



**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 2.1  
2013

## 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

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 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 Netzanschlusskonzept vorliegt.

### Für den Inhalt verantwortlich:

Energie-Control Austria

Rudolfsplatz 13a

A-1010 Wien

Tel: +43-1-24724-0

**Inhaltsangabe:**

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Begriffe und Definitionen</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Netzanschluss</b> .....	<b>6</b>
4.1	Allgemein .....	6
4.2	Maximal zulässiger Kurzschlussstrom .....	9
4.3	Netzanschluss Niederspannung .....	9
4.4	Netzanschluss Mittelspannung .....	10
<b>5</b>	<b>Schaltstelle</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Entkopplungsstelle</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Verhalten der Erzeugungsanlage am Verteilernetz</b> .....	<b>12</b>
7.1	Blindleistungsanpassung - Netzstützung .....	12
7.1.1	Statische Spannungshaltung .....	12
7.1.2	Dynamische Netzstützung für Einspeisung ins Mittelspannungsnetz .....	12
7.1.3	Blindleistung .....	14
7.2	Wirkleistungsanpassung .....	18
7.2.1	Frequenzabhängige Wirkleistungsreduzierung .....	18
7.2.2	Betriebsbedingte Wirkleistungsvorgabe .....	20
<b>8</b>	<b>Schutzeinrichtung für die Entkopplungsstelle</b> .....	<b>21</b>
8.1	Aufgabe von Entkopplungsschutzeinrichtungen und Allgemeines .....	21
8.2	Schutzfunktionen für den Entkopplungsschutz .....	23
8.2.1	Spannungsschutzfunktionen .....	23
8.3	Einstellwerte für den Entkopplungsschutz .....	25
8.3.1	Entkopplungsschutz von Wechselrichtern mit selbsttätig wirkender Freischaltstelle nach ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 .....	26

8.3.2	Einstellwerte für Entkuppelungsschutz im Niederspannungsnetz (ausgenommen Wechselrichter) .....	27
8.3.3	Einstellwerte für Entkuppelungsschutz im Mittelspannungsnetz .....	28
<b>9</b>	<b>Sternpunktbehandlung von Generatoren mit Anschluss an das Niederspannungsnetz .....</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>Zuschaltkontrolleinrichtung und Zuschaltbedingungen .....</b>	<b>31</b>
10.1	Zuschaltkontrolleinrichtungen .....	31
10.2	Zuschaltbedingungen .....	31
<b>11</b>	<b>Netzurückwirkungen (NRW) .....</b>	<b>33</b>
<b>12</b>	<b>Zählung .....</b>	<b>34</b>
<b>13</b>	<b>Betrieb .....</b>	<b>35</b>
13.1	Betriebsführung und Informationsaustausch .....	35
13.2	Inbetriebsetzung und erstmaliger Parallelbetrieb .....	36
13.3	Betrieb von Netzersatzanlagen .....	37
<b>14</b>	<b>Anhang A .....</b>	<b>38</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 Kraftwerksparks (Photovoltaik, Wind,...) 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 Wechselrichter / *Umrichter* erfolgen.

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

Hinsichtlich Photovoltaikanlagen ist auch ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712[17] und für den Anschluss von Kleinst-KWK-Anlagen an das öffentliche *Niederspannungsnetz* ist auch ÖVE/ÖNORM EN 50438 [27] zu beachten.

## 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 wesent-

liche Erweiterungen an bestehenden *Erzeugungsanlagen*, und der allenfalls bestehenden Verträge.

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

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

## 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*.

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 könne 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 Anschlusspunkt (Anschlusswirkleistung) 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 3-polige (*Netz-*)*Kurzschlussleistung*,
- vereinbarte *Versorgungsspannung*  $U_C$ , bzw. die *Nennspannung*  $U_n$
- 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)
- maximale Bandbreite der *Blindleistung* oder Blindleistungsregelkonzept

Im Zuge der Anschlussbeurteilung werden je nach Bedarf folgende Aspekte des Parallelbetriebes zwischen *Netzbetreiber* und Erzeuger abgestimmt:

- Angaben zur Sternpunktbehandlung und zur allenfalls erforderlichen Beteiligung an einer Erdschlussstrom-Kompensation,
- Schutzkonzept
- 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 öffentliche Netz 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 6-fache 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 *Anlagenverantwortlichen 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 grundsätzlich als symmetrische dreiphasige Drehstromgeneratoren auszulegen und an das Netz anzuschließen.

Unter Berücksichtigung der maximalen Unsymmetrie von 4,6 kVA können Erzeugungsanlagen auch einphasig an das Netz angeschlossen werden. Somit können maximal 3 x 4,6 kVA einphasig (verteilt auf die drei Außenleiter) angeschlossen werden.

$$3 \times 4,6 \text{ kVA} = \Sigma S_{E_{\max}} \leq 13,8 \text{ kVA}$$

$S_{E_{\max}}$  = Summenleistung aller einphasig angeschlossenen Erzeugungseinheiten je Kundenanlage an einem Netzanschlusspunkt

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

#### 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 Anschlusspunkt werden dem *Netzbutzer* 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 5 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

- einphasig mit einer Nennscheinleistung von maximal 4,6 kVA (Summenleistung am Anschlusspunkt  $\leq 13,8$  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 [17] ausgerüstet sind.

## 6 Entkupplungsstelle

Für die Verbindung der *Erzeugungsanlage* mit dem *Netz* oder mit der übrigen *Anlage des Netzbenutzers* 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 je Kundenanlage 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.

