

		zur TAB-Version 2.0
---	--	---------------------

Anwendungshinweise zur VDE-AR-N 4110 für den Anschluss und Betrieb von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz

zur TAB-Version 2.0 vom 15.06.2026

Zur besseren Lesbarkeit wird eine genderneutrale Sprache verwendet. Die in diesem Dokument verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	6
2	Normative Verweisung	7
4	Allgemeine Grundsätze	8
4.2	Anschlussprozess und anschlussrelevante Unterlagen	8
4.2.1	Allgemeines	8
4.2.4	Bauvorbereitung und Bau	9
4.2.5	Vorbereitung der Inbetriebsetzung der Übergabestation	9
4.4	Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage	10
5	Netzanschluss	11
5.3	Betriebsspannung und minimale Kurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt	11
5.3.1	Allgemein	11
5.3.2	Zulässige Spannungsänderung	11
5.4	Netzrückwirkungen	11
5.4.2	Allgemeines	11
5.4.3	Schnelle Spannungsänderungen	11
5.4.7	Tonfrequenz-Rundsteuerung	12
5.4.9	Vorkehrungen gegen Spannungsabsenkungen und Versorgungsunterbrechungen	13
5.5	Blindleistungsverhalten	13
6	Übergabestation	14
6.1	Baulicher Teil	14
6.1.2	Einzelheiten zur baulichen Ausführung	14
6.2	Elektrischer Teil	14
6.2.2	Schaltanlagen	14
6.2.4	Erdungsanlage	16
6.3	Sekundärtechnik	17
6.3.2	Fernwirk- und Prozessdatenübertragung an die netzführende Stelle	17
6.3.3	Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung	21
6.4	Störschreiber	21
7	Abrechnungsmessung	22
7.4	Messeinrichtung	22
7.5	Messwandler	22
8	Betrieb der Kundenanlage	23
8.1	Allgemeines	23
8.9	Notstromaggregate	23
8.13	Leistungsüberwachung	24
8.13.2	Dauerhafte Drosselung von Erzeugungseinheiten	25
10	Erzeugungsanlagen	26
10.2	Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz	26
10.2.2	Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung	26
10.2.3	Dynamische Netzstützung	29
10.2.4	Wirkleistungsabgabe	29
10.3	Schutzeinrichtungen und Schutzeinstellungen	30
10.3.4	Anschluss der Erzeugungsanlage an die Sammelschiene eines Umspannwerks	30
10.3.5	Anschluss der Erzeugungsanlage im Mittelspannungsnetz	34
11	Nachweis der elektrischen Eigenschaften für Erzeugungsanlagen	37
11.5	Inbetriebsetzungsphase	37
11.5.3	Inbetriebsetzung der gesamten Erzeugungsanlage und Inbetriebsetzungserklärung	37
11.5.4	Konformitätserklärung	37
12	Prototypen-Regelung	38
Anhang A		39
Anhang D		40
Anhang E		58
Anhang G		58
Anhang I		58

Abbildungsverzeichnis

Bild 5.1 Karte des Netzbereichs der ehemaligen KWH-Netz GmbH	12
Bild 5.2 Physikalischer Lastfluss am Netzanschlusspunkt beispielhaft für eine Mischanlage mit $P_{AV,E} \approx 70\%$	
$P_{AV,B}$	13
Bild 6.1 Beispiel: Umbauwandler für Erdschlussschutz (Nullstromwandler)	15
Bild 8.1 Prinzipielle Übersicht der Anforderungen an Erzeugungsanlagen / Speicher mit $P_{AV,E} < \Sigma(P_{E_{max}} + P_{E_{max,red}})$ am Netzanschlusspunkt und/oder bei Erzeugungseinheiten mit einer dauerhaften Drosselung $P_{E_{max,red}} < P_{E_{max}}$	24
Bild 10.1 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 1: Neuer Messpunkt misst nur Bezug, Beispiel a) innerhalb der NSHV und b) über separaten Transformator	28
Bild 10.2 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 2: Addition von Messung 1 und 2	28
Bild 11.1 Prinzipielle Übersicht des Prozesses und der Fristen zur Vorlage der Konformitätserklärung beim Netzbetreiber	38
Bild A.1 Kombination von Typ-1-EZE und Typ-2-EZE an einem gemeinsamen MS/NS-Transformator	39
Bild A.2 Abgrenzung von Erzeugungsanlagen innerhalb einer Kundenanlage	39
Bild D.1 Ergänzung zu Bild D1b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Bezugsanlage – Übergabeschalter als Lasttrennschalter-Sicherungskombination mit Fernwirktechnik und Motorisierung	40
Bild D.2 Ergänzung zu Bild D1c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Bezugsanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter	40
Bild D.3 Ergänzung zu Bild D2 (K)K-LM-TLL des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Bezugsanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter , mehrere kundenseitigen Abgangs- bzw. Transformatorenfelder und kundenseitig betriebenes MS-Netz	41
Bild D.4 Ergänzung zu Bild D3 (K)K-LM-LT des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Erzeugungsanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter , mehrere kundenseitige Transformatorenfelder und zwischengelagerter Entkupplungsschutz	41
Bild D.5 Ergänzung zu Bild D3 (K)K-LM-LT des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Erzeugungsanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter , mehrere kundenseitige Transformatorenfelder und zwischengelagerter Entkupplungsschutz	42
Bild D.6 Ergänzung zu Bild D4a (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{E_{max}} \leq 270 \text{ kW}$ – Übergabeschalter als Lasttrennschalter-Sicherungskombination , ein Transformator	43
Bild D.7 Ergänzung zu Bild D4b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{E_{max}} \leq 500 \text{ kW}$ und $P_{AV,E} \leq 500 \text{ kW}$ – Übergabeschalter als Lasttrennschalter-Sicherungskombination , ein Transformator	43
Bild D.8 Ergänzung zu Bild D4c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7]: MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{E_{max}} > 500 \text{ kW}$ oder $P_{AV,E} > 500 \text{ kW}$ – Übergabeschalter als Leistungsschalter , ein Transformator bzw. grundsätzlicher Aufbau kleiner Mischanlagen	44
Bild D.9 Ergänzung zu Bild D5 (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: spezielle Kundenanlagen (K)K-L-M – Notstromanlage mit Probetrieb parallel zum öffentlichen Netz: MS-Mischanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter, ein Transformator zwei Erzeugungsanlagen, wobei eine als Notstromanlage dient und nur für den monatlich vorgeschriebenen Probetrieb parallel zum Netz gefahren wird	44
Bild D.10 Mischanlage – Beispiel für eine an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage mit Leistungsschalter und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)	45
Bild D.11 Mischanlage – Beispiel für eine an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage mit Lasttrennschalter und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)	46
Bild D.12 Einspeisung – Beispiel einer an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Erzeugungsanlagen mit Leistungsschalter und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)	47

Bild D.13 Einspeisung – Beispiel einer an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Erzeugungsanlage mit Lasttrennschalter und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)	48
Bild D.14 Mischanlage – Beispiel einer an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage mit einer Erzeugungseinheit und automatischer Inselbetriebsmöglichkeit über niederspannungsseitigen Kuppelschalter (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)	49
Bild D.15 Einspeisung – Beispiel einer an ein Umspannwerk mittelspannungsseitig angeschlossenen Erzeugungsanlagen im UW-Schaltfeld mit Leistungsschalter und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit	50
Bild D.16 Einspeisung – Beispiel einer an ein Umspannwerk mittelspannungsseitig angeschlossenen Erzeugungsanlagen mit Übergabestation im Umkreis von 250m um das UW mit Leistungsschalter und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit	51
Bild D.17 Mischanlage – Beispiel einer an ein Umspannwerk mittelspannungsseitig angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage mit Leistungsschalter und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit	52
Bild D.18 Mischanlage – Beispiel einer an eine Schaltstation im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage mit Leistungsschalter und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit	53
Bild D.19 Mischanlage – Beispiel einer an eine Schaltstation im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage mit Lasttrennschalter und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit	54
Bild D.20 Mischanlage – Beispiel einer an eine Schaltstation im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage mit Leistungsschalter und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit	55
Bild D.21 Mischanlage – Beispiel für eine an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage , Leistungsschalter und einer Erzeugungsanlage mit Zertifizierung nach VDE-AR-N 4105 [3] oder Anschluss nach NELEV/EAHV-2024 (Bild 1.1 der Ergänzungen [2]) (ohne Inselbetriebsmöglichkeit, Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) vorbehaltlich anders lautender Hinweise des VDE/FNN	56
Bild D.22 Mischanlage – Beispiel für eine an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit Bezug und Erzeugungsanlage , Lasttrennschalter und einer Erzeugungsanlage mit Zertifizierung nach VDE-AR-N 4105 [3] oder Anschluss nach NELEV/EAHV-2024 (Bild 1.1 der Ergänzungen [2]) (ohne Inselbetriebsmöglichkeit, Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) vorbehaltlich anders lautender Hinweise des VDE/FNN	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anpassungen der Tabelle 1 nach VDE-AR-N 4110 [1] für Anlagen nach VDE-AR-N 4105 [3] und NELEV/EAAV-2024	9
Tabelle 2 Hinweise zu den Mindestanforderung an die Wandler bezogen auf den jeweiligen Einsatzzweck (Basis der I-Wandler: xxx A/ 1A)	15
Tabelle 3 Beispiel für Wandler-Anforderungen für den EZA-Regler bei einem EZA-Zubau in Mischanlagen	16
Tabelle 4 Steuersignale, die über den FRE an den Kunden übermittelt werden	21
Tabelle 5 Erzeugungsanlage (nicht Mischanlage, ohne Inselbetrieb) mit direktem Anschluss an ein Schaltfeld im UW/SST: Schutzfunktionen in der Übergabestation	30
Tabelle 6 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetrieb: Übergeordneter Entkupplungsschutz	31
Tabelle 7 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetrieb: Kurzschluss-/Erdschlussschutz in der MS-Station innerhalb der Kundenanlage an der die Erzeugungsanlage / der Speicher angeschlossen ist	31
Tabelle 8 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetrieb: Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten	32
Tabelle 9 Mischanlage im UW/SST mit Inselbetrieb und automatischen Netztrennung: Übergeordneter Entkupplungsschutz	33
Tabelle 10 Erzeugungsanlage im MS-Netz: Schutzfunktionen in der Übergabestation (ohne Inselbetrieb)	34
Tabelle 11 Erzeugungsanlage im MS-Netz: Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten (ohne Inselbetrieb)	35
Tabelle 12 Erzeugungsanlage im MS-Netz mit Inselbetrieb und automatischen Netztrennung: Schutzeinstellungen in der Übergabestation	36

	Anwendungshinweise zur VDE-AR-N 4110	zur TAB-Version 2.0	
		Seite/von	6/ 58

1 Anwendungsbereich

Bei diesem Dokument handelt es sich ausdrücklich nicht um Anforderungen gemäß § 19 EnWG, sondern um informative zusätzliche Anwendungshinweise zur praktischen Umsetzung der VDE-AR-N 4110 [1] und der Ergänzungen des Netzbetreibers dazu.

Die hier vorliegenden Anwendungshinweise beziehen sich auf die Ergänzungen zur VDE-AR-N 4110 [1] vom 15. Juni 2026 der Energieversorgung Gemünden GmbH.

Mit Einführung der nächsten Version der Ergänzungen zur VDE-AR-N 4110 [1] des Netzbetreibers wird eine neue Richtlinie für die fernwirktechnische Anbindung eingeführt. Dies erfolgt voraussichtlich Mitte Dezember 2026. Informationen hierzu finden sich im Abschnitt 6.3.2 dieser Anwendungshinweise.

	Anwendungshinweise zur VDE-AR-N 4110	zur TAB-Version 2.0
		Seite/von 7/ 58

2 Normative Verweisung

- [1] „VDE-AR-N 4110,“ Version 2018 inkl. Überarbeitungen 2023.
- [2] „Ergänzungen des Netzbetreibers zur VDE-AR-N 4110,“ Stand 15.06.2026.
- [3] „VDE-AR-N 4105,“ Version 2018.
- [4] „Netzrichtlinie für Fernwirktechnische Anbindung von an das Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlagen über IEC 60870-5-101 [NT-10-24]“.
- [5] FNN-Hinweis, „PAV,E - Überwachung bei Anschlüssen am Mittel- & Hochspannungsnetz,“ Version 1.0 vom April 2022.
- [6] „Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung - Energiewirtschaftsgesetz [EnWG]“.
- [7] „BDEW-Musterwortlaut,“ Version 1.1 vom 01.06.2026.

4 Allgemeine Grundsätze

4.2 Anschlussprozess und anschlussrelevante Unterlagen

4.2.1 Allgemeines

Das Anmeldeformular für den Netzanschluss kann von dem in der VDE-AR-N 4110 [1] abweichen.

Hinweise zu Tabelle 1 der VDE-AR-N 4110 [1]:

- **Zum Punkt 1:** Das vollständig ausgefüllte Datenblatt einer Erzeugungsanlage / eines Speichers (E.8 nach VDE-AR-N 4110 [1]) ist erst im Punkt 3 erforderlich (Voraussetzung zur Erstellung des Netzbetreiber-Fragebogens E.9). Weiterhin muss das Komponentenzertifikat (E.14 nach VDE-AR-N 4110 [1]) nicht zwingend bei der Anmeldung zum Netzanschluss vorgelegt werden, eine Vorlage unter Punkt 3 ist ausreichend.
- **Zum Punkt 3:** Spätester Zeitpunkt zur Vorlage des vollständig ausgefüllten Formulars E.8 nach VDE-AR-N 4110 [1] (Datenblatt einer Erzeugungsanlage / eines Speichers) und des Komponentenzertifikats (E.14). Dies gilt auch für Prototypen. Wir empfehlen, das Formular E.8 nach VDE-AR-N 4110 [1] digital auf der Homepage des Netzbetreibers auszufüllen.
Für Erzeugungsanlagen / Speicher mit Anlagenzertifizierung nach VDE-AR-N 4110 [1] ist weiterhin eine Bürdenberechnung vorzulegen, sofern diese erforderlich ist.
- **Zum Punkt 15:** Bei der Inbetriebnahme der Übergabestation bzw. vor der Inbetriebnahme einer neuen Erzeugungsanlage wird ein Inbetriebnahme-Grundfunktionstest seitens des Netzbetreibers durchgeführt. Der erfolgreiche Test ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme der Übergabestation bzw. der Erzeugungseinheiten der Erzeugungsanlage.
- **Zum Punkt 17:** Unmittelbar nach Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage ist der Test der Wirk- und Blindleistungsregelung durch den Netzbetreiber durch den Anschlussnehmer beim Netzbetreiber zu beauftragen (siehe Abschnitt 11.5.3.1 der Ergänzungen [2]). Nach erfolgreichem Test wird das Protokoll dem Anschlussnehmer zur Verfügung gestellt.
Es ist ausreichend, wenn die Inbetriebsetzungserklärung E.11 nach VDE-AR-N 4110 [1] gemeinsam mit der EZA-Konformitätserklärung beim Netzbetreiber vorgelegt wird.

Werden Erzeugungsanlagen und Speicher mit Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz

- gemäß NELEV/EAAV-2024 angeschlossen (Bild 1.1 der Ergänzungen [2]) und ist die neue Erzeugungsanlage / der Speicher nach VDE-AR-N 4105 [3] zu errichten, oder
- gemäß VDE-AR-N 4110 mit $P_{\text{Amax}} = \Sigma(P_{\text{Emax,red}} + P_{\text{Emax}}) < 135 \text{ kW}$ nach VDE-AR-N 4105 [3] zertifiziert (Bild 1.2 der Ergänzungen [2]),

sind teilweise andere Formulare auszufüllen und dem Netzbetreiber vorzulegen. Für diese Anlagen gelten auf Basis von Tabelle 1 der VDE-AR-N 4110 [1] die Änderungen gemäß Tabelle 1 dieser Anwendungshinweise.

Tabelle 1 Anpassungen der Tabelle 1 nach VDE-AR-N 4110 [1] für Anlagen nach VDE-AR-N 4105 [3] und NELEV/EAAV-2024

Punkt	Schritt (unverändert zu Tabelle 1 der VDE-AR-N 4110 [1])	Vordrucke (Änderungen zu Tabelle 1 der VDE-AR-N 4110 [1])
1	Antrag/Anfrage/Anmeldung zum Netzanschluss Bezug und/oder Erzeugung/Einspeisung beim Netzbetreiber; Übergabe aller zur Anschlussbewertung notwendigen Unterlagen	<u>Erzeugungsanlagen/Speicher:</u> - E.2 (Erzeugungsanlagen) bzw. E.3 (Speicher) der VDE-AR-N 4105 [3] (statt E.8 der VDE-AR-N 4110 [1]) - E.4 der VDE-AR-N 4105 [3] (statt E.13/E.14 der VDE-AR-N 4110 [1]) - E.5 der VDE-AR-N 4105 [3] (für EZE mit Eingangsstrom > 75 A) - E.6 und E.7 der VDE-AR-N 4105 [3]
5	Bei Erzeugungsanlagen: Erstellung Anlagenzertifikat und Abgabe beim Netzbetreiber	entfällt
18	Bei Erzeugungsanlagen: Erstellung der Konformitätserklärung und Abgabe beim Netzbetreiber (siehe 11.5.4).	entfällt

4.2.4 Bauvorbereitung und Bau

Sollte es erforderlich sein, erwirkt der Anschlussnehmer beim Grundstückseigentümer folgende Vereinbarungen und übergibt diese an den Netzbetreiber:

- Gestattung zur unentgeltlichen Mitbenutzung des Grundstückes für die Legung von Fernmelde- und Steuerleitungen
- Eigentümergeklärung zur Errichtung von Telefonanschlüssen

Der Datenumfang des Fernwirkgeräts (Signalliste) kann erst beim Vorliegen einer vollständigen Dokumentation der Übergabestation festgelegt und übermittelt werden.

4.2.5 Vorbereitung der Inbetriebsetzung der Übergabestation

Die vom Netzbetreiber bereitgestellten Schutzprüfprotokolle sind mindestens 4 Wochen vor der geplanten Inbetriebnahme der Übergabestation beim Netzbetreiber vorzulegen, um sicher zu stellen, dass die Schutzprüfprotokolle spätestens zwei ganze Werkstage vor der technischen Vor-Ort-Sichtung vollständig und ohne Mängel vorgelegt werden können.

4.4 Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage

Für Erzeugungsanlagen und Speicher, die auf Basis der NELEV/EAAV-2024 in Betrieb genommen werden, erteilt der Netzbetreiber nur eine endgültige Betriebserlaubnis, auf eine vorübergehende Betriebserlaubnis wird verzichtet.

Erfolg die Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage nicht im Rahmen der Inbetriebnahme der Übergabestation, sind die vom Netzbetreiber bereitgestellten Schutzprüfprotokolle mindestens 4 Wochen vor der geplanten Inbetriebsetzung beim Netzbetreiber vorzulegen, um sicher zu stellen, dass die Schutzprüfprotokolle spätestens zwei Wochen vor der Inbetriebsetzung vollständig und ohne Mängel vorgelegt werden können.

Eine Voraussetzung für die Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage ist der erfolgreiche Bittest-VNB der Fernsteuerung und Fernmeldung der Erzeugungsanlage (sofern FWT erforderlich ist). Die Inbetriebsetzungsprüfungen der Fernwirk- und der Kommunikationstechnik erfolgt mindestens 2 Tage vor Inbetriebnahme der Erzeugungsanlage. Hierzu ist im Vorfeld der Termin - mindestens 10 Werktage vorher - mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

5 Netzanschluss

5.3 Betriebsspannung und minimale Kurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt

5.3.1 Allgemein

Da in Netzgebieten mit 6 – 15 kV eine generelle Spannungsumstellung auf 20 kV beabsichtigt wird, empfiehlt der Netzbetreiber in den Netzgebieten (6 – 15 kV) eine Bemessungsspannung für Schaltanlagen von 24 kV sowie den Einsatz von überspannungsseitig umschaltbaren Transformatoren auf 20 kV.

5.3.2 Zulässige Spannungsänderung

Bei der Ermittlung des Netzanschlusspunktes neuer Erzeugungsanlagen und Speicher legt der Netzbetreiber einen Betriebszustand der Erzeugungsanlagen und Speicher mit $\cos \varphi = 1$ zugrunde.

Zu Anmerkung 1: Die Erzeugungseinheiten und Speicher mit Anschlusspunkt in den unterlagerten, kundeneigenen Niederspannungsnetzen sind bei der Ermittlung des zulässigen Spannungshubes zu berücksichtigen.

5.4 Netzurückwirkungen

5.4.2 Allgemeines

Der Netzbetreiber behält sich bei Erfordernis vor, Messungen zu Netzurückwirkungen am Netzanschlusspunkt der Kundenanlage durchzuführen. Werden diese Messungen durchgeführt, können, vor dem Hintergrund einer schnellen Ursachenermittlung, diese Messungen auch unangekündigt an den für den Netzbetreiber zugänglichen Übergabe- oder Netzanschlusspunkten durchgeführt werden.

5.4.3 Schnelle Spannungsänderungen

Wenn bei nicht betriebsbedingten Schaltungen die berechnete schnelle Spannungsänderung der Kundenanlage einen (nach Formel B.14 aus dem Anhang B.9.2 der VDE-AR-N 4110 [1]) berechneten Wert zwischen 5 – 10 % U_C aufweist, wird dennoch der Einsatz einer Maßnahme zur Einschaltstrombegrenzung empfohlen.

5.4.7 Tonfrequenz-Rundsteuerung

Im ehemaligen Netzbereich der ehemaligen KWH-Netz GmbH (heute Kundencenter Ampfing) wird weiterhin ein Tonfrequenz-Rundsteuerung eingesetzt. Dies ist daher im entsprechenden Gebiet zu berücksichtigen (Bild 5.1 dieser Anwendungshinweise).

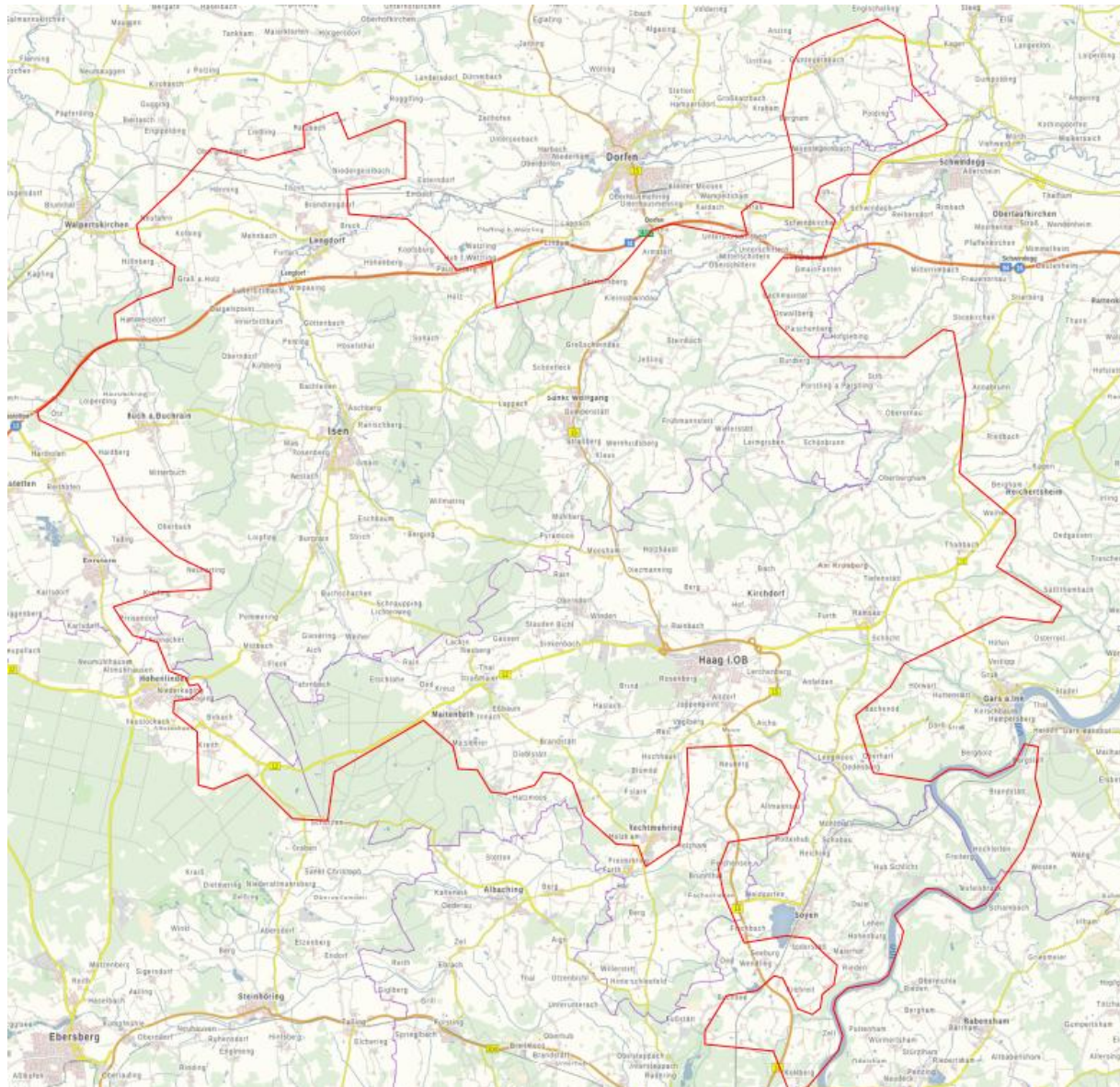


Bild 5.1 Karte des Netzbereichs der ehemaligen KWH-Netz GmbH

Für die Steuerung neuer MS-Erzeugungsanlagen kommt im Gebiet der ehemaligen KWH Netz GmbH keine Rundsteuerfrequenz mehr zum Einsatz, die Tonfrequenz-Rundsteuerung wird durch Fernwirktechnik und Funkrundsteuerung abgelöst.

Darüber hinaus werden im Netz des Netzbetreibers keine Tonfrequenzen für den Betrieb von Rundsteueranlagen eingesetzt. Bei Weiterverteiler, die im Netz des Netzbetreibers angeschlossen sind, können unter Umständen Tonfrequenz Rundsteueranlagen im Einsatz sein. Diese sind ggf. projektspezifisch zu berücksichtigen.

5.4.9 Vorkehrungen gegen Spannungsabsenkungen und Versorgungsunterbrechungen

Der Netzbetreiber empfiehlt, spannungssensible Steuer- und Regeleinrichtungen über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung oder anderweitige Maßnahmen abzusichern.

5.5 Blindleistungsverhalten

Den physikalischen Lastfluss am Netzanschlusspunkt zeigt Bild 5.2 beispielhaft für eine Mischanlage mit $P_{AV,E} \approx 70\% P_{AV,B}$.

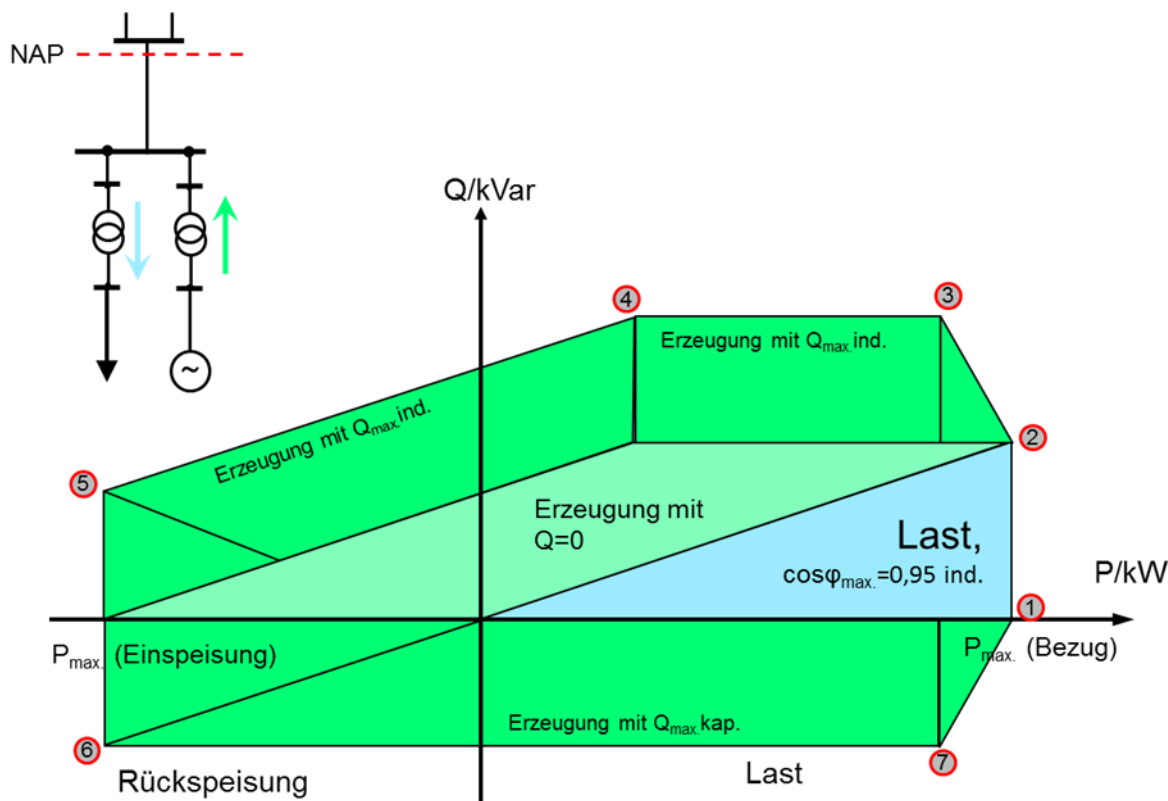


Bild 5.2 Physikalischer Lastfluss am Netzanschlusspunkt beispielhaft für eine Mischanlage mit $P_{AV,E} \approx 70\% P_{AV,B}$

Folgende Eckpunkte gemäß Bild 5.2 dieser Anwendungshinweise sowie die zwischen den Eckpunkten liegenden Grenzen sind einzuhalten:

- **Punkt 1:** Maximaler Bezug mit $\cos \varphi = 1$, ohne Erzeugung, entspricht i. d. R. $P_{AV,B}$
- **Punkt 2:** Maximaler Bezug mit $\cos \varphi = 0,95$ ind. (untererregt), ohne Erzeugung
- **Punkt 3:** Maximaler Bezug mit $\cos \varphi = 0,95$ ind. (untererregt), Erzeugung mit $Q_{max.ind.}$ (untererregt) nach Vorgabe Netzbetreiber bei $P_{mom Gen} = 20\% P_{b inst}$
- **Punkt 4:** Maximaler Bezug mit $\cos \varphi = 0,95$ ind. (untererregt), Erzeugung mit $Q_{max.ind.}$ (untererregt) nach Vorgabe Netzbetreiber bei $P_{mom Gen} = 100\% P_{b inst}$
- **Punkt 5:** Bezug = 0, maximale Erzeugung mit $Q_{max.ind.}$ (untererregt) nach Vorgabe Netzbetreiber, entspricht i. d. R. $P_{AV,E}$
- **Punkt 6:** Bezug = 0, maximale Erzeugung mit $Q_{max.kap.}$ (übererregt) nach Vorgabe Netzbetreiber
- **Punkt 7:** Maximaler Bezug mit $\cos \varphi = 1$, Erzeugung mit $Q_{max.kap.}$ (übererregt) nach Vorgabe Netzbetreiber bei $P_{mom Gen} = 20\% P_{b inst}$

6 Übergabestation

6.1 Baulicher Teil

6.1.2 Einzelheiten zur baulichen Ausführung

6.1.2.1 Allgemeines

Gemäß BayBO und BauPVO müssen alle Mittelspannungskabel, welche in Gebäuden der Gebäudeklasse 1 bis 4 verlegt werden, der Brandklasse Eca (oder besser) entsprechen. Dies betrifft Umspannwerke, Schaltstationen und begehbbare Stationen.

6.1.2.9 Fundamenterder

Gebäuden, in denen Mittelspannungs-Schaltanlagen errichtet werden, müssen mit einer Erdungsanlage ausgestattet werden, die den Anforderungen nach EN 50522 (DIN VDE 0101-2) entspricht. Ein Fundamenterder nach DIN 18014 kann als Erder verwendet werden, dessen Errichtung ist jedoch keine Voraussetzung, wenn ein separater Erder (Oberflächen und/oder Tiefenerder) errichtet wird. Vielmehr ist die Forderung nach einem Fundamenterder bzw. gleichwertigem Ersatz der Einordnung der Anlagenhülle als „Gebäude“ im Sinn der DIN 18014 untergeordnet.

6.2 Elektrischer Teil

6.2.2 Schaltanlagen

6.2.2.7 Wandler

Zu Absicherung und Verdrahtung:

Der Primäranschluss X(N) der Spannungswandler ist mit der Betriebserde der Anlage über eine 6 mm² Cu Leitung zu verbinden. Der sekundärseitige Anschluss x(n) der Wandler ist über 4 mm² Cu mit der Betriebserde zu verbinden. Die Messwicklungen sind in Sternschaltung auszuführen.

Die (da-dn)-Wicklung ist am Anschluss (dn) über 4 mm² Cu zu erden.

Blockstromwandler sind direkt am Klemmenbrett des Wandlers zu erden. Bei Verwendung von Ringkernwandlern sind diese an der ersten zugänglichen Sekundärklemme über 4 mm² Cu-Leitung (ggf. Isolierungsfarbe schwarz) zu erden.

Für die Wandler-Sekundärleitungen sind folgende Kabeltypen zu empfehlen:

- Umspannwerk / Schaltstation: Kabeltyp NYCY
- Übergabestation: Kabeltyp YSLY-JZ (in „HALON“-freiem Rohr)

Zu Spezifikationen für und Anforderungen an Spannungswandler

Hinweis zur Mess- /Schutzwicklung in bereits bestehenden Kundenanlagen:

- Mess-/Schutzwicklung:
15 VA Kl. 0,2/0,5 & 3P (zulässig, auch ohne pf1)
- en-Wicklung:
30 VA Kl. 3P (zulässig, ohne angeschlossene Bedämpfung)

Zu Spezifikationen für und Anforderungen an Stromwandler

Für Stromwandler der Genauigkeitsklassen 0,1 bis 1 gilt gemäß Norm EN 61869-2, dass die Grenzwerte für Übersetzungsmessabweichung und Fehlwinkel bis 120 % vom Bemessungsstrom einzuhalten sind. Die Angabe eines erweiterten Strommessbereich z.B. 2,5 VA cl. 0,2 ext. 120 FS5 ist sinnvoll aber nicht zwingend erforderlich.

Bei Kern 2 (Messwerte) ist mit einem sekundäre Bemessungsstrom von 5 A in der Regel eine Bemessungsleistung ≥ 5 VA notwendig, damit der Wandler nicht überbürdet wird.

Bei Kern 3 Schutz ist eine Bemessungsleistung < 2,5 VA nicht zulässig.

Bei Verwendung von Stromwandlern in der Bauform Kabelumbauwandler/Aufsteckstromwandler ist darauf zu achten, dass die Kabelschirme durch den Erdstromwandler isoliert zurückzuführen sind.

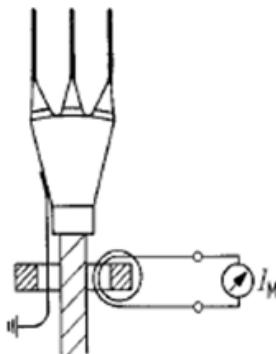


Bild 6.1 Beispiel: Umbauwandler für Erdschlussschutz (Nullstromwandler)

Zusammenfassung aller Anforderungen für Schutz- und Messwandler

Tabelle 2 Hinweise zu den Mindestanforderung an die Wandler bezogen auf den jeweiligen Einsatzzweck (Basis der I-Wandler: xxx A/ 1A)

Einsatzzweck	Messgröße	Schutz-Wandler	Mess-Wandler
Kurzschlussschutz ($I>$, $Z<$)	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	--
	I	2,5 VA 5P20	--
Erdschlussrichtungsschutz ($I_{E,Watt}$)	U	100 VA Kl. 3P (8h)	--
	I	--	1,2 VA Kl. 1 FS10
Spannungsschutz ($U>$, $U<$) ($U<$ mit Freigabestrom)	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	--
	I	2,5 VA 5P20	mind. 2,5 VA Kl. 1 FS5
Frequenzschutz ($f>$, $f<$)	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,5 (pf1)
	I	2,5 VA 5P20	mind. 2,5 VA Kl. 1 FS5
Q-U-Schutz	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,5 (pf1)
	I	2,5 VA 5P20	mind. 2,5 VA Kl. 1 FS5
PAV,E-Schutzfunktion ($P>>$, $P>/P<$)	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,5 (pf1)
	I	2,5 VA Kl. 1 ¹ & 5P20	2,5 VA Kl. 1 FS5
Fernwirktechnik	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,5 (pf1)
	I	2,5 VA Kl. 1 ¹ & 5P20	2,5 VA Kl. 1 FS5
EZA-Regler $\sum S_{Amax} \leq 1 \text{ MVA}$	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,5 (pf1)
	I	--	2,5 VA Kl. 0,5 FS5
EZA-Regler $\sum S_{Amax} > 1 \text{ MVA}$	U	2,5 VA Kl. 0,2 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,2 (pf1)
	I	--	2,5 VA Kl. 0,2 FS5
P _{AV,E} -Wirkleistungsgrenzkurve $\sum S_{Amax} \leq 1 \text{ MVA}$	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,5 (pf1)
	I	--	2,5 VA Kl. 0,5 FS5
P _{AV,E} -Wirkleistungsgrenzkurve $\sum S_{Amax} > 1 \text{ MVA}$	U	2,5 VA Kl. 0,2 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,2 (pf1)
	I	--	2,5 VA Kl. 0,2 FS5

Falls die Erfassung für Schutz und Messung über eine gemeinsame Wicklung/Kern erfolgt, ist immer die höhere Klassengenauigkeit unter Berücksichtigung der Schutzanforderung einzuhalten.

¹ Wenn die Messwerte für die Fernwirktechnik aus dem Schutz oder über den Schutzkern erfasst werden, ist zusätzlich die Anforderung an die Genauigkeit Klasse 1 (bis $1,2 \times I_N$) zu beachten. Gleiches gilt für die P_{AV,E}-Schutzfunktion mit Anschluss an den Schutzkern.

Hinweise zum Anschluss von EZA-Reglern

Bei der Erweiterung von Anlagen gelten für Bestandsanlagen, die die Wirk- und Blindleistung auf die Generatormessung regeln (z. B. in Mischanlagen), die Wandleranforderungen (U/I) zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Für die Wandleranforderungen (U/I) der Neuanlage bzw. den NAP gelten die Vorgaben auf Basis der aktuellen TAB-MS.

Tabelle 3 Beispiel für Wandler-Anforderungen für den EZA-Regler bei einem EZA-Zubau in Mischanlagen

Bestandsanlage (nicht VDE)		Neuanlage (VDE)		Gesamtanlage (NAP)	
	Wandler U/I an der EZE		Wandler U/I an der EZE		Wandler U/I am NAP
500 kW	z.B. Kl.1 / Kl.1 ²	400 kW	Kl.0,5 / Kl.0,5	900 kW	Kl.0,5 ³ / Kl. 0,5 ⁴
500 kW	z.B. Kl.1 / Kl.1 ²	600 kW	Kl.0,2 / Kl.0,2	1.100 kW	Kl.0,2 ³ / Kl. 0,2 ⁴

6.2.4 Erdungsanlage

Bei der Errichtung der Erdungsanlage sind grundsätzlich die einschlägigen Normen (z.B. DIN EN 50522 (DIN VDE 0101-2; DIN VDE 0100 u.a.) zu beachten.

Die Erdungsanlage muss vom Anlagenerrichter nach eigenen Vorgaben normgerecht geplant und errichtet werden. Darüber hinaus kann der Netzbetreiber spezielle Anforderungen stellen, da das Erdungssystem einer Kundenanlage (Übergabestation + kundeneigenes MS/NS-Netz) elektrisch mit dem speisenden Mittelspannungsnetz des Netzbetreibers und den weiteren im Umkreis befindlichen Erdungsanlagen im Verantwortungsbereich des Netzbetreibers zusammenwirkt.

Bei Näherungen deutlich kleiner als 20 m zwischen den Erdungsanlagen der Übergabestationen empfiehlt sich vorzugsweise der Zusammenschluss über Potentialausgleich.

Grundsätzlich muss die Dimensionierung einer Erdungsanlage folgende Schwerpunkte berücksichtigen:

- 1) Stromtragfähigkeit der Leiter und Verbindungen (vorrangig thermische Beanspruchung);
- 2) Mechanische Festigkeit der Leiter und Verbindungen (Mindestquerschnitte beachten);
- 3) Chemische Beständigkeit der Leiter und Verbindungen (Materialauswahl nach EN 50522, dabei gegenseitigen Einfluss verschiedener Materialien beachten);
- 4) die Fähigkeit der Erdungsanlage, Strom gegen Erde abzuführen;
- 5) Einhaltung der zulässigen Schritt- und Berührungsspannungen.

Die Auswahl von Querschnitten und Material für die Erdungsanlage (Erder und Erdungsleitungen) erfolgt unter Berücksichtigung der mechanischen Beanspruchung (Abschnitt 5.2 der VDE 0101-2:2023-10) und der thermischen Beanspruchung (Abschnitt 5.3 der VDE 0101-2:2023-10) basierend auf der Abschaltzeit des Reserveschutzes.

Mögliche Potentialverschleppungen, z. B. durch Kabelschirme, PEN-Leiter, Rohrleitungen, Gleise, leitende Zäune müssen immer zusätzlich überprüft werden, insbesondere im NOSPE-Netz (bei Überschreitung der vorgegebenen Werte) und wenn $Z_E > 2,5 \Omega$ im RESPE-Netz beträgt. Die Einhaltung der zulässigen Berührungsspannung an den betroffenen Betriebsmitteln als auch am potentialverschleppenden leitfähigen Teil muss messtechnisch nachgewiesen werden. Ein Potentialausgleich mit dem potentialverschleppenden leitfähigen Teil darf nur nach vorhergehender messtechnischer Untersuchung erfolgen.

Im Fall von metallischen Türen, die nicht unmittelbar von einem elektrischen Anlagenfehler (z.B. Lichtbogen) erfasst werden können, liegt die Entscheidung zur Einbindung in den Potentialausgleich mit Mindestquerschnitt im Ermessen des Anlagenerrichters.

² Klassengenauigkeit der Bestandsanlage

³ Q(U)-Spannungsbegrenzung bei Schaltstation bzw. MS-Übergabestationen

⁴ Nur bei $P_{AV,E}$ -Grenzkurvenüberwachung

Die Verbindungen von zu erdenden Teilen mit dem Erdungssystem („innere Erdungsanlage“ bzw. Potentialausgleichsanlage) kann der Anlagenerrichter bzw. -betreiber frei gestalten. Die Erdungsleiter sollten innerhalb der Station an die Haupterdungsschiene lösbar angeschlossen und beschriftet werden. Dies unterstützt eine eventuell erforderliche Fehlersuche. Bei besonderen Anforderungen (z.B. bei der EMV-gerechten Auslegung der Anlage) können aber auch vermaschte Erdungssysteme errichtet werden, wobei Mehrfachverbindungen entstehen, die eine niedrige Impedanz im Erdungssystem auch für höhere Frequenzen zum Ziel haben.

6.3 Sekundärtechnik

6.3.2 Fernwirk- und Prozessdatenübertragung an die netzführende Stelle

Mit Einführung der nächsten Version der Ergänzungen zur VDE-AR-N 4110 [1] des Netzbetreibers (voraussichtlich Mitte Dezember 2026) wird eine neue Richtlinie für die fernwirktechnische Anbindung eingeführt. Diese neue Richtlinie löst die bisherige Richtlinie NT-10-24 [4] bei neuen Kundenanlagen bzw. Erweiterungen von Kundenanlagen, die bisher noch keine Fernwirktechnik hatten, ab.

Wesentliche Änderung ist, dass der Prozessdatenaustausch zwischen Kundenanlage und dem Gateway des Netzbetreibers nicht mehr mit dem Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-100 über eine RS-485-Busschnittstelle erfolgt, sondern mit dem Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-104 über eine Ethernet-Verbindung.

Die neue Richtlinie wird voraussichtlich ab Mitte Oktober 2026 informativ auf der Homepage des Netzbetreibers veröffentlicht.

Bei Erweiterung bestehender Kundenanlagen, die bereits mit Fernwirktechnik gemäß NT-10-24 [4] ausgestattet sind, wird weiterhin das Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101 eingesetzt. Die Umsetzung bei diesen bestehenden Kundenanlagen wird in der nächsten Version der Ergänzungen zur VDE-AR-N 4110 [1] des Netzbetreibers konkretisiert.

6.3.2.2 Fernwirktechnik in der kundeneigenen Übergabestation

Typischer Prozessdatenumfang:

Steuersignale des Netzbetreibers:

- Eingangsfeld 1:
 - Befehl Eingangsschalter
- Eingangsfeld 2 (falls vorhanden):
 - Befehl Eingangsschalter
- Übergabefeld:
 - Befehl Übergabeschalter (wenn Motorantrieb vorhanden)

Messwerte und Rückmeldungen des Anschlussnehmers:

- **Station allgemein:**

- Meldung Ort (Stellung des Ort-/Fern-Schalters)
- Meldung SF6-Verlust (bei SF6-isolierter Schaltanlage)
- Anlage Störung (Sammelmeldung, in der alle Meldungen der Übergabestation zusammengefasst werden, die einen sofortigen Störungsbehebungsseinsatz erfordern, z. B. wenn
 - ein fehlerhafter Batterieladekreis vorhanden ist
 - ein DC-Automatenfall gegeben ist, mit der sich die Betriebsmittel nicht mehr schalten lassen
 - ein für die Regelung relevantes Gewerk (Datenlogger; EZA-Messgerät) sich nicht mehr erreichen lässt (Einspeisung)
- Anlage Warnung (Sammelmeldung, in der alle Meldungen der Übergabestation zusammengefasst werden, die einen Störungsbehebungsseinsatz am nächsten Werktag erfordern, z. B. wenn Batteriebetrieb gegeben ist)

- **Eingangsfeld 1:**

- Stellungsmeldung des Eingangsschalters
- Die folgenden Prozessdaten aus dem Eingangsfeld 1 sind nur bereitzustellen, wenn es auch ein zweites Eingangsfeld (Station eingeschliffen) gibt:
 - Strom L2 in [A]
 - Wirkleistung in [MW]
 - Blindleistung in [MVar]
 - Meldung Kurzschluss vorwärts
 - Meldung Kurzschluss rückwärts
 - Meldung Erdschlusswischer vorwärts

- **Eingangsfeld 2 (falls vorhanden):**

- Stellungsmeldung Eingangsschalter
- Strom L2 in [A]
- Wirkleistung in [MW]
- Blindleistung in [MVar]
- Meldung Kurzschluss vorwärts
- Meldung Kurzschluss rückwärts
- Meldung Erdschlusswischer vorwärts

Bei mehr als 2 Eingangsfeldern ist für die weiteren Eingangsfelder der Prozessdatenumfang analog Eingangsfeld 2 bereitzustellen.

- **Übergabefeld:**

- Stellungsmeldung Übergabeschalter
- Stellungsmeldung Sammelschientrenner (wenn Schaltgerät vorhanden)
- Spannung L3-L1 in [kV]
- Strom L2 in [A]
- Wirkleistung in [MW]
- Blindleistung in [MVar]
- Meldung Aus durch Schutz (auch HH-Sicherung ausgelöst)
- Meldung Kurzschluss vorwärts
- Meldung Erdschluss vorwärts (wenn ein kundeneigenes MS-Kabel die elektrische Betriebsstätte, in der Regel die Übergabestation, verlässt)

Wird für eine neue Erzeugungsanlage / neuer Speicher die Fernwirktechnik in einer bestehenden Übergabestation nachgerüstet und die MS-Schaltanlage nicht erneuert, gilt folgender reduzierter Datenumfang:

- **Eingangsfeld 1 und 2: -**
- **Übergabefeld:**
 - Spannung L3-L1 in [kV]
 - Strom L2 in [A]
 - Wirkleistung in [MW]
 - Blindleistung in [MVar]
 - Meldung Kurzschluss vorwärts (wenn Erdschluss-/Kurzschlussanzeiger oder Schutzgerät vorhanden)
 - Meldung Erdschluss vorwärts (wenn ein kundeneigenes MS-Kabel die elektrische Betriebsstätte, in der Regel die Übergabestation, verlässt und Erdschluss-/Kurzschlussanzeiger oder Schutzgerät vorhanden sind)

Die Messwerte aus dem Übergabefeld können aus einem geeigneten Erdschluss-/Kurzschlussanzeiger ausgelesen werden. Dabei ist auf einen geeigneten Sensor für die Erfassung der Spannung im Übergabefeld zu achten. Es wird eine Genauigkeit $\leq 1\%$ gefordert. Kapazitive Spannungssensoren sind hierfür nicht zulässig. Alternativ können die Messwerte aus dem Schutzgerät ausgelesen werden oder über Messwertumformer von der Automatisierungs-/Fernwirk-Einrichtung erfasst werden.

Im Rahmen der Abstimmungen zum Netzanschluss wird der projektspezifische Informationsumfang auf Basis der NT 10-24 [4] vorgegeben. Nach Abschluss der Klärung des Informationsaustausches und Vorliegen eines verbindlichen Übersichtsplanes benötigt der Netzbetreiber ca. 8 Wochen bis zur Bereitstellung der beizustellenden Komponenten.

6.3.2.3 Zusätzliche Anforderungen für Erzeugungsanlagen und Speicher mit Fernwirktechnik

Typischer Prozessdatenumfang:

Steuersignale des Netzbetreibers über Fernwirkgerät:

- Vorgabe Wirkleistung: Wirkleistungsreduzierung in Stufen in % bezogen auf P_{inst} . Bei einer klassischen Erzeugungsanlage (nicht Mischanlage) mit $P_{AV,E}$ -Leistungsüberwachung gilt als Bezug $P_{AV,E}$ (statt P_{inst}).
- Vorgabe Blindleistung: Blindleistungsregelung durch Vorgabe Blindleistung in [MVar]
- Befehl Not-Aus (Sofort-Aus) (potentialfreier Kontakt; in Ausnahmefällen über Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101)
- Für Notstromaggregate gelten gesonderte Vorgaben (vgl. Abschnitt 8.9 der Ergänzungen [2]).

Messwerte und Rückmeldungen des Anschlussnehmers über Fernwirkgerät:

- Rückmeldung Vorgabe Wirkleistung in [%] bezogen auf P_{inst} . Bei einer klassischen Erzeugungsanlage (nicht Mischanlage) mit $P_{\text{AV,E}}$ -Leistungsüberwachung gilt als Bezug $P_{\text{AV,E}}$ (statt P_{inst}).
- aktuell verfügbare Wirkleistung in [MW]
- Wirkleistung in [MW]
- Rückmeldung Vorgabe Blindleistung in [MVar]
- aktuell verfügbare Blindleistung untererregt [MVar], abhängig von P und U (Betriebszustand) bzw. einer möglichen Q(U)-Kennlinie (Spannungsbegrenzungsfunktion)
- aktuell verfügbare Blindleistung übererregt [MVar], abhängig von P und U (Betriebszustand) bzw. einer möglichen Q(U)-Kennlinie (Spannungsbegrenzungsfunktion)
- Blindleistung in [MVar] am Anschlusspunkt der Erzeugungsanlage/des Speichers in der Kundenanlage
- Meldung Q(U)-Untergrenze erreicht (nicht bei $Q_{\text{soll}}=0$)
- Meldung Q(U)-Obergrenze erreicht (nicht bei $Q_{\text{soll}}=0$)
- Meldung AUS durch Leistungsüberwachung (Auslösung der $P_{\text{AV,E}}$ -Schutzfunktion bei $P_{\text{AV,E}}$ -Leistungsüberwachung oder dauerhafter Drosselung)
- Rückmeldung Not-Aus (Sofort-Aus) (digitaler Eingang, in Ausnahmefällen über Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101)
- Zusätzlich bei Speichern:
 - Energiespeicherbefüllung in [MWh]
- Wetterdaten soweit vorhanden:
 - Außentemperatur in [°C]
 - Globalstrahlung [W/m²]
 - Windgeschwindigkeit [m/s]

Bei Erzeugungsanlagen und Speichern,

- a) die mit $P_{\text{AV,E}} \leq 270$ kW nach NELEV/EAAV-2024 angeschlossen und bei deren die VDE-AR-N 4105 [3] anzuwenden ist (Bild 1.1 der Ergänzungen [2]), oder
- b) die mit $P_{\text{Amax}} < 135$ kW nach VDE-AR-N 4105 [3] zertifiziert worden, oder
- c) die als Bestandsanlagen mit Inbetriebsetzung vor dem 01.01.2012 errichtet wurden, deren bisherige Steuereinrichtung abgebaut und durch Fernwirktechnik ersetzt wird,

sind (sofern Fernwirktechnik erforderlich ist) die folgenden Datenpunkte umzusetzen:

- Steuersignal Vorgabe Wirkleistung: Wirkleistungsreduzierung in Stufen in % bezogen auf P_{inst} . Bei einer klassischen Erzeugungsanlage (nicht Mischanlage) mit $P_{\text{AV,E}}$ -Überwachung gilt als Bezug $P_{\text{AV,E}}$ (statt P_{inst}).
- Rückmeldung: Vorgabe Wirkleistung in [%] bezogen auf P_{inst} . Bei einer klassischen Erzeugungsanlage (nicht Mischanlage) mit $P_{\text{AV,E}}$ -Überwachung gilt als Bezug $P_{\text{AV,E}}$ (statt P_{inst}).
- Messwert: Wirkleistung in [MW]
- NOT-Aus (Sofort-Aus) (potentialfreier Kontakt; in Ausnahmefällen über Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101)
- Rückmeldung Not-Aus (Sofort-Aus) (digitaler Eingang, in Ausnahmefällen über Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-101)

Im Rahmen der Abstimmungen zum Netzanschluss wird der projektspezifische Informationsumfang auf Basis der NT 10-24 [4] vorgegeben. Nach Abschluss der Klärung des Informationsaustausches und Vorliegen eines verbindlichen Übersichtsplanes benötigt der Netzbetreiber ca. 8 Wochen bis zur Bereitstellung der beizustellenden Komponenten.

6.3.2.4 Zusätzliche Anforderungen für Erzeugungsanlagen und Speicher mit Fernsteuerung über Funkrundsteuerung (FRE)

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

Tabelle 4 Steuersignale, die über den FRE an den Kunden übermittelt werden

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

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

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

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

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

6.3.3 Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung

In Umspannwerken und Schaltstationen des Netzbetreibers erfolgt die Hilfsenergieversorgung aus der Eigenbedarfsanlage (AC/DC) des Netzbetreibers. Hier ist die netzunabhängige Hilfsspannungsversorgung generell ausreichend bemessen, Anschlussnehmer benötigen keinen Nachweis für eine ausreichende Dimensionierung.

6.4 Störschreiber

Bei der Bewertung der supraharmischen Spannungen ist es grundsätzlich erforderlich, dass spezielle Spannungswandler mit einem breitbandigen Übertragungsverhalten eingesetzt werden müssen.

7 Abrechnungsmessung

7.4 Messeinrichtung

Die Lastgangzähler für Abrechnungs- und ggf. Vergleichsmesseinrichtung ist nach VDEW-Lastenheft „Elektronische Elektrizitätszähler“ in der jeweils gültigen Fassung für Wirk- und Blindverbrauch in zwei Energierichtungen auszulegen. Das Bestimmungsrecht liegt hierbei beim Messstellenbetreiber.

Die Daten des Messgeräteinbaus sind zu dokumentieren. Eichrechtliche Belange und Zutrittsrechte des Netzbetreibers sind zu gewährleisten.

7.5 Messwandler

Die Konformitätserklärung der Wandler ist gemäß §6 Mess- und Eichgesetz dem Netzbetreiber zu übergeben.

Es gelten folgenden Spezifikationen der Zählwandler, wenn diese den Netzbetreiber als grundzuständigen Messtellenbetreiber bereitgestellt werden:

Bei 10 kV, 15kV und 20kV Netzanschlüssen kommen Wandler in schmaler Bauform nach DIN 42600 Teil 8 und Teil 9 zum Einsatz. Die Zählwandler sind rechtzeitig (8 Wochen) anzufordern. Zur Anforderung der Zählwandler durch den Anlagenbauer oder Anlagenerrichter muss der Netzbetreiber eine Beauftragung für den Netzanschluss vom Anschlussnehmer vorliegen.

Für die Wandler-Sekundärleitungen werden folgende Kabeltypen empfohlen:

- Zählung in der **Übergabestation**: Kabeltyp YSLY-JZ (in „HALON“-freiem Rohr)
 - Längen bis 10m:
 - Spannungsmesskreis: 2,5 mm²
 - Strommesskreis: 2,5 mm²
- Längen ab 10m:
 - Es gelten die Querschnitte bei Leitungen oder Kabel gemäß VDE-AR-N 4110 [1]
- Zählung im **Umspannwerk/Schaltheis**: Kabeltyp NYCY
 - Es gelten die Querschnitte bei Leitungen oder Kabel gemäß VDE-AR-N 4110 [1]

8 Betrieb der Kundenanlage

8.1 Allgemeines

Die Umsetzung der unterschiedlichen Prioritäten für Wirkleistungsvorgaben, z. B. dem Verhalten bei Über- und Unterfrequenz (P(f)-Regelung) vor der Sollwertvorgabe eines Direktvermarkters und sonstiger Dritter, kann grundsätzlich auf unterschiedlichen Weisen erfolgen. Aktuell übliche Vorgehensweisen sind:

- Umsetzung aller Anforderungen inkl. P(f)-Regelung im EZA-Regler
- Umsetzung der P(f)-Regelung in den Erzeugungseinheiten und Blockade der Sollwertvorgaben Dritter im Datenlogger oder im EZA-Regler bei einem Über- und Unterfrequenzereignis (f außerhalb des Toleranzbandes von ± 200 mHz).

Beide Varianten werden vom Netzbetreiber akzeptiert, sofern die Vorgaben der VDE-AR-N 4110 [1] und der zugehörigen Ergänzungen [2] des Netzbetreibers korrekt umgesetzt werden.

8.9 Notstromaggregate

Entkupplungsschutzfunktionen für den Notstrombetrieb

Da die Entkupplungsschutzfunktionen und Einstellwerte am Notstromaggregat nur für den Notstrombetrieb gelten, werden von Seiten des Netzbetreibers keine Mindestanforderungen an den Entkupplungsschutz gestellt (Verantwortungsbereich des Anschlussnehmers). Ein Prüfprotokoll ist hierfür nicht erforderlich.

8.13 Leistungsüberwachung

Die $P_{AV,E}$ -Grenzkurvenüberwachung ist zur Überwachung der vereinbarten Anschluss-Wirkleistung $P_{AV,E}$ bei Erzeugungsanlagen und/oder Speichern einzusetzen, wenn die mit dem Netzbetreiber am Netzanschlusspunkt vereinbarte Einspeiseleistung $P_{AV,E}$ kleiner ist als die Summe der installierten maximalen Anschluss-Wirkleistung aller Erzeugungsanlage(n) und/oder Speicher an diesem Netzanschlusspunkt.

Die Überwachung in Bezugsrichtung mit der Bedingung $P_{AV,E} < P_{min}$ für ergibt sich i.d.R. bei Mischkunden mit dominierendem Leistungsbezug, die basierend auf einer vorhandenen Grundlast eine geringe $P_{AV,E}$ -Leistung bis hin zu „Nulleinspeisung“ vereinbaren wollen.

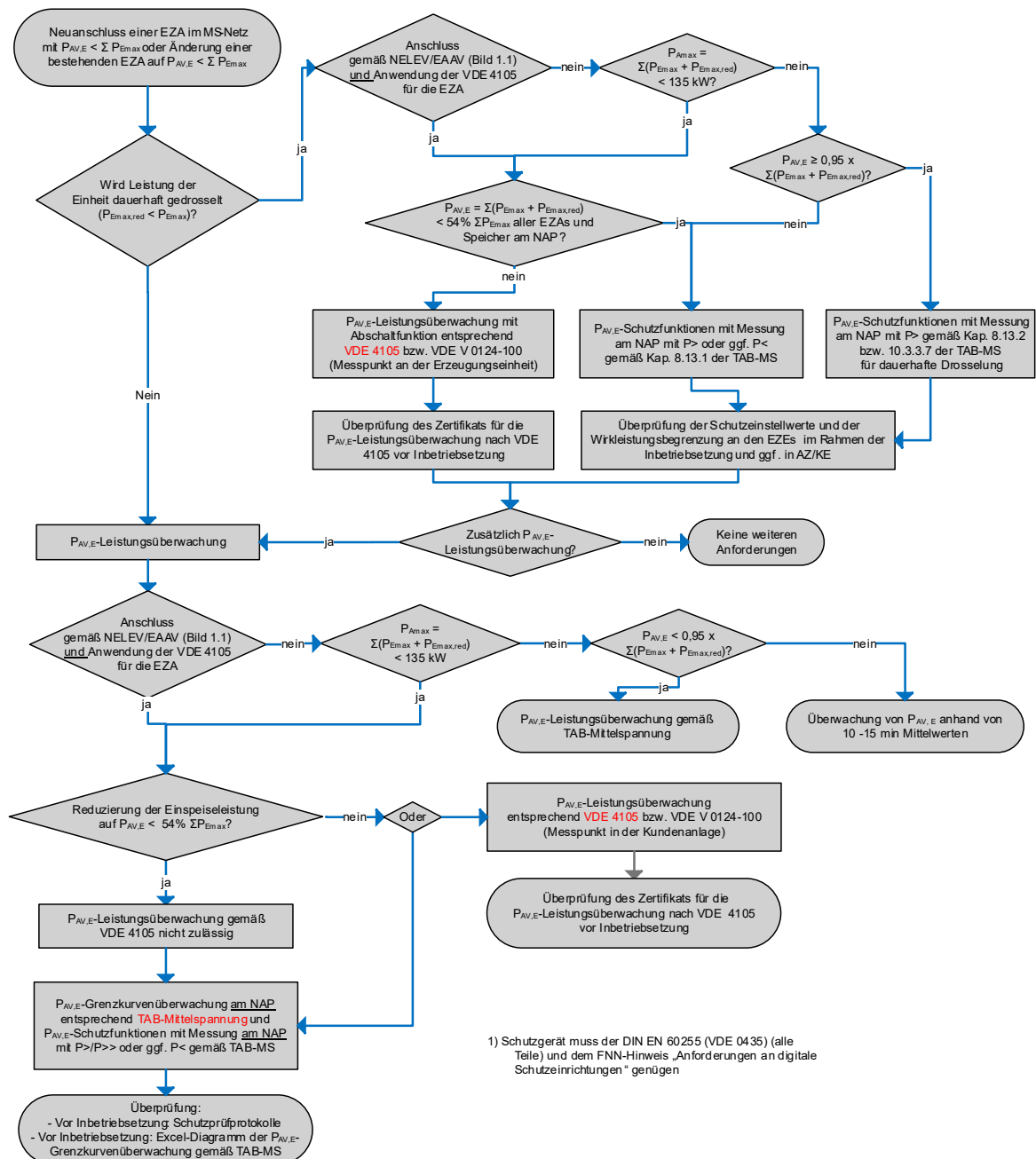


Bild 8.1 Prinzipielle Übersicht der Anforderungen an Erzeugungsanlagen / Speicher mit $P_{AV,E} < \Sigma(P_{Emax} + P_{Emax,red})$ am Netzanschlusspunkt und/oder bei Erzeugungseinheiten mit einer dauerhaften Drosselung $P_{Emax,red} < P_{Emax}$

Zu Abschnitt 7 des $P_{AV,E}$ -FNN-Hinweises [5] - Beispiel 2:

Im Beispiel 2 ist $P_{AV,E} = 0$. Wie zuvor beschrieben ist hierbei P_{min} in Bezugsrichtung zu überwachen. Demnach sind die Bilder 7 und 8 des $P_{AV,E}$ -FNN-Hinweises [5] keine relevanten Beispiele, die Einstellungen sind analog zu Bild 9 des $P_{AV,E}$ -FNN-Hinweises [5] umzusetzen.

8.13.2 Dauerhafte Drosselung von Erzeugungseinheiten

Der Abschnitt 10.2.1.2 *Quasistationärer Betrieb* der VDE-AR-N 4110 [1] schreibt vor, dass Erzeugungsanlagen in einem Spannungsband von 90 % U_C bis 110 % U_C ihre Wirkleistungs- und Blindleistungseinspeisung nicht aufgrund von Spannungsänderungen reduzieren dürfen. Das von viele Hersteller im Rahmen der Einheitenzertifizierung abgegebene $P_{E_{max}}$ wurde jedoch bei 100 % U_C vermessen und ist bei 0,9 U_C z. T. deutlich kleiner, die Wirkleistungserzeugung ist somit spannungsabhängig. Dies bedeutet, dass solche Einheiten dauerhaft auf die Leistung bei 0,9 U_C zu drosseln sind, um die Vorgaben des quasistationären Betriebs zu erfüllen. Der exakte Wert der dauerhaft gedrosselten Leistung wird im Rahmen der Anlagenzertifizierung durch die Zertifizierungsstelle ermittelt. Um bereits bei der Planung einer Neuanlage mit einer annähernd richtigen Leistung zu rechnen, empfiehlt der Netzbetreiber den Wert aus der ZEREZ-Datenbank zu verwenden, der bei „Maximale Wirkleistung der Erzeugungseinheit bei 0,9 U_n “ aufgeführt ist. Dieser Wert sollte auch bei der Antragstellung und im E.8 gemäß TAB-MS mit Verweis auf den quasistationären Betrieb angegeben werden.

10 Erzeugungsanlagen

10.2 Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz

10.2.2 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung

10.2.2.4 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung

Zu c) Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion:

Bei Anschlüssen im Umspannwerk sind in der Regel folgende Knickpunkte der Kennlinie einzustellen (sofern vom Netzbetreiber nicht anders gefordert):

Für die Knickpunkte im unteren Spannungsbereich gilt:

P1: $U_{P1} = 0,91 U_{N, MS}$ (im 20-kV-Netz: 18,2 kV); $Q_{P1} = - 0,33 P_{b inst}$ (kapazitiv, übererregt)

P2: $U_{P2} = 0,94 U_{N, MS}$ (im 20-kV-Netz: 18,8 kV); $Q_{P2} = 0$

Für die Knickpunkte im oberen Spannungsbereich gilt:

P3: $U_{P3} = 1,10 U_{N, MS}$ (im 20-kV-Netz: 22,0 kV); $Q_{P3} = 0$

P4: $U_{P4} = 1,13 U_{N, MS}$ (im 20-kV-Netz: 22,6 kV); $Q_{P4} = 0,33 P_{b inst}$ (induktiv, untererregt)

Bei Anschlüssen in Schaltstationen und Übergabestationen sind in der Regel folgende Knickpunkte der Kennlinie einzustellen (sofern vom Netzbetreiber nicht anders gefordert):

Für die Knickpunkte im unteren Spannungsbereich gilt:

P1: $U_{P1} = 0,95 U_{N, MS}$; $Q_{P1} = - 0,33 P_{b inst}$ (kapazitiv, übererregt)

P2: $U_{P2} = 0,98 U_{N, MS}$; $Q_{P2} = 0$

Für die Knickpunkte im oberen Spannungsbereich gilt:

P3: $U_{P3} = \text{Wert } U_{>\text{Schutz}} - 4,0 \% U_{N, MS}$; $Q_{P3} = 0$

P4: $U_{P4} = \text{Wert } U_{>\text{Schutz}} - 1,0 \% U_{N, MS}$; $Q_{P4} = 0,33 P_{b inst}$ (induktiv, untererregt)

Der Blindleistungssollwert (im Bild 10 der VDE-AR-N 4110 [1]: $Q_{ref}/P_{b inst}$) wird als Absolutwert Q_{soll} (in MVar) per Fernwirktechnik vom Netzbetreiber vorgegeben. Der Sollwert kann somit in einem Bereich von $Q_{max. übererregt}$ bis $Q_{max. untererregt}$ variieren (entspricht $- 0,33 \leq Q_{ref}/P_{b inst} \leq + 0,33$).

Vorgaben für die spannungsabhängige Blindleistungsregelung von Erzeugungsanlagen mit Netzanschlussbegehren vor dem 01.07.2016 und Inbetriebnahmen bis 31.01.2018 sind früheren TABs des Netzbetreibers beschrieben.

Bei Erzeugungsanlagen und Speichern mit Anschluss am Umspannwerk wird häufig ein Q-Sollwert mit $Q \neq 0$ durch die Netzleitstelle des Netzbetreibers vorgegeben. Bei diesen Anlagen bittet der Netzbetreiber dringend, folgenden Sachverhalt zu berücksichtigen und umzusetzen:

Steigt P_{mom} aus dem Blindleistungs-Teillastbereich ($P_{\text{mom}} < 10 \% P_{\text{b inst}}$ bzw. $P_{\text{mom}} < 20 \% P_{\text{b inst}}$) in den maximalen Blindleistungsbereich (grauer Bereich im Bild 6 der VDE-AR-N 4110 [1]) an, oder sinkt P_{mom} aus dem maximalen Blindleistungsbereich (grauer Bereich im Bild 6 der VDE-AR-N 4110 [1]) in den Blindleistungs-Teillastbereich ($P_{\text{mom}} < 10 \% P_{\text{b inst}}$ bzw. $< 20 \% P_{\text{b inst}}$), dann soll möglichst eine der folgenden Varianten umgesetzt werden:

- Die Blindleistung wird entsprechend der Grenzen aus Bild 6 der VDE-AR-N 4110 [1] bereitgestellt. Die Grenze der Mindestanforderung aus Bild 6 der VDE-AR-N 4110 [1] entspricht damit exakt dem geforderten Blindleistungsverhalten. Die Blindleistungsänderung folgt bei $P_{\text{mom}} \geq 10 \% P_{\text{b inst}}$ so lange der Grenzkennlinie, bis der vom Netzbetreiber geforderte Q-Sollwert erreicht ist. Bei Wirkleistungsrückgang gilt dies analog.
- Die geforderte bzw. zulässige Blindleistung (z. B. das Steigern von $Q = 0$ bei $P_{\text{mom}} < 10 \% P_{\text{b inst}}$ auf Q_{soll} bzw. das Herunterfahren von Q_{soll} auf $Q \approx 0$) wird in einer Zeit von 4 Minuten angefahren.
- Die Blindleistungsänderung (z. B. von $Q = 0$ bei $P_{\text{mom}} < 10 \% P_{\text{b inst}}$ auf Q_{soll}) erfolgt mit einem Gradienten $\Delta Q \leq 2 \% P_{\text{b inst}}$ pro Minute (analog zum Q-Gradienten bei Speichern).
- Die Einregelung der Blindleistung folgt immer einem PT1-Verhalten (Bild 7 und Bild C.3 der VDE-AR-N 4110 [1]) mit einer Zeit von $3\tau = 15 \text{ s}$.

Alternative Varianten sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Für Speicher sollen diese Vorgaben sowohl bei Wirkleistungserzeugung als auch bei Wirkleistungsbezug umgesetzt werden. Zusätzlich sind bei dem Übergang von P_{mom} aus dem maximalen Blindleistungsbereich (grauer Bereich im Bild 6 der VDE-AR-N 4110 [1]) in den Blindleistungs-Teillastbereich ($P_{\text{mom}} < 10 \% P_{\text{b inst}}$ bzw. $P_{\text{mom}} < 20 \% P_{\text{b inst}}$) die Anforderungen aus Abschnitt 8.10 der Ergänzungen [2] zu beachten.

Die Umsetzung ist erwünscht, um schnelle Spannungsänderungen auf der MS-Sammelschiene aufgrund schneller Blindleistungsänderungen zu vermeiden. Ursache für den schnellen Übergang vom maximalen in den Blindleistungs-Teillastbereich können schnelle Wirkleistungsänderungen sein, z. B. durch Wolkenzug bei PV-Anlagen oder durch den marktbedingten Einsatz von Speichern. Diese schnellen Spannungsänderungen können sich sowohl auf den verursachenden Anschlussnehmer selbst als auch auf alle anderen Netzkunden im Mittelspannungsnetz negativ auswirken.

10.2.2.6 Besonderheiten bei Misanlagen

Sofern eine geregelte Blindstromkompensationsanlage für den Bezug vorhanden ist, darf diese nicht gegen die geforderte Blindleistung der Erzeugungsanlage bzw. -einheit regeln. Die Problematik betrifft ausschließlich Misanlagen (Kunden mit Bezug), die eine regelbare Blindleistungskompensationsanlagen für ihre Bezugsanlagen betreiben und die innerhalb der Kundenanlage eine neue Erzeugungsanlage / Speicher anschließen.

Sofern eine geregelte Blindstromkompensationsanlage für den Bezug vorhanden ist und gegen die Blindleistung einer im Kundennetz vorhandenen Erzeugungsanlage / eines Speichers regeln würde, sind nachfolgend mögliche Abhilfemaßnahmen dargestellt.

Lösung 1: Neuer Messpunkt für die Blindleistungskompensationsanlage

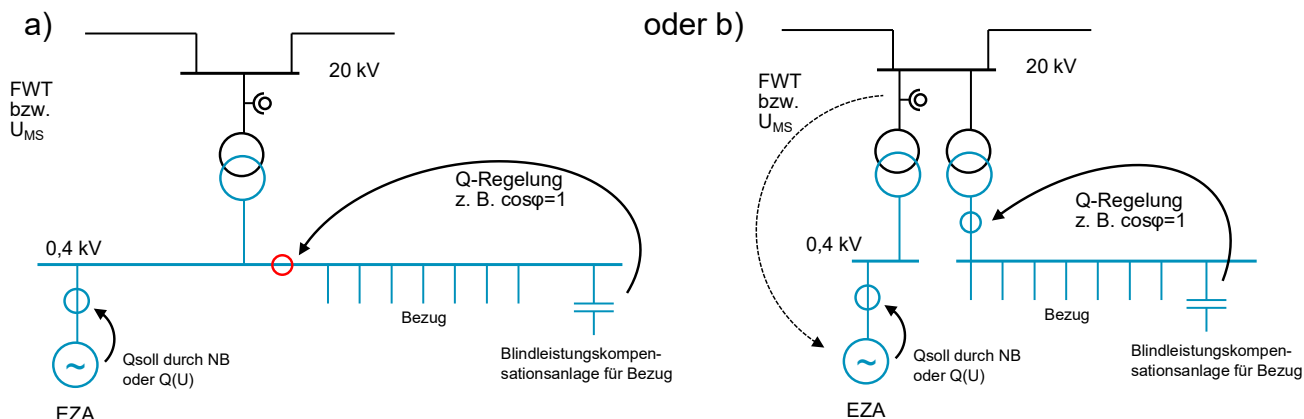


Bild 10.1 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 1: Neuer Messpunkt misst nur Bezug, Beispiel a) innerhalb der NSHV und b) über separaten Transformator

Die Blindleistungskompensationsanlage regelt auf einen neuen Messpunkt, über den ausschließlich die Bezugsanlagen angeschlossen sind. Der Messpunkt für die Blindleistungskompensationsanlage ist im Single-Line-Diagramm darzustellen.

Lösung 2: Addition von Messung 1 und 2

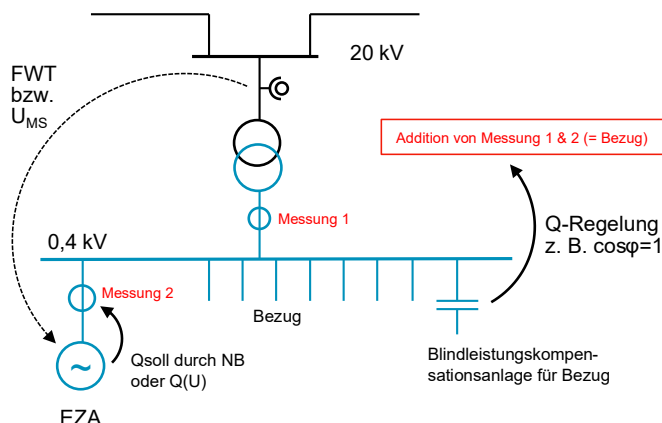


Bild 10.2 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 2: Addition von Messung 1 und 2

Die Wirk- und Blindleistungen der Messungen 1 und 2 werden vorzeichenrichtig addiert, das Ergebnis ist die Bezugsleistung. Die Addition kann z. B. rechnerisch in Echtzeit erfolgen oder über einen Summenstromwandler. Die Blindleistungskompensationsanlage regelt auf diesen Summenwert, der der Bezugsleistung entspricht.

Nach Realisierung dieses Konzeptes ist die Funktionsweise unbedingt messtechnisch zu überprüfen, z. B. durch Regelung der EZA und Überprüfung der Blindleistung am NAP. Die Messwerte sind in der Konformitätserklärung dazustellen.

Lösung 3: Deaktivierung der Regelung für die Blindleistungskompensationsanlage

Die Blindleistungskompensationsanlage für den Bezug wird auf einen Wert fest eingestellt. Die somit unregelte Kompensationsanlage kann dadurch nicht gegen die Blindleistung der Erzeugungsanlage regeln. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die vertraglichen Vorgaben für die Bezugsleistung weiterhin einzuhalten sind. Die Deaktivierung der Regelung ist im Anlagenzertifikat zu bestätigen.

10.2.3 Dynamische Netzstützung

10.2.3.1 Allgemeines

Anschluss im MS-Netz mit $U_n \leq 20$ kV:

Erzeugungsanlagen vom Typ 2 sind mit der eingeschränkten dynamischen Netzstützung zu betreiben. Der Netzbetreiber kann jedoch die vollständige dynamische Netzstützung sofort oder zu einem späteren Zeitpunkt fordern.

Anschluss an die Sammelschiene eines Umspannwerkes bzw. einer Schaltstation mit $U_n \leq 20$ kV:

Hierzu gelten Erzeugungsanlagen, die entweder direkt an einer MS-Sammelschiene oder über ein kundeneigenes Kabel am Schaltfeld eines Umspannwerkes bzw. einer Schaltstation angeschlossen sind (Eigentumsgrenze Kabelendverschluss im UW / SH): Erzeugungsanlagen sind grundsätzlich mit vollständiger dynamischer Netzstützung zu betreiben. Abweichend davon kann der Netzbetreiber im Einzelfall eine lediglich eingeschränkte dynamische Netzstützung vorgeben.

10.2.4 Wirkleistungsabgabe

10.2.4.1 Allgemeines

Alle Anlagenbetreiber von Erzeugungsanlagen und Speichern müssen gemäß § 13a Abs. 1 S. 1 EnWG [6] im Rahmen des Redispatch entsprechende Daten an den Netzbetreiber melden. Ab einer installierten Leistung von ≥ 100 kW (bezogen auf die Anlage) sind entsprechende Datenpunkte in der Anlage des Beschlusses BK6-20-061 (Informationsbereitstellung von Redispatchmaßnahmen) unter den Ziffern „2. Planungsdaten“ und „3. Nichtbeanspruchbarkeiten“ zu übermitteln. Der Netzbetreiber wird diese Daten bei der Meldung durch einen Einsatzverantwortlichen im Rahmen des Redispatch berücksichtigen. Bei netztechnischen Notwendigkeiten können EZAs dennoch darüber hinaus geregelt werden (die „Nichtbeanspruchbarkeiten“ werden überschrieben).

10.3 Schutzeinrichtungen und Schutzeinstellungen

10.3.4 Anschluss der Erzeugungsanlage an die Sammelschiene eines Umspannwerks

Die folgenden aufgeführten Schutzeinstellungen sind zu realisieren, wobei die konkreten Werte beim Netzbetreiber zu erfragen sind. Die Ausführungen sind Hinweise zu den Abschnitten 10.3.4.1 und 10.3.4.2 der VDE-AR-N 4110 [1].

Schutzfunktionen in der Übergabestation einer Erzeugungsanlage mit direktem Anschluss an ein Schaltfeld im Umspannwerk / der Schaltstation (nicht Mischanlage, ohne Inselbetrieb)

Tabelle 5 Erzeugungsanlage (nicht Mischanlage, ohne Inselbetrieb) mit direktem Anschluss an ein Schaltfeld im UW/SST: Schutzfunktionen in der Übergabestation

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte ⁵	
		Wert ⁶	Einstellzeit
Distanzschutz (Z<) mit U-I-Anregung	gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber		
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 U _n ⁷	1,20 U _n	0,4 s
Spannungssteigerungsschutz U> Umspannwerk	1,00 – 1,30 U _n	1,10 U _n	180,0 s
Spannungssteigerungsschutz U> Schaltstation	1,00 – 1,30 U _n	1,08 U _n bis 1,09 U _n ⁸	180,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 U _n	0,80 U _n	2,7 s
P _{AV,E} -Schutzeinrichtung P>> ^{9,10}	0,02 – 1,00 P _n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	3,4 s
P _{AV,E} -Schutzeinrichtung P> / P< ⁹	0,02 – 1,00 P _n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	10,4 s
Erdschlussrichtungsschutz mit Auslösung bei kundenseitigem Erdschluss (RESPE)	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	5 s ¹¹
Gerichteter Erdkurzschlusschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I ₀) und 3U ₀	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber

⁵ Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkopplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.

⁶ U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS})

⁷ U_n ist die sekundäre Bezugsspannung der Schutzeinrichtung

⁸ gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber

⁹ Forderung nach P_{AV,E}-Schutzeinrichtung gemäß Abschnitt 8.13 der Ergänzungen [2]; P_n entspricht der Nennwirkleistung der angeschlossenen U/I-Wandler

¹⁰ Nicht bei dauerhafter Drosselung gemäß Abschnitt 8.13.2 der Ergänzungen [2]

¹¹ Alternativ zur Abschaltung kann auch die Fernmeldung des Erdschlusses erfolgen (siehe Abschnitt 6.3.4.3.1 der Ergänzungen [2])

Schutzfunktionen bei Anschluss einer Mischanlage im Umspannwerk / einer Schaltstation (ohne Inselbetrieb)

Der Kurzschluss-/Erdschlussschutz im Schaltfeld des Umspannwerks / der Schaltstation erfolgen gemäß gesonderter Vorgabe durch den Netzbetreiber.

Tabelle 6 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetrieb: Übergeordneter Entkupplungsschutz

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte ¹²	
		Wert ¹³	Einstellzeit
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 u _n ¹⁴	1,20 U _n	0,4 s
Spannungssteigerungsschutz U> ¹⁵ Umspannwerk	1,00 – 1,30 u _n	1,10 U _n	180,0 s
Spannungssteigerungsschutz U> Schaltstation	1,00 – 1,30 u _n	1,08 U _n bis 1,09 U _n ¹⁶	180,0 s
Spannungsrückgangsschutz U< ¹⁵	0,10 – 1,00 u _n	0,80 U _n	2,7 s
P _{AV,E} -Schutzeinrichtung P>> ^{17,18}	0,02 – 1,00 P _n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	3,4 s
P _{AV,E} -Schutzeinrichtung P> / P< ⁹	0,02 – 1,00 P _n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	10,4 s

Die Realisierung der Schutzfunktionen im Schaltfeld des Netzbetreibers erfolgt gemäß gesonderter Abstimmung mit dem Netzbetreiber.

Tabelle 7 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetrieb: Kurzschluss-/Erdschlussschutz in der MS-Station innerhalb der Kundenanlage an der die Erzeugungsanlage / der Speicher angeschlossen ist

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte	
		Wert	Einstellzeit
Distanzschutz (Z<) mit U-I-Anregung	gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber		
Erdschlussrichtungsschutz (RESPE) ¹⁹	nach VDE-Empfehlung	keine Vorgabe Netzbetreiber	keine Vorgabe Netzbetreiber
Erdkurzschlusschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0)	nach VDE-Empfehlung	50 A (primär)	0,05 s

¹² Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.

¹³ U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS})

¹⁴ u_n ist die sekundäre Bezugsspannung der Schutzeinrichtung

¹⁵ Bei Anschluss im Umspannwerk, Realisierung in einer MS-Station innerhalb der Kundenanlage

¹⁶ gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber

¹⁷ Forderung nach P_{AV,E}-Schutzeinrichtung gemäß Abschnitt 8.13 der Ergänzungen [2]; P_n entspricht der Nennwirkleistung der angeschlossenen U/I-Wandler

¹⁸ Nicht bei dauerhafter Drosselung gemäß Abschnitt 8.13.2 der Ergänzungen [2]

¹⁹ Erdschlussrichtungsschutz wird empfohlen, ist aber im Verantwortungsbereich des Kunden

Tabelle 8 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetrieb: Entkopplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte ²⁰	
		Wert ²¹	Einstellzeit
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 u _n ²²	1,25 U _n	0,1 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 u _n	0,80 U _n	1,5 s bis 2,4 s ²³
Spannungsrückgangsschutz U<<	0,10 – 1,00 u _n	0,3 U _n	0,8 s ²⁴
Frequenzsteigerungsschutz f>>	50,0 – 55,0 Hz	52,5 Hz ²⁵	0,1 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 55,0 Hz	51,5 Hz ²⁵	5 s
Frequenzrückgangsschutz f<	45,0 – 50,0 Hz	47,5 Hz	0,1 s

Schutzfunktionen bei Anschluss einer Mischanlage im Umspannwerk / einer Schaltstation (mit Inselbetrieb)

In Kundenanlagen, die aufgrund einer vertraglichen Vereinbarung mit dem Netzbetreiber bei Netzstörungen im vorgelagerten Netz zur Deckung des eigenen Energiebedarfs in den Inselbetrieb gehen, müssen sich die Erzeugungsanlagen bis zur Netztrennung an der dynamischen Netzstützung beteiligen.

Die jeweiligen Schutzfunktionen, Einstellwerte und der Einbauort die den Inselbetrieb einleiten (übergeordneter Entkopplungsschutz oder Entkopplungsschutz an der Erzeugungseinheit), sind zwischen Netzbetreiber und Kunden abzustimmen.

²⁰ Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkopplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.

²¹ Bei Verfügbarkeit einer Messung auf der Mittelspannungsseite ist U_n die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}), andernfalls ist für U_n die Spannung im Niederspannungsnetz (U_{NS} = U_{MS}/ü) anzusetzen. ü = Übersetzungsverhältnis des Maschinentransformators

²² u_n ist die sekundäre Bezugsspannung der Schutzeinrichtung

²³ Bei mehreren Erzeugungseinheiten erfolgt eine Staffelung der Abschaltzeiten. Nach 1,5 s; 1,8 s; 2,1 s und 2,4 s ist jeweils ca. ein Viertel der gesamten Erzeugungsleistung vom Netz zu nehmen.

²⁴ Bei Typ-1-EZE darf der Eigenschutz vor dem EZE-Entkopplungsschutz auslösen, darf jedoch die Anforderungen aus Bild 13 der VDE-AR-N 4110 [1] nicht unterlaufen. Die hier genannte Schutz-Einstellzeit t_{U<<} ist für den Eigenschutz von Typ-1-EZE ggf. nicht geeignet. Bei Anschluss der Erzeugungseinheit direkt an das Mittelspannungsnetz (ohne Maschinentransformator) ist der Spannungsrückgangsschutz U<< zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber abzustimmen.

²⁵ Falls die Erzeugungseinheit nur bis zu der geforderten Netzfrequenz von 51,5 Hz betrieben werden kann, ist als Frequenzsteigerungsschutz eine Frequenzstufe mit 51,5 Hz / ≤ 100 ms zu nutzen. Falls die Erzeugungseinheit nicht vollständig bis zu einer Netzfrequenz von 52,5 Hz betrieben werden kann, ist der Wert von 52,5 Hz auf den technisch maximal möglichen Wert zwischen 51,5 Hz und 52,5 Hz einzustellen.

Tabelle 9 Mischanlage im UW/SST mit Inselbetrieb und automatischen Netztrennung: Übergeordneter Entkopplungsschutz

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte ²⁶	
		Wert ²⁷	Einstellzeit
Distanzschutz (Z<) mit U-I-Anregung	gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber		
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 u _n ²⁸	1,20 U _n	0,1 s
Spannungssteigerungsschutz U> Umspannwerk	1,00 – 1,30 u _n	1,10 U _n	180,0 s
Spannungssteigerungsschutz U> Schaltstation	1,00 – 1,30 u _n	1,08 U _n bis 1,09 U _n ²⁹	180,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 u _n	0,80 U _n	2,1 s
Spannungsrückgangsschutz U<<	0,10 – 1,00 u _n	0,3 U _n	0,8 s ³⁰
Frequenzsteigerungsschutz f>>	50,0 – 55,0 Hz	52,5 Hz ³¹	0,1 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 55,0 Hz	51,5 Hz ³¹	5 s
Frequenzrückgangsschutz f<	45,0 – 50,0 Hz	47,5 Hz	0,1 s
P _{AV,E} -Schutzeinrichtung P>> ^{32,33}	0,02 – 1,00 P _n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	3,4 s
P _{AV,E} -Schutzeinrichtung P> / P< ⁹	0,02 – 1,00 P _n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	10,4 s
Erdschlussrichtungsschutz (RESPE) ³⁴	nach VDE-Empfehlung	keine Vorgabe Netzbetreiber	keine Vorgabe Netzbetreiber
Erdkurzschlusschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0)	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber

Während des Inselbetriebes der Kundenanlage werden keine Mindestanforderungen des Netzbetreibers an die Schutzeinstellwerte bzw. an die Erzeugungsanlagen innerhalb der Kundenanlage gestellt.

Bei manuell eingeleitetem Inselbetrieb (durch Schalthandlungen in der Kundenanlage) gelten die gleichen Festlegungen wie ohne Inselbetrieb.

²⁶ Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkopplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.

²⁷ U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS})

²⁸ u_n ist die sekundäre Bezugsspannung der Schutzeinrichtung

²⁹ gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber

³⁰ Bei Typ-1-EZE darf der Eigenschutz vor dem EZE-Entkopplungsschutz auslösen, darf jedoch die Anforderungen aus Bild 13 der VDE-AR-N 4110 [1] nicht unterlaufen. Die hier genannte Schutz-Einstellzeit t_{U<<} ist für den Eigenschutz von Typ-1-EZE ggf. nicht geeignet. Bei Anschluss der Erzeugungseinheit direkt an das Mittelspannungsnetz (ohne Maschinentransformator) ist der Spannungsrückgangsschutz U<< zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber abzustimmen.

³¹ Falls die Erzeugungseinheit nur bis zu der geforderten Netzfrequenz von 51,5 Hz betrieben werden kann, ist als Frequenzsteigerungsschutz eine Frequenzstufe mit 51,5 Hz / ≤ 100 ms zu nutzen. Falls die Erzeugungseinheit nicht vollständig bis zu einer Netzfrequenz von 52,5 Hz betrieben werden kann, ist der Wert von 52,5 Hz auf den technisch maximal möglichen Wert zwischen 51,5 Hz und 52,5 Hz einzustellen.

³² Forderung nach P_{AV,E}-Schutzeinrichtung gemäß Abschnitt 8.13 der Ergänzungen [2]; P_n entspricht der Nennwirkleistung der angeschlossenen U/I-Wandler

³³ Nicht bei dauerhafter Drosselung gemäß Abschnitt 8.13.2 der Ergänzungen [2]

³⁴ Erdschlussrichtungsschutz wird empfohlen, ist aber im Verantwortungsbereich des Kunden

10.3.5 Anschluss der Erzeugungsanlage im Mittelspannungsnetz

Die folgenden aufgeführten Schutzeinstellungen sind zu realisieren, wobei die konkreten Werte beim Netzbetreiber zu erfragen sind. Die Ausführungen sind Anwendungshinweise zu den Abschnitten 10.3.5.2 und 10.3.5.3 der VDE-AR-N 4110 [1].

Tabelle 10 Erzeugungsanlage im MS-Netz: Schutzfunktionen in der Übergabestation (ohne Inselbetrieb)

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte ³⁵	
		Wert ³⁶	Einstellzeit
Überstromzeitschutz I>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber
Überstromzeitschutz I>>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	0,05 s
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 u_n ³⁷	1,20 U_n	0,4 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 u_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n ³⁸	180,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 u_n	0,80 U_n	2,7 s
$P_{AV,E}$ -Schutzeinrichtung P>> ^{39,40}	0,02 – 1,00 P_n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	3,4 s
$P_{AV,E}$ -Schutzeinrichtung P> / P< ⁹	0,02 – 1,00 P_n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	10,4 s
Erdschlussrichtungsschutz mit Auslösung bei kundenseitigem Erdschluss (RESPE)	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	5 s ⁴¹
Gerichteter Erdkurzschlusschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0) und 3U0	nach VDE-Empfehlung	50 A (primär)	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber

³⁵ Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkopplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.

³⁶ U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS})

³⁷ u_n ist die sekundäre Bezugsspannung der Schutzeinrichtung

³⁸ gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber

³⁹ Forderung nach $P_{AV,E}$ -Schutzeinrichtung gemäß Abschnitt 8.13 der Ergänzungen [2]; P_n entspricht der Nennwirkleistung der angeschlossenen U/I-Wandler

⁴⁰ Nicht bei dauerhafter Drosselung gemäß Abschnitt 8.13.2 der Ergänzungen [2]

⁴¹ Alternativ zur Abschaltung kann auch die Fernmeldung des Erdschlusses erfolgen (siehe Abschnitt 6.3.4.3.1 der Ergänzungen [2])

Tabelle 11 Erzeugungsanlage im MS-Netz: Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten (ohne Inselbetrieb)

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte ⁴²	
		Wert ⁴³	Einstellzeit
Spannungssteigerungsschutz $U >>$	1,00 – 1,30 u_n ⁴⁴	1,25 U_n	0,1 s
Spannungsrückgangsschutz $U <$	0,10 – 1,00 u_n	0,80 U_n	0,3 s ⁴⁵
Spannungsrückgangsschutz $U <<$	0,10 – 1,00 u_n	0,3 U_n	unverzögert ⁴⁶
Frequenzsteigerungsschutz $f >>$	50,0 – 55,0 Hz	52,5 Hz ⁴⁷	0,1 s
Frequenzsteigerungsschutz $f >$	50,0 – 55,0 Hz	51,5 Hz ⁴⁷	5 s
Frequenzrückgangsschutz $f <$	45,0 – 50,0 Hz	47,5 Hz	0,1 s

Schutzfunktionen (mit Inselbetrieb)

In Kundenanlagen, die aufgrund einer vertraglichen Vereinbarung mit dem Netzbetreiber bei Netzstörungen im vorgelagerten Netz zur Deckung des eigenen Energiebedarfs in den Inselbetrieb gehen, müssen sich die Erzeugungsanlagen bis zur Netztrennung an der eingeschränkten dynamischen Netzstützung beteiligen.

Die jeweiligen Schutzfunktionen, Einstellwerte und der Einbauort die den Inselbetrieb einleiten (übergeordneter Entkupplungsschutz oder Entkupplungsschutz an der Erzeugungseinheit), sind zwischen Netzbetreiber und Kunden abzustimmen.

⁴² Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkupplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.

⁴³ Bei Verfügbarkeit einer Messung auf der Mittelspannungsseite ist U_n die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS}), andernfalls ist für U_n die Spannung im Niederspannungsnetz ($U_{NS} = U_{MS}/\bar{u}$) anzusetzen. $\bar{u}$ = Übersetzungsverhältnis des Maschinentransformators

⁴⁴ u_n ist die sekundäre Bezugsspannung der Schutzeinrichtung

⁴⁵ Bei mehreren Erzeugungseinheiten erfolgt eine Staffelung der Abschaltzeiten. Nach 1,5 s; 1,8 s; 2,1 s und 2,4 s ist jeweils ca. ein Viertel der gesamten Erzeugungsleistung vom Netz zu nehmen.

⁴⁶ Bei Typ-1-EZE darf der Eigenschutz vor dem EZE-Entkupplungsschutz auslösen, darf jedoch die Anforderungen aus Bild 13 der VDE-AR-N 4110 [1] nicht unterlaufen. Die hier genannte Schutz-Einstellzeit $t_{U<<}$ ist für den Eigenschutz von Typ-1-EZE ggf. nicht geeignet. Bei Anschluss der Erzeugungseinheit direkt an das Mittelspannungsnetz (ohne Maschinentransformator) ist der Spannungsrückgangsschutz $U <<$ zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber abzustimmen.

⁴⁷ Falls die Erzeugungseinheit nur bis zu der geforderten Netzfrequenz von 51,5 Hz betrieben werden kann, ist als Frequenzsteigerungsschutz eine Frequenzstufe mit 51,5 Hz / $\leq$ 100 ms zu nutzen. Falls die Erzeugungseinheit nicht vollständig bis zu einer Netzfrequenz von 52,5 Hz betrieben werden kann, ist der Wert von 52,5 Hz auf den technisch maximal möglichen Wert zwischen 51,5 Hz und 52,5 Hz einzustellen.

Tabelle 12 Erzeugungsanlage im MS-Netz mit Inselbetrieb und automatischen Netztrennung: Schutzeinstellungen in der Übergabestation

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais-Einstellwerte ⁴⁸	
		Wert ⁴⁹	Einstellzeit
Überstromzeitschutz I>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber
Überstromzeitschutz I>>	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	0,05 s
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 – 1,30 u_n ⁵⁰	1,20 U_n	0,1 s
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 – 1,30 u_n	1,08 U_n bis 1,09 U_n ⁵¹	180,0 s
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 – 1,00 u_n	0,80 U_n	0,3 s
Spannungsrückgangsschutz U<<	0,10 – 1,00 u_n	0,45 U_n	unverzögert
Frequenzsteigerungsschutz f>>	50,0 – 55,0 Hz	52,5 Hz ⁵²	0,1 s
Frequenzsteigerungsschutz f>	50,0 – 55,0 Hz	51,5 Hz ⁵²	5 s
Frequenzrückgangsschutz f<	45,0 – 50,0 Hz	47,5 Hz	0,1 s
$P_{AV,E}$ -Schutzeinrichtung P>> ^{53,54}	0,02 – 1,00 P_n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	3,4 s
$P_{AV,E}$ -Schutzeinrichtung P> / P< ⁹	0,02 – 1,00 P_n	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	10,4 s
Erdschlussrichtungsschutz (RESPE) ⁵⁵	nach VDE-Empfehlung	keine Vorgabe Netzbetreiber	5 s ⁵⁶
Erdkurzschlusschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0)	nach VDE-Empfehlung	50 A (primär)	0,05 s

Während des Inselbetriebes der Kundenanlage werden keine Mindestanforderungen des Netzbetreibers an die Schutzeinstellwerte bzw. an die Erzeugungsanlagen innerhalb der Kundenanlage gestellt.

Bei manuell eingeleitetem Inselbetrieb (durch Schalthandlungen in der Kundenanlage) gelten die gleichen Festlegungen wie ohne Inselbetrieb.

⁴⁸ Der Netzbetreiber behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Entkopplungsschutzeinrichtungen andere oder weitere Einstellungen zu fordern. Die Schutzrelaiseinstellwerte sind auf den Netzanschlusspunkt bezogen.

⁴⁹ U_n ist die Nennspannung im Mittelspannungsnetz (U_{MS})

⁵⁰ u_n ist die sekundäre Bezugsspannung der Schutzeinrichtung

⁵¹ gemäß gesonderter Vorgabe vom Netzbetreiber

⁵² Falls die Erzeugungseinheit nur bis zu der geforderten Netzfrequenz von 51,5 Hz betrieben werden kann, ist als Frequenzsteigerungsschutz eine Frequenzstufe mit 51,5 Hz / ≤ 100 ms zu nutzen. Falls die Erzeugungseinheit nicht vollständig bis zu einer Netzfrequenz von 52,5 Hz betrieben werden kann, ist der Wert von 52,5 Hz auf den technisch maximal möglichen Wert zwischen 51,5 Hz und 52,5 Hz einzustellen.

⁵³ Forderung nach $P_{AV,E}$ -Schutzeinrichtung gemäß Abschnitt 8.13 der Ergänzungen [2]; P_n entspricht der Nennwirkleistung der angeschlossenen U/I-Wandler

⁵⁴ Nicht bei dauerhafter Drosselung gemäß Abschnitt 8.13.2 der Ergänzungen [2]

⁵⁵ Erdschlussrichtungsschutz wird empfohlen, ist aber im Verantwortungsbereich des Kunden

⁵⁶ Falls die Erzeugungseinheit nur bis zu der geforderten Netzfrequenz von 51,5 Hz betrieben werden kann, ist als Frequenzsteigerungsschutz eine Frequenzstufe mit 51,5 Hz / ≤ 100 ms zu nutzen. Falls die Erzeugungseinheit nicht vollständig bis zu einer Netzfrequenz von 52,5 Hz betrieben werden kann, ist der Wert von 52,5 Hz auf den technisch maximal möglichen Wert zwischen 51,5 Hz und 52,5 Hz einzustellen.

11 Nachweis der elektrischen Eigenschaften für Erzeugungsanlagen

11.5 Inbetriebsetzungsphase

11.5.3 Inbetriebsetzung der gesamten Erzeugungsanlage und Inbetriebsetzungserklärung

11.5.3.1 Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage

Die Beauftragung des Nachweises der Wirk- und Blindleistungsregelung durch die Leitstelle des Netzbetreibers kann unter Umständen die Rückmeldung liefern, dass ein P-Q-Leitstellentest kurzfristig nicht durchführbar ist und der Test durch den Netzbetreiber nachgeholt wird. In dem Fall kann dieser Nachweis in der Konformitätserklärung entfallen.

11.5.4 Konformitätserklärung

Die in den Ergänzungen [2] zur VDE-AR-N 4110 [1] beschriebenen Fristen zur Vorlage und ggf. Nachbesserung der Konformitätserklärung sind in Bild 11.1 übersichtlich dargestellt.

Die Voraussetzungen für eine Verlängerung der (ersten) Abgabe beim Netzbetreiber um 3 Monate sind im BDEW-Musterwortlaut [7] beschrieben.

Anhang A

Ergänzung zu Bild A.2 der VDE-AR-N 4110 [1]: Werden an einem MS/NS-Transformator sowohl Typ-1-EZE als auch Typ-2-EZE angeschlossen, so handelt es sich um zwei Erzeugungsanlagen (eine vom Typ-1 und eine vom Typ-2).

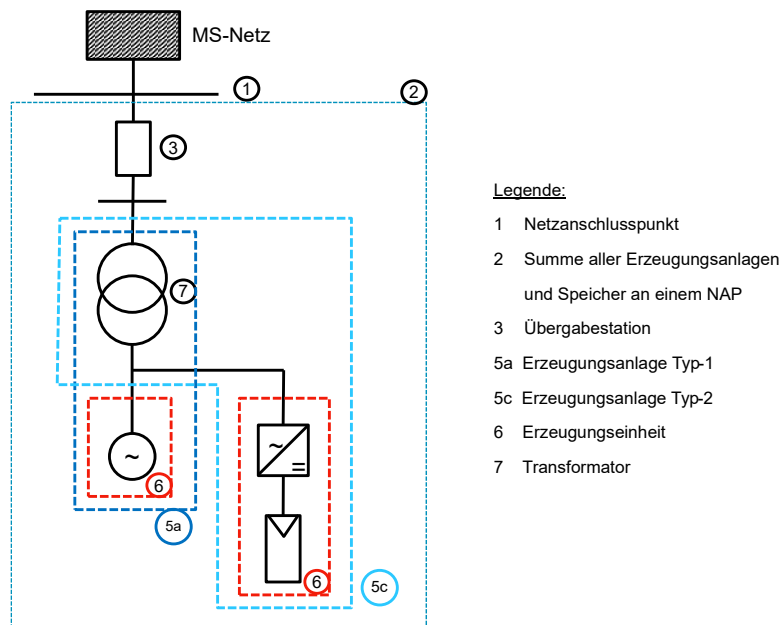


Bild A.1 Kombination von Typ-1-EZE und Typ-2-EZE an einem gemeinsamen MS/NS-Transformator

Erzeugungsanlagen in Bild A.2 der VDE-AR-N 4110 [1] sind damit nach Bild A.2 abzugrenzen:

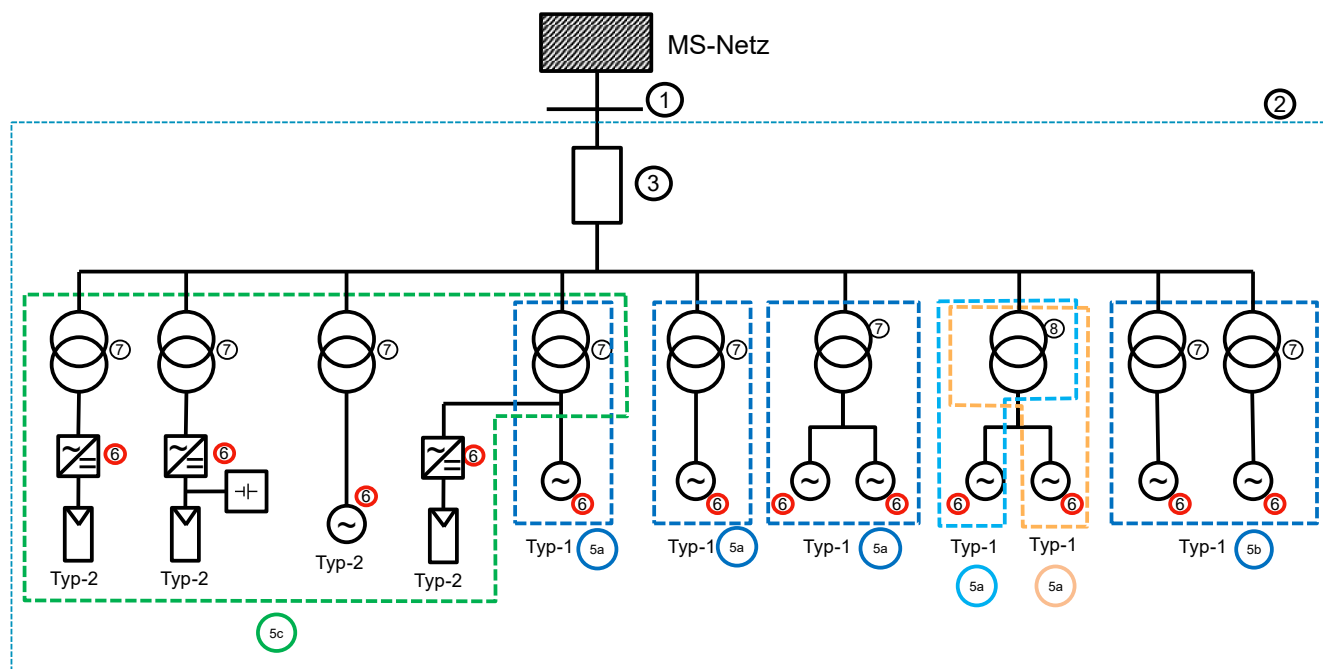


Bild A.2 Abgrenzung von Erzeugungsanlagen innerhalb einer Kundenanlage

Anhang D

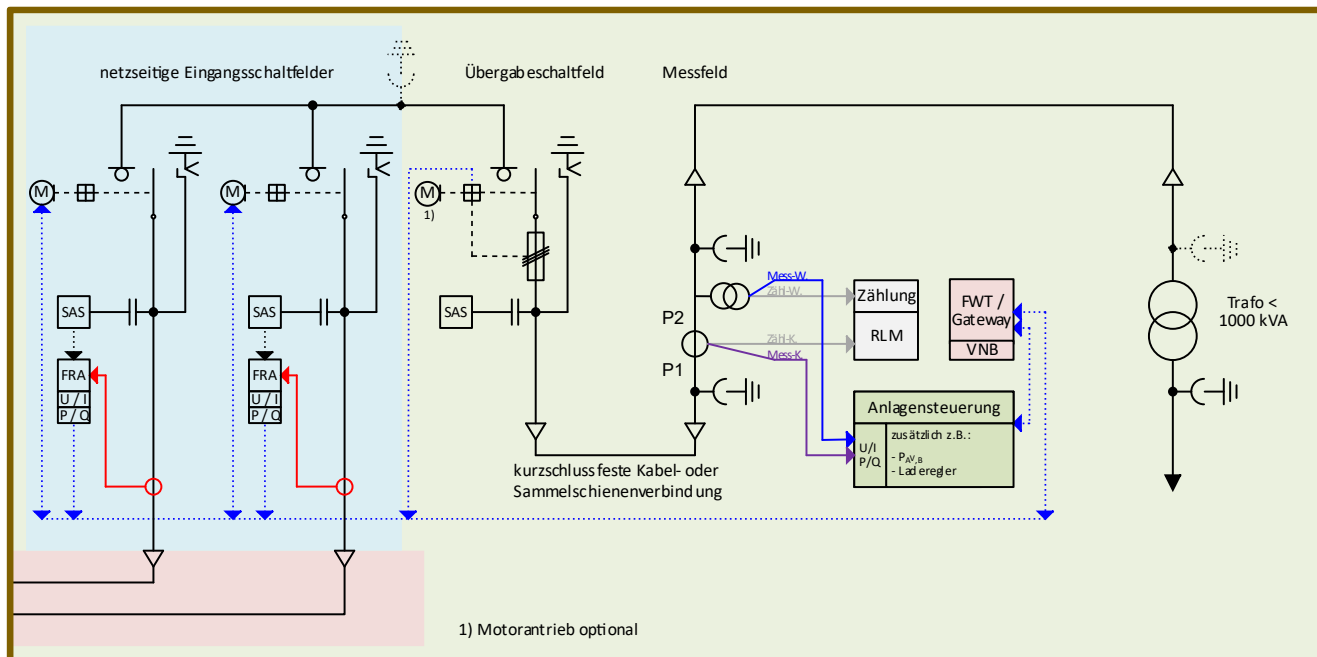


Bild D.1 Ergänzung zu Bild D1b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **MS-Bezugsanlage – Übergabeschalter als Lasttrennschalter-Sicherungskombination** mit Fernwirktechnik und Motorisierung

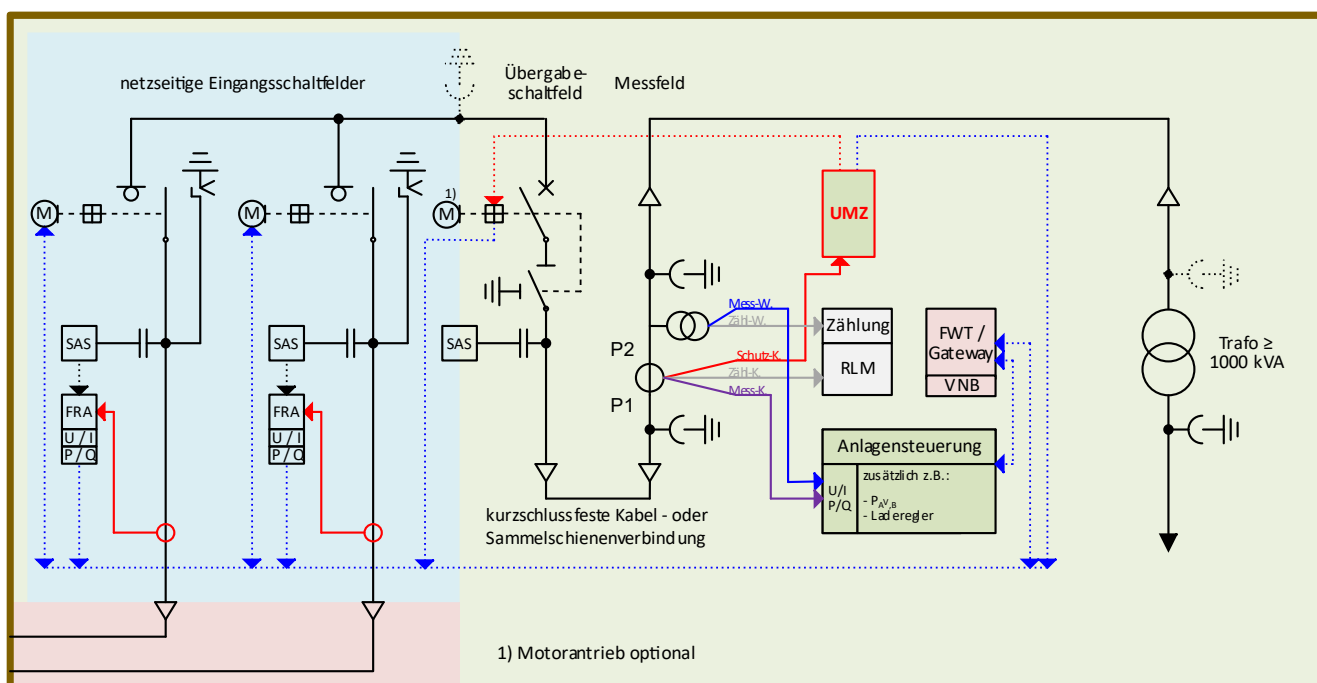


Bild D.2 Ergänzung zu Bild D1c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **MS-Bezugsanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter**

gültig ab: 15.09.2026

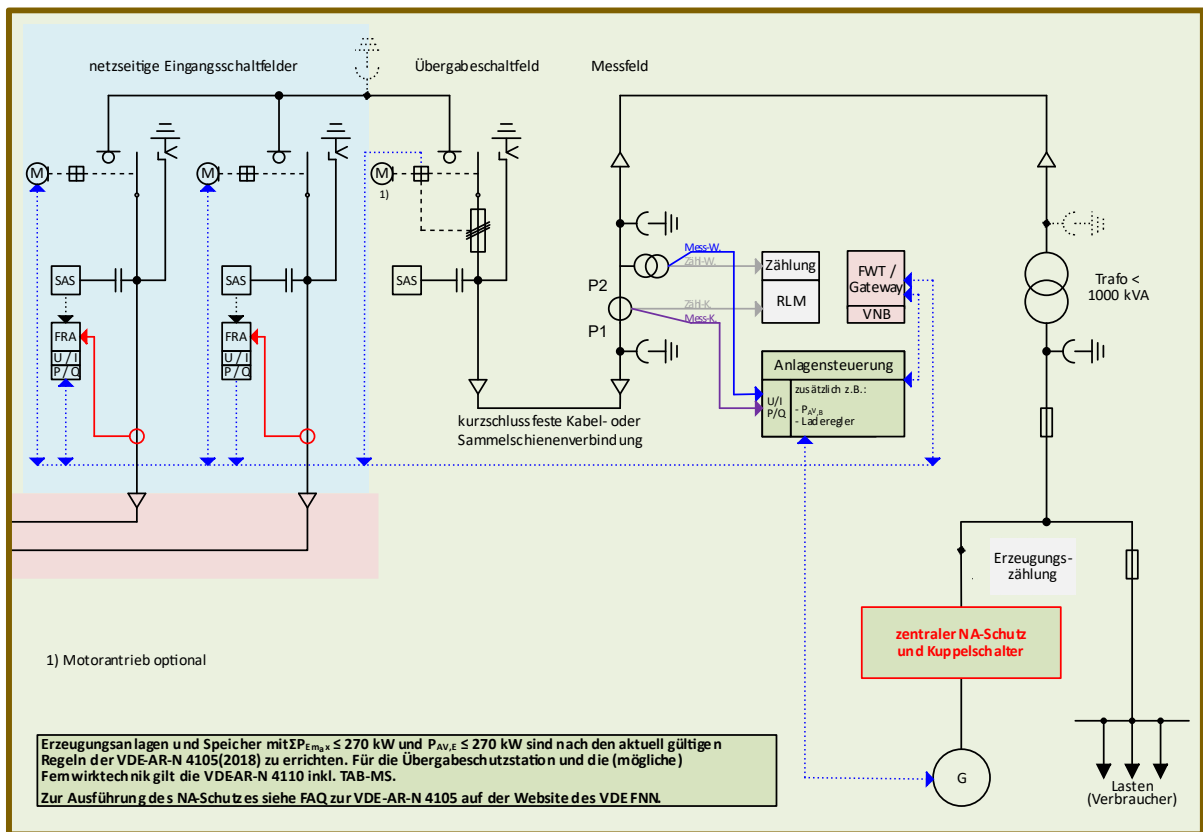


Bild D.6 Ergänzung zu Bild D4a (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{Emax} \leq 270 \text{ kW}$ – Übergabeschalter als Lasttrennschalter-Sicherungskombination, ein Transformator**

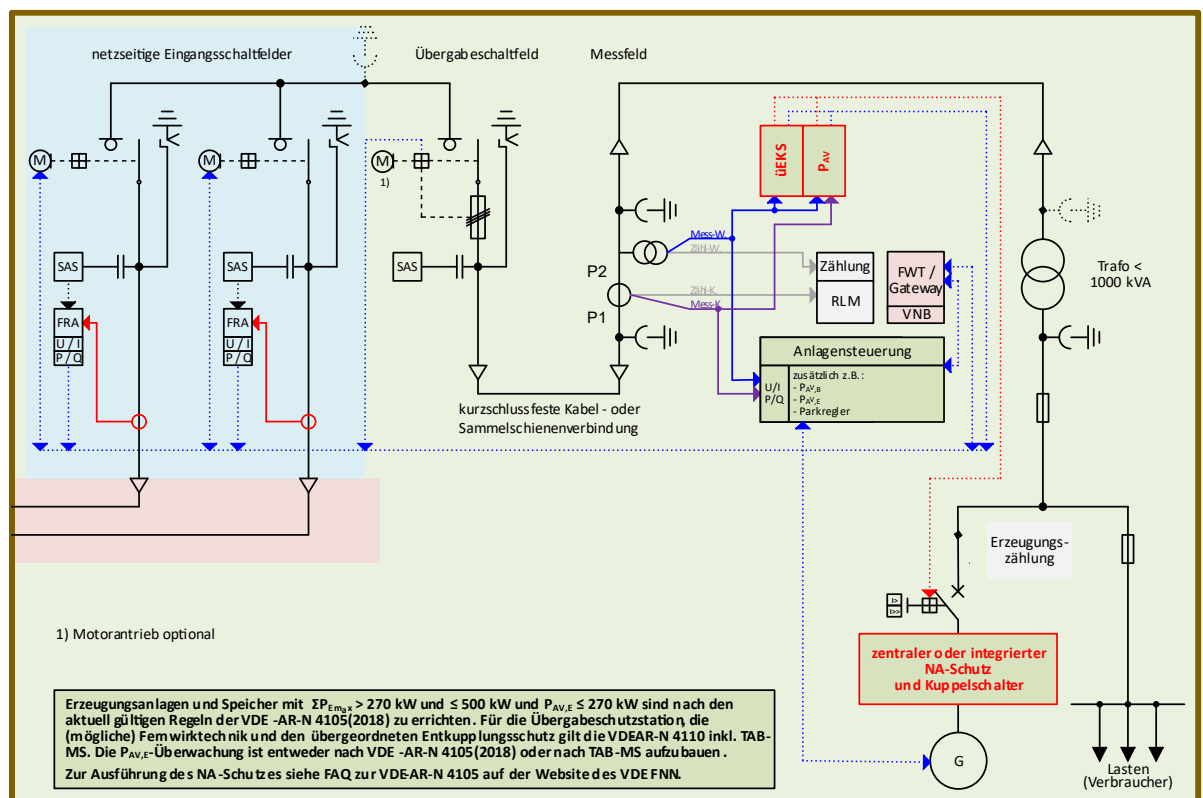


Bild D.7 Ergänzung zu Bild D4b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{Emax} \leq 500 \text{ kW}$ und $P_{AV,E} \leq 500 \text{ kW}$ – Übergabeschalter als Lasttrennschalter-Sicherungskombination, ein Transformator**

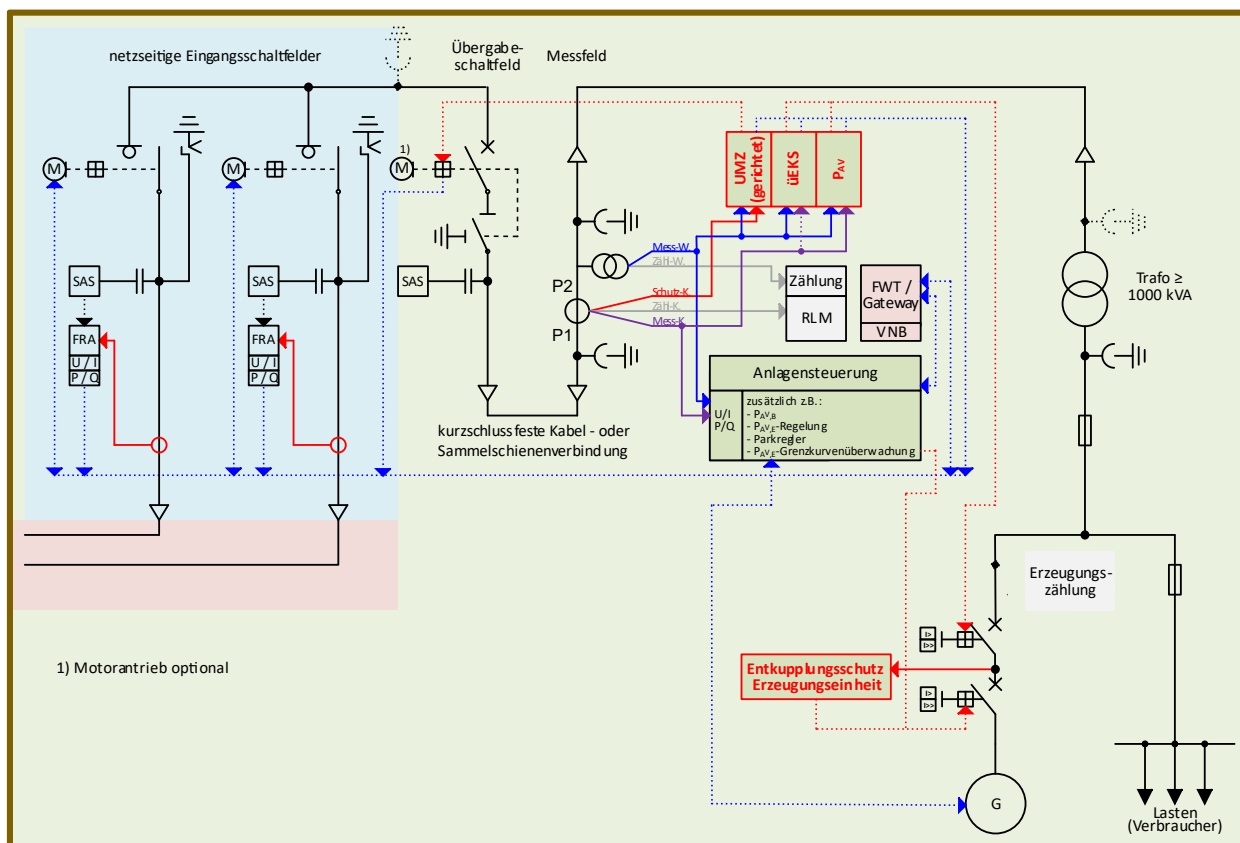


Bild D.8 Ergänzung zu Bild D4c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7] **MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{E_{max}} > 500 \text{ kW}$ oder $P_{AV,E} > 500 \text{ kW}$** – Übergabeschalter als **Leistungsschalter**, ein Transformator bzw. grundsätzlicher Aufbau kleiner Mischanlagen

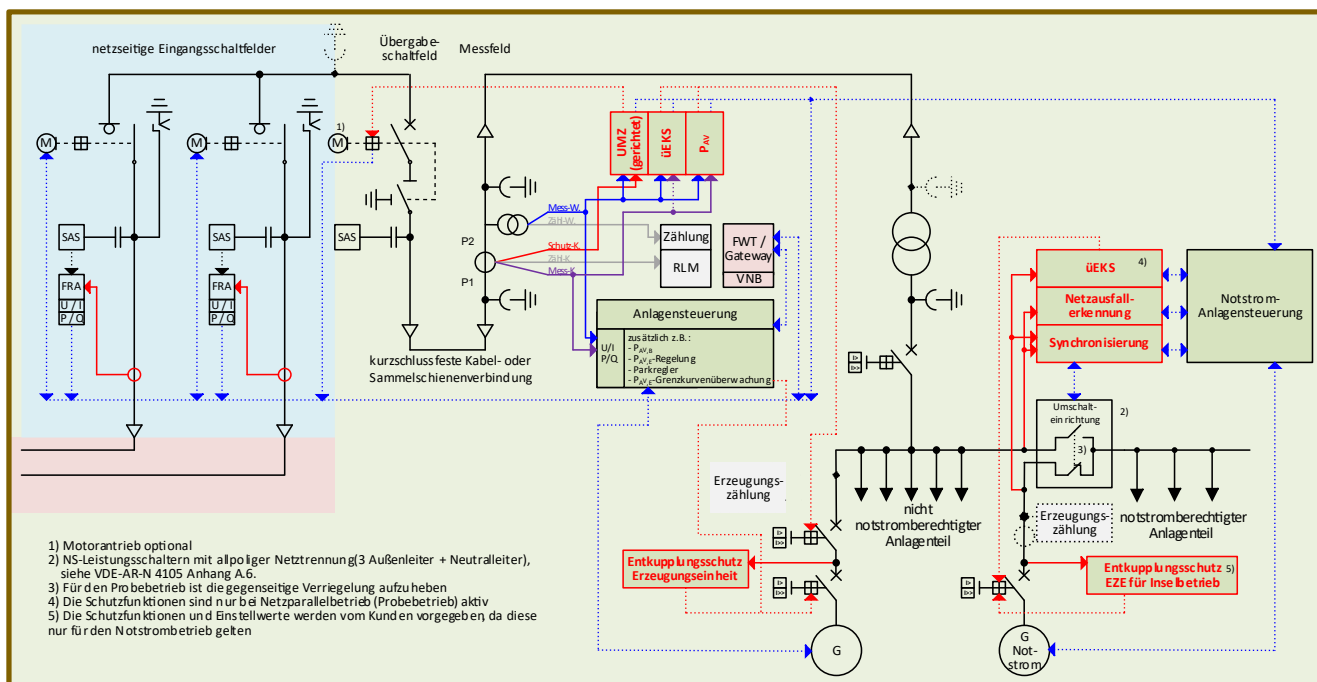
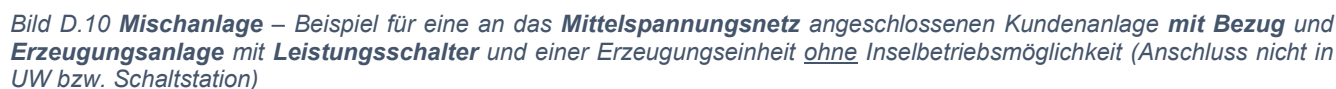
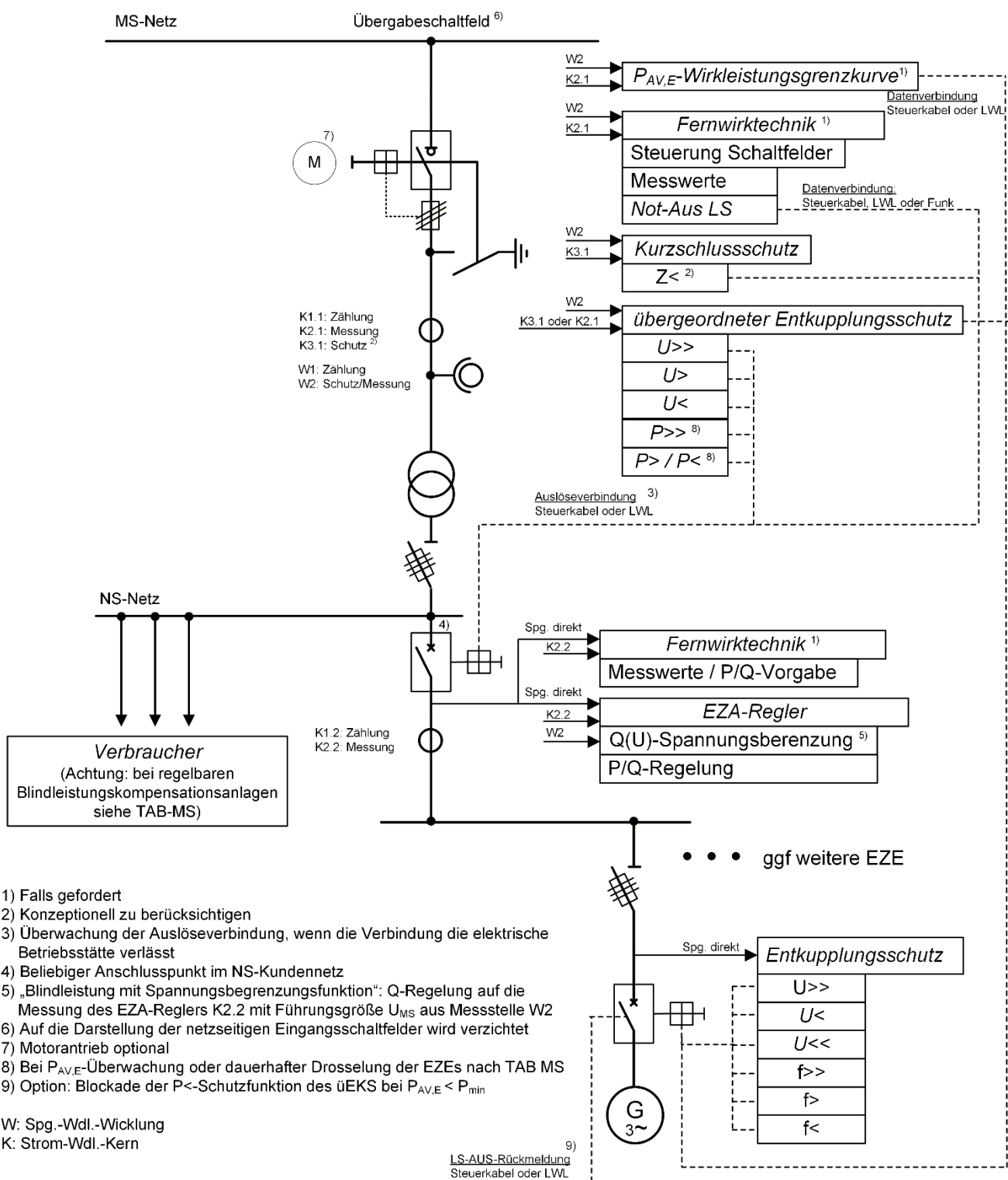


Bild D.9 Ergänzung zu Bild D5 (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **spezielle Kundenanlagen (K)K-L-M – Notstromanlage mit Probetrieb parallel zum öffentlichen Netz: MS-Mischanlage** – Übergabeschalter als **Leistungsschalter**, ein Transformator zwei Erzeugungsanlagen, wobei eine als Notstromanlage dient und nur für den monatlich vorgeschriebenen Probetrieb parallel zum Netz gefahren wird





1) Falls gefordert

2) Konzeptionell zu berücksichtigen

3) Überwachung der Auslöseverbindung, wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt

4) Beliebiger Anschlusspunkt im NS-Kundennetz

5) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion“: Q-Regelung auf die Messung des EZA-Reglers K2.2 mit Führungsgröße U_{MS} aus Messstelle W2

6) Auf die Darstellung der netzseitigen Eingangsschaltfelder wird verzichtet

7) Motorantrieb optional

8) Bei $P_{AV,E}$ -Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZE nach TAB MS

9) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$

Bild D.11 **Mischanlage** – Beispiel für eine an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossene Kundenanlage mit **Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Lasttrennschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)

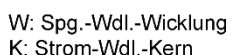
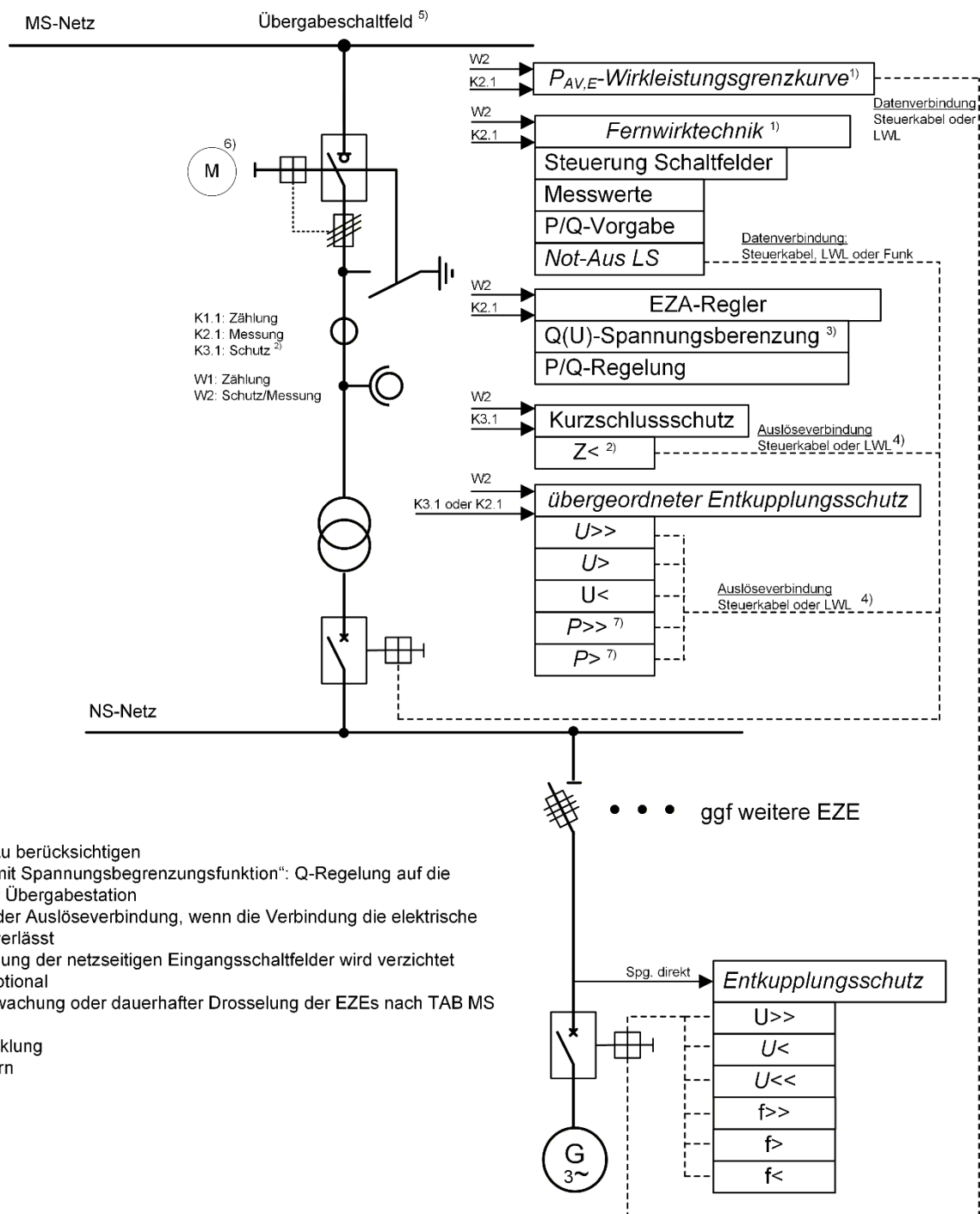


Bild D.12 Einspeisung – Beispiel einer an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossenen **Erzeugungsanlagen** mit **Leistungsschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)

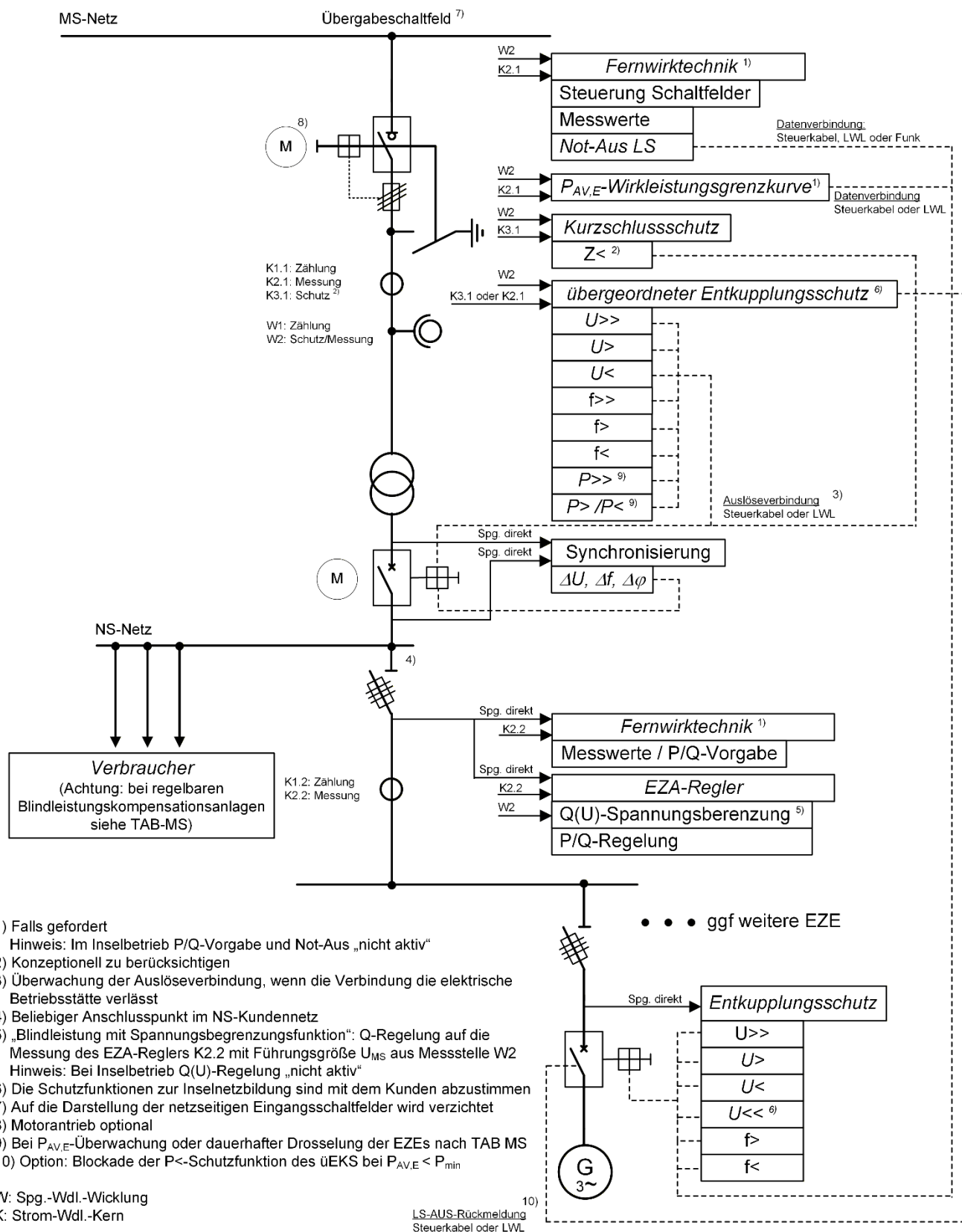


- 1) Falls gefordert
- 2) Konzeptionell zu berücksichtigen
- 3) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion“: Q-Regelung auf die Messung in der Übergabestation
- 4) Überwachung der Auslöseverbindung, wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt
- 5) Auf die Darstellung der netzseitigen Eingangsschaltfelder wird verzichtet
- 6) Motorantrieb optional
- 7) Bei $P_{AV,E}$ -Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZE nach TAB MS

W: Spg.-Wdl.-Wicklung

K: Strom-Wdl.-Kern

Bild D.13 **Einspeisung** – Beispiel einer an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossenen **Erzeugungsanlage** mit **Lasttrennschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)



1) Falls gefordert

Hinweis: Im Inselbetrieb P/Q-Vorgabe und Not-Aus „nicht aktiv“

2) Konzeptionell zu berücksichtigen

3) Überwachung der Auslöseverbindung, wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt

4) Beliebiger Anschlusspunkt im NS-Kundennetz

5) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion“: Q-Regelung auf die Messung des EZA-Reglers K2.2 mit Führungsgröße U_{MS} aus Messstelle W2
Hinweis: Bei Inselbetrieb Q(U)-Regelung „nicht aktiv“

6) Die Schutzfunktionen zur Inselnetzbildung sind mit dem Kunden abzustimmen

7) Auf die Darstellung der netzseitigen Eingangsschaltfelder wird verzichtet

8) Motorantrieb optional

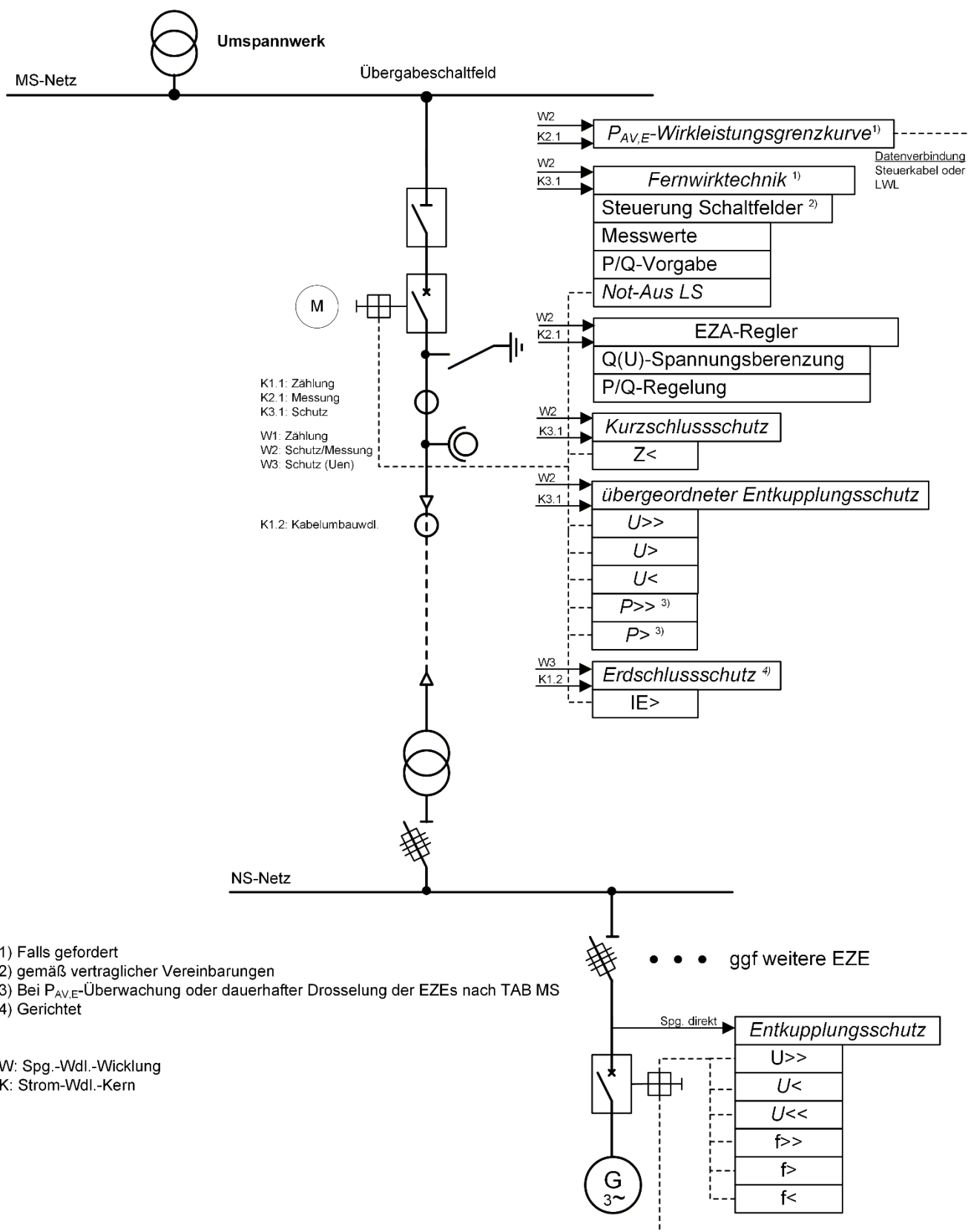
9) Bei $P_{AV,E}$ -Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZE nach TAB MS

10) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$

W: Spg.-Wdl.-Wicklung

K: Strom-Wdl.-Kern

Bild D.14 Mischanlage – Beispiel einer an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossenen Kundenanlage mit **Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit einer Erzeugungseinheit und **automatischer Inselbetriebsmöglichkeit** über niederspannungsseitigen Kuppelschalter (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)



1) Falls gefordert

2) gemäß vertraglicher Vereinbarungen

3) Bei $P_{AV,E}$ -Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZE nach TAB MS

4) Gerichtet

W: Spg.-Wdl.-Wicklung

K: Strom-Wdl.-Kern

Bild D.15 **Einspeisung** – Beispiel einer an ein **Umspannwerk** mittspannungsseitig angeschlossenen **Erzeugungsanlagen** im UW-Schaltfeld mit **Leistungsschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit

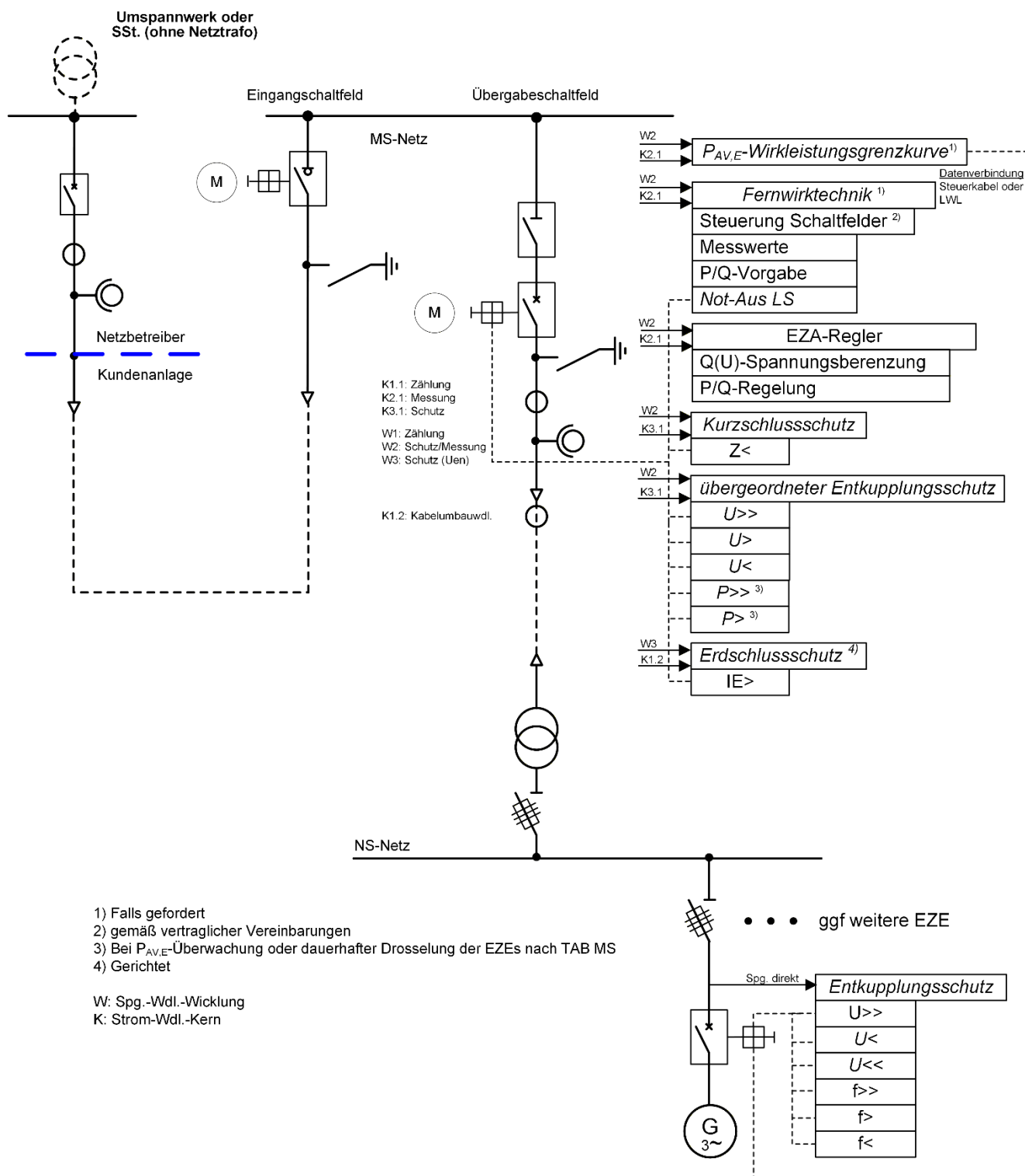


Bild D.16 **Einspeisung** – Beispiel einer an ein **Umspannwerk** mittelspannungsseitig angeschlossenen **Erzeugungsanlagen** mit Übergabestation im Umkreis von 250m um das UW mit **Leistungsschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit

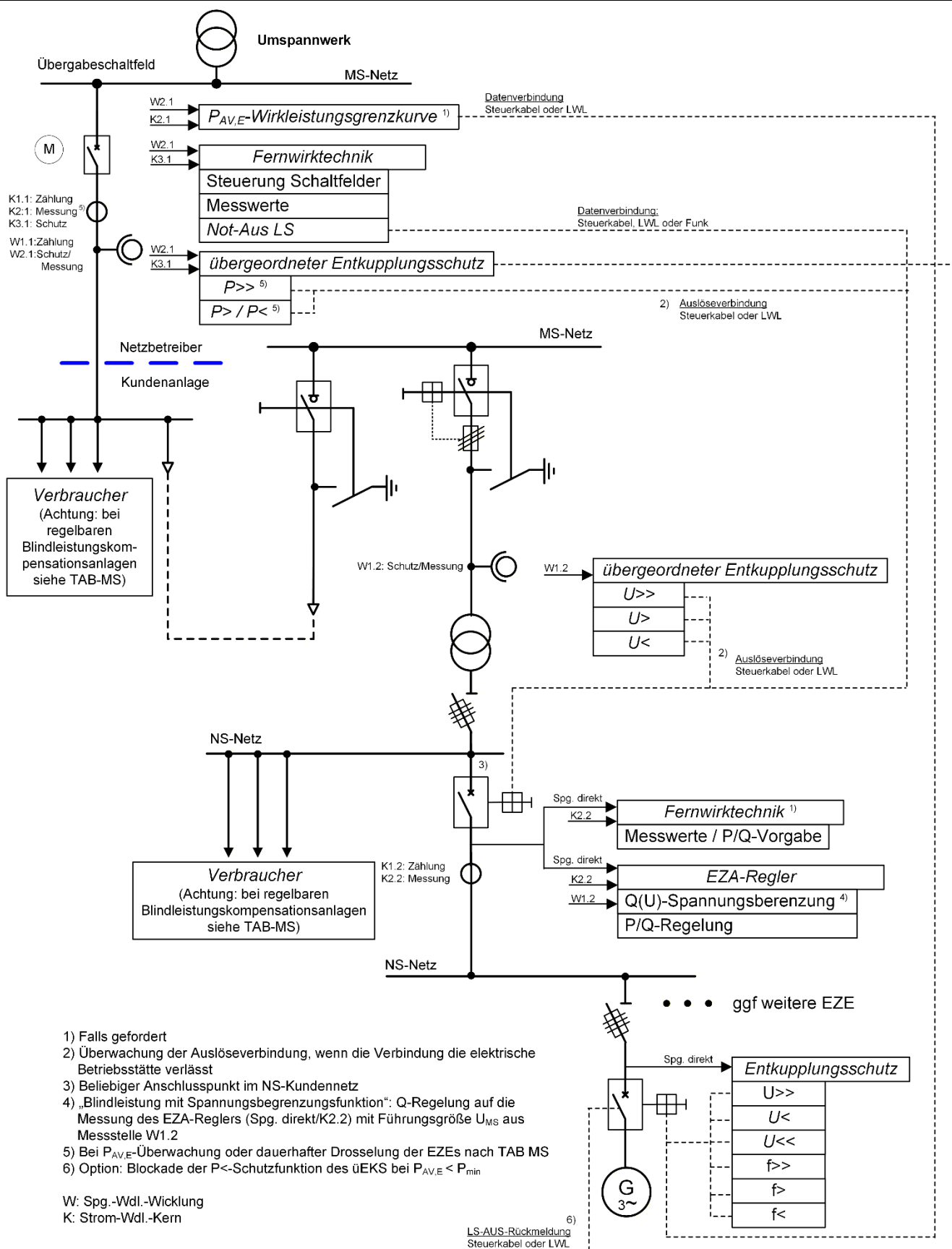


Bild D.17 **Mischanlage** – Beispiel einer an ein **Umspannwerk** mittlungsseitig angeschlossenen Kundenanlage mit **Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Leistungsschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit

