



**E-CONTROL**

**Technische und organisatorische Regeln  
für Betreiber und Benutzer  
von Netzen**

**Teil D:**

**Besondere technische Regeln**

**Hauptabschnitt D4:**

**Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen  
mit Verteilernetzen**

**Version 2.3 vom 1.7.2016**

## Dokumenten-Historie

Version	Veröffentlichung	Inkrafttreten	Verantwortlich	Anmerkungen
1.0	1. März 2001	1. März 2001	BMWA	Übernahme des Hauptabschnitts D4 „Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit Verteilernetzen“ (1. Ausgabe, 2001)
2.0	17. Dezember 2008	1. Jänner 2009	E-Control	Ersetzt Version 1.0 „Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit Verteilernetzen“ (1. Ausgabe, 2001). Generelle Überarbeitung und Harmonisierung mit dem gültigen Regelwerk.
2.1	10. September 2013	16. September 2013	E-Control	Generelle Überarbeitung
2.2	22. Februar 2016	diese Version tritt nicht in Kraft, siehe Vers. 2.3	E-Control	Behandlung von elektrischen Energiespeichern, Grenzwerte einphasiger Einspeisung, Erweiterung Blindleistungsbereiche, Kleinsterzeugungsanlagen
2.3	1. Juli 2016	1. Juli 2016	E-Control	Ergänzung von Version 2.2 (Anpassung Abbildung 7-1, neu: Fußnote 4 in 7.1.3.5)

Die anzuwendenden technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) stehen auf der Website der Energie-Control Austria ([www.e-control.at](http://www.e-control.at)) zur allgemeinen Verfügung. Verweise auf die TOR verstehen sich somit immer auf die jeweils aktuell geltende Version. Jede Anwendung, Verwendung und Zitation der TOR hat unter diesen Prämissen zu erfolgen. Die auf der Website der Energie-Control Austria befindliche Version gilt als authentische Fassung der TOR.

Die vorliegende Version 2.3 des Teils D4 der TOR tritt mit 1. Juli 2016 in Kraft. Die TOR ist allen Netzzugangsverträgen von neuen, erweiterten oder geänderten Anlagen, die nach dem Inkrafttreten der aktuell geltenden Version abgeschlossen wurden, zu Grunde zu legen. Ausgenommen davon sind jene Netzanschlussanfragen, für die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der aktuell geltenden Version bereits ein Anschlusskonzept vorliegt.

### Für den Inhalt verantwortlich:

Energie-Control Austria  
Rudolfsplatz 13a  
1010 Wien  
Tel: +43-1-24724-0

**Inhaltsangabe:**

<b>Dokumenten-Historie</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Begriffe und Definitionen</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Allgemeines</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Netzanschluss</b> .....	<b>8</b>
4.1 Allgemein.....	8
4.2 Maximal zulässiger Kurzschlussstrom .....	11
4.3 Netzanschluss Niederspannung .....	11
4.4 Netzanschluss Mittelspannung .....	13
<b>5 Schaltstelle</b> .....	<b>13</b>
<b>6 Entkopplungsstelle</b> .....	<b>13</b>
<b>7 Verhalten der Erzeugungsanlage am Verteilernetz</b> .....	<b>15</b>
7.1 Blindleistungsanpassung - Netzstützung .....	15
7.1.1 Statische Spannungshaltung.....	15
7.1.2 Dynamische Netzstützung.....	15
7.1.3 Blindleistung.....	16
7.2 Wirkleistungsanpassung.....	25
7.2.1 Frequenzabhängige Wirkleistungsreduzierung .....	25
7.2.2 Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung.....	26
7.2.3 Betriebsbedingte Wirkleistungsvorgabe .....	28
<b>8 Schutzeinrichtung für die Entkopplungsstelle</b> .....	<b>30</b>
8.1 Aufgabe von Entkopplungsschutzeinrichtungen und Allgemeines.....	30
8.2 Schutzfunktionen für den Entkopplungsschutz .....	32
8.2.1 Spannungsschutzfunktionen .....	32
8.2.2 Frequenzschutz.....	33

8.2.3	Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q_{\rightarrow}$ & $U_{<}$ ).....	33
8.2.4	Erdschlusschutz ( $U_{e>}$ ).....	34
8.2.5	Weitere Schutzfunktionen .....	34
8.3	Einstellwerte für den Entkupplungsschutz .....	34
8.3.1	Entkupplungsschutz von Wechselrichtern mit selbsttätig wirkender Freischaltstelle nach ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712.....	35
8.3.2	Einstellwerte für Entkupplungsschutz im Niederspannungsnetz (ausgenommen Wechselrichter nach 8.3.1).....	36
8.3.3	Einstellwerte für Entkupplungsschutz im Mittelspannungsnetz .....	36
<b>9</b>	<b>Sternpunktbehandlung von Generatoren mit Anschluss an das Niederspannungsnetz .....</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>Zuschaltkontrolleinrichtung und Zuschaltbedingungen .....</b>	<b>38</b>
10.1	Zuschaltkontrolleinrichtungen.....	38
10.2	Zuschaltbedingungen .....	38
<b>11</b>	<b>Netzurückwirkungen (NRW) .....</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>Zählung .....</b>	<b>40</b>
<b>13</b>	<b>Betrieb.....</b>	<b>40</b>
13.1	Betriebsführung und Informationsaustausch .....	40
13.2	Inbetriebsetzung, erstmaliger Parallelbetrieb, Erst- und Wiederholungsprüfungen .....	41
13.3	Betrieb von Netzersatzanlagen .....	42
<b>14</b>	<b>Anhang A .....</b>	<b>43</b>

## 1 Einführung

Diese technischen Regeln gelten für alle Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie (in der Folge "*Erzeugungsanlagen*" genannt), wenn diese parallel mit öffentlichen Nieder- oder Mittelspannungsnetzen betrieben werden können.

Für den Parallelbetrieb mit Netzen  $\geq 110$  kV ist TOR Teil B anzuwenden. Für *Kraftwerks-parks* (Photovoltaik, Wind etc.) mit einer Anschlussleistung von 1 MVA bis maximal 50 MVA sind nur die Anforderungen der TOR D4 für die Mittelspannung anzuwenden, auch wenn die Übergabe an das öffentliche Netz mit einer Spannung von  $\geq 110$  kV erfolgt.

Die elektrische Energie kann von Synchrongeneratoren, Asynchrongeneratoren und allen Arten von Gleichstromquellen erzeugt werden. Die Einspeisung in das Netz kann entweder direkt über Transformatoren oder über Wechselrichter/*Umrichter* erfolgen.

Beim Anschluss von *Erzeugungsanlagen* an ein im Eigentum des *Netzbenutzers* stehendes Netz (z.B. internes Netz eines Industrieunternehmens) oder an eine eigene Transformatorstation gelten die Bestimmungen sinngemäß.

Hinsichtlich Photovoltaikanlagen ist zusätzlich ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 [17] und allgemein für den Anschluss von Klein-Generatoren an das öffentliche Niederspannungsnetz ÖVE/ÖNORM EN 50438 [27] anzuwenden.

## 2 Begriffe und Definitionen

Die in diesem Hauptabschnitt D4 der technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) verwendeten Begriffe, Definitionen und Quellenverweise sind im Teil A „Allgemeines, Begriffserklärungen, Quellenverweise“ der TOR gesammelt enthalten.

## 3 Allgemeines

Diese technischen Regeln geben einen allgemeinen Rahmen für den Parallelbetrieb von *Erzeugungsanlagen* mit *Verteilernetzen* vor. Technische Besonderheiten des Netzbetriebes können in Einzelfällen jedoch zusätzliche Spezifikationen und Maßnahmen erforderlich machen, welche vom *Netzbetreiber* festzulegen und schriftlich zu begründen sind. Dies betrifft neu zu errichtende *Erzeugungsanlagen* bzw. wesentliche Änderungen

und wesentliche Erweiterungen an bestehenden *Erzeugungsanlagen* und der allenfalls bestehenden Verträge.

Bei wesentlichen Änderungen oder wesentlichen Erweiterungen der Erzeugungsanlage gilt folgendes: Wird eine Erzeugungseinheit oder zumindest der Generator einer bestehenden Erzeugungsanlage unverändert weiter verwendet, müssen die Anforderungen der Kapitel 7.1.2 (Dynamische Netzstützung) und 7.1.3 (Blindleistung) der TOR D4 in der vorliegenden Fassung für diese nicht eingehalten werden. Diesbezüglich gelten die bestehenden Anforderungen weiter, bis die Erzeugungseinheit oder der Generator getauscht werden. Wird die Erzeugungsanlage um eine oder mehrere Erzeugungseinheiten erweitert, müssen diese zusätzlichen Erzeugungseinheiten die Anforderungen der Kapitel 7.1.2 (Dynamische Netzstützung) und 7.1.3 (Blindleistung) der TOR D4 idgF einhalten. In Ausnahmefällen kann der Netzbetreiber die Erfüllung der Anforderungen der TOR D4 in der geltenden Fassung für die gesamte Erzeugungsanlage fordern, wenn er einen konkreten netztechnischen Bedarf nachweist.

Die Betriebsweise der *Erzeugungsanlage(n)* muss so konzipiert sein, dass sowohl die Sicherheit von Personen und Sachen, die Aufgaben des *Netzbetreibers* gegenüber *Netzbennutzern* als auch die Sicherheit des Betriebes der *Erzeugungsanlage* und des Verteilernetzes gewährleistet ist und bleibt.

Für ausgewählte *Erzeugungsanlagen*, die an Netzwiederaufbaukonzepten beteiligt sind, werden darüber hinausgehende gesonderte Bedingungen für den Parallelbetrieb in entsprechenden Verträgen festgelegt.

*Elektrische Energiespeicher* sind in ihrer Wirkung auf das *Verteilernetz* grundsätzlich auch wie *Erzeugungsanlagen* zu werten. Sofern nicht ausdrücklich anders bestimmt, gelten für sie die Bestimmungen der TOR, die sich auf *Erzeugungsanlagen* beziehen, gleichermaßen.

*Anmerkung: Elektrische Energiespeicher können in folgenden Betriebsweisen operieren*

1. *Speicherung von Energie durch Speicher im netzgekoppelten Betrieb (Einspeicherung von Erzeugungsüberschuss in der Kundenanlage)*
2. *Lieferung von Energie an die Verbraucher in der Kundenanlage im netzgekoppelten Betrieb (teilweise Lastabdeckung bei Erzeugungsdefizit in der Kundenanlage)*

3. *Speicherung von Energie durch Speicher bei Netztrennung (Erzeugungsüberschuss bei Inselbetrieb)*
4. *Lieferung von Energie an die Verbraucher bei Netztrennung (Erzeugungsdefizit bei Inselbetrieb)*
5. *Speicherung von Energie aus dem Verteilernetz*
6. *Einspeisung von Energie in das Verteilernetz*

#### Ausnahmen für Kleinsterzeugungsanlagen:

Für eine oder mehrere *Erzeugungsanlagen*, deren Nennscheinleistung in Summe 0,6 kVA pro Kundenanlage nicht übersteigt (in Folge: *Kleinsterzeugungsanlagen*), gelten die nachfolgend angeführten besonderen Bestimmungen:

- *Kleinsterzeugungsanlagen* sind von der Anwendung der Kapitel 4, 5, 9, 12 und 13 der TOR D4 ausgenommen.
- *Kleinsterzeugungsanlagen* sind von der Anwendung aller Teile des Kapitels 7 der TOR D4, abgesehen von 7.2.1 (Frequenzabhängige Wirkleistungsreduzierung), ausgenommen.
- *Kleinsterzeugungsanlagen* sind von der Anwendung des Kapitels 11 ausgenommen, die Grenzwerte bezüglich Störemissionen gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-2 [1] und ÖVE/ÖNORM EN 61000-3-3+A1+A2 [2] sind aber jedenfalls einzuhalten.
- Kleinsterzeugungsanlagen müssen über eine *Entkopplungsstelle* entsprechend Kapitel 6 TOR D4 verfügen.
- *Kleinsterzeugungsanlagen* sind mit einem festen  $\cos\varphi = 1$  zu betreiben.
- Es ist mit dem Netzbetreiber abzustimmen, dass die korrekte Erfassung des Energiebezuges einer Kundenanlage nicht beeinträchtigt wird.
- Spätestens zwei Wochen vor Inbetriebnahme ist dazu der *Netzbetreiber* schriftlich zu verständigen.

## 4 Netzanschluss

### 4.1 Allgemein

Der Parallelbetrieb einer *Erzeugungsanlage* erfordert den Abschluss eines Netzzugangsvertrages mit dem *Netzbetreiber*.

Vor Beginn einer detaillierten Projektierung einer *Erzeugungsanlage* und ihres Anschlusses ist unbedingt mit dem *Netzbetreiber* Kontakt aufzunehmen.

Für die Erarbeitung des Angebotes und die Beurteilung des *Netzanschlusses* sind dem *Netzbetreiber* vollständige und für die Beurteilung notwendige Unterlagen zur Verfügung zu stellen. Hierzu zählen jedenfalls:

- Lageplan, aus dem die Bezeichnungen und die Grenzen des Grundstückes sowie der Aufstellort hervorgehen;
- einpolige Darstellung der elektrischen Einrichtungen und Angaben über die technischen Daten der eingesetzten *Betriebsmittel*;
- Engpassleistung (allenfalls aller *Erzeugungsanlagen*, bzw.  $\text{kW}_{\text{peak}}$ );
- geplante Betriebsweise der *Erzeugungsanlage*;
- Beschreibung des vorgesehenen Schutzkonzeptes mit Angaben über Schutzfunktionen und Einstellwerte.

Geplante technische Änderungen an einer *Erzeugungsanlage* oder geplante Veränderungen der Betriebsweise sind mit dem *Netzbetreiber* in Hinblick auf eine erneute Beurteilung des *Netzanschlusses*, der zu erwartenden Beeinflussung des umgebenden *Netzes* und der Auswirkungen auf den Netzbetrieb vor Ausführung als Änderung des Netzzugangsvertrages abzustimmen.