Der Spannungssollwert bzw. eine dem Blindleistungssollwert zuordenbare Sollspannung muss innerhalb der zulässigen Spannungsgrenzen liegen (Spannungstoleranzband laut ÖVE/ÖNORM EN 50160 [5] und ÖVE/ÖNORM EN 60038 [25]).

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 Betreiber der *Erzeugungsanlage* verlangt werden.

#### 7.1.2 Dynamische Netzstützung für 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 (1-, 2- und 3-polig).

- 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 Verbrennungsmaschinen 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 unverzügerte 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.

### 7.1.3 Blindleistung

Erzeugungsanlagen müssen unabhängig von der Anzahl der einspeisenden Phasen unter normalen stationären Betriebsbedingungen im Spannungstoleranzband  $U_n \pm 10\%$  und in ihren zulässigen Betriebspunkten ab einer Wirkleistungsabgabe  $>20\%$  der Bemessungswirkleistung mit folgenden Verschiebungsfaktoren  $\cos\varphi$  betrieben werden können:

- $\leq 3,68\text{kVA}$ :  $\cos\varphi$  0,95 untererregt bis 0,95 übererregt – Betriebspunkt kann ohne Vorgabe des Netzbetreibers in diesem Bereich liegen.
- $>3,68\text{ kVA}$  bis  $\leq 13,8\text{ kVA}$ :  $\cos\varphi$  0,95 untererregt bis  $\cos\varphi$  0,95 übererregt. (siehe Abbildung 7-1) - nach Vorgabe des Netzbetreibers.
- $>13,8\text{ kVA}$ :  $\cos\varphi$  0,95 untererregt bis  $\cos\varphi$  0,95 übererregt bzw. nach Vorgabe des Netzbetreibers aufgrund begründeter lokaler Anforderungen ein  $\cos\varphi$  0,90 untererregt bis  $\cos\varphi$  0,90 übererregt gefordert werden.<sup>1</sup>

Für Erzeugungsanlagen mit Synchrongeneratoren besteht die Möglichkeit einer Begrenzung auf  $\cos\varphi$  0,95 untererregt, wenn geringere Werte **nachweislich** aus Stabilitätsgründen nicht angefahren werden können.

Das bedeutet im Verbraucherzählpfeilsystem den Betrieb im Quadranten II (untererregt) bzw. III (übererregt)

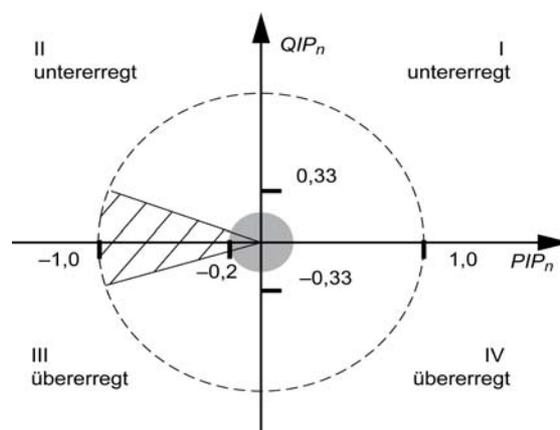


Abbildung 7-1: Blindleistungsbetriebsbereich für Erzeugungsanlagen  $> 3,68\text{kVA}$  bis  $\leq 13,8\text{kVA}$

<sup>1</sup> Im Rahmen der Überarbeitung der TOR zur Umsetzung der ENTSO-E Network Codes (speziell Requirements for Generators) werden die Grenzwerte einer neuerlichen Überprüfung zu unterziehen sein. Die Einführung strengerer Grenzwerte in diesem Zusammenhang ist möglich.

Die Blindleistung der Erzeugungsanlage muss innerhalb der schraffierten Grenz-Blindleistung-Kreissegmente der Abbildung 7-1 frei einstellbar sein.

### 7.1.3.1 Blindleistung bei Einspeisung in das Niederspannungsnetz

Art und Sollwerte der Blindleistungseinstellung sind abhängig von den Netzgegebenheiten und können deshalb vom Netzbetreiber innerhalb der Grenz-Blindleistungs-Dreiecke individuell vorgegeben werden. Für Erzeugungsanlagen, deren Erzeugungseinheiten über Umrichter oder blindleistungsfähige Generatoren einspeisen, können nachstehende Betriebsarten erforderlich sein:

- eine Verschiebungsfaktor-/Wirkleistungskennlinie  $\cos\varphi(P)$  oder
- ein fester Verschiebungsfaktor  $\cos\varphi$  oder
- eine Blindleistungs-/Spannungskennlinie  $Q(U)$
- eine feste Blindleistung

*Anmerkung 1 Eine Kennlinie  $\cos \varphi(P)$  kann vom Netzbetreiber für Erzeugungseinheiten vorgegeben werden, die mit schwankender Leistung einspeisen. Solche Erzeugungseinheiten sind z.B. PV-Anlagen oder BHKW mit über Umrichter gekoppeltem Generator.*

*Anmerkung 2 Ein fester Verschiebungsfaktor eignet sich für Erzeugungsanlagen, die mit konstanter Leistung einspeisen, wie BHKW mit direkt an das Netz gekoppeltem Generator. Die Einhaltung der Vorgabe kann durch geeignete Kondensatoren realisiert werden. Eine Kennliniensteuerung durch die Erzeugungseinheit ist dann nicht erforderlich.*

*Anmerkung 3 Mit der im Abbildung 7-2 dargestellten Standard-Kennlinie für  $\cos \varphi(P)$  sollten Erzeugungseinheiten ausgeliefert werden. Abhängig von Netztopologie, Netzbelastung und Einspeiseleistung kann der Netzbetreiber auch eine von der Standard-Kennlinie für  $\cos \varphi(P)$  abweichende Kennlinie fordern.*

