GEMEINDEWERKE
EBERSDORF B.COBURG

Technische Richtlinie
Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz des Netzbetreibers

Ergänzungen des Netzbetreibers zum Wortlaut der BDEW-Veröffentlichung Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz Ausgabe Juli 2008 und deren 3. & 4. Ergänzung „Regelungen und Übergangsfristen“ vom 1. April 2011 bzw. 01.01.2013

Juli 2016, Rev. 1

Inhaltsverzeichnis

0 VORWORT 4

1 GELTUNGSBEREICH (ERGÄNZUNGEN ZU KAPITEL 1) 5

2 NETZANSCHLUSS (ERGÄNZUNGEN ZU KAPITEL 2) 7
2.1 Netzrückwirkungen (Ergänzungen zu Kapitel 2.4) 7
2.2 Dynamische Netzstützung (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.1.2) 8
2.2.1 Erzeugungsanlagen mit Anschluss am Umspannwerk oder Selektivstation 8
2.2.2 Erzeugungsanlagen mit Anschluss im Mittelspannungsnetz 9
2.3 Wirkleistungsabgabe (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.3) 10
2.4 Blindleistung (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.4) 11
2.4.1 Allgemeine Vorgaben für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen für Netzanschlussbegehren ab dem 01.07.2016 11
2.4.2 Betrag der bereit zu stellenden Blindleistung 11
2.4.3 Vorgabe für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss am Umspannwerk 12
2.4.4 Vorgaben für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss im Mittelspannungsnetz und in Selektivstationen (nicht UW-Anschluss) 13
2.4.5 Vorgaben an das Regelungsverhalten 18
2.4.6 Messung und Toleranzen 19
2.5 Inselnetzbetrieb (Ergänzungen zu Kapitel 2.5) 19
2.6 Notstromaggregat (Ergänzung zu Kapitel 2.5) 20

3 AUSFÜHRUNG DER ANLAGE (ERGÄNZUNGEN ZU KAPITEL 3) 22
3.1 Allgemeines zur Primärtechnik 22
3.1.1 Vorgaben zu Wandlern (Ergänzungen zu Kapitel 3.1.) 22
3.1.2 Vorgaben zum Kuppelschalter (Ergänzungen zu Kapitel 3.1.3) 22
3.2 Sekundärtechnik (Ergänzungen zu Kapitel 3.2) 23
3.2.1 Anwendungsbereiche Fernwirkgerät und Funkrundsteuerung (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.1) 23
3.2.2 Hilfsenergieversorgung (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.2) 30
3.2.3 Schutzeinrichtungen (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.3) 31
3.2.4 Anschluss der Erzeugungsanlage an die Sammelschiene eines Umspannwerkes bzw. einer Selektivstation (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.3.3) 32
3.2.5 Anschluss der Erzeugungsanlage im Mittelspannungsnetz (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.3.4) 37
3.2.6 Notstromaggregate 42

4 ABRECHNUNGSMESSUNG (ERGÄNZUNGEN ZU KAPITEL 4) 43

5 ZUSCHALTBEDINGUNG UND SYNCHRONISIERUNG (ERGÄNZUNGEN ZU KAPITEL 5.7) 43

6 NACHWEIS DER ELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN (ERGÄNZUNGEN ZU KAPITEL 6) 44

7 ERGÄNZUNGEN ZU ANHANG C „ANSCHLUSSBEISPIELE“ DER BDEW-RICHTLINIE 45

8 ANHANG A: PARAMETRIERUNG DER BLINDLEISTUNGSREGELUNG, TESTSYSTEM ZUR BEWERTUNG DES BLINDLEISTUNGSVERHALTENS 47

9 ANHANG B: VORGABEN FÜR ERZEUGUNGSANLAGEN MIT NETZANSCHLUSSBEGEHREN VOR DEM 01.07.2016 50

9.1 Blindleistung (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.4) 50

9.1.1 Vorgabe für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss am Umspannwerk 50

9.1.2 Vorgabe für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss im Mittelspannungsnetz und in Selektivstationen 50

9.2 Fernsteuerung über Fernwirkgeräte (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.1) 54

10 AKTUALISIERUNGEN / ÄNDERUNGEN 57

ANLAGEN

siehe Ergänzende Technische Bedingungen für Anschlüsse am Mittelspannungsnetz (TAB Mittelspannung) des Netzbetreibers zum Wortlaut der BDEW-Veröffentlichung TAB Mittelspannung Ausgabe Mai 2008

0 Vorwort

Die BDEW-Richtlinie „Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ beschreibt verschiedene Anforderungen an Erzeugungsanlagen (EZA), die technisch und baulich von den Anlagen eingehalten werden müssen. Diese Anforderungen können in Abhängigkeit vom Netzanschlusspunkt innerhalb des Mittelspannungsnetzes unterschiedlich sein. Daher werden unter verschiedenen Randbedingungen unterschiedliche Einstellungen an den Erzeugungsanlagen notwendig, die zwischen dem Anlagenerrichter und dem zuständigen Netzbetreiber abzustimmen sind.

Darüber hinaus beschreibt die Richtlinie auch betriebliche Anforderungen, die eine Erzeugungsanlage innerhalb der technischen Grenzen umzusetzen hat und die vom zuständigen Netzbetreiber vorgegeben werden.

Bedingt durch den stetig steigenden Anteil an dezentraler Erzeugung ist es notwendig die Aufgaben der statischen und dynamischen Netzstützung auf die dezentralen Erzeugungsanlagen auszudehnen. Dies erfordert die zwingende Einhaltung der Vorgaben aus den vorliegenden Richtlinien, die Einhaltung der Fristen und die entsprechende Zertifizierung der Anlagen. Die zur Wirkleistungsreduzierung eingesetzte Europäischer Funkrundsteuerung EFR wird durch Fernwirktechnik ergänzt. Die Erzeugungsanlagen sind auf die entsprechende Messwertübertragung, Meldungs- und Befehlsumsetzung vorzubereiten. Die konkreten Anforderungen an die Fernwirktechnik sind Einzelfallbezogen im Laufe der Projektierung bei dem NB zu erfragen.

Die vorliegende Ergänzung der Richtlinie konkretisiert verschiedene Anforderungen des Netzbetreibers, die von den Erzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz und ab Umspannwerk einzuhalten sind.

Der Netzbetreiber wird im Folgenden auch als NB bezeichnet.

1 Geltungsbereich (Ergänzungen zu Kapitel 1)

Für Planung, Bau, Anschluss, Betrieb und wesentliche Änderungen von Erzeugungsanlagen gelten die

- BDEW-Richtlinie „Technischen Richtlinien Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“
- Ergänzung zur technischen Richtlinie (BDEW, 1. April 2011 und 01. Januar 2013)
- VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4105
- Ergänzungen des Netzbetreibers zu den technische Richtlinien Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz des BDEW
- BDEW-Richtlinie "Technischen Anschlussbedingungen Mittelspannung"
- Ergänzende Technische Bedingungen für Anschlüsse am Mittelspannungsnetz (TAB Mittelspannung) des Netzbetreibers zur TAB Mittelspannung
- Anforderungen an die informationstechnische Ankopplung von Erzeugungsanlagen an die Stationsleittechnik/Fernwirktechnik des Netzbetreibers (Einspeisemanagement)

in der jeweils aktuellen Fassung. Die jeweils gültige und aktuelle Version aller genannten Unterlagen ist im Internet veröffentlicht.

Unter wesentlicher Änderung von Bestandsanlagen ist auch das „Repowering“ oder die Wechselrichter-Erneuerung von Erzeugungsanlagen zu verstehen und ist mit dem Anschluss neuer Erzeugungsanlagen gleichzusetzten.

Die Ergänzungen haben auch für Anlagen Gültigkeit, die an ein Niederspannungsnetz angeschlossen sind, das über einen separaten Transformator mit dem Mittelspannungsnetz des NB verbunden ist und an das keine Kunden der allgemeinen Versorgung angeschlossen sind. Somit ergänzen sie die „Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz des Netzbetreibers“ in der jeweils gültigen Fassung.

Die vorliegende Richtlinie ist auch für Erzeugungsanlagen anzuwenden die an ein primär auf Bezug ausgerichtetes kundeneigenes Niederspannungsnetz angeschlossen sind, wenn die max. Anschlussleistung aller Erzeugungsanlagen > 100 kVA übersteigt.

Für geringere Anschlussleistungen sind die Niederspannungsrichtlinien TAB NS und VDE-AR-N 4105 anzuwenden.

Werden in einem bestehenden MS-Kundennetz (Industrienetz oder Erzeugungsanlage) neue Erzeugungsanlagen errichtet bzw. Erzeugungsanlagen erweitert, ist unter Umständen die bestehende Netzanschlussanlage des Kunden an die Vorgaben des NB anzupassen. Die Kriterien und der notwendigen Nachrüstungsaufwand sind dem Kapitel 7 und dem Dokument „Ergänzungen des Netzbetreibers zur TR EA MS, Anschlussbeispiele“ zu entnehmen.

Für Erzeugungsanlagen gelten die zeitlichen Übergangsfristen der BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ bzw. der aktuellen Ergänzungen dazu. Sofern bestehende Erzeugungsanlagen die aktuell gültigen Anforderungen noch nicht erfüllen, sind diese im Rahmen der Errichtung neuer Erzeugungsanlagen bzw. der Erweiterung von Bestandsanlagen entsprechend nachzurüsten (z. B. PV-Anlagen mit Inbetriebnahme nach dem 01.04.2011, die die spannungsabhängige Blindleistungsregelung noch nicht umsetzen).

Die oben genannten Richtlinien gelten auch für Erzeugungsanlagen, die nur temporär parallel zum öffentlichen Versorgungsnetz betrieben werden (z. B. Prüfstände mit Rückspeisung, Notstromaggregate für Probebetriebszwecke) und deren Dauer für den Parallelbetrieb 100ms überschreitet (Überschreitung des Kurzzeitparallelbetriebes von Notstromaggregaten). Die Dauer des Netzparallelbetriebes und etwaige Sonderregelungen bezüglich dieser Anlagen sind mit dem NB abzustimmen.

Speicher, d. h. Anlagen mit Wirkleistungslieferung in ein elektrisches Energieversorgungsnetz und mit Wirkleistungsbezug aus einem elektrischen Energieversorgungsnetz oder ggf. alternativen Energiequellen, müssen diese Richtlinie vollumfänglich einhalten.

Die Richtlinie ist im Rahmen der bestehenden Vertragsverhältnisse und sonstigen technischen Vereinbarungen auch von den unterlagerten Netzbetreibern bzw. Weiterverteilern des NB umzusetzen.

Diese Richtlinie tritt zum 01.07.2016 in Kraft und ersetzt die bisherige „Ergänzungen des Netzbetreibers zum Wortlaut der BDEW-Veröffentlichung Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz, Ausgabe Juli 2008“ vom Januar 2016. Änderungen gegenüber dem Stand Januar 2016 sind blau markiert.

2 Netzanschluss (Ergänzungen zu Kapitel 2)

Am Netzanschlusspunkt sind in Abstimmung mit dem Netzbetreiber die erforderlichen Komponenten der Sekundärtechnik vorzusehen.

Die technisch erforderlichen Anlagen umfassen in der Regel:

- Schutz-, Steuerungs- und Fernwirktechnik
- Kommunikationstechnik vom und zum Netzbetreiber
- Kommunikationstechnik von und zu den Erzeugungsanlagen
- Kommunikationstechnik zu einer ggf. vorhandenen Erzeugungsparksteuerung
- Telekommunikationsanschlüsse, Funkantennen
- Fernmelde- und Steuerleitungen
- Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung

2.1 Netzrückwirkungen (Ergänzungen zu Kapitel 2.4)

Gemäß Kapitel 2.4 der 4. Ergänzung „Regelungen und Übergangsfristen“ vom 1. Januar 2013, gilt für die Erstellung von Anlagenzertifikaten hinsichtlich der Oberschwingungs- und Zwischenharmonischen-Ströme I_{vAzul} ein vereinfachtes Berechnungsverfahren.

Für den Betrieb der Erzeugungsanlage wird jedoch abschließend festgelegt:
„Treten nach der Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage netzunverträgliche Rückwirkungen auf, kann der Netzbetreiber die Abschaltung der Erzeugungsanlage verlangen.“

Aus diesem Grund fordert der NB am Netzanschlusspunkt die Einhaltung aller zulässigen Oberschwingungsströme und Zwischenharmonischen, die sich aus Kapitel 2.4.3 der BDEW-Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz, Stand Juni 2008, ergeben. Sollte eine Erzeugungsanlage trotz der Erstellung und Vorlage eines Anlagenzertifikates unzulässige Netzrückwirkungen verursachen, behält sich der NB vor, die Abschaltung der Erzeugungsanlage vorzunehmen, bis die Nachbesserung der Anlage bezüglich der Netzrückwirkungen erfolgt ist.

2.2 Dynamische Netzstützung (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.1.2)

Der NB stellt bezüglich der dynamischen Netzstützung folgende Anforderungen:

2.2.1 Erzeugungsanlagen mit Anschluss am Umspannwerk oder Selektivstation

Erzeugungsanlagen mit Anschluss über ein Schaltfeld an die Sammelschiene eines Umspannwerkes oder einer Selektivstation müssen sich an der dynamischen Netzstützung beteiligen. In diesem Fall ist bei Spannungseinbrüchen ein zusätzlicher Blindstrom gemäß Bild 3.6 des TransmissionCode 2007 (VDN, August 2007) mit Faktor k = 2 in das Netz einzuspeisen (gültig für alle Erzeugungsanlagen außer Windenergieanlagen):

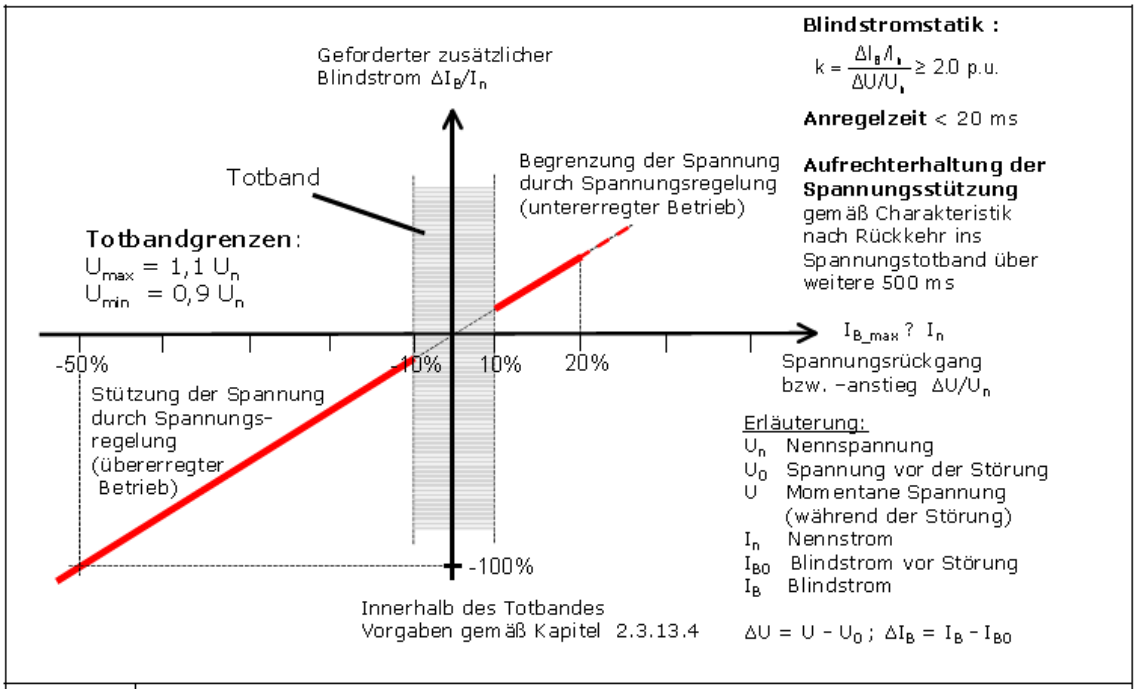
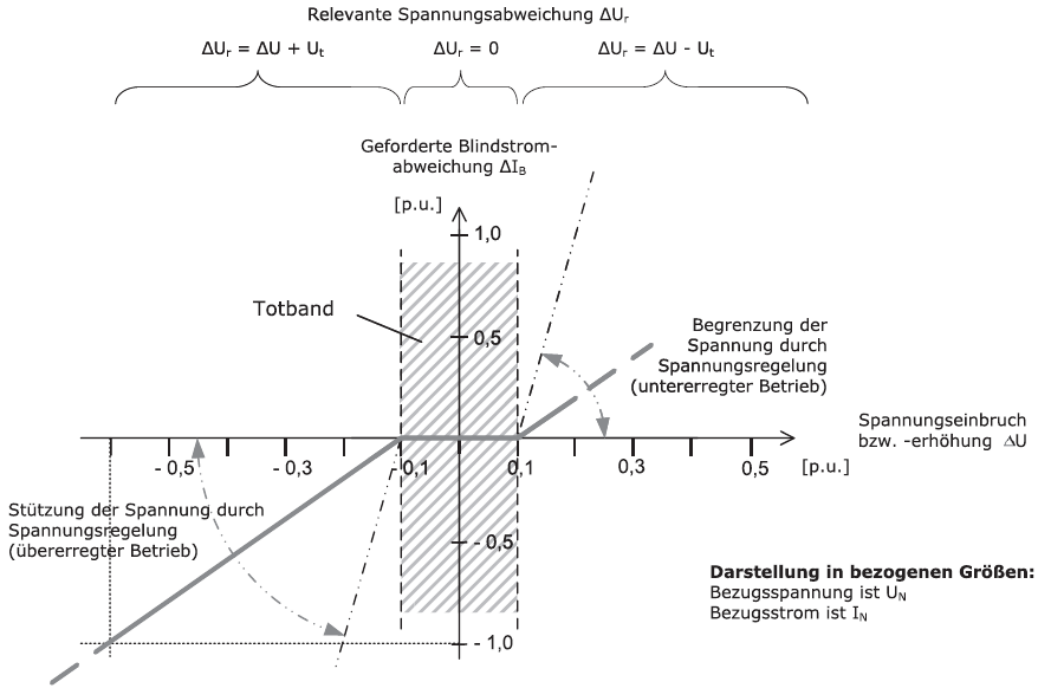


Bild 3.6:	Prinzip der Spannungsstützung bei Netzfehlern bei Erzeugungsanlagen mit regenerativen Energiequellen

(Auszug aus: TransmissionCode 2007; VDN, August 2007)

Windenergieanlagen müssen bei Spannungseinbrüchen einen zusätzlichen Blindstrom gemäß Bild 3.6 der SDLWindV (Systemdienstleistungsverordnung vom 3. Juli 2009 (Bl. I S. 1734, letzte Änderung durch Artikel 4 des Gesetzes vom 28. Juli 2011, BGBl. I S. 1634) mit Faktor k = 2 in das Netz einzuspeisen:

Bild 3.6: Prinzip der Spannungsstützung bei Netzfehlern bei *Windenergie-Erzeugungseinheiten*



(Auszug aus: SDLWindV; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009, vom 03. Juli 2009)

2.2.2 Erzeugungsanlagen mit Anschluss im Mittelspannungsnetz

Erzeugungsanlagen mit einem Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz müssen technisch und baulich alle Anforderungen zur Teilnahme an der dynamischen Netzstützung erfüllen.

Sofern von dem NB nicht anders gefordert, ist bis auf weiteres für alle Erzeugungsanlagen vom Typ 2 (nicht mit Synchrongenerator betrieben) und mit Anschluss im Mittelspannungsnetz, d. h. außerhalb von Umspannwerken und Selektivstationen, das Verhältnis der Blindstromabweichung (ΔI_B) zur relevanten Spannungsabweichung (ΔU_r) so einzustellen, dass im Fall von Spannungseinbrüchen keine zusätzliche Blindstromeinspeisung erfolgt.

$$K = \frac{\Delta I_B / I_N}{\Delta U_r / U_N} = 0$$

$$\Delta U_r = \Delta U + U_t \qquad \Delta U < 0$$
$$\Delta U_r = \Delta U - U_t \qquad \Delta U > 0$$
$$U_t = Spannungstotband$$

Dies ist erforderlich, um die Selektivität des NB-Netzschutzes nicht zu gefährden.

Wenn k=0 technisch nicht umsetzbar ist, kann alternativ der folgende LVRT-Modus gewählt werden: Keine Blindstromeinspeisung, keine Wirkleistungseinspeisung im Fehlerfall. Dieser LVRT-Modus ist keine Anforderung aus der SDLWindV, BDEW MSR 2008 und TC2007. In diesem Fall sind für den Eintritt in den LVRT-Modus folgende Spannungsgrenzen einzustellen (siehe Bild 2.1):

P_1: 45% U_N bei 0 s
P_2: 80% U_N bei 1,5 s

Oberhalb der in Bild 2.1 dargestellten Spannungsgrenzen (>45% U_N im Bereich von 0 bis 1,5s bzw. >80% U_N ab 1,5 s) darf keine Reduktion der Wirk- und Blindleistungseinspeisung erfolgen.

