

Bedingungen

für den Einsatz von Sekundärtechnik beim Netzparallelbetrieb von Erzeugungsanlagen im Mittelspannungsnetz

1. Allgemein

Dieses Dokument beschreibt die netzbetreiberspezifische sekundärtechnische Realisierung in Ergänzung zur technischen Richtlinie „Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ (MS-Richtlinie) des BDEW. Mit dem Netzbetreiber sind Daten auszutauschen, welche vom Gesetzgeber und Netzbetreiber gefordert werden und zusätzlich eine bestmögliche Verfügbarkeit des Einspeisepunktes gewährleisten sollen. In den Anhängen A bis C wird der entsprechende Standardinformationsumfang für ein intelligentes Energieversorgungssystem/Energieinformationsnetz (smart grid) dokumentiert.

Die vorliegenden Bedingungen finden Anwendung, sofern eine Erzeugungsanlage im Mittelspannungsnetz (Netzebene 4 und 5) einen Verknüpfungspunkt mit dem Netz der allgemeinen Versorgung hat und die Summe der installierten Leistung aller Erzeugungseinheiten gleicher Energieträgerart $P \geq 100 \text{ kW}$ (bei Photovoltaikanlagen 100 kWp kumulierte Modulleistung) ist. Sie gelten auch für diejenigen Erzeugungsanlagen, welche an ein anschlussnehmereigenes Niederspannungsnetz (privates Arealnetz) angeschlossen sind, sofern dieses über eine anschlussnehmereigene (Übergabe-)Transformatorstation mit dem Netz der allgemeinen Versorgung mittelspannungsseitig verbunden ist.

Nach Umsetzung dieser Anforderungen und vor Inbetriebnahme der Fernwirkankopplung sind alle auszutauschenden Informationen durch den Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber bzw. dessen beauftragten Dritten zu testen, das Ergebnis zu dokumentieren und dem Netzbetreiber zu übergeben. Hierzu ist der Vordruck „Betriebsbereitschaftserklärung Fernwirkankopplung“ zu verwenden. Im Anschluss erfolgen Bit- und Fernwirstest mit dem Netzbetreiber.

Der Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber gestattet dem Netzbetreiber oder dessen Beauftragten nach vorheriger Ankündigung den Zugang zu den sekundärtechnischen Anlagen des Anschlussnehmers/Anlagenbetreibers.

Der Netzbetreiber greift nicht in die Steuerung der Erzeugungsanlagen ein und ist ausschließlich für die Signalgebung verantwortlich. Die Umsetzung der Wirk- und Blindleistungsvorgaben erfolgt in Eigenverantwortung des Anlagenbetreibers und muss unverzüglich, spätestens nach 60 s, am Verknüpfungspunkt realisiert werden.

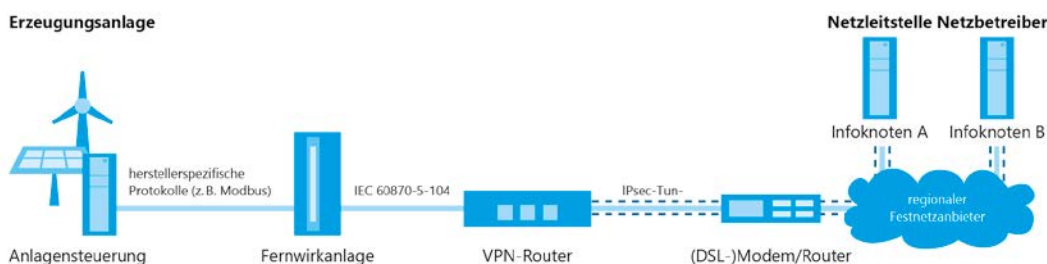
Der Inbetriebnahmeprozess, Ansprechpartner und die zugehörigen Formulare sind dem Internetauftritt des Netzbetreibers unter www.thueringer-energienetze.com zu entnehmen.

2. Fernwirkankopplung

2.1 Umsetzung

Für die Errichtung, Änderung und den Unterhalt der Fernwirkankopplung ist der Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber verantwortlich. Die hierfür entstehenden fixen und variablen Kosten sind von ihm zu tragen. Die Umsetzung erfolgt durch eine Fernwirkankopplung nach internationalem Standard IEC 60870-5-104 auf Basis einer verschlüsselten VPN-Verbindung. Die Komponenten der Fernwirkankopplung, bestehend aus Fernwirkanlage, VPN-Router, (DSL-)Modem/Router und Internetzugang, sind als Bestandteil der Erzeugungsanlage durch den Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber bereitzustellen.

Abbildung 1: Komponenten Fernwirkankopplung



Die Anbindung erfolgt generell über einen leitungsgebundenen Festnetzzugang (DSL, SDH, FTTH). Sollte dieser nachweisbar nicht vorhanden sein oder realisiert werden können, kann ein satellitengestützter bidirektionaler Internetzugang verwendet werden. Bei Erzeugungsanlagen $S < 1.000 \text{ kVA}$ kann alternativ paketvermittelter Mobilfunk (LTE, UMTS, GPRS) eingesetzt werden. In diesem Fall ist ein entsprechend höherpriorisierter Datendienst, z. B. M2M-Tarif, zu verwenden. Die Sicherstellung der permanenten Verfügbarkeit des bereitgestellten Kommunikationskanals liegt, unabhängig von der gewählten Übertragungstechnologie, im Verantwortungsbereich des Anschlussnehmers/Anlagenbetreibers.

TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
Postfach 90 01 35
99104 Erfurt
www.thueringer-energienetze.com

Sitz: Erfurt
Schwerborner Straße 30
99087 Erfurt
Registergericht Jena
HRA 503835
USt-IdNr. DE206810190

UniCredit Bank AG Erfurt
IBAN DE55 8202
0086 0358 2696 48
BIC HYVEDEMM498

Persönlich haftender Gesellschafter:
TEN Thüringer Energienetze
Geschäftsführungs-GmbH

Geschäftsführer:
Frank-Peter Tille
Dr.-Ing. Michael Agsten
Paul Jäpel

Sitz: Erfurt
Registergericht Jena
HRB 510722



Ein Unternehmen der:



Die Fernwirkanlage muss mit zwei Gegenstellen, den Infoknoten des Netzleitsystems, kommunizieren können, wobei immer nur eine Gegenstelle aktiv ist und die andere als Rückfallebene dient. Das Zeitsetzen im Format hh:mm:ss,sss erfolgt ausschließlich über den NTP-Server der jeweils aktiven Gegenstelle. Die Zeitsynchronisation aller Komponenten ist bei Systemstart und mindestens einmal täglich sicherzustellen. Das Senden eines Fernwirktelegramms ohne gültigen Zeitstempel im aufgeführten Format ist unzulässig und wird als Fernwirkausfall identifiziert.

Vom Standard IEC 60870-5-104 abweichende Kommunikationsparameter:

- Netzwerkverbindungsüberwachungszeit $t_0 = 30$ s
- Quittungsüberwachungszeit $t_1 = 250$ s
- Quittierung kein Datentelegramm $t_2 = 240$ s
- gesendete Testtelegramme $t_3 = 255$ s
- maximale Anzahl ausstehender I-Frames (k) = 12
- sende Quittierung nach I-Frames (w) = 8

Der Einbau der Sekundärtechnik hat in der anschlussnehmereigenen (Übergabe-)Transformatorstation oder in einem gesonderten Bereich, gemeinsam mit den Mess- und Steuereinrichtungen, zu erfolgen. Sämtliche Komponenten müssen vor Schmutz-, Witterungs- und Temperatureinflüssen sowie gegen mechanische Beschädigungen geschützt sein. Die Herstellervorgaben sind zu beachten.

2.2 VPN-Verbindung

Der VPN-Router (geeignete VPN-Router siehe Anhang F) muss aus sicherheitstechnischen Gründen beim Netzbetreiber oder dessen Beauftragten kostenpflichtig parametrisiert werden.

Der vorgelagerte Internetzugang muss den Datenverkehr der UDP-Ports 123, 500 und 4500 transparent ermöglichen (NAT). Die UDP-Verbindungen (IPsec) werden vom VPN-Router aufgebaut, die Gegenstelle antwortet. Es sind keine Portweiterleitungen in eingehender Richtung notwendig. Bei der Übertragung des Zertifikats ist eine normgerechte Behandlung von fragmentierten UDP-Paketen notwendig. Sollten weitere IPsec-Verbindungen auf dem vorgeschalteten Modem bestehen, kann es ggf. zu Kommunikationsproblemen kommen. Die Firmware des verwendeten Modems muss in diesem Fall eine exakte Session-Trennung beherrschen.

2.3 Fernsteuerung/Fernüberwachung

Folgende Informationen und Funktionalitäten sind für einen zuverlässigen Netzbetrieb notwendig und bereitzustellen:

- mittelspannungsseitige Spannungsmesswerte ($U_{L13'}$, $U_{L1E'}$, $U_{L2E'}$, $U_{L3E'}$), Strommesswerte ($I_{L1'}$, $I_{L2'}$, $I_{L3'}$), richtungsbezogene Messwerte Wirkleistung (P) und Blindleistung (Q)
- niederspannungsseitige richtungsbezogene Messwerte Wirkleistung (P) und Blindleistung (Q) beim Vorhandensein von Verbrauchern oder weiterer Energieträger (vgl. Anhang B oder C)
- Wirkleistungsbegrenzung und deren Rückmeldung
- Blindleistungsvorgabe und deren Rückmeldung
- Schutzmeldungen und Stellungsmeldung Leistungsschalter aus dem Übergabefeld der Station

Die Schutzmeldungen Schutzanregung, Schutzauslösung Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz, Erdschluss und Fehler vorwärts in Richtung Erzeugungsanlage, Fehler rückwärts in Richtung Sammelschiene des Umspannwerks sind ab einer kumulierten Nennscheinleistung aller Erzeugungsanlagen $S > 1.000$ kVA zu erbringen.

Sämtliche Fernwirkbefehle haben Bestand, bis diese über ein neues Fernwirktelegramm vom Netzbetreiber geändert werden. Ein eigenständiges Rücksetzen, auch nach einer bestimmten Zeitdauer, ist nicht zulässig. Bei einem Kommunikationsausfall oder Ausfall der Fernwirkanlage ist die Erzeugungsanlage mit den Vorgabewerten, wie sie zum Zeitpunkt des Ausfalls bestanden haben, weiter zu betreiben.

Die Grundeinstellungen für den Erstanlauf der Fernwirkanlage sind:

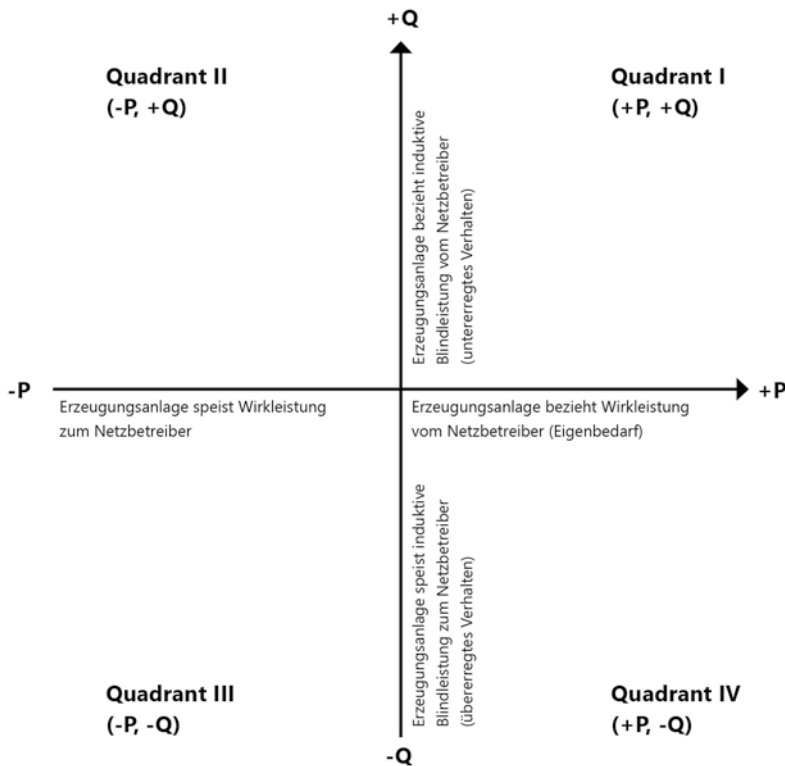
- Wirkleistungsbegrenzung – 100 % Wirkleistungsabgabe
- Blindleistungsvorgabe – $\cos\phi$ -(P)-Kennlinie
- Blindleistungsvorgabe bei UW-Direktanschluss – $Q = 0$ kvar

2.4 Ist-Einspeisewerterfassung

2.4.1 Allgemein

Die Angabe der Leistungsflussrichtung erfolgt nach dem Verbraucherzählpeilsystem. Die Einspeisung zum Netz ist mit einem negativen Vorzeichen zu versehen.

Abbildung 2: Verbraucherzählpeilsystem



Messwerterfassung:

Eine maximale Messwertabweichung von 3 % ist für Leistungsmesswerte (P/Q) zulässig. Es sind konventionelle Strom- und Spannungswandler vorzusehen. Alternativ kann bei entsprechender Systemgenauigkeit z. B. zur Messwerterfassung ein kombinierter Kurzschlussrichtungs- und Erdschlussrichtungsanzeiger verwendet werden. Hierfür ist die Spannungsmessung mittels resistiver Ankopplung umzusetzen. Eine vor Ort durchzuführende Kalibrierung ist mittels Prüfprotokoll dem Netzbetreiber nachzuweisen.

Messwertübertragung:

Strommesswerte (I) müssen mit mindestens einer Nachkommastelle (in A) und Spannungsmesswerte (U) mit mindestens zwei Nachkommastellen (in kV) übertragen werden. Messwerte werden mit der Übertragungsursache „spontan“ übertragen, wenn die an der erfassenden Stelle einstellbaren Schwellen überschritten werden. Hierfür ist ein relatives Schwellwertverfahren mit 1 % zu wählen. Die Parameter der Messwertberuhigung sind so zu wählen, dass an der Fernwirkschnittstelle keine Überlastung durch Messwerttelegramme entsteht. Als Richtwert soll in einem Zeitraum von 1 Sekunde maximal 1 Telegramm übertragen werden. Bei gestörter Messwerterfassung erfolgt keine Verwendung von Ersatzwerten. Es ist der letzte erfasste Wert mit entsprechenden Qualitätsbits (Überlauf, ungültig, ...) zu übertragen.

Weiterhin muss eine Nullpunktunterdrückung bei allen Messwerten mit 1 % relativ auf den Nennwert aktiviert werden.

2.4.2 Verknüpfungspunkt/mittelspannungsseitige Übergabestation (DP1)

Die Ist-Einspeisung ist am Verknüpfungspunkt der Erzeugungsanlage zum Netz der allgemeinen Versorgung des Netzbetreibers zu erfassen. Diese ist auf der Oberspannungsseite des Transformators zu realisieren (Datenbereitstellungspunkt DP1 gemäß Anhang A bis C).

2.4.3 Generatorleistung (DP2/DP3)

Die Bereitstellung der generatorbezogenen Wirk- und Blindleistungseinspeisung kann aus der Anlagensteuerung direkt, durch Messung am jeweiligen Transformatorabgang oder der Leitung selbst erfolgen. Sie muss realisiert werden: (4 Stufen entsprechend der Beispielvorgabe Tabelle 1.1)

- beim Vorhandensein von Verbraucheranlagen (Anhang B)
- beim Vorhandensein von Erzeugungseinheiten mit unterschiedlichen Energieträgern (Anhang C)

2.5 Wirkleistungsbegrenzung

Der Netzbetreiber gibt zur maximal möglichen Wirkleistungsabgabe einen stufenlosen Sollwert (P/P_{inst}) in Abhängigkeit von der installierten Leistung aller Erzeugungseinheiten des gleichen Energieträgers vor.

Tabelle 1: Beispielvorgaben Wirkleistungsbegrenzung P/P_{inst}

Sollwertbefehl	Wirkleistungsbegrenzung
$P/P_{\text{inst}} = 100\%$	100% der installierten Wirkleistung (keine Begrenzung/Aufhebung der Begrenzung)
$P/P_{\text{inst}} = 60\%$	60% der installierten Wirkleistung
$P/P_{\text{inst}} = 30\%$	30% der installierten Wirkleistung
$P/P_{\text{inst}} = 0\%$	0% der installierten Wirkleistung

Der Netzbetreiber gibt im Bereich 0 – 100 % (Auflösung 1 %) der installierten Leistung eine Wirkleistungsbegrenzung vor.

Alternativ gibt der Netzbetreiber zur maximal möglichen Wirkleistungsabgabe vier Stufen (entsprechend Vorgaben der Tabelle 1.1) in Abhängigkeit der installierten Leistung aller Erzeugungseinheiten des gleichen Energieträgers vor.

Tabelle 1.1: Alternative Vorgaben der Stufen zur Wirkleistungsbegrenzung

Stufe	Wirkleistungsbegrenzung
Stufe 0	100% der installierten Wirkleistung (keine Begrenzung/Aufhebung der Begrenzung)
Stufe 1	60% der installierten Wirkleistung
Stufe 2	30% der installierten Wirkleistung
Stufe 3	0% der installierten Wirkleistung

Die Signalisierung hat Priorität vor ggf. weiteren Fernsteuerungen (z. B. Direktvermarktung, Regelleistung). Sollte jedoch ein Signal der Wirkleistungsbegrenzung unterhalb der Anforderung des Netzbetreibers liegen, so ist dieses umzusetzen. Die Rückmeldung des entsprechenden Sollwerts bzw. der entsprechenden Stufe, ist ausschließlich durch die Fernwirkbefehle des Netzbetreibers getriggert. Leistungsanpassungen durch Dritte werden nicht rückgemeldet.

Beschreibung

Der Sollwert P/P_{inst} je Energieerzeugerart ist bei Mischanlagen dezentral an der Erzeugungsanlage umzusetzen.

Der Sollwert P/P_{inst} ist bei reinen Erzeugungsanlagen mit einer Energieträgerart und ohne Bezugsanlage am Netzanschlusspunkt umzusetzen.

2.6 Blindleistungsvorgabe (statische Spannungshaltung)

2.6.1 Allgemeine Anforderungen

Die Blindleistungsvorgaben sind am Verknüpfungspunkt mit dem Netz der allgemeinen Versorgung zu erbringen. Bei Erzeugungsanlagen mit $S \leq 1.000$ kVA (Summe aller Energieträger am Verknüpfungspunkt) können diese alternativ an der Generatorklemme realisiert werden.

Für die einzelnen Erzeugungseinheiten selbst können sich davon abweichende Werte ergeben. Bei Vorhandensein weiterer Erzeugungseinheiten oder einer Blindleistungskompensationsanlage ist ein abgestimmtes Verhalten aller Regeleinrichtungen unabdingbar. Ein ungedämpft schwingendes Systemverhalten ist unzulässig.

Sämtliche Erzeugungseinheiten müssen bei Wirkleistungsabgabe in jedem Betriebspunkt mindestens mit einer Blindleistung betrieben werden können, die einem Verschiebungsfaktor von $\cos \varphi = 0,95$ untererregt bis $\cos \varphi = 0,95$ übererregt entspricht. Dies bedeutet gemäß Verbraucherzählpfeilsystem (Abbildung 2) einen Betrieb im Quadranten II oder III. Der Netzbetreiber behält sich vor, andere oder weitere Einstellungen zu fordern.

2.6.2 Anschluss MS-Netz (Netzebene 5)

Standardmäßig wird die Erzeugungsanlage mit einer Kennlinie $\cos \varphi = f(x)$ mit $x = P/P_n$ betrieben.

Erzeugungsanlagen mit einer installierten Gesamtleistung $S > 1.000$ kVA am Verknüpfungspunkt müssen per Fernwirkkopplung jederzeit zwischen zwei Verfahren umschalten können:

- Kennlinie (Verschiebungsfaktor $\cos \varphi(P)$ mit $\cos \varphi = f(x)$)
- Verschiebungsfaktorgabe (fester Verschiebungsfaktor, variabel in neun Stufen)

Erzeugungsanlagen mit einer installierten Gesamtleistung $S \leq 1.000$ kVA müssen ausschließlich das Blindleistungsverfahren:

- Kennlinie (Verschiebungsfaktor $\cos \varphi(P)$ mit $\cos \varphi = f(x)$)

realisieren. Es erfolgt hier keine Umschaltung eines zweiten Verfahrens per Fernwirkkopplung.

The graph shows the relationship between the power factor $\cos \varphi$ and the normalized active power P/P_n . The vertical axis is labeled $\cos \varphi$ and has tick marks at 0,95 (labeled 'übererregt'), 1, and 0,95 (labeled 'untererregt'). The horizontal axis is labeled P/P_n and has tick marks at 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9, and 1. A solid blue line starts at $(0,1)$ and decreases linearly to $(0,9, 0,95)$, where it becomes horizontal. A dashed line starts at $(0,1)$ and extends upwards and to the left. Vertical dashed lines connect the points $(0,1)$ and $(0,9, 0,95)$ on the blue line to the horizontal axis. A horizontal dashed line extends from $\cos \varphi = 0,95$ on the vertical axis to the point $(0,9, 0,95)$ on the blue line.

Die Erzeugungsanlage wird, abhängig von der momentanen Wirkleistungseinspeisung, ausschließlich untererregt betrieben (Betrieb im Quadranten II des Verbraucherzählpfeilsystems). Die Stützstellen $\cos \varphi$; P/P_n der Kennlinie sind definiert zu $\{1; 0,1\}$ und $\{0,95 \text{ untererregt}; 0,9\}$. Im Teillastbereich von 0 % bis einschließlich 10 % der Anlagenleistung (P/P_n) beträgt der $\cos \varphi = 1$. Zwischen 10 % und 90 % P/P_n verringert sich der $\cos \varphi$ linear bis auf $\cos \varphi = 0,95$ untererregt. Für $P/P_n > 90 \%$ wird ein $\cos \varphi = 0,95$ untererregt gefordert. Die Blindleistungswerte müssen sich automatisch innerhalb von 10 s einstellen. Weiterhin wird bei aktiver Kennlinie der Datenpunkt Nr. 37 „Kennlinie“ EIN rückgemeldet.

- $\cos \varphi = 0,95$ untererregt (induktives Verhalten)
- $\cos \varphi = 0,97$ untererregt (induktives Verhalten)
- $\cos \varphi = 0,985$ untererregt (induktives Verhalten)
- $\cos \varphi = 0,995$ untererregt (induktives Verhalten)
- $\cos \varphi = 1$
- $\cos \varphi = 0,995$ übererregt (kapazitives Verhalten)
- $\cos \varphi = 0,985$ übererregt (kapazitives Verhalten)
- $\cos \varphi = 0,97$ übererregt (kapazitives Verhalten)
- $\cos \varphi = 0,95$ übererregt (kapazitives Verhalten)

2.6.3 UW-Direktanschluss (Netzebene 4)

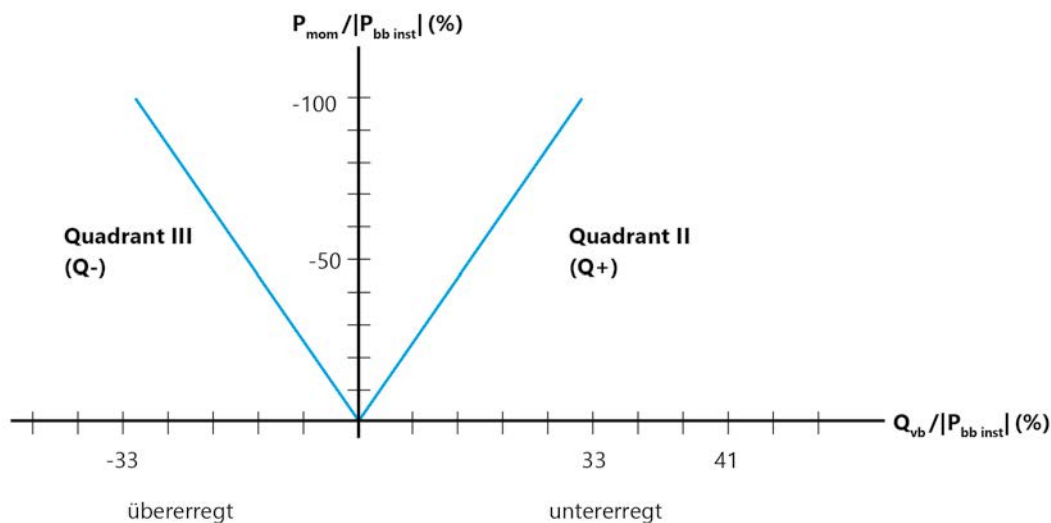
bei analogen Signalisierungsverfahren (10 V/20 mA) entspricht 50 % der installierten Scheinleistung.

Von der Erzeugungsanlage ist die betriebsbereite installierte Wirkleistung ($P_{bb\ inst}$) in Abhängigkeit von der installierten Gesamtleistung am Verknüpfungspunkt bereitzustellen (Wertebereich 0 % bis 100 %). Dabei werden für die Ermittlung nur Erzeugungseinheiten berücksichtigt, die nach SDLWindV oder der technischen Richtlinie „Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ (MS-Richtlinie) des BDEW blindleistungsfähig sind. Des Weiteren wird eine Übermittlung der momentan verfügbaren Wirkleistungseinspeisung (P_{vb}) gefordert. Dieser Wert muss auf Basis der momentanen Windgeschwindigkeit/Globalstrahlung ermittelt werden. Der Wert des Datenpunktes $P_{bb\ inst}$ ist als Faktor mit einzubeziehen.

Beispiel 2: Wenn sich von einer Erzeugungsanlage, bestehend aus 10 Erzeugungseinheiten je 1.000 kVA, eine Erzeugungseinheit in Revision befindet, entspricht $P_{bb\ inst} = 90\ %$. Bei maximaler Windgeschwindigkeit ist $P_{vb} = -9000\ kW$.

Beispiel 3: Wenn sich von einer Erzeugungsanlage, bestehend aus 5 blindleistungsfähigen und 5 nicht blindleistungsfähigen Erzeugungseinheiten je 1.000 kVA, eine blindleistungsfähige Erzeugungseinheit in Revision befindet, entspricht $P_{bb\ inst} = 80\ %$. Befindet sich jedoch eine nicht blindleistungsfähige Erzeugungseinheit in Revision, entspricht $P_{bb\ inst} = 100\ %$.

Abbildung 4: Blindleistungsbereitstellung



3. Dynamische Netzstützung

3.1 Allgemeine Anforderungen

Erzeugungsanlagen müssen technisch und baulich alle Anforderungen zur Teilnahme an der dynamischen Netzstützung unter folgenden Kriterien erfüllen:

- Eine Abschaltung bei Fehlern im vorgelagerten Netz ist zu vermeiden
- Eine Blindleistungseinspeisung während eines Netzfehlers muss möglich sein
- Nach Abschaltung des Fehlers darf der induktive Blindleistungsbezug nicht größer werden als vor dem Fehler

Der Netzbetreiber behält sich vor, andere Verfahren bzw. Vorgaben (z. B. Änderung k-Faktor) zur dynamischen Netzstützung zu fordern.

3.2 Anschluss MS-Netz (Netzebene 5)

Von der Erzeugungsanlage ist der LVRT-Modus mit folgender Funktion zu aktivieren:

- Keine Blindstromeinspeisung, keine oder minimale Wirkleistungseinspeisung im Fehlerfall

3.3 UW-Direktanschluss (Netzebene 4)

Windkraftanlagen müssen bei Spannungseinbrüchen einen Blindstrom am Verknüpfungspunkt einspeisen. Die konkrete Vorgabe des k-Faktors erfolgt durch den Netzbetreiberabfragebogen zur Anlagenzertifizierung.

4. Schutzkonzept

4.1 Allgemeine Anforderungen

Sämtliche Komponenten des Netzschutzes müssen die „Anforderungen an digitale Schutzeinrichtungen“ (FNN) erfüllen. Der Anschluss von Erzeugungsanlagen im Mittelspannungsnetz erfolgt, abhängig von netztechnischen Gegebenheiten, entweder über Leistungsschalter oder eine Lastschalter-Sicherungskombination.

4.2 Messsensoren für Schutzzwecke

Die Beschaffung und Bereitstellung geeigneter Messsensoren obliegt dem Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber.

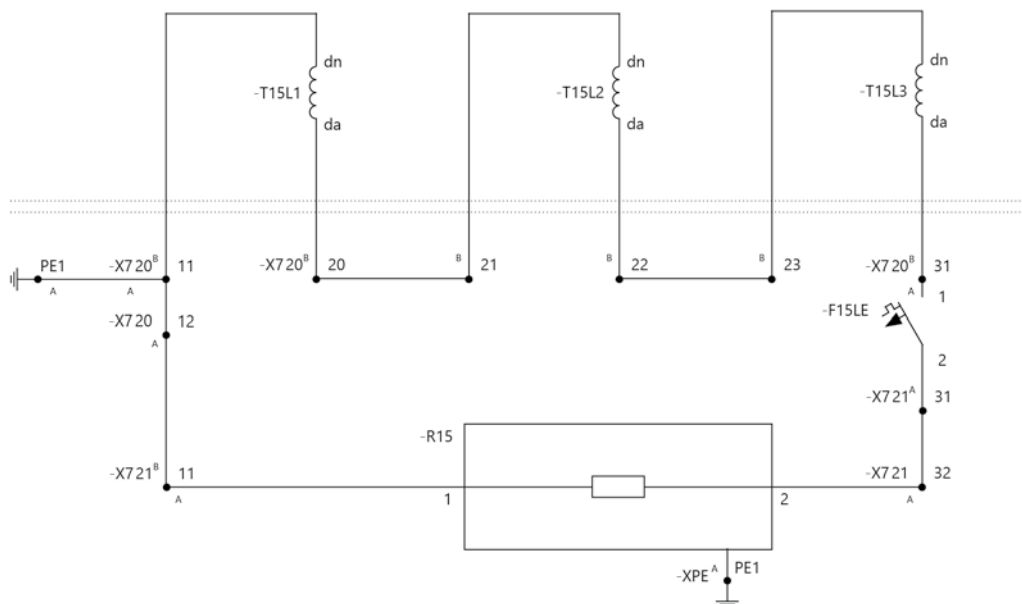
4.2.1 Stromwandler

Der sekundärseitige Nennstrom beträgt 1 A (Verrechnungsmessung 5 A). Stromwandlerkerne für Schutzzwecke müssen auf die Genauigkeitsklasse 5P und den Genauigkeits-Grenzfaktor von 10 bis 20 ausgelegt werden. Die Nennleistungen sind entsprechend den Summen aller Bürden anzupassen. Bei der Einbau-richtung ist zu beachten, dass der Anschluss P1 (K) zur Sammelschiene zeigt. Sekundärseitig ist zum Schutzobjekt hin Anschluss S2 (I) zu erten.

4.2.2 Spannungswandler

Die sekundärseitige Spannung beträgt 100 V AC. Die Wicklung für Schutzzwecke darf die Genauigkeitsklasse von 1 nicht überschreiten. Die Erdschlusshilfswicklung da (e) - dn (n) muss auf die Genauigkeitsklasse 6P ausgelegt werden, ein Dämpfungswiderstand ist anzuschließen. Die Abbildung 5 verdeutlicht die Verschaltung. Zur Absicherung ist mindestens ein einpoliger Leitungsschutzschalter vorzusehen. Die Erdschlusshilfswicklung muss mit einem Widerstand 25Ω , 6 A, 500 VA bedämpft werden, um Kippschwingungen zu verhindern. Die Sekundärverdrahtung der Spannungswandler bis zum Spannungswandlerrauto-mat muss mit einer NSGAFöu-Leitung (Mindestquerschnitt $2,5 \text{ mm}^2$) realisiert werden. Alternativ ist, unter Einhaltung der System-Klassengenauigkeit von 1 %, auch der Einsatz von ohmschen Kleinsignalwandlern in Verbindung mit einem Spannungsverstärker (Ausgang $3 \times 100 \text{ V AC} + 3U_0$) möglich.

Abbildung 5: Beschaltungsbeispiel Sammelschienen-Spannungswandler



4.3 Kurzschlusschutz

Für Erzeugungsanlagen mit Anschluss über einen Leistungsschalter ist als Kurzschlusschutz mindestens ein Überstromzeitschutz vorzusehen. Die Einstellwerte für den Kurzschlusschutz werden vom Netzbetreiber vorgegeben. Der Überstromzeitschutz muss mindestens zwei separat einstellbare, dreipolige Leiterstromanregungen aufweisen sowie mit einer Nullstromanregung ausgestattet sein. Die Schutzfunktion Inrush-Stabilisierung wird gefordert, die entsprechende Zeitdauer ist über das Datenblatt des eingesetzten Maschinentransformators zu ermitteln.

Der Kurzschlusschutz von Erzeugungsanlagen mit Anschluss über eine Lastschalter-Sicherungs-Kombination erfolgt durch eine Sicherung.

Zur Detektierung des Fehlerortes ist eine Kurzschlussrichtungsanzeige erforderlich. Diese kann mittels Schutzrelais (z.B. Einsatz eines gerichteten Überstromzeitschutzes zur Richtungsanzeige, jedoch ungerichtet wirkend) bzw. eines Kurzschlussrichtungsanzeigers realisiert werden. Die Meldung „Fehler vorwärts“ (Datenpunkt Nr. 42) ist vorwärts, in Richtung Erzeugungsanlage, zu übertragen. Bei Einsatz eines Kurzschlussrichtungsanzeigers ist für den Anreghostrom eine Einstellung in Höhe des zweifachen Betriebsstromes, je nach Transformatorgröße, vorzunehmen. Bei Einsatz eines Überstromzeitschutzes sind hierfür die Funktionen SAU I_{vorwärts} und SAU I_{vorwärts} mit einem logischen ODER-Glied zu verknüpfen und entsprechend als Meldung „Fehler vorwärts“ fernzumelden.

Bei Erzeugungsanlagen mit Direktanschluss an das Umspannwerk muss zwischen der Schaltzelle im Umspannwerk des Netzbetreibers und dem Verknüpfungspunkt (anschlussnehmereigene Übergabe-Station im Nahbereich des Umspannwerkes, Entfernung ca. 50 m) ein Steuerkabel vorhanden sein.

Vorzugsweise ist ein Kombikabel mit Kupfer- und Lichtwellenleiter, mindestens jedoch ein Steuerkabel vom Typ NYCY 4 x 2,5 mm² zu verwenden. Die Verlegung erfolgt durch den Netzbetreiber. Das Auflegen in der anschlussnehmereigenen Übergabestation erfolgt durch den Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber. Die verwendeten Adern sind beidseitig zu kennzeichnen und dem Netzbetreiber mitzuteilen. Weiterhin muss vom verwendeten Schutzrelais (anschlussnehmereigene Übergabestation) ein potenzialfreier Kontakt „Schutzanregung vorwärts“ (Richtung Erzeugungsanlage) über das Steuerkabel dem Netzbetreiber zur Verfügung gestellt werden, um ggf. eine rückwärtige Verriegelung aufbauen zu können.

Für Schutzprüfungen sind genormte und einheitlich beschaltete Prüfsteckleisten gemäß „Prüfstecksysteme für Schutzeinrichtungen“ (VDE Bezirksverein Dresden) vorzusehen. Für einen (gerichteten) Überstromschutz inkl. Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz und Entkupplungsschutz ist eine Anschaltung nach Variante H19/2 zu realisieren.

Die Absicherung der Messwandler erfolgt am ersten Klemmenpunkt. Der Einbauort der Messwandler ist dem Dokument des Netzbetreibers „Ergänzende Bedingungen zur technischen Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz des BDEW“ zu entnehmen.

Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, zukünftig weitere Schutztechnik oder Schutzfunktionen zu fordern.

4.4 Übergeordneter Entkupplungsschutz (Erzeugungsanlage)

Entkupplungsschutzeinrichtungen sind am Übergabepunkt (übergeordnet) und an den Erzeugungseinheiten (untergeordnet) zu installieren. Die nachfolgend aufgeführten Einstellvorgaben sind generell anzuwenden. Es handelt sich um die am Schutzgerät einzustellenden Werte. Die Eigenzeiten der Schutzgeräte und Schalteinrichtungen sind hierbei bereits berücksichtigt. Sollte ein Datenabfragebogen gemäß FGW TR8, Anhang C, Teil B notwendig sein, so sind die darin genannten Einstellwerte zu verwenden.

Die Entkupplungsschutzeinrichtung wirkt auf den Übergabeleistungsschalter oder auf den generatorseitigen Leistungsschalter/Kuppelschalter.

Bei Erzeugungsanlagen bis 1.000 kVA dürfen die zu überwachenden Parameter auch unterspannungsseitig vom verwendeten Leistungstransformator erfasst werden.

Bei Anschlussanlagen mit Allgemeinbedarf und/oder niederspannungsseitiger Abrechnungsmessungen, ist die Anordnung des auszulösenden Leistungsschalters so zu wählen, dass bei einer Schutzauslösung weder die Messeinrichtungen noch der Bezug spannungsfrei geschaltet werden.

Tabelle 2: Einstellwertvorgaben Entkupplungsschutz am Verknüpfungspunkt

Schutzfunktion		Einstellwert	Ansprechverzögerung	Einstellwert
Spannungssteigerungsschutz (1. Stufe)	U _{>}	1,1 U _n	t _{U_{>}}	60 s
Spannungssteigerungsschutz (2. Stufe)	U _»	1,15 U _n	t _{U_»}	≤ 0,1 s
Spannungsrückgangsschutz	U _{<}	0,8 U _n	t _{U_{<}}	2,7 s
Frequenzsteigerungsschutz	f _{>}	51,5 Hz	t _{f_{>}}	≤ 0,1 s
Frequenzrückgangsschutz	f _{<}	47,5 Hz	t _{f_{<}}	≤ 0,1 s

Der Spannungsrückgangsschutz kann mit einem Kriterium Mindeststrom im digitalen Schutzrelais verknüpft werden, um die Auslösung des mittelspannungsseitigen Leistungsschalters, bei Ausfall der vorgelagerten Netzspannung, zu blockieren. Die Schutzfunktion ist dann nur im Falle einer Einspeisung der angeschlossenen Erzeugungsanlage aktiv. Dabei ist ein Einstellwert in Höhe von 4 % des sekundären Wandlerbemessungsstroms zu parametrieren.

4.5 Untergeordneter Entkupplungsschutz (Erzeugungseinheit)

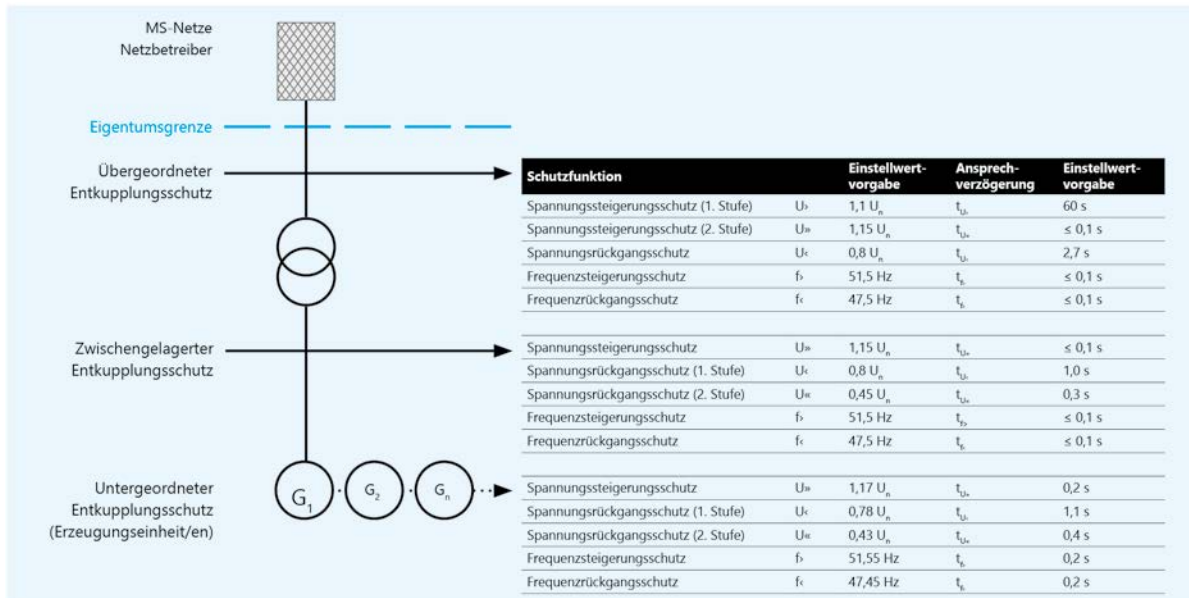
Die Entkupplungsschutzeinrichtungen der Erzeugungseinheiten sind auf der Ober- oder Unterspannungsseite des Maschinentransformators anzuschließen. Als Grundparametrierung sind Einstellwerte gemäß „BDEW-Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ zu realisieren, sofern projektspezifisch durch den Netzbetreiber keine anderen Werte vorgegeben werden. Für Erzeugungsanlagen mit UW-Direktanschluss (Netzebene 4) ist hierfür die Tabelle 3.2.3.3-2, Seite 41 inklusive Anmerkung, für Erzeugungsanlagen mit Anschluss an das Mittelspannungsnetz (Netzebene 5) Tabelle 3.2.3.4-1, Seite 44 inklusive Anmerkungen zu verwenden.