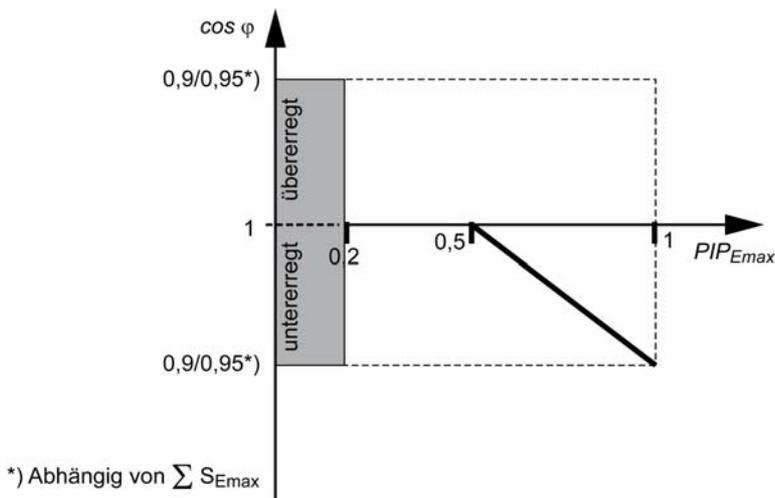


Abbildung 7-2: Standard-Kennlinie für  $\cos \varphi(P)$  für Einspeisung in das Niederspannungsnetz

Die Blindleistung muss sich automatisch entsprechend der vorgegebenen Kennlinie einstellen. Die Messstelle für die Umsetzung der Blindleistungsanforderungen wird vom Netzbetreiber vorgegeben (in der Regel die Generatorklemme).

*Erzeugungsanlagen*, welche von ihrer Konstruktion her einen Blindleistungsbedarf aufweisen (z.B. Asynchrongeneratoren), der nicht aus dem *Verteilernetz* gedeckt werden soll<sup>2</sup>, benötigen eine Einrichtung zur *Blindleistungskompensation* (z.B. Kondensatoren). Diese 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 Eigenerregung 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 muss vermieden werden.

Die Leistung und die Schaltung der Anlage zur Blindleistungskompensation sowie ihre Regelungsart sind mit dem *Netzbetreiber* abzustimmen.

Die Art der *Blindleistungskompensation* und der Kompensationsgrad (siehe TOR Hauptabschnitt D1) sind mit dem *Netzbetreiber* abzustimmen.

<sup>2</sup> Ein Bezug von Blindleistung aus dem Netz kann nicht nur die Übertragungskapazität des *Netzes* vermindern, sondern auch die Einspeiseleistungen anderer *Erzeugungsanlagen* begrenzen.

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.

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

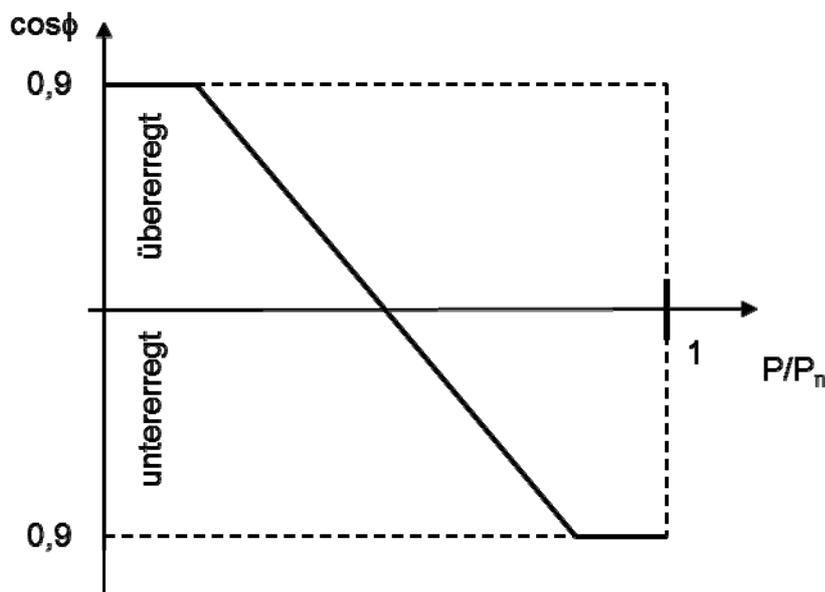
Bei Veränderung der Wirkleistung muss sich die Blindleistung automatisch entsprechend der Vorgabe einstellen.

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

- eine Verschiebungsfaktor-/Wirkleistungskennlinie  $\cos\varphi$  (P) oder
- ein fester Verschiebungsfaktor  $\cos\varphi$  oder
- eine Blindleistungs-/Spannungskennlinie  $Q(U)$
- eine feste Blindleistung.

Die Messstelle für die Umsetzung der Blindleistungsanforderungen wird vom Netzbetreiber vorgegeben und ist in der Regel der Netzanschlusspunkt.

Abbildung 7-3 stellt ein Beispiel für eine  $\cos\varphi$  (P) Kennlinie dar.

Abbildung 7-3: Beispiel für eine  $\cos \varphi (P)$ -Kennlinie

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
- Online-Sollwertvorgabe

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

## 7.2 Wirkleistungsanpassung

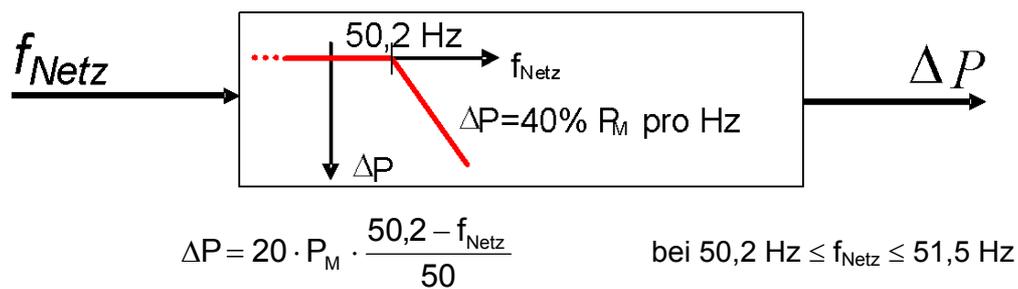
### 7.2.1 Frequenzabhängige Wirkleistungsreduzierung

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 50,2 Hz) mit einem Gradienten von 40% von  $P_M$  je Hertz absenken (bei Frequenzanstieg) bzw. steigern (bei Frequenzreduzierung, siehe Abbildung 7-4: Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz). Daraus folgt, dass sich die

Erzeugungseinheit im Frequenzbereich zwischen 50,2 und 51,5 Hz hinsichtlich ihrer Wirkleistungs-Einspeisung permanent auf der Frequenz-Kennlinie auf und ab bewegt („Fahren auf der Kennlinie“). Die Schrittweite der Frequenzmessung muss  $\leq 10\text{mHz}$  sein.

Bei Überfrequenz darf die Wirkleistung erst bei Rückkehr der Frequenz auf einen Wert von  $f \leq 50,05\text{ Hz}$  wieder gesteigert werden, solange die aktuelle Frequenz 50,2 Hz nicht überschreitet. Der Unempfindlichkeitsbereich muss kleiner 10 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)



- $\Delta P$  Leistungsreduktion [%]
- $P_M$  Momentane verfügbare Leistung
- $f_{\text{Netz}}$  Netzfrequenz

- Im Bereich  $47,5 \text{ Hz} \leq f_{\text{Netz}} \leq 50,2 \text{ Hz}$  keine Einschränkung<sup>1)</sup>
- bei  $f_{\text{Netz}} \leq 47,5 \text{ Hz}$  Trennung vom Netz
- $f_{\text{Netz}} \geq 51,5 \text{ Hz}$  Trennung vom Netz

<sup>1)</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 von  $S_{Amax} \leq 1,5 \text{ kVA}$  werden aufgrund der derzeitigen geringen Systemrelevanz von der Anforderung ausgenommen.

Abbildung 7-4: Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz

### 7.2.2 Betriebsbedingte Wirkleistungsvorgabe

Erzeugungsanlagen ab einer Anlagenleistung von  $> 100\text{kW}$  müssen ihre Wirkleistung in Stufen von höchstens 10% der maximalen Wirkleistung  $P_{A\text{max}}$  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 die maximale Wirkleistung  $P_{A\text{max}}$ . Bewährt haben sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt Sollwerte von 100%/60%/30%/0% (die Leistung darf dabei auch geringer sein; wenn technisch nicht anders realisierbar, kann diese auch durch Abschaltung einer Erzeugungseinheit 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 Einspeiseleistung erfolgt in Eigenverantwortung des Anlagenbetreibers. Hierzu sind die vertraglichen Bedingungen zu beachten, insbesondere bei einem dadurch entstehenden Leistungsbezug der Kundenanlage.

Regelbare Erzeugungsanlagen müssen die Reduzierung der Leistungsausgabe auf den jeweiligen Sollwert unverzüglich, jedoch innerhalb von maximal einer Minute vornehmen. Bei diesen Erzeugungsanlagen muss eine Reduzierung auf den Sollwert 10% ohne automatische Trennung vom Netz technisch möglich sein; unterhalb von 10% der maximalen Wirkleistung  $P_{A\text{max}}$  dürfen sich die Erzeugungseinheiten vom Netz trennen. Alle anderen Erzeugungseinheiten müssen eine Reduzierung der Leistungsangabe auf den jeweiligen Sollwert mindestens innerhalb von maximal fünf Minuten durchführen. Wird der Sollwert nicht innerhalb von fünf Minuten erreicht, ist die Erzeugungsanlage abzuschalten.

Übergangsregelung für Erzeugungsanlagen mit Verbrennungskraftmaschinen:

Bei der Reduktion der Wirkleistungsabgabe sind bei Sollwerten unterhalb 50 % der vereinbarten Anschlusswirkleistung die motortechnisch maximal zulässigen Betriebsdauern zu berücksichtigen. Bei einer Leistung  $< 50\%$  der vereinbarten Anschlusswirkleistung und Überschreitung der zulässigen Betriebsdauer darf sich eine Erzeugungsanlage mit Verbrennungskraftmaschine vom Netz trennen.

Eine Wirkleistungsänderung (Reduzierung und Steigerung) beträgt bei Erzeugungseinheiten mit einer Nennleistung von:

- $\leq 2\text{ MW}$  mindestens 66 %  $P_{A\text{max}}$  je Minute (entspricht  $\geq 1,11\%$   $P_{E\text{max}}$  je Sekunde),

- > 2 MW mindestens 20 %  $P_{Amax}$  je Minute (entspricht  $\geq 0,33$  %  $P_{Emax}$  je Sekunde).

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.

## 8 Schutzeinrichtung für die Entkupplungsstelle

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

### 8.1 Aufgabe von Entkupplungsschutzeinrichtungen und Allgemeines

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

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

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

Ausführung und Funktionsumfang der Schutzeinrichtungen für die *Entkupplungsstelle* 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 *Entkupplungsstelle* durch die Entkuppelungsschutzeinrichtungen braucht nur wirksam 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 *Entkupplungsstelle* wirkende Schutzeinrichtungen erforderlich. Dies gilt auch für Prüfläufe von Ersatzstromversorgungsanlagen im Parallelbetrieb.

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

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

Die Entkuppelungsschutzfunktionen 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 Hilfspannung 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 Prüfklemmleiste 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 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 einstellbar sein.

### 8.2.1.1 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  $f>$

### 8.2.1.2 Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q_2$ & $U<$ )

Der Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q_2$  &  $U<$ ) 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 Auf-

nahme von induktiver Blindleistung aus dem Verteilernetz oder durch mangelnde Spannungsstützung behindern, werden vor Erreichen der Endzeit der Netzschutzeinrichtungen vom Verteilernetz getrennt.

#### **8.2.1.3 Erdschlussschutz ( $U_e \geq$ )**

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.

#### **8.2.1.4 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 einphasigen Wechselrichtern mit einer Nennscheinleistung bis maximal 4,6 kVA und bei dreiphasigen Wechselrichtern mit einer Nennscheinleistung bis maximal 30 kVA z. B. 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 $U_{\text{eff}} >$	$1,15 U_N$	$\leq 0,1 \text{ s}$
Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} >$ mit Überwachung des gleitenden 10 min Mittelwertes (Überwachung der Spannungsqualität)	$1,12 U_N$ <sup>1)</sup>	unverzögert
Unterspannungsschutz $U_{\text{eff}} <$	$0,80 U_N$	$\leq 0,2 \text{ s}$
Überfrequenzschutz $f >$	$51,5 \text{ Hz}$ <sup>3)</sup>	$\leq 0,2 \text{ s}$
Unterfrequenzschutz $f <$	$47,5 \text{ Hz}$ <sup>4)</sup>	$\leq 0,2 \text{ s}$
Netzausfall <sup>2)</sup>		$\leq 5 \text{ s}$

- 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  $1,12 U_N$ . 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 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.

Tabelle 8-1: Schutzeinstellwerte für Wechselrichter im Parallelbetrieb

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

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

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte	
Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} \gg$	1,00 – 1,30 $U_N$	$\leq 1,15 U_N$ <sup>1)</sup>	$\leq 0,1$ s
Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} >$ oder Überspannungsschutz $U_{\text{eff}} >$ mit Überwachung des gleitenden 10min Mittelwertes	1,00 – 1,30 $U_N$	1,11 $U_N$ 1,11 $U_N$	$\leq 60$ s unverzögert
Unterspannungsschutz $U_{\text{eff}} <$	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

<sup>1)</sup> Einstellwert ist mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

<sup>2)</sup> 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 Empfohlene Einstellwerte für den Entkupplungsschutz von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz):

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>3</sup> über den Sternpunkt weniger als ca. 20 % des Bemessungsstroms des Generators beträgt. Höhere Ströme erfordern gegebenenfalls den Einbau einer Sternpunktsdrossel bzw. anderweitige Maßnahmen.

---

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

## 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 Frequenz-Synchronität 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 Netzsynchronisation 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  $U \geq 0,90 U_c$  bzw.  $U_n$  sowie  $\leq 1,10 U_c$  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).

Im Falle einer Wiederschaltung nach Auslösung des Entkupplungsschutzes 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 inselfähigen *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*, *Spannungseinlenkungen* 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 *Netzbewutzer* 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 Anlagenverantwortlicher 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 Entkopplungsschutzes und der Entkopplungsschaltanlagen (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 und erstmaliger Parallelbetrieb**

Die Inbetriebsetzung und der erstmalige Parallelbetrieb sind mit dem *Netzbetreiber* abzustimmen.

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

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

Vom Betreiber der *Erzeugungsanlage* sind die Überprüfungen der Einrichtungen für die *Entkopplungsstelle* zu dokumentieren und die Einhaltung der Anforderungen nachzuweisen.

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.