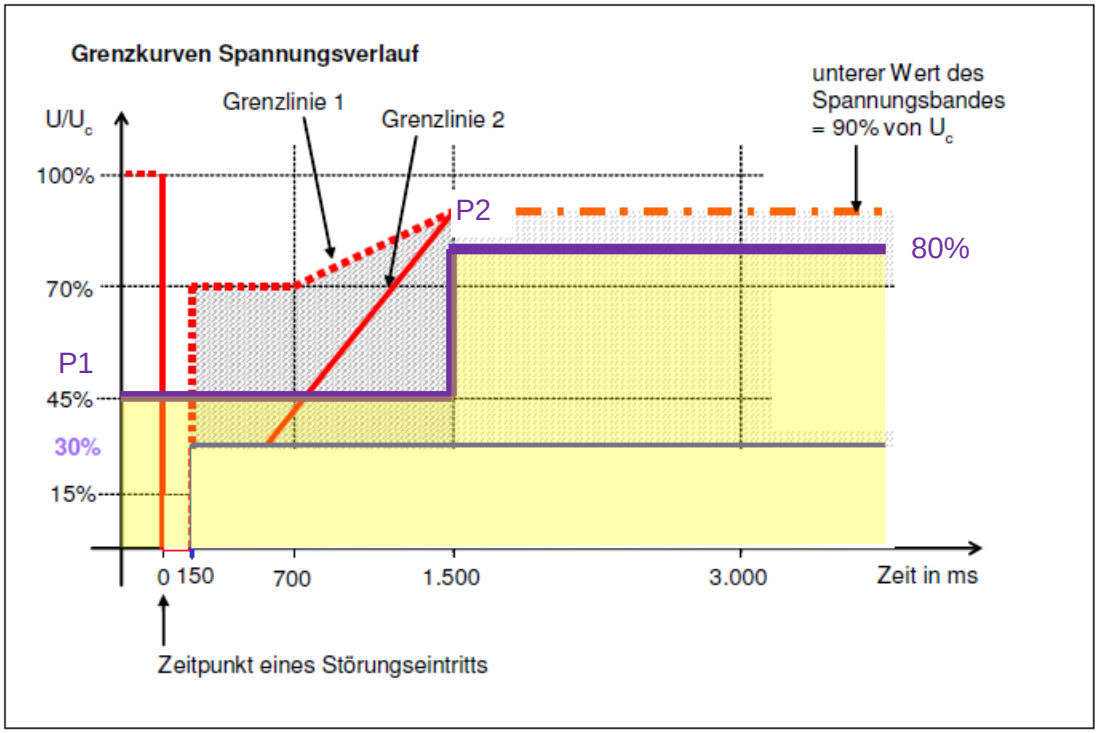


Bild 2.1: Spannungsgrenzen für den LVRT-Modus, sofern k=0 technisch nicht umsetzbar ist.

2.3 Wirkleistungsabgabe (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.3)

Entsprechend dem Leitfaden der Bundesnetzagentur können Erneuerbare Energien Anlagen nach dem EEG geregelt und unter Umständen die Stromeinspeisung nach dem EnWG angepasst werden. Zur Umsetzung dieser Vorgaben ist der Einbau einer technischen Einrichtung erforderlich, die sowohl die Regelung im Rahmen des Einspeisemanagements als auch die Anpassung nach dem EnWG ermöglicht.

Der NB gibt die Sollwerte zur Reduzierung der Einspeiseleistung per Funkrundsteuerung oder Fernwirktechnik vor (siehe hierzu Ziffer 3.2). Die Vorgabe erfolgt getrennt nach Energiearten (z. B. separat für PV, Wind).

Der Funkrundsteuerempfänger kann über den NB bezogen werden. Die Kosten für die technische Einrichtung sind durch den Anschlussnehmer / Anlagenbetreiber zu tragen und verbleiben in dessen unterhaltspflichtigem Eigentum. Die Montage des Funkrundsteuerempfänger (FRE) erfolgt durch den Netzkunden. Er ist für den ordnungsgemäßen Betrieb und die Funktion der jeweiligen technischen Einrichtung verantwortlich.

Falls von dem NB nicht anders gefordert, werden die Sollwerte in den Stufen 100 %, 60 %, 30 % und 0 % vorgegeben. Der Netzkunde hat diese Sollwerte entsprechend Kapitel 2.5.3 der BDEW-Richtlinie und Kapitel 3.2.1 dieser Ergänzung in seiner Anlage umzusetzen. Betreibt ein Industriekunde Erzeugungsanlagen mit Überschusseinspeisung, sind insbesondere die Hinweise in Kapitel 3.2.1.4 dieser Ergänzungen zu beachten.

Aufzeichnung Regelvorgängen:
Um dem NB eine Analyse von Regelvorgängen zu ermöglichen, sind sämtliche Regelvorgänge gemäß Ziffer 2.3 und 2.4 dieser Richtlinie für mindestens zwei Wochen vorzuhalten und dem NB auf Anforderung auszuhändigen.

Anpassung von Einspeisungen und Lasten nach §§ 9/14 EEG bzw. §§ 13/14 EnWG:
Aufgrund von Netzengpässen, der Gefährdung der Netzsicherheit oder anderen systemrelevanten Gründen kann es notwendig sein, Lasten und/oder Einspeisungen zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit anzupassen. Gesetzliche Grundlage hierfür sind die §§ 13/14 im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) bzw. die §§ 9/14 im Erneuerbare Energien Gesetz (EEG). Sofern auch in den Kundenetzen Anpassungsmaßnahmen von Einspeisungen/Lasten erforderlich sind, erhält der Netzkunde von der Netzführung des vorgelagerten Netzbetreibers eine entsprechende Aufforderung.
Der Zugriff auf Erzeugungsanlagen oder Verbraucherlasten im Versorgungsgebiet des Netzkunden liegt gemäß EEG bzw. EnWG im Verantwortungsbereich des Netzkunden.
Weitere Bedingungen und Anforderungen werden im „Praxis-Leitfaden für unterstützende Maßnahmen von Stromnetzbetreibern des BDEW/VKU“ geregelt.

2.4 Blindleistung (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.4)

2.4.1 Allgemeine Vorgaben für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen für Netzanschlussbegehren ab dem 01.07.2016

Für EZA mit direktem Anschluss an das Netz des NB sind die Vorgaben am Netzanschlusspunkt einzuhalten. Für EZA mit Anschluss innerhalb eines MS-Kundennetzes mit Bezugsanlagen (z. B. Industriekunde) ist die Blindleistung auf den Anschlusspunkt der EZA innerhalb des Kundennetzes zu regeln (Generatormessung), siehe auch Kapitel 7 und separates Dokument „Ergänzungen des Netzbetreibers zur TR EA MS, Anschlussbeispiele“.

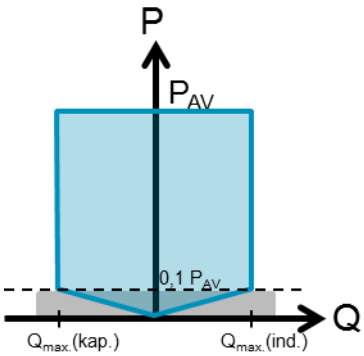
Es gilt das Verbraucherzählpfeilsystem.

Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen auch andere oder weitere Einstellungen zu fordern.

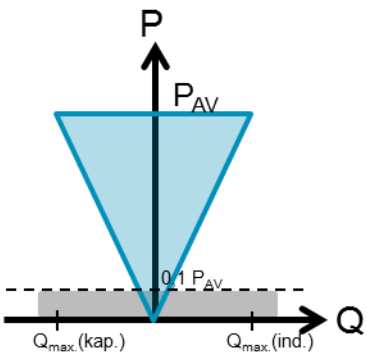
Die nachfolgenden Anforderungen gelten für Erzeugungsanlagen, die ab dem 01.07.2016 ein neues Anschlussbegehren zum Anschluss an das Netz des NB stellen (erstmalige, vollständige Einreichung der Antragsunterlagen zur Netzverträglichkeitsprüfung für den Anschluss einer Erzeugungsanlage). Für Erzeugungsanlagen, die vor dem 01.07.2016 ein Netzanschlussbegehren gestellt haben, gelten die Vorgaben zum Blindleistungsverhalten gemäß Anhang B (Kapitel 9).

2.4.2 Betrag der bereit zu stellenden Blindleistung

Erzeugungsanlagen können hinsichtlich ihres Blindleistungsvermögens in Typ A und Typ B gemäß Bild 2.2 unterschieden werden.



Typ A: EZA, die Q unabhängig von P bereitstellen kann.



Typ B: EZA, die Q nur abhängig von P bereitstellen kann.

Bild 2.2: Unterscheidung des Blindleistungsvermögens von EZA nach Typ A und Typ B

P_{AV} ist die beantragte bzw. vertraglich vereinbarte Wirkleistung (Übertragungswirkleistung) am Netzanschlusspunkt bzw. bei Erzeugungsanlagen innerhalb eines Bezugskundennetzes die maximale Wirkleistung der EZA innerhalb des Kundennetzes. Bei PV-Anlagen ist für P_{AV} die Wechselrichter-Nennwirkleistung zu verwenden.

Erzeugungsanlagen, die eine Blindleistung von Q_{max} = 0,3287 x P_{AV} unabhängig von der aktuell erzeugten Wirkleistung $P_{akt.}$ bereitstellen können (bei P > 10% P_{AV}), werden im Folgenden mit Typ A bezeichnet (siehe Bild 2.2 links).

Erzeugungsanlagen, die die vorherige Anforderung nicht erfüllen und eine Blindleistung abhängig von der aktuell erzeugten Wirkleistung $P_{akt.}$ bereitstellen (bei P > 10% P_{AV}), werden im Folgenden mit Typ B bezeichnet (siehe Bild 2.2 rechts). Für diese EZA gilt folgende Blindleistungsbereitstellung:
Q_{max} ($P_{akt.}$) = 0,3287 x $P_{akt.}$ (mit $P_{aktuell}$: aktuell erzeugte Wirkleistung)
Bei $P_{akt.}$ = P_{AV} gilt: Q_{max} = 0,3287 x P_{AV}

Erzeugungsanlagen, die technisch in der Lage sind, bereits ab P ≥ 0 (bzw. ≥ -P_{EB}, sofern ein Eigenbedarf über den NAP bezogen wird) die geforderte Blindleistung bereitstellen zu können, sind die Vorgaben entsprechend ab P ≥ 0 (bzw. ≥ -P_{EB}) in Abstimmung mit dem NB umzusetzen.

Bei Erzeugungsanlagen, die gemäß BDEW-Richtlinie ein Anlagenzertifikat zu erstellen haben, ergibt sich die Einordnung in Typ A oder Typ B auf Basis des Anlagenzertifikates. Bei Erzeugungsanlagen ohne Anlagenzertifikat ergibt sich die Einordnung in Typ A oder Typ B auf Basis des Blindleistungsvermögens gemäß Einheitenzertifikat bzw. Generatordiagramm. Bei Anschlüssen im Umspannwerk sind ggf. besondere Anforderungen zu berücksichtigen.

2.4.3 Vorgabe für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss am Umspannwerk

Falls von dem NB nicht anders gefordert ist für Erzeugungsanlagen eine konstante Blindleistung von Q = 0 einzuhalten. Sofern das Blindleistungsvermögen dem vom Typ A entspricht (Kapitel 2.4.2), ist das zu realisierende Blindleistungsverhalten (Typ A oder B) projektspezifisch zwischen NB und Netzkunde abzustimmen.

Der NB gibt zusätzlich Sollwerte zur Blindleistungsregelung in Form eines Blindleistungs-Sollwertes Q per Fernwirktechnik (oder ggf. alternative Übertragungstechniken) im Bereich von $Q_{max.}$(induktiv) bis $Q_{max.}$(kapazitiv) vor. Der Wert von $Q_{max.}$ ergibt sich aus dem

Verhalten der jeweiligen Erzeugungsanlage, die hinsichtlich ihres Blindleistungsverhaltens in Typ A und Typ B gemäß Bild 2.2 unterschieden werden kann.

Bei einer Veränderung des Q-Sollwertes ist für die Einregelung des neuen Blindleistungs-Arbeitspunktes ein PT1-Verhalten mit $\tau = 5$ Sekunden gefordert. Das Einschwingverhalten der Blindleistung bei Vorgabe eines Q-Sollwertes ist in Bild 8.3 im Anhang A dargestellt (orange Linie). Darüber hinaus gelten die technischer Restriktionen bei der Implementierung der Regelung sowie die obere und untere Grenze für das Einschwingverhalten (Bild 8.3) aus Anhang A.

Die Einhaltung des hier beschriebenen Regelungsverhaltens ist durch den Netzkunden zu bestätigen. Der NB behält sich vor, entsprechende Nachweise für den zeitlichen Verlauf der Blindleistung im Einschwingvorgang (gemäß Bild 8.3) zu fordern.

2.4.4 Vorgaben für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss im Mittelspannungsnetz und in Selektivstationen (nicht UW-Anschluss)

Das für neue Netzanschlussbegehren ab 01.07.2016 gültige Konzept sieht vor, dass die Q(U)-Kennlinie grundsätzlich Vorrang gegenüber einer Vorgabe eines Q-Sollwertes per Fernwirktechnik hat (siehe Kapitel 2.4.4.3). Darüber hinaus ist auch der übererregte Betrieb der EZA bei niedrigen Spannungen gefordert.

2.4.4.1 Q(U)-Kennlinie

Als permanente Grundfunktionalität der Blindleistungsregelung gilt ein Kennlinienverhalten in Form einer Blindleistungs-/Spannungs-Kennlinie Q(U). Sofern die Erzeugungsanlage durch Fernwirktechnik (oder ggf. alternative Übertragungstechniken) gesteuert werden kann, sind die Anforderungen aus Kapitel 2.4.4.3 zu berücksichtigen.

Alle Erzeugungsanlagen müssen eine von der Höhe der Spannung abhängige Blindleistung in das Netz einspeisen (rote Linie in Bild 2.3).

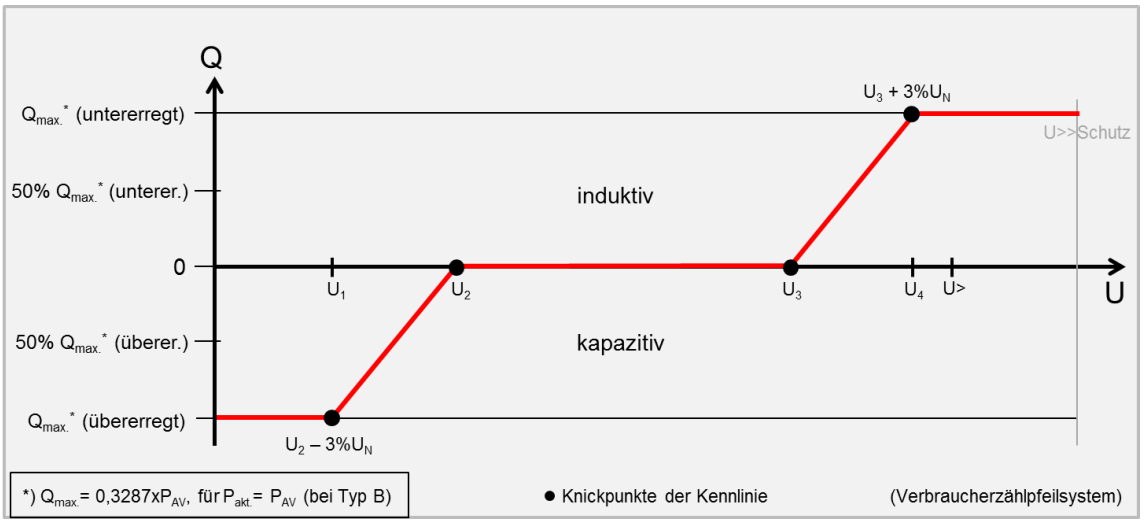


Bild 2.3: Spannungsabhängiges Blindleistungsverhalten Q(U) der Erzeugungsanlagen

Bei normaler Betriebsspannung speist die Erzeugungsanlage mit einer konstanten Blindleistung von Q=0 ein (entspricht einem Verschiebungsfaktor cos φ = 1), sofern gemäß Kapitel 2.4.4.3 kein anderer Wert vom NB gefordert wird. Steigt die Spannung im Mittelspannungsnetz an, wird ab einer Spannung U_3 (Messung am Netzanschlusspunkt) eine Q(U)-Regelung gemäß roter Kennlinie umgesetzt (Bild 2.3). Die Erzeugungsanlage verhält sich untererregt (induktiv, Arbeitspunkt im Quadranten 2 gem. Verbraucherzählpfeilsystem). Ab einer Spannung am Netzanschlusspunkt von U_4 wird eine maximale Blindleistung von $Q_{max.}$(ind.) bezogen.

Sinkt die Spannung am Netzanschlusspunkt unter den Wert U_2, so ist die Erzeugungsanlage übererregt zu betreiben (kapazitiv, Arbeitspunkt im Quadranten 3 gem. Verbraucherzählpfeilsystem). Ab einer Spannung von U_1 wird eine maximale Blindleistung von $Q_{max.}$(kap.) bezogen.

Falls vom NB nicht anders gefordert gelten für die Knickpunkte im oberen Spannungsbereich:
U_3 = *Wert U>Schutz* – 3,75 % $U_{N, MS}$
U_4 = *Wert U>Schutz* – 0,75 % $U_{N, MS}$
Der Wert des U>Schutzes ist beim NB zu erfragen, um die Einstellwerte U_3 und U_4 zu bestimmen (U> : Einstellwert des Spannungssteigerungsschutzes; $U_{N,MS}$: Nennspannung Mittelspannung).

Für die Knickpunkte im unteren Spannungsbereich gilt (sofern vom NB nicht anders gefordert):
U_1 = 95% $U_{N, MS}$
U_2 = 98% $U_{N, MS}$

2.4.4.2 Blindleistungsbetrag während der Q(U)-Regelung

Erzeugungsanlagen werden hinsichtlich ihres Blindleistungsvermögens in Typ A und Typ B gemäß Bild 2.2 unterschieden (siehe Kap. 2.4.2).

Im Spannungsband $U_3 \leq U_{akt.} \leq U_4$ gelten folgende Formeln für den bereit zu stellenden Blindleistungsbetrag (bei $P_{akt.} > 10\%P_{AV}$):

EZA vom Typ A:

$$Q_{ind.}(U_{akt.}) = 0{,}3287 \times P_{AV} \times \frac{(U_{akt.} - U_3)}{0{,}03 \times U_{N,MS}}$$

EZA vom Typ B:

$$Q_{ind.}(U_{akt.}, P_{akt.}) = 0{,}3287 \times P_{akt.} \times \frac{(U_{akt.} - U_3)}{0{,}03 \times U_{N,MS}}$$

Im Spannungsband $U_1 \leq U_{akt.} \leq U_2$ gelten folgende Formeln für den bereit zu stellenden Blindleistungsbetrag (bei $P_{akt.} > 10\%P_{AV}$):

EZA vom Typ A:

$$Q_{kap.}(U_{akt.}) = 0{,}3287 \times P_{AV} \times \frac{(U_2 - U_{akt.})}{0{,}03 \times U_{N,MS}}$$

EZA vom Typ B:

$$Q_{kap.}(U_{akt.}, P_{akt.}) = 0{,}3287 \times P_{akt.} \times \frac{(U_2 - U_{akt.})}{0{,}03 \times U_{N,MS}}$$

2.4.4.3 Blindleistungsvorgabe per Fernwirktechnik als fester Q-Sollwert

Zusätzlich zu der in Kapitel 2.4.4.1 beschriebenen Q(U)-Regelung gibt der NB Sollwerte zur Blindleistungsregelung in Form eines Blindleistungs-Sollwertes Q per Fernwirktechnik (oder ggf. alternative Übertragungstechniken) vor, siehe hierzu Kapitel 3.2.1. Grundsätzlich hat die Q(U)-Kennlinie Vorrang gegenüber per Fernwirktechnik (FWT) vorgegebenen Blindleistungs-Sollwerten. Diese sind ausschließlich innerhalb des blau markierten Bereiches (Bild 2.4) umzusetzen.

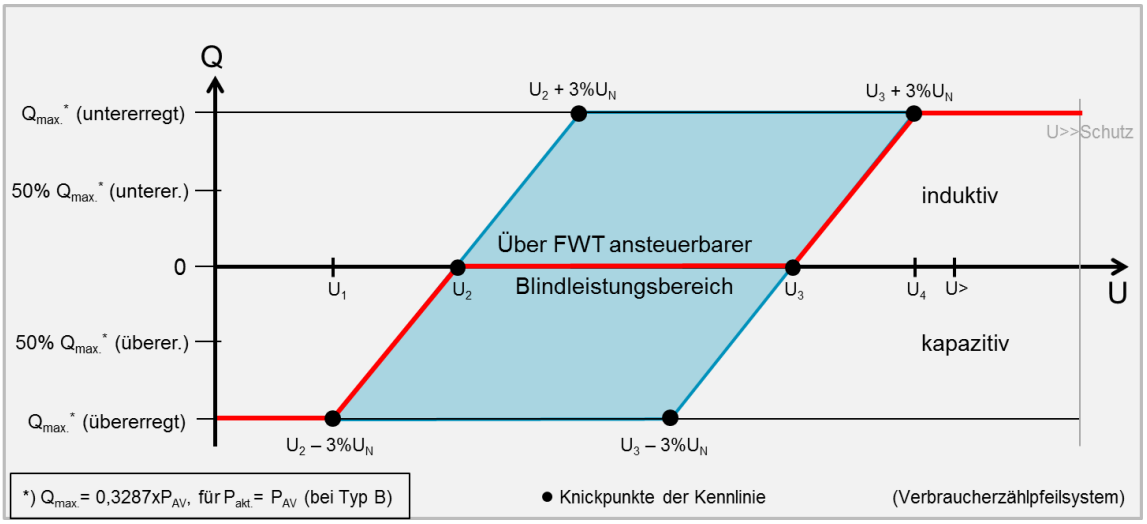


Bild 2.4: Darstellung des Bereiches (blau), in dem ein Blindleistungs-Sollwert Q (Vorgabe per Fernwirktechnik) umzusetzen ist. Die Werte U_1 bis U_4 sind mit denen aus Bild 2.3 identisch

Das Bild 2.4 zeigt den Bereich, in dem ein per Fernwirktechnik vorgegebener, fester Blindleistungs-Sollwert Q-Soll durch die EZA umzusetzen ist (blau eingefärbt). Sobald der Blindleistungsregler aufgrund des FW-Signals einen Arbeitspunkt außerhalb des blauen Bereiches anfahren sollte, ist die Blindleistung nur in dem Umfang zu regeln, bis die Grenze des blau markierten Bereiches erreicht wird. Es gilt:

- $Q\text{-Soll}_{FWT}$ innerhalb des blauen Bereiches → $Q(EZA) = Q\text{-Soll}_{FWT}$
- $Q\text{-Soll}_{FWT}$ außerhalb des blauen Bereiches → $Q(EZA) = Q_{Grenze\ blauer\ Bereich}(U)$

Wird die Grenze des zulässigen Q-Bereiches (blauer Bereich) erreicht, ist der Arbeitspunkt entlang der Grenzlinie zu regeln.

Eine Zu- oder Abschaltung der Q(U)-Funktionalität ist grundsätzlich nicht zulässig, da die Q(U)-Regelung immer Vorrang gegenüber einer Sollwertvorgabe per Fernwirktechnik hat. Die rote Q(U)-Kennlinie gemäß Bild 2.4 wird bei einer Sollwertvorgabe von Q=0 oder bei keiner Sollwertvorgabe (z. B. nach Inbetriebnahme) durchfahren.

Bei Erzeugungsanlagen des Typs B ist das Blindleistungsvermögen von $P_{akt.}$ abhängig. Ist $P_{akt.} < P_{AV}$, kann der in Bild 2.4 dargestellt blaue Bereich nicht vollständig angesteuert werden. Ist z. B. $P_{akt.} = 50\%\ P_{AV}$, so ergibt sich bei einem Sollwert von Q-Soll=0 ein Q(U)-Verhalten gemäß Bild 2.5 (orange Linie). Der entsprechend ansteuerbare Blindleistungsbereich für Sollwertvorgaben mit Q-Soll≠0 ist dunkelblau dargestellt.

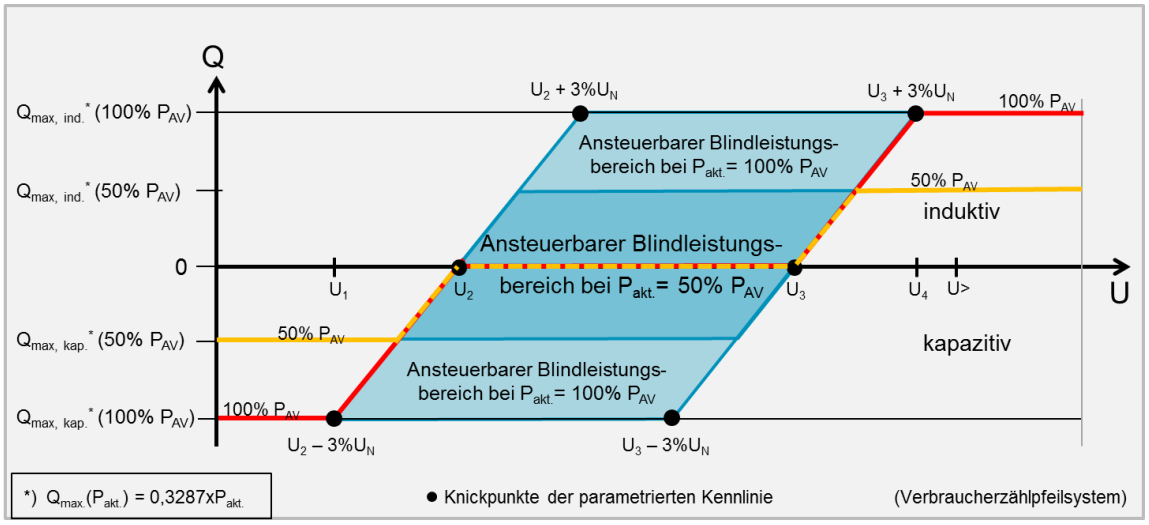


Bild 2.5: EZA vom Typ B: Q(U)-Verhalten (orange) bei $P_{akt.}$=50%P_{AV} und Q-Soll=0 sowie der ansteuerbare Blindleistungsbereich (dunkelblau) für Q-Soll≠0; Q(U)-Verhalten (rot) bei $P_{akt.}$=100%P_{AV} und Q-Soll=0 sowie der ansteuerbarer Blindleistungsbereich (hell- und dunkelblau) bei Q-Soll≠0

Das Q(U)-Verhalten bei Q-Soll=0 und der ansteuerbare Blindleistungsbereich bei Q-Soll≠0 ergeben sich für Wirkleistungseinspeisungen zwischen 10% und 100% P_{AV} analog. Die einzustellende Blindleistung für EZA vom Typ B resultiert somit aus der jeweiligen Kennlinie bei $P_{akt.}$, der aktuellen Spannung ($U_{aktuell}$) und der Sollwertvorgabe per FWT.

Für alle EZA gilt: Befindet sich der Arbeitspunkt der EZA an der Grenze des blauen Bereiches, sind folgende Meldungen (Datenpunkte) gemäß Kapitel 3.2.1.3 von der EZA an die Netzführung des Netzbetreibers zu senden:

- Bei $U_1 \leq U_{akt.} \leq (U_2 + 3\%U_N)$: Q(U)-Untergrenze erreicht
- Bei $(U_3 - 3\%U_N) \leq U_{akt.} \leq U_4$: Q(U)-Obergrenze erreicht

Beispiele:

1. Per Fernwirktechnik wird ein Wert von Q-Soll = 0,5 x 0,3287 x P_{AV} kapazitiv (übererregt) durch den NB vorgegeben und die EZA vom Typ A regelt diesen Blindleistung-Sollwert ein, da die Spannung am NAP größer als U_2 -1,5%U_N und kleiner als U_3 -1,5%U_N ist.

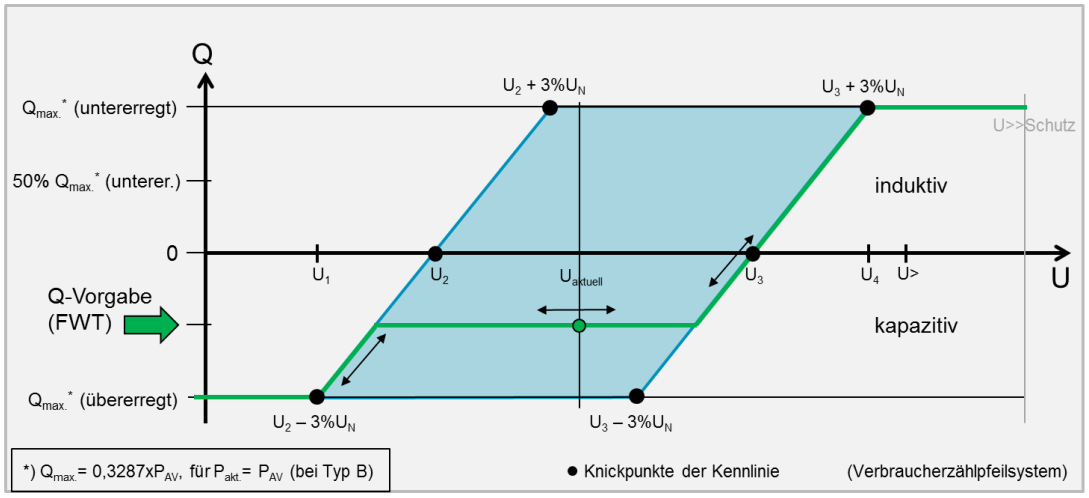


Bild 2.6: Q(U)-Verhalten für eine EZA vom Typ A bei Q-Soll = 0,5 x 0,3287 x P_{AV} kapazitiv (übererregt)

Steigt anschließend die Spannung am Netzverknüpfungspunkt auf Werte von $U_{akt.} \geq U_3 - 1{,}5\%U_N$, ist bei Erreichen der Bereichsgrenze der Vorgabewert nicht länger umzusetzen. Stattdessen ist die kapazitive Blindleistungserzeugung entsprechend der Grenzlinie des blauen Bereiches (Linie zwischen $U_3 - 3\%U_N$ und U_3) zu reduzieren. Bei weiter ansteigender Spannung ist die EZA gemäß Q(U)-Kennlinie induktiv (untererregt) zu betreiben. Dieses Verhalten entspricht der grünen Linie in Bild 2.6.

2. Die betriebliche Spannung am Netzverknüpfungspunkt beträgt $U_{aktuell}=U_2+1{,}5\%U_N$. Der NB gibt für eine EZA vom Typ A per Fernwirktechnik einen Sollwert von Q-Soll = 0,3287 x P_{AV} induktiv (untererregt) vor.

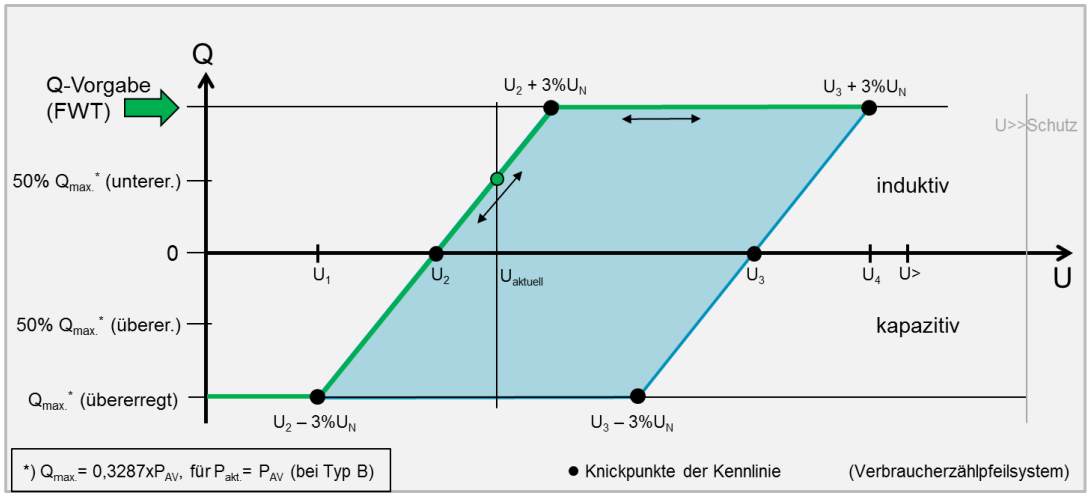


Bild 2.7: Q(U)-Verhalten für eine EZA vom Typ A bei Q-Soll = 0,3287 x P_{AV} induktiv (untererregt) bei $U_{akt.} = U_2 + 1{,}5\%U_N$

Aufgrund der Grenzlinie (Linie zwischen U_2 und $U_2 + 3\%U_N$) ist von der EZA nur eine Blindleistung von $Q_{ind.} = \frac{0{,}3297}{2} \times P_{AV}$ einzuregeln, eine größere induktive Blindleistung würde außerhalb des zulässigen Bereiches liegen. Solange die Spannung am NAP < $U_2 + 3\%U_N$ ist, bewegt sich der Arbeitspunkt der EZA entlang der Grenzlinie. Erst wenn die Spannung den Wert von $U_2+3\%U_N$ überschreitet, ist der vorgegebene Sollwert umzusetzen. Dieses Verhalten entspricht der grünen Linie in Bild 2.7.

3. Für eine EZA vom Typ B wird per Fernwirktechnik ein Wert von Q-Soll = 0,3287 x P_{AV} kapazitiv (übererregt) durch den NB vorgegeben. Ist $P_{akt.}$= 100% P_{AV}, ergibt sich ein Verhalten gemäß der dunkelgrünen Kennlinie im Bild 2.8, die EZA verhält sich kapazitiv mit $Q_{kap.}$=0,3287xP_{AV}. Sinkt die Wirkleistung z. B. auf $P_{akt.}$= 50% P_{AV}, ist die hellgrüne Kennlinie im Bild 2.8 maßgebend. In diesem Fall bezieht die EZA – entsprechend der Typ-B-Definition (Bild 2.2) – eine Blindleistung von $Q_{kap.}$=0,5x0,3287xP_{AV}.

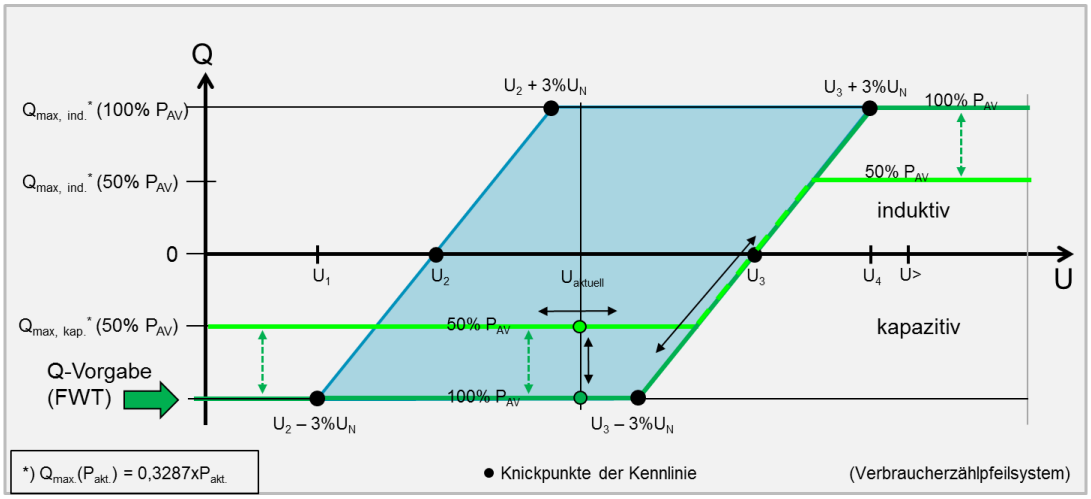


Bild 2.8: Q(U)-Verhalten für eine EZA vom Typ B bei Q-Vorgabe von 0,3287 x P_{AV} kapazitiv (übererregt) und $P_{akt.}$ = 50% P_{AV} (hellgrüne Linie) sowie $P_{akt.}$ = 100% P_{AV} (dunkelgrüne Linie)

Das Q(U)-Verhalten und die einzustellende Blindleistung ergeben sich bei Wirkleistungseinspeisungen zwischen 10% und 100% P_{AV} analog.
Wäre im o. g. Beispiel die Sollwertvorgabe Q-Soll = ½ x 0,3287 x P_{AV} kapazitiv und würde die EZA mit $P_{akt.}$=P_{AV} einspeisen, wäre theoretisch eine Einspeisung von 100% x 0,3287 x P_{AV} möglich, es ist jedoch nur eine Blindleistung von $Q_{kap.}$= Q-Soll = 50% x 0,3287 x P_{AV} einzustellen.

2.4.5 Vorgaben an das Regelungsverhalten

Untersuchungen der spannungsabhängigen Blindleistungsregelung haben gezeigt, dass es aufgrund einer Vielzahl von autarken, aber gleichzeitig über die Netzimpedanzen elektrisch gekoppelten Regelungen im Mittelspannungsnetz eventuell zu Schwingungen von Spannung und Blindleistungsbezug kommen kann. Um diese Schwingungen zu vermeiden, werden entsprechende Anforderungen an das Regelungsverhalten gestellt.

Bei einer Veränderung der Spannung am NAP ist für die Einregelung des neuen Blindleistungs-Arbeitspunktes (Q(U)-Kennlinie oder Q-Vorgabe per Fernsteuerung) ein PT1-Verhalten gefordert. Die Parametrierung des Reglers ist standardisiert bei folgenden Randbedingungen vorzunehmen:

- PT1-Verhalten mit τ = 5 Sekunden,
- Sk“ = 110 MVA, Netzimpedanzwinkel (arctan(X/R)) = 55,75°,
- U_N = 20 kV,
- P_{AV} = 10 MW und
- Q(U)-Kennlinie nach Bild 2.3.

Eine detaillierte Beschreibung der Anforderungen an das Regelungssystem sowie ein Testsystem zur Überprüfung der Anforderungen ist im Anhang A aufgeführt.

Ist der Blindleistungsregler auf Basis der hier genannten Vorgaben parametriert und werden die Anforderungen aus Anhang A erfüllt, kann der Regler i. d. R. überall im 20-kV-Netz des NB (NAP mit S_k“ ≥ 25 MVA) eingesetzt werden, ohne projektspezifisch erneut parametriert werden zu müssen. Details sind bei Bedarf mit dem NB abzustimmen.

Durch die Parametrierung des Reglers auf einen Standard-Parametersatz kann sich bei einem Anschluss einer EZA an einen Netzverknüpfungspunkt mit höherer KS-Leistung ein PT1-Verhalten mit $\tau \geq 5$ Sekunden ergeben, während sich bei einem Netzanschluss mit geringerer KS-Leistung ein $\tau \leq 5$ Sekunden und ggf. ein leichtes Überschwingen bei der Einregelung der Blindleistung einstellen kann. Diese langsameren bzw. schnelleren Einregelzeiten ($\tau \neq 5$ Sekunden) werden vom NB toleriert, sofern das Regelungsverhalten der gesamten EZA den in Anhang A beschriebenen Anforderungen entspricht.

2.4.6 Messung und Toleranzen

Für die Messung des Spannungswerts U ist der größte Wert der drei verketteten Spannungen zu wählen (MS-Spannungsmessung).

Auch unter ungünstigen Bedingungen ist die geforderte Blindleistung spätestens nach 50 s einzuregeln, damit die EZA nicht z. B. durch den U>Schutz abgeschaltet wird.

Die Blindleistung ist am Netzanschlusspunkt (bzw. bei Anschlüssen im MS-Kundennetzen an der Generatormessung) mit einer Genauigkeit von $\Delta Q = \pm 0{,}05\ Q_{max}$ einzuhalten. Für das Einschwingverhalten im Rahmen der Q(U)-Regelung gelten die Vorgaben aus Anhang A.

2.5 Inselnetzbetrieb (Ergänzungen zu Kapitel 2.5)

Bezüglich Inselbetrieb ist unter Kapitel 2.5.1.2 der BDEW-Richtlinie „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ folgendes formuliert: „*Ein vom Kunden vorgesehener Inselbetrieb ist vertraglich mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren.“*
Der NB legt folgende Inhalte fest, die bei Inselnetzbetrieb geregelt werden müssen:

Bei Inselbetrieb ist sicherzustellen, dass der Kuppelschalter (Synchonisierschalter) ausgelöst wird bzw. sich in Ausstellung befindet, um eine Spannungsvorgabe ins Netz des NB zu unterbinden sowie eine unsynchrone Zuschaltung durch den NB zu verhindern.

Aufbau des Inselbetriebes

Der Netzkunde muss beschreiben, auf welche Weise die Kundenanlage den Inselbetrieb aufnimmt, z. B.

- manueller Inselbetrieb für Probezwecke
- manueller Inselbetrieb nach Netzausfall und Rücksprache mit der Netzführung des NB
- automatischer Inselbetrieb mit Netztrennung durch Entkupplungsschutzeinrichtungen

Rückführung in den Netzbetrieb

Der Netzkunde muss beschreiben, auf welche Weise die Kundenanlage den Netzbetrieb wieder aufnimmt, z. B.

- manuell angestoßene Rücksynchronisierung ohne Unterbrechung (nach Rücksprache mit der Netzführung des NB)
- automatische Rücksynchronisierung ohne Unterbrechung (bei Spannungswiederkehr nach festgelegter Wartezeit, z. B. 10 min unter Einhaltung der BDEW TR_EZA_MS Kapitel 5.7)
- manuelle Umschaltung von Inselbetrieb auf Netzbetrieb mit Unterbrechung

Folgende technische Einrichtungen sind abhängig vom gewählten Konzept des Inselbetriebes durch den Netzkunden zu realisieren:

Automatischer Inselbetrieb (Netztrennung durch Entkupplungsschutzeinrichtungen,
- Netzseitiger Leistungsschalter (MS oder NS)
- Netzentkupplungseinrichtungen U>>, U>, U<, f>, f< am Netzanschlusspunkt (Anschluss am netzseitigen Spg.-Wandler)

Manuelle Umschaltung von Inselbetrieb auf Netzbetrieb mit Unterbrechung
- Netzseitiger Leistungsschalter (MS oder NS)
- Spannungsmessung auf Netz- und Kundenseite
- Spannungsüberwachungseinrichtung am Netzanschlusspunkt, die bei kundenseitig anstehender Spannung eine unsynchrone Zuschaltung des netzseitigen Leistungsschalters verhindert.

Manuelle/automatische Rücksynchronisierung ohne Unterbrechung
- Netzseitiger Leistungsschalter (MS oder NS)
- U/f-Messung auf Netz- und Kundenseite
- Synchronisierungseinrichtung am Netzanschlusspunkt

Im Dokument „Ergänzungen zur Anhang C Anschlussbeispiele“ sind die technischen Anforderungen beispielhaft dargestellt, die für einen automatischen Inselnetzbetrieb mit manueller/automatischer Rücksynchronisierung ohne Unterbrechung notwendig sind.

2.6 Notstromaggregat (Ergänzung zu Kapitel 2.5)

Die Definition der Notstromaggregate ist in der VDN-Richtlinie „Richtlinie für Planung, Errichtung und Betrieb von Anlagen mit Notstromaggregaten“, 5. Auflage 2004, geregelt. Abweichend davon ist ein Probebetrieb (Parallelbetrieb mit öffentlichem Netz) für Testzwecke von maximal 1 Stunde pro Monat zulässig. Im Probebetrieb gelten folgende Festlegungen:

- Netzplanerische Beurteilung der vereinbarten Einspeiseleistung am NAP bei Parallelbetrieb (Betriebsmittel, Spannung, Netzrückwirkungen)
- Fest eingestellter Verschiebungsfaktor cosφ=1
- Verzicht auf spannungsabhängige Blindleistungsregelung cosφ(U) bzw. Q(U).
- Verzicht auf die Fähigkeit zur vollständigen dynamische Netzstützung (Kap. 2.5.1.2)
- Einsatz eines Vektorsprungrelais zur Netzentkupplung ist zulässig
- Schutzgeräteredundanz übergeordneter Entkupplungsschutz und Entkupplungsschutz ist nicht erforderlich (Integration des übergeordneten Entkupplungsschutz in der Funktionsautomatik des Notstromaggregats ist zulässig).
- Zuschaltbedingung und Synchronisierung gemäß Kapitel 5
- Verzicht auf eine Einheiten-/Anlagenzertifikat
- Dauer, Häufigkeit, Zeitraum (z. B. Uhrzeit) und Höhe der Einspeiseleistung im Probebetrieb sind bei Bedarf vertraglich zu regeln

- Die Anlagenfahrweise im Inselbetrieb ist gemäß Kapitel 2.5 mit dem NB abzustimmen und vertraglich zu regeln

3 Ausführung der Anlage (Ergänzungen zu Kapitel 3)

3.1 Allgemeines zur Primärtechnik

3.1.1 Vorgaben zu Wandlern (Ergänzungen zu Kapitel 3.1.)

Anschluss im Umspannwerk oder Selektivstation:

Stromwandler			
Kern 1	Zählung (geeicht)	xxx A/1A	5VA 0,2s FS5 (120%)
Kern 2 (optional)	Zählung (geeicht)	xxx A/1A	5VA 0,2s FS5 (120%)
Kern 3	Messung	xxx A/1A	5VA 0,5 FS5 (120%)
Kern 4	Schutz	xxx A/1A	5VA 5P20 (120%)
Kabelumbauwandler	Schutz	60/1A	1,2VA 1 FS10 (100%)

Anschluss im Mittelspannungsnetz:

Stromwandler			
Kern 1 [1)]	Zählung (geeicht)	xxx A/5A	10VA 0,2s FS5 (120%)
Kern 2	Messung	xxx A/5A	10VA 0,5 FS5 (120%)
Kern 3	Schutz	xxx A/1A	5VA 5P20 (120%)
Kabelumbauwandler	Schutz	60/1A	1,2VA 1 FS10 (100%)

1) Bei Wandlern mit Primärstrom ≤ 50A kann auch die Genauigkeitsklasse 0,5s verwendet werden.

