

# Technische Anschlussbedingungen

## TAB

für Mittelspannungsanlagen  
im Netzgebiet der BKW Energie AG, Bern

Version: 2.0  
Ersetzt Version: 1.4  
Gültig ab: 1.1.2017

## Inhaltsverzeichnis

---

Inhaltsverzeichnis.....	2
Begriff- und Abkürzungsverzeichnis .....	4
1 Einleitung .....	7
1.1 Allgemeines .....	7
1.2 Geltungsbereich und Anwendung .....	7
1.3 Gesetzliche Vorschriften, Normen und Empfehlungen .....	8
2 Technik Übergabestation.....	10
2.1 Bauliche Anforderungen .....	10
2.2 Elektrische Anforderungen .....	12
2.3 Anforderungen an die Betriebsmittel .....	15
3 Betrieb der Anlagen des Netzanschlussnehmers und der Übergabestation.....	17
3.1 Betriebs- und Sicherheitskonzept.....	17
3.2 Kontakt mit VNB .....	17
3.3 Spannung an der Abgabestelle .....	17
3.4 Verschlusshaltung der Übergabestation, Zutritt .....	17
3.5 Betriebsverantwortungsgrenze .....	17
3.6 Meldungen, Messwerte .....	18
3.7 Bedienung.....	18
3.8 Instandhaltung .....	18
3.9 Blindleistungskompensation / -regelung.....	18
3.10 Inbetriebnahme der Übergabestation .....	19
3.11 Störungen, Abschaltungen der Anlagen des Netzanschlussnehmers .....	19
3.12 Spannungsänderungen und Versorgungsunterbrechungen .....	19
3.13 Tonfrequenz – Rundsteuereinrichtungen .....	19
4 Änderungen, Erweiterungen, Ausserbetriebnahme und Demontagen.....	20
5 Anschlussgesuch und Beurteilung .....	21
5.1 Anschlussgesuch.....	21
5.2 Technische Beurteilung .....	21
5.3 Anschlussbewilligung .....	21
5.4 Dokumentation und Datenaustausch .....	22
5.5 Prüfungen und Abnahme.....	22
6 Verrechnungsmessung.....	23
6.1 Messeinrichtung .....	23
6.2 Zählerfernauslesung .....	23
6.3 Zählerplatz .....	23
6.4 Spannungsebene der Messung.....	24
6.5 Wandler für Strom und Spannung.....	24
7 Energie-Erzeugungsanlagen (EEA) im MS-Netz.....	25
7.1 Allgemein .....	25
7.2 Einteilung der EEA .....	26
7.3 Sekundärtechnik.....	27
7.4 Verhalten der EEA am Netz .....	28
7.5 Verhalten bei Störungen in der EEA .....	30
7.6 Verhalten bei Störungen im Netz .....	30
Anhang A Anschlussbeispiele von EEA an das MS-Netz.....	41

Anhang B Kurzschlussstrombeitrag von EEA .....	46
Anhang C Betriebsarten von Generatoren und deren Verhalten.....	47
Anhang D Q(U)-Kennlinie zur statischen Spannungshaltung .....	48

## Begriff- und Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Abkürzung	Definition
Abgabestelle	AST	Bildet die elektrische Eigentumsgrenze zwischen den Anlagen des VNB und der Anlagen des Netzanschlussnehmers.
Anlagenbetreiber		<p>Person mit der Gesamtverantwortung für den sicheren Betrieb der elektrischen Anlage, die Regeln und Randbedingungen der Organisation vorgibt.</p> <p>ANMERKUNG 1 zum Begriff: Diese Person kann der Eigentümer, Unternehmer, Besitzer oder eine benannte Person sein, die die Unternehmerpflichten wahrnimmt.</p> <p>ANMERKUNG 2 zum Begriff: Bei Bedarf können einige mit dieser Verantwortung einhergehende Verpflichtungen auf andere Personen übertragen werden. Bei umfangreichen oder komplexen Anlagen kann diese Zuständigkeit auch für Teilanlagen übertragen sein.</p>
Anlagenerrichter		<p>Dieser Begriff kann auf zwei Arten angewendet werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Errichter einer elektrischen Anlage ist derjenige, der eine elektrische Anlage errichtet, erweitert, ändert oder unterhält.</li> <li>2. Der Errichter ist derjenige, der eine elektrische Anlage zwar nicht errichtet, erweitert, geändert oder unterhält, jedoch die durchgeführten Arbeiten als Sachverständiger überprüft hat und die Verantwortung für deren ordnungsgemässe Ausführung übernimmt.</li> </ol>
Arealnetz	AN	<p>Ein Arealnetz liegt vor, wenn insbesondere folgende Voraussetzungen kumulativ erfüllt sind:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Das Arealnetz dient der Feinverteilung von elektrischer Energie innerhalb eines kleinräumigen Areals im Sinne von Art. 4 Abs.1 Bst. a StromVG.</li> <li>b) Das Arealnetz stellt eine Einheit von Anlagen dar, die im Eigentum eines Besitzers oder denselben Miteigentümern ist. Es kann sich auf mehrere zusammenhängende Grundstücke ausdehnen.</li> <li>c) Mindestens ein vom Arealnetzeigentümer wirtschaftlich und juristisch unabhängiger Dritter (Endverbraucher oder Erzeuger) ohne direkten Netzanschluss zum Verteilnetzbetreiber befindet sich auf dem Areal. Sobald dieser Dritte Netzzugang oder Grundversorgung beim VNB beansprucht oder sobald der ANB Netzzugang beansprucht, müssen die entsprechenden Massnahmen für Betrieb und gesetzeskonformen Abrechnungen getroffen werden.</li> <li>d) Der Netzanschluss des ANE an das Netz des VNB erfolgt über Leitungen und (in der Regel) Transformatorenstationen im Eigentum des Arealnetzeigentümers innerhalb des Arealnetzes.</li> <li>e) Die elektrische Energie wird über Leitungen und (in der Regel) Transformatorenstationen im Eigentum des Arealnetzeigentümers innerhalb des Arealnetzes verteilt.</li> </ol> <p>Nicht als Arealnetze angesehen werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Ein grosses Gelände ohne nachgelagerte Dritte (Endverbraucher oder Erzeuger) ist kein Arealnetz und wird aus Sicht des VNB als ein einzelner Endverbraucher betrachtet.</li> <li>b) Anlagen in allen Gebäuden oder Gebäudegruppen und vor allem Siedlungen, Gruppen von Wohnhäusern, Reihenhäuser, Baugenossenschaften, Gebäude im Stockwerkeigentum, Gebäude mit</li> </ol>

		gemischter Nutzung und Hochhäuser mit Mittel- oder Niederspannungsanschluss sind keine Arealnetze. c) Falls die elektrischen Anlagen und Elektrizitätsleitungen nur die Hausinstallation gemäss Artikel 14 des Elektrizitätsgesetzes (EleG) umfassen, wie es z.B. in Mehrfamilienhäusern und Hochhäusern der Fall ist, so handelt es sich nicht um Arealnetze.
Arealnetzbetreiber	ANB	1) Der ANB ist der Beauftragte und Vertreter des ANE; er betreibt und verwaltet das Arealnetz. 2) Der ANB und der ANE können die gleiche physische oder juristische Person sein.
Arealnetzeigentümer	ANE	1) Der ANE ist Endkunde eines VNB und ist Eigentümer des Arealnetzes. 2) Sein Arealnetz wird für die Eigenversorgung und die Versorgung von anderen Kunden des VNB genutzt.
Betriebsinhaber		Verantwortlicher Betreiber (Eigentümer, Pächter, Mieter usw.) einer elektrischen Anlage.
Betriebsführende Stelle		Sie vertritt den Betriebsinhaber der elektrischen Anlage und übernimmt dadurch eine Teilaufgabe des Anlagenbetreibers. In der Regel ist dies immer der betriebsführende Mitarbeiter (Dispatcher, Operator, Pikttingenieur etc.) der Betriebsführungs- bzw. Leitstelle. Er ist für den ordnungsgemässen Ablauf von Schaltaktionen in Anlagen und Netzen verantwortlich. Die betriebsführende Stelle ist Schaltanweisungs- und ab zentraler Leitstelle schaltberechtigt.
Betriebsverantwortungsbereich		Der Bereich, der die Zuständigkeit für die Anordnung von Schaltaktionen festlegt.
Eigenbedarf		Energie zur Deckung des Eigenverbrauchs einer EEA oder EEE.
Eigentumsgrenze		Es gibt eine elektrische und eine bauliche Eigentumsgrenze, die sich nicht unbedingt an der gleichen Stelle befinden.
Elektrische Energieerzeugungsanlage	EEA	Anlage, in der sich ein oder mehrere Erzeugungseinheiten elektrischer Energie befinden (einschliesslich der Anschlussanlage) sowie alle zum Betrieb erforderlichen elektrische Einrichtungen.
Elektrische Energieerzeugungseinheit	EEE	Einzelne Einheit zur Erzeugung elektrischer Energie.
Netzanschluss		Technische Anbindung von Anlagen eines Netzanschlussnehmers an ein Netz.
Netzanschlussnehmer		Natürliche oder juristische Person, die Eigentümer von Liegenschaften/Anlagen mit elektrischen Installationen ist und deren Liegenschaften/Anlagen an das Netz angeschlossen sind. Im Falle der Erstellung eines Netzanschlusses umfasst dieser Begriff auch den Anschlussberechtigten.
Netzanschlusspunkt	NAP	Ort der physikalischen Anbindung des Netzanschlusses an das Verteilnetz des VNB. Der Netzanschlusspunkt liegt in der Regel am letzten Punkt, an welchem auch noch andere Netzanschlussnehmer (Endverbraucher oder Erzeuger) angeschlossen sind oder angeschlossen werden können.
Netzanschlussvertrag		Gegenstand des Netzanschlussvertrags ist die Regelung des Netzanschlusses der Anlagen des Netzanschlussnehmers (Grundeigentümers bzw. Baurechtsberechtigten) an das Verteilnetz des Netzbetreibers.
Netzgrenzwert		Netzgrenzwerte sind alle technischen Grenzwerte des Stromnetzes. Dies beinhaltet Grenzwerte der einzelnen Betriebsmittel (z. B. Stromgrenzwerte), aber auch Grössen, die erst aus ihrer Verbindung zu einem Netz entstehen (z. B. Spannungsband).
NetZRückwirkungen		Gegenseitige Beeinflussung von Betriebsmitteln (Geräten und Anlagen) über das Verteilnetz und Beeinflussung des Verteilnetzes durch diese Betriebsmittel. NetZRückwirkungen beeinträchtigen die

		Qualität der Versorgungsspannung. Signalübertragungen über das Verteilnetz können auch von NetZRückwirkungen betroffen sein.
Normalschaltzustand	-	Der in der Regel vorgesehene Schaltzustand, wenn keine Abschaltung für Massnahmen oder Störungen notwendig sind.
Sachverständige Person		Person mit elektrotechnischer Grundausbildung (Lehre, gleichwertige betriebsinterne Ausbildung oder Studium im Bereich der Elektrotechnik) und mit Erfahrung im Umgang mit elektrotechnischen Einrichtungen.
Schaltstation		Mittelspannungs-Schaltanlage ausserhalb der Unterstation, die nur der Verteilung innerhalb des Mittelspannungsnetzes dient und keine Transformierungsaufgabe zum Niederspannungsnetz wahrnimmt
Transformatorstation (oder Trafostation)		In einer Transformatorstation (kurz Trafostation) wird die Mittelspannung (BKW-16kV) auf Niederspannung (400V) mittels Transformatoren reduziert und verteilt.
Transmission Code	TC-CH	Schlüsseldokument der Branchenempfehlung Strommarkt Schweiz, in dem die technischen und betrieblichen Regeln für das Übertragungsnetz beschrieben sind.
Übergabestation		Trafostation oder eine Schaltstation über die der Austausch elektrischer Energie mit einem Netzanschlussnehmer erfolgt. Sie dient vor allem zum Anschluss von MS-Anlagen. Diese befindet sich in der Regel in der Nähe des Netzanschlusspunkts und beinhaltet zumindest Schaltanlagen sowie Mess- und Schutzeinrichtungen, die zum Anschluss einer elektrischen Anlage erforderlich sind.
Überspannung, Überspannungsableiter		Überspannung ist eine elektrische Spannung in elektrischen Systemen, die den Toleranzbereich der Nennspannung überschreitet. Überspannungen führen zu einem Störfall oder Fehlerfall, wenn sie Bauelemente oder Bestandteile der Anlagen zerstören. Überspannungsableiter sind Bauteile zur Begrenzung der Überspannungen.
Unterstation	UST	In den Unterstationen der BKW wird die Spannung aus höheren Netzebenen auf niedrigere verteilt. Dies geschieht mittels Transformatoren von Höchst auf Hochspannung, innerhalb des Hochspannungsnetzes oder von Hoch-auf Mittelspannung. z.B. 380/132kV, 220/132kV, 132/50kV, 132/16kV, 50/16kV.
Verteilnetzbetreiber	VNB	Verantwortliche Stelle für die Gewährleistung eines sicheren, zuverlässigen und leistungsfähigen Betriebs des Verteilnetzes.  Privat- oder öffentlich-rechtliches Unternehmen, mit einem öffentlichen Versorgungsauftrag, in der Regel in Form eines Vertrages (Konzession), welcher die notwendigen Leistungen zum Betrieb des Elektrizitätsnetzes erbringt. Nicht als Verteilnetzbetreiber gelten Netzanschlussnehmer ohne Netzinfrastruktur und Netzanschlussnehmer mit Netzinfrastruktur auf privatem oder Dritte gehörendem Areal.

# 1 Einleitung

---

## 1.1 Allgemeines

---

Der Verteilnetzbetreiber (VNB) ist gemäss Stromversorgungsgesetz (SR 734.7; StromVG) bzw. Stromversorgungsverordnung (SR 734.71; StromVV) für die Errichtung, den Betrieb und die Instandhaltung seines Mittelspannungsnetzes verantwortlich. Der VNB hat technische Mindestanforderungen für Anschlüsse an dieses Netz zu veröffentlichen.

Diese Anforderungen sind in den „Allgemeinen Geschäftsbedingungen für den Netzanschluss, die Netznutzung und die Lieferung von elektrischer Energie an Endverbraucher“ (AGB) und in den „Technischen Anschlussbedingungen (TAB)“ beschrieben.

Die in diesem Dokument definierten Anforderungen betreffend EEA basieren auf den entsprechenden Anforderungen des VSE-Branchendokuments "*Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen*" von 2014. Allfällige Unterschiede, Konkretisierungen und Ergänzungen gegenüber diesem Branchendokument sind [blau](#) gekennzeichnet.

Das bestehende Dokument definiert nur die technischen Anschlussbedingungen für Mittelspannungsanlagen. Wirtschaftliche oder regulatorische Aspekte (wie z.B. Netzkostenbeiträge, Netzverstärkungen und deren Kostentragung) werden im vorliegenden Dokument nicht behandelt.

## 1.2 Geltungsbereich und Anwendung

---

Die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) konkretisieren die allgemein anerkannten Regeln der Technik und gelten für Anschlüsse an das Mittelspannungsnetz (MS-Netz) des VNB [sowie für Anschlüsse innerhalb Arealnetzen, die an das MS-Netz des VNB angeschlossen sind. Ausgenommen davon sind die Anschlüsse von nachgelagerten VNB an das MS-Netz des VNB. Die Anschlussbedingungen für nachgelagerte VNB sind projektspezifisch zwischen dem VNB und den nachgelagerten VNB zu vereinbaren und festzuhalten. Das bestehende Dokument dient in diesen Fällen als Grundlage für die Vereinbarung der geeigneten Anschlussbedingungen.](#)

Die Vorgaben gelten sowohl für neue Anlagen sowie für Netzanschlussänderungen. Netzanschlussänderungen umfassen beispielsweise Umbau, Erweiterung, Rückbau oder Demontage einer Anlage eines Netzanschlussnehmers sowie die Änderung der Netzanschlusskapazität. Für die technische Ausführung eines Netzanschlusses wie auch für den umgebauten und erweiterten Teil einer Anlage des Netzanschlussnehmers gelten jeweils die zum Zeitpunkt der Erstellung oder des Umbaus resp. der Erweiterung gültigen TAB. [Für zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der vorliegenden TAB in Planung oder in Bau befindliche Anlagen ist projektspezifisch zwischen dem VNB und dem Netzanschlussnehmer abzustimmen, welche von den darin definierten Anforderungen eingehalten werden müssen. Die Eigenschaften von zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der vorliegenden TAB schon gebauten oder endgültig bestellten Anlageteilen sind bei dieser Entscheidung zu berücksichtigen.](#)

Die vom Netzanschlussnehmer bereitzustellenden Einrichtungen müssen die nachfolgenden Anschlussbedingungen erfüllen. Der Einsatz von anderen als in diesen Anschlussbedingungen aufgeführten Einrichtungen ist nur im Einvernehmen mit dem VNB möglich. Allfällige Abweichungen sind in diesem Fall schriftlich zu dokumentieren und vertraglich zu vereinbaren.

Der Netzanschlussnehmer verpflichtet sich, die Einhaltung der TAB sicherzustellen und auf Anforderung deren Einhaltung nachzuweisen. Er hat mit geeigneten Vorkehrungen dafür zu sorgen, dass auch diejenigen die neben ihm den Anschluss nutzen, die TAB einhalten. Der VNB behält sich vor, eine Kontrolle der Einhaltung der Anschlussbedingungen vorzunehmen. Werden Mängel festgestellt, so kann die Anschlussnutzung bis zur Mängelbeseitigung ausgesetzt werden. Durch die Kontrolle der Anlage des Netz-

anschlussnehmers sowie durch deren Anschluss an das MS-Netz übernimmt der VNB keine Haftung für die Mängelfreiheit der Anlage.

Der Netzanschlussnehmer ist verantwortlich, dass die in diesen TAB zitierten Regelwerke, Richtlinien und sonstigen technischen Vorgaben seinem Anlagenerrichter bekannt sind und von diesem bei der Installation eingehalten werden.

Weitere Einzelheiten betreffend der Zusammenarbeit auf technischem Gebiet, wie z.B. Schaltbetrieb, Betreuung und Instandhaltung der Anlagen, Einstellung und Betrieb der Schutzsysteme sowie Festlegung der Kommunikationswege und Benennung der Ansprechpartner, werden - soweit erforderlich - in einer gesonderten Vereinbarung zum technischen Betrieb zwischen dem Netzanschlussnehmer und dem VNB geregelt.

### **1.3 Gesetzliche Vorschriften, Normen und Empfehlungen**

Es sind insbesondere die folgenden Gesetze, Normen, Richtlinien und Empfehlungen **in der jeweils gültigen Fassung** einzuhalten:

- SR 734.0 Bundesgesetz vom 24. Juni 1902 betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG)  
Sowie die untergeordneten Verordnungen, im Speziellen:
  - SR 734.2 Verordnung vom 30. März 1994 über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung)
  - SR 734.27 Verordnung vom 7. November 2001 über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungs-Installationsverordnung, NIV)
  - SR 734.31 Verordnung vom 30. März 1994 über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV)
  - SR 734.5 Verordnung vom 18. November 2009 über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV)
  - SR 734.814/814.710 Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung vom 23. Dezember 1999 (NISV)
- SR 734.7 Bundesgesetz vom 23. März 2007 über die Stromversorgung (Stromversorgungsgesetz, StromVG)
- SR 734.71 Stromversorgungsverordnung vom 14. März 2008 (StromVV)
- SR 832.30 Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung, VUV)
- Branchendokumente des VSE, im Speziellen: Transmission Code der Schweiz, Distribution Code der Schweiz und Metering Code der Schweiz  
Anmerkung: Bei etwaigen Abweichungen gelten die TAB der BKW.
- FNN Technischer Hinweis "Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen mit VSE-Anhang für die Schweiz
- Die jeweils aktuellen Weisungen/Richtlinien von EICom und ESTI. Bsp.:
  - Weisung 2/2015 der EICom vom 19. November 2015 über Netzverstärkungen
- Die jeweils anwendbaren technischen Normen (Bsp.: EN 50160, EN 61936-, EN 50522, SN SEV 4113/2008, SN SIA 5052060:2013-08, VKF Brandschutznorm)
- Werkvorschriften (WV) TAB BE/JU/SO, Technische Anschlussbedingungen der Verteilnetzbetreiber (VNB) für den Anschluss an das Niederspannungsverteilstromnetz, Verteilnetzbetreiber in den Kantonen Bern, Jura, Solothurn
- Andere Empfehlungen und anerkannte Regeln der Technik der schweizerischen und internationalen Fachverbände. Bsp.:

- Empfehlung „Technische Regeln zur Beurteilung von Netzrückwirkungen DACHCZ“ (Deutschland, Österreich, Schweiz und Tschechien); Bezug beim VSE; Bestell-Nr. 301-006 d/e/f/i/cz (PDF)
- Tonfrequenz-Rundsteuerung, Empfehlung zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen; Bezug beim VS E; Bestell-Nr. 2.66 d/f
- Empfehlung des VSE über den Schutz der Gewässer bei Erstellung und Betrieb von elektrischen Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten
- Die Schweizerischen Brandschutzvorschriften der VKF (Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen)

## 2 Technik Übergabestation

---

### 2.1 Bauliche Anforderungen

---

Rechtzeitig vor der Errichtung der Übergabestation legt der Netzanschlussnehmer dem VNB Situations- und Baupläne, Schaltbilder und Zeichnungen der Schaltanlage sowie Grundriss- und Schnittzeichnungen der elektrischen Betriebsräume in zweifacher Ausführung zur Einsichtnahme und Beurteilung vor.

Der Netzanschlussnehmer bzw. dessen Beauftragter ist für sämtliche behördlichen Genehmigungen (Eidgenössisches Starkstrominspektorat, Baugenehmigung, etc.) und Anzeigen zuständig. Mit der Errichtung dürfen nur Firmen beauftragt werden die über sachverständiges Personal verfügen.

Die Auslegung des baulichen Teils der Übergabestation unter Berücksichtigung eventueller Erweiterungen und Änderungen ist Sache des Netzanschlussnehmers im Einvernehmen mit dem VNB. Sie ist hauptsächlich abhängig von der Lage des Grundstücks, der Bauart und dem Umfang der Übergabestation.

Die Schaltanlagen- und Transformatorräume sind als "abgeschlossene elektrische Betriebsräume" basierend auf den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und technischen Normen zu planen, errichten, betreiben und instandzuhalten. Bezüglich des Brandschutzes sind die allgemeinen örtlichen Brand-schutzbestimmungen sowie die entsprechenden kantonalen und schweizerischen Vorschriften und Normen zu beachten. Ebenfalls sind die entsprechenden schweizerischen Vorschriften und Normen bezüglich Erdbebensicherheit zu beachten.

Zur Vermeidung von Störungen muss die Übergabestation gegen das Eindringen von Tieren, Fremdkörpern und Feuchtigkeit zuverlässig geschützt werden, insbesondere an Belüftungsöffnungen, Kabeleinführungen und Türen. Rohre und Leitungen, die nicht für den Betrieb der Übergabestation benötigt werden, dürfen nicht durch die Übergabestation hindurchgeführt werden.

#### 2.1.1 Lage, Zutritt, Zufahrt

---

Die Übergabestation und der Raum, in dem sich die Mess- und Steuereinrichtungen befinden, müssen dem VNB und dessen Beauftragten jederzeit - auch ausserhalb der üblichen Geschäftszeiten - gefahrlos und unentgeltlich zugänglich sein. [Dem Anlagenbetreiber bleibt das Recht vorbehalten, den Zutritt nur mit Begleitung seines Betriebspersonals zu gewähren. In diesem Fall ist die Erreichbarkeit und die Verfügbarkeit des entsprechenden Personals 24h pro Tag zu gewährleisten. Solche spezielle Zutrittsregelungen sind vertraglich zu vereinbaren.](#)

Den Fahrzeugen des VNB und dessen Beauftragten muss die Zufahrt auch für den Transport der elektrischen Betriebsmittel (z.B.: Transformatoren, Schaltanlagen) zur Station jederzeit unentgeltlich möglich sein. Der unmittelbare Zugang und ein Transportweg von einer öffentlichen Strasse sind anzustreben.

#### 2.1.2 Zugangstür

---

Die Tür zur Übergabestation muss, sofern sich die Station nicht innerhalb eines Gebäudes befindet, mit einem Türfeststeller ausgestattet sein.

Sie darf von aussen nur mit einem Schlüssel geöffnet werden und die Öffnung muss immer mit der VNB Schliessung möglich sein.

Die Tür ist gemäss den Schweizerischen Brandschutzvorschriften VKF (Vereinigung Kantonalen Feuer-versicherungen) und den festgelegten Brandschutzklassen auszulegen.

Bei Höhenlagen mit starkem Schneefall ist eine teilbare Türe vorzusehen.

### **2.1.3 Fenster**

---

Die Räume der Übergabestation müssen aus Sicherheitsgründen fensterlos ausgeführt sein.

Bei Gebäuden, an denen das Gesamterscheinungsbild im Interesse der Öffentlichkeit steht (z.B. Wasserkraftwerke, Kunstwerke oder Schützenswerte Bauten), können ausnahmsweise Fenster eingebaut werden. Das Sicherheitsglas muss sowohl äusseren Beanspruchungen wie innerem Überdruck von Kurzschlüssen widerstehen. Für den Abbau von Überdruck bei Kurschluss ist eine Druckentlastungsklappe vorzusehen.

### **2.1.4 Belüftung**

---

Eine ausreichende Be- und Entlüftung ist vorzusehen.

Die Bildung von Schwitzwasser ist durch geeignete Massnahmen (Heizung / Lüftung) zu vermeiden.

Zu- und Abluftöffnungen sind unmittelbar ins Freie zu führen und müssen räumlich versetzt sein, sodass eine natürliche Luftzirkulation gewährleistet wird.

Wo dies nicht möglich ist, muss eine mit Brandschutzklappen ausgerüstete mechanische Lüftung eingerichtet werden.

Die Druckentlastungsöffnungen sind so zu gestalten, dass bei einem Störlichtbogen in der Schaltanlage keine über die Bemessung des Baukörpers hinausgehende Druckbeanspruchung auftritt. Der Passantenschutz ist zu gewährleisten.

### **2.1.5 Gänge**

---

Geöffnete Türen von Schaltfeldern oder Schränken müssen in Fluchrichtung zuschlagen. Die Breite der Bediengänge muss mindestens den gesetzlichen Vorschriften entsprechen.

### **2.1.6 Fussböden**

---

Bei der Montage der Mittelspannungsschaltanlagen auf einem Zwischenboden muss die Tragkonstruktion des Zwischenbodens einschliesslich der Stützen mit dem Baukörper verschraubt sein. Die Zwischenbodenplatten müssen den Anforderungen des VNB entsprechen. Sie dürfen bei Druckbeanspruchung den Bedienenden nicht gefährden. Die Verwendung von Gitterrosten ist nicht zulässig.

### **2.1.7 Schallschutzmassnahmen**

---

Bei der Bauplanung sind die Schallemissionen der Transformatoren (Luft- und Körperschall) zu berücksichtigen.

### **2.1.8 Gewässerschutz**

---

Die gesetzlichen Vorschriften bezüglich des Gewässerschutzes und die "Empfehlung des VSE über den Schutz der Gewässer bei Erstellung und Betrieb von elektrischen Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten" sind zu berücksichtigen.

## 2.1.9 Kabelführung

---

Kabeltrassen dürfen nur dann überbaut werden, wenn die Kabelverlegung in Schutzrohren vorgenommen wird. Weiter dürfen im Bereich der Trassen keine tiefwurzelnden Pflanzen angepflanzt werden, da diese für den Betrieb der Kabelleitung ein Risiko darstellen. Für die Störungsbeseitigung müssen die Kabeltrassen jederzeit zugänglich sein. Zur Einführung der Kabel des VNB in das Gebäude sind bauseitig gas- und wasserdichte Wanddurchlässe und Kabeleinführungen in ausreichender Zahl nach Angabe des VNB vorzusehen.

Ebenso ist die Ausführung von Kabelkanälen, -schutzrohren und -pritschen sowie Kabelkellern, die Kabel des VNB aufnehmen sollen, mit dem VNB abzustimmen, wobei u.a. auf die Biegeradien und die Verlegungsmöglichkeiten der Kabel zu achten ist. Es sind möglichst kurze Kabelverbindungen von der Einführung bis zur Mittelspannungsschaltanlage anzustreben.

## 2.1.10 Beleuchtung und Steckdosen

---

Steckdosen zum Anschluss ortsveränderlicher Verbraucher sind in ausreichender Anzahl vorzusehen. Die Beleuchtung ist so anzubringen, dass die Lampen gefahrlos ausgewechselt werden können und eine ausreichende Lichtstärke vorhanden ist.

Die Installation hat nach der Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) zu erfolgen und den Normen (NIN) zu entsprechen.

## 2.1.11 Fundamenterder

---

In vor Ort gefertigte Fundamente ist ein Fundamenterder nach den jeweils gültigen Normen zu montieren. Zum Anschluss der Anlagenerde sind zwei Anschlussfahnen in der Übergabestation herauszuführen (vgl. auch Unterkapitel 2.2.13).

Die Funktionsfähigkeit des Erders ist vor Inbetriebnahme der Anlage mit einer Messung zu prüfen. Eine Kopie des entsprechenden Messprotokolls ist dem VNB bei Inbetriebnahme zu übergeben.

## 2.2 Elektrische Anforderungen

---

### 2.2.1 Allgemeines

---

Es dürfen nur Anlagen eingesetzt werden deren Sicherheit durch allgemein anerkannte Prüfverfahren nachgewiesen werden kann. Der Personen- und Sachenschutz ist jederzeit zu gewährleisten.

### 2.2.2 Störlichtbogenfestigkeit

---

Die Mittelspannungsschaltanlage muss so errichtet werden, dass Personen gegen die Auswirkungen von Störlichtbögen geschützt sind. Dies ist durch die Verwendung von typgeprüften, metallgekapselten Schaltanlagen sicherzustellen.

### 2.2.3 NISV

---

Die elektrische Anlage muss so erstellt werden, dass die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) eingehalten wird.

## 2.2.4 Primärtechnik der Übergabestation

---

Der Anschluss am MS-Netz erfolgt über eine Übergabestation. Die Einzelheiten dieser Anlage werden jeweils zwischen dem VNB und dem Anlagenbetreiber schriftlich geregelt. Der Anlagenbetreiber hat hierfür ein einpoliges Schema zu erstellen.

Der Anschluss von EEA hat gemäss Vorgaben des VNB zu erfolgen (vgl. auch Kapitel 7 und Anhang A).

Ein Anschlussfeld kann aus folgenden Primärkomponenten bestehen und muss zusammen mit dem VNB koordiniert werden:

- Leistungsschalter mit Trenner oder Lastschalter mit Sicherungen.
- Erdtrenner oder Erdfixpunkte.
- 3 Spannungswandler mit mindestens einer Wicklung (je 1 Wandler pro Phase gegen Erde) für Schutz-, Steuerung-, Mess- und Zählungseinrichtungen. Eine Wicklung für die Beschaltung gegen Ferroresonanz ist notwendig.
- 2 bis 4 Stromwandlerkerne je Phase für Schutz-, Steuerung-, Mess- und Zählungseinrichtungen.
- 1 Summenstromwandler als Kabelumbauwandler für den Erdschlussschutz. Bei Abgängen mit Phasenstromwandler kleiner gleich 100 A kann auf den Summenstromwandler verzichtet werden.
- Kabelmantelbehandlung bei Kabelanlagen.
- Überspannungsableiter.

Der Aufbau und die Auslegung, insbesondere die gemeinsame Nutzung der Wandler, sind zwischen dem Anlagenbetreiber und dem VNB abzustimmen.

Bei mehr als einem Abgangsfeld (Trafo- und Leitungsfelder) auf der Netzanschlussnehmerseite ist ein Übergabefeld vorzusehen. Dieses ist mit einem Leistungsschalter mit Schutzrelais (minimal mit selektivem Kurzschluss- und Erdschlussschutz) auszustatten, sofern nicht alle Abgangsfelder mit Leistungsschaltern ausgerüstet sind. Das Übergabefeld ist vor der Mittelspannung-Messung anzuordnen.

Für Transformatoren  $\leq 1000$  kVA in der Übergabestation sind mindestens Lasttrennschalter mit Hochspannungssicherungen einzusetzen. Für den Schutz von Transformatoren  $> 1000$  kVA sind Leistungsschalter mit Schutzrelais (minimal mit selektivem Kurzschluss- und Erdschlussschutz) im Transformatorenschaltfeld oder im Übergabefeld erforderlich.

Beim Anschluss von EEA mit einer Pflicht für die Teilnahme an der dynamischen Netzstützung (gem. Kapitel 7.6.1 grösser, gleich 1000 kW) sind Leistungsschalter mit Schutzrelais (minimal mit selektivem Kurzschluss- und Erdschlussschutz) im Transformatorenschaltfeld oder im Übergabefeld erforderlich.

## 2.2.5 Schutzeinrichtungen

---

Zwingend ist der VNB bereits in der Planungsphase miteinzubinden. Schutzkonzept sowie Schutzeinstellungen an der Schnittstelle zwischen dem VNB und dem Netzanschlussnehmer sind projektspezifisch und abhängig

- vom Schutzkonzept des entsprechenden MS-Abgangs,
- von der Betriebsweise und der automatischen Wiedereinschaltung,
- von Netzanschlusspunkt, Abgabestelle und Einbauort der Übergabestation und
- vom Typ und Leistung der Anlagen des Netzanschlussnehmers,

zwischen beiden Partnern abzustimmen **und vor der Umsetzung vom VNB freizugeben**. Die Abstimmung muss bereits in der Planungsphase geschehen. Weitergehende Schutzkonzepte kann der Netzanschlussnehmer mit dem VNB zu seinen Lasten vereinbaren.

Werden in den Eingangs-, Abgangs-, Transformatoren- und/oder den Übergabeschaltfeldern Leistungsschalter eingesetzt, so stimmt der Netzanschlussnehmer Auswahl und Einstellung der Schutzeinrichtungen in der Planungsphase mit dem VNB ab.

Der Netzanschlussnehmer hat dafür Sorge zu tragen, dass seine Anlage durch automatische Wiedereinschaltung (AWE) im Verteilnetz des VNB (unter der Voraussetzungen des Kapitels 7.6.8 für EEA) nicht beschädigt wird.

Die Wirksamkeit der Schutzeinrichtungen und der zugehörigen Schalter hat der Netzanschlussnehmer mindestens alle fünf Jahre auf seine Kosten zu prüfen und dem VNB zu melden.

## **2.2.6 Hilfsenergie**

---

Die Übergabestation muss über eine Eigenbedarfsversorgung verfügen. Wenn die Funktion der Schutzeinrichtungen oder die Auslösung der Schaltgeräte eine Hilfsspannung erfordert, muss zudem eine von der Netzspannung unabhängige Hilfsenergieversorgung vorhanden sein (z.B. Batterie, Kondensator,). Die Eigenbedarfsversorgung der Übergabestation (inkl. Hilfsenergie) liegt in der Verantwortung des Netzanschlussnehmers. Im Falle einer Fernsteuerung ist diese ebenfalls mit einer netzunabhängigen Hilfsenergieversorgung zu realisieren.

Wenn eine Hilfsenergieversorgung über eine längere Dauer erforderlich ist, ist deren Kapazität so zu bemessen, dass die Übergabestation bei fehlender Netzspannung mit allen Schutz-, Sekundär- und Notbetriebseinrichtungen mindestens acht Stunden lang betrieben werden kann.

