-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz ausgefallen: PV - Anlage schaltet ab, Netzschütz trennt das Objekt vom Netz und 1-phasige Notstromversorgung findet statt.....	16
Abbildung 7 1-phasiges AC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz ausgefallen: PV - Anlage schaltet ab, Netzschütz trennt das Objekt vom Netz und 1-phasige Notstromversorgung findet statt.....	17
Abbildung 8 3-phasiges AC - gekoppeltes System, inselbetriebsfähig; Netz vorhanden.....	17
Abbildung 9 3-phasige PV mit 1-phasigem Speicher AC - gekoppelt, inselbetriebsfähig; Netz vorhanden.....	18
Abbildung 10 3-phasiges AC - gekoppeltes System im Inselbetrieb: Netzschütz trennt die Anlage vom Netz und 3-phasige Notstromversorgung findet statt.	18
Abbildung 11 1-phasiges AC - gekoppeltes System im Inselbetrieb: Netzschütz trennt die Anlage vom Netz und 1-phasige Notstromversorgung findet statt.	19
Abbildung 12 3-phasiges DC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; Netz vorhanden;	19
Abbildung 13 3-phasiges DC - gekoppeltes System mit Notstromversorgung; bei Netzausfall trennt der Netzschütz die Anlage vom Netz und ein 3-phasiger Inselbetrieb findet statt.	20
Abbildung 14 Einphasiger Anschluss des Speichers, PV - Anlage dreiphasig, symmetrische Last; Ausführung nicht zulässig, da Unsymmetrie > 3,0 kVA.....	20
Abbildung 15 Einphasiger Anschluss des Speichers, PV - Anlage dreiphasig, unsymmetrische Last; Ausführung nicht zulässig, da Unsymmetrie > 3,0 kVA.....	21

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Schutzeinstellungen für Wechselrichter im Parallelbetrieb.....	10
Tabelle 2 Empfohlene Schutzrelaiswertwerte bei Anschluss der Erzeugeranlage an das Niederspannungsnetz (zentrale Entkopplungsstelle).....	10