Anschluss im Umspannwerk/Selektivstation oder im Mittelspannungsnetz:

Spannungswandler			
Wicklung 1	Zählung (geeicht)	$\frac{xx\ kV/\sqrt{3}}{100V/\sqrt{3}}$	Klasse 0,2
Wicklung 2	Schutz/Messung	$\frac{xx\ kV/\sqrt{3}}{100V/\sqrt{3}}$	Klasse 0,5 (3P)
Wicklung 3	Schutz	$\frac{xx\ kV/\sqrt{3}}{100V/3}$	6A 1,9xUn/8h (3P)

Andere Messkonzepte müssen mindestens die o. g. Genauigkeitsanforderungen der Tabelle erfüllen.

3.1.2 Vorgaben zum Kuppelschalter (Ergänzungen zu Kapitel 3.1.3)

Der Kuppelschalter muss ein Schalter mit dreipoliger galvanischer Trennung sein. Der Kuppelschalter muss sowohl den Kurzschlussstrom der Erzeugungsanlage als auch den des Netzes unverzögert schalten können.

3.2 Sekundärtechnik (Ergänzungen zu Kapitel 3.2)

3.2.1 Anwendungsbereiche Fernwirkgerät und Funkrundsteuerung (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.1)

3.2.1.1 Allgemein

Umsetzung bei Erzeugungsanlagen ≥ 1 MW bzw. ≥ 500 kW:

Bestandsanlagen ≥ 1 MW mit Inbetriebnahmedatum vor dem 01.01.2012 und Anschluss ab Schalthaus bzw. Selektivstation sind mit Fernwirkgeräten auszustatten. Alle weiteren Bestandsanlagen ≥ 1 MW sind mit Funkrundsteuerempfängern (FRE) nachzurüsten. Die Umrüstung muss bis zum 30.6.2012 erfolgen.
Bestandsanlagen, bei denen ein Anlagenumbau oder Wechselrichtertausch erfolgt (zum Beispiel auf Grund von Lebensdauerende, oder 50,2 Hz-Problematik), sind auf den späteren Einbau eines Fernwirkgerätes vorzubereiten. Dies betrifft insbesondere den erforderlichen Platzbedarf, die Kommunikationstechnik und die eingesetzte Wechselrichtertechnologie.

Bestandsanlagen ≥ 1 MW mit Inbetriebnahmedatum ab 01.01.2012 sind mit Fernwirkgeräten auszustatten.

Neuanlagen ≥ 500 kW sind ab 01.01.2015 mit Fernwirkgeräten auszustatten. Maßgebend ist das Datum des Netzanschlussbegehrens beim Netzbetreiber, d. h. die vollständige Einreichung der Antragsunterlagen für die Netzverträglichkeitsprüfung beim NB.

Umsetzung bei Erzeugungsanlagen > 100 kW und < 1 MW bzw. < 500 kW:

Bestandsanlagen > 100 kW und < 1 MW mit Inbetriebnahmedatum vor dem 1.1.2012 sind, soweit noch nicht erfolgt (z. B. PV-Anlagen) bis 30.6.2012 mit Funkrundsteuerempfängern (FRE) nachzurüsten.
Bestandsanlagen, bei denen ein Anlagenumbau oder Wechselrichtertausch erfolgt (zum Beispiel auf Grund von Lebensdauerende, oder 50,2 Hz-Problematik), sind auf den späteren Einbau eines Fernwirkgerätes vorzubereiten. Dies betrifft insbesondere den erforderlichen Platzbedarf, die Kommunikationstechnik und die eingesetzte Wechselrichtertechnologie.

Neuanlagen > 100 kW und < 500 kW sind ab 01.01.2015 (Datum des Netzanschlussbegehrens, s. o.) i. d. R. mit Funkrundsteuerempfängern (FRE) auszustatten. Die Anlagen sind für den späteren Einbau eines Fernwirkgerätes vorzubereiten. Dabei sind der erforderliche Platzbedarf sowie eine Kommunikationsmöglichkeit und die entsprechende Wechselrichtertechnologie vorzuhalten. Auf Anforderung des NB kann auch der Einbau eines Fernwirkgerätes statt des FRE erforderlich sein. Für Erzeugungsanlagen mit Netzanschlussbegehren vor dem 01.01.2015 und Inbetriebnahme nach dem 01.01.2012 gilt diese Regelung in der Leistungsklasse > 100 kW und < 1 MW.

Erweiterung von Bestandsanlagen bzw. Erhöhung der Anschlussleistung an einem bestehenden Netzanschlusspunkt durch eine Neuanlage ab 01.01.2015 (Datum des Netzanschlussbegehrens, s. o.):
Es ist nach dem Prozessablauf gemäß Bild 3.1 zu verfahren. Als „Bestandsanlagen“ gelten alle Erzeugungsanlagen mit Inbetriebnahme nach dem 01.01.2012. Altanlagen mit Inbetriebnahme vor dem 01.01.2012 haben Bestandsschutz, sofern nicht wesentliche Änderungen an der Altanlage durchgeführt werden.

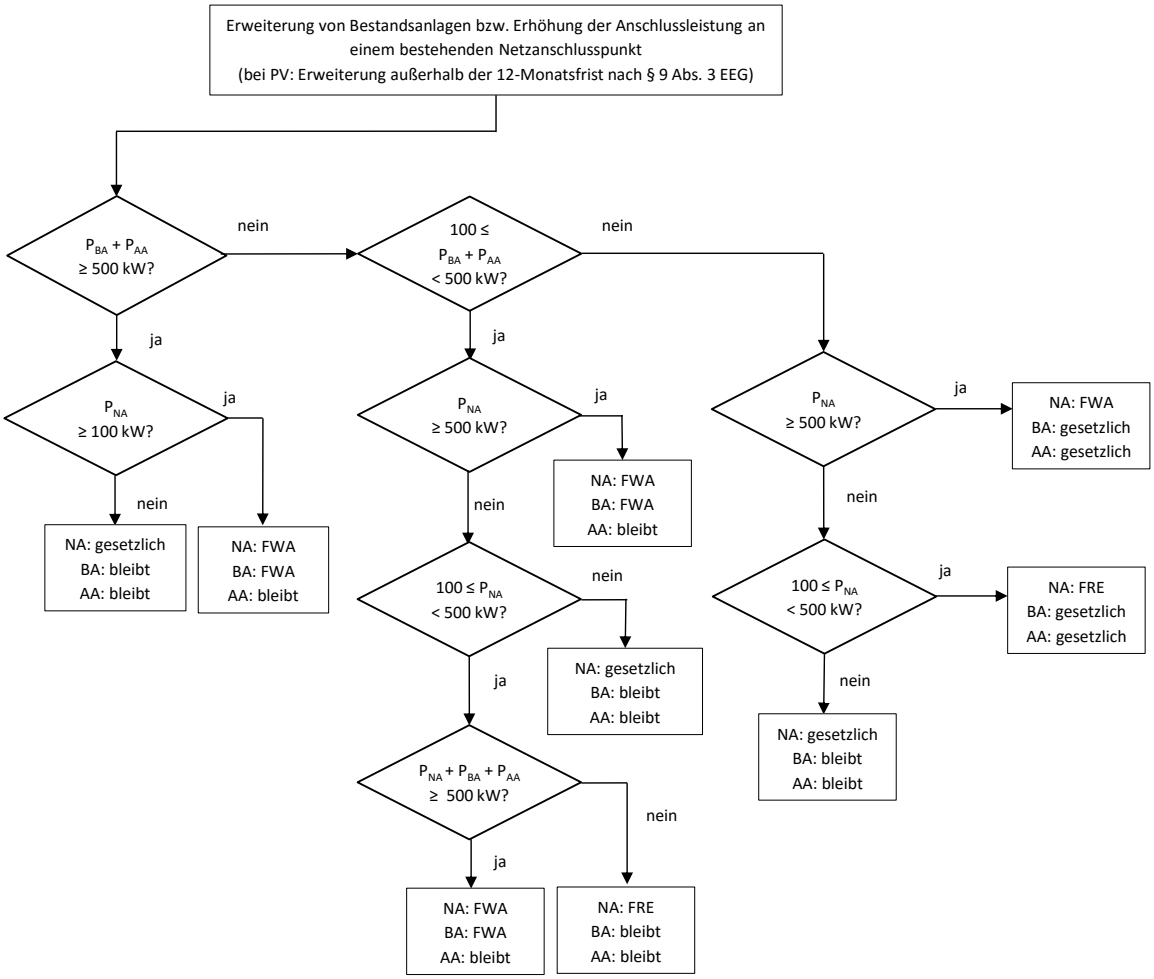


Bild 3.1: Erweiterung von Bestandsanlagen bzw. Erhöhung der Anschlussleistung an einem bestehenden Netzanschlusspunkt durch eine Neuanlage ab 01.01.2015 mit

NA: Neuanlage
BA: Bestandsanlage mit Inbetriebnahme ab dem 01.01.2012
AA: Altanlage mit Inbetriebnahme vor dem 01.01.2012
P_{NA} Nennleistung der Neuanlage in kW / kWp
P_{BA} Nennleistung der Bestandsanlage in kW / kWp
P_{AA} Nennleistung der Altanlage in kW / kWp
FWA: Fernwirkanlage
FRE: Funkrundsteuerempfänger

„Gesetzlich“ bedeutet:
Bei PV-Anlagen:

- Für Leistungen P ≤ 30 kWp (ab 01.01.2012): Wahlrecht über 70 %-Spitzenkappung oder FRE
- Für Leistungen 30 kWp < P ≤ 100 kWp (ab 01.01.2009): FRE

Sonstige Energieträger (nicht PV-Anlagen) ≤ 100 kW: keine Anforderung

Bei Erweiterung von PV-Anlagen ist die technische Anlagenzusammenfassung gemäß § 9 Abs. 3 EEG 2014 (12-Monatsfrist) zur Ermittlung der Gesamtleistung zu berücksichtigen.

Ist an einem bestehenden Netzanschluss bereits Fernwirktechnik vorhanden, sind alle neuen Erzeugungsanlagen (in Abstimmung mit dem Kunden auch $P_{NA} \leq 100$ kW) ebenfalls mit Fernwirktechnik auszustatten. Auf Wunsch des Kunden ist Fernwirktechnik auch für eine Leistung der Gesamtanlage < 500 kW zulässig.

Beispiele für den Anschluss neuer EZA an einem bestehenden Netzanschlusspunkt:

Alt- bzw. Bestandsanlage	Neuanlage	Mit FWT auszustatten
300 kW	150 kW	0 kW
300 kW (IB vor 01.01.2012)	300 kW	300 kW (Neuanlage)
300 kW (IB nach 01.01.2012)	300 kW	600 KW (Bestands- und Neuanlage)
490 kW (IB vor 01.01.2012)	60 kW	0 kW
490 kW (IB nach 01.01.2012)	60 kW	550 kW (Bestands- und Neuanlage)*
600 kW (IB vor 01.01.2012)	60 kW	0 kW
600 kW (IB vor 01.01.2012)	150 kW	150 kW (Neuanlage)
1100 kW (IB nach 01.01.2012, Betrieb mit FWT)	60 kW	1160 kW (Bestands- und Neuanlage)*

* nur mit Zustimmung des Kunden

Umsetzung bei Erzeugungs-Anlagen ≤ 100 kW (außer PV-Anlagen):
Bestands- und Neuanlagen ≤ 100 kW sind mit Funkrundsteuerung oder alternativen Technologien nach Aufforderung des Netzbetreibers auszustatten. Sofern die Neuanlage Bestandteil einer Erhöhung der Anschlussleistung an einem bestehenden Netzanschlusspunkt ist, gelten die Regelungen für die Erweiterung von Bestandsanlagen (s. o.).

Umsetzung bei PV-Anlagen ≤ 100 kW
PV-Neuanlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 30 kWp und höchstens 100 kWp müssen ab dem 1.1.2012 mit einer technische Einrichtung zur ferngesteuerten Leistungsreduzierung ausgestattet sein.
PV-Anlagen ab dem 1.1.2012 mit einer installierten Leistung von höchstens 30 kWp können anstatt der technischen Einrichtung zur ferngesteuerten Leistungsreduzierung auch die Spitzenkappung wählen (Begrenzung der maximalen Wirkleistungseinspeisung auf 70 % der installierten Leistung am Verknüpfungspunkt der Anlage mit dem Netz).
Sofern die Neuanlage Bestandteil einer Erhöhung der Anschlussleistung an einem bestehenden Netzanschlusspunkt ist, gelten die Regelungen für die Erweiterung von Bestandsanlagen (s. Tabelle oben).

Umsetzung bei nur temporär einspeisenden Erzeugungsanlagen (siehe Kapitel 1):
Bestands- und Neuanlagen > 100 kW sind mit Funkrundsteuerung auszustatten.
Bestands- und Neuanlagen ≤ 100 kW sind mit Funkrundsteuerung oder alternativen Technologien in Absprache mit dem Netzbetreiber auszustatten. Für PV-Anlagen gilt wiederum obige Regelung.

Für die Einspeisesteuerung (FWT oder EFR) sind folgende Leistungsgrenzen maßgebend:

- PV-Anlagen: Modulleistung kWp (nicht Wechselrichterleistung) bei cosφ=1
- Windenergieanlagen: Nennwirkleistung bei cosφ=1
- BHKW (Biomasse-Anlagen, Gas- oder Dieselantrieb, usw.): Nennwirkleistung gemäß Einheitenzertifikat
- Geothermieanlagen, Wasser-KW: Generator-Nennwirkleistung bei cosφ=1

3.2.1.2 **Fernsteuerung über Funkrundsteuerung FRE**

Der Funkrundsteuerempfänger befindet sich im unterhaltspflichtigen Eigentum des Netzkunden und wird in der Regel in der Kundenanlage nahe den Erzeugungseinheiten eingebaut.

Steuersignale über FRE:
Über FRE werden folgende Steuersignale an den Kunden übermittelt:

FRE Ausgang	Steuersignal	Erläuterung
K1	frei	frei
K2	60%	Wirkleistungseinspeisung auf 60 % der vereinbarten Anschlusswirkleistung reduzieren
K3	30%	Wirkleistungseinspeisung auf 30 % der vereinbarten Anschlusswirkleistung reduzieren
K4	0%	Wirkleistungseinspeisung auf 0 % der vereinbarten Anschlusswirkleistung reduzieren
K5	Reserve	In Vorbereitung: Induktiver Blindleistungsbezug mit $Q_{max.}$(ind.) bzw. cos φ = 0,95*
K6	Reserve	In Vorbereitung: Induktiver Blindleistungsbezug mit $Q_{max.}$(ind.) bzw. cos φ = 0,90*

* untererregtes Verhalten, Quadrant II gemäß Verbraucherzählpfeilsystem

Bei nur temporär einspeisenden Erzeugungsanlagen (siehe Kapitel 1) wird lediglich das Steuersignal K4 über FRE übermittelt (Wirkleistungseinspeisung auf 0 % der vereinbarten Anschlusswirkleistung reduzieren).

Der FRE wird in der Regel durch eine automatische Funktion um 23:00 Uhr auf Ausgangszustand (100%-Freigabe) zurückgesetzt.

Der Empfang und die Rückmeldung zur Umsetzung von Sollwerten sind über FRE nicht möglich. Auch sonstige Steuersignale, Messwertübertragungen und Rückmeldungen sind mittels FRE nicht umsetzbar. Von Seiten des Netzkunden sind die Funktionen gemäß den folgenden Ausführungen zur Steuerung über Fernwirkgeräte konzeptionell vorzusehen.

Im Falle einer Störung des FRE bzw. der Datenübertragung an die Erzeugungseinheit/en ist die Störung innerhalb von 3 Werktagen zu beheben.

Der Netzbetreiber kann bei Bedarf auch alternative Steuergeräte mit ggf. anderen Übertragungstechnologien vorgeben (z. B. bei geringer Langwellen-Signalstärke).

3.2.1.3 **Fernsteuerung über Fernwirkgeräte für Netzanschlussbegehren ab dem 01.07.2016**

Montage- und Ausführungshinweise:
Das NB-seitige Fernwirkgerät (EisMan-Master) und die Kommunikationseinrichtung werden durch den NB geliefert und gehen in das unterhaltspflichtige Eigentum des NB über. Der Zugriff des Kunden und von Dritten ist durch entsprechende Vorkehrungen (verschließbarer Schaltschrank etc.) auszuschließen.

Das Kunden-seitige Fernwirkgerät (EisMan-Slave) und die folgenden Fernwirk- und Kommunikationseinrichtungen werden durch den Netzkunden errichtet und bleiben in dessen unterhaltspflichtigem Eigentum.

Die NB-seitige Kommunikation wird vom NB in der Regel durch eine GPRS-Anbindung bzw. bei Verfügbarkeit durch einen gesonderten DSL-Anschluss sichergestellt. Für die GPRS-Anbindung ist durch den Netzkunden die Montage einer Außenantenne vorzubereiten. Die Antennenbeistellung, Montage und Ausrichtung erfolgt durch den NB. Der Platzbedarf für die NB-seitige Fernwirk- und Kommunikationstechnik beträgt max. 600x600x400 mm (BxHxT). Für die kundenseitige Fernwirktechnik ist ein identischer Platzbedarf anzunehmen. Unter den Schränken ist für das Einbringen der Kabel ein Rangierraum von ca. 250 mm vorzusehen. Die Schränke sind auf dem kürzesten Weg mit der Erdungsanlage zu verbinden. Der Netzkunde ist auch für das Aufstellen des beigestellten Schrankes und den Anschluss der anlagenseitigen Kabel verantwortlich.

Die Inbetriebnahme der Fernwirkeinrichtung ist rechtzeitig mit dem NB abzustimmen. Die Inbetriebnahme der NB-seitigen Fernwirktechnik erfolgt durch den NB.

Der Einbau des Fernwirkgerätes erfolgt grundsätzlich am Netzanschlusspunkt, am entsprechenden MS-Schaltfeld bzw. in der Übergabestation. Für die Weiterleitung der Daten an die Erzeugungseinheit/en ist der Kunde verantwortlich. Geeignete Wanddurchführungen für die Steuer- und Informationskabel sind vorzuhalten.

Für die Kommunikation zwischen EinsMan-Master – EinsMan-Slave kommt ein Bussystem gemäß RS485-Kommunikation zum Einsatz. Der Anschluss des EinsMan-Slave an den Bus hat mittels einer Stichleitung durch den Kunden zu erfolgen, die eine Länge von 5 Meter nicht überschreiten darf. Sollte eine Verbindung von mehr als 5 Metern erforderlich sein, so muss der Kunde eine Umsetzung des elektrischen Signals realisieren (z. B. LWL).

In Betriebsgebäuden des NB (Umspannwerk, Selektivstation) wird bei Bedarf und soweit erforderlich, der nötige Platz für die Montage obiger fernwirktechnischer Einrichtungen zur Verfügung gestellt. Sonstige Einrichtungen des Netzkunden (Parkregler bzw. sonstige Regel- und Steuereinrichtungen) dürfen in Anlagen des NB nicht installiert werden.

Bei Netzanschlüssen ab Umspannwerk bzw. Selektivstation sind zusätzliche Anforderungen an die Sekundärtechnik (z. B. Schutz und Steuerung) des anschlussnehmereigenen Schaltfeldes den Ergänzungen des Netzbetreibers zur TAB Mittelspannung, Anlage: „Anforderungen an die Primär- und Sekundärtechnik bei Netzanschlüssen im Umspannwerk und in Selektivstationen“ zu entnehmen.

Der Anschlussnehmer stellt für die Hilfsspannungsversorgung der Fernwirkanlage und der Kommunikationstechnik des NB in der Übergabestation eine Gleichspannung aus einer netzunabhängigen Gleichspannungsanlage zur Verfügung. Die Gleichspannung beträgt 24V DC±10%.

Fernwirkprotokoll:

Der Prozessdatenaustausch erfolgt mittels serieller Protokollkopplung. Dabei kommt das Fernwirkprotokoll IEC60870-5-101 in der NB-Ausprägung zum Einsatz.

Das Protokoll und die Prozessdatenpunkte mit der dazugehörigen Adressierung sind der Anlage „Anforderungen an die Informationstechnische Ankopplung von Erzeugungsanlagen an die Stationsleittechnik/Fernwirktechnik des Netzbetreibers“ zu entnehmen.

Die Not-Aus-Steuerung des Übergabeschalters ist grundsätzlich unabhängig von der Technik des Kunden auszuführen (direkte Steuerung). Hierzu sind die Hinweise zur Installation des beigefügten Netzbetreiber-Gehäuses zu beachten. In Ausnahmefällen, wenn sich das Schaltgerät, auf das der Not-Aus wirken soll, nicht in der Übergabestation

befindet, kann die Not-Aus-Steuerung über das Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101 erfolgen.

Steuersignale des Netzbetreibers über Fernwirkgerät:

- Vorgabe Wirkleistung: Wirkleistungsreduzierung in den Stufen 100% (keine Reduzierung), 60 %, 30 % und 0 %
- Vorgabe Blindleistung: Blindleistungsregelung durch Vorgabe Blindleistung in [Mvar]
- Befehl Not-Aus (potentialfreier Kontakt; in Ausnahmefällen über Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101)

Messwerte und Rückmeldungen des Netzkunden über Fernwirkgerät:
Folgende Messwerte (jeweils momentaner Effektivwert) und Rückmeldungen sind durch den Netzkunden zur Verfügung zu stellen:

- Wirkleistung in [MW]
- Blindleistung in [Mvar]
- Spannung L1-L3 in [kV]
- Stellungsmeldung Not-Aus (Meldeeingang; in Ausnahmefällen über Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101)
- Meldung Aus durch Schutz
- Verfügbare Leistung in [MW]
- P Sollwertkontrolle in [%] (bezogen auf Anschlusswirkleistung)
- Q Kontrolle [Mvar]
- aktuell verfügbare Blindleistung untererregt [Mvar]
- aktuell verfügbare Blindleistung übererregt [Mvar]
- Meldung Q(U)-Untergrenze erreicht
- Meldung Q(U)-Obergrenze erreicht

Wetterdaten soweit vorhanden:

- Globalstrahlung in [W/m^2]
- Außentemperatur in [°C]
- Windgeschwindigkeit in [m/s]
- Windrichtung in [°]

Prozessdatenpunkte für Speicher- und Lastmanagement (sofern vorhanden) sind:

- Energiespeicherbefüllung in [%]
- aktuelle Stufe Spitzenkappung in [%] (bezogen auf Anschlusswirkleistung)
- aktueller Abschaltwert „steuerbare Verbraucher“ in [kW]

Ein Abweichen von obigen Vorgaben ist nur in Abstimmung mit dem NB zulässig. Der NB behält sich vor, auf Grundlage von technischen und/oder gesetzlichen Vorgaben weitere Steuer- und Messsignale einzufordern oder die Regelbereiche anzupassen.

Der jeweils aktuelle Stand der NB-Vorgaben ist nach erfolgter Einspeisezusage, mit Beginn der Projektierungsarbeiten abzufragen.

Zubau weiterer EZA bzw. Erweiterung von Bestandsanlagen an einem bereits bestehenden Netzanschlusspunkt:
Bei Anschluss von weiteren Erzeugungsanlagen an einem Netzanschlusspunkt, der bereits mit Fernwirktechnik ausgestattet ist, erfolgt die Bereitstellung der Prozessdatenpunkte für die Neuanlage nach dem Adressierungsschema der Bestandsanlage. Die Datenpunkte für die Bestandsanlage sind projektspezifisch zu klären, ggf. können die bestehenden Datenpunkte beibehalten werden.

Betrieb der Fernwirkanlage:
Störungen der Fernwirk- und Kommunikationstechnik sind durch den Einsatz geeigneter Betriebsmittel möglichst zu verhindern bzw. bei Eintritt unverzüglich zu beheben. Störungen im Verfügungsbereich des NB werden durch den NB behoben. Bei Störung der Kommunikationsverbindung muss die Erzeugungsanlage den zuletzt gültigen Befehl bzw. Regelung unverändert beibehalten. Nach Wiederherstellung der Kommunikation sind die neuen / aktuellen Befehle und Regelungen unverzüglich umzusetzen.
Alternativ kann eine Anpassung der Regelungsvorgaben erfolgen, wenn diese von der Netzführung des NB auf anderem Weg (z. B. telefonisch) angeordnet wurde.

Im Falle einer Störung des Fernwirkgerätes bzw. der Datenübertragung an die Erzeugungseinheit/en ist die Störung innerhalb von 3 Werktagen zu beheben.

Zeitlich Umsetzung der Vorgaben (Wirk- und Blindleistung) in der Kundenanlage:
Gemäß BDEW-Mittelspannungsrichtlinie muss eine Reduzierung der Wirkleistungsabgabe auf den jeweiligen Sollwert unverzüglich, jedoch innerhalb von maximal einer Minute erfolgen. Die geforderte Blindleistung ist spätestens nach 50 s einzustellen (analog zur Regelung nach Kennlinie).

Inselbetrieb:
Sind Anlagen eines Bezugskunden für einen möglichen Inselbetrieb vorgesehen, so sind die fernwirktechnischen Vorgaben des NB wie folgt umzusetzen:

- Befindet sich das Netz des Kunden im Inselbetrieb (keine galvanische Verbindung zum NB), so muss der Kunde selbst dafür Sorge tragen, dass mögliche Sollwertvorgaben und der Not-Aus-Befehl nicht von den Erzeugungsanlagen in seinem Inselnetz umzusetzen sind.
- Sind die Erzeugungsanlagen galvanisch mit den Netz des NB verbunden, so sind die Sollwertvorgaben und der Not-Aus-Befehl des NB umzusetzen.

3.2.1.4 **Industriekunden mit Erzeugungsanlagen und Überschusseinspeisung**

Kunden mit Leistungsbezug (z. B. Industriekunden)[1], die innerhalb ihres Kundennetzes Erzeugungsanlagen angeschlossen haben, welche mit Überschusseinspeisung betrieben werden und die mit Fernwirktechnik oder Funkrundsteuerung ausgestattet sind, müssen folgendes beachten:

Erhält ein Kunde im Rahmen des Einspeisemanagements die Aufforderung, die Leistung seiner Erzeugungsanlagen zu reduzieren, so wirkt sich dies direkt auf den Leistungsfluss am Netzverknüpfungspunkt aus: Die Bezugsleistung aus dem Netz des NB wird sich um den Betrag der Leistungsreduktion erhöhen bzw. wird sich die zuvor in das Netz des NB eingespeiste Leistung um den entsprechenden Betrag reduzieren. Daraus resultierende Lastspitzen sind möglichst vermeiden.

Kunden mit Leistungsbezug, die Erzeugungsanlagen mit Überschusseinspeisung betreiben, wird empfohlen, einen geeigneten Regelungsmechanismus aufzubauen, der den Leistungsfluss am Netzverknüpfungspunkt überwacht und einen erhöhten Leistungsbezug am NVP vermeidet. Dieser Regelungsmechanismus ist wie folgt umzusetzen:

[1] Erzeugungsanlagen mit Eigenbedarf sind hier nicht gemeint

Situation vor Einspeisemanagement:	Anforderung des NB: P_{red}	Maßnahme des Kunden	Bemerkung
$P_{NVP} \geq 0$ (Bezug aus dem Netz des NB)	P_{red}	Signal Einspeisemanagement wird ignoriert, solange $P_{NVP} \geq 0$	
$P_{NVP} < 0$ (Einspeisung in Netz des NB)	$\lvert P_{red} \rvert \leq \lvert P_{NVP} \rvert$	Leistungsreduktion ist vollständig umzusetzen, solange $P_{NVP} < 0$	$P_{NVP} > 0$ ist zu vermeiden
$P_{NVP} < 0$ (Einspeisung in Netz des NB)	$\lvert P_{red} \rvert > \lvert P_{NVP} \rvert$	Leistungsreduktion ist teilweise umzusetzen, bis $P_{NVP} = 0$	$P_{NVP} > 0$ ist zu vermeiden

P_{NVP}: Leistungsfluss am Netzverknüpfungspunkt (NB/Kunde) / kW
P_{red}: Betrag der Leistungsreduktion durch Einspeisemanagement / kW
$P_{NVP} > 0$: Bezug aus dem Netz des NB
$P_{NVP} < 0$: Einspeisung in Netz des NB

Die Errichtung und der Betrieb des Regelungsmechanismus zur Vermeidung eines erhöhten Leistungsbezugs liegen in der Verantwortung des Kunden. Kommt es im Rahmen des Einspeisemanagements dennoch zu einem hohen Leistungsbezug am Netzverknüpfungspunkt und (im ungünstigsten Fall) zu einer Lastspitze, so ist der Kunde aufgrund seines fehlenden oder fehlerhaften Regelungsmechanismus selbst für diesen erhöhten Leistungsbezug verantwortlich.

3.2.2 Hilfsenergieversorgung (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.2)

Netzunabhängige Hilfsenergieversorgung:

Eine netzunabhängige Hilfsenergieversorgung ist in folgenden Fällen gefordert:
- Schutzeinrichtungen mit Hilfsstromversorgung
- Schaltgeräte, die durch eine Schutzeinrichtungen elektrisch betätigt werden
- Fernsteuerung

Die Kapazität der Hilfsenergieversorgung ist so zu bemessen, dass die Kundenanlage bei fehlender Netzspannung mit allen Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen inklusive Zähl- und Messeinrichtung mindestens acht Stunden lang betrieben werden kann. Der Betrieb ohne funktionstüchtige netzunabhängige Hilfsenergieversorgung ist unzulässig.

Es ist zu beachten, dass evtl. bei einer Erstinbetriebnahme bzw. bei einer Spannungslosigkeit der Kundenanlage von mehr als acht Stunden die netzunabhängige Hilfsenergieversorgung nicht funktionstüchtig ist. Eine Inbetriebnahme der Kundenanlage kann nur dann vorgenommen werden, wenn die netzunabhängige Hilfsenergieversorgung durch geeignete Maßnahmen (z.B. Notstromaggregat) hergestellt ist.

3.2.3 Schutzeinrichtungen (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.3)

Störwerterfassung

Die Schutzeinrichtungen für Kurzschlussschutz, Erdschlussschutz bzw. Erdkurzschlussschutz und übergeordneter Entkupplungsschutz werden zur Erfassung und Speicherung von Schutzinformationen und/oder Störwerten analoger Größen genutzt und müssen somit die Grundätze zur Störwerterfassung gemäß der VDN-Richtlinie „Digitale Schutzsysteme“ 1.Auflage 2003 erfüllen. Um dem NB eine Analyse von Störungsverläufen zu ermöglichen, sind sämtliche Schutzansprechdaten für mindestens zwei Wochen vorzuhalten und dem NB auf Anforderung auszuhändigen.

Schutz-und Schaltgeräteredundanz

Erzeugungsanlagen sind generell mit einem übergeordneten Entkupplungsschutz am Übergabepunkt und einem Entkupplungsschutz an der Erzeugungseinheit (EZE) aufzubauen. Der Übergabepunkt kann sowohl der Netzanschlusspunkt als auch ein Anschlusspunkt im kundeneigenen MS-Netz sein. Grundsätzlich wirken der übergeordnete Entkupplungsschutz und der Entkupplungsschutz an der EZE auf zwei separate Schaltgeräte.
Das Schaltgerät des übergeordneten Entkupplungsschutz ist als Leistungsschalter (MS oder NS) auszuführen. Das Schaltgerät des Entkupplungsschutzes an der EZE ist ebenfalls als Leistungsschalter auszuführen. Lediglich bei PV-Anlagen kann das Schaltgerät als „integrierter Kuppelschalter“ im Wechselrichter ausgeführt werden. Der „integrierte Kuppelschalter“ (z. B Leistungsrelais, Schütz, mechanischer Leistungsschalter usw.) muss einfehlersicher eine allpolige galvanische Abschaltung sicherstellen. Ab der Leistung eines Wechselrichters >100kVA (Zentralwechselrichter >100kVA) ist ein Leistungsschalter als Kuppelschalter notwendig.

Die Einfehlersicherheit ist gemäß VDE-AR-N 4105 Anhang A6 einzuhalten.

Überwachungsfunktionen

Folgende Überwachungsfunktionen müssen vorhanden sein:

- Selbstüberwachung der Schutzeinrichtung (Life-Kontakt)
- Sind Schutzeinrichtung und Schaltgerät räumlich getrennt, ist die Auslöseverbindung zu überwachen, wenn sie die Betriebsstätte des Kunden verlässt (Verlegung auf öffentlichen Grund bzw. Privatgrund Dritter).
- Ausfallerkennung der Messspannung (MS: Spannungswandlerautomat; NS: Sicherung) für den übergeordneten Entkupplungsschutz und den Entkupplungsschutz an der Erzeugungseinheit
- Ausfallerkennung der Hilfsspannung für die Auslösung der Schaltgeräte
- Überwachung der netzunabhängigen Hilfsenergieversorgung

Die Störungen sind an eine besetzte Meldestelle des Kunden mit 24 Stunden Erreichbarkeit zu übertragen und durch den Betriebsverantwortlichen unverzüglich zu beheben. Ist keine besetzte Meldestelle vorhanden, hat eine unverzögerte Abschaltung der betroffenen Anlagenteile zu erfolgen. Eine besetzte Meldestelle ist in den Prüfprotokollen nachzuweisen (z. B. Telefonnummer Warte, SMS an eine Mobilfunknummer, E-Mail an ein Störungspostfach).

Messgrößenerfassung

Die notwendigen Abgriffe der Messgrößen Strom und Spannung (I, U) für den Kurzschlussschutz, Erdschlussschutz, Entkupplungsschutz und die Einspeisesteuerung (P,Q) sind im separaten Dokument „Ergänzungen zur Anhang C Anschlussbeispiele festgelegt.

Verbindungsleitung Schutzgerät-Leistungsschalter

Die Auslösung des zugehörigen Leistungsschalters muss über ein separates Kupfersteuerkabel oder eine LWL-Leitung erfolgen, das ausschließlich der Schutzfunktion dient. Wird zur Übertragung der Fernwirkprotokolle ein LWL-Kabel z. B. zwischen Übergabestation und Erzeugungsanlage verlegt, so kann dieses LWL-Kabel sowohl für den Schutz als auch für die Fernwirktechnik genutzt werden. In diesem Fall sind für Schutz und Fernwirkprotokoll separate Fasern innerhalb des LWL-Kabels zu verwenden. Die maximale Länge des Kupfersteuerkabels hängt ab von der verwendeten Technik, eine sichere Funktionsfähigkeit ist zu gewährleisten.

3.2.4 Anschluss der Erzeugungsanlage an die Sammelschiene eines Umspannwerkes bzw. einer Selektivstation (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.3.3)

3.2.4.1 Schutzfunktionen ohne Inselbetrieb (EZA am Netz des VNB)

Die hier gemachten Angaben gelten für Erzeugungsanlagen die direkt in das Netz des Verteilnetzbetreibers (VNB) einspeisen (EZA im Netz des VNB)

Schutzfunktionen im Schaltfeld des UW bzw. der Selektivstation

- Kurzschlussschutz (Z<)
- ggf. Erdschlussschutz bzw. Erdkurzschlussschutz
- übergeordneter Entkupplungsschutz (U<, U>, U>>, f<, f>, Q→&U<)

Die Anforderungen an den Kurzschluss- und der Erdschlussschutz sind in den Ergänzungen des Netzbetreibers zur TAB MS (Netzanschluss UW, Selektivstation) geregelt.

Folgende Schutzeinstellungen müssen realisiert sein, wobei die konkreten Werte bei dem NB zu erfragen sind:

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert [2])	**Abschaltzeit [5)]**
Distanzschutz (Z<) mit U-I-Anregung	gemäß gesonderter Vorgabe des NB		
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [3])	≤ 0,15 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 U_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n [3])	60,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	2,7 s
Frequenzsteigerungsschutz f> [6])	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	≤ 0,15 s
Frequenzrückgangsschutz f< [6])	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	≤ 0,15 s
Blindleistungs- und Unterspannungsschutz Q->&U<		0,85 U_n	0,5 s
Erdschlussrichtungsschutz mit Auslösung bei kundenseitigem Erdschluss (RESPE)	nach VDE-Empfehlung	siehe Fußnote 7)	≤ 5s [4])
Gerichteter Erdkurzschlussschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0) und 3Uo	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe NB	gesonderte Vorgabe NB

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.
2) U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}).
3) gemäß gesonderter Vorgabe von dem NB.
4) Alternativ zur Abschaltung kann auch die Fernmeldung des Erdschlusses an den Betriebsverantwortlichen bzw. Anlagenbetreiber erfolgen. Dieser hat die unverzügliche Ermittlung der Fehlerstelle vorzunehmen und die geeigneten Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz von Personen einzuleiten. Die Netzführung des NB ist ebenfalls unverzüglich über den Erdschluss zu informieren. Um eine Ausweitung der Störung zu vermeiden (Doppelerdschluss) ist nach Störungslokalisierung bzw. auf Anforderung vom NB der Erdschluss umgehend abzuschalten
5) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.
6) Um einen Inselbetrieb der EZA mit dem angeschlossenen MS-Netz sicher zu vermeiden, wird die Errichtung eines zusätzlichen (redundanten) Frequenzschutz gefordert.
7) Einstellwerte für die Erdschlussrichtungsauslösung können vom NB nicht vorgegeben werden, da unterschiedliche Verfahren und Geräte zur Erdschlussortung von Anlagenerrichtern eingesetzt werden. Bei Bedarf stellt der NB den Wert des kapazitiven Erdschlussstromes zur Verfügung. Der Betreiber ist für die Funktion und die Ermittlung der Einstellwerte selbst verantwortlich.

Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten

An den Erzeugungseinheiten müssen folgende Schutzeinstellungen - bezogen auf den Netzanschlusspunkt - realisiert sein:

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**Schutzrelais-Einstellwerte [1],**	
		Wert [2]	**Abschaltzeit [5]**
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [4])	≤ 0,15 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	1,5 s bis 2,4 s [3]
Spannungsrückgangsschutz U<<	0,10 – 1,00 U_n	0,45 U_n	0,3 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	≤ 0,15 s
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	≤ 0,15 s

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen. Bei ausgedehnten Kundennetzen ist eine entsprechende Anpassung erforderlich.
2) Bei Verfügbarkeit einer Messung auf der Mittelspannungsseite ist U_n die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}), andernfalls ist für U_n die Spannung im Niederspannungsnetz ($U_{NS} = U_{MS}/ü$) anzusetzen.
3) Bei mehreren Erzeugungseinheiten erfolgt eine Staffelung der Abschaltzeiten. Nach 1,5s; 1,8s; 2,1s und 2,4s ist jeweils ca. ein Viertel der gesamten Erzeugungsleistung vom Netz zu nehmen.
4) gemäß gesonderter Vorgabe vom NB.
5) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.

Bei allen Erzeugungsanlagen ist die Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (gem. Bild 2.5.3-1, Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz) zu erfüllen.

Abhängig von der Netzsituation ist es ggf. erforderlich am Übergabeschalter eine Mitnahmeschaltung gemäß Bild 3.2.3.3. der TR EA MS zu realisieren. Die Vorgabe bei welchen Schaltzuständen oder Fehlern im vorgelagerten Netz eine Abschaltung der EA zu erfolgen hat, erfolgt durch den NB. Eine Zuschaltung der EA ist erst nach Wiederzuschaltung des Übergabeschalters durch die Netzführung des NB möglich.

3.2.4.2 Schutzfunktionen ohne Inselbetrieb (EZA im Industrie-Netz)

Bei Erzeugungsanlagen, die in ein kundeneigenes Industrie-Netz einspeisen (EZA im Industrie-Netz) gelten hinsichtlich des Erdschlussschutzes bzw. Erdkurzschlussschutz folgende Angaben.

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte [1]	
		Wert	Abschaltzeit [2]
Erdschlussrichtungsschutz (RESPE) [3]	nach VDE-Empfehlung	keine Vorgabe NB	keine Vorgabe NB
Erdkurzschlussschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0)	nach VDE-Empfehlung	50 A (primär)	≤ 0,15 s

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern.
2) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.
3) Erdschlussrichtungsschutz wird empfohlen, ist aber im Verantwortungsbereich des Kunden

Ansonsten gelten die Vorgaben unter 3.2.4.1

3.2.4.3 Schutzfunktionen mit Inselbetrieb

Ist eine Kundenanlage für den Inselbetrieb ausgelegt, kann der Inselbetrieb durch die Entkupplungsschutzeinrichtung automatischen eingeleitet werden. In diesem Fall ist der Einbauort der Schutzfunktionen (übergeordneter Entkupplungsschutz oder Entkupplungsschutz an der EZE), die den Inselbetrieb einleiten, mit dem Kunden abzustimmen.

Schutzfunktionen im Schaltfeld des UW bzw. der Selektivstation

- Kurzschlussschutz (Z<)
- ggf. Erdschlussschutz bzw. Erdkurzschlussschutz

Die Anforderungen an den Kurzschluss- und der Erdschlussschutz sind in den Ergänzungen des Netzbetreibers zur TAB MS (Netzanschluss UW, Selektivstation) geregelt.

Schutzfunktionen in der MS-Kundenanlage

- Kurzschlussschutz (Z<)
- ggf. Erdschlussschutz bzw. Erdkurzschlussschutz
- übergeordneter Entkupplungsschutz (U>>, U>, U<, f>, f<, Q→&U<)

Folgende Schutzeinstellungen müssen in der MS-Kundenanlage realisiert sein, wobei die konkreten Werte beim NB zu erfragen sind:

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert [2])	**Abschaltzeit [4)]**
Distanzschutz (Z<) mit U-I-Anregung	gemäß gesonderter Vorgabe vom NB		
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [3])	≤ 0,15 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 U_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n [3])	60,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	2,1 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	≤ 0,15 s
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	≤ 0,15 s
Blindleistungs- und Unterspannungsschutz Q->&U<		0,85 U_n	0,5 s
Erdschlussrichtungsschutz (RESPE) [5)]	nach VDE-Empfehlung	keine Vorgabe NB	keine Vorgabe NB
Erdkurzschlussschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0)	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe NB	gesonderte Vorgabe NB

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.
2) U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}).
3) gemäß gesonderter Vorgabe vom NB.
4) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.
5) Erdschlussrichtungsschutz wird empfohlen, ist aber im Verantwortungsbereich des Kunden

Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten

Die Einstellwerte an der Erzeugungseinheit können auf die Belange der Kundenanlage bei Inselbetrieb angepasst werden. Der Eigenschutz darf aber die Funktionen des übergeordneten Entkupplungsschutzes nicht unterlaufen.