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

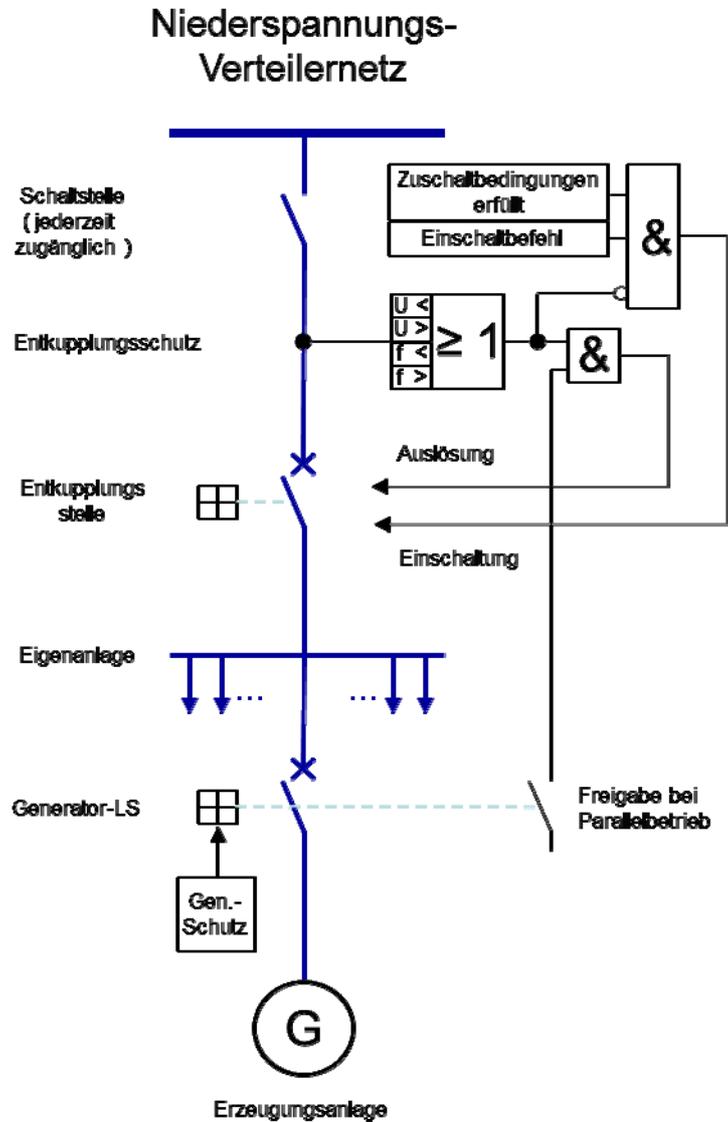
### **13.3 Betrieb von Netzersatzanlagen**

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 Wiederschaltung verhindert wird.

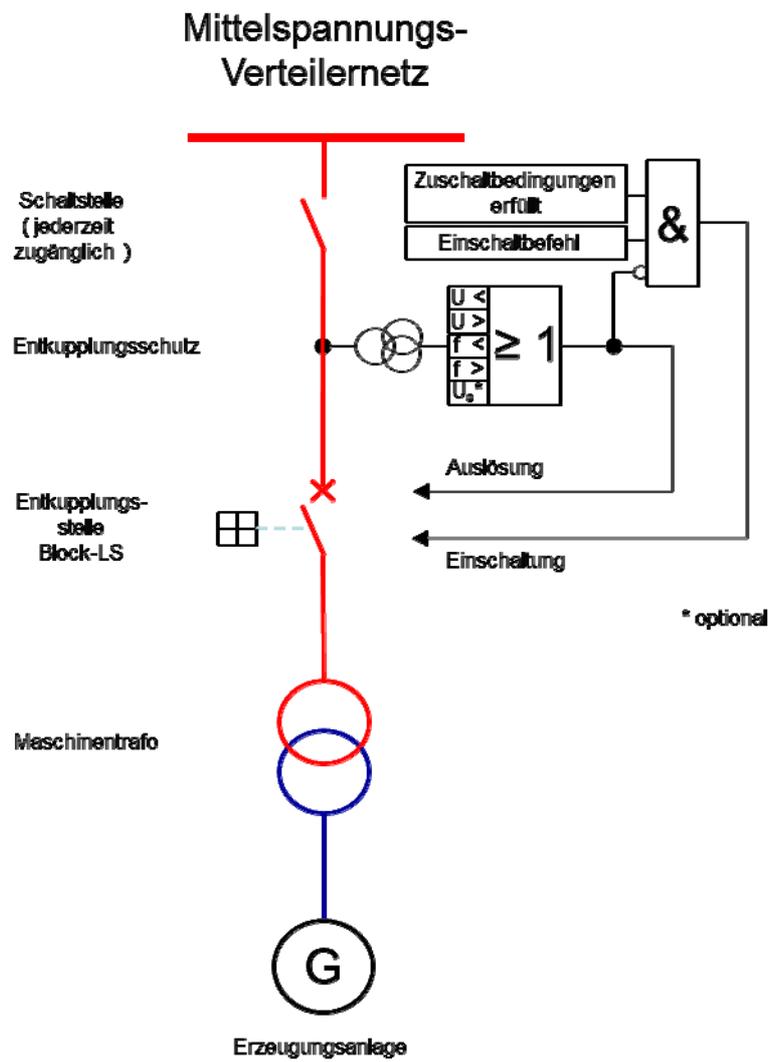
Bei unterbrechungsfreier Versorgung des Netzes kann es bei einem Leistungsüberschuss im Netz zu einem kurzzeitigen Rückleistungsbetrieb des Aggregates kommen.

# 14 Anhang A

Vereinfachte Ausführungsbeispiele für Schutzeinrichtungen an der Entkopplungsstelle