## **2.2.7 Kurzschlussfestigkeit**

---

Die Schaltanlage ist für die thermischen und dynamischen Beanspruchungen eines Kurzschlussstromes von mindestens 16 kA / 1s (20 kV) auszulegen. Der VNB kann die Auslegung für eine höhere Beanspruchung verlangen.

## **2.2.8 Prüfen auf Spannungsfreiheit und Phasenvergleich**

---

Für die Eingangsfelder des VNB wird eine Spannungsprüfmöglichkeit zum Durchführen eines Phasenvergleiches und zum Feststellen der Spannungsfreiheit gefordert. Sollten vom Standard des VNB abweichende Systeme eingesetzt werden, so sind entsprechende elektronische Phasenvergleicher und gegebenenfalls Spannungsanzeigergeräte in der Station vorzuhalten.

## **2.2.9 Überspannungsableiter**

---

Der VNB behält sich das Recht vor Überspannungsableiter vorzuschreiben.

## **2.2.10 Netz und Sternpunktbehandlung**

---

Die MS-Netze der BKW werden als Strahlennetze betrieben. Der Sternpunkt ist isoliert. Zukünftig werden aber die Erdschlussströme einzelner Netzteile kompensiert.

Für den Schutz bei indirektem Berühren wird grundsätzlich das Niederspannungsnetz als TN-Netz vorgehalten. Der VNB erteilt auf Anfrage Auskunft über die vorhandene Netzform.

## **2.2.11 Kurzschlussanzeiger und Erdschlussüberwachung**

---

Der VNB behält sich das Recht vor, Geräte für die Anzeige von Kurzschlüssen und die Überwachung auf Erdschlüsse einzubauen und die Signale übertragen zu lassen.

## **2.2.12 Kennzeichnung und Beschriftung**

---

Die Anlagen bzw. Anlagenteile in der Übergabestation sind gemäss den gesetzlichen Vorschriften zu kennzeichnen und zu beschriften. Darüber hinaus gilt:

- Die Bezeichnungen der Eingangsfelder werden vom VNB vorgegeben.
- Die Eigentumsgrenze und der Betriebsverantwortungsbereich zwischen Netzanschlussnehmeranlage und den Anlagenteilen des VNB sind zu kennzeichnen.
- Die zuständige Stelle des Netzanschlussnehmers, sowie die des VNB ist auf einem Hinweisschild anzugeben.

## **2.2.13 Schutzerdung**

---

Die Erdungsanlage ist unter Berücksichtigung der Netzdaten des VNB entsprechend den Vorschriften auszulegen, zu erstellen und nachzumessen. Der Bau der Erdungsanlage obliegt dem Netzanschlussnehmer. Die Funktionsfähigkeit der Erdungsanlage ist vor Inbetriebnahme der Anlage mit einer Messung zu prüfen. Eine Kopie des entsprechenden Messprotokolls ist dem VNB bei Inbetriebnahme zu übergeben.

## **2.2.14 Zubehör, Hilfsmittel und Beschriftungen**

---

In der Übergabestation müssen die für den Betrieb erforderlichen Hilfsmittel, Zubehörteile und Aushänge sowie Beschriftungen gemäss Starkstromverordnung vorhanden sein.

## **2.3 Anforderungen an die Betriebsmittel**

---

### **2.3.1 Auslegung der Steuerung**

---

Alle Schaltgeräte müssen vor Ort zu betätigen sein und werden im Normalfall vom VNB nicht ferngesteuert. Eine Fernsteuerung ab der betriebsführenden Stelle des VNB kann vereinbart werden. Beim Anschluss von EEA an das MS-Netz kann der VNB bei Bedarf für alle in seinem Betriebsverantwortungsbereich stehenden Schaltgeräte eine Fernsteuerung ab der betriebsführenden Stelle installieren.

### **2.3.2 Bemessungsspannung**

---

Die Bemessungsspannung der Anlagenteile ist 24 kV.

### **2.3.3 Bemessungsstrom**

---

Der Bemessungsstrom der Anlagenteile ist 630 A (20 kV).  
Der VNB kann einen höheren Bemessungsstrom verlangen.

### **2.3.4 Lasttrenn- und Leistungsschalter**

---

Lasttrenn- und Leistungsschalter müssen den einschlägigen Normen entsprechen.

### **2.3.5 Erdungsschalter**

---

Erdungsschalter müssen den einschlägigen Normen entsprechen

Ist der Einsatz von Erdungsschaltern nicht möglich, sind Anschlusspunkte für handgeführte Erdungsvorrichtungen vorzusehen.

### **2.3.6 Transformatoren**

---

Transformatoren müssen den einschlägigen Normen entsprechen.

### **2.3.7 Eigentumsgrenze**

---

Die Eigentumsgrenze wird im Netzanschlussvertrag und in den zugehörigen Datenblättern vertraglich vereinbart.

## 3 Betrieb der Anlagen des Netzanschlussnehmers und der Übergabestation

---

### 3.1 Betriebs- und Sicherheitskonzept

---

Vor der Inbetriebnahme muss ein Betriebs- und Sicherheitskonzept gemäss den Anforderungen der Starkstromverordnung (StV) vom Anlagenbetreiber erstellt werden.

### 3.2 Kontakt mit VNB

---

Der Netzanschlussnehmer benennt dem VNB einen Anlagenverantwortlichen. Dessen Erreichbarkeit ist 24h pro Tag zu gewährleisten, damit er im Störfall benachrichtigt oder aufgeboten werden kann. Es ist auch eine E-Mailadresse zu hinterlegen, an welche die Schaltprogramme zur Information geschickt werden können. Diese E-Mailadresse muss mindestens einmal pro Tag abgerufen werden.

Sollte sich der Anlagenverantwortliche ändern, informiert der Anlagenbetreiber den VNB hierüber unverzüglich und in schriftlicher Form.

Einzelheiten werden - soweit erforderlich - in der unter Kapitel 1.2 bereits erwähnten gesonderten Vereinbarung zum technischen Betrieb zwischen dem Anlagenbetreiber und dem VNB geregelt.

Der jeweilige Eigentümer der elektrischen Anlage (Installation) ist für die Kontrolle gegenüber dem ESTI verantwortlich.

### 3.3 Spannung an der Abgabestelle

---

- Die vereinbarte Versorgungsspannung ( $U_c$ ) ist in der Regel 16 kV, aber sie kann davon abweichen, wenn eine entsprechende Vereinbarung zwischen dem VNB und dem Netzanschlussnehmer besteht.
- Im Normalschaltzustand beträgt die Spannung an allen MS-Netzanschlusspunkten zwischen 15.7 und 17.4 kV ( $16.55 \text{ kV} \pm 5 \%$ ) bei einer vereinbarten Versorgungsspannung ( $U_c$ ) von 16 kV.

### 3.4 Verschlusshaltung der Übergabestation, Zutritt

---

Die Übergabestation muss stets abgeschlossen sein. Sie darf nur von sachverständigen und instruierten Personen betreten werden. Andere Personen dürfen die Übergabestation nur unter Aufsicht von sachverständigen und instruierten Personen betreten.

### 3.5 Betriebsverantwortungsgrenze

---

Die Betriebsverantwortungsgrenze fällt in der Regel mit der im Netzanschlussvertrag vereinbarten Eigentumsgrenze zusammen. In allen anderen Fällen sind die Betriebsverantwortungsgrenze und Eigentumsgrenze zwischen dem Netzanschlussnehmer und dem VNB im Netzanschlussvertrag verbindlich zu regeln.

### 3.6 Meldungen, Messwerte

---

Der VNB legt fest, welche Meldungen oder Messwerte zur betriebsführenden Stelle des VNB übertragen werden müssen.

Die informationstechnische Anbindung der Übergabestation an die betriebsführende Stelle des VNB erfolgt fallspezifisch gemäss den Vorgaben des VNB.

### 3.7 Bedienung

---

Die nicht im Eigentum des Netzanschlussnehmers oder in dessen Betriebsverantwortungsbereich stehenden Anlagenteile werden ausschliesslich durch den VNB oder dessen Beauftragte bedient. Der VNB gibt dem Netzanschlussnehmer die erforderlichen Beschriftungen vor bzw. ist berechtigt, entsprechende Beschriftungen anzubringen. Die übrigen Anlagenteile dürfen im Auftrag des Anlagenbetreibers nur durch sachverständige und instruierte Personen bedient werden.

Freischaltungen im Betriebsverantwortungsbereich des VNB vereinbart der Anlagenbetreiber rechtzeitig mit dem VNB.

### 3.8 Instandhaltung

---

Dem Anlagenbetreiber obliegt die Instandhaltung der in seinem Eigentum stehenden Anlagen- und Gebäudeteile. Er trägt die damit verbundenen Kosten. Bei gemeinsamer Nutzung des Transformators wird die Kostenteilung im Netzanschlussvertrag geregelt.

Der Anlagenbetreiber hat nach den geltenden Unfallverhütungsvorschriften gemäss SUVA, ESTI und EKAS-Richtlinien dafür zu sorgen, dass in bestimmten Zeitabständen die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel (z.B. Schalter, Schutz Einrichtungen, Hilfsspannungsversorgung) auf ihren ordnungsgemässen Zustand geprüft werden. Die Ergebnisse der Prüfungen sind vom Anlagenbetreiber zu dokumentieren und auf Anforderung an den VNB zu übergeben.

Bei schwerwiegenden Mängeln in der Übergabestation ist der VNB berechtigt, die betroffenen Anlagenteile bis zur Behebung der Mängel vom Verteilnetz zu trennen. Zum Betrieb der notwendigen Einrichtungen gehört auch die Erneuerung bzw. der Ersatz nicht mehr betriebsfähiger oder von einer Störung betroffener Einrichtungen.

### 3.9 Blindleistungskompensation / -regelung

---

Bei Erfordernis führt der Anlagenbetreiber – in Abstimmung mit dem VNB – zur Einhaltung des nachfolgend angegebenen Verschiebungsfaktors  $\cos \varphi$  auf seine Kosten eine seinen tatsächlichen Belastungsverhältnissen angepasste ausreichende Blindleistungskompensation durch. Die einzubauenden Kompensationsanlagen werden entweder abhängig vom Verschiebungsfaktor  $\cos \varphi$  gesteuert oder im Falle der Einzelkompensation gemeinsam mit den zugeordneten Verbrauchsgeräten ein- bzw. ausgeschaltet. Eine lastunabhängige Festkompensation ist nicht zulässig.

Kompensationsanlagen, Aktivfilter und Saugkreisanlagen müssen so ausgelegt werden, dass die Anforderungen hinsichtlich Netzzrückwirkungen gemäss den „Technischen Regeln zur Beurteilung von Netzzrückwirkungen DACHCZ“ eingehalten werden.

Kompensations- und Saugkreisanlagen (auch in vor- und nachgelagerten Netzen) dürfen, gemäss der VSE-Empfehlung zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen auf die Tonfrequenz-Rundsteuerung (VSE 2.66d) den Steuerpegel nicht unzulässig absenken bzw. anheben. Die Behebung störender Beeinflussungen geht zu Lasten des Verursachers.

Der Verschiebungsfaktor  $\cos \varphi$  muss zwischen 0,9 induktiv und 0,9 kapazitiv liegen.

### **3.10 Inbetriebnahme der Übergabestation**

---

Die Fertigstellung der Übergabestation muss dem VNB, mindestens vier Wochen vor der gewünschten Inbetriebnahme, angezeigt werden. Der VNB behält sich vor, bei der Inbetriebnahme anwesend zu sein. Der VNB kann auch nach erfolgter Inbetriebnahme eine Prüfung auf Einhaltung der in diesen TAB definierten Anforderungen verlangen.

### **3.11 Störungen, Abschaltungen der Anlagen des Netzanschlussnehmers**

---

Störungen oder Unregelmässigkeiten in der Übergabestation und den angeschlossenen Anlagen des Netzanschlussnehmers werden vom Netzanschlussnehmer oder seinem Anlagenverantwortlichen unverzüglich der betriebsführenden Stelle des VNB gemeldet.

Erfolgt eine Ausschaltung eines Schalters im Betriebsverantwortungsbereich des Netzanschlussnehmers durch eine Schutzauslösung in einem Übergabe-/Abgangsfeld des Netzanschlussnehmers darf eine Wiedereinschaltung nur nach sachgerechter Klärung der Störungsursache und nach Rücksprache mit der betriebsführenden Stelle des VNB erfolgen.

Der Netzanschluss kann auch zur Abwendung einer unmittelbaren Gefahr für Personen oder Anlagen unterbrochen werden.

### **3.12 Spannungsänderungen und Versorgungsunterbrechungen**

---

Sind Verbrauchseinrichtungen des Netzanschlussnehmers gegen kurzzeitige Spannungsänderungen oder Versorgungsunterbrechungen empfindlich, so sind vom Netzanschlussnehmer selbst geeignete Vorkehrungen zum störungsfreien Betrieb seiner Anlage zu treffen.

### **3.13 Tonfrequenz – Rundsteuereinrichtungen**

---

Der Netzanschlussnehmer ist verpflichtet die VSE-Empfehlung zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen auf die Tonfrequenz-Rundsteuerung (VSE 2.66d) einzuhalten.

Der VNB kann vom Netzanschlussnehmer Massnahmen zur Vermeidung unzulässiger Beeinträchtigungen, die durch Betriebsmittel seiner Anlage verursacht werden, verlangen, auch wenn die Beeinträchtigungen zu einem späteren Zeitpunkt festgestellt werden.

Verwendet der Netzanschlussnehmer elektrische Betriebsmittel, deren Funktion durch Rundsteuersendungen beeinträchtigt werden kann, so hat er selbst dafür zu sorgen, dass durch den Einbau geeigneter technischer Mittel oder durch Wahl entsprechender Geräte eine Beeinträchtigung vermieden wird.

Betreibt der Netzanschlussnehmer eine Anlage mit trägerfrequenter Nutzung seines Stromnetzes, so ist durch geeignete Einrichtungen (z. B. eine Trägerfrequenzsperre) sicherzustellen, dass störende Beeinflussungen anderer Anlagen von Netzanschlussnehmern sowie der Anlagen des VNB vermieden werden.

Das Verteilnetz des VNB darf vom Netzanschlussnehmer nur mit Genehmigung des VNB zur trägerfrequenten Übertragung von Signalen mitbenutzt werden.

## 4 Änderungen, Erweiterungen, Ausserbetriebnahme und Demontagen

---

Plant der Netzanschlussnehmer Änderungen, Erweiterungen oder die Ausserbetriebnahme der Übergabestation, so ist der VNB rechtzeitig über dieses Vorhaben zu informieren. Dies gilt auch für eine vom Netzanschlussnehmer geplante Änderung der Betriebsführung seiner Anlage.

Falls sich durch eine Erhöhung der Netzkurzschlussleistung oder durch eine Änderung der Netzspannung gravierende Auswirkungen auf die Anlage des Netzanschlussnehmers ergeben, teilt dies der VNB dem Netzanschlussnehmer rechtzeitig mit. Der Netzanschlussnehmer trägt die Kosten der dadurch in seiner Anlage entstehenden Folgemaßnahmen.

Um die Betriebssicherheit der Anlage des Netzanschlussnehmers zu erhalten, muss durch diesen eine Anpassung an den Stand der Technik oder an geänderte Netzverhältnisse, z.B. an eine höhere Kurzschlussleistung, durchgeführt werden.

## 5 Anschlussgesuch und Beurteilung

---

### 5.1 Anschlussgesuch

---

**Zwingend** ist der VNB bereits in der Planungsphase für die Anlage mit einzubinden. Dabei müssen die beim VNB geltenden Anmeldeverfahren beachtet werden.

Es muss vor dem Anschluss an das Verteilnetz dem VNB ein Anschlussgesuch und eine Installationsanzeige mit den entsprechenden Daten und Beilagen eingereicht werden.

Aus den Unterlagen müssen für den VNB ersichtlich sein:

- Für alle Anschlüsse:
  - o Standort der Anlage, z.B. Gebäude, Parzelle
  - o Eigentümer, resp. Betreiber der Anlage
  - o Elektrische Schemas
  - o Max. Leistungsbedarf in [kW]
  - o Messkonzept
- Zusätzlich für EEA:
  - o **Maximale Scheinleistung, die ins Netz eingespeist werden kann in [kVA]**
  - o **Maximale Wirkleistung, die ins Netz eingespeist werden kann in [kW]**
  - o Art der Energieerzeugung (z.B. Wechselrichter, Asynchrongenerator, Synchrongenerator)
  - o Art der Leistungssteuerung und Konfiguration (z.B. Wechselrichter, Umrichter)
  - o Hersteller und Typ der EEA inkl. technisches Datenblatt
  - o **Stromanlaufverhalten bei direkt gekoppelten rotierenden Maschinen**
  - o Anmelde- und Bestätigungsnummer von Swissgrid (bei Anlagen, die von der KEV gefördert werden)

Bei Bedarf sind dem VNB weitere Unterlagen (z.B. Dachneigung) anzugeben. Das Gesuch um Plangenehmigung muss beim ESTI direkt eingereicht werden. **Dem VNB ist eine Kopie des Gesuchs sowie der erteilten Plangenehmigung zuzustellen.**

### 5.2 Technische Beurteilung

---

Anhand der Angaben auf dem Anschlussgesuch und der an der Abgabestelle vorhandenen Netzdaten beurteilt der VNB mit Hilfe der „Technischen Regeln zur Beurteilung von Netzrückwirkungen DACHCZ“, ob dem Anschluss der Anlage so zugestimmt werden kann oder welche Massnahmen zu treffen sind. Der Entscheid wird dem Gesuchsteller schriftlich mitgeteilt.

Auf Anfrage teilt der VNB die Netz-Kurzschlussleistung ( $S_{kv}$  nach DACHCZ) an der Abgabestelle (Verknüpfungspunkt nach DACHCZ) mit. Diese dient als Grundlage zur Berechnung von Netzrückwirkungen nach DACHCZ.

### 5.3 Anschlussbewilligung

---

Ohne Anschlussbewilligung darf die Anlage nicht ans Netz angeschlossen werden. Für den Anschluss ans Verteilnetz ist ein Netzanschlussvertrag zwischen VNB und Netzanschlussnehmer notwendig.

## 5.4 Dokumentation und Datenaustausch

---

Der Netzanschlussnehmer ist verpflichtet seine Anlagen gemäss den gesetzlichen Vorgaben und dem Stand der Technik zu dokumentieren. Der Netzanschlussnehmer liefert dem VNB auf Anfrage die geforderten technischen Daten (z.B. technische Daten von Primäranlagen, Leistungsdaten Maschine und Turbine, Einstellungen von Steuerung und Schutz).

## 5.5 Prüfungen und Abnahme

---

Der Netzanschlussnehmer hat dem VNB und dem ESTI die Funktionstüchtigkeit der verlangten Schutzeinrichtungen anlässlich einer Abnahmeprüfung zu belegen. Für eine Erstinbetriebnahme muss die Einwilligung des VNB vorliegen. Dieser ist mindestens vier Wochen vorher zur Abnahme einzuladen.

Die Übergabestation darf erst in Betrieb genommen werden, wenn

- a. die Abnahmeprüfung und das Abnahmeprotokoll dem VNB vorliegt,
- b. allfällig notwendige Netzverstärkungen fertig gestellt sind.

Eine temporäre Inbetriebnahme zur Prüfung der Übergabestation kann in Absprache mit dem VNB vorläufig erfolgen.

Der Netzanschlussnehmer ist für die Einhaltung der notwendigen und aufgestellten Anforderungen selber verantwortlich. Er führt die notwendigen Abnahmen und Prüfungen selbständig durch.

Der VNB kann zusätzliche Tests, Schutzprüfungen sowie Messungen verlangen (z.B. zur Prüfung der Spannungsqualität) oder selber durchführen, welche die Anforderungen in diesem Dokument bestätigen.

Der Netzanschlussnehmer gibt dem VNB auf Verlangen Auskunft über durchgeführte Prüfungen und Tests. Der VNB kann darüber vom Netzanschlussnehmer einen schriftlichen Nachweis einfordern.

## 6 Verrechnungsmessung

---

### 6.1 Messeinrichtung

---

#### 6.1.1 Installation, Betrieb und Wartung der Messeinrichtung

---

Die in Abhängigkeit vom Jahresenergieverbrauch bzw. der Anlagenleistung zu installierende Mess- und Steuereinrichtung für Abgabe (Ausspeisung) und Bezug (Einspeisung) wird durch den VNB zur Verfügung gestellt und betrieben.

Die Installation der Messeinrichtung erfolgt entsprechend den einschlägigen Verordnungen, Branchenweisungen und Vorgaben vom VNB.

Der Betrieb und die Wartung von Mess- und Steuereinrichtungen (einschliesslich Kommunikationseinrichtungen) sowie die Messung der aus-/eingespeisten Energie sind Aufgabe des VNB.

#### 6.1.2 Technische Auslegung der Messeinrichtung

---

Die Messeinrichtungen sind gemäss den gesetzlichen Anforderungen und den Anforderungen des VNB auszurüsten. Ebenfalls sind der jeweils gültige Metering Code Schweiz (Branchenempfehlung) sowie die Umsetzungsdokumente des VSE, des BFE und Swissgrid einzuhalten. Für die Installation der Verrechnungsmessung gelten die entsprechenden Angaben der Werkvorschriften (WV BE, JU, SO).

### 6.2 Zählerfernauslesung

---

Bei Einsatz von Lastgangzählern setzt der VNB für die Zählerfernauslesung standardmässig eine Funklösung ein. Sollte eine Funklösung nicht möglich sein, so ist der Netzanschlussnehmer verpflichtet, in unmittelbarer Nähe der Messeinrichtung einen dauerhaft durchwahlfähigen Telekommunikations-Endgeräteanschluss für die Fernauslegung der Zählwerte bereitzustellen.

Wenn es für den VNB technisch möglich ist, die Kommunikationseinrichtung für die Zählerfernauslesung zu stellen, so wird dem Netzanschlussnehmer die Kommunikationseinrichtung gegen ein Entgelt zur Verfügung gestellt.

Bei Bedarf stellt der Netzanschlussnehmer eine Spannungsversorgung (230 V Wechselspannung) zur Verfügung.

### 6.3 Zählerplatz

---

Zum Einbau der Zähler-, Steuer- und Kommunikationseinrichtungen ist in der Übergabestation eine Schaltgerätekombination gemäss Vorgabe des VNB vorzusehen.

Der benötigte Platz inkl. Messschrank und Verdrahtung wird vom Netzanschlussnehmer unentgeltlich zur Verfügung gestellt.

Der Einbauort muss erschütterungsfrei, vor Schmutz, Witterungseinflüssen und gegen mechanische Beschädigungen geschützt und ausreichend beleuchtet sein, mit dem VNB abgestimmt und in den Planungsunterlagen eingetragen werden.

Die Umgebungstemperatur am Einbauort der Zähler darf nicht unter  $-10\text{ °C}$  absinken und nicht über  $+40\text{ °C}$  ansteigen. Für den Anschluss von Zähleinrichtungen gelten die Werkvorschriften (WV BE, JU, SO).

## 6.4 Spannungsebene der Messung

---

Im Falle eines einzelnen Netzanschlussnehmers erfolgt die Messung der an das MS-Netz angeschlossenen Anlagen des Netzanschlussnehmers bei mehreren Transformatoren (-plätzen) oder bei einem Transformator  $> 1.8\text{ MVA}$  auf der Mittelspannung (bzw. überspannungsseitig). Andernfalls erfolgt die Messung auf Niederspannung (bzw. unterspannungsseitig).

Im Falle mehrerer Netzanschlussnehmer, die aus einer Mittelspannungs-Übergabestation versorgt werden, sind die hierfür verwendeten Messeinrichtungen nach dem gleichen Standard und parallel auf der Niederspannungsseite (bzw. unterspannungsseitig) aufzubauen.

Beim Anschluss von EEA, die mit einer Spannung  $> 400\text{ V}$  einspeisen, erfolgt die Messung immer auf der Mittelspannung (bzw. überspannungsseitig).

Der Abgriff der Messspannung erfolgt immer in Energierichtung der Abgabe (Auspeisung) vor den Stromwandlern, über im Spannungspfad eingebaute Sicherungen, die der Netzanschlussnehmer dem VNB bereitstellt.

## 6.5 Wandler für Strom und Spannung

---

Die Wandler (Strom- und Spannungswandler) für die Energiezählung werden in der Regel vom VNB zur Verfügung gestellt und bleiben in seinem Eigentum.

Nach schriftlicher Zustimmung des VNB kann die Beschaffung der Wandler auch durch den Netzanschlussnehmer erfolgen. Sie müssen den entsprechenden amtlichen Vorgaben (METAS) und dem Metering Code Schweiz entsprechen, durch ein Labor gemäss ISO 17025 geprüft sein und folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Spannungswandler:
  - o W1:  $16\text{kV}/\sqrt{3} / 100\text{V}/\sqrt{3}$ , 10VA, Kl. 0.2 oder 0.5
  - o W2:  $16\text{kV}/\sqrt{3} / 100\text{V}/3$ , 50 VA, Kl. 3P, (Ferroresonanz)
- Stromwandler 200/5A, 4VA, Kl. 0.5s (für höhere Ströme sind projektspezifische Wandler in Abstimmung mit dem VNB einsetzen)

Der Einbau und die Verdrahtung erfolgt durch den Netzanschlussnehmer nach Vorgabe des VNB. Der VNB behält sich das Recht vor idealerweise vor dem Montage der Messfelder, spätestens vor Inbetriebnahme der Anschlussnehmeranlage die Verdrahtung zu überprüfen.

Die Spannung der Messwandler kann, im Einvernehmen mit dem VNB, für Betriebsgeräte (Schutz- Überwachungs- und Synchronisierungsgeräte) verwendet werden. Der Abgriff erfolgt an separat abgesicherten Klemmen.

## 7 Energie-Erzeugungsanlagen (EEA) im MS-Netz<sup>1</sup>

---

Soweit in diesem Abschnitt keine anderweitigen Regelungen getroffen werden, sind die Bestimmungen aus den Kapiteln 1 bis 6 sinngemäss für EEA anzuwenden.

### 7.1 Allgemein

---

Arten von EEA im Sinn des bestehenden Dokuments sind zum Beispiel:

- Wasserkraftanlagen
- Windenergieanlagen
- Photovoltaikanlagen
- thermische und chemische EEA

Die Einspeisung elektrischer Energie kann u.a. erfolgen über:

- Drehstromgeneratoren direkt in das Netz
- Drehstromgeneratoren mit Frequenzumrichter indirekt in das Netz,
- EEA via Stromrichter oder Kombination dieser Varianten mit Transformatoren.

**Die Anforderungen dieses Kapitels gelten auch für Ersatzstromanlagen (Notstromaggregate), deren Parallelbetrieb mit dem öffentlichen Netz 1 Stunde pro Jahr überschreitet.**

Bei Notstromaggregate, deren Parallelbetrieb mit dem öffentlichen Netz 1 Stunde pro Jahr nicht überschreitet, ist es sinnvoll von Forderungen in dieser Empfehlung abzuweichen (Bsp.: Anforderung bez. Systemdienstleistungen müssen nicht eingehalten werden, Anforderungen bez. Netzschutz müssen eingehalten werden). Diese Abweichungen sind projekt- und anlagenspezifisch zwischen dem Anlagenbetreiber und dem VNB zu vereinbaren und festzuhalten.

**Der Netzanschlusspunkt und die Abgabestelle einer EEA werden vom VNB gemäss den jeweils gültigen Vorschriften bestimmt.** Details über die technisch möglichen Alternativen werden dem Netzanschlussnehmer / Gesuchsteller schriftlich bekannt gegeben.

Die **minimale und** maximale Leistung, die an einem bestimmten Punkt an das MS-Netz eingespeist werden kann hängt von der Betriebsweise der EEA sowie von den Netzverhältnissen (z.B. Netz-Kurzschlussleistung) ab. Eine pauschale Leistungsangabe ist nicht möglich. Dies kann im Einzelfall nur durch eine Netzberechnung festgestellt werden.

**Für EEA mit direktem Anschluss an das Netz des VNB** sind alle Anforderungen dieses Kapitels an der Abgabestelle einzuhalten. In den meisten Fällen entspricht dieser Punkt dem überspannungseigenen Trafofeld in der Übergabestation. In Fällen aber, in denen die Übergabestation (inkl. Messung und Schutz) ausnahmsweise weit entfernt von der Abgabestelle gebaut wird und die Anschlussleitung ins Eigentum des Netzanschlussnehmers geht, kann die Abgabestelle davon abweichen. In diesen Fällen beziehen sich die Anforderungen auf die Übergabestation und nicht auf die Abgabestelle (vgl. auch folgende Abbildung).

**Für EEA mit Anschluss innerhalb eines Arealnetzes** sind alle Anforderungen an der Abgabestelle innerhalb des Arealnetzes einzuhalten.

---

<sup>1</sup> Die in diesem Kapitel definierten Anforderungen basieren auf die entsprechenden Anforderungen des VSE-Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014.

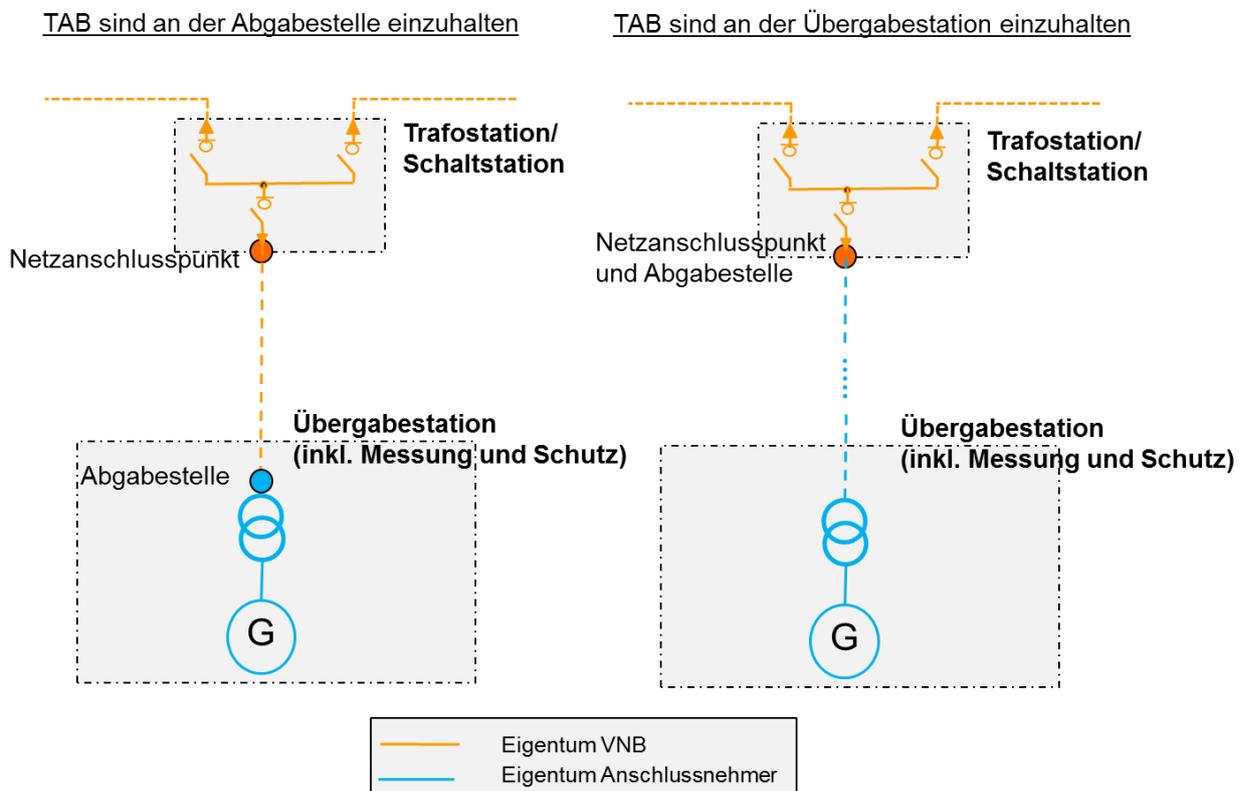


Abbildung 1 Bezugspunkt für die Anforderungen des Kapitels 7

## 7.2 Einteilung der EEA

Die EEA werden, abhängig von der maximalen Wirkleistung, die **ins Netz eingespeist werden kann<sup>2</sup>**, in zwei Leistungsklassen (A und B eingeteilt).

- Typ A      < 1 MW
- Typ B      ≥ 1 MW

Hinsichtlich der Charakteristik ihrer EEE, werden die EEA unterteilt in:

- Typ 1      Synchrone EEE
- Typ 2      Asynchrone EEE und Sonstige (inkl. Wechselrichter)

Mögliche Kombination von Leistung und Charakteristik sind folglich:

- Typ A1 Leistung < 1 MW, Synchron
- Typ A2 Leistung < 1 MW, Asynchron und Sonstige
- Typ B1 Leistung ≥ 1 MW, Synchron
- Typ B2 Leistung ≥ 1 MW, Asynchron und Sonstige

<sup>2</sup> Entspricht der maximalen kontinuierlichen Wirkleistung, die eine EEA erzeugen kann, abzüglich des ausschließlich auf den Betrieb dieser EEA zurückzuführenden, nicht in das Netz eingespeisten Anteils.

## 7.3 Sekundärtechnik

---

### 7.3.1 Steuerung, Regelung und Messung

---

Der Anlagenbetreiber ist für die Steuerung sowie Synchronisierung seiner Anlage selber verantwortlich.

Hinsichtlich Synchronisierung gilt es zu beachten, dass der VNB einen Ein-Befehl von der Steuerung der EEE bzw. EEA nicht auf Synchronität überprüft. Der VNB kann dem Anlagenbetreiber entweder die Spannung von Sammelschienenspannungswandlern oder vom Sammelschienenspannungsabbild der UST (generiert von den Abgangsspannungswandlern) zur Verfügung stellen.

Liegt die Abgabestelle in einer UST des VNB, so muss die Steuerhoheit der Schaltelemente des Übergabefeldes in der UST des VNBs zwischen VNB und Anlagenbetreiber geregelt werden.

Die EEA muss folgende Schnittstellen für Steuerung, Regelung sowie Messung aufweisen oder zur Verfügung stellen. Diese Schnittstelle kann über einen Bus oder mit analogen und binären Ein-Ausgänge erfolgen.

#### **Analoger Eingang zur Blindleistungsregelung (vgl. auch Unterkapitel 7.4.3)**

Die Steuerung der EEA muss mindestens einen analogen Eingang (4 - 20 mA) haben, über den der VNB die Blindleistung (z.B.  $\cos\phi$ ) an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) steuern kann. Wann und in welchem Bereich die Blindleistung geregelt werden soll und wie die Schnittstelle technisch realisiert wird, muss projektspezifisch festgelegt und vertraglich geregelt werden.

#### **Steuerung der Wirkleistung nach Sollwert (vgl. auch Unterkapitel 7.4.3)**

Die Steuerung der EEA muss mindestens folgende Binäreingänge aufweisen, über die der VNB im Notfall (z.B. zur Verhinderung eines Netzzusammenbruchs) die EEA abschalten oder die Einspeiseleistung reduzieren kann.