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**empfohlene Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert [2])	**Abschaltzeit [4])**
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [3])	0,3 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 U_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n [3])	90 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	2,4 s
Spannungsrückgangsschutz U<<[5])	0,10 – 1,00 U_n	0,45 U_n	0,3 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	0,3 s
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	0,3 s

1) Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen. Bei ausgedehnten Kundennetzen ist eine entsprechende Anpassung erforderlich.
2) Bei Verfügbarkeit einer Messung auf der Mittelspannungsseite ist U_n die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}), andernfalls ist für U_n die Spannung im Niederspannungsnetz ($U_{NS} = U_{MS}/ü$) anzusetzen.
3) gemäß gesonderter Vorgabe vom NB
4) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.
5) Die Einstellwerte des U<< sind durch den NB fest vorgegeben. Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, andere Einstellungen zu fordern

Die Bedingungen zur Synchronisiereinrichtung sind in Kapitel 2.5 dieser Unterlage beschrieben.

Bei manuelle eingeleitetem Inselbetrieb (durch Schalthandlungen in der Kundenanlage) gelten die Festlegungen unter 3.2.4.2.

3.2.5 Anschluss der Erzeugungsanlage im Mittelspannungsnetz (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.3.4)

3.2.5.1 Schutzfunktionen ohne Inselbetrieb

Schutzfunktionen in der Übergabeschutzstation

Bei Erzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt außerhalb eines Umspannwerkes oder einer Selektivstation müssen in der Übergabeschutzstation folgende Schutzfunktionen realisiert sein.

- Kurzschlussschutz (I>, I>>)
- ggf. Erdschlussschutz bzw. Erdkurzschlussschutz
- übergeordneter Entkupplungsschutz (U>, U>>)

Die Anforderungen an den Kurzschluss- und der Erdschlussschutz sind in den Ergänzungen des Netzbetreibers zur TAB MS geregelt.

Folgende Schutzeinstellungen müssen realisiert sein, wobei die konkreten Werte beim NB zu erfragen sind:

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert [2])	**Abschaltzeit [5])**
Überstromzeitschutz I>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe NB	gesonderte Vorgabe durch NB
Überstromzeitschutz I>>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe NB	gesonderte Vorgabe NB
Spannungssteigerungsschutz U>>[6)]	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [3])	≤ 0,15 s
Spannungssteigerungsschutz U>[6)]	1,00 – 1,30 U_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n [3])	90,0 s
Erdschlussrichtungsschutz mit Auslösung bei kundenseitigem Erdschluss (RESPE)	nach VDE-Empfehlung	siehe Fußnote 7)	≤ 5s [4])
Erdkurzschlussschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0)	nach VDE-Empfehlung	50 A (primär)	≤ 0,15 s

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.
2) U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}).
3) gemäß gesonderter Vorgabe vom NB.
4) Alternativ zur Abschaltung kann auch die Fernmeldung des Erdschlusses an den Betriebsverantwortlichen bzw. Anlagenbetreiber erfolgen. Dieser hat die unverzügliche Ermittlung der Fehlerstelle vorzunehmen und die geeigneten Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz von Personen einzuleiten. Die Netzführung des NB ist ebenfalls unverzüglich über den Erdschluss zu informieren. Um eine Ausweitung der Störung zu vermeiden (Doppelerdschluss) ist nach Störungslokalisierung bzw. auf Anforderung vom NB der Erdschluss umgehend abzuschalten
5) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.
6) Zum Schutz der Kunden im Netz der allgemeinen Versorgung und zur Vermeidung von Haftungsansprüchen wird die Errichtung eines zusätzlichen (redundanten) Überspannungsschutzes in der Übergabestation gefordert. Die Einstellwerte entsprechen dem U>> und U> -Schutz an der Erzeugungsanlage. Die Abschaltzeit für den U>-Schutz wird mit ≤ 90 s empfohlen, um eine selektive Abschaltung an der Erzeugungsanlage zu ermöglichen.
7) Einstellwerte für die Erdschlussrichtungsauslösung können vom NB nicht vorgegeben werden, da unterschiedliche Verfahren und Geräte zur Erdschlussortung von Anlagenerrichtern eingesetzt werden. Bei Bedarf stellt der NB den Wert des kapazitiven Erdschlussstromes zur Verfügung. Der Betreiber ist für die Funktion und die Ermittlung der Einstellwerte selbst verantwortlich.

Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten

Bei Erzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt außerhalb eines Umspannwerkes oder einer Selektivstation werden für die Entkupplungsschutzeinrichtungen auf der Ober- oder Unterspannungsseite des Maschinentransformators als Grundparametrierung folgende Einstellwerte vorgegeben (konkrete Werte sind beim NB zu erfragen):

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert [2])	**Abschaltzeit [4)]**
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [3])	≤ 0,15 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 U_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n [3])	60,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	0,3 s
Spannungsrückgangsschutz U<<	0,10 – 1,00 U_n	0,45 U_n	≤ 0,15 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	≤ 0,15 s
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	≤ 0,15 s

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Für Erzeugungsanlagen, die sich an der dynamischen Netzstützung beteiligen, gelten abweichende Einstellwerte. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen. Bei ausgedehnten Kundennetzen ist eine entsprechende Anpassung erforderlich.
2) Bei Verfügbarkeit einer Messung auf der Mittelspannungsseite ist U_n die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}), andernfalls ist für U_n die Spannung im Niederspannungsnetz ($U_{NS} = U_{MS}/ü$) anzusetzen.
3) gemäß gesonderter Vorgabe vom NB.
4) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.

Die Wiederzuschaltung ist nur zulässig, wenn die Netzspannung U≥ 0,95U_n und die Netzfrequenz zwischen 47,5 Hz und 50,05 Hz liegt.

Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen von Erzeugungsanlagen andere oder weitere Einstellungen zu fordern.

Bei allen Erzeugungsanlagen ist die Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz (gem. Bild 2.5.3-1, Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz) zu erfüllen.

Falls durch den MS-NS-Trafo der Erzeugungsanlage eine ordnungsgemäße Fehlererkennung und Abschaltung der Erzeugungsanlage in Schnellzeit nicht gewährleistet ist, muss die Spannungsmessung für den Entkupplungsschutz auf der MS-Seite des Trafos bzw. am Übergabeschalter erfolgen.

Erzeugungsanlagen sind im Mittelspannungsnetz ≥ 20 kV nur bis 10 MW zulässig. Für Mittelspannungsnetze < 20 kV sind in der Regel nur max. 5 MW zulässig, um die Anlagen und Schaltgeräte im Netz der allgemeinen Versorgung nicht zu überlasten.

Grundsätzlich ist für Erzeugungsanlagen ab 10 MW der Anschluss an einem Umspannwerk oder einer Selektivstation anzustreben, um die Aufnahmefähigkeit des Mittelspannungsnetzes für kleinere EA aufrechterhalten zu können und um den Beitrag der Erzeugungsanlage zur Netzstützung realisieren zu können.

3.2.5.2 Schutzfunktionen mit Inselbetrieb

Ist eine Kundenanlage für den Inselbetrieb ausgelegt, kann der Inselbetrieb durch die Entkupplungsschutzeinrichtung automatischen eingeleitet werden. In diesem Fall ist der Einbauort der Schutzfunktionen (übergeordneter Entkupplungsschutz oder an der EZE), die den Inselbetrieb einleiten, mit dem Kunden abzustimmen.

Schutzfunktionen in der Übergabeschutzstation

- Kurzschlussschutz (I>, I>>)
- ggf. Erdschlussschutz bzw. Erdkurzschlussschutz
- übergeordneter Entkupplungsschutz (U>>, U>, U<, f>, f<)

Die Anforderungen an den Kurzschluss- und der Erdschlussschutz sind in den Ergänzungen des Netzbetreibers zur TAB MS geregelt.

Folgende Schutzeinstellungen müssen realisiert sein, wobei die konkreten Werte beim NB zu erfragen sind:

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert [2])	**Abschaltzeit [5])**
Überstromzeitschutz I>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe NB	gesonderte Vorgabe durch NB
Überstromzeitschutz I>>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe NB	gesonderte Vorgabe NB
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [3])	≤ 0,15 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 U_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n [3])	60,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	0,3 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	≤ 0,15 s
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	≤ 0,15 s
Erdschlussrichtungsschutz mit Auslösung bei kundenseitigem Erdschluss (RESPE)	nach VDE-Empfehlung	siehe Fußnote 6)	≤ 5s [4])
Erdkurzschlussschutz (NOSPE), IE>-Stufe (3 I0)	nach VDE-Empfehlung	50 A (primär)	≤ 0,15 s

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.
2) U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}).
3) gemäß gesonderter Vorgabe vom NB.
4) Alternativ zur Abschaltung kann auch die Fernmeldung des Erdschlusses an den Betriebsverantwortlichen bzw. Anlagenbetreiber erfolgen. Dieser hat die unverzügliche Ermittlung der Fehlerstelle vorzunehmen und die geeigneten Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz von Personen einzuleiten. Die Netzführung des NB ist ebenfalls unverzüglich über den Erdschluss zu informieren. Um eine Ausweitung der Störung zu vermeiden (Doppelerdschluss) ist nach Störungslokalisierung bzw. auf Anforderung vom NB der Erdschluss umgehend abzuschalten

5) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.
6) Einstellwerte für die Erdschlussrichtungsauslösung können vom NB nicht vorgegeben werden, da unterschiedliche Verfahren und Geräte zur Erdschlussortung von Anlagenerrichtern eingesetzt werden. Bei Bedarf stellt der NB den Wert des kapazitiven Erdschlussstromes zur Verfügung. Der Betreiber ist für die Funktion und die Ermittlung der Einstellwerte selbst verantwortlich.

Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten

Die Einstellwerte an der Erzeugungseinheit können auf die Belange der Kundenanlage bei Inselbetrieb angepasst werden. Der Eigenschutz darf aber die Funktionen des übergeordneten Entkupplungsschutzes nicht unterlaufen.

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**empfohlene Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert [2])	**Abschaltzeit [4])**
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U_n	1,105 U_n bis 1,15 U_n [3])	0,3 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 U_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n [3])	90 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	2,4 s
Spannungsrückgangsschutz U<<[5])	0,10 – 1,00 U_n	0,45 U_n	0,15 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	0,3 s
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	0,3 s

1) Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen. Bei ausgedehnten Kundennetzen ist eine entsprechende Anpassung erforderlich.
2) Bei Verfügbarkeit einer Messung auf der Mittelspannungsseite ist U_n die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}), andernfalls ist für U_n die Spannung im Niederspannungsnetz ($U_{NS} = U_{MS}/ü$) anzusetzen.
3) gemäß gesonderter Vorgabe vom NB
4) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.
5) Die Einstellwerte des U<< sind durch den NB fest vorgegeben. Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, andere Einstellungen zu fordern.

Bei manuelle eingeleitetem Inselbetrieb (durch Schalthandlungen in der Kundenanlage) gelten die Festlegungen unter 3.2.5.1.

3.2.6 Notstromaggregate

Wird ein Notstromaggregat im NS-Netz einer MS-Kundenanlage für den Probebetrieb netzparallel betrieben, müssen folgende Entkupplungsschutzfunktionen realisiert sein:

Entkupplungsschutzfunktionen am Netz-Leistungsschalter (NS)

- übergeordneter Entkupplungsschutz (U>, U<, f>, f<)
- Vektorsprungrelais (optional)

Für die Schutzeinstellwerte werden die Vorgaben der VDE AR 4105 herangezogen:

Funktion	**Einstellbereich des Schutzrelais**	**Schutzrelais-Einstellwerte [1])**	
		Wert	**Abschaltzeit [3)]**
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 U_n	1,10 U_n [2])	≤ 0,15 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U_n	0,80 U_n	≤ 0,15 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 52,0 Hz	51,5 Hz	≤ 0,15 s
Frequenzrückgangsschutz f<	47,5 – 50 Hz	47,5 Hz	≤ 0,15 s
Vektorsprungrelais (optional)	keine Vorgabe NB	keine Vorgabe NB	≤ 0,15 s

1) Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte beziehen sich auf die Trennstelle zum Notstromnetz im NS-Netz des Kunden.
2) $U_n = U_{NS}$ Nennspannung im Niederspannungsnetz
3) Die Abschaltzeit ergibt sich aus der Summe der Einstellzeiten und der Eigenzeiten von Schaltgerät und Schutz.

Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten

Da die Entkupplungsschutzfunktionen und Einstellwerte an den Erzeugungseinheiten nur für den Notstrombetrieb gelten, werden von Seiten des NB hierzu keine Angaben gemacht (Verantwortungsbereich des Kunden)

Die Netzausfallerkennung, die zum Notstrombetrieb der Kundenanlage führt, liegt im Verantwortungsbereich des Kunden.

Der NB ist über die getroffenen Festlegungen zu informieren. Ein Prüfprotokoll ist hierfür nicht erforderlich.

4 Abrechnungsmessung (Ergänzungen zu Kapitel 4)

Bei jedem Anschluss im Mittelspannungsnetz ist gemäß Stromnetzzugangsverordnung (StromNZV) ein Lastgangzähler am NAP einzusetzen. Die unterlagerten Zählungen für Erzeugungsanlagen sind nach den jeweils geltenden Regelungen (EEG, KWKG, sonstige Einspeisungen) aufzubauen.

5 Zuschaltbedingung und Synchronisierung (Ergänzungen zu Kapitel 5.7)

Gemäß TR EZA MS der BDEW ist eine Zuschaltung bzw. Wiederzuschaltung der Erzeugungsanlage nur dann zulässig, wenn die Netzspannung mindestens 95 % Uc beträgt und die Frequenz zwischen 47,5 Hz und 50,05 Hz liegt.

Bei Auslösung des Leistungsschalters am Übergabepunkt durch den übergeordneten Entkupplungsschutz erfolgt die Wiederzuschaltung nur manuell (siehe Lastenheft Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz Kapitel 4.2 (Ausgabe Februar 2010) des FNN). Der übergeordnete Entkupplungsschutz am Übergabepunkt dient nur als Reserveschutz. Bei korrekt eingestelltem Entkupplungsschutz an der Erzeugungseinheit sollte der Entkupplungsschutz am Übergabepunkt nicht auslösen. Beim Auslösen des übergeordneten Entkupplungssschutzes ist zu prüfen, ob es sich um einen fehlerhaft eingestellten Schutz an der Erzeugungseinheit handelt oder der Fehler im davor gelagerten VNB-Netz liegt.

Bei Auslösung des Leistungsschalters an der EZE durch den Entkupplungsschutz erfolgt die Wiederzuschaltung automatisch über eine Synchronisiereinrichtung.

Für Erzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz außerhalb eines Umspannwerkes oder einer Selektivstation gilt:
Um bei Auslösung durch die Entkupplungsschutzeinrichtung an der Erzeugungseinheit infolge einer Überspannung ein ständiges Zu- und Abschalten der Erzeugungseinheit zu verhindern, ist für die Zuschaltung folgendes Spannungskriterium U_{Zu} einzuhalten:

$U_{Zu, MS}$ < U>-Wert - 2% $U_{N, MS}$

$U_{Zu,NS}$ < (U>-Wert - 2% $U_{N, MS}$)/ü

(U>-Wert : Einstellwert des Spannungssteigerungsschutzes; $U_{N, MS}$: Nennspannung Mittelspannung; ü: Übersetzungsverhältnis des Kundentrafos).

Die Messstelle ist der Messpunkt des übergeordneten Entkupplungsschutztes (U>). Es gilt der größte Wert der drei verketteten Spannungen.

Die genannten Kriterien sind für eine Dauer von mindesten 60 Sekunden einzuhalten.

6 Nachweis der elektrischen Eigenschaften (Ergänzungen zu Kapitel 6)

Steigt durch den Zubau weiterer EZA bzw. durch die Erweiterung von Bestandsanlagen die Einspeiseleistung an einem bereits bestehenden Netzanschlusspunkt an, so ist erstmalig ein Anlagenzertifikat dann zu erbringen, wenn

- mehr als 1 MVA dazu gebaut wird, oder
- die Summe der installierten Leistung aller EZA an diesem Netzanschlusspunkt > 1 MVA ist und die Leistungserhöhung 50 Prozent der bisher bestehenden Anschlussleistung überschreitet (Beispiel: Bestand 800 kW, Erweiterung 500 kW, Summe 1,3 MW → Anlagenzertifikat notwendig).

Werden an Erzeugungsanlagen, die bereits ein Anlagenzertifikat besitzen, weitere Erzeugungsanlagen zu- oder abgebaut oder werden sonstige wesentliche Änderungen an der Anlage durchgeführt, so ist grundsätzlich ein neues Anlagenzertifikat (mit zugehöriger EZA-Konformitätserklärung) beim Netzbetreiber vorzulegen.

Für PV- und Windenergieanlagen gilt:
Alle Altanlagen mit Inbetriebnahme vor dem 1. April 2011 gelten als Bestandsanlagen mit dem Leistungswert zum Zeitpunkt 1. April 2011. Alle Erweiterungen ab dem 01. April 2011 sind somit in Summe zu bewerten.
(Beispiel: Bestand 2010 = 800 kW, Erweiterung Oktober 2011 = 300 kW, Erweiterung 2012 = 200 kW → Anlagenzertifikat notwendig).

Für EZA mit Inbetriebnahme nach dem 1. April 2011 gilt als bestehende Anschlussleistung diejenige Leistung, die beginnend mit dem Netzparallelbetrieb der ersten Erzeugungsanlage innerhalb von 12 Monaten in Betrieb genommen wurde bzw. wird.

Für Verbrennungskraftmaschinen und sonstigen EZA mit Synchrongenerator (z. B. BHKW, Wasser, Geothermie) gilt:
Als Bestandsanlagen gelten diejenigen EZA, deren Antragsunterlagen vollständig vor dem 01.01.2014 beim zuständigen Netzbetreiber eingereicht worden sind. Alle nach dem 01.01.2014 neu beantragten EZA werden in Summe bewertet.
(Beispiel: Bestand 2012 = 800 kW, Erweiterung 2014 = 300 kW, Erweiterung 2015 = 200 kW → Anlagenzertifikat notwendig).

Für EZA, deren Antragsunterlagen vollständig nach dem 01.01.2014 beim zuständigen Netzbetreiber eingereicht worden sind, gilt als bestehende Anschlussleistung diejenige Leistung, die beginnend mit dem Netzparallelbetrieb der ersten EZA innerhalb von 12 Monaten in Betrieb genommen wurde bzw. wird.

Für alle Erzeugungsanlagen ist die maximale elektrische Wirkleistung bei cosφ=1 als Leistungsgrenze maßgebend.

Anforderungen an die EZA-Konformitätserklärung sind in einem separaten Dokument beschrieben („Information zur Einreichung von EZA-Konformitätserklärungen für Erzeugungsanlagen mit Anschluss am Mittelspannungsnetz“). Dieses ist über die Homepage des Netzbetreibers zu erhalten. Die Anforderungen wurden bereits ab 2014 veröffentlicht und sind entsprechend zu berücksichtigen.

Sämtliche Hilfsaggregate, die Bestandteil der Erzeugungsanlage sind und die Einfluss auf die LVRT-Fähigkeit der EZA haben, für die es jedoch kein Komponentenzertifikat gibt und die nicht im Einheitenzertifikat erfasst sind, müssen die FRT-Festigkeit entweder durch einen FRT-Test oder eine Herstellererklärung nachweisen.

7 Ergänzungen zu Anhang C „Anschlussbeispiele“ der BDEW-Richtlinie

In dem separaten Dokument „Ergänzungen des Netzbetreibers zur TR EA MS, Anschlussbeispiele“ sind Beispiele für den Netzanschluss von Erzeugungsanlagen dargestellt. Diese sind wie folgt differenziert:

1. Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz (nicht UW bzw. Selektivstation)
2. Netzanschlusspunkt im Umspannwerk
3. Netzanschlusspunkt in der Selektivstation

Dabei wird jeweils unterschieden ob die Erzeugungsanlage direkt in ein Mittelspannungsnetz des Verteilnetzbetreibers (VNB) einspeist (EZA im Netz des VNB) oder in ein kundeneigenes Industrie-Netz (EZA im Industrie-Netz).

Darin sind im Wesentlichen enthalten:

- Messanschlusspunkte (Strom I und Spannung U) für
  - Schutzgeräte
  - Einspeisersteuerung (P,Q)
  - Synchronisierung
  - Zählung
- Wirkungskette Schutzgerät→Schaltgerät (gestrichelte Linie)
- Darstellung der Eingangsgrößen für die Blindleistungsregelung
- Darstellung des notwendigen Nachrüstungsaufwandes bei der Errichtung neuer Erzeugungsanlagen bzw. der Erweiterung von Bestandsanlagen an einem bestehenden Netzanschlusspunkt

Der bauliche Teil der Übergabestation bzw. des Anschlusses an ein Schalthaus wird nur vereinfacht dargestellt und entspricht

- bei Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz (nicht UW bzw. Selektivstation) dem Beispiel 6.1 bzw.
- bei Anschüssen im Umspannwerk und Selektivstation dem Beispiel 6.6

der aktuellen Ergänzungen des Netzbetreibers zum Wortlaut der BDEW-Veröffentlichung TAB Mittelspannung.

Die in den Anschlussbeispielen gezeigten Ausführungsformen sind unter Umständen entsprechend den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Mögliche Änderungen sind mit dem NB abzustimmen.

Unter dem Begriff „Erweiterungen“ sind diejenigen Erzeugungsanlagen zu verstehen, die nach dem 01.11.2011 bzw. 01.04.2010 in Betrieb genommen wurden:

- Für Kunden ohne kundeneigenem MS-Netz gilt:
  Ist die Summenleistung aller Erzeugungsanlagen, die nach dem 01.11.2011 im kundeneigenen Netz in Betrieb genommen wurden, $\sum P_A \geq 300$ kW, so ist ein übergeordneter Entkupplungsschutz mit Mittelspannungsmessung am Netzanschlusspunkt nachzurüsten (sofern bisher nicht vorhanden).
- Für Kunden mit kundeneigenem MS-Netz gilt:
  Ist die Summenleistung aller Erzeugungsanlagen, die nach dem 01.04.2010 im kundeneigenen Netz in Betrieb genommen wurden, $\sum P_A \geq 300$ kW, so sind Kurzschlussschutz, Erdschlussschutz, übergeordneter Entkupplungsschutz mit MS-Messung am Netzanschlusspunkt und MS-Wandler mit Messkern nachzurüsten (sofern noch nicht vorhanden).