Mehrere verteilte *Erzeugungsanlagen*, die über einen *Verknüpfungspunkt* an das *Verteilernetz* angeschlossen werden (*Kraftwerkspark*), gelten für die Beurteilung als eine *Erzeugungsanlage*.

Werden mehrere *Erzeugungsanlagen* mit Speichern oder nur Speicher an einem *Verknüpfungspunkt* angeschlossen, sind diese immer in ihrer Gesamtwirkung zu betrachten. Die maximalen Einspeiseleistungen der Einheiten werden wie folgt berücksichtigt: Es wird die maximale Bemessungsleistung der Gesamtanordnung (*Erzeugungs-*



*anlagen, elektrische Energiespeicher*) angesetzt, wie sie gemäß dem vom Anlagenbetreiber vorgesehenen Betriebskonzept im Netz wirksam werden kann (kumulierte netzwirksame Bemessungsleistung).<sup>1</sup>

Die vereinbarte maximale Einspeiseleistung am *Verknüpfungspunkt* ist immer einzuhalten. Mit dem *Netzbetreiber* ist zu klären, ob mit den vorhandenen oder vorgesehenen Messeinrichtungen die Anforderungen an Abrechnungsmessungen und Bilanzierungen auch bei geändertem Betriebsverhalten erfüllt werden (korrekte Zählung des Energieflusses).

Der *Netzanschlusspunkt* und der *Verknüpfungspunkt* werden unter Berücksichtigung der gegebenen Netzverhältnisse, der Einspeiseleistung und der mit dem zukünftigen Betreiber abgestimmten Betriebsweise der *Erzeugungsanlage* vom *Netzbetreiber* festgelegt. Damit soll unter anderem sichergestellt werden, dass die *Erzeugungsanlage* keine unzulässigen *Netzurückwirkungen* verursacht (siehe Kapitel 11 und TOR Hauptabschnitt D2).

Der *Netzbetreiber* erstellt entsprechend den Allgemeinen Bedingungen auf der Grundlage der vorgelegten vollständigen Unterlagen ein technisch geeignetes Anschlusskonzept. Alternativen können im Rahmen eines Planungsauftrages gesondert analysiert werden.

Netzanschlussanfragen unterliegen hinsichtlich ihrer Gültigkeit grundsätzlich einer zu vereinbarenden zeitlichen Frist, beginnend ab dem Zeitpunkt der Angebotslegung durch den *Netzbetreiber* (z.B. 6 Monate).

Die zulässige Einspeiseleistung am Netzanschlusspunkt wird nach Stellung des Netzanschlussantrages des *Netzbetreibers* als Ergebnis der Netzanschlussprüfung festgelegt und darf nicht überschritten werden.

Im Anschlusskonzept werden vom *Netzbetreiber* alle notwendigen technischen Daten, die für den *Netzanschluss* relevant sind, bereitgestellt. Diese Daten sind z.B.:

- zu erwartende minimale und maximale dreipolige (*Netz-*)*Kurzschlussleistung*;
- die vereinbarte *Versorgungsspannung*  $U_C$ , bzw. die *Nennspannung*  $U_n$ ;

---

<sup>1</sup> Sollte somit ein Speicher z.B. zwecks Eigenverbrauchsmaximierung so gesteuert werden, dass dieser nicht ins Netz einspeist, so gilt die maximale Bemessungsleistung der vorhandenen *Erzeugungsanlage(n)* als maximale Einspeiseleistung (d.h. die Leistung des Speichers ist dann nicht mehr zu addieren).

- in Mittelspannungsnetzen die zu erwartende niedrigste und höchste Betriebsspannung;
- zulässige *Netzurückwirkungen* der *Erzeugungsanlage*;
- maximal zulässige *Einspeiseleistung (Wirkleistung)* (nur wenn die beantragte Einspeiseleistung nicht möglich ist);
- Blindleistungsbereich und Blindleistungsregelkonzept.

Im Zuge der Anschlussbeurteilung werden je nach Bedarf folgende Aspekte des Parallelbetriebes zwischen *Netzbetreiber* und Netzbenutzer abgestimmt und im Netzzugangsvertrag im notwendigen Umfang vereinbart:

- Angaben zur Sternpunktbehandlung und zur allenfalls erforderlichen Beteiligung an einer Erdschlussstrom-Kompensation;
- Schutzkonzept;
- Blindleistungsbereich und Blindleistungsregelstrategie;
- Erzeugungsmanagement (Wirkleistungsanpassung);
- Zuschaltbedingungen;
- Angaben zur notwendigen Mess-, Zähl- und Informationstechnik. z.B. Kommunikationsschnittstelle zur Blind- und Wirkleistungsvorgabe.

Bei der Netzanschlussbeurteilung von *Erzeugungsanlagen* muss auf Grund der Betriebsweise die Dauerstrombelastung berücksichtigt werden, dies gilt insbesondere für die Dimensionierung sämtlicher *Betriebsmittel*.

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

Dies können z.B sein:

- *Netzanschlusspunkt* mit höherer (Netz-) *Kurzschlussleistung*  $S_{KV}$
- Erhöhung der (Netz-) *Kurzschlussleistung*  $S_{KV}$  durch netztechnische Maßnahmen

## 4.2 Maximal zulässiger Kurzschlussstrom

Durch den Betrieb einer *Erzeugungsanlage* wird der Netzkurzschlussstrom, insbesondere in der Umgebung des *Netzanschlusspunktes*, um den Kurzschlussstrom der *Erzeugungsanlage* erhöht. Die Angabe der zu erwartenden Kurzschlussströme der *Erzeugungsanlage* am *Netzanschlusspunkt* hat daher mit dem Antrag zum Netzanschluss zu erfolgen.

Überschlägig können zur Ermittlung des Kurzschlussstrombeitrages einer *Erzeugungsanlage* folgende Werte angenommen werden:

- bei Synchrongeneratoren das 8-fache des Bemessungsstroms;
- bei Asynchrongeneratoren und doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren das sechsfache des Bemessungsstromes;
- bei Erzeugungsanlagen mit Wechselrichtern der *Umrichter-Nennstrom*.

Wird durch die *Erzeugungsanlage* der Kurzschlussstrom im *Verteilernetz* über den definierten *Bemessungswert* der *Betriebsmittel* erhöht, so sind zwischen *Netzbetreiber* und Anlagenbetreiber der *Erzeugungsanlage* geeignete Maßnahmen (z.B. Kurzschlussstrombegrenzung, Anlagenverstärkung) festzulegen.

## 4.3 Netzanschluss Niederspannung

*Erzeugungsanlagen* für den Parallelbetrieb sind fest an das *Verteilernetz* anzuschließen und mit einer entsprechenden *Schalt- und Entkupplungsstelle* auszurüsten.

Die Einspeisung über eine berührungssichere Steckverbindung ist zulässig, wenn die Anlage insgesamt ausdrücklich für eine derartige Verwendung zugelassen ist.

Die Bedingungen für den Parallelbetrieb von *Erzeugungsanlagen* (z.B. *Schalt- und Entkupplungsstelle*, Schutzeinrichtungen, Zählung) sind einzuhalten.

Ersatzstromversorgungen, die auch nur kurzzeitig im Parallelbetrieb sind, müssen wie *Erzeugungsanlagen* für den Parallelbetrieb ausgeführt werden.

Um Unsymmetrien zu begrenzen, sind *Erzeugungsanlagen* einschließlich allfälliger elektrischer Energiespeicher grundsätzlich als symmetrische dreiphasige Drehstromanlagen auszulegen und an das Netz anzuschließen.

Unter Berücksichtigung einer maximalen Unsymmetrie von 3,68 kVA können Erzeugungsanlagen auch einphasig an das Verteilernetz angeschlossen werden. Somit können maximal 3 x 3,68 kVA einphasig (verteilt auf die drei Außenleiter) angeschlossen werden.

Wenn durch eine kommunikative Kopplung zwischen einphasigen *Erzeugungseinheiten* eine symmetrische Einspeisung der *Erzeugungseinheiten* in die einzelnen Außenleiter des Drehstromnetzes sichergestellt wird, ist die *Erzeugungsanlage* wie eine symmetrische Drehstromeinspeisung zu betrachten.

Werden *Erzeugungsanlagen* mit elektrischen Energiespeichern kombiniert, gilt Folgendes:

Bei Verwendung gleichstromgekoppelter Systeme (elektrischer Energiespeicher gemeinsam mit Gleichstromerzeugungsanlage am selben Wechselrichter angeschlossen) dürfen ebenfalls bis zu drei einphasige Wechselrichter mit je maximal 3,68 kVA an die drei Außenleiter angeschlossen werden.

Beim Einsatz wechselstromgekoppelter Systeme (elektrischer Energiespeicher inklusive Wechselrichter und *Erzeugungsanlage* wechselstromseitig angeschlossen) gilt zur Vermeidung unzulässiger Unsymmetrien im Netz folgende Fallunterscheidung:

- Fall 1: Einphasige Einspeisung, einphasiger Speicher

Da Speichersysteme in der Regel zur Eigenverbrauchsmaximierung eingesetzt werden, wird bei derzeitigem Stand davon ausgegangen, dass die Speicher nicht ins Netz rückspeisen. Zum Erreichen minimaler Unsymmetrie sind in diesem Fall *Erzeugungsanlage* und Wechselrichter des elektrischen Energiespeichers an derselben Phase anzuschließen.

- Fall 2: Einphasige Einspeisung, dreiphasiger Speicher oder umgekehrt

Die Scheinleistung eines einphasig angeschlossenen Wechselrichters, eines elektrischen Energiespeichers oder einer einphasig angeschlossenen *Erzeugungseinheit* darf 3,68 kVA betragen und es dürfen maximal 3 einphasige Geräte aufgeteilt auf die drei Phasen angeschlossen werden.

- Fall 3: dreiphasige Einspeisung, dreiphasiger Speicher

Der zulässige Unsymmetriegrad gemäß TOR D2 des AC-gekoppelten Systems ist mit einem Wert von  $k_U=0,7\%$  begrenzt.

#### 4.4 Netzanschluss Mittelspannung

Die maximale Leistung, bis zu der ein Anschluss an das Niederspannungsnetz erfolgen kann und ab der ein Anschluss an das Mittelspannungsnetz erforderlich ist, sowie die maximale Leistung, bis zu der ein Anschluss an das Mittelspannungsnetz möglich ist, hängen von der Einspeiseleistung der *Erzeugungsanlage* sowie von den Netzverhältnissen (z.B. (Netz-)Kurzschlussleistung) ab.

Details über den technisch möglichen Netzanschlusspunkt werden dem *Netzbetreiber* schriftlich bekannt gegeben.

### 5 Schaltstelle

Aus Gründen der Betriebsführung und Personensicherheit muss eine für den *Netzbetreiber* jederzeit zugängliche *Schaltstelle* mit Trennfunktion und Lastschaltvermögen vorhanden sein. Sie dient der Einhaltung der fünf Sicherheitsregeln gemäß ÖVE EN 50110-1 [18] und kann mit der *Entkupplungsstelle* (siehe Kapitel 6) identisch sein.

Die *Schaltstelle* kann in Niederspannungsnetzen (400/230 V) entfallen, wenn Wechselrichter mit einer Nennscheinleistung (kumulierte netzwirksame Bemessungsleistung am *Netzanschlusspunkt* eines *Netzbetreibers*) von maximal 30 kVA mit einer selbsttätig wirkenden *Freischaltstelle* (Einrichtung zur Netzüberwachung mit jeweils zugeordneten Schalteinrichtungen) gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 [17] ausgerüstet sind.

### 6 Entkupplungsstelle

Für die Verbindung der *Erzeugungsanlage* mit dem *Netz* oder mit der übrigen *Anlage des Netzbetreibers* muss ein Entkupplungsschalter eingesetzt werden. Diese *Entkupplungsstelle* sichert eine allpolige galvanische Trennung der *Erzeugungsanlage* vom *Netz*. Sofern kein *Inselbetrieb* vorgesehen ist, kann dafür die Schaltvorrichtung des Generators (Generatorschalter) verwendet werden. Eine selbsttätig wirkende *Freischaltstelle* (Einrichtungen zur Netzüberwachung mit jeweils zugeordneten Schalteinrichtungen) gemäß ÖVE/ ÖNORM E8001-4-712 [17] gilt bis zu einer maximalen Nennscheinleistung von 30 kVA (kumulierte netzwirksame Bemessungsleistung) je *Netzanschlusspunkt* eines *Netzbetreibers* als *Entkupplungsstelle*. Bei einer Nennscheinleistung >30 kVA ist ein zentraler Netzentkupplungsschutz einzubauen, der auf einen zentralen oder mehrere dezentrale Kupplungsschalter wirkt.

Die *Entkupplungsstelle* ist im Einvernehmen mit dem *Netzbetreiber* festzulegen und kann auf der *Nieder-* oder *Mittelspannungsseite* vorgesehen werden.

Die Schalteinrichtung der *Entkupplungsstelle* muss im Störfall elektrisch unverzögert auslösbar sein und eine allpolige Abschaltung bewirken. Bei inselbetriebsfähigen *Erzeugungsanlagen*, die an das Niederspannungsnetz des *Netzbetreibers* angeschlossen sind, kann eine vierpolige Abschaltung notwendig sein und vom *Netzbetreiber* gefordert werden. In diesem Fall sind die Sicherheitsvorschriften für die Trennung und Erdung eines PEN-Leiters besonders zu beachten.

Die Schalteinrichtung der *Entkupplungsstelle* muss mindestens Lastschaltvermögen haben und für die maximal abzuschaltende *Kurzschlussleistung* ausgelegt sein.

*Anmerkung: Die maximal zu erwartende Kurzschlussleistung hängt vom Netz und der Erzeugungsanlage ab.*

Wenn Sicherungen als Kurzschlussschutz eingesetzt werden, ist das Schaltvermögen der Schalteinrichtung mindestens gemäß dem Ansprechbereich der vorgeschalteten Sicherung zu bemessen. Die Schalteinrichtung muss aber für die Zuschaltung der *Erzeugungsanlage* und zur Abschaltung der maximalen Erzeugungslast geeignet sein.

Die Funktion der Schaltgeräte der *Entkupplungsstelle* muss überprüfbar sein.