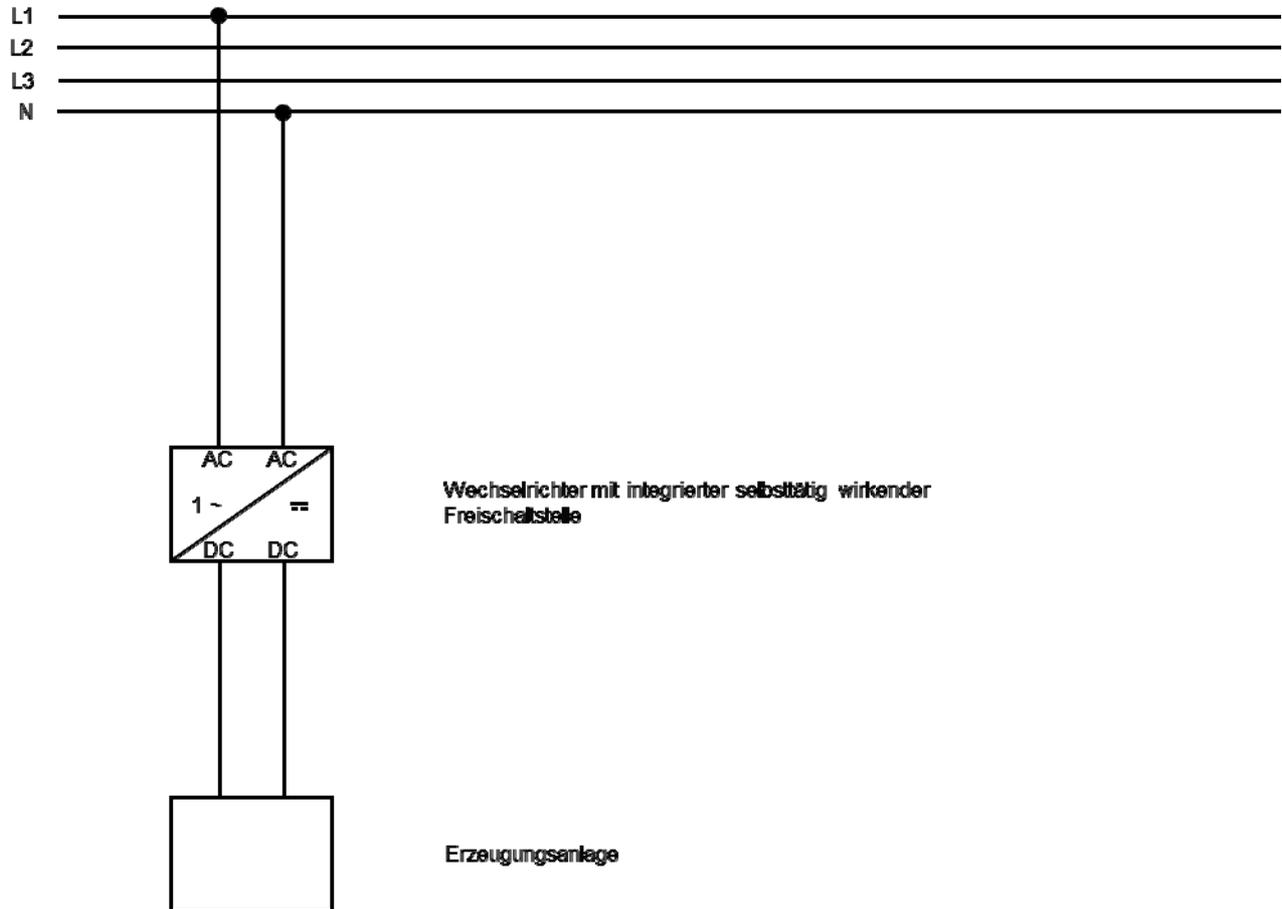


Beispiel 1 Netzanschluss einer Erzeugungsanlage (Niederspannungs-Verteilernetz) mit zwei-seitig versorgbarer Anlage des Netzbenutzers



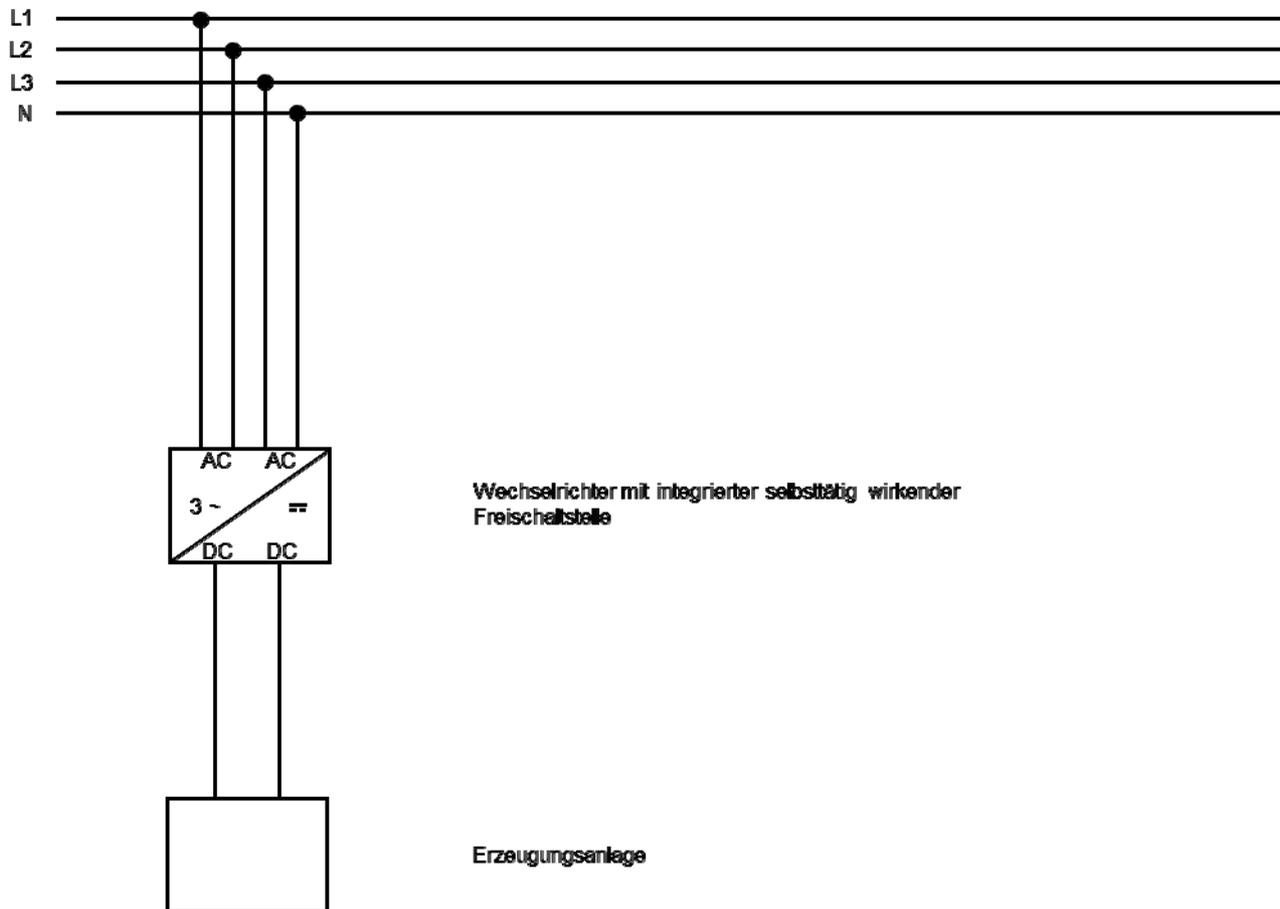
Beispiel 2 Netzanschluss einer Erzeugungsanlage an das Mittelspannungsnetz mit Entkuppelungsschutz

## Niederspannungs-Verteilernetz

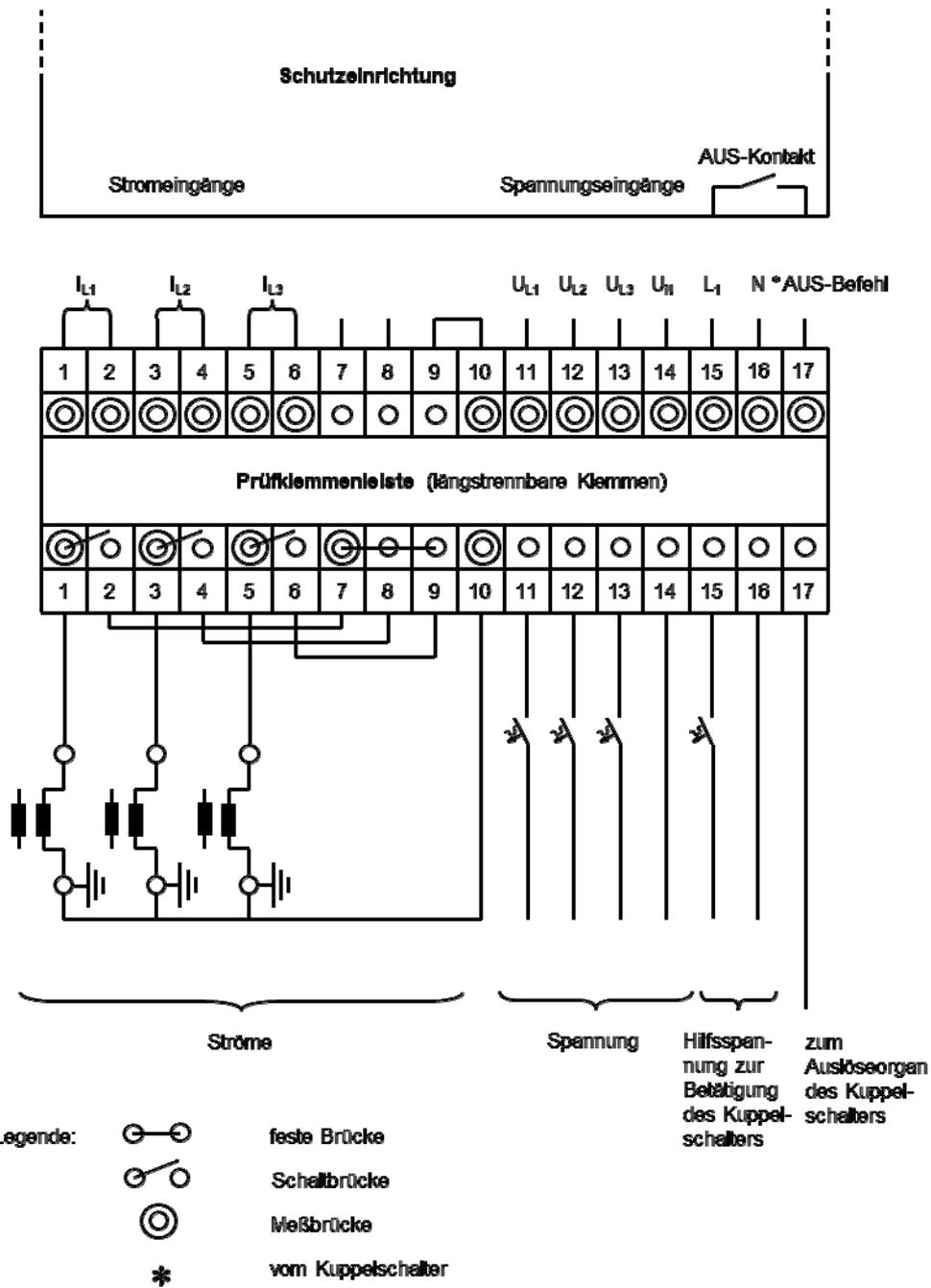


Beispiel 3 Netzanschluss und Schutz einrichtung bei Einsatz einer selbsttätig wirkenden Freischnittstelle (laut ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 [17]) für einphasige Wechselrichter (max. 4,6 kVA)

## Niederspannungs-Verteilernetz



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



Beispiel 5      Typischer Aufbau einer Prüfklemmleiste