Die Definition der Leistung einer Erzeugungsanlage ist in Kapitel 3.2.1.1 beschrieben.

Der Begriff „Bestandsanlagen“ bezeichnet alle bereits bestehenden Anlagen des Kunden (z. B. Anschlussanlage, Netz, bestehende Erzeugungsanlagen, usw.) zum Zeitpunkt der Beauftragung der Netzverträglichkeitsprüfung beim NB für die neuen Erzeugungsanlagen.

8 Anhang A: Parametrierung der Blindleistungsregelung, Testsystem zur Bewertung des Blindleistungsverhaltens

Die Parametrierung der Regelung erfolgt anhand des in Bild 8.1 dargestellten Referenzfalls, der für den Netzanschlusspunkt (NAP) eine Anfangs-Kurzschlusswechselstromleistung (Sk“) von 110 MVA und eine Anlagenwirkleistung von 10 MW vorsieht.

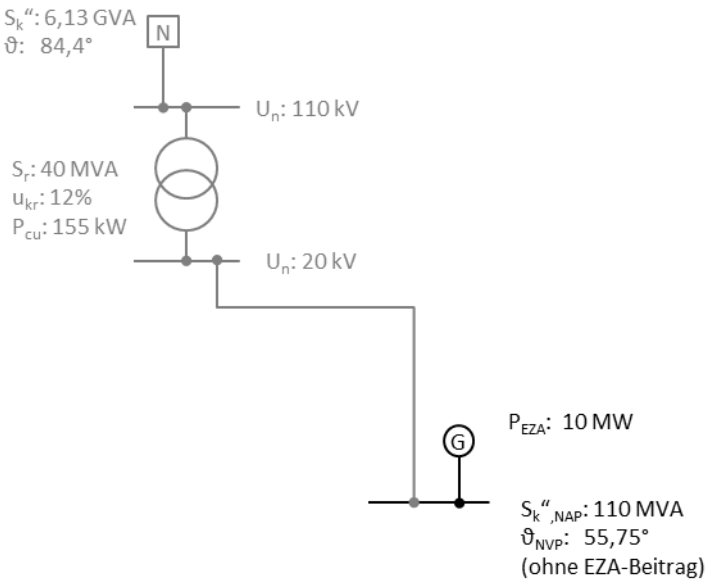


Bild 8.1: Testsystem zur Bewertung des Regelungsverhaltens

Im Regler ist eine Q(U)-Kennlinie gemäß roter Linie in Bild 8.2 einzustellen.

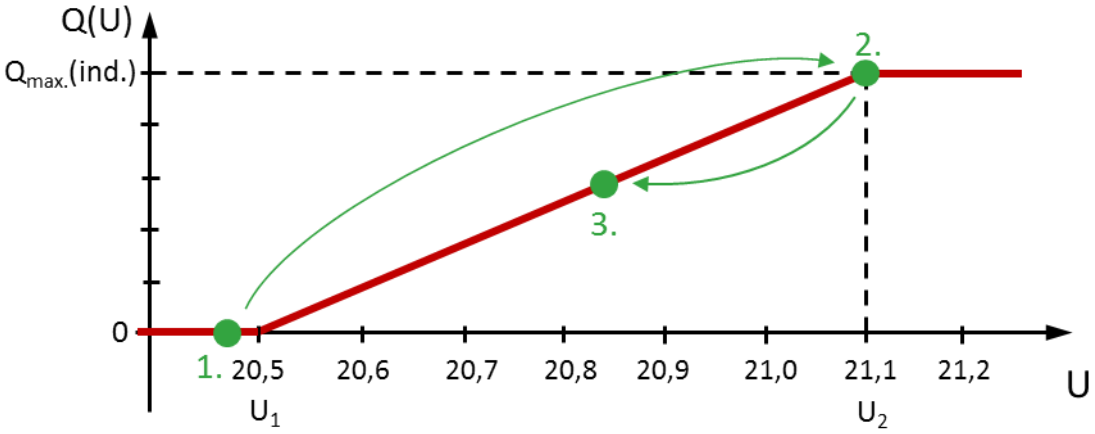


Bild 8.2: Q(U)-Kennlinie für Testsystem

Der gesamte Test ist in drei Abschnitte gegliedert, die als Ausgangszustand, Einschwingvorgang und eingeschwungener Zustand bezeichnet werden. Im Ausgangszustand liegt am NAP eine Spannung < 20,5 kV an (1). Zur Anregung der Regelung wird im Testsystem ein Sprung der Spannung am NAP auf 21,1 kV nachgebildet (2), z. B. durch Variation der Slack-Spannung oder der Trafostufenstellung. Nach der Anregung der Regelung ist der Einschwingvorgang zu erfassen und anschließend mit den angegebenen Bewertungskriterien abzugleichen. Im eingeschwungenen Zustand sollen sich am NAP folgende Werte einstellen (3):

- U = 20,826 kV
- Q(EZA) = Q-Endwert = 1,826 MVAr untererregt

Diese Werte (3) wurden für eine einfache Nachbildung des Netzverhaltens entsprechend angegebenem $Sk"_{NAP}$ und ϑ_{NAP} ermittelt. Bei einer anderen Nachbildung des Netzes, z. B. einer expliziten Nachbildung von Netzbetriebsmitteln, können sich leicht abweichende Werte für den eingeschwungenen Zustand ergeben. Wenn sich andere Werte im Arbeitspunkt (3) ergeben, sind diese durch ergänzende Berechnungen zu plausibilisieren.

Das geforderte Einschwingverhalten der Blindleistung ist in Bild 8.3 dargestellt (orange Linie). Die Blindleistung ist mit einem PT1-Verhalten mit τ = 5s am NAP des Testsystems (Bild 8.1) einzuregeln.

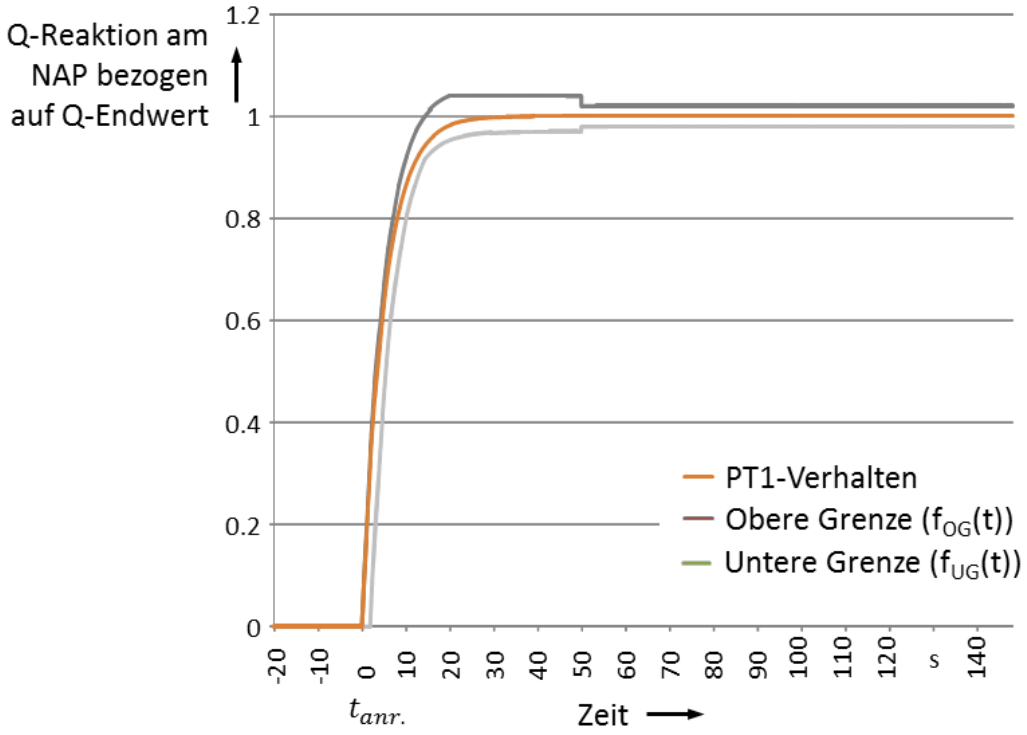


Bild 8.3: Zeitlicher Verlauf der Blindleistung im Einschwingvorgang gemäß PT1-Verhalten mit τ = 5s (orange Linie) und zulässige Abweichung (Ober- und Untergrenze, graue Linien)

Aufgrund technischer Restriktionen bei der Implementierung der Regelung sind folgende Abweichungen vom PT1-Verhalten mit τ = 5s zulässig:

- Steigung von +6%
- Verzögerung der Anregung um maximal 2s
- Überschwingen bis 104% bezogen auf den Q-Endwert
- Unterschwingen bis 97% (oder geringer) bezogen auf den Q-Endwert

Mathematisch lassen sich die zulässigen Abweichungen bei einer Anregung der Regelung zum Zeitpunkt $t_{anr.}$ wie folgt beschreiben:

Obere Grenze (dunkelgraue Grenzlinie, Bild 8.3):

$$f_{OG}(t) = \begin{cases} \left(1 - e^{-t/5s}\right) * 1{,}06\ ,\ wenn\ t < t_{anr.} + 50s\ und\ \left(1 - e^{-t/5s}\right) * 1{,}06 < 1{,}04 \\ 1{,}04\ ,\ wenn\ t < t_{anr.} + 50s\ und\ \left(1 - e^{-t/5s}\right) * 1{,}06 \geq 1{,}04 \\ 1{,}02\ ,\ wenn\ t \geq t_{anr.} + 50s \end{cases}$$

Untere Grenze (hellgraue Grenzlinie, Bild 8.3):

$$f_{UG}(t) = \begin{cases} 0\,, wenn\ t < t_{anr.} + 2s \\ \left(1 - e^{-(t-2s)/5s}\right),\ wenn\ t \geq t_{anr.} + 2s\ und\ t < t_{anr.} + 50s\ und \left(1 - e^{-t/5s}\right) * 0{,}97 > \left(1 - e^{-(t-2s)/5s}\right) \\ \left(1 - e^{-t/5s}\right) * 0{,}97,\ wenn\ t \geq t_{anr.} + 2s\ und\ t < t_{anr.} + 50s\ und \left(1 - e^{-t/5s}\right) * 0{,}97 < \left(1 - e^{-(t-2s)/5s}\right) \\ \left(1 - e^{-t/5s}\right) * 0{,}98\,,\ wenn\ t > t_{anr.} + 50s \end{cases}$$

Die hier beschriebenen Anforderungen an die Q-Regelung definieren das Verhalten der gesamten EZA

- für Anschlüsse im UW: am NAP bzw. für EZA mit Anschluss innerhalb eines MS-Kundennetzes an der Generatormessung
- für Anschlüsse im MS-Netz und in Selektivstationen (nicht UW-Anschlüsse) am NAP des Testsystems.

Das Verhalten der Regelung wird jedoch nicht nur durch den Blindleistungsregler sondern evtl. auch durch weitere EZA-interne Parameter beeinflusst. Daraus können sich Vorgaben an diese EZA-internen Parameter ergeben, um das Verhalten der gesamten EZA entsprechend der vorgegebenen Anforderungen zu gewährleisten. EZA-interne Parametergrenzen könnten z. B. folgende Größen umfassen:

- Maximale Verzögerung auf Übertragungsstrecken zwischen Regler und EZE
- Maximale Verzögerung der Signalumsetzung an EZE
- Beschränkungen hinsichtlich des dynamischen Verhaltens der EZE

Der Regelungshersteller sollte daher mögliche Vorgaben an die weiteren EZA-internen Parameter definieren, so dass bei einer Einhaltung dieser Vorgaben die beschriebenen Anforderungen am NAP des Testsystems erfüllt werden können. Der Errichter/Planer der EZA muss anschließend sowohl den Regler als auch die EZA-internen Parameter prüfen und aufeinander abstimmen, so dass das Gesamtverhalten der EZA den hier beschriebenen Anforderungen entspricht.

Die Einhaltung des hier beschriebenen Regelungsverhaltens ist durch den Netzkunden zu bestätigen. Der NB behält sich vor, entsprechende Nachweise für den zeitlichen Verlauf der Blindleistung im Einschwingvorgang (gemäß Bild 8.3) für das Testsystem zu fordern.

9 Anhang B: Vorgaben für Erzeugungsanlagen mit Netzanschlussbegehren vor dem 01.07.2016

9.1 Blindleistung (Ergänzungen zu Kapitel 2.5.4)

Es gilt das Verbraucherzählpfeilsystem.

Für EZA mit direktem Anschluss an das Netz des NB sind die Vorgaben am Netzanschlusspunkt einzuhalten. Für EZA mit Anschluss innerhalb eines MS-Kundennetzes mit Bezugsanlagen (z. B. Industriekunde) ist die Blindleistung auf den Anschlusspunkt der EZA innerhalb des Kundennetzes zu regeln (Generatormessung), siehe auch Kapitel 7 und separates Dokument „Ergänzungen des Netzbetreibers zur TR EA MS, Anschlussbeispiele“.

Der NB behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen andere oder weitere Einstellungen zu fordern.

Die nachfolgenden Anforderungen gelten für Erzeugungsanlagen, die vor dem 01.07.2016 ein neues Anschlussbegehren zum Anschluss an das Netz des NB gestellt haben (erstmalige, vollständige Einreichung der Antragsunterlagen zur Netzverträglichkeitsprüfung für den Anschluss einer Erzeugungsanlage). Für Erzeugungsanlagen, die ab dem 01.07.2016 ein Netzanschlussbegehren stellen, gelten die Vorgaben zum Blindleistungsverhalten gemäß Kapitel 2.4.

9.1.1 Vorgabe für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss am Umspannwerk

Falls vom NB nicht anders gefordert ist ein konstanter Verschiebungsfaktor von $\cos \varphi = 1$ am Netzanschlusspunkt (bzw. am Anschlusspunkt innerhalb eines MS-Netzkunden) einzuhalten.

Der NB gibt weiterhin Sollwerte zur Blindleistungsregelung per Fernwirktechnik (oder ggf. Funkrundsteuerung) vor, siehe hierzu Ergänzung zu Kapitel 3.2.1. Bei einer geänderten cosφ-Vorgabe ist die erforderliche Blindleistung frühestens nach 10 Sekunden und spätestens nach 50 Sekunden einzuregeln.

9.1.2 Vorgabe für das Blindleistungsverhalten von Erzeugungsanlagen mit Anschluss im Mittelspannungsnetz und in Selektivstationen

Der NB gibt die Sollwerte zur Blindleistungsregelung künftig per Fernwirktechnik oder Funkrundsteuerung (ggf. unter Berücksichtigung weiterführender Technologien) vor (siehe hierzu Ergänzung zu Kapitel 3.2.1). Als Grundfunktionalität der Blindleistungsregelung an der Erzeugungsanlage ist ein Kennlinienverhalten zu hinterlegen. Dieses Verhalten gilt, sofern vom NB keine andere Einstellung für die Blindleistung per Fernwirktechnik vorgegeben wird.

Alle Erzeugungsanlagen müssen eine von der Höhe der Spannung abhängige Blindleistung in das Netz einspeisen (Blindleistungs-/Spannungs-Kennlinie Q(U)), siehe Bild 9.1.

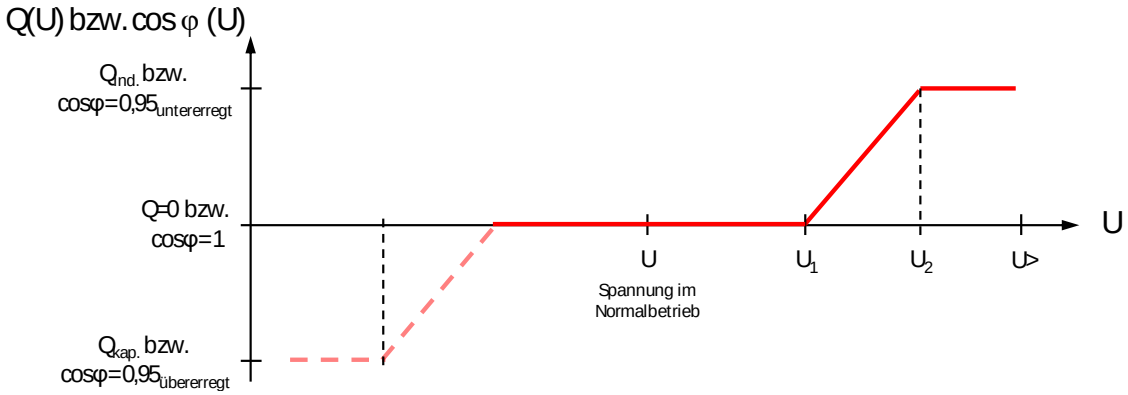


Bild 9.1: Qualitative Darstellung des spannungsabhängigen Blindleistungsverhaltens von Erzeugungsanlagen

Wenn vom NB nicht anders gefordert, ist zunächst nur das untererregte Verhalten von Erzeugungsanlagen bei Überspannungen einzustellen. Ein übererregtes Verhalten bei Unterspannungen muss auf Anforderung des Netzbetreibers jedoch nachträglich einstellbar sein.

Untersuchungen der spannungsabhängigen Blindleistungsregelung haben ergeben, dass es bei schnellen Spannungsänderungen im Mittelspannungsnetz (z. B. aufgrund von Schaltzustandsänderungen) zu Schwingungen der Spannung und der Blindleistungseinspeisung kommen kann. Um diese Schwingungen zu vermeiden ist die Regelung mit einer Hysterese auszustatten (siehe nachfolgende Erläuterungen). Darüber hinaus muss der Hersteller der Q(U)-Regler sicherstellen, dass die Regler keine statischen Schwingungen in einem grundsätzlich schwingungsfähigen Mittelspannungsnetz ausbilden. Ein mögliches Testverfahren zur Prüfung des stabilen Verhaltens von EZA-Reglern ist im Anhang A beschrieben.

Für Erzeugungsanlagen mit variabel einstellbarer Blindleistung, die unabhängig vom jeweiligen Arbeitspunkt mit der geforderten Blindleistung betrieben werden können und $Q_{akt.} \geq 0{,}3287 \times P_N$ ist (bei $P > 0{,}1 \times P_N$), ist nachfolgende Q(U)-Regelung einzuhalten:

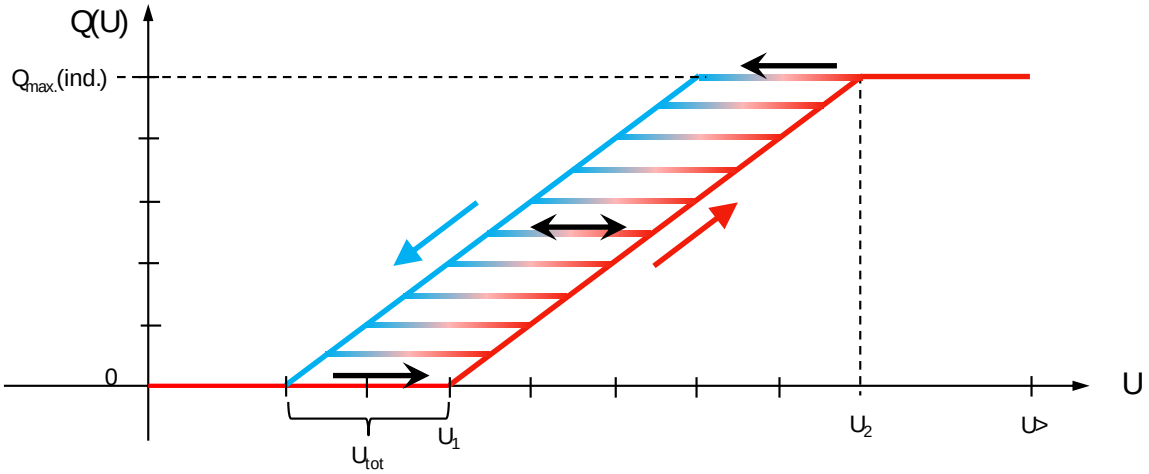


Bild 9.2: Darstellung des spannungsabhängigen Blindleistungsverhaltens Q(U) von Erzeugungsanlagen mit variabel einstellbarer Blindleistung

Bei normaler Betriebsspannung speist die Erzeugungsanlage mit einer konstanten Blindleistung von Q=0 (entspricht einem Verschiebungsfaktor cos φ = 1) am Anschlusspunkt der EZA ein (wenn kein anderer Wert vom NB gefordert wird). Steigt die Spannung im

Mittelspannungsnetz an, wird ab einer Spannung U_1 (Messung am Netzanschlusspunkt) eine Q(U) - Regelung umgesetzt (Bild 9.2). Die Erzeugungsanlage verhält sich untererregt (Arbeitspunkt im Quadranten 2 gem. Verbraucherzählpfeilsystem). Ab einer Netzspannung von U_2 wird eine maximale Blindleistung von $Q_{max.}$(ind.) eingespeist. Steigt die Netzspannung noch weiter an, wird die Erzeugungsanlage ab einer Spannung von U> aus Sicherheitsgründen vom Netz getrennt.

Die maximale Blindleistung errechnet sich wie folgt:
$Q_{max.}$(ind.) = tan(arccos 0,95) * P_{AV} = 0,3287 * P_{AV}

P_{AV} ist die beantragte bzw. vertraglich vereinbarte Wirkleistung (Übertragungswirkleistung) am Netzanschlusspunkt bzw. bei Erzeugungsanlagen innerhalb eines Bezugskundennetzes die Wirkleistung der EZA innerhalb des Kundennetzes. Bei PV-Anlagen ist für P_{AV} die Wechselrichter-Nennwirkleistung zu verwenden.