## 7 Verhalten der Erzeugungsanlage am Verteilernetz

### 7.1 Blindleistungsanpassung - Netzstützung

Bei der Netzstützung wird zwischen statischer und dynamischer Netzstützung unterschieden.

#### 7.1.1 Statische Spannungshaltung

Unter statischer *Spannungshaltung* ist das Blindleistungsverhalten bei langsamen *Spannungsänderungen* zu verstehen.

*Erzeugungsanlagen* müssen sich generell an der statischen *Spannungshaltung* im Netz des *Netzbetreibers* beteiligen können.

Sollwerte und Kennlinien für die Netzstützung werden vom *Netzbetreiber* vorgegeben. Die Einhaltung dieser Vorgaben erfolgt durch automatische Regeleinrichtungen in der *Erzeugungsanlage*.

Für den Nachweis des Regelverhaltens können seitens des *Netzbetreibers* entsprechende Aufzeichnungen vom Anlagenbetreiber verlangt werden.

#### 7.1.2 Dynamische Netzstützung

##### 7.1.2.1 Einspeisung ins Mittelspannungsnetz

Unter dynamischer Netzstützung ist die *Spannungshaltung* bei Spannungseinbrüchen im Hoch- und Höchstspannungsnetz zu verstehen, um eine ungewollte Abschaltung großer Einspeiseleistungen und damit Netzzusammenbrüche zu verhindern.

Im Hinblick auf die stark steigende Anzahl im Mittelspannungsnetz anzuschließender *Erzeugungsanlagen* wird die Einbeziehung dieser Anlagen zur dynamischen Netzstützung immer bedeutsamer. Daher müssen sich diese *Erzeugungsanlagen* generell an der dynamischen Netzstützung beteiligen können.

Dies bedeutet, dass *Erzeugungsanlagen* technisch dazu in der Lage sein müssen:

- sich bei Fehlern im Netz nicht vom Netz zu trennen;
- während eines Netzfehlers die Netzspannung durch Einspeisung eines Blindstromes in das Netz zu stützen;

- nach Fehlerklärung dem Mittelspannungsnetz nicht mehr induktive *Blindleistung* zu entnehmen als vor dem Fehler.

Diese Anforderungen gelten für alle Kurzschlussarten (ein-, zwei- und dreipolig).

- Für die dynamische Netzstützung sind folgende Anforderungen einzuhalten: Bei Spannungseinbrüchen auf Werte bis zu 30% der vereinbarten *Versorgungsspannung*  $U_c$  am *Netzanschlusspunkt* muss die *Erzeugungsanlage* bis zu 700 ms am *Verteilernetz* bleiben. Für *Erzeugungsanlagen* mit Verbrennungskraftmaschinen kann es aus technischen Gründen notwendig sein, die Zeit auf 150 ms zu beschränken.
- Bei Spannungseinbrüchen auf Werte unter 30%  $U_c$  mit einer Dauer von  $\leq 150$  ms muss die *Erzeugungsanlage* am *Verteilernetz* bleiben. Bei *Erzeugungsanlagen* mit Verbrennungskraftmaschinen kann es aus technischen Gründen notwendig sein eine unverzögerte Trennung vorzunehmen.

Erfolgt die Einspeisung in ein *Verteilernetz* mit automatischer Wiedereinschaltung (AWE), dann muss die Netzentkupplung innerhalb der AWE-Pausenzeit erfolgen.

*Anlagen von Netzbenutzern mit Erzeugungsanlagen*, die bei Störungen im vorgelagerten *Netz* zur Deckung des eigenen Energiebedarfes in den *Inselbetrieb* gehen, müssen sich bis zur Trennung vom Mittelspannungsnetz des *Netzbetreibers* an der Netzstützung beteiligen. Ein vom *Netzbenutzer* in seiner Anlage vorgesehener *Inselbetrieb* ist im Rahmen der Antragstellung mit dem *Netzbetreiber* abzustimmen.

### 7.1.2.2 Einspeisung ins Niederspannungsnetz

Erzeugungsanlagen, die bereits die Fähigkeit für dynamische Netzstützung implementiert haben (z.B. manche Wechselrichter), sollen bei Vorgabe durch den Netzbetreiber im Bereich ihrer Möglichkeiten ebenfalls dafür eingestellt werden. Gegebenenfalls sind die Schutzeinstellungen des Entkupplungsschutzes anzupassen.

### 7.1.3 Blindleistung

*Erzeugungsanlagen* müssen unabhängig von der Anzahl der einspeisenden Phasen unter normalen stationären Betriebsbedingungen im folgenden Blindleistungsbereich betrieben werden können (nachfolgende Grafiken im Erzeugerzählpeilsystem EZS):



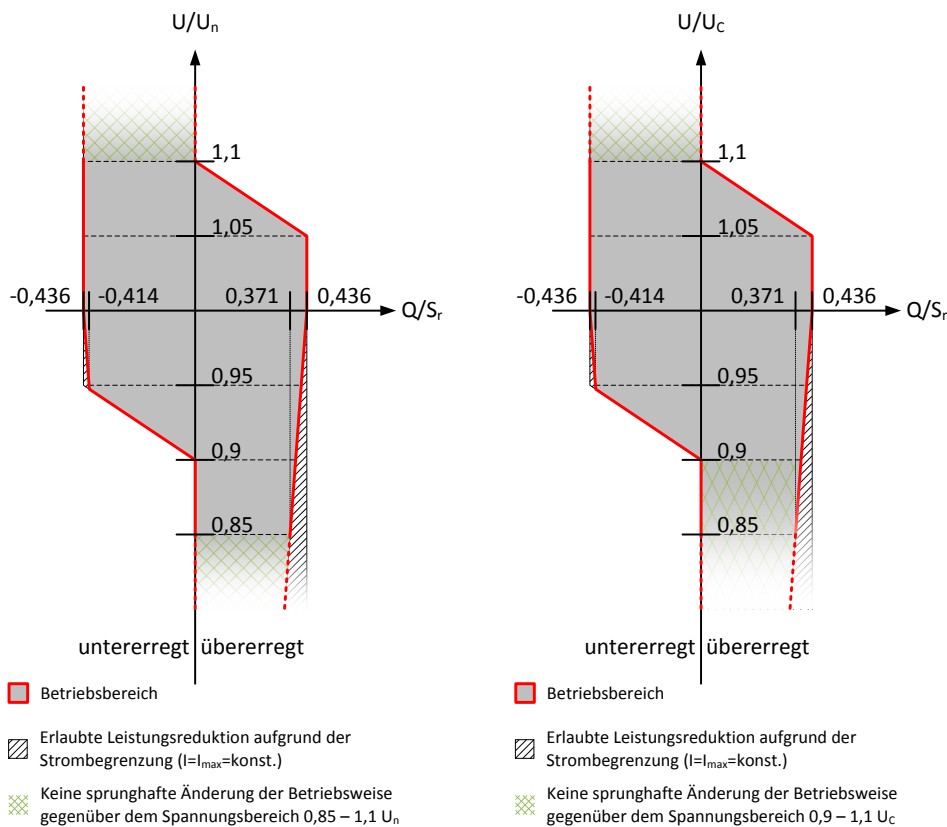


Abbildung 7-1: Blindleistungsbereich (links Darstellung für die Niederspannung  $U/U_n$ , rechts für die Mittelspannung  $U/U_c$  bezogen auf einen Leistungsfaktor 0,9 bei Nennscheinleistung  $S_r$  mit Blindleistung  $Q=0,436 S_r$ )

Die Erfüllung der Blindleistungsanforderungen hat Vorrang gegenüber der Wirkleistungseinspeisung.

Die Messstelle für die Umsetzung der Blindleistungsanforderungen ist, sofern nicht zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber abweichend vereinbart für die Niederspannungsebene die Generatorklemme bzw. der Anschlusspunkt des Wechselrichters und für die Mittelspannungsebene die Übergabestelle.

### 7.1.3.1 Umrichterbasierte Erzeugungsanlagen $S_r \leq 3,68 \text{ kVA}$

Blindleistungsbereich von  $\cos\varphi=0,90$  untererregt bis 0,90 übererregt ( $Q_{\max}=43,6\% S_r$ )

Blindleistungsregelstrategie gemäß Vorgabe durch den *Netzbetreiber*.

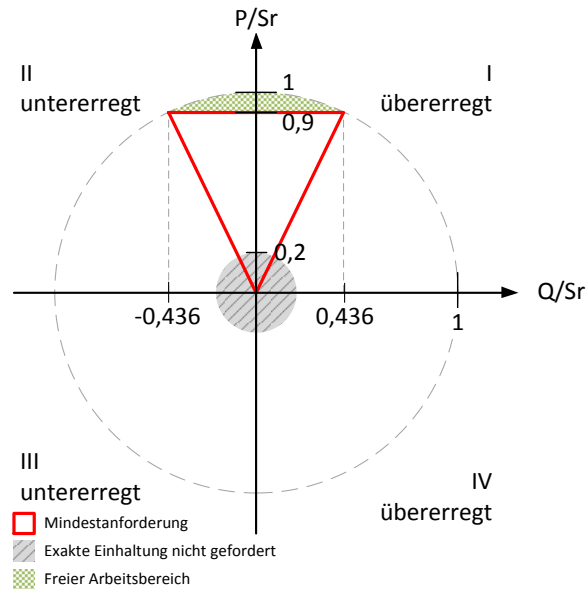


Abbildung:7-2 Blindleistungsbereich für Erzeugungsanlagen mit Wechselrichtern  $\leq 3,68$  kVA

Die *Blindleistung* der *Erzeugungsanlage* muss innerhalb des Blindleistungsbereichs frei einstellbar sein und einer vom *Netzbetreiber* vorgegebenen Regelstrategie folgen können. Im Arbeitsbereich  $S < 0,2 S_r$  wird die exakte Einhaltung nicht gefordert (grauer Innenkreis).

### 7.1.3.2 Umrichterbasierte Erzeugungsanlagen $S_r > 3,68$ kVA

Blindleistungsbereiche:

		$Q_{\max}/S_r$	$\cos\varphi$ bei $Q_{\max}$ und $S_r$
Anschluss im Niederspannungsnetz		$\pm 43,6\%$	0,90 (untererregt/übererregt)
Anschluss im Mittelspannungsnetz bei $P \geq 20\% S_r^*$	I	-43,6% bis +31,2%	0,90 untererregt bis 0,95 übererregt
	II	<b><math>\pm 38,0\%</math></b>	<b>0,925 (untererregt/übererregt)</b>
	III	-31,2% bis +43,6%	0,95 untererregt bis 0,90 übererregt

\* Bei Anschluss im Mittelspannungsnetz ist der Blindleistungsbereich II laut Tabelle gefordert. Bei begründeten lokalen Anforderungen kann vom *Netzbetreiber* stattdessen auch Blindleistungsbereich I oder III gefordert werden.

Die *Blindleistung* der *Erzeugungsanlage* muss innerhalb des Blindleistungsbereichs frei einstellbar sein und einer vom *Netzbetreiber* vorgegebenen Regelstrategie folgen können.

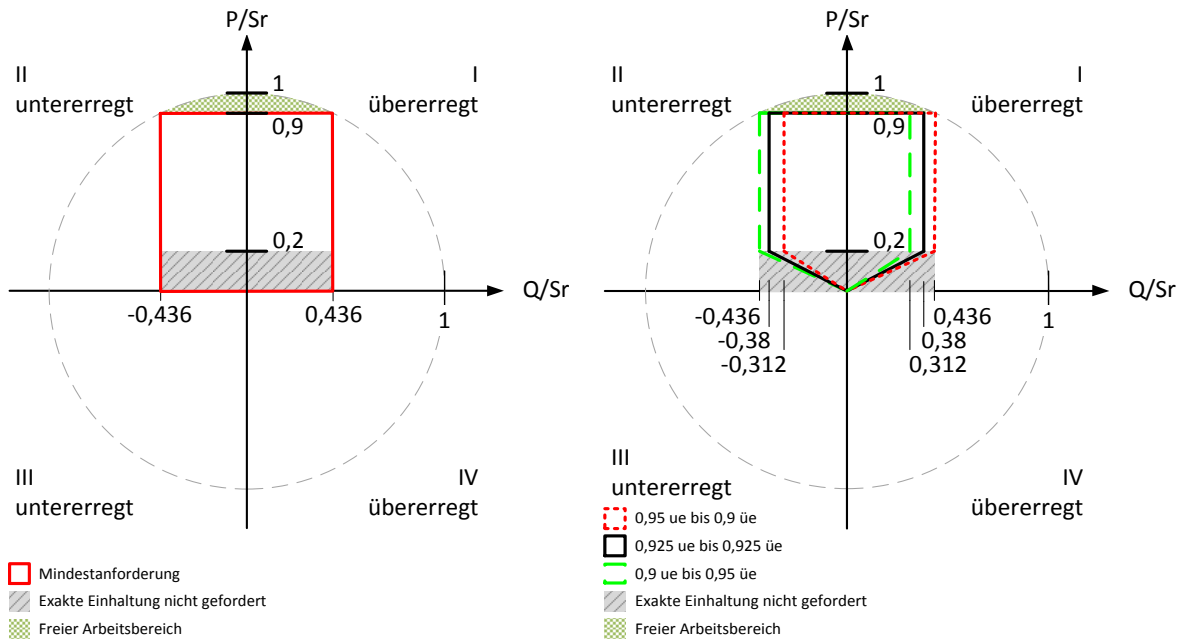


Abbildung 7-3: Blindleistungsbereich für *Erzeugungsanlagen* mit Wechselrichtern >3,68 kVA bei Anschluss im Niederspannungsnetz (links) und im Mittelspannungsnetz (rechts)

Im Arbeitsbereich  $P < 0,2$  Sr wird die exakte Einhaltung der Vorgaben nicht gefordert (schraffierter Bereich in Abb. 7-3).