- Ein Binäreingang für 60% der Nennleistung
- Ein Binäreingang für 30% der Nennleistung
- Ein Binäreingang für 0% der Nennleistung

#### **Externe Freigabe für die Zuschaltung zum Netz**

Der VNB kann einen Binäreingang verlangen, mit dem er die Netz-Zuschaltung (Netz-Kupplung) der EEA freigeben kann.

#### **Potentialfreier Kontakt für Rückmeldungen an VNB**

Der Anlagenbetreiber stellt dem VNB die folgenden Rückmeldungen inklusive Störmeldungen als konventionelle Binärsignale (als potentialfreie Kontakte) zur Verfügung:

- Stellungen aller Schaltgeräte des Anschlussfelds
- Sammelmeldung Schutzauslösung

#### **Messwerte**

Über eine geeignete Schnittstelle sind dem VNB die geforderten Messwerte, z.B. Strom, Spannung, Wirk- und Blindleistung usw. zur Verfügung zu stellen.

### 7.3.2 Schutz

---

Der Schutz ist für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb von erheblicher Bedeutung. Der Anlagenbetreiber ist für die Sicherstellung des Eigenschutzes selbst verantwortlich. Insofern sind gegebenenfalls die im vorliegenden Dokument beschriebenen Schutzfunktionen durch den Netzanschlussnehmer zu erweitern. Der Eigenschutz darf aber die in diesem Dokument beschriebenen Anforderungen nicht unterlaufen.

Die Schutzeinrichtungen müssen Fehler (z.B. Kurzschlüsse und Erdschlüsse) auf der Seite der EEA erkennen und abschalten. Zusätzlich müssen Fehler im nahen Netz (z.B. gleiche Spannungsebene) erkannt werden, damit sich die EEA nach einer festgelegten Zeit vom Netz trennt. Der Anlagenbetreiber muss hierzu genügend Schutzeinrichtungen installieren. Bei inselbetriebsfähigen Anlagen sind diese Schutzmassnahmen auch für den Inselbetrieb zu garantieren.

Schutzkonzept sowie Schutzeinstellungen an der Schnittstelle zwischen dem VNB und dem Anlagenbetreiber sind projektspezifisch in der Planungsphase zwischen beiden Partner abzustimmen. An der Übergabestation werden Schutzeinrichtungen sowohl für den Schutz des Netzes als auch für den Schutz der Anlage des Betreibers der EEA vorgesehen. Die Schutzeinstellwerte, die das Verteilnetz beeinflussen, werden vom VNB vorgegeben. Die Schutzeinstellungen, welche sowohl das Verteilnetz wie auch den Eigenschutz der EEA/EEE betreffen, werden zwischen dem VNB und dem Anlagenbetreiber anhand von den in diesem Dokument beschriebenen technischen Anforderungen vereinbart. Wenn erforderlich kann der VNB in Absprache mit dem Anlagenbetreiber auch nachträglich andere Schutzeinstellungen verlangen.

Ist der Schalter der UST auch der Generatorschalter, ist ein Schalterversagerschutz (SVS) zu realisieren. Es ist zwischen den Partnern abzusprechen, welche Signale diesen SVS anregen und welche Freigaben für den SVS gelten.

Die Strom- und Spannungsfunktionen sind generell dreiphasig auszuführen.

Anschlussvarianten für den Anschluss von EEA an das MS-Netz sind in Anhang A dargestellt.

## 7.4 Verhalten der EEA am Netz

---

### 7.4.1 Inbetriebnahmen

---

Inbetriebnahmen der Anlagen sind jeweils mit der betriebsführenden Stelle des VNB abzusprechen.

### 7.4.2 Normalbetrieb

---

Sollten bei EEA, die mittels Synchronisierungseinrichtungen und automatischer Spannungsregelung an das Netz geschaltet werden, beim Synchronisierungsvorgang unzulässige Spannungsänderungen im Netz auftreten, so sind entsprechende Optimierungen bei Spannungsregler- und Synchronisierungseinrichtungen vorzunehmen bzw. Strombegrenzungsmassnahmen vorzusehen.

Wird eine Spannungsvorgabe aus der EEA vom VNB gewünscht, so muss dieser Gegenstand des Netzanschlussvertrages sein, mit denen auch die dafür erforderlichen technischen Ausrüstungen festgelegt werden.

### 7.4.3 Steuerung und Regelung

---

#### Steuerung der Wirkleistung

In folgenden Fällen [und falls alle anderen Massnahmen \(wie z.B. Umschaltungen\) ausgeschöpft sind](#), ist der VNB berechtigt, eine vorübergehende Begrenzung der Wirkleistungsabgabe oder Anlagenabschaltung zu verlangen bzw. vorzunehmen oder die EEA müssen die Regelung automatisch vornehmen (vgl. auch Unterkapitel 7.6.6):

- Potenzielle Gefahr für den sicheren Systembetrieb
- Engpässe bzw. Gefahr von Überlastungen im Netz des VNBs
- Gefahr einer Inselnetzbildung
- Gefährdung der statischen oder der dynamischen Netzstabilität

- System gefährdender Frequenzanstieg
- Re-Synchronisation von Teilnetzen
- Im Rahmen des Netzsicherheitsmanagements

Aus diesem Grund müssen die EEA mit reduzierter Leistung betrieben werden können. Der VNB ist berechtigt, eine vorübergehende Begrenzung der Einspeiseleistung zu verlangen oder eine Anlagenabschaltung vorzunehmen. Der Anlagenbetreiber ist verpflichtet, seine Anlage nach Aufforderung des VNB abzuschalten und vom Netz zu trennen.

Im Falle einer Reduzierung der Wirkleistung über Binärsignale gibt der VNB üblicherweise Sollwerte für die vereinbarte Anschlusswirkleistung in den Stufen 60% / 30% / 0% vor. Ausserdem müssen EEA in der Lage sein, ihre Wirkleistung in Stufen von mind. 10% der maximalen Wirkleistung zu reduzieren. Die Reduktion der Wirkleistung muss bei jedem Betriebszustand und aus jedem Betriebspunkt auf den vom VNB vorgegebenen Sollwert möglich sein.

Im Falle einer Begrenzung der Einspeiseleistung der EEA in den oben angeführten Fällen hat der Netzanschlussnehmer keinen Anspruch auf eine Entschädigung durch den VNB.

### Blindleistungsregelung / Statische Spannungshaltung

Ab einer Wirkleistungsabgabe grösser als 20% ihrer maximalen Wirkleistung muss die EEA im Spannungstoleranzband für Normalschaltzustand gemäss Unterkapitel 3.3, in jedem Betriebspunkt in der Lage sein, induktive bzw. kapazitive Blindleistung in den unten aufgeführten Verschiebungsfaktorbereichen abzugeben resp. aufzunehmen:

$$\cos\varphi = 0,90_{\text{untererregt}} \text{ bis } 0,90_{\text{übererregt}}$$

Unter Berücksichtigung der technischen Eigenschaften der EEA (z.B. für Synchrongeneratoren) besteht die Möglichkeit einer Begrenzung auf  $\cos\varphi = 0,95_{\text{untererregt}} \text{ bis } 0,95_{\text{übererregt}}$ , wenn geringere Werte nachweislich aus Stabilitätsgründen nicht angefahren werden können.

Der VNB bestimmt dabei eine der folgenden Regelungs- resp. Steuerungsarten:

- a. Fester Verschiebungsfaktor  $\cos\varphi$  oder
- b. Verschiebungsfaktor  $\cos\varphi$  (P) ( $\cos\varphi$  ist abhängig von der eingespeisten Wirkleistung) oder
- c. Konstante Blindleistung Q oder
- d. Blindleistungs-/Spannungskennlinie Q(U) (vgl. auch Anhang D).

Die Regelungs- resp. Steuerungsart wird vom VNB vor Baubeginn festgelegt. Trotzdem kann es wegen Änderungen von Schaltzuständen, Umbauten oder Bau von neuen EEA notwendig sein, nachträglich den Blindleistungssollwert (innerhalb des definierten Verschiebungsfaktorbereichs) der EEA abzuändern.

Falls vom VNB nicht anders gefordert ist ein konstanter Verschiebungsfaktor von  $\cos\varphi = 1$  an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) einzuhalten.

Der vereinbarte Blindleistungsbereich muss innerhalb weniger Minuten und beliebig oft durchfahren werden können. Wenn vom VNB eine Kennlinie vorgegeben wird, muss sich jeder aus der Kennlinie ergebende Blindleistungswert automatisch einstellen, und zwar:

- innerhalb von 10 Sekunden für die  $\cos\varphi$  (P)-Kennlinie und
- einstellbar zwischen 10 Sekunden und 1 Minute für die Q(U)-Kennlinie (wird vom VNB vorgegeben).

Sowohl das gewählte Verfahren als auch die Sollwerte werden vom VNB individuell für jede EEA festgelegt. Die Vorgabe kann erfolgen durch:

- Vereinbarung eines Wertes oder ggf. eines Fahrplans
- Online-Sollwertvorgabe

Für den Fall der Online-Sollwertvorgabe sind die jeweils neuen Vorgaben für den Arbeitspunkt des Blindleistungsaustausches spätestens nach einer Minute an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) zu realisieren.

Für den Eigenbedarf der EEA ist ein Verschiebungsfaktor zwischen 0.9 induktiv und 0.9 kapazitiv einzuhalten.

Der Anschlussnehmer ist grundsätzlich verpflichtet, mit seiner EEA zur statischen Netzstabilität beizutragen. Der Blindleistungshaushalt, welcher im Bereich zwischen  $\cos \varphi$  0.90 untererregt bis  $\cos \varphi$  0.90 übererregt liegt, ist vorzusehen. Dies dient ausschliesslich zur Aufrechterhaltung eines stabilen und sicheren Netzbetriebes. Eine Vergütung der Wirkenergieertragsausfälle oder der Blindleistungsenergie, hervorgerufen durch die Blindenergieregulierung in diesem Bereich, ist ausgeschlossen.

Der VNB kann mit dem Anschlussnehmer einen erweiterten Blindleistungsbereich vereinbaren. Die Vergütung für die erweiterte Blindleistungseinspeisung ist vertraglich zu regeln. Anlagen, die einen erweiterten Blindleistung Modus bereitstellen, sind differenziert zu behandeln und sind in diesem Dokument nicht behandelt. Die abweichenden Bedingungen und Eigenschaften der Netzanbindung sind separat zu regeln.

## 7.5 Verhalten bei Störungen in der EEA

---

Bei Störungen in der EEA mit möglichen negativen Auswirkungen auf das Netz (Bsp.: Kurzschlüsse oder Erdschlüsse in der EEA selbst oder im Teilnetz der EEA) ist diese unverzüglich vom Netz zu trennen. Kurzschlüsse und Erdschlüsse in der EEA sind durch den Schutz der EEA rasch zu erkennen und abzuschalten (typisch eingestellte Verzögerung  $\leq 0.1s$ ). Andere Fehler sind gemäss dem Stand der Technik und je nach Typ der EEA zu behandeln.

## 7.6 Verhalten bei Störungen im Netz

---

### 7.6.1 Dynamische Netzstützung

---

Alle EEA **vom Typ B** müssen sich an der dynamischen Netzstützung beteiligen. Hierzu sind die folgenden drei Kriterien einzuhalten.

EEA müssen in jedem Betriebspunkt, wie im Kapitel 5.3.1 definiert, technisch in der Lage sein:

1. sich bei Fehlern im Netz nicht vom Netz zu trennen (Vermeiden von Blackouts) (vgl. auch Unterkapitel 7.6.3),
2. während eines Netzfehlers die Netzspannung durch Einspeisung eines Blindstromes zu stützen (Reduzierung Spannungseinbrüche) (vgl. auch Unterkapitel 7.6.7),
3. nach Fehlerklärung dem MS-Netz nicht mehr induktive Blindleistung zu entnehmen als vor dem Fehler (Spannungserholung).

### 7.6.2 Kurz- und Erdschlüsse im Netz

---

#### **EEA, die direkt in eine UST einspeisen**

Kurzschlüsse in der Schaltanlage der UST müssen schnell erkannt und abgeschaltet werden. Die Erdschlusserfassung erfolgt nach Vorgabe des VNB. Mit dem VNB ist das Schutzkonzept und die Schnittstellen vorgängig abzusprechen und umzusetzen.

Der Schutz der EEA bzw. EEA muss auch Kurz- und Erdschlüsse im Netz abdecken können.

### **EEA, die in Schalt- oder Transformatorstationen einspeisen**

Der Schutz der EEA muss Netzschutzfunktionen besitzen, um Fehler auf der Leitung zwischen EEA und UST zu erkennen und unerwünschte Netzinseln bei einer Schalterauslösung in der UST zu verhindern.

Für Anlagen vom Typ B ist es grundsätzlich notwendig bei Schutzauslösungen des Feldes in der UST (z.B. Kurz- und Erdschlüsse) eine Mitnahme des Leistungsschalters der EEA oder EEE durch Kommunikation einzurichten. Eine Alternative zu dieser Mitnahme mit Kommunikation ist der Einsatz eines Distanzschutzes auf der Mittelspannungsseite der EEA mit einer oder mehreren Distanzstufen Richtung Netz. Zusätzlich zu der Distanzschutzfunktion ist die Verlagerungsspannung ( $U_0$ ) zu überwachen und nach spätestens 5 Sekunden die entsprechende Schutzfunktion auszulösen. Diese Variante kann im Vergleich zur Mitnahme unselektive Auslösungen der EEA generieren.

In Kapitel 7.6.3 sind einige Einstellempfehlungen aufgeführt.

## **7.6.3 Spannungs-Zeit-Verhalten (u(t)-Kennlinien)**

---

Hinsichtlich Spannungseinbrüche müssen EEA das Verhalten gemäss den nachfolgenden Abbildungen aufweisen.

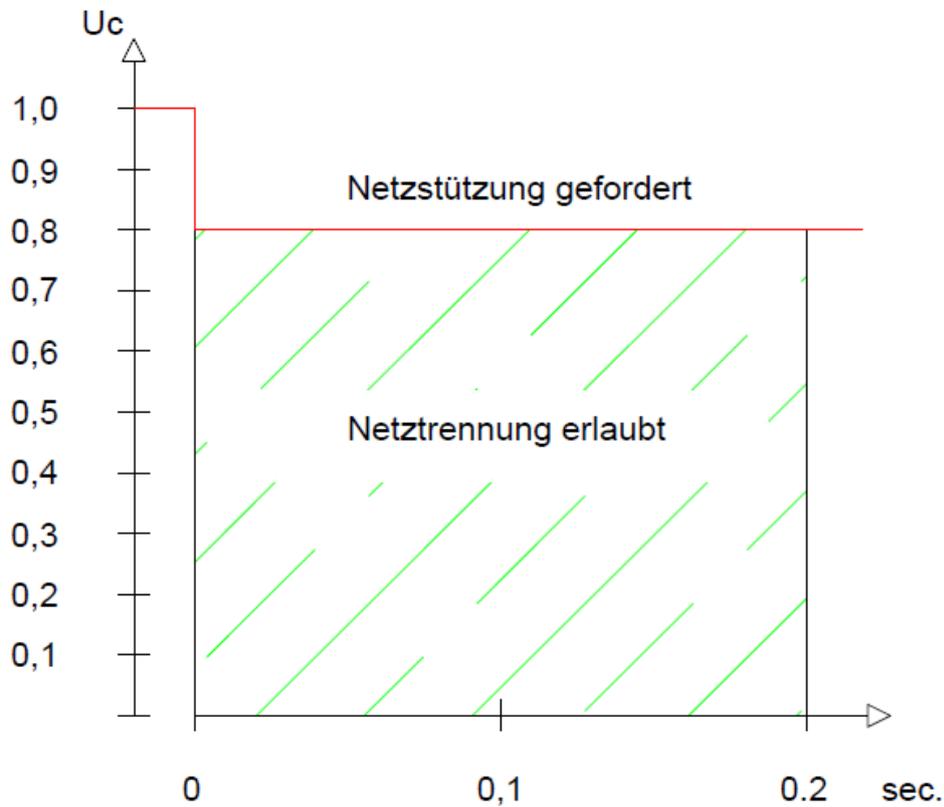
Im MS-Netz sind für den Hauptschutz von Netzkomponenten Verzögerungen von 0.1 s bis 1.5 s üblich. Während dieser Fehlerdauer ist mit grösseren Spannungseinbrüchen zu rechnen. Je nach Fehlerdauer und Einstellung des Spannungsschutzes ist mit nicht selektiven Auslösungen der EEA zu rechnen.

Die u(t)-Kennlinien sind an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) einzuhalten. Die nachfolgenden Prozentangaben zur Spannung beziehen sich auf die verkettete Spannung. Die zugehörigen Tabellen zeigen einige Empfehlungen bezüglich der Schutzfunktionen und ihrer Einstellwerte<sup>3</sup>. Die aufgeführten Schutzwerte müssen an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) eingehalten werden. Die Auslösung bzw. Trennung vom Netz erfolgt vorzugsweise an der EEA.

---

<sup>3</sup> Für die endgültige Definition der Schutzeinstellungen müssen auch die Eigenschaften der EEA berücksichtigt werden. Massgebend sind die u(t)-Kennlinien und die nachfolgenden Einstellwertempfehlungen sind nur in diesem Rahmen zu interpretieren.

**EEA vom Typ A1 und A2 (Synchron oder Asynchron / Sonstige bis 1 MW)**

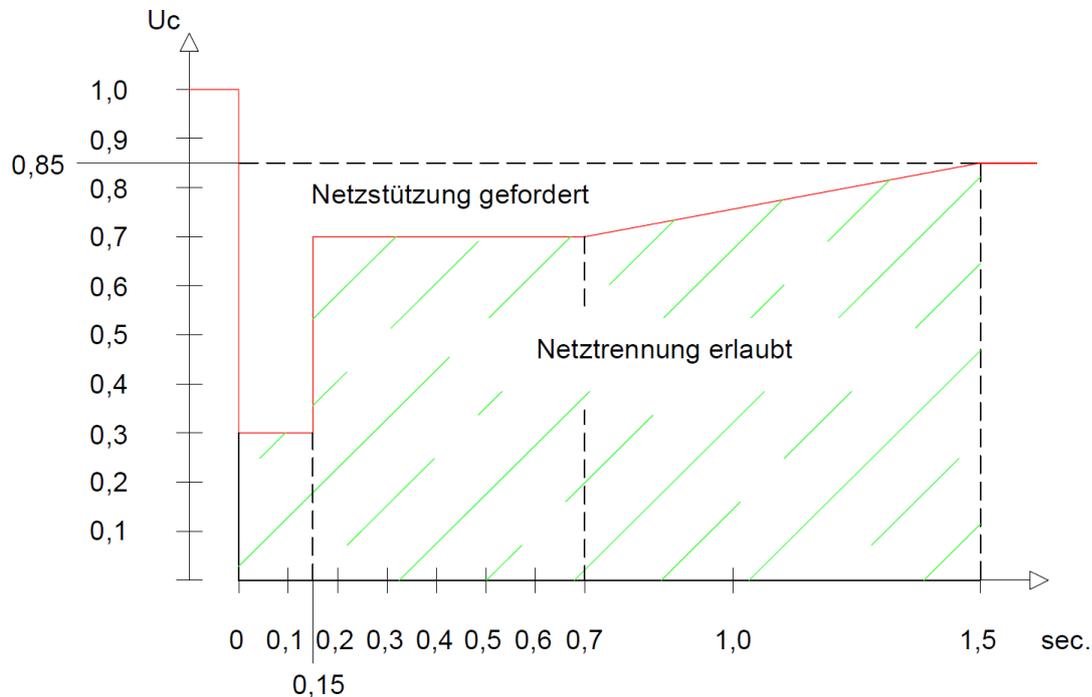


**Abbildung 2 U(t)-Kennlinie Typ A1 und A2 in der Mittelspannung**

Funktion		Empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte	
Überspannungsschutz	$U >$	$1.10 U_c$	50 - 200 ms
Überspannungsschutz	$U >>$	$1.15 U_c$	50 - 200 ms
Unterspannungsschutz	$U <$	$0.80 U_c$	50 - 200 ms
Überfrequenzschutz	$f >$	51.5 Hz ( $U > 70\% U_c$ )	50 - 200 ms
Unterfrequenzschutz	$f <$	47.5 Hz ( $U > 70\% U_c$ )	50 - 200 ms
Inselnetzerkennung (z.B. Shiftverfahren im Stromrichter)			Abschaltung innerhalb 5 s nach Netztrennung
<i>U<sub>c</sub>: Vereinbarte Versorgungsspannung</i>			
<i>*kann auf dem Stromrichter realisiert werden.</i>			
<i>Hinweis: Rückfallverhältnisse (Hysterese) der Relais bzgl. Überfunktion / Wiederschaltung beachten</i>			

**Tabelle 1: Einstellwerte für Schutzrelais Mittelspannung, Typ A**

**EEA vom Typ B1 (Synchrongenerator grösser gleich 1 MW)**



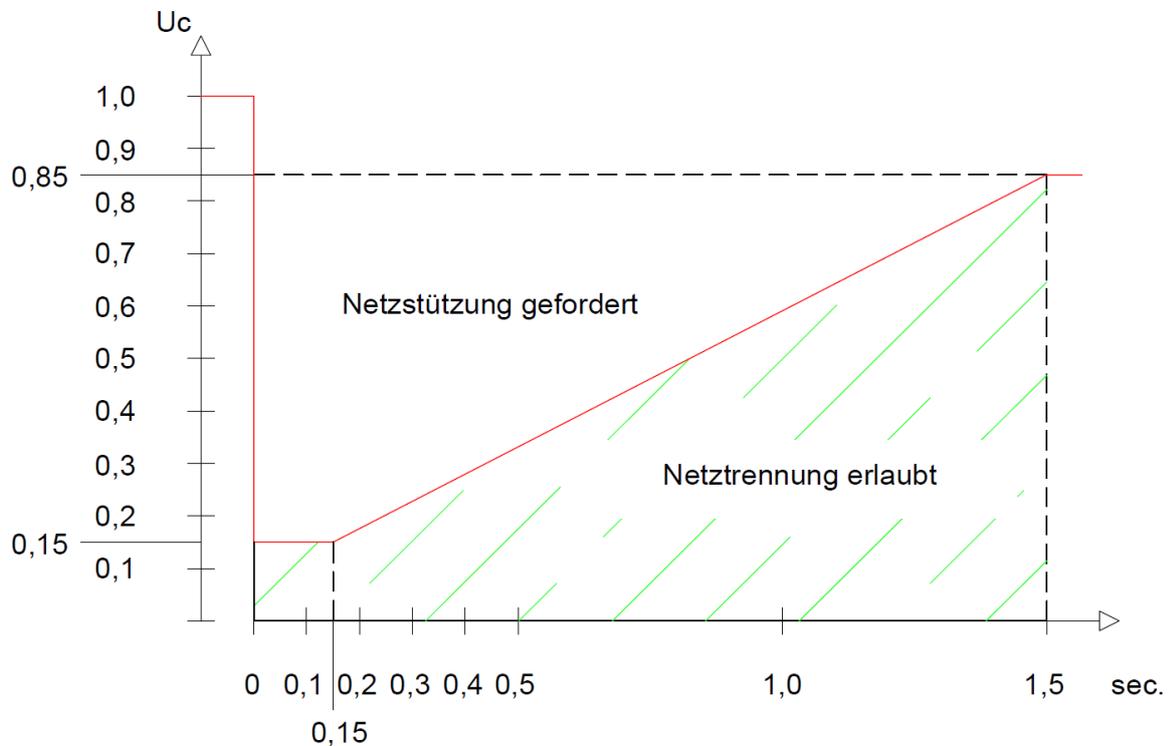
**Abbildung 3 U(t)-Kennlinie Typ B1 in der Mittelspannung**

Funktion		Empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte	
Überspannungsschutz (10min-Mittelwert)*	$U >$	$1.10 U_c$	50 - 200 ms
Überspannungsschutz	$U >$	$1.15 U_c$	2 s
Überspannungsschutz	$U >>$	$1.25 U_c$	100 ms
Unterspannungsschutz	$U <$	$0.85 U_c$	1.5 s
Unterspannungsschutz	$U <<$	$0.30 - 0.70 U_c$	150 - 700 ms
Nullspannungsschutz	$U_0 >$	$0.26 U_{0\_Ref}$	3.0 - 4.5 s
Überfrequenzschutz	$f >$	51.5 Hz ( $U > 70\%U_c$ )	200 ms
Unterfrequenzschutz	$f <$	47.5 Hz ( $U > 70\%U_c$ )	200 ms

*U<sub>c</sub>: Vereinbarte Versorgungsspannung*  
*\*sofern vorhanden*  
*Hinweis: Rückfallverhältnisse (Hysterese) der Relais bzgl. Überfunktion / Wiederschaltung beachten*

**Tabelle 2: Einstellempfehlungen für Schutzrelais der EEA, Typ B1**

**EEA vom Typ B2 (Asynchrongeneratoren / Sonstige grösser gleich 1 MW)**



**Abbildung 4 U(t)-Kennlinie Typ B2 in der Mittelspannung**

Funktion		Empfohlene Schutzrelaisstellwerte	
Überspannungsschutz (10min-Mittelwert)*	$U >$	$1.10 U_c$	50 - 200 ms
Überspannungsschutz	$U >$	$1.15 U_c$	2 s
Überspannungsschutz	$U >>$	$1.25 U_c$	100 ms
Unterspannungsschutz	$U <$	$0.85 U_c$	1.5 s
Unterspannungsschutz	$U <<$	$0.15 U_c$	150 ms
Nullspannungsschutz	$U_0 >$	$0.26 U_{0\_Ref}$	3.0 - 4.5 s
Überfrequenzschutz	$f >$	51.5 Hz ( $U > 70\%U_c$ )	200 ms
Unterfrequenzschutz	$f <$	47.5 Hz ( $U > 70\%U_c$ )	200 ms

*U<sub>c</sub>: Vereinbarte Versorgungsspannung*  
*\*Stromrichter sind standardmässig so einzustellen*  
*Hinweis: Rückfallverhältnisse (Hysterese) der Relais bzgl. Überfunktion / Wiederschaltung beachten*

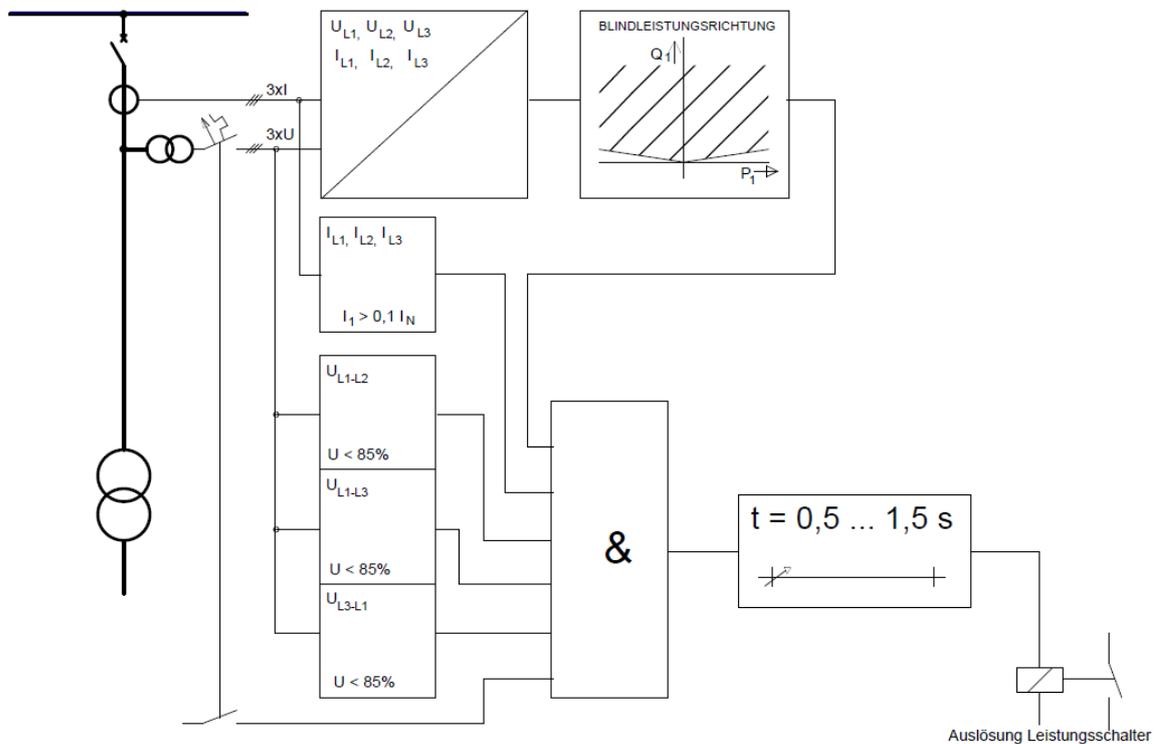
**Tabelle 3: Einstellwerte für Schutzrelais der EEA, Typ B2**

### 7.6.4 Blindleistungs-Unterspannungsschutz (Q-U-Schutz)

Der Blindleistungs-Unterspannungsschutz ( $Q \rightarrow$  &  $U <$ ), nachfolgend Q-U-Schutz genannt, überwacht das systemgerechte Verhalten der EEA nach einem Netzfehler. EEA, die den Wiederaufbau der Netzspannung durch Aufnahme von induktiver Blindleistung aus dem Netz stören, werden vom Netz getrennt.

Hierzu trennt der Q-U-Schutz die EEA zwischen 0.5 s...1.5 s vom Netz (Abschaltung vor Schutzzeit des Netzes), wenn alle drei verketteten Spannungen an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) kleiner als  $0.85 U_c$  sind (logisch UND-verknüpft) und die EEA gleichzeitig induktive Blindleistung ( $> 5\%$  der vereinbarten Nennleistung) aus dem Netz des VNBs aufnimmt. Gleichzeitig muss ein entsprechender Lastfluss vorhanden sein, um eine Überfunktion der Blindleistungserkennung zu verhindern. Der eingespeiste Strom sollte dann mindestens  $10\%$  des Nennstromes betragen. Sind alle diese Bedingungen erfüllt, liegt eine Anregung des Q-U-Schutzes vor (Auslösezeit 0.5 s - 1.5 s, kleiner Schutzzeit des Netzes).

Bei Asynchrongeneratoren und permanenterregten Generatoren ist der Q-U-Schutz an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) zwingend nötig (nur für Anlagen Typ B).



**Abbildung 5: Beispiel Q-U-Schutz**

(Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

Für die Einstellung des Q-U-Schutzes werden folgende Werte empfohlen:

Funktion	Empfohlene Einstellwerte	
Q-U-Schutz	$0.85 U_c$	$T = 0.5 - 1.5 \text{ s}$
<i>Hinweis: Rückfallverhältnisse (Hysterese) beachten</i>		

**Tabelle 4: Einstellempfehlungen Q-U-Schutz**

(Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

Damit der Q-U-Schutz funktioniert, muss die Anlage mindestens 10% des Nennstromes (Wandler des Schutzgerätes) erzeugen.

## 7.6.5 Wiedereinschaltung der EEA nach einer Störung

---

Der Anlagenbetreiber ist verantwortlich für die Zu- oder Abschaltung der Anlage sowie für den Synchronisierungsvorgang.

Der Anlagenbetreiber hat selbst Vorsorge dafür zu treffen, dass Schalthandlungen oder Spannungsschwankungen im Netz des VNBs nicht zu Schäden an seinen Anlagen führen und dass in diesem Fall seine EEA keinen Schaden an Anlagen von Dritten provoziert.

Nach Abschaltung eines Fehlers im Verteilnetz bzw. bei einer oder mehreren darauf folgenden automatischen oder manuellen Wiedereinschaltungen hat der Anlagenbetreiber selbst Vorsorge zu treffen, dass seine EEA vorgängig automatisch vom Verteilnetz getrennt wurde. Für die Wiedereinschaltung der EEA an das Verteilnetz braucht es zwingend eine Synchronisierungseinrichtung. Die Wiedereinschaltung muss im Rahmen einer Betriebsvereinbarung definiert werden.

Eine Synchronisierung der EEA mit dem Netz muss zwischen 49.0 Hz und 51.0 Hz möglich sein. Dabei liegt die Spannung zwischen 90...110%  $U_c$ .

Bei Umrichtern (z.B. PV-Anlagen) erfolgt eine automatische Wiedereinschaltung einer EEA, wenn die Spannung an der Abgabestelle oder an der Übergabestation (vgl. Unterkapitel 7.1) zwischen 90%...110% der vereinbarten Versorgungsspannung ( $U_c$ ) ist (kleinster Wert der verketteten Spannungen) und die Frequenz zwischen 47,5 Hz und 50,05 Hz liegt.

Nach Abschaltung der EEA wegen der Überschreitung der Netzgrenzwerte für den Überspannungs- oder Überfrequenzschutz darf die Wiedereinschaltung der EEA erst dann erfolgen, wenn Netzspannung und Netzfrequenz 10 Minuten lang stabil (also permanent) innerhalb der Netzgrenzwerte für Spannung und Frequenz gelegen haben.

## 7.6.6 Frequenzverhalten

---

Bei Frequenzen zwischen 47.5 Hz und 51.5 Hz ist eine automatische Trennung vom Netz auf Grund der Frequenzabweichung nicht zulässig, falls die Spannung bei der EEA über 70% der Nennspannung beträgt.

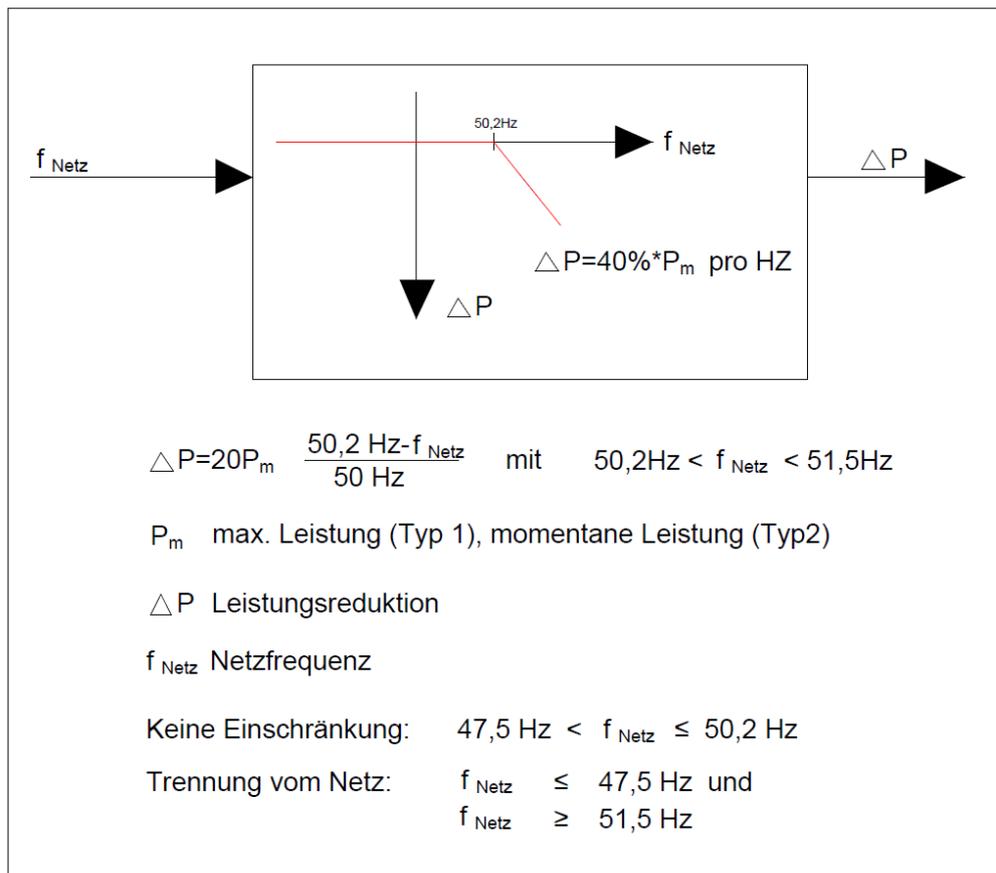
Beim Unterschreiten von 47.5 Hz oder Überschreiten von 51.5 Hz muss eine automatische Trennung innerhalb von 1 s vom Netz erfolgen. Der VNB kann einen davon abweichenden unteren Grenzwert festlegen, wenn die EEA in einem Lastabwurfgebiet (UFLS) liegt. Systembedingte Einschränkungen im Frequenzband sind zu dokumentieren bzw. festzuhalten.

Empfehlungen bezüglich der Schutzfunktionen und ihrer Einstellwerte sind in Kapitel 7.6.3 aufgeführt.

### Frequenzverhalten bei Überfrequenz

Bei einer Netzfrequenz von 50.2 Hz und höher müssen EEA ihre Leistung gemäss der Abbildung 6 reduzieren.

EEA des Typs 1 müssen im Frequenzbereich zwischen 50.2 Hz und 51.5 Hz die **maximale Wirkleistung**  $P_m$  mit einem Gradienten von 40% \*  $P_m$  pro Hertz reduzieren. Bei Leistungen unterhalb der Nennwirkleistung kann die EEA bis zur Grenzlinie auf dem aktuellen Wert weiter betrieben werden. Bei Erreichen dessen muss die Leistung entsprechend dem folgenden Bild reduziert werden.



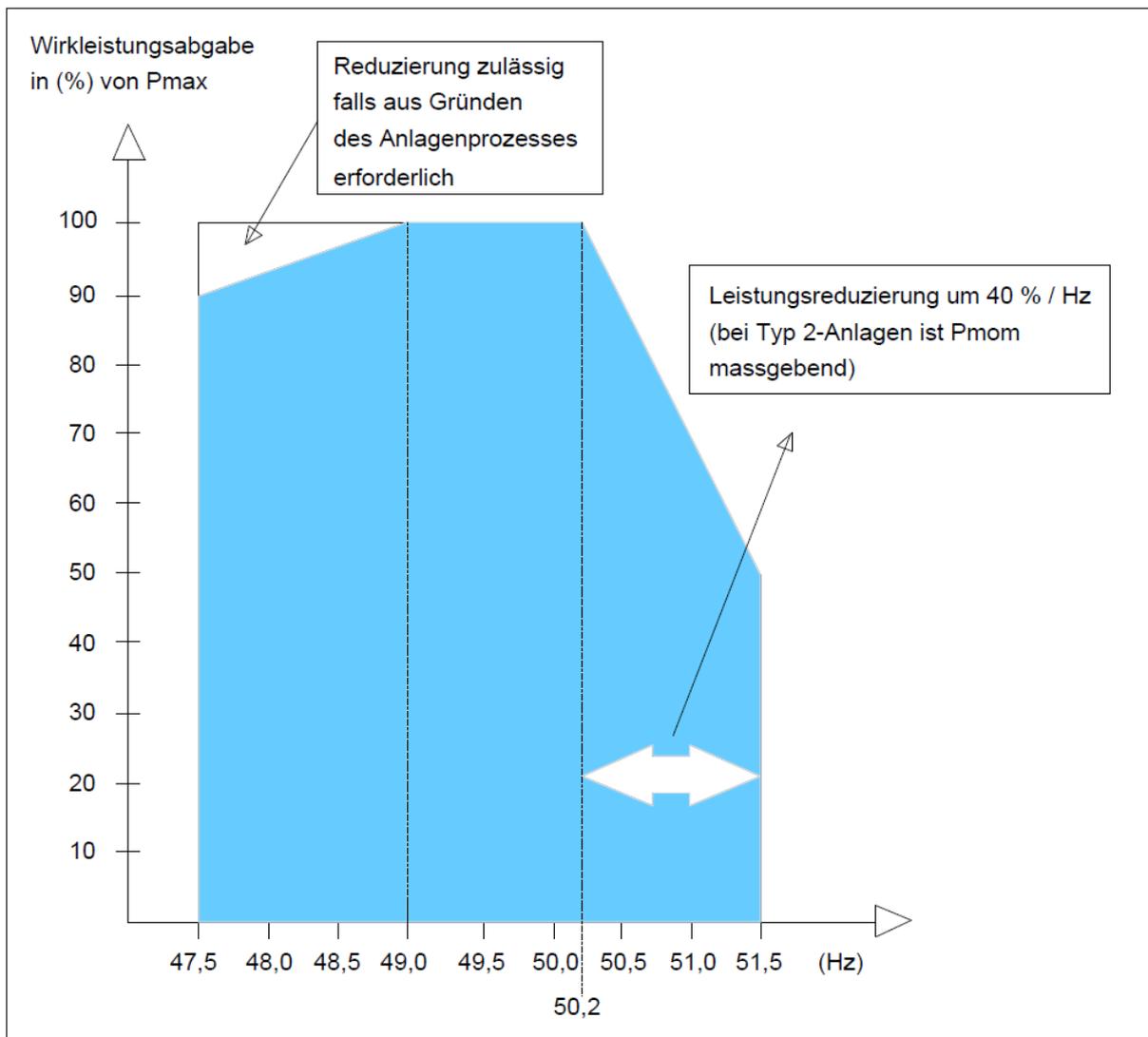
**Abbildung 6 Leistungsreduktion bei Überfrequenz in der Mittelspannung**

(Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

EEA vom Typ 2 müssen im Frequenzbereich zwischen 50.2 Hz und 51.5 Hz die **momentan erzeugte Wirkleistung**  $P_m$  (Einfrieren des Wertes zum Zeitpunkt der Überschreitung der Netzfrequenz 50.2 Hz) mit einem Gradienten von  $40\% \cdot P_m$  pro Hertz reduzieren.

### Frequenzverhalten bei Unterfrequenz

Bei netzbetriebsbedingter Reduktion der Frequenz ist eine Leistungsreduktion der EEA zulässig.

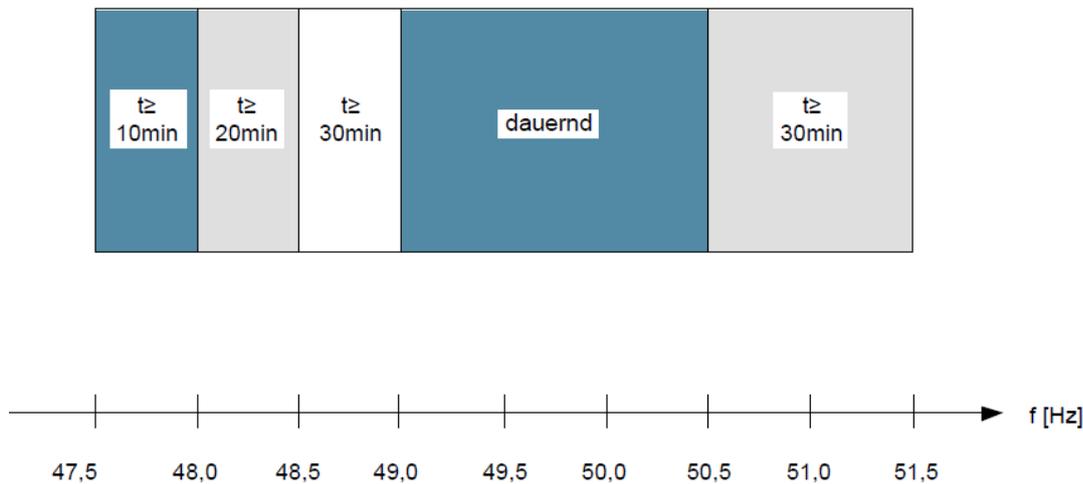


**Abbildung 7 Übersicht von frequenzabhängigen Leistungsreduktionen**

(Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

### Frequenzbänder

Im Falle von Frequenzschwankungen muss die Anlage gemäss Abbildung 8 betrieben werden können. Darin ist dargestellt, wie lange eine Anlage bei welchen Frequenzen mindestens am Netz bleiben muss.



**Abbildung 8 Frequenzbänder in der Mittelspannung (Basis TC-CH 2013)**

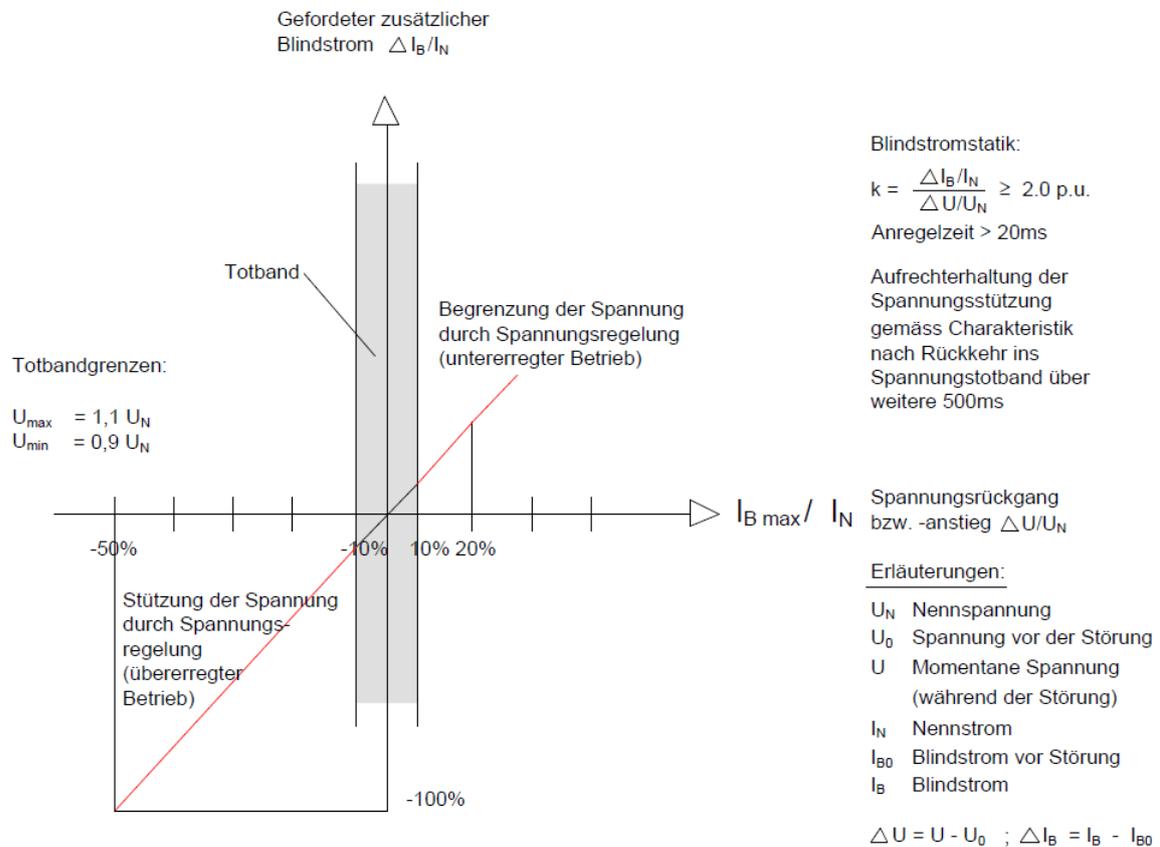
(Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

### 7.6.7 Spannungsstützung bei Netzfehler durch Blindstromeinspeisung

Zur dynamischen Netzstützung müssen EEA grösser 1 MW einen Blindstrom in das Netz einspeisen, um die Spannung zu stützen. Anlagen des Typs 1 (Synchronmaschinen) weisen dieses Verhalten bereits physikalisch auf, weshalb keine speziellen Einstellungen vorgenommen werden müssen. Anlagen des Typs 2 (asynchron und sonstige) müssen die Spannung mit Blindstrom wie nachfolgend beschrieben stützen.

EEA müssen die Netzspannung während eines Spannungseinbruchs mit zusätzlichem Blindstrom stützen. Dazu ist bei einem Spannungseinbruch von mehr als 10% des Effektivwertes der Generatorspannung eine Spannungsregelung gemäss Abbildung 9 zu aktivieren. Diese Spannungsregelung muss die Bereitstellung eines Blindstromes an der Unterspannungsseite des Maschinentrafos mit einem Beitrag von mindestens 2% des Nennstromes je Prozent des Spannungseinbruchs sicherstellen. Die Anlage muss in der Lage sein, innerhalb von 20 ms den gewünschten Blindstrom ins Netz zu speisen. Im Bedarfsfall muss eine Blindstromabgabe von mindestens 100% des Nennstromes möglich sein. Nach Rückkehr der Spannung im Bereich des Totbandes muss die Spannungsregelung gemäss der vorgegebenen Charakteristik mindestens über 500 ms aufrechterhalten werden.

Der dafür einzustellende K-Faktor wird vom VNB vorgegeben.



**Abbildung 9 Prinzip der Spannungsstützung bei Netzfehlern [VDN TC 2007]**  
 (Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

### 7.6.8 Automatische Wiedereinschaltung

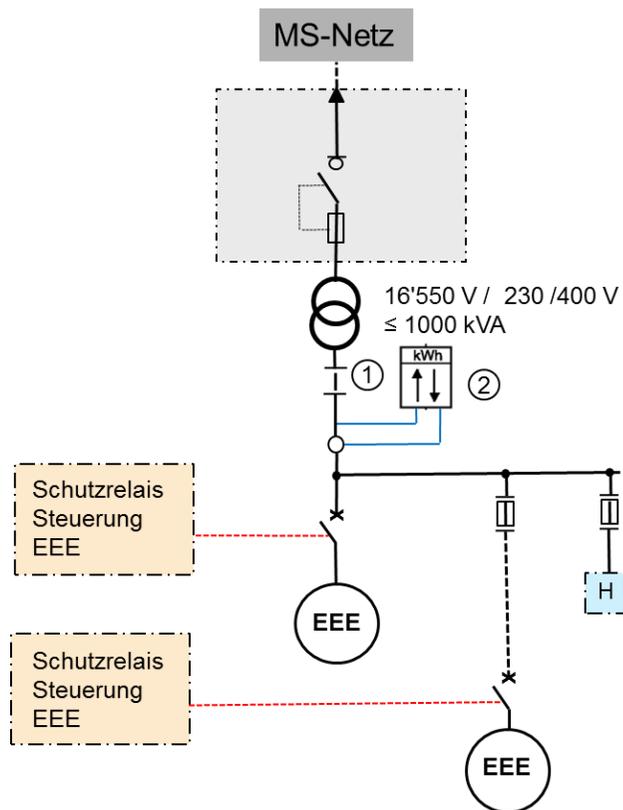
Der VNB kann bei Kurz- und Erdschlüssen im Netz eine automatische Wiedereinschaltung [AWE] für die Mittelspannungsleitungen durchführen. Diese AWE erfolgen in der Regel zwischen 0.3 s bis 70 s und können mit oder ohne Synchrocheck durchgeführt werden.

Falls auf einer Leitung, auf der auch EEA mit einer Verpflichtung für die Teilnahme an der dynamischen Netzstützung angeschlossen sind, eine AWE ohne Synchrocheck durchgeführt wird, müssen die Schutz- auslösezeiten der EEA bei Netzfehler berücksichtigt werden. Die AWE darf in diesem Fall erst nach mindestens 5s und auf jeden Fall nach Ablauf der Zeit, während der die EEA sich vom Netz nicht trennen dürfen, erfolgen.

Unter dieser Voraussetzung hat der Anlagenbetreiber im Fall von AWE, im Netz sicherzustellen, dass keine Schäden an seinen Anlagen verursacht werden und dass in diesem Fall seine EEA keinen Schaden an Anlagen von Dritten provoziert.

## Anhang A Anschlussbeispiele von EEA an das MS-Netz

**Beispiel A1** Anschluss EEA mit einer Leistung < 1 MW,  
Verrechnungsmessung NS (max. 1.8 MVA)



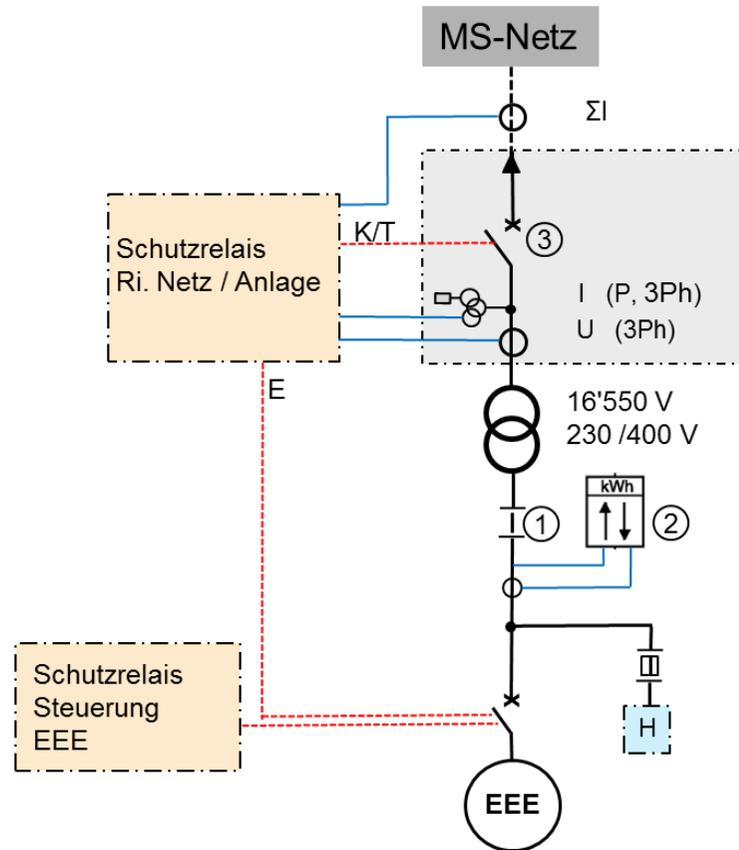
- ① Schalttrennleiste, NH-Sicherung oder Schalter      ② Wandlermessung gemäss WV

Sicherung		Kurzschluss Trafo /MS-Anlage
-----------	--	------------------------------

Schutzfunktion		Ausschaltung	Beschreibung
IEC	ANSI		
U<, U<<	27	E	Unterspannungsschutz
U>, U>>	59	E	Überspannungsschutz
U> 10 min, sofern vorhanden		E	Überspannungsschutz 10-min-Mittelwert
f<, f>	81	E	Frequenzschutz
Inselnetz (z.B. Shiftverfahren)		E	Erkennung Inselnetz
50.2 Hz Reduktion			Leistungsreduktion bei Überfrequenz

**Beispiel A2**

Anschluss EEA mit einer Leistung  $\geq 1\text{MW}$ ,  
Verrechnungsmessung NS (max. 1.8 MVA)



- ① Schalttrennleiste, NH-Sicherung oder Schalter
- ② Wandlermessung gemäss WV
- ③ Leistungsschalter mit Trenner oder Einschubtechnik

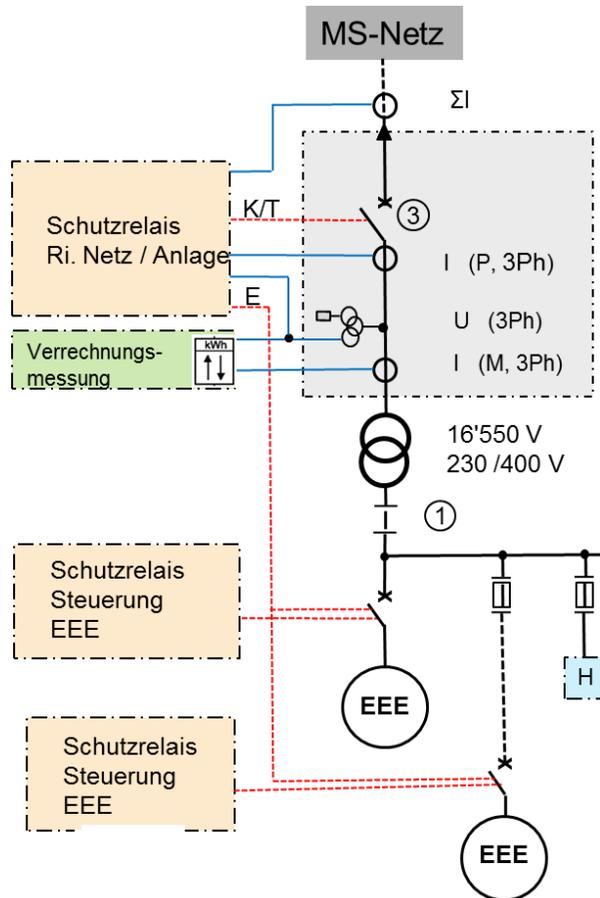
Schutzrelais Ri. Netz / Anlage			
Schutzfunktion		Ausschaltung	Beschreibung
IEC	ANSI		
$I>, I>>$	50, 51	K / T	Kurzschluss Trafo /MS-Anlage
$I_0>$	51N	K / T	Erdschluss Trafo /MS-Anlage
$U_0>$	59N	E	Erdschluss Netz
$Z<$	21	E	Kurzschluss Netz

Schutz EEE			
Schutzfunktion		Ausschaltung	Beschreibung
IEC	ANSI		
$U<, U<<$	27	E	Unterspannungsschutz
$U>, U>>$	59	E	Überspannungsschutz
$U> 10\text{ min}$ , sofern vorhanden		E	Überspannungsschutz 10-min-Mittelwert
$f<, f>$	81	E	Frequenzschutz
Inselnetz (z.B. Shiftverfahren)		E	Erkennung Inselnetz
50.2 Hz Reduktion		E	Leistungsreduktion bei Überfrequenz
Q-U-Schutz <sup>1</sup>		E	Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz
$I> / U<^2$		E	Spannungsabhängiger Überstromschutz

Fussnote: 1: sofern gefordert, kann auch Seite MS implementiert werden  
2: sofern vorhanden

**Beispiel A3**

Anschluss EEA mit einer Leistung  $\geq 1$  MW,  
Verrechnungsmessung MS



- ① Schalttrennleiste, NH-Sicherung oder Schalter
- ③ Leistungsschalter mit Trenner oder Einschubtechnik

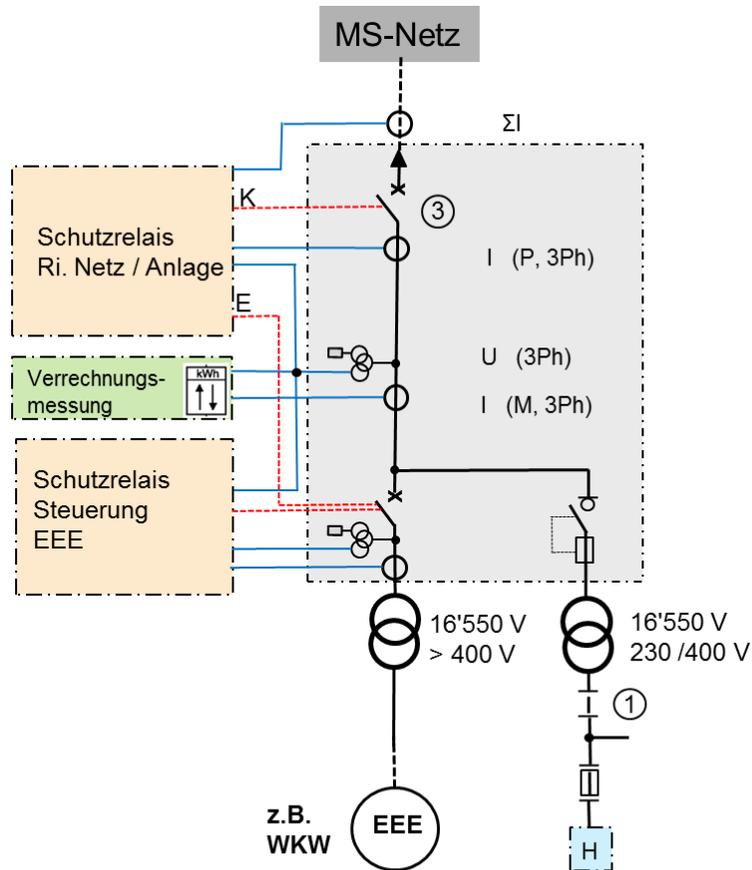
Schutzrelais Ri. Netz / Anlage			
Schutzfunktion		Ausschaltung	Beschreibung
IEC	ANSI		
$I >, I >>$	50, 51	K / T	Kurzschluss Trafo /MS-Anlage
$I_0 >$	51N	K / T	Erdschluss Trafo /MS-Anlage
$U_0 >$	59N	E	Erdschluss Netz
$Z <$	21	E	Kurzschluss Netz

Schutz EEE			
Schutzfunktion		Ausschaltung	Beschreibung
IEC	ANSI		
$U <, U <<$	27	E	Unterspannungsschutz
$U >, U >>$	59	E	Überspannungsschutz
$U > 10$ min, sofern vorhanden		E	Überspannungsschutz 10-min-Mittelwert
$f <, f >$	81	E	Frequenzschutz
Inselnetz (z.B. Shiftverfahren)		E	Erkennung Inselnetz
50.2 Hz Reduktion		E	Leistungsreduktion bei Überfrequenz
Q-U-Schutz <sup>1</sup>		E	Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz
$I > / U <^2$		E	Spannungsabhängiger Überstromschutz

Fussnote: 1: sofern gefordert, kann auch Seite MS implementiert werden  
2: sofern vorhanden

**Beispiel A4**

Anschluss EEA mit einer Leistung  $\geq 1$  MW,  
 Spannung EEE  $> 400$ V, separater Trafo für Hilfsbetriebe, Verrechnungsmessung MS



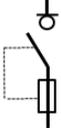
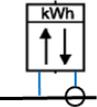
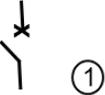
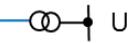
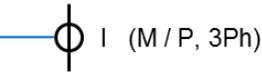
Schutzrelais Ri. Netz / Anlage			
Schutzfunktion		Ausschaltung	Beschreibung
IEC	ANSI		
$I >, I >>$	50, 51	K / T	Kurzschluss Trafo /MS-Anlage
$I_0 >$	51N	K / T	Erdschluss Trafo /MS-Anlage
$U_0 >$	59N	E	Erdschluss Netz
$Z <$	21	E	Kurzschluss Netz

Schutz EEE			
Schutzfunktion		Ausschaltung	Beschreibung
IEC	ANSI		
$U <, U <<$	27	E	Unterspannungsschutz
$U >, U >>$	59	E	Überspannungsschutz
$U > 10$ min, sofern vorhanden		E	Überspannungsschutz 10-min-Mittelwert
$f <, f >$	81	E	Frequenzschutz
Inselnetz (z.B. Shiftverfahren)		E	Erkennung Inselnetz
50.2 Hz Reduktion		E	Leistungsreduktion bei Überfrequenz
Q-U-Schutz <sup>1</sup>		E	Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz
$I > / U <^2$		E	Spannungsabhängiger Überstromschutz

Fussnote: 1: sofern gefordert, kann auch Seite MS implementiert werden  
 2: sofern vorhanden

- ① Schalttrennleiste, NH-Sicherung oder Schalter
- ③ Leistungsschalter mit Trenner oder Einschubtechnik

Symbole

	<b>Endverschluss</b>		<b>Auslösebefehl</b> Kuppelschalter/Trafoschalter Schalter EEE
	<b>Lasttrennschalter mit Sicherung</b>		<b>Verrechnungsmessung (VM) NS</b>
	<b>Leistungsschalter</b> 1) mit Trenner oder Einschubtechnik		<b>Verrechnungsmessung (VM) MS</b>
	<b>Spannungswandler</b>		<b>Lasttrenn-Sicherung</b>
	<b>Spannungswandler mit Ferroresonanz-Widerstand (3 Phasen)</b>		<b>Schalttrennleiste</b> 2) NH-Sicherung oder Schalter
	<b>Stromwandler</b> M Messung, P Schutz		<b>Energieerzeugungseinheit</b> PV; WKW, Wind, BHKW etc.
	<b>Summenstromwandler für Erdschlusschutz</b>		<b>Hilfsbetriebe zu EEE</b>
	<b>MS-Anlage</b>		<b>Transformator</b>
	<b>Schutzrelais (SR)</b>		

## Anhang B Kurzschlussstrombeitrag von EEA

Durch den Betrieb von EEA werden die Kurzschlussströme des Netzes, insbesondere in der Umgebung der Übergabestation erhöht. Diese Erhöhungen sind in den Primäranlagen jeweils zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

	Anfangs-Kurzschlusswechselstrom $I_{kE}''$	Kurzschlusswechselstroms $I_{kE}$	Stosskurzschlussstrom $i_{pE}$
	Effektivwert des 50-Hz-Anteils des Stromes während der ersten 20 ms nach dem Fehler	Effektivwert des Stromes nach 150 ms und bei Fehlerende	
Synchrongeneratoren	8x	5x	20x
Asynchrongeneratoren	6x	5x	12x
doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren	3x	1x	8x
Vollumrichtern	1x	1x	2x

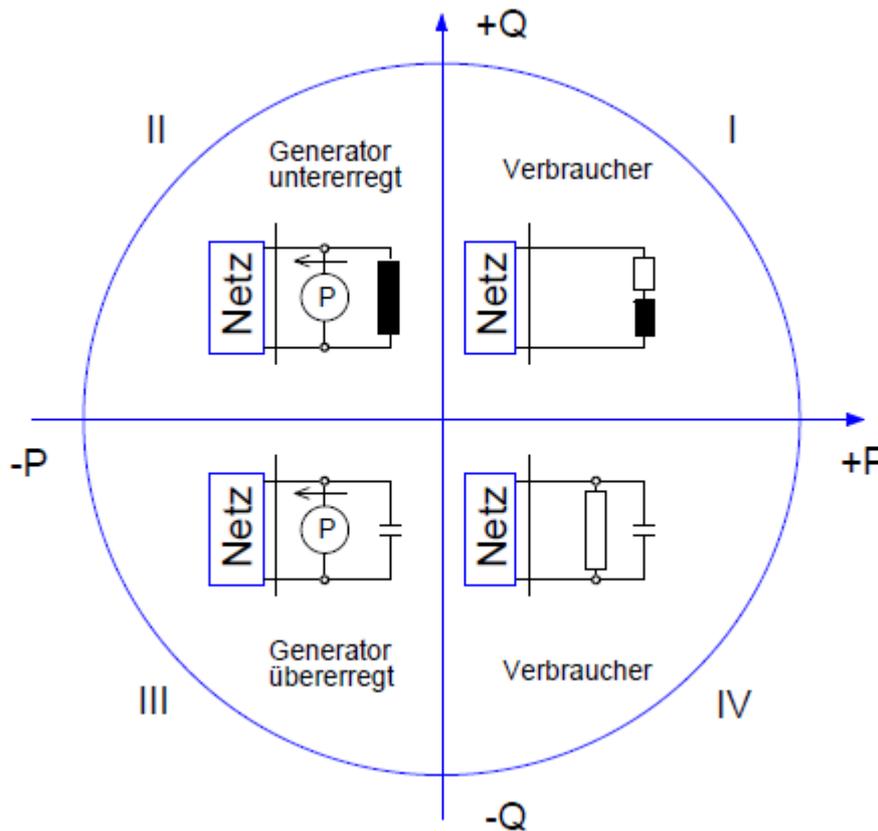
**Tabelle 5 Richtwerte (Generatornennstrom an der Anschlussklemme), präzisere Werte sind von den Datenblättern zu entnehmen**

(Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

## Anhang C Betriebsarten von Generatoren und deren Verhalten

Nachfolgend werden die vier Betriebszustände unterschieden und in einem Leistungskreis in Verbraucherpfeilrichtung dargestellt.

	Übererregt	untererregt
Verbraucher	IV. Quadrant $P > 0$ $Q < 0$ , der Verbraucher speist Blindleistung in das Netz (kapazitives Verhalten)	I. Quadrant $P > 0$ $Q > 0$ (der Verbraucher entzieht Blindleistung aus dem Netz (induktives Verhalten))
Generator	III. Quadrant $P < 0$ $Q < 0$ der Generator speist Blindleistung in das Netz (kapazitives Verhalten)	II. Quadrant $P < 0$ $Q > 0$ , der Generator entzieht Blindleistung aus dem Netz (induktives Verhalten)



**Abbildung 10** Darstellung im Verbraucherpeilsystem  
 (Quelle: VSE Branchendokuments "Empfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen" von 2014)

## Anhang D Q(U)-Kennlinie zur statischen Spannungshaltung

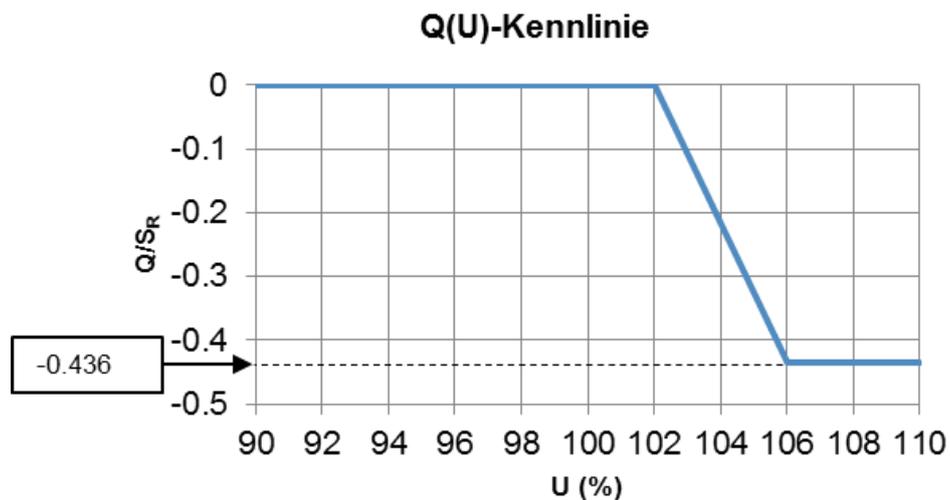


Abbildung 11 Darstellung des spannungsabhängigen Blindleistungsverhaltens  $Q(U)$  von EEA mit variabel einstellbarem Verschiebungsfaktor

- **Knickpunkte:**

Die vier Knickpunkte der Kennlinie sind die folgende:

- $U = 90\%$ ,  $Q/S_R = 0$
- $U = 102\%$ ,  $Q/S_R = 0$
- $U = 106\%$ ,  $Q/S_R = 0.436$
- $U = 110\%$ ,  $Q/S_R = 0.436$

- **Referenzwerte:**

- Die Prozentangaben zur Spannung beziehen sich auf die nominale Spannung des MS-Netzes bzw. auf 16 kV.
- $S_R$  entspricht die Nennscheinleistung der EEA.

- **Gradientenbegrenzung:**

Einstellung eines neuen Blindleistungswertes infolge einer Spannungsänderung durch die  $Q(U)$ -Kennlinie gemäss eines PT 1-Verhaltens mit einer Zeitkonstanten  $\tau = 5$  s.

- **Spannungsmessung:**

Zur Bestimmung des relevanten Spannungswertes als Eingangsgrösse des  $Q(U)$ -Reglers ist jeweils der grösste Wert der drei verketteten Phasenspannungen zu wählen.