Bei Rückgang der Spannung ist die aktuell erzeugte Blindleistung innerhalb des Spannungsbereiches U_{tot} konstant zu halten (Hysterese). Erst bei Erreichen der unteren Totbandgrenze (blaue Linie in Bild 9.2) ist eine Reduzierung der Blindleistung durchzuführen.

Der Wert U> ist beim NB zu erfragen, um die bei Einstellwerte U_1, U_2 und U_{tot} zu bestimmen und in der Anlagensteuerung der Erzeugungsanlage umzusetzen. Falls vom NB nicht anders gefordert gilt:

U_1 = U> – 2,75 % $U_{N, MS}$
U_2 = U> – 0,75 % $U_{N, MS}$
U_{tot} = 1 % $U_{N, MS}$

(U> : Einstellwert des Spannungssteigerungsschutzes; $U_{N, MS}$: Nennspannung Mittelspannung)

Die Blindleistung auf der roten (ansteigenden) Geraden in Bild 2.3 ergibt sich damit für $U_1 \leq U_{akt.} \leq U_2$ zu

$$Q_{ind.}(U) = \frac{Q_{max.}(ind)}{U_2 - U_1} \cdot (U_{akt.} - U_1) = \frac{0{,}3287\ P_{AV}}{2\ \%\ U_{N,MS}} \cdot (U_{akt.} - U_1)$$
$$= 16{,}43 \frac{P_{AV}}{U_{N,MS}} \cdot (U_{akt.} - U_1)$$

Die von der Spannung abhängige erforderliche Blindleistung Q(ind.) ist in jedem Arbeitspunkt der Erzeugungsanlage einzustellen. Dadurch ergeben sich am Anschlusspunkt der EZA Verschiebungsfaktoren von cosφ < 0,95.

Beispiel für eine Q(U)-Regelung im 20-kV-Netz:
Unter der Annahme, dass eine Erzeugungsanlage mit einer (vertraglichen) Netzanschlusskapazität von 1 MW angeschlossen werden soll und der Überspannungsschutz am Netzanschlusspunkt mit U> = 21,8 kV einzustellen ist, ergeben sich folgende Werte:
U_1 = 21,8 kV – 0,0275 * 20 kV = 21,25 kV
U_2 = 21,8 kV – 0,0075 * 20 kV = 21,65 kV.
U_{tot} = 1 % *kV = 200 V

Für die Messung des Spannungswerts U ist der größte Wert der drei verketteten Spannungen zu wählen (MS-Spannungsmessung). Bei einem Spannungssprung von $U \leq U_1$ auf $U \geq U_2$ ist die erforderliche Blindleistung frühestens nach 10 Sekunden und spätestens nach 50 Sekunden einzuregeln.

Für Erzeugungsanlagen mit variabel einstellbarem Verschiebungsfaktor cosφ, deren maximale Blindleistungsabgabe abhängig vom jeweiligen Arbeitspunkt des Generators ist und $Q_{akt.} \leq 0{,}3287 \times P_N$ ist (bei $P > 0{,}1 \times P_N$), gilt nachfolgende cosφ (U)-Regelung:

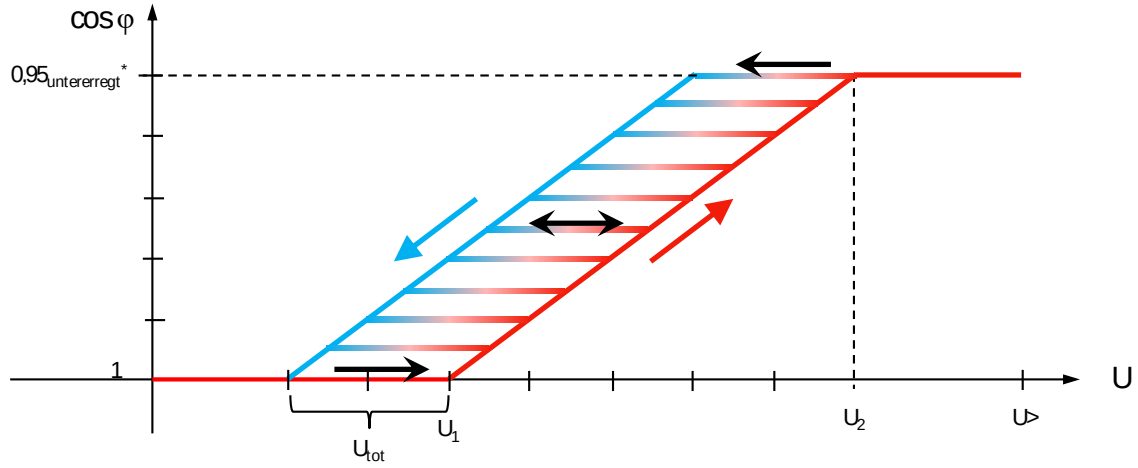


Bild 9.3: Darstellung des spannungsabhängigen Blindleistungsverhaltens cosφ (U) von Erzeugungsanlagen mit variabel einstellbarem Verschiebungsfaktor

Bei normaler Betriebsspannung speist die Erzeugungsanlage mit einem konstanten Verschiebungsfaktor cos φ = 1 am Anschlusspunkt der EZA ein (wenn kein anderer Wert vom NB gefordert wird). Steigt die Spannung im Mittelspannungsnetz an, wird ab einer Spannung U_1 (Messung am Netzanschlusspunkt) eine cos φ (U) - Regelung umgesetzt (Bild 9.3). Die Erzeugungsanlage verhält sich untererregt (Arbeitspunkt im Quadranten 2 gem. Verbraucherzählpfeilsystem). Ab einer Netzspannung von U_2 ist ein konstanter Verschiebungsfaktor von cos φ = $0{,}95_{ind.}$ einzuhalten. Steigt die Netzspannung noch weiter an, wird die Erzeugungsanlage ab einer Spannung von U> aus Sicherheitsgründen vom Netz getrennt.

Bei Rückgang der Spannung ist der aktuell eingestellte cos φ innerhalb des Spannungsbereiches U_{tot} konstant zu halten (Hysterese). Erst bei Erreichen der unteren Totbandgrenze (blaue Linie in Bild 9.3) ist eine Reduzierung des Verschiebungsfaktors durchzuführen.

Der Wert U> ist beim NB zu erfragen, um die Einstellwerte U_1, U_2 und U_{tot} zu bestimmen und in der Anlagensteuerung der Erzeugungsanlage umzusetzen. Falls vom NB nicht anders gefordert gilt:

U_1 = U> – 2,75 % $U_{N,\,MS}$
U_2 = U> – 0,75 % $U_{N,\,MS}$
U_{tot} = 1 % $U_{N,\,MS}$

(U> : Einstellwert des Spannungssteigerungsschutzes; $U_{N,\,MS}$: Nennspannung Mittelspannung)

Der einzustellende Verschiebungsfaktor cos φ auf der roten (ansteigenden) Geraden in Bild 2.4 ergibt sich damit für $U_1 \leq U_{akt.} \leq U_2$ zu

$$cos\varphi_{ind.}(U) = 1 - 0{,}05 \cdot \frac{(U_{akt.} - U_1)}{U_2 - U_1}$$

Für die Messung des Spannungswerts U ist der größte Wert der drei verketteten Spannungen zu wählen (MS-Spannungsmessung). Bei einem Spannungssprung von $U \leq U_1$

auf $U \geq U_2$ ist die erforderliche Blindleistung frühestens nach 10 Sekunden und spätestens nach 50 Sekunden einzuregeln.

9.2 Fernsteuerung über Fernwirkgeräte (Ergänzungen zu Kapitel 3.2.1)

Montage- und Ausführungshinweise:
Das NB-seitige Fernwirkgerät (EisMan-Master) und die Kommunikationseinrichtung werden durch den NB geliefert und gehen in das unterhaltspflichtige Eigentum des NB über. Der Zugriff des Kunden und von Dritten ist durch entsprechende Vorkehrungen (verschließbarer Schaltschrank etc.) auszuschließen.

Das Kunden-seitige Fernwirkgerät (EisMan-Slave) und die folgenden Fernwirk- und Kommunikationseinrichtungen werden durch den Netzkunden errichtet und bleiben in dessen unterhaltspflichtigem Eigentum.

Die NB-seitige Kommunikation wird vom NB in der Regel durch eine GPRS-Anbindung bzw. bei Verfügbarkeit durch einen gesonderten DSL-Anschluss sichergestellt. Für die GPRS-Anbindung ist durch den Netzkunden die Montage einer Außenantenne vorzubereiten. Die Antennenbeistellung, Montage und Ausrichtung erfolgt durch den NB. Der Platzbedarf für die NB-seitige Fernwirk- und Kommunikationstechnik beträgt max. 600x600x400 mm (BxHxT). Für die kundenseitige Fernwirktechnik ist ein identischer Platzbedarf anzunehmen. Unter den Schränken ist für das Einbringen der Kabel ein Rangierraum von ca. 250 mm vorzusehen. Die Schränke sind auf dem kürzesten Weg mit der Erdungsanlage zu verbinden. Der Netzkunde ist auch für das Aufstellen des beigestellten Schrankes und den Anschluss der anlagenseitigen Kabel verantwortlich.

Die Inbetriebnahme der Fernwirkeinrichtung ist rechtzeitig mit dem NB abzustimmen. Die Inbetriebnahme der NB-seitigen Fernwirktechnik erfolgt durch den NB.

Der Einbau des Fernwirkgerätes erfolgt grundsätzlich am Netzanschlusspunkt, am entsprechenden MS-Schaltfeld bzw. in der Übergabestation. Für die Weiterleitung der Daten an die Erzeugungseinheit/en ist der Kunde verantwortlich. Geeignete Wanddurchführungen für die Steuer- und Informationskabel sind vorzuhalten.

Für die Kommunikation zwischen EinsMan-Master – EinsMan-Slave kommt ein Bussystem gemäß RS485-Kommunikation zum Einsatz. Der Anschluss des EinsMan-Slave an den Bus hat mittels einer Stichleitung durch den Kunden zu erfolgen, die eine Länge von 5 Meter nicht überschreiten darf. Sollte eine Verbindung von mehr als 5 Metern erforderlich sein, so muss der Kunde eine Umsetzung des elektrischen Signals realisieren (z. B. LWL).

In Betriebsgebäuden des NB (Umspannwerk, Selektivstation) wird bei Bedarf und soweit erforderlich, der nötige Platz für die Montage obiger fernwirktechnischer Einrichtungen zur Verfügung gestellt. Sonstige Einrichtungen des Netzkunden (Parkregler bzw. sonstige Regel- und Steuereinrichtungen) dürfen in Anlagen des NB nicht installiert werden.

Bei Netzanschlüssen ab Umspannwerk bzw. Selektivstation sind zusätzliche Anforderungen an die Sekundärtechnik (z. B. Schutz und Steuerung) des anschlussnehmereigenen Schaltfeldes den Ergänzungen des Netzbetreibers zur TAB Mittelspannung, Anlage: „Anforderungen an die Primär- und Sekundärtechnik bei Netzanschlüssen im Umspannwerk und in Selektivstationen“ zu entnehmen.

Der Anschlussnehmer stellt für die Hilfsspannungsversorgung der Fernwirkanlage und der Kommunikationstechnik des NB in der Übergabestation eine Gleichspannung aus

einer netzunabhängigen Gleichspannungsanlage zur Verfügung. Die Gleichspannung beträgt 24V..60VDC±10%.

Fernwirkprotokoll:
Der Prozessdatenaustausch erfolgt mittels serieller Protokollkopplung. Dabei kommt das Fernwirkprotokoll IEC60870-5-101 in der NB-Ausprägung zum Einsatz.

Das Protokoll und die Prozessdatenpunkte mit der dazugehörigen Adressierung sind der Anlage „Anforderungen an die Informationstechnische Ankopplung von Erzeugungsanlagen an die Stationsleittechnik/Fernwirktechnik des Netzbetreibers“ zu entnehmen.

Steuersignale über Fernwirkgerät:
Die Steuerbefehle werden in Form einer Sollwertvorgabe an den Kunden übermittelt und sind durch die Rückmeldung eines Messwertes zur Sollwertkontrolle zu bestätigen:

- P Sollwert: Wirkleistungsreduzierung in den Stufen 60 %, 30 % und 0 %, technisch muss eine Wirkleistungsreduzierung in 10 %-Stufen 100 % auf 0 % möglich sein
- cosφ Sollwert: Blindleistungsregelung durch cosφ-Vorgabe $0{,}95_{ind.}$ < cos phi < $0{,}95_{kap.}$ in Stufen von 0,01 (bei EZA mit Anschluss im MS-Netz und in Selektivstationen (Kap. 9.1.2**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**): bei Vorgabe cosφ=1 Aktivierung der Q(U)- bzw. cosφ(U)-Regelung)
- Aus-Befehl Übergabeschalter

Zum Beispiel:
„P Sollwert“ und „P Sollwert Kontrolle“
Der NB gibt die maximal zulässige Wirkleistungsabgabe der Erzeugungsanlage mittels Sollwert vor. Diese Sollwertvorgabe ist ein Prozentwert bezogen auf die vereinbarte Anschlusswirkleistung der Erzeugungsanlage bzw. der Summe aller am Netzanschlusspunkt installierten Erzeugungsanlagen. Die Bestätigung der Sollwertvorgabe erfolgt durch Rückmeldung des Messwertes „P Sollwert Kontrolle“ mit dem Wert des Sollwertvorgabe.

Messwerte und Rückmeldungen des Netzkunden über Fernwirkgerät:
Folgende Messwerte (jeweils momentaner Effektivwert) und Rückmeldungen sind durch den Netzkunden zur Verfügung zu stellen:

- Wirkleistung in [MW]
- Blindleistung in [Mvar]
- Spannung L1-L3 in [kV]
- Stellungsmeldung Übergabeschalter
- Meldung Erdschluss im Kundennetz
- Meldung Anregung Schutz
- Meldung Aus durch Schutz
- Meldung Einspeisemanagement gestört
- Verfügbare Leistung in [%] (bezogen auf Anschlusswirkleistung)
- P Sollwertkontrolle in [%] (bezogen auf Anschlusswirkleistung)
- cosφ Sollwertkontrolle

Wetterdaten soweit vorhanden:

- Globalstrahlung in [W/m^2] oder Helligkeit in [Lux]
- Außentemperatur in [°C]
- Windgeschwindigkeit in [m/s]
- Windrichtung in [°]

Prozessdatenpunkte für Speicher- und Lastmanagement (sofern vorhanden) sind:

- Energiespeicherbefüllung in [%]
- aktuelle Stufe Spitzenkappung in [%] (bezogen auf Anschlusswirkleistung)
- aktueller Abschaltwert „steuerbare Verbraucher“ in [kW]

Ein Abweichen von obigen Vorgaben ist nur in Abstimmung mit dem NB zulässig. Der NB behält sich vor, auf Grundlage von technischen und/oder gesetzlichen Vorgaben weitere Steuer- und Messsignale einzufordern oder die Regelbereiche anzupassen.

Der jeweils aktuelle Stand der NB-Vorgaben ist nach erfolgter Einspeisezusage, mit Beginn der Projektierungsarbeiten abzufragen.

Betrieb der Fernwirkanlage:

Störungen der Fernwirk- und Kommunikationstechnik sind durch den Einsatz geeigneter Betriebsmittel möglichst zu verhindern bzw. bei Eintritt unverzüglich zu beheben. Störungen im Verfügungsbereich des NB werden durch den NB behoben. Bei Störung der Kommunikationsverbindung muss die Erzeugungsanlage den zuletzt gültigen Befehl bzw. Regelung unverändert beibehalten. Nach Wiederherstellung der Kommunikation sind die neuen / aktuellen Befehle und Regelungen unverzüglich umzusetzen.
Alternativ kann eine Anpassung der Regelungsvorgaben erfolgen, wenn diese von der Netzführung des NB auf anderem Weg (z. B. telefonisch) angeordnet wurde.

Im Falle einer Störung des Fernwirkgerätes bzw. der Datenübertragung an die Erzeugungseinheit/en ist die Störung innerhalb von 3 Werktagen zu beheben.

Zeitlich Umsetzung der Vorgaben (Wirk- und Blindleistung) in der Kundenanlage:

Gemäß BDEW-Mittelspannungsrichtlinie muss eine Reduzierung der Wirkleistungsabgabe auf den jeweiligen Sollwert unverzüglich, jedoch innerhalb von maximal einer Minute erfolgen. Die geforderte Blindleistung ist frühestens nach 10s und spätestens nach 50 s einzustellen (analog zur Regelung nach Kennlinie).

Inselbetrieb:

Sind Anlagen eines Bezugskunden für einen möglichen Inselbetrieb vorgesehen, so sind die fernwirktechnischen Vorgaben des NB wie folgt umzusetzen:

- Befindet sich das Netz des Kunden im Inselbetrieb (keine galvanische Verbindung zum NB), so muss der Kunde selbst dafür Sorge tragen, dass mögliche Sollwertvorgaben und der Not-Aus-Befehl nicht von den Erzeugungsanlagen in seinem Inselnetz umzusetzen sind.
- Sind die Erzeugungsanlagen galvanisch mit den Netz des NB verbunden, so sind die Sollwertvorgaben und der Not-Aus-Befehl des NB umzusetzen.

10 Aktualisierungen / Änderungen

Datum	Änderung (alt: durchgestrichen, neu: blaue Schrift)	Bemerkung	Version
25.07.2016	Kapitel 2.4.2: Ergänzung: Erzeugungsanlagen, die technisch in der Lage sind, bereits ab P ≥ 0 (bzw. ≥ -P_{EB}, sofern ein Eigenbedarf über den NAP bezogen wird) die geforderte Blindleistung bereitstellen zu können, sind die Vorgaben entsprechend ab P ≥ 0 (bzw. ≥ -P_{EB}) in Abstimmung mit dem NB umzusetzen. (…) Bei Erzeugungsanlagen ohne Anlagenzertifikat ergibt sich die Einordnung in Typ A oder Typ B auf Basis des Blindleistungsvermögens gemäß Einheitenzertifikat bzw. Generatordiagramm. Bei Anschlüssen im Umspannwerk sind ggf. besondere Anforderungen zu berücksichtigen.		06/2016, Rev. 1
25.07.2016	Kapitel 2.4.3: Falls von dem NB nicht anders gefordert ist für Erzeugungsanlagen ~~ein konstanter Verschiebungsfaktor von cos φ = 1 bzw.~~ eine konstante Blindleistung von Q = 0 einzuhalten. Sofern das Blindleistungsvermögen dem vom Typ A entspricht (Kapitel 2.4.2), ist das zu realisierende Blindleistungsverhalten (Typ A oder B) projektspezifisch zwischen NB und Netzkunde abzustimmen.	Ein Verhalten gemäß Typ A erfordert bei UW-Anschlüssen ein stetiges, koordiniertes Q-Verhalten bei P ≤ 10% P_{AV}. Dies ist projektspezifisch zu beurteilen und zwischen NB und dem Netzkunden abzustimmen.	06/2016, Rev. 1
25.07.2016	Kapitel 2.4.3: Bei einer Veränderung des Q-Sollwertes ist für die Einregelung des neuen Blindleistungs-Arbeitspunktes ein PT1-Verhalten gefordert. ~~Für das Regelungsverhalten gelten die Anforderungen aus Kapitel 2.4.5.~~ Bei einer Veränderung des Q-Sollwertes ist für die Einregelung des neuen Blindleistungs-Arbeitspunktes ein PT1-Verhalten mit τ = 5 Sekunden gefordert. Das Einschwingverhalten der Blindleistung bei Vorgabe eines Q-Sollwertes ist in Bild 8.3 im Anhang A dargestellt (orange Linie). Darüber hinaus gelten die technischer Restriktionen bei der Implementierung der Regelung sowie die obere und untere Grenze für das Einschwingverhalten (Bild 8.3) aus Anhang A.	Für das Regelungsverhalten sind nicht die Anforderungen aus Kapitel 2.4.5. für die Q(U)-Regelung zu erfüllen.	06/2016, Rev. 1
25.07.2016	Kapitel 2.4.6: Die Blindleistung ist am Netzanschlusspunkt (bzw. bei Anschlüssen im MS-Kundennetzen an der Generatormessung) mit einer Genauigkeit von $\Delta Q=\pm 0{,}05\ Q_{max}$ ~~$\Delta Q=\pm 0{,}02\ Q_{max}$~~ einzuhalten ~~(entspricht $\Delta\cos\varphi=\pm 0{,}005$ gem. BDEW)~~.	ΔQ gemäß den üblichen Toleranzen bei der Fernwirktechnik	06/2016, Rev. 1

25.07.2016	Anhang A: Die hier beschriebenen Anforderungen an die Q~~(U)~~-Regelung definieren das Verhalten der gesamten EZA ~~am NAP des Testsystems~~ • für Anschlüsse im UW: am NAP bzw. für EZA mit Anschluss innerhalb eines MS-Kundennetzes an der Generatormessung • für Anschlüsse im MS-Netz und in Selektivstationen (nicht UW-Anschlüsse) am NAP des Testsystems. Das Verhalten der Regelung wird jedoch nicht nur durch den Blindleistungsregler sondern evtl. auch durch weitere EZA-interne Parameter beeinflusst. ~~Aus dem hier beschriebenen Testsystem~~ Daraus können sich ~~daher~~ Vorgaben an diese EZA-internen Parameter ergeben, um das Verhalten der gesamten EZA ~~am NAP~~ entsprechend der vorgegebenen Anforderungen zu gewährleisten. EZA-interne Parametergrenzen könnten z. B. folgende Größen umfassen: …	Einschwingverhalten gemäß PT1-Verhalten mit τ=5s gilt auch für Q-Sollwertvorgaben bei UW-Anschlüssen, Anpassung der Formulierung	06/2016, Rev. 1
25.07.2016	Anhang A, Bild 8.3: Skallierung der Abszissenachse geändert, ~~$t_{anr.}$ = 20 s~~ $t_{anr.}$ = 0 s	Zur Vermeidung von Missverständnissen, inhaltlich kein Unterschied	06/2016, Rev. 1