### 7.1.3.3 Erzeugungsanlagen ohne Umrichter $S_r \leq 3,68$ kVA

Blindleistungsbereich von  $\cos\phi = 0,95$  untererregt bis 0,95 übererregt ( $Q_{\max} = 31,2\% S_r$ )

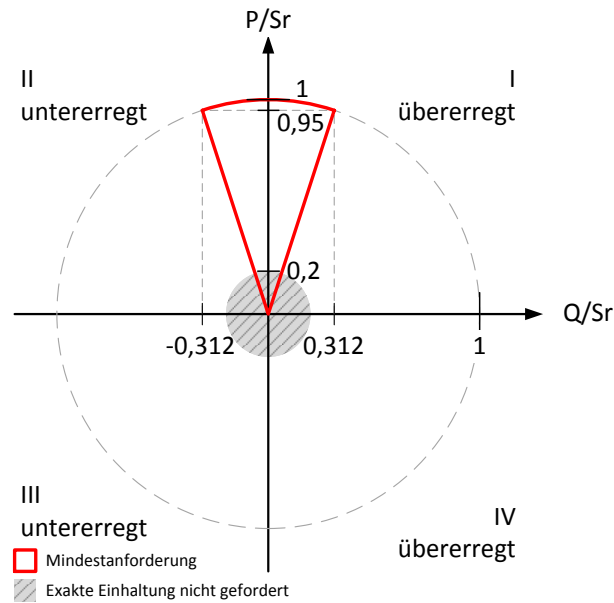


Abbildung 7-4: Blindleistungsbereich für Erzeugungsanlagen ohne Umrichter  $\leq 3,68$  kVA

Ein fixer Leistungsfaktor der *Erzeugungsanlage* muss innerhalb des Blindleistungsbereiches gemäß der Vorgabe durch den *Netzbetreiber* einstellbar sein. Im Bereich  $S < 0,2 S_r$  wird die exakte Einhaltung nicht gefordert (grauer Innenkreis).

### 7.1.3.4 Erzeugungsanlagen ohne Umrichter $S_r > 3,68$ kVA

Blindleistungsbereiche:

		$Q_{\max}/S_r$	$\cos\phi$ bei $Q_{\max}$ und $S_r$
Anschluss im Niederspannungsnetz		$\pm 43,6\%$	0,90 (untererregt/übererregt)
Anschluss im Mittelspannungsnetz bei $P \geq 20\% S_r^*$	I	-43,6% bis +31,2%	0,90 untererregt bis 0,95 übererregt
	II	<b><math>\pm 38,0\%</math></b>	<b>0,925 (untererregt/übererregt)</b>
	III	-31,2% bis +43,6%	0,95 untererregt bis 0,90 übererregt

\* Bei Anschluss im Mittelspannungsnetz ist der Bereich II laut Tabelle gefordert. Bei begründeten lokalen Anforderungen kann vom *Netzbetreiber* stattdessen auch Bereich I oder III gefordert werden

Die *Blindleistung* der *Erzeugungsanlage* muss innerhalb des Blindleistungsbereichs frei einstellbar sein und einer vom *Netzbetreiber* vorgegebenen Regelstrategie folgen können. Im Arbeitsbereich  $P < 0,2S_r$  wird die exakte Einhaltung nicht gefordert (schraffierter Bereich in Abbildung 7-5).

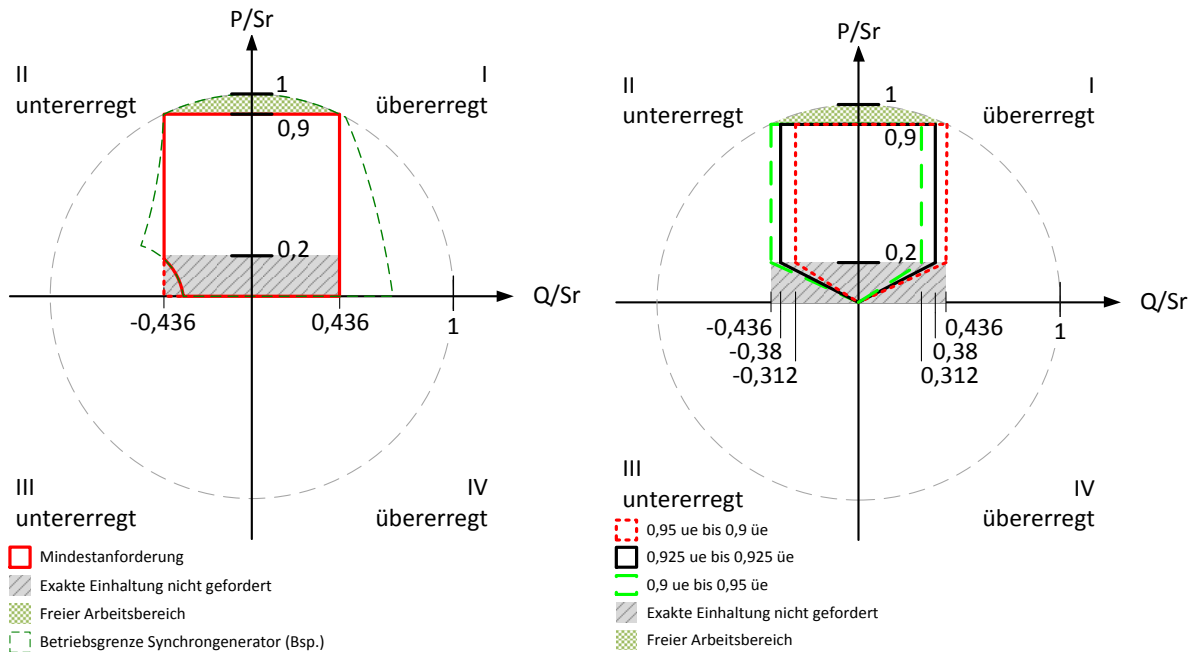


Abbildung 7-5: Blindleistungsbereich für *Erzeugungsanlagen* ohne *Umrichter* >3,68 kVA bei Anschluss im Niederspannungsnetz (links) und im Mittelspannungsnetz (rechts)

Für *Erzeugungsanlagen* mit Synchrongeneratoren besteht die Möglichkeit einer weiteren Einschränkung des Blindleistungsbereiches, wenn Wertebereiche (beispielsweise unter die minimale Erregungsgrenze) wegen der Grenzen im PQ-Diagramm nachweislich nicht angefahren werden können. Diese unzulässigen Betriebsbereiche werden aus dem Blindleistungsbereich gemäß Abb. 7-5 ausgespart. Die Grundausslegung der Synchronmaschine hat jedoch immer auf den Leistungsfaktor laut obenstehender Tabelle zu erfolgen.

### 7.1.3.5 Blindleistung bei Einspeisung in das Niederspannungsnetz

Art und Sollwerte der Blindleistungseinstellung sind abhängig von den Netzgegebenheiten und können deshalb vom *Netzbetreiber* innerhalb des Blindleistungsbereiches individuell in Form eines konstanten Werts oder einer Kennlinie vorgegeben werden. Weiters kann eine Online-Sollwertvorgabe bei Anlagen mit einer Bemessungsscheinleistung >100 kVA vorgeschrieben werden. Für den Fall der Online-Sollwertvorgabe sind die jeweils neuen Vorgaben für den Arbeitspunkt des Blindleistungsaustausches spätestens nach einer Minute an der Messstelle zu realisieren.

Für *Erzeugungsanlagen* kann eine der nachstehenden Blindleistungsregelstrategien vorgegeben werden:

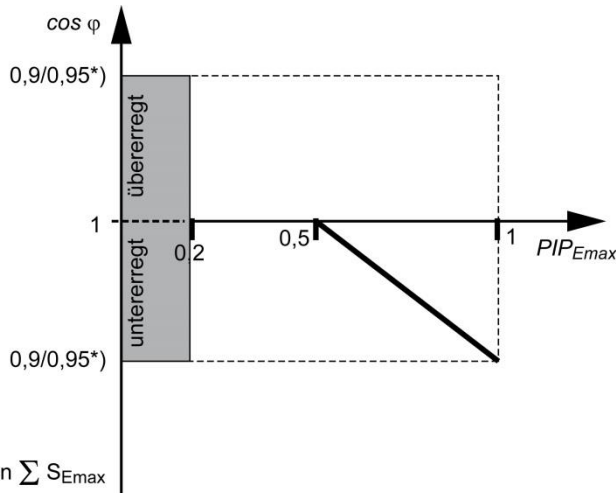
Blindleistungsregelstrategie	Erzeugungsanlagen			
	mit Umrichter		ohne Umrichter	
	$S_r \leq 3,68 \text{kVA}$	$S_r > 3,68 \text{kVA}$	$S_r \leq 3,68 \text{kVA}$	$S_r > 3,68 \text{kVA}$
cos $\varphi$ fest	x	x	x	x
cos $\varphi$ (P)	x	x		x
cos $\varphi$ (U)				x <sup>2</sup>
Q (U)	x	x		x
Q fix		x	x <sup>3</sup>	x

Tabelle 7-1: Blindleistungsregelstrategien von Erzeugungsanlagen

Der Standardeinstellwert beträgt ohne Vorgabe des *Netzbetreibers*  $\cos\varphi=1$ . *Erzeugungseinheiten* sind standardmäßig auch mit  $\cos\varphi=1$  auszuliefern. Abhängig von Netztopologie, Netzbelastung und Einspeiseleistung kann der *Netzbetreiber* eine abweichende Einstellung fordern.

<sup>2</sup>  $\cos\varphi$  (U) kann auf Wunsch des Erzeugers mit dem *Netzbetreiber* vereinbart werden (sinnvoll z.B. bei Kleinwasserkraftwerken mit Vorteil im Winterbetrieb).

<sup>3</sup> Q fix kann insbesondere bei Asynchrongeneratoren mit Fixkompensation sinnvoll sein.



\*) Abhängig von  $\sum S_{E_{max}}$

Abbildung 7-6: Standard-Kennlinie für  $\cos \varphi(P)$  für Einspeisung in das Niederspannungsnetz

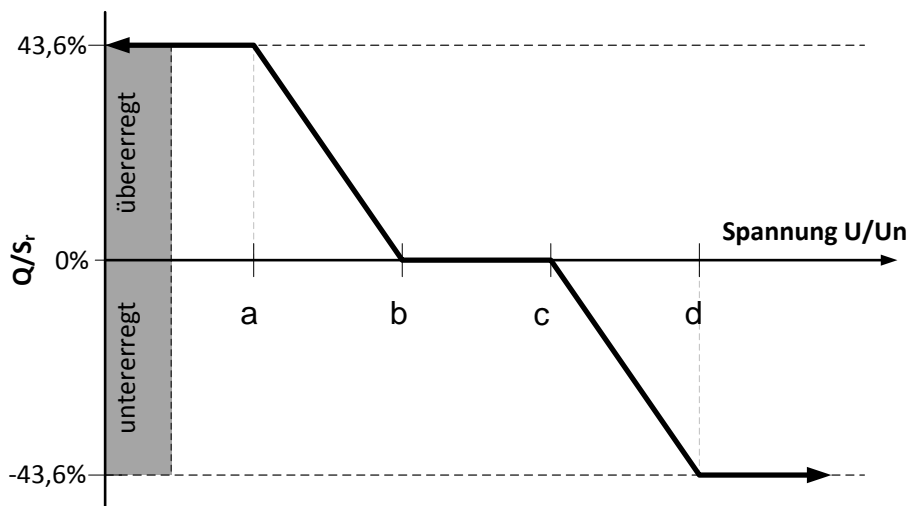


Abbildung 7-7: Beispiel-Kennlinie  $Q(U)$  für Einspeisung in das Niederspannungsnetz

Die *Blindleistung* muss sich automatisch entsprechend der vorgegebenen Kennlinie einstellen.

Bei der  $Q(U)$  Blindleistungsregelstrategie müssen die Stützpunkte (minimal 4) der  $Q(U)$ -Kennlinie frei in der *Blindleistung* ( $Q$  von  $-43,6\%$  bis  $43,6\%$   $S_r$ ) und der Spannung im Bereich gemäß Abbildung 7-7 parametrierbar sein (Schrittweite  $\leq 1\%$   $U_n$ ). Sofern nicht jede Phase einzeln geregelt wird, ist symmetrisch auf die höchste Phasenspannung zu regeln.<sup>4</sup> Für  $P$  und  $Q$  muss bei der Einstellung dasselbe Zählpfeilsystem gelten. Die Dynamik der

<sup>4</sup> Alternativ kann auch, wie derzeit in der EN 50438 festgelegt, der Mittelwert der Phasenspannungen herangezogen werden, auch wenn dies in manchen Fällen zu einer Minderung der Wirksamkeit der  $Q(U)$  Regelung führen würde

Q(U)-Regelung entspricht einem Filter erster Ordnung, mit einer konfigurierbaren Zeitkonstante zwischen mindestens 3 s und 60 s. Die Dauer, die bis 95% eines neuen Sollwerts infolge einer *Spannungsänderung* erreicht wird, wird der dreifache Wert der Zeitkonstante sein.

#### Generatoren mit Kompensationsbedarf

*Erzeugungsanlagen*, welche von ihrer Konstruktion her einen Blindleistungsbedarf aufweisen (z.B. Asynchrongeneratoren), der nicht aus dem *Verteilernetz* gedeckt werden soll, benötigen eine Einrichtung zur *Blindleistungskompensation* (z.B. Kondensatoren).

Die vom *Verteilernetzbetreiber* vorgegebenen Anforderungen zur Blindleistungsregelstrategie sind aber ebenfalls einzuhalten.

Die Art, Leistung und Schaltung der Blindleistungskompensationsanlage sowie die Regelungsart und der Kompensationsgrad (siehe TOR Hauptabschnitt D1) sind mit dem *Netzbetreiber* abzustimmen.

Kompensationskondensatoren dürfen nicht vor dem Generator zugeschaltet bzw. müssen gleichzeitig abgeschaltet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass es bei der Trennung der *Erzeugungsanlage* vom *Verteilernetz* unter bestimmten Umständen zu einer Eigenerrregung des Generators durch die Kompensationskondensatoren kommen könnte, welche durch eine geeignete Schaltung vermieden werden muss.