4.5.1 Zwischengelagerter Entkupplungsschutz

Bei PV-Anlagen kann die Vorlage der Schutzprüfprotokolle für den Schutz an den einzelnen Erzeugungseinheiten entfallen, wenn auf der Niederspannungsseite des zugehörigen Maschinentransformators ein zusätzlicher Entkupplungsschutz vorgesehen ist („zwischengelagerter Entkupplungsschutz“ - unabhängig vom übergeordneten Entkupplungsschutz).

Der übergeordnete Entkopplungsschutz ist weiterhin nach Tabelle 2 zu parametrieren. Die Schutzfunktionen der einzelnen Erzeugungseinheiten dürfen nicht vor dem „zwischenlagerten Entkopplungsschutz“ auslösen (vgl. BDEW-MSR 2008 4. Ergänzung; Punkt 2.4). Demnach ist, bei Einsatz eines „zwischenlagerten Entkopplungsschutz“, dieser, nach BDEW-MSR 2008, Tabelle 3.2.3.4-1 zu parametrieren und zu prüfen. Weiterhin gibt der Netzbetreiber, unter Berücksichtigung der o.g. Prämisse, entsprechende Einstellwertempfehlungen für die einzelnen Erzeugungseinheiten (untergeordneter Entkopplungsschutz) vor. Bei zertifizierungspflichtigen Erzeugungsanlagen sind grundsätzlich die im Anlagenzertifikat aufgeführten Einstellvorgaben zu verwenden.

Abbildung 6: Schutzkonzept bei Einsatz „zwischenlagerten Entkopplungsschutz“ inklusive Einstellvorschlag für untergeordneten Entkopplungsschutz



Die Eigenschutzeinstellungen dürfen weder die geforderten Spannungssteigerungsschutzeinstellungen, noch die geforderte LVRT-Grenzkurve unterlaufen.

4.6 Systemschutz (Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz)

Die Realisierung eines Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutzes (Q-U-Schutz) ist ab einer kumulierten Nennscheinleistung aller Erzeugungseinheiten $S > 1.000 \text{ kVA}$ zwingend erforderlich. Zur Umsetzung der Schutzfunktion ist eine Blindleistungskennlinie oder konstante Blindleistungsüberwachung zulässig. Das eingesetzte Schutzgerät muss die Anforderungen gemäß Lastenheft Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz (FNN) erfüllen. Die Ausführungen, Einstellwerte (Spalte Standard) in Tabelle 2-1 und ergänzenden Festlegungen sind verbindlich anzuwenden. Davon abweichend ist die Zeitstufe für Wiederschaltung der Erzeugungseinheiten t_{IFG} mit einem Einstellwert von 5 min zu versehen.

Der Einstellwert zum Freigabestrom kann bei ungünstigen Stromwandlerverhältnissen ($I_{\min Q-U} > 15 \% S_A$) im Einstellbereich gemäß Lastenheft angepasst werden. Nach Abschaltung durch den Systemschutz ist eine Wiederschaltung nur zulässig, wenn die Netzspannung $U > 0,95 U_n$ beträgt und die Netzfrequenz zwischen 47,5 Hz und 50,05 Hz liegt.

Die Auslösung erfolgt einstufig, nach Ablauf einer Verzögerungszeit $t_1 = 0,5 \text{ s}$. Eine zweistufige Auslösung ist nicht vorgesehen, kann jedoch in Abstimmung mit dem Netzbetreiber realisiert werden. Die Schutzeinstellungen inklusive Prüfprotokolle sind dem Netzbetreiber unaufgefordert zu übermitteln.

5. Hilfsenergie und Eigenbedarf

5.1 Netzunabhängige Hilfsenergieversorgung

Die Übergabestation muss über eine netzseitige Eigenbedarfsversorgung verfügen. Da die Funktion der Schutzeinrichtungen sowie die Auslösung der Schaltgeräte eine Hilfsspannung erfordern, muss zudem eine von der Netzspannung unabhängige Hilfsenergieversorgung (z. B. Batterie) vorhanden sein. Die Kapazität der Hilfsenergieversorgung ist so zu bemessen, dass die Anschlussanlage bei fehlender Netzspannung mit allen Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen inklusive Zähl- und Messeinrichtung mindestens acht Stunden lang betrieben werden kann. Dazu zählen sämtliche Komponenten der Fernwirkkopplung inklusive vorgelagerter Kommunikationstechnik und VPN-Router. Die Verwendung von Messwertumformern ohne Hilfsenergieversorgung ist nicht zulässig. Es wird empfohlen, bei der Dimensionierung der Batteriekapazität auch eintägige Instandhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Hierbei ist der maximale Leistungsbedarf gemäß Herstellerangaben zu berücksichtigen.

Der Betrieb ohne funktionstüchtige Hilfsenergieversorgung ist unzulässig. Ein Verbleib der Erzeugungsanlage im Netzparallelbetrieb mit dem Netz der allgemeinen Versorgung ist in diesem Fall ebenfalls unzulässig und mit entsprechenden Maßnahmen (z. B. Einbau eines Unterspannungsauslösers) sicherzustellen.

Der Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber ist für die Überwachung des Eigenbedarfes und der Hilfsenergieversorgung verantwortlich. Die Funktionsfähigkeit der Hilfsenergieversorgung ist durch entsprechende Maßnahmen dauerhaft zu sichern sowie nach geltenden Normen nachzuweisen und in einem Prüfprotokoll zu dokumentieren. Die Gleichspannungsverteilung ist derart auszulegen, dass Kurzschlüsse an jeder Stelle der Anlage in höchstens 30 ms abgeschaltet werden.

5.2 AC-Eigenbedarf

Bei Ausfall der AC-Einspeisung ist die Wiederversorgung innerhalb von fünf Stunden sicherzustellen. Es wird empfohlen, Einrichtungen für den Anschluss eines Notstromaggregates vorzusehen, um eine Schädigung der Batterie bei längeren Spannungsunterbrechungen zu verhindern und um bei längerer Spannungslosigkeit der Station eine Wiederinbetriebnahme vornehmen zu können.

Bei dem Einsatz von Eigenbedarfstransformatoren bzw. Eigenbedarfswandlern wird vom Netzbetreiber ein zusätzliches Schaltfeld gefordert. Die Verwendung eines bereits belegten Mittelspannungsabgangs (unterklemmen) ist unzulässig. Alternativ besteht die Möglichkeit, Eigenbedarfstransformatoren in dafür vorgesehene Messfelder zu integrieren. Für den Schutz der Eigenbedarfstransformatoren ist eine Sicherung auf der Unterspannungsseite gemäß der Größe des Eigenbedarfstransformators vorzusehen. Aufgrund der begrenzten sekundären Leistung der Eigenbedarfstransformatoren ist darauf zu achten, dass diese nicht überlastet werden. Die Spannungsversorgung von Verbrauchern mit einer Leistungsaufnahme, die zur Überlastung der Eigenbedarfstransformatoren führt, z. B. Heizgeräte, ist unzulässig. Primärseitig ist der Transformator vorzugsweise zwischen die Außenleiter L1 und L3 anzuschließen.

5.3 Stromkreisbildung

Für die Absicherung der DC-Stromkreise sind generell zweipolige Leitungsschutzschalter mit Meldekontakt zu verwenden. Bei Sicherungen von Motorantrieben sind die Herstellerangaben zu beachten. Für die Absicherung der Spannungswandlerkreise werden dreipolige Leitungsschutzschalter mit Meldekontakten eingesetzt. Der Erdschlusshilfswicklung wird ein einpoliger Leitungsschutzschalter mit Meldekontakt nachgeschaltet. Die Auslösung sämtlicher Sicherungsautomaten ist zu überwachen.

Tabelle 3: Stromkreisbildung Sekundäreinrichtungen

Betriebsmittelkennzeichnung	Absicherung	Stromkreisbezeichnung	Betriebsmittel/Bezeichnung
-F100	laut Hersteller	1/11L±	Motoraufzug Leistungsschalter
-F101	laut Hersteller	1/12L±	Motorantrieb, Dreistellungsschalter/Trennschalter
-F152	C 6A		Heizung
-F200	C 3A	1/1L±	Steuerung Leistungsschalter, Steuerung Dreistellungsschalter, Meldespannung
-F301F	C 3A	1/4L±	Integrierte Distanzschutz- und Steuereinheit
-F312F	C 3A	1/4L±	Integrierte Überstromschutz- und Steuereinheit
-F5F	B 3A	021L1-3	Wandlerspannung für integrierte Schutz- und Steuereinheit
-F5N	B 3A	022L1-3	Sollspannung für Messung
-F5LE	B 6A	027L1	U ₀ -Spannung für unselektive Erdschlusserfassung

6. Dokumentation/Betriebsmittelkennzeichnung

Die Schaltungsunterlagen sind auf Vollständigkeit und Richtigkeit zu prüfen und dem Netzbetreiber unaufgefordert bereitzustellen. Es ist ein einheitliches Kennzeichnungssystem anzuwenden. Grundsätzlich erhält jedes Gerät, Kabel, Bauelement und die Anlage selbst eine eindeutige, unverwechselbare und sich im Schaltungshandbuch wiederfindende Kennzeichnung. Diese muss gut sicht- und lesbar angebracht werden.

Bei in Schranktüren oder Schwenkrahmen eingelassenen Bauteilen wie Schalter, Taster oder Einbaumessgeräten ist die Beschriftung auf der Türvorderseite und deren Rückseite anzubringen. Bei Geräten mit Steckfassung müssen die Betriebsmittelkennzeichnungen sowohl auf dem Sockel als auch auf dem Gerät selbst angebracht werden. Elektrische Betriebsmittel werden mit Vorzeichen, Kennbuchstabe und Zählnummer am Gerät und in den Schaltungsunterlagen gekennzeichnet.

Wenn eine eindeutige Kennzeichnung durch die Art und Zählernummer nicht möglich ist, wird die Bezeichnung der Funktion benutzt.

Tabelle 4: Betriebsmittelkennzeichen nach Funktion

Funktion	Betriebsmittelkennzeichen
A Aus	-K0A Hilfsrelais LS-AUS
E Ein	-K0E Hilfsrelais LS-EIN
L Leiterkennzeichen	-U5L13 MW-Umformer U13

In Anhang D und (13) sind weitere festgelegte Betriebsmittelkennzeichnungen dargestellt. Diese Empfehlungen sind als Hilfestellung für den strukturierten und nachvollziehbaren Aufbau des Schaltungshandbuchs zu verstehen.