Bei stark schwankendem Blindleistungsbedarf der *Erzeugungsanlage* muss die *Blindleistungskompensation* entsprechend geregelt werden. Eine Überkompensation ohne Vorgabe durch den *Netzbetreiber* ist zu vermeiden. Zur Vermeidung von Resonanzen und von unzulässigen Rückwirkungen auf Tonfrequenz- Rundsteueranlagen des *Netzbetreibers* können zusätzliche Maßnahmen (z.B. eine Verdrosselung der Kompensationskondensatoren) erforderlich sein. Art und Umfang solcher Maßnahmen sind in den TOR Hauptabschnitt D3 festgelegt.

#### **7.1.3.6 Blindleistung bei Einspeisung in das Mittelspannungsnetz**

Bei Wirkleistungsabgabe wird vom *Netzbetreiber* für die Blindleistungseinstellung entweder ein fester Sollwert oder ein variabel per Fernwirkanlage (oder anderer Steuertechniken) einstellbarer Sollwert für eine der nachfolgenden Blindleistungsregelstrategien vorgegeben:

- eine Verschiebungsfaktor-/Wirkleistungskennlinie  $\cos\varphi$  (P)



- ein Verschiebungsfaktor  $\cos\varphi$
- eine Blindleistungs-/Spannungskennlinie  $Q(U)$
- eine *Blindleistungsvorgabe*  $Q^5$

Eine abweichende Blindleistungsregelstrategie, z.B.  $\cos\varphi(U)$ , kann mit dem *Netzbetreiber* vereinbart werden.

Um bei schwankender Wirkleistungseinspeisung Spannungssprünge zu vermeiden, sollte eine Kennlinie mit kontinuierlichem Verlauf und begrenzter Steilheit gewählt werden.

Sowohl das gewählte Verfahren, als auch die Sollwerte werden vom *Netzbetreiber* individuell für jede *Erzeugungsanlage* festgelegt. Die Vorgabe kann erfolgen durch:

- Vereinbarung eines Wertes, Kennlinie oder ggf. eines Fahrplanes oder
- Online-Sollwertvorgabe.

Für den Fall der Online-Sollwertvorgabe sind die jeweils neuen Vorgaben für den Arbeitspunkt des Blindleistungsaustausches spätestens nach einer Minute an der *Übergabestelle* zu realisieren.

## 7.2 Wirkleistungsanpassung

### 7.2.1 Frequenzabhängige Wirkleistungsreduzierung

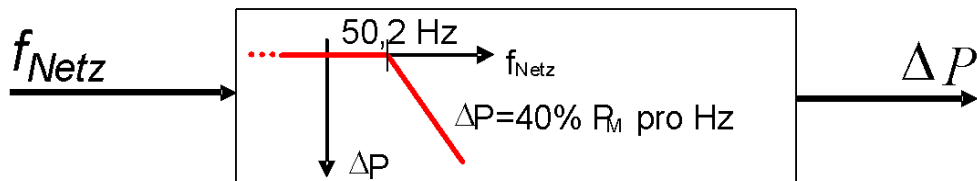
Alle *Erzeugungsanlagen* mit Einspeisung in das Mittelspannungsnetz und alle regelbaren *Erzeugungsanlagen* mit Einspeisung in das Niederspannungsnetz müssen im Frequenzbereich 50,2 und 51,5 Hz die momentan erzeugte Wirkleistung  $P_M$  (zum Zeitpunkt der Überschreitung der Netzfrequenz 50,2Hz) mit einem Gradienten von 40% von  $P_M$  je Hertz absenken (bei Frequenzanstieg) bzw. steigern (bei Frequenzreduzierung, siehe Abbildung 7-8: Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz). Daraus folgt, dass sich die *Erzeugungseinheit* im Frequenzbereich zwischen 50,2 und 51,5 Hz hinsichtlich ihrer

---

<sup>5</sup> Nur in regional begründeten Fällen vorgesehen. Unter normalen Betriebsbedingungen soll die innerhalb der Verrechnungsperiode resultierende Blindarbeit (Summe der Absolutbeträge sowohl im unter- als auch übererregten Bereich) 48,4% der im selben Zeitraum eingespeisten Wirkarbeit nicht überschreiten. Abweichende oder ergänzende Regelungen können zwischen Erzeuger und Netzbetreiber vereinbart werden.

Wirkleistungseinspeisung permanent auf der Frequenzkennlinie auf und ab bewegt („Fahren auf der Kennlinie“). Die Schrittweite der Frequenzmessung muss  $\leq 10\text{mHz}$  sein.

Nicht regelbare *Erzeugungsanlagen* im Niederspannungsnetz dürfen sich alternativ zur Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz in dem Frequenzbereich von 50,2 bis 51,5 Hz auch vom Netz trennen. Der Einstellwert der Auslösefrequenz wird vom *Netzbetreiber* vorgegeben (Staffelung)



$$\Delta P = 20 \cdot P_M \cdot \frac{50,2 - f_{\text{Netz}}}{50} \quad \text{bei } 50,2 \text{ Hz} \leq f_{\text{Netz}} \leq 51,5 \text{ Hz}$$

$\Delta P$  Leistungsreduktion [% $P_M$ ]

$P_M$  Momentane verfügbare Leistung

$f_{\text{Netz}}$  Netzfrequenz

Im Bereich 47,5 Hz	$\leq$	$f_{\text{Netz}} \leq$	50,2 Hz	keine Einschränkung <sup>6</sup>
bei		$f_{\text{Netz}} \leq$	47,5 Hz	Trennung vom Netz
		$f_{\text{Netz}} \geq$	51,5 Hz	Trennung vom Netz

Abbildung 7-8: Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz

## 7.2.2 Spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung

Zur Einhaltung des oberen Randwertes der Spannung gemäß EN 50160 [5] kann vom *Netzbetreiber* von Erzeugungsanlagen, die in das Niederspannungsnetz einspeisen zur Vermeidung einer Überspannungsauslösung eine spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung gefordert werden. Damit soll bei konzeptgemäß seltenem Erreichen des oberen Spannungsrandwertes die eingespeiste Wirkleistung nur im notwendigen Ausmaß verringert werden, bevor durch den Entkopplungsschutz eine Totalabschaltung der Anlage erfolgt.

<sup>6</sup> Bei Frequenzen zwischen 47,5 Hz und 50,0 Hz ist eine automatische Trennung vom Netz infolge einer Frequenzabweichung nicht zulässig. Lineargeneratoren wie z.B. Stirlingmaschinen mit einer maximalen Scheinleistung  $\leq 1,5$  kVA werden aufgrund der derzeitigen geringen Systemrelevanz von der Anforderung ausgenommen.

Für die spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung kann der Anlagenbetreiber zwischen zwei Verfahren wählen:

- Beim P(U)-Wirkleistungsbetriebsbereich wird die maximal zulässige Wirkleistungseinspeisung entsprechend Abbildung 7-9 (a) abhängig von der Spannung begrenzt. Bei Überschreiten der Spannung  $U_{\text{Knick}}$  reduziert sich der zulässige Maximalwert von 100% der Bemessungswirkleistung linear auf 0 bei  $U_{\text{Grenz}}$ .
- Die spannungsgeführte Wirkleistungsabregelung wird durch eine P(U)-Kennlinie realisiert. Bei Überschreiten der Spannung  $U_{\text{Knick}}$  erfolgt eine lineare Reduktion der Einspeiseleistung um  $\Delta P$  bezogen auf die momentane Einspeiseleistung  $P_{\text{Knick}}$  (Wirkleistung zum Zeitpunkt der Überschreitung von  $U_{\text{Knick}}$ ) entsprechend Abbildung 7-9 (b).

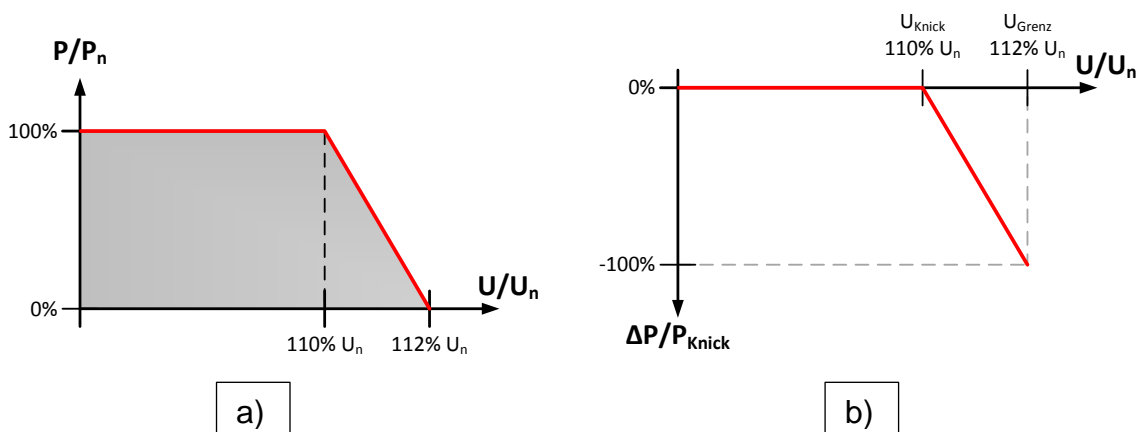


Abbildung 7-9: Standardeinstellungen der P(U)-Regelung

Durch die Wahl des Knickpunktes  $U_{\text{Knick}} = 1,10 U_n$  wird vermieden, dass die *Erzeugungsanlage* im unzulässigen Spannungsbereich arbeitet.

Die Messstelle für die Umsetzung dieser Anforderungen ist, sofern nicht zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber abweichend vereinbart, die Generatorklemme bzw. Anschlusspunkt des Wechselrichters.

Sofern nicht jede Phase einzeln geregelt wird, ist symmetrisch auf die höchste Phasenspannung zu regeln.

Die Einstellwerte  $U_{\text{Knick}}$  und  $U_{\text{Grenz}}$  sind insbesondere zur Berücksichtigung der Auslegung der Energieableitung in der Kundenanlage im Einvernehmen mit dem *Netzbetreiber* auch abweichend einstellbar. Die Anwendung und Festlegungen zur P(U)-Regelung werden im

Netzzugangsvertrag vereinbart. Die Regelung darf nicht zu Schwingungen oder Sprüngen in der Ausgangsleistung führen.

Anlagen, die nur oberhalb einer Mindestleistung betrieben werden können (zB Verbrennungskraftmaschinen) müssen die Wirkleistung entsprechend Verfahren a) oder Verfahren b) nur bis zu dieser Mindestleistung reduzieren.

### 7.2.3 Betriebsbedingte Wirkleistungsvorgabe

Anlagen, die eine maximale netzwirksame Bemessungsscheinleistung der Gesamtanordnung (*Erzeugungsanlage* und *elektrischer Energiespeicher*) von 100 kVA überschreiten, müssen die Wirkleistung in Stufen von höchstens 10% der Bemessungswirkleistung  $P_n$  reduzieren können. Die Leistungsreduktion muss bei jedem Betriebszustand und bei jedem Betriebspunkt auf eine vom *Netzbetreiber* vorgegebenen Sollwert möglich sein. Dieser Sollwert wird in der Regel am *Netzanschlusspunkt* in Stufen oder stufenlos vorgegeben und entspricht einem Prozentwert bezogen auf  $P_n$ . Bewährt haben sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt Sollwerte von 100%/60%/30%/0% (die Leistung darf dabei auch geringer sein; wenn technisch nicht anders möglich, kann die Leistungsreduktion auch durch Abschaltung von *Erzeugungseinheiten* realisiert werden). Der *Netzbetreiber* greift nicht in die Steuerung der *Erzeugungsanlage* ein. Er ist lediglich für die Signalgebung verantwortlich. In der Regel werden hierzu potentialfreie Kontakte verwendet.

Die Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung erfolgt in Eigenverantwortung des Anlagenbetreibers. Hierzu sind die vertraglichen Bedingungen zu beachten, insbesondere bei einem dadurch entstehenden Leistungsbezug der Kundenanlage.

*Erzeugungsanlagen* müssen die Reduzierung der Leistungsabgabe auf den jeweiligen Sollwert unverzüglich vornehmen. Es muss dabei eine Reduzierung auf die Mindestleistung der Erzeugungseinheit ohne automatische Trennung vom Netz technisch möglich sein; unterhalb der Mindestleistung dürfen sich die *Erzeugungseinheiten* vom Netz trennen. Wird der Sollwert nicht innerhalb von fünf Minuten erreicht, ist die *Erzeugungsanlage* abzuschalten.

In folgenden Fällen ist der *Netzbetreiber* berechtigt, eine vorübergehende Erhöhung (nur innerhalb des Nennleistungsbereichs) oder Einschränkung der Erzeugung vorzunehmen:

- potenzielle Gefahr für den sicheren Systembetrieb;

- bei betriebsnotwendigen Arbeiten bzw. Gefahr von Überlastungen im *Verteilernetz* des *Netzbetreibers*;
- Gefährdung der statischen oder der dynamischen Netzstabilität;
- systemgefährdender Frequenzanstieg;
- Instandsetzungen bzw. Durchführung von Baumaßnahmen im *Verteilernetz*.

Diese Maßnahmen werden einschließlich des Anlasses vom Netzbetreiber in geeigneter Form dokumentiert (z.B. Eintrag ins Betriebsbuch) und betroffenen Anlagenbetreibern auf Anfrage Auskunft erteilt.

## 8 Schutzeinrichtung für die Entkopplungsstelle

Für die Sicherstellung des Betriebes der *Erzeugungsanlage* sowie zum Schutz des *Verteilernetzes* und anderer *Netzbewerber* ist es notwendig, das Schutzkonzept der *Erzeugungsanlage* mit dem Schutzkonzept des *Netzbetreibers* abzustimmen.

### 8.1 Aufgabe von Entkopplungsschutzeinrichtungen und Allgemeines

Die Festlegungen dieses Abschnitts beziehen sich nicht auf die Funktion des Generatorschutzes oder Schutzmaßnahmen für die *Erzeugungsanlagen*, sondern ausschließlich auf Schutzfunktionen des Entkopplungsschutzes.

Die grundsätzliche Wirkungsweise von Entkopplungsschutzeinrichtungen und der Zuschaltverriegelungen ist in den Funktionsbeispielen wiedergegeben (siehe Anhang A).

Die Entkopplungsschutzeinrichtungen haben die Aufgabe, die *Erzeugungsanlage* bei gestörten Betriebszuständen vom *Netz* zu trennen.

Ausführung und Funktionsumfang der Schutzeinrichtungen für die *Entkopplungsstelle* sind mit dem *Netzbetreiber* abzustimmen.

Wenn es der Netzbetrieb erfordert, können auch nachträgliche Abänderungen der Schutzeinrichtungen der *Erzeugungsanlagen* und/oder im *Netz* des *Netzbetreibers* notwendig sein.

Eine Auslösung der *Entkopplungsstelle* durch die Entkopplungsschutzeinrichtungen braucht nur wirksam zu sein, wenn die *Erzeugungsanlage* parallel mit dem *Netz* betrieben wird.

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.

Bei inselbetriebsfähigen Anlagen (einschließlich allfälliger Speicher) ist nach Netzausfall und Spannungswiederkehr ein asynchrones Wiedereinschalten zu verhindern. Die Einhaltung zusätzlicher Schutz- und Sicherheitsbestimmungen und der Kriterien hinsichtlich der Versorgungsqualität für den *Inselbetrieb* in der Kundenanlage liegt in der Verantwortung des Anlagenbetreibers.

Werden Erzeugungsanlagen und Speicher auch zur Ersatzstromversorgung einer Anlage eingesetzt, so ist eine zentrale Entkupplungsstelle vorzusehen. Diese ist im Einvernehmen mit dem Netzbetreiber festzulegen.

Ersatzstromversorgungsanlagen, die in eine netzgespeiste Verbraucheranlage einspeisen können und nicht für Netzparallelbetrieb ausgerüstet sind, sind mit einer verriegelten Umschalteinrichtung (Umschaltung mit Unterbrechung) auszurüsten.

*Erzeugungsanlagen* für den reinen *Inselbetrieb* (z.B. Erzeugungsanlagen in Kundenanlagen ohne Netzanschluss oder Ersatzstromversorgungsanlagen) unterliegen diesen Bedingungen nicht.

Sind mehrere *Erzeugungsanlagen* an einem *Netzanschlusspunkt* angeschlossen, so können die zugehörigen Schaltgeräte für die Entkupplung durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung ausgelöst werden.

Die einzelnen Schutzfunktionen können in Einzelgeräten oder in einem gemeinsamen Gerät realisiert werden.

Die Entkupplungsschutzfunktionen 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 (siehe Kapitel 10).

Wenn die Schutzfunktionen von der Anlagensteuerung getrennt ausgeführt werden, sind die Auslösekontakte der Schutzeinrichtungen direkt fest verdrahtet auf die Schalteinrichtung der *Entkupplungsstelle* zu führen.

Eine Arbeitsstromauslösung des Schaltgerätes der *Entkupplungsstelle* darf weder mit der Netzspannung noch mit der Generatorspannung betrieben werden oder davon abhängig sein. Unterspannungsauslöser in Ruhestromschaltung, die mit der Netzspannung oder der Generatorspannung betrieben werden, dürfen eingesetzt werden. Der Ausfall der Hilfsspannung oder das Ansprechen der Selbstüberwachung der Schutzeinrichtung muss zum Auslösen des Kuppelschalters führen. Diese Forderung gilt gleichermaßen für eigenständige Schutzeinrichtungen und für kombinierte Geräte, in welchen Schutzfunktionen und Steuerungsfunktionen in einer gemeinsamen Hardware realisiert sind.

Die Schutzfunktionen müssen unabhängig vom Betriebszustand der *Erzeugungsanlage* durch Vorgabe analoger Größen (Strom, Spannung) überprüfbar sein. Diese Überprüfung

kann bei einer selbsttätig wirkenden *Freischaltstelle* gemäß ÖVE/ÖNORM E8001-4-712 [17] entfallen.

Zur Durchführung der Funktionsprüfung der Entkupplungsschutzeinrichtungen ist als Schnittstelle eine Klemmenleiste mit Längstrennung und Prüfbuchsen vorzusehen, die an gut zugänglicher Stelle anzubringen ist. Über diese Klemmenleiste sind die Messeingänge der Schutzeinrichtungen, die Hilfsspannungen und die Auslösungen für den Kuppelschalter zu führen (Ausführungsbeispiel siehe Anhang A). Die Einspeisung von analogen Prüfgrößen an der Prüfklemmenleiste darf zu keinem automatischen Synchronisiervorgang führen. Bei Anlagen mit einer selbsttätig wirkenden *Freischaltstelle* gemäß ÖVE/ÖNORM E8001-4-712 [17] kann auf die Prüfklemmenleiste verzichtet werden.

Der *Netzbetreiber* kann die Schutzeinrichtungen plombieren oder sie auf andere Weise gegen ungewollte Veränderungen schützen bzw. schützen lassen (z.B. Codewortschutz).

## 8.2 Schutzfunktionen für den Entkupplungsschutz

Nachfolgende Funktionen des Entkupplungsschutzes kommen zur Anwendung.

### 8.2.1 Spannungsschutzfunktionen

Die Spannungsschutzfunktionen müssen im Bereich von 45 Hz bis 55 Hz die Genauigkeit von  $\leq 1\%$  erfüllen und dreiphasig (Ausnahme siehe Kapitel 8.3.1) mit einstellbarer Auslöseverzögerung ausgeführt werden.

In Mittelspannungsnetzen mit isoliertem oder induktiv geerdetem Sternpunkt werden die Spannungen zwischen den Außenleitern, in Niederspannungsnetzen die Spannungen der Außenleiter gegen den Neutralleiter überwacht.

Die Ansprechwerte müssen mit einer Stufung von  $\leq 0,5\% U_n$  einstellbar sein. Die Zeitverzögerung muss mindestens im Bereich von 0,0 s bis ca.180 s mit einer Stufung von 0,05 s einstellbar sein.

Der Einsatz von mehrstufigen Relais bietet den Vorteil einer besseren Anpassung der Auslösewerte an die Netzgegebenheiten.

- Unterspannungsschutz  $U_{<}$  bzw.  $U_{<<}$



Der Unterspannungsschutz regt an, wenn eines der drei Messglieder das Unterschreiten des eingestellten Schwellwertes erkennt, d.h. die Messglieder sind logisch ODER-verknüpft.

Das Rückfallverhältnis muss im Bereich von 1,01 bis 1,05  $U_n$  einstellbar sein.

- Überspannungsschutz  $U>$  bzw.  $U>>$

Der Überspannungsschutz regt an, wenn eines der drei Messglieder das Überschreiten des eingestellten Schwellwertes erkennt, d.h. die Messglieder sind logisch ODER-verknüpft.

Das Rückfallverhältnis muss im Bereich von 0,95 bis 0,99  $U_n$  einstellbar sein.

### 8.2.2 Frequenzschutz

Der Frequenzschutz muss mindestens im Bereich von 0,7  $U_n$  bis 1,3  $U_n$  spannungsunabhängig sein. Die Messzeit muss kürzer als 100 ms sein, eine etwaige Zeitverzögerung muss auf "unverzögert" eingestellt werden können. Die Ansprechwerte müssen mit einer Stufung von  $\leq 0,2$  Hz einstellbar sein und die Genauigkeit muss  $\leq 50$  mHz betragen. Die Frequenzschutzfunktionen können ein- oder dreiphasig ausgeführt sein. Im isolierten- und gelöschten Netzen sind ausschließlich verkettete Spannungen auszuwerten.

- Unterfrequenzschutz  $f<$
- Überfrequenzschutz  $f>$

### 8.2.3 Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q_>$ & $U<$ )

Der Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q_>$  &  $U<$ ) trennt die *Erzeugungsanlage* nach 0,5 s vom *Verteilernetz*, wenn die Spannung am *Netzanschlusspunkt* kleiner als 0,85  $U_c$  ist und wenn die *Erzeugungsanlage* gleichzeitig induktive *Blindleistung* aus dem *Verteilernetz* des *Netzbetreibers* aufnimmt. Für die Spannungsmessung sind immer die verketteten Spannungen heranzuziehen. Die Auslösungen der drei Messglieder werden logisch UND-verknüpft.

Der Schutz überwacht das systemgerechte Verhalten der *Erzeugungsanlage* nach einem Fehler im Netz. *Erzeugungsanlagen*, die den Wiederaufbau der Netzspannung durch Aufnahme von induktiver *Blindleistung* aus dem *Verteilernetz* oder durch mangelnde

Spannungsstützung behindern, werden vor Erreichen der Endzeit der Netzschutzeinrichtungen vom *Verteilernetz* getrennt.

#### 8.2.4 Erdschlussschutz ( $U_{e>}$ )

Der *Netzbetreiber* kann eine Erdschlusserfassung fordern, um im Erdschlussfall die *Erzeugungsanlage* vom *Verteilernetz* trennen zu können bzw. eine Zuschaltung zu verhindern.

Einstellbereiche 0 – 70% Spannungsverlagerung und Zeitbereich 0 – 180 s.

#### 8.2.5 Weitere Schutzfunktionen

Fallweise kann der Einsatz weiterer Schutzfunktionen (z. B. Vektorsprung- oder Lastsprung-Schutzfunktion) zur Sicherstellung der Entkupplungsfunktion oder für einen gesicherten Netzbetrieb notwendig sein.

Ein Vektorsprungrelais ist nur in Kombination mit einer weiteren Schutzfunktion (UND-Verknüpfung) zulässig (z.B. darf ein Vektorsprung in Kombination mit einem Unterspannungskriterium zu keiner Auslösung führen, hingegen ist bei einem Vektorsprung ohne Unterspannungskriterium (dies deutet auf eine Schalthandlung im Netz) eine Entkupplung zulässig).

### 8.3 Einstellwerte für den Entkupplungsschutz

Der *Netzbetreiber* legt im Rahmen des Gesamtschutzkonzeptes die Einstellwerte für den Entkupplungsschutz fest und kann zur Erreichung der Schutzziele gegebenenfalls Abänderungen verlangen. Dies erfolgt grundsätzlich in Abstimmung mit dem Betreiber der *Erzeugungsanlage* und unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten der *Erzeugungsanlage*.

Die Einstellwerte der Spannungsschutzfunktionen müssen auf die vereinbarte *Versorgungsspannung*  $U_C$  (bei *Mittelspannung*) bzw. die *Nennspannung*  $U_n$  (bei *Niederspannung*) bezogen werden.

Wenn eine *Erzeugungsanlage* an ein Netz angeschlossen ist, welches mit einer AWE in einem vorgelagerten Netz betrieben wird, müssen Auslöseschwelle und Auslösezeit des Entkupplungsschutzes so bemessen sein, dass bei einem Lichtbogenfehler auf dieser

Leitung der Lichtbogen in der verbleibenden spannungslosen Pause erlöschen kann und eine genügend lange Entionisationszeit gegeben ist.

Eine Gesamtauslösezeit der einzelnen Schutzfunktionen einschließlich Eigenzeit des Schaltgerätes in der *Entkupplungsstelle* von maximal  $\leq 0,2$  s muss erreichbar sein.

### 8.3.1 Entkupplungsschutz von Wechselrichtern mit selbsttätig wirkender Freischaltstelle nach ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712

In Niederspannungsnetzen kann der Entkupplungsschutz bei Wechselrichtern mit einer Nennscheinleistung bis maximal 30 kVA in Form einer selbsttätig wirkenden *Freischaltstelle* gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 [17] realisiert werden, wenn für die zum Einsatz kommende Type eine Unbedenklichkeitsbescheinigung von einer in der EU anerkannten Prüfanstalt ausgestellt wurde. Das Prüfverfahren wird entsprechend ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 [17] festgelegt. Die angewandte Methode des Entkupplungsschutzes bleibt dem Anlagenbetreiber überlassen.

Wechselrichter im Parallelbetrieb müssen die Abschaltung unter den in Tabelle 8-1 festgelegten Netzbedingungen sicherstellen. Am *Verknüpfungspunkt* darf  $U_n \pm 10\%$  nicht verletzt werden.

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

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. Am Verknüpfungspunkt sind die Vorgaben der ÖNORM EN 50160 einzuhalten.

- 2) Bei Netzausfall (auch bei gleichzeitig angepasster Erzeugung und Verbrauch von Wirk- und Blindleistung) muss der Wechselrichter den Einspeisebetrieb innerhalb von 5 s 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.
- 5) Bei aktiviertem LVFRT (Low Voltage Fault Ride Through) kann ein höherer Einstellwert erforderlich sein

Tabelle 8-1: Schutzeinstellwerte für Wechselrichter im Parallelbetrieb

### 8.3.2 Einstellwerte für Entkupplungsschutz im Niederspannungsnetz (ausgenommen Wechselrichter nach 8.3.1)

Der Entkupplungsschutz für Einspeisungen ins Niederspannungsnetz ist mit folgenden Schutzfunktionen auszurüsten:

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte	
Überspannungsschutz $U_{eff} >>$	$1,00 - 1,30 U_n$	$\leq 1,15 U_n$ <sup>1)</sup>	$\leq 0,1 s$
Überspannungsschutz $U_{eff} >$ oder Überspannungsschutz $U_{eff} >$ mit Überwachung des gleitenden 10min Mittelwertes	$1,00 - 1,30 U_n$	$1,11 U_n$ $1,11 U_n$	$\leq 60 s$ $\leq 0,1 s$
Unterspannungsschutz $U_{eff} <$	$0,10 - 1,00 U_n$	$0,80 U_n$	$0,2 s$
Überfrequenzschutz $f >$	$50,0 - 55,0 Hz$	$51,5 Hz (50,2 - 51,5 Hz)$ <sup>2)</sup>	$\leq 0,1 s$
Unterfrequenzschutz $f <$	$45,0 - 50 Hz$	$47,5 Hz$	$\leq 0,1 s$

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

Tabelle 8-2 Empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte bei Anschluss der Erzeugungsanlage im Niederspannungsnetz

### 8.3.3 Einstellwerte für Entkupplungsschutz im Mittelspannungsnetz

Als Grundeinstellung des Entkupplungsschutzes werden folgende Einstellwerte empfohlen (siehe Tabelle 8-3):

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Empfohlene Schutzeinstellwerte	
Überspannungsschutz $U \gg$	$1,00 - 1,30 U_n$	$1,05 - 1,15 U_c$ <sup>1)</sup>	$\leq 0,1 \text{ s}$
Überspannungsschutz $U >$	$1,00 - 1,30 U_n$	$1,02 - 1,05 U_c$ <sup>1)</sup>	$\leq 60 \text{ s}$ <sup>1)</sup>
Unterspannungsschutz $U <$	$0,10 - 1,00 U_n$	$0,7 U_c$	$0 - 2,7 \text{ s}$ <sup>1)</sup>
Unterspannungsschutz $U \ll$	$0,10 - 1,00 U_n$	$0,3 U_c$ <sup>2)</sup>	$\leq 0,15 \text{ s}$
Überfrequenzschutz $f >$	$50 - 55 \text{ Hz}$	$51,5 \text{ Hz}$	$\leq 0,1 \text{ s}$
Unterfrequenzschutz $f <$	$45 - 50 \text{ Hz}$	$47,5 \text{ Hz}$	$\leq 0,1 \text{ s}$
Blindleistungs-/ Unterspannungsschutz ( $Q \rightarrow$ & $U <$ )	$0,70 - 1,00 U_n$	$0,85 U_c$	$t_1 = 0,5 \text{ s}$

1) Die Einstellwerte und die Einstellzeiten werden vom Netzbetreiber vorgegeben, abhängig vom Schutzkonzept des Netzbetreibers, von der Betriebsweise (AWE), dem Verknüpfungspunkt (Einspeisung UW-Sammelschiene oder im Verteilernetz) und der Einspeiseleistung der Erzeugungseinheit.

2) Diese Spannungsstufe bewirkt eine schnelle Netztrennung bei kraftwerksnahen Kurzschlüssen (siehe Punkt 8.2.1).

Tabelle 8-3 Empfohlene Einstellwerte für den Entkopplungsschutz von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

*Anmerkungen: Die Einstellwerte beziehen sich auf die vereinbarte Spannung  $U_c$  im Mittelspannungsnetz. Diese sind entsprechend der Wandlerübersetzung auf die Sekundärspannung umzurechnen.  $U_n$  ist die sekundäre Wandlernennspannung und damit die Bezugsspannung der Schutzeinrichtung. Zu beachten ist, dass sich die Abschaltzeiten aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz ergeben.*

## 9 Sternpunktbehandlung von Generatoren mit Anschluss an das Niederspannungsnetz

Asynchrongeneratoren werden im Allgemeinen in Dreieckschaltung betrieben. Bei Sternschaltung ist der Sternpunkt isoliert zu betreiben.

Synchrongeneratoren können ebenfalls mit isoliertem Sternpunkt betrieben werden. Bei Synchrongeneratoren, deren Sternpunkt mit dem PEN-Leiter des *Netzes* verbunden wird, darf dies nur dann direkt erfolgen, wenn der auftretende Oberschwingungsstrom<sup>7</sup> über den Sternpunkt weniger als ca. 20 % des Bemessungsstroms des Generators beträgt. Höhere Ströme erfordern gegebenenfalls den Einbau einer Sternpunktsdrossel bzw. anderweitige Maßnahmen.

## 10 Zuschaltkontrolleinrichtung und Zuschaltbedingungen

### 10.1 Zuschaltkontrolleinrichtungen

*Erzeugungsanlagen* (mit Ausnahme von Asynchrongeneratoren) oder inselfähige Netze mit *Anlagen von Netzbenutzern* mit integrierten *Erzeugungsanlagen* dürfen nur über Synchronisierungseinrichtungen bzw. erst nach Durchführung einer Kontrolle von Frequenzsynchronität und Spannungsgleichheit zwischen *Netz* und *Anlagen von Netzbenutzern* mit integrierten *Erzeugungsanlagen* an das *Netz* geschaltet werden.

Wenn Netzentkupplungsschutz und Synchronisierereinrichtung in einem gemeinsamen Gerät realisiert werden, ist zu verhindern (z.B. mittels Prüfschalter), dass beim Einspeisen von analogen Prüfgrößen für die Schutzprüfung eine Fehlsynchronisierung möglich ist.

Bei Wechselrichtern mit eingebauter Netzsynchrosation ersetzt die eingebaute Frequenz- und Spannungsangleichung eine in einem getrennten Gerät realisierte Synchronisierungseinrichtung.

Die Einstellungen der Synchronisierungseinrichtungen müssen auf die Betriebsbedingungen des *Netzes* abgestimmt sein und werden vom *Netzbetreiber* vorgegeben.

### 10.2 Zuschaltbedingungen

Eine Zuschaltung darf erst erfolgen, wenn die Netzspannung  $U \geq 0,85 U_c$  bzw.  $U_n$  sowie  $\leq 1,09 U_c$  bzw.  $U_n$  ist, die Netzfrequenz zwischen 47,5 Hz und 50,05 Hz liegt und kein Auslösekriterium des Entkupplungsschutzes ansteht (empfohlene Wartezeit: 5 Minuten).

---

<sup>7</sup> Die Sternpunktbelastbarkeit hängt im Allgemeinen von der Konstruktions- und Bauart des Generators ab. Im Wesentlichen ist dabei auf die Belastbarkeit des Generators bezüglich Schiefllast und der Oberschwingungsströme 3. Ordnung und Vielfacher davon zu achten.

Im Falle einer Wiederschaltung 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.

Bei der Zuschaltung einer *Erzeugungsanlage* bzw. bei Zu- oder Abschaltungen von Kompensationseinrichtungen darf das *Verteilernetz* des *Netzbetreibers* nicht unzulässig beeinflusst werden (siehe TOR Hauptabschnitt D2). Bei inselbetriebsfähigen *Erzeugungsanlagen* mit Wechselrichtern, die nicht spannungslos zugeschaltet werden, sind die Zuschaltbedingungen für Synchrongeneratoren einzuhalten.

Nicht selbsterregte Asynchrongeneratoren dürfen in der Regel nur im Bereich von 95% bis 105% ihrer Synchrondrehzahl zugeschaltet werden. Wird beim Zuschalten der maximal zulässige Spannungseinbruch überschritten, sind entsprechende Maßnahmen zur Strombegrenzung vorzusehen (siehe TOR Hauptabschnitt D2).

## 11 Netzurückwirkungen (NRW)

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

Die Anschlussbeurteilung der *Erzeugungsanlage* bezüglich der zulässigen Emissionswerte für *Netzurückwirkungen* erfolgt durch den *Netzbetreiber* auf Basis der in den TOR Hauptabschnitt D2 festgelegten *Grenzwerte*. Zur Beurteilung der *Netzurückwirkungen* ist das Datenblatt zur Beurteilung von *Netzurückwirkungen* (Anhang C des Hauptabschnittes D2 der TOR) auszufüllen.

Im Falle besonderer technischer Gegebenheiten, z.B. hinsichtlich der Art und Betriebsweise des *Netzes*, kann es erforderlich sein, dass der *Netzbetreiber* auch andere *Grenzwerte*, als die in TOR Hauptabschnitt D2 angegeben, vorgeben muss, die von der *Erzeugungsanlage* eingehalten werden müssen. Jedenfalls wird im Falle einer Grenzwertreduktion dem betroffenen *Netzbetreiber* ein ausführlicher Nachweis (z.B. Netzdaten, Lastflussberechnungen) durch den *Netzbetreiber* zur Verfügung gestellt.

Der *Netzbetreiber* hat in jedem Falle die Pflicht, bei Nichteinhaltung der festgelegten Emissionswerte deren Erfüllung einzufordern bzw. angemessene technische Maßnahmen zu setzen, um die Versorgungsqualität in seinem *Verteilernetz* sicherzustellen.

## 12 Zählung

Alle Aufgaben im Zusammenhang mit der Zählung und Datenbereitstellung müssen vom *Netzbetreiber* unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen, insbesondere des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes (Eiwog) [N4] und des Maß- und Eichgesetzes (MEG) [N9] in der jeweils geltenden Fassung, der Allgemeinen Bedingungen und der Sonstigen Marktregeln, insbesondere Kapitel 6 und 10, nach transparenten, objektiven und diskriminierungsfreien Kriterien durchgeführt werden – siehe TOR Teil F.

## 13 Betrieb

### 13.1 Betriebsführung und Informationsaustausch

In einem zwischen dem Betreiber der *Erzeugungsanlage* und dem *Netzbetreiber* abzuschließenden Vertrag sollten u. a. folgende Punkte enthalten sein:

- Eigentumsgrenze und gegebenenfalls Grenze des Zuständigkeitsbereiches (z.B. Verfügungsbereich, Bedienbereich, Betriebsführungsbereich) zwischen *Netzbetreiber* und Anlagenbetreiber sind zu definieren.
- Vom *Netzbetreiber* ist laut ÖVE/ÖNORM EN 50110-1 [18] ein Anlagenbetreiber für den Betrieb und den Zustand der Anlage zu beauftragen und dem *Netzbetreiber* bekannt zu geben.
- Der Betreiber einer *Erzeugungsanlage* muss mindestens einen jederzeit erreichbaren Schaltberechtigten für Schalthandlungen an der *Schaltstelle* namhaft machen.
- Art und Weise der Sicherstellung der Funktionalität des Entkupplungsschutzes und der Entkupplungsschalteinrichtungen (z.B. Wiederholungsprüfungen), Art und Weise der Dokumentation von Prüfungen.
- Art und Weise der Meldung von Ausfällen oder Betriebsstörungen der *Erzeugungsanlage* und des *Netzes*; Störungsmeldungen.



- Umfang des Informationsaustausches betreffend Betriebszustand und Messwerten von Leistungen und Spannung.
- Umfang von Stellungsmeldungen betreffend die *Betriebsmittel* der Schaltanlagen (Netzanschlussanlagen).
- Vorgangsweise bei geplanten Abschaltungen im *Netz*.
- Vorgangsweise bei betriebsnotwendigen Arbeiten im *Netz*.

Im Sinne einer sicheren *Betriebsführung* sind nachfolgende Punkte zu beachten:

- Der *Netzbetreiber* ist bei unmittelbarer Gefahr und im Störfall berechtigt, die *Erzeugungsanlage* vom Netz zu trennen.
- Wegen der Möglichkeit einer jederzeitigen Rückkehr der Spannung im Falle einer Unterbrechung der Netzversorgung ist das Netz als dauernd unter Spannung stehend zu betrachten. Eine Verständigung vor Wiedereinschaltung durch den *Netzbetreiber* erfolgt üblicherweise nicht.

### **13.2 Inbetriebsetzung, erstmaliger Parallelbetrieb, Erst- und Wiederholungsprüfungen**

Die Inbetriebsetzung und der erstmalige Parallelbetrieb dürfen nur in Abstimmung mit dem *Netzbetreiber* erfolgen.

Dem *Netzbetreiber* bleibt es vorbehalten, bei der Überprüfung folgender Punkte anwesend zu sein:

- Trennfunktion der *Schaltstelle* und Kontrolle der Zugänglichkeit
- Schutzeinrichtungen der *Entkupplungsstelle* durch Vorgabe analoger Prüfgrößen und Erstellung eines Prüfprotokolls mit Ansprechwerten und Auslösezeiten
- Auslösung des Entkupplungs-Schaltgerätes durch den Entkupplungsschutz
- Zu- und Abschaltung sowie Funktionsprüfung allfälliger Kompensationseinrichtungen
- Einhaltung der Grenzwerte der *Netzurückwirkungen*
- Einhaltung der Zuschaltbedingungen
- Blindleistungs- und Spannungsregelung
- gegebenenfalls relevante Betriebsmesseinrichtungen

Die Prüfung der Schutzfunktionen des Entkupplungsschutzes muss mindestens folgende Kontrollen beinhalten:

- der Ansprech- und Rückfallwerte der Schutzfunktionen durch Einspeisen analoger Prüfgrößen
- der Auslösezeiten der Schutzfunktionen
- der Auslösung der Schalteinrichtung der Entkupplungsstelle durch die Schutzfunktionen

Der Anlagenbetreiber hat in periodischen Abständen die entsprechenden Anlagenüberprüfungen gemäß den gesetzlichen Vorgaben und Vorschriften vorzunehmen. Insbesondere hat der Anlagenbetreiber die Schutz- und Entkupplungseinrichtungen von einer hierzu befugten Person prüfen zu lassen und auf Verlangen dem *Verteilernetzbetreiber* die entsprechenden Prüfbefunde unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

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

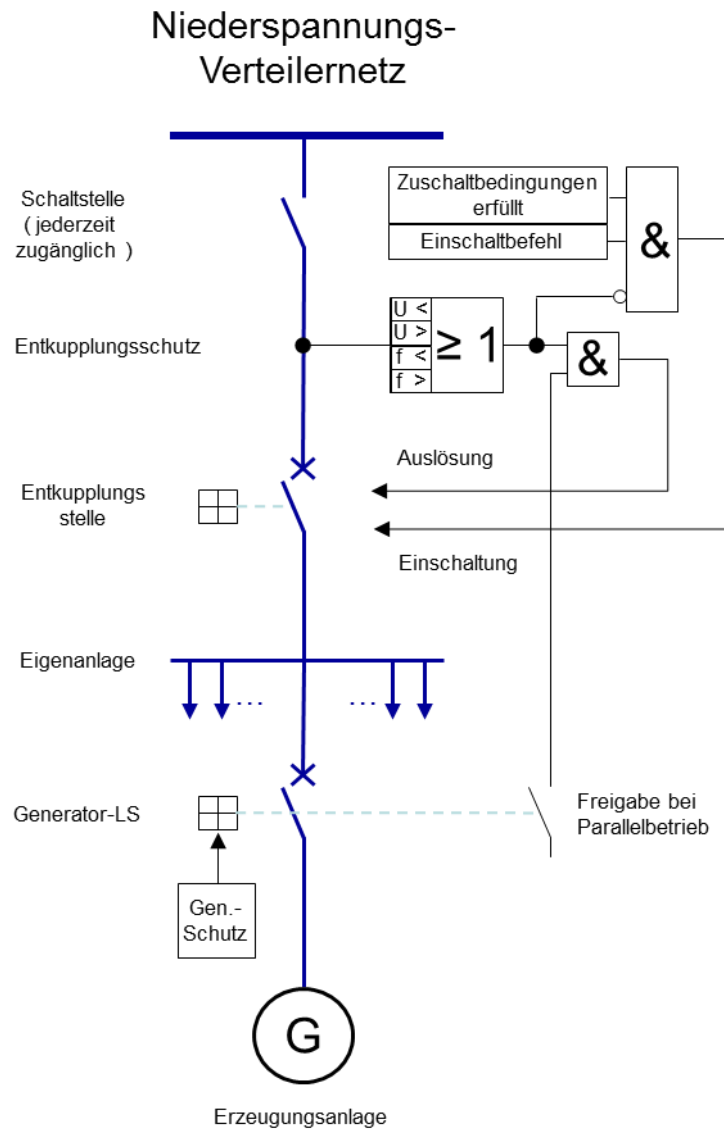
### **13.3 Betrieb von Netzersatzanlagen**

Bei Versorgung von Teilnetzen des *Netzbetreibers* mittels Netzersatzanlage empfiehlt es sich, das Aggregat mit 52Hz zu betreiben, damit sich die im Netz installierten *Erzeugungsanlagen* durch den Netzentkupplungsschutz vom Netz trennen und eine Wiederausaltung verhindert wird.

Bei unterbrechungsfreier Versorgung des Netzes kann es bei einem Leistungsüberschuss im Netz zu einem kurzzeitigen Rückleistungsbetrieb des Aggregates kommen.

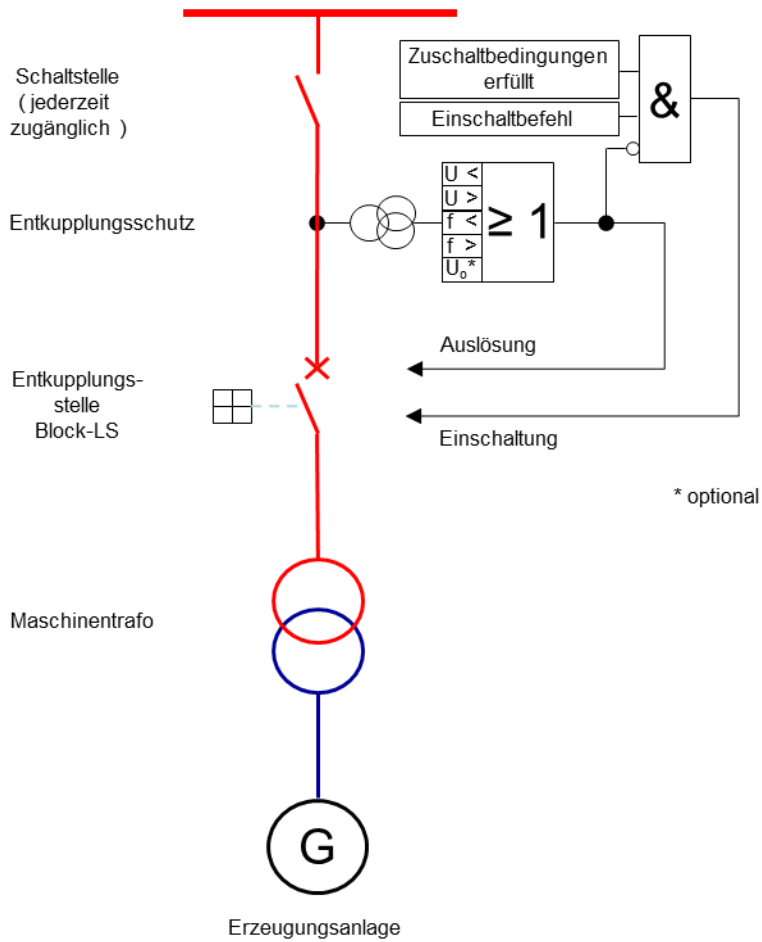
## 14 Anhang A

Vereinfachte Ausführungsbeispiele für Schutzeinrichtungen an der *Entkupplungsstelle*



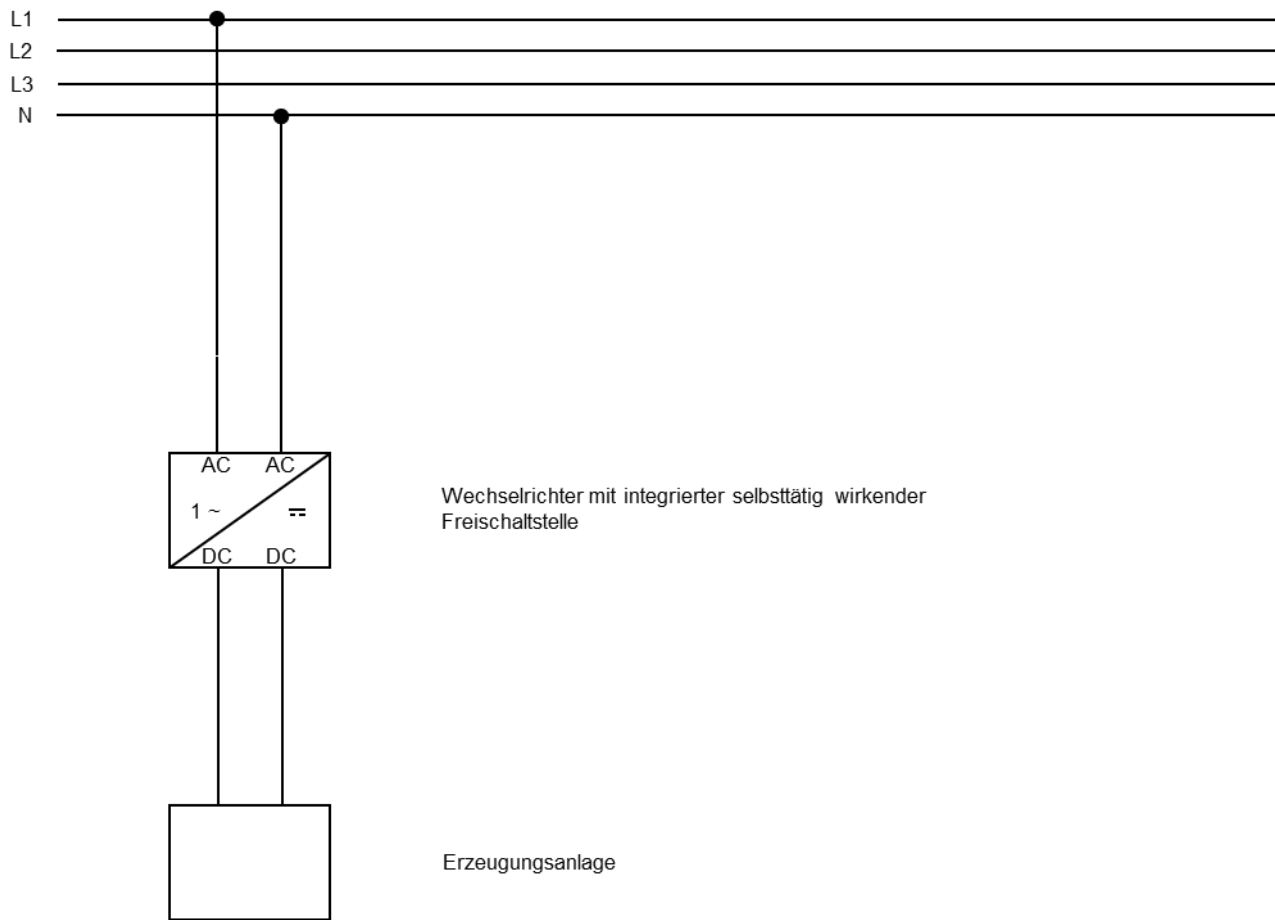
Beispiel 1 Netzanschluss einer *Erzeugungsanlage* (Niederspannungs-Verteilernetz) mit zweiseitig versorgbarer Anlage des *Netzbennutzers*

### Mittelspannungs-Verteilernetz



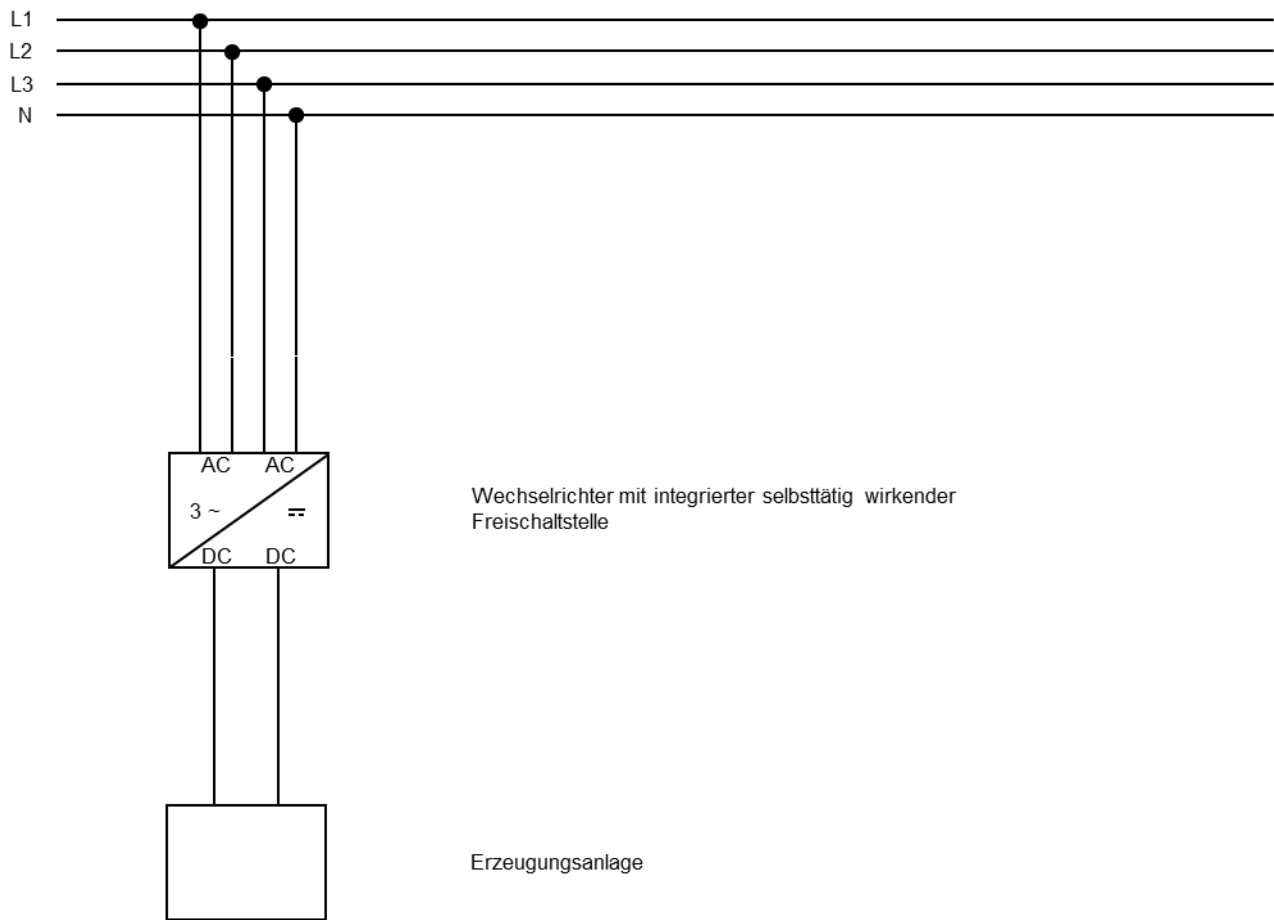
Beispiel 2 Netzanschluss einer Erzeugungsanlage an das Mittelspannungsnetz mit Entkupplungsschutz

## Niederspannungs-Verteilernetz

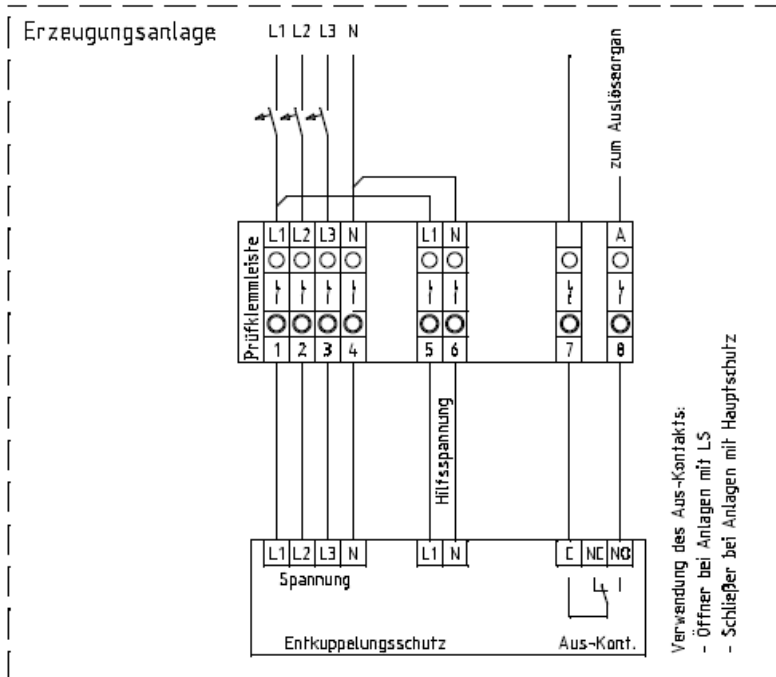


Beispiel 3 Netzanschluss und Schutzeinrichtung bei Einsatz einer selbsttätig wirkenden *Freischnittstelle* (laut ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 [17]) für einphasige Wechselrichter (max. 3,68 kVA)

## Niederspannungs-Verteilernetz



Beispiel 4 Netzanschluss und Schutzeinrichtung bei Einsatz einer selbsttätig wirkenden *Freischnittstelle* laut ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 [17] für mehrphasige Wechselrichter (max. 30 kVA)



Beispiel 5 Typischer Aufbau einer Prüfklemmleiste