7. Gesetze, Normen und Richtlinien

- 1) Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG)
- 2) Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)
- 3) Verordnung zu Systemdienstleistungen durch Windenergieanlagen (SDLWindV)
- 4) Technische Anschlussbedingungen (TAB) des Netzbetreibers
- 5) FNN-Anwendungsregeln (VDE-AR-N 4400 Messwesen Strom u. a.)
- 6) FNN-Hinweis – Anforderungen an digitale Schutzeinrichtungen
- 7) EEG-Erzeugungsanlagen am Hoch- und Höchstspannungsnetz – Leitfaden für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien an das Hoch- und Höchstspannungsnetz in Ergänzung zu den Netz-Codes
- 8) BDEW-Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz und deren Ergänzungen (MS-Richtlinie)
- 9) FGW TR8 – Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz
- 10) DIN VDE 0105-100 – Betrieb von elektrischen Anlagen
- 11) DIN VDE 0101 – Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
- 12) Technische Spezifikation – Prüfstecksysteme für Schutzeinrichtungen (VDE BV Dresden)
- 13) Schossig, W.; Schossig, T.: Netzschutztechnik. EW Medien und Kongresse GmbH, Frankfurt a. M./VDE Verlag, Berlin, 5. Auflage 2016

8. Abkürzungsverzeichnis

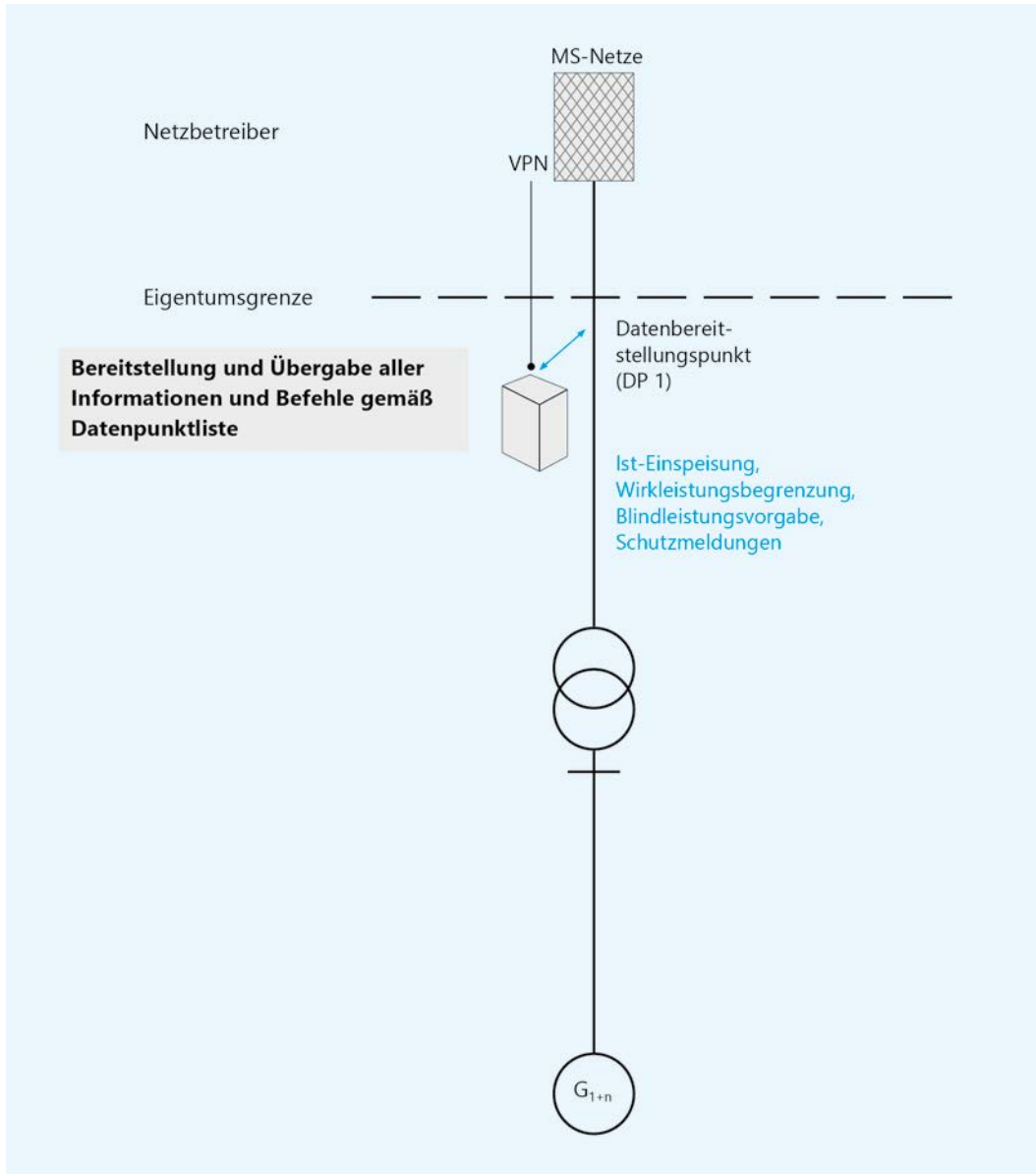
BF	Befehl
DP	Datenbereitstellungspunkt
ED	Erdschluss
HS	Hochspannung
IEC	International Electrotechnical Commission
IP	Internet Protocol
IPsec	Internet Protocol Security
KS	Kurzschluss
LS	Leistungsschalter
LVRT	Low-Voltage-Ride-Through-Modus
MS	Mittelspannung
NAT	Network Address Translation
NE	Netzebene
NS	Niederspannung
NTP	Network Time Protocol
P	Wirkleistung
Q	Blindleistung
QU	Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz (Q→&U<)
RM	Rückmeldung
S	Scheinleistung
SAN	Schutzanregung
SAU	Schutzauslösung
TCP	Transmission Control Protocol
TK	Typkennung
UDP	User Datagram Protocol
UW	Umspannwerk
VPN	Virtual Private Network

Anhang A

Eine Erzeugungsanlage ($S \geq 100 \text{ kVA}$) ohne Verbraucher, ein Energieträger

z. B. Wind- oder Solarpark

Anmerkung: Die aufgeführte Grafik dient der vereinfachten Darstellung der Datenbereitstellung.



Informationsumfang und Adressierung

Nr.	Bereitstellung	Datenpunkt	Zustand		Einheit	Tk	IOA1 low	IOA2 middle	IOA3 high
			high	low					
1	Pflicht ¹⁾	Leistungsschalter Q0	RM_EIN	RM_AUS		31	1	10	0
2	optional	Einspeisung 100 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	80
3	optional	Einspeisung 60 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	81
4	optional	Einspeisung 30 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	82
5	optional	Einspeisung 0 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	83
10	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	86
11	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	87
12	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	88
13	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	89
14	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 1	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	90
15	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	91
16	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	92
17	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	93
18	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	94
19	Pflicht ab 1.000 kVA	Kennlinie	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	95
20	optional	Einspeisung 100 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	80
21	optional	Einspeisung 60 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	81
22	optional	Einspeisung 30 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	82
23	optional	Einspeisung 0 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	83
28	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	86
29	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	87
30	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	88
31	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	89
32	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 1	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	90
33	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	91
34	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	92
35	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	93
36	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	94
37	Pflicht ab 1.000 kVA	Kennlinie	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	95
38	Pflicht ab 1.000 kVA	Schutzanregung	KOM	GEH		30	199	51	0
39	Pflicht ab 1.000 kVA	Schutzauslösung QU	KOM	GEH		30	199	52	14
40	Pflicht ab 1.000 kVA	Erdschluss vorwärts	KOM	GEH		30	199	53	0
41	Pflicht ab 1.000 kVA	Fehler rückwärts	KOM	GEH		30	199	70	15
42	Pflicht ab 1.000 kVA	Fehler vorwärts	KOM	GEH		30	199	70	27
43	Pflicht	Strom L1 (DP1)			A	36	1	240	10
44	Pflicht	Strom L2 (DP1)			A	36	1	240	11
45	Pflicht	Strom L3 (DP1)			A	36	1	240	12
46	Pflicht	Spannung L13 (DP1)			kV	36	1	240	2
47	Pflicht	Spannung L1E (DP1)			kV	36	1	240	3
48	Pflicht	Spannung L2E (DP1)			kV	36	1	240	4
49	Pflicht	Spannung L3E (DP1)			kV	36	1	240	5
50	Pflicht	Wirkleistung (DP1)			kW	36	1	240	20
51	Pflicht	Blindleistung (DP1)			kvar	36	1	240	21
60	Pflicht bei NE4 ²⁾	Blindleistungssollwert			kvar	50	1	20	21
61	Pflicht bei NE4 ²⁾	Blindleistungssollwert Rückmeldung			kvar	36	1	240	66
62	Pflicht bei NE4 ²⁾	betriebsbereite inst. Wirkleistung			%	36	1	240	63
63	Pflicht bei NE4 ²⁾	verfügbare Wirkleistung			kW	36	1	240	64
64	Pflicht	Einspeisung Wirkleistungsbegrenzung			%	50	190	20	20
65	Pflicht	Einspeisung Wirkleistungsbegrenzung Rückmeldung			%	36	190	240	65

1) Sofern ein mittelspannungsseitiger Leistungsschalter vorhanden ist

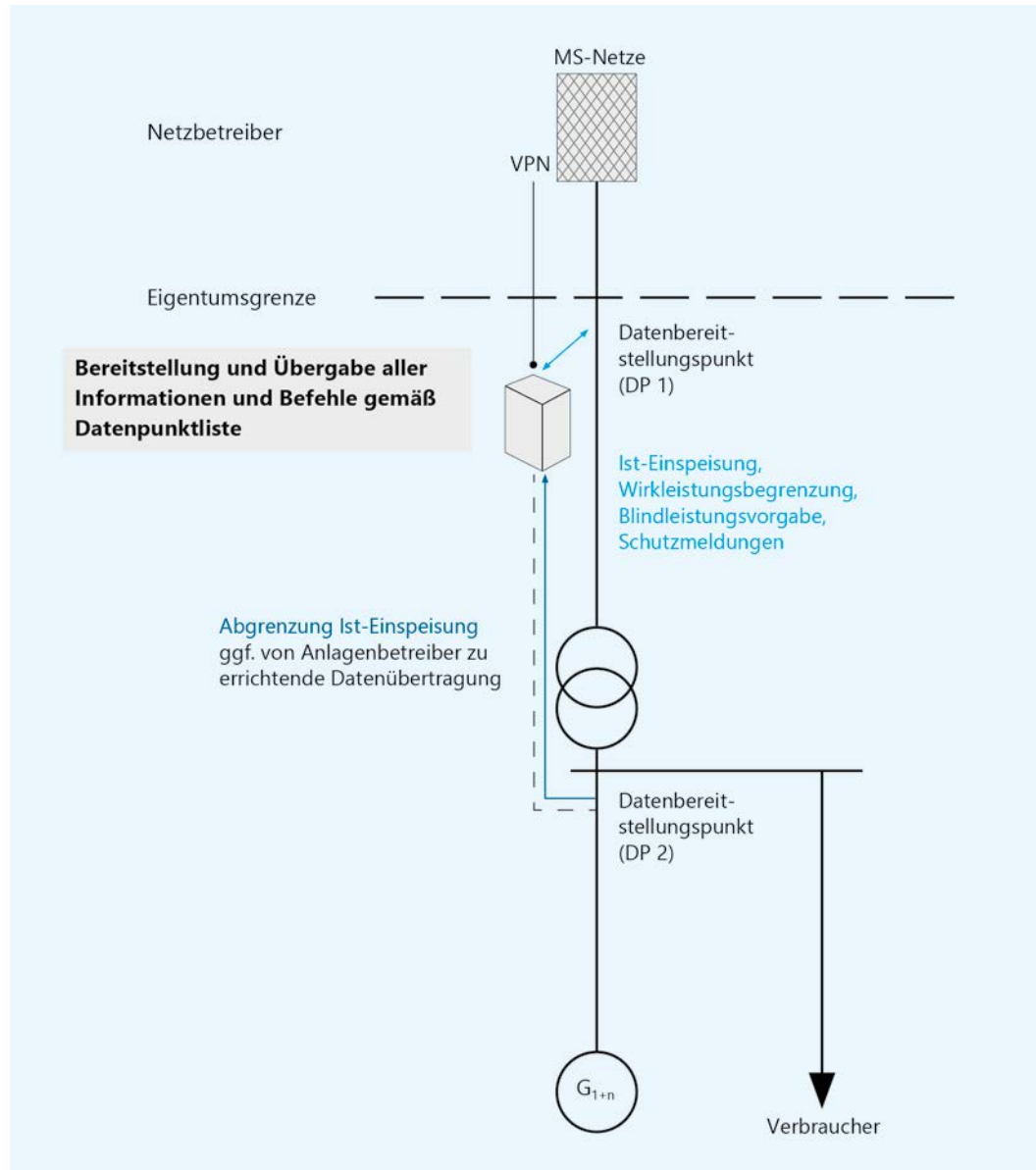
2) UW-Direktanschluss (Netzebene 4), die Fernwirkbefehle 10 bis 19 und deren Rückmeldungen 28 bis 37 entfallen

Anhang B

Eine Erzeugungsanlage ($S \geq 100 \text{ kVA}$) mit Verbraucher, ein Energieträger

z. B. Mittelspannungsverbraucher mit PV-Anlage

Anmerkung: Die aufgeführte Grafik dient der vereinfachten Darstellung der Datenbereitstellung.



Informationsumfang und Adressierung

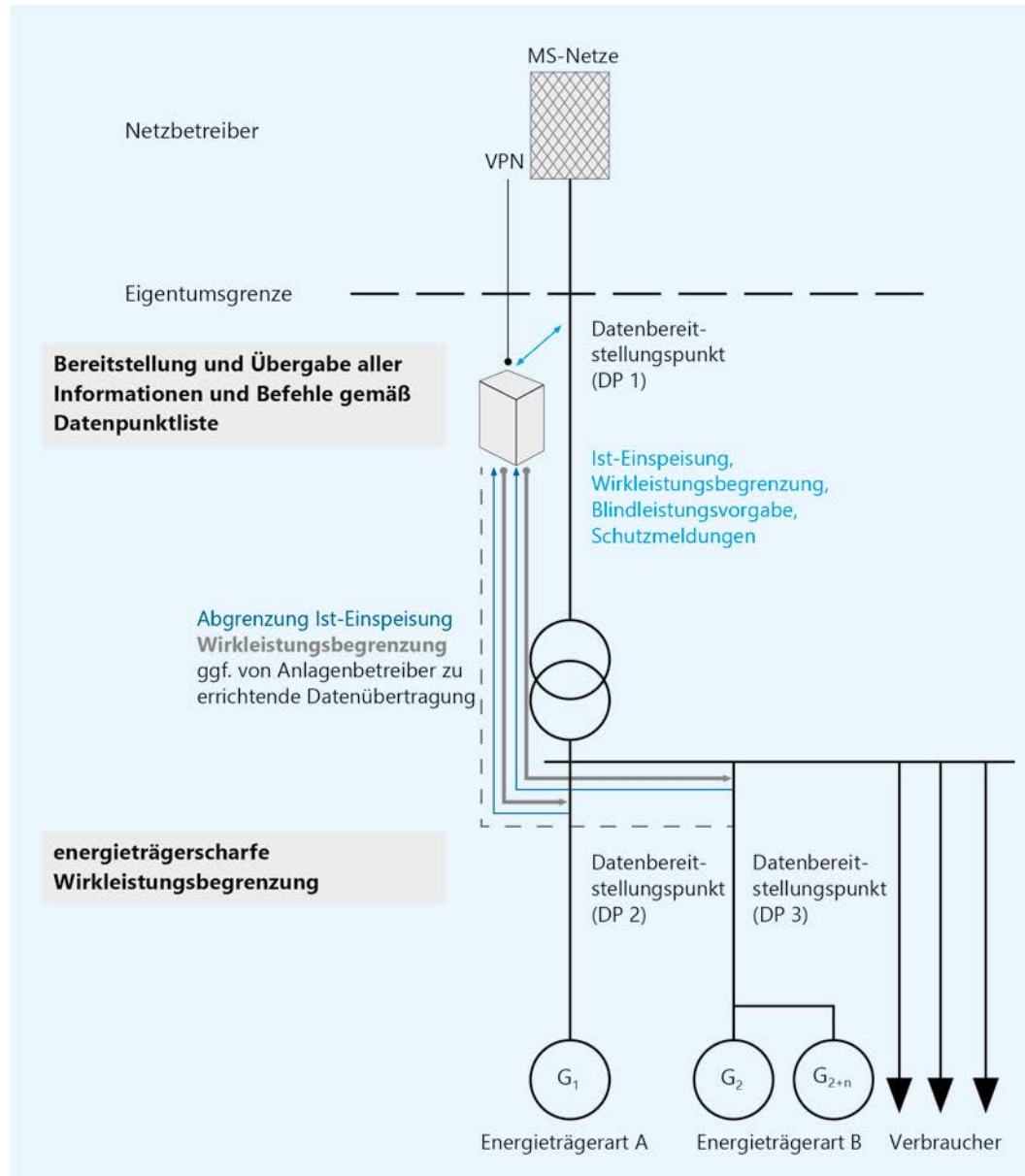
Nr.	Bereitstellung	Datenpunkt	Zustand		Einheit	Tk	IOA1 low	IOA2 middle	IOA3 high
			high	low					
1	Pflicht ³⁾	Leistungsschalter Q0	RM_EIN	RM_AUS		31	1	10	0
2	optional	Einspeisung 100 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	80
3	optional	Einspeisung 60 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	81
4	optional	Einspeisung 30 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	82
5	optional	Einspeisung 0 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	83
10	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,950 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	86
11	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,970 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	87
12	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	88
13	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	89
14	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 1	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	90
15	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	91
16	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	92
17	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,970 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	93
18	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,950 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	94
19	Pflicht ab 1.000 kVA	Kennlinie	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	95
20	optional	Einspeisung 100 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	80
21	optional	Einspeisung 60 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	81
22	optional	Einspeisung 30 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	82
23	optional	Einspeisung 0 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	83
28	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	86
29	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	87
30	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	88
31	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	89
32	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 1	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	90
33	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	91
34	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	92
35	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	93
36	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	94
37	Pflicht ab 1.000 kVA	Kennlinie	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	95
38	Pflicht ab 1.000 kVA	Schutzanregung	KOM	GEH		30	199	51	0
39	Pflicht ab 1.000 kVA	Schutzauslösung QU	KOM	GEH		30	199	52	14
40	Pflicht ab 1.000 kVA	Erdschluss vorwärts	KOM	GEH		30	199	53	0
41	Pflicht ab 1.000 kVA	Fehler rückwärts	KOM	GEH		30	199	70	15
42	Pflicht ab 1.000 kVA	Fehler vorwärts	KOM	GEH		30	199	70	27
43	Pflicht	Strom L1 (DP1)			A	36	1	240	10
44	Pflicht	Strom L2 (DP1)			A	36	1	240	11
45	Pflicht	Strom L3 (DP1)			A	36	1	240	12
46	Pflicht	Spannung L13 (DP1)			kV	36	1	240	2
47	Pflicht	Spannung L1E (DP1)			kV	36	1	240	3
48	Pflicht	Spannung L2E (DP1)			kV	36	1	240	4
49	Pflicht	Spannung L3E (DP1)			kV	36	1	240	5
50	Pflicht	Wirkleistung (DP1)			kW	36	1	240	20
51	Pflicht	Blindleistung (DP1)			kvar	36	1	240	21
52	Pflicht	Wirkleistung (DP2)			kW	36	190	240	20
53	Pflicht	Blindleistung (DP2)			kvar	36	190	240	21
64	Pflicht	Einspeisung Wirkleistungsbegrenzung			%	50	190	20	20
65	Pflicht	Einspeisung Wirkleistungsbegrenzung Rückmeldung			%	36	190	240	65

Anhang C

Mehrere Erzeugungsanlagen ($S \geq 100 \text{ kVA}$) mit unterschiedlichen Energieträgern mit oder ohne Verbrauch

z. B. Mittelspannungsverbraucher mit PV- und Biogas-Anlage

Anmerkung: Die aufgeführte Grafik dient der vereinfachten Darstellung der Datenbereitstellung.



Informationsumfang und Adressierung

Nr.	Bereitstellung	Betriebsmittel	Zustand		Einheit	Tk	IOA1 low	IOA2 middle	IOA3 high
			high	low					
1	Pflicht ⁴⁾	Leistungsschalter Q0	RM_EIN	RM_AUS		31	1	10	0
2	optional	Einspeisung A 100 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	80
3	optional	Einspeisung A 60 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	81
4	optional	Einspeisung A 30 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	82
5	optional	Einspeisung A 0 %	BF_EIN	BF_AUS		45	190	20	83
6	optional	Einspeisung B 100 %	BF_EIN	BF_AUS		45	191	20	80
7	optional	Einspeisung B 60 %	BF_EIN	BF_AUS		45	191	20	81
8	optional	Einspeisung B 30 %	BF_EIN	BF_AUS		45	191	20	82
9	optional	Einspeisung B 0 %	BF_EIN	BF_AUS		45	191	20	83
10	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,950 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	86
11	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,970 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	87
12	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	88
13	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 ind	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	89
14	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 1	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	90
15	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	91
16	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	92
17	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,970 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	93
18	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,950 kap	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	94
19	Pflicht ab 1.000 kVA	Kennlinie	BF_EIN	BF_AUS		45	1	20	95
20	optional	Einspeisung A 100 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	80
21	optional	Einspeisung A 60 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	81
22	optional	Einspeisung A 30 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	82
23	optional	Einspeisung A 0 %	RM_EIN	RM_AUS		30	190	30	83
24	optional	Einspeisung B 100 %	RM_EIN	RM_AUS		30	191	30	80
25	optional	Einspeisung B 60 %	RM_EIN	RM_AUS		30	191	30	81
26	optional	Einspeisung B 30 %	RM_EIN	RM_AUS		30	191	30	82
27	optional	Einspeisung B 0 %	RM_EIN	RM_AUS		30	191	30	83
28	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	86
29	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	87
30	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	88
31	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 ind	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	89
32	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 1	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	90
33	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,995 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	91
34	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,985 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	92
35	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,97 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	93
36	Pflicht ab 1.000 kVA	cos φ 0,95 kap	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	94
37	Pflicht ab 1.000 kVA	Kennlinie	RM_EIN	RM_AUS		30	1	30	95
38	Pflicht ab 1.000 kVA	Schutzanregung	KOM	GEH		30	199	51	0
39	Pflicht ab 1.000 kVA	Schutzauslösung QU	KOM	GEH		30	199	52	14
40	Pflicht ab 1.000 kVA	Erdschluss vorwärts	KOM	GEH		30	199	53	0
41	Pflicht ab 1.000 kVA	Fehler rückwärts	KOM	GEH		30	199	70	15
42	Pflicht ab 1.000 kVA	Fehler vorwärts	KOM	GEH		30	199	70	27
43	Pflicht	Strom L1 (DP1)			A	36	1	240	10
44	Pflicht	Strom L2 (DP1)			A	36	1	240	11
45	Pflicht	Strom L3 (DP1)			A	36	1	240	12
46	Pflicht	Spannung L13 (DP1)			kV	36	1	240	2
47	Pflicht	Spannung L1E (DP1)			kV	36	1	240	3
48	Pflicht	Spannung L2E (DP1)			kV	36	1	240	4
49	Pflicht	Spannung L3E (DP1)			kV	36	1	240	5
50	Pflicht	Wirkleistung (DP1)			kW	36	1	240	20
51	Pflicht	Blindleistung (DP1)			kvar	36	1	240	21
52	Pflicht	Wirkleistung A (DP2)			kW	36	190	240	20
53	Pflicht	Blindleistung A (DP2)			kvar	36	190	240	21
54	Pflicht	Wirkleistung B (DP3)			kW	36	191	240	20
55	Pflicht	Blindleistung B (DP3)			kvar	36	191	240	21
64	Pflicht	Einspeisung A Wirkleistungsbegrenzung			%	50	190	20	20
65	Pflicht	Einspeisung A Wirkleistungsbegrenzung Rückmeldung			%	36	190	240	65
66	Pflicht	Einspeisung B Wirkleistungsbegrenzung			%	50	191	20	20
67	Pflicht	Einspeisung B Wirkleistungsbegrenzung Rückmeldung			%	36	191	240	65

Anhang D

Betriebsmittelkennzeichen für die Planung von Sekundäranlagen

Kennzeichen	Erklärung
-A400	Meldeeinrichtung
-F5F	Spannungswandler-Sicherung für Schutz
-F5LE	Spannungswandler-Sicherung für e-n-Wicklung
-F5N	Spannungswandler-Sicherung für Messung
-F100	Sicherung für LS-Antrieb
-F101	Sicherung für Trennerantrieb
-F200	Sicherung für LS-Steuerung AUS 1
-F201	Sicherung für Trennersteuerung
-F203	Sicherung für Feldleitgerät
-F204	Sicherung für LS-Steuerung AUS 2
-F301	Distanzschutz
-F301A	Integrierte Distanzschutz- und Steuereinheit
-F301F	Sicherung für Distanzschutz
-F302	Erdschlussrichtungsschutz
-F311	Überstromzeitschutz
-F311A	Integrierte Überstromzeitschutz- und Steuereinheit
-F311F	Sicherung für Überstromzeitschutz
-F312	Überstromrichtungszeitschutz
-F312A	Integrierte Überstromrichtungszeitschutz- und Steuereinheit
-F312F	Sicherung für Überstromrichtungszeitschutz
-F331F	Sicherung für Buchholz AUS
-F400	Sicherung Meldespannung
-H400	Leuchtmelder ALARM
-K301A	Zwischenrelais AUS vom Distanzschutz
-K301E	Zwischenrelais EIN vom Distanzschutz
-K311	Zwischenrelais AUS vom Überstromzeitschutz
-P1	Strommesser im Abgang
-P5	Spannungsmesser im Abgang
-P200	Drucküberwachung für Gasräume (nur Anzeiger)
-R5	Kippschwingungsdämpfer im Abgang
-S905	Umschalter ORT/FERN
-U1	Messwertumformer I
-U5	Messwertumformer U
-U5L13	Messwertumformer U_{13}
-U5LE	Messwertumformer U_0
-X100	Klemmenleiste für Eigenbedarf
-X200	Klemmenleiste für Steuerung
-X300	Klemmenleiste für Schutz allg.
-X301	Klemmenleiste für Distanzschutz
-X301P	Prüfsteckleiste für Distanzschutz
-X301E	Prüfsteckleiste für interne Erdschlussrichtung im MS-Distanzschutz
-X302P	Prüfsteckleiste für Erdschlussrichtungsrelais
-X311	Klemmenleiste für Überstromzeitschutz
-X311P	Prüfsteckleiste für Überstromzeitschutz
-X400	Klemmenleiste für Meldung
-X601	Klemmenleiste für Stromwandler 1. Kreis
-X602	Klemmenleiste für Stromwandler 2. Kreis (2. Abgang)
-X610	Klemmenleiste für Kern 1
-X620	Klemmenleiste für Kern 2
-X630	Klemmenleiste für Kern 3
-X640	Klemmenleiste für Kern 4
-X701	Klemmenleiste für Spannungswandler 1. Kreis
-X702	Klemmenleiste für Spannungswandler 2. Kreis (2. Abgang)
-X710	Klemmenleiste für Spannungswandler 1. Messwicklung
-X720	Klemmenleiste für Spannungswandler 2. Mess- oder e-n-Wicklung
-X730	Klemmenleiste für Spannungswandler 3. Mess- oder e-n-Wicklung
-X711	Klemmenleiste für Spannungswandler 1. Kreis nach Sicherung
-X712	Klemmenleiste nach weiterer Sicherung
-X721	Klemmenleiste für Spannungswandler 2. Kreis nach Sicherung
-X731	Klemmenleiste für Spannungswandler 3. Kreis nach Sicherung
-Y1	AUS-Spule 1 am Leistungsschalter
-Y2	AUS-Spule 2 am Leistungsschalter
-Y4	EIN-Spule am Leistungsschalter

Anhang E

Übersicht Anforderungen Netzebene 5

Fernsteuerung/Fernüberwachung		x erforderlich	o optional	- nicht erforderlich
Anforderungsgruppe	Anforderungsart	Summe installierte Nennleistung aller Erzeugungseinheiten je Energieträger		
		P < 100 kW	P ≥ 100 kW	S > 1.000 kVA
Art der Fernsteuerung	Funkrundsteuerung	x	-	-
	Fernwirkankopplung	-	x ⁵⁾	x
	leitungsgebundener Festnetzzugang (i. d. R. DSL)	-	x ⁶⁾	x ⁶⁾
Informationsumfang Fernwirkankopplung	Ist-Einspeisung (P, Q, U, I-Messwerte)	-	x	x
	Schutzmeldungen	-	o	x
Blindleistungsvorgaben	Kennlinie nach VDE-AR N 4105	x	-	-
	cos-φ-(P)-Kennlinie	o	x ⁷⁾	x ⁸⁾
	cos-φ-Vorgabe (9-Stufen)	-	o	x

Schutztechnik		Summe installierte Nennleistung aller Erzeugungseinheiten je Energieträger		
Anforderungsgruppe	Anforderungsart	P ≤ 100 kW P > 100 kW S > 1.000 kVA		
Kurzschlusschutz ⁹⁾	Sicherungs-Lasttrennschalter	x	x	- ¹⁰⁾
	Leistungsschalter mit UMZ	o	o	x ¹⁰⁾
Entkuppelungsschutz (EKS)	übergeordneter EKS ¹¹⁾	o	x	x
	untergeordneter EKS ¹²⁾	o	x	x
	erweitertes Schutzkonzept ¹³⁾	-	o	x
	nach VDE-AR-N 4105	x	-	-

5) Photovoltaik: Generatorleistung (Leistung Solarmodule) ≥ 100 kWp

6) Bei Nachweis Nichtverfügbarkeit durch regionalen Festnetzanbieter paketvermittelter Mobilfunk (GPRS, UMTS, LTE) zulässig

7) Verknüpfungspunkt, optional Generatorklemme

8) Verknüpfungspunkt

9) Bemessungsleistung = Größe des Leistungstransformators/der Leistungstransformatoren (kumuliert)

10) Ergänzende Bedingungen des Netzbetreibers zur „Technischen Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ des BDEW (TEN TD30) beachten

11) übergeordneter Entkuppelungsschutz: Abgriff der Messdaten U_u, U_s, U_f, f_s, unter-/oberspannungsseitig an der Übergabestelle

12) untergeordneter Entkuppelungsschutz: Überwachung Messdaten U_u, U_s, U_f, f_s, unter-/oberspannungsseitig vom Maschinentransformator

13) Bei Anforderung an dynamische Netzstützung = Überwachung U_u, U_s, U_f, f_s, Q&U_u oberspannungsseitig an der Übergabestelle (Bild 3.2.3.4-2 BDEW 2008)

Anhang F

geeignete VPN-Router

Übertragungstechnologie			Hersteller/Typ
LAN to LAN	DSL	LTE	
x			Lucom XR5i v2E
x			Lucom SmartFlex ERT
x		x	Lucom LR77 v2B
x		x	Lucom LR77 v2F
x		x	Lucom LR77 v2L
x		x	Lucom SmartFlex LTE
x	x		bintec elmeg RS353j
x	x		bintec elmeg RS353jv
x	x		Mulogic RSA-4122
x	x	x	Mulogic RSA-4122W4
x	x		Mulogic RSA-4222
x	x	x	Mulogic RSA-4222W4
x			MC Technologies MC LR
x		x	MC Technologies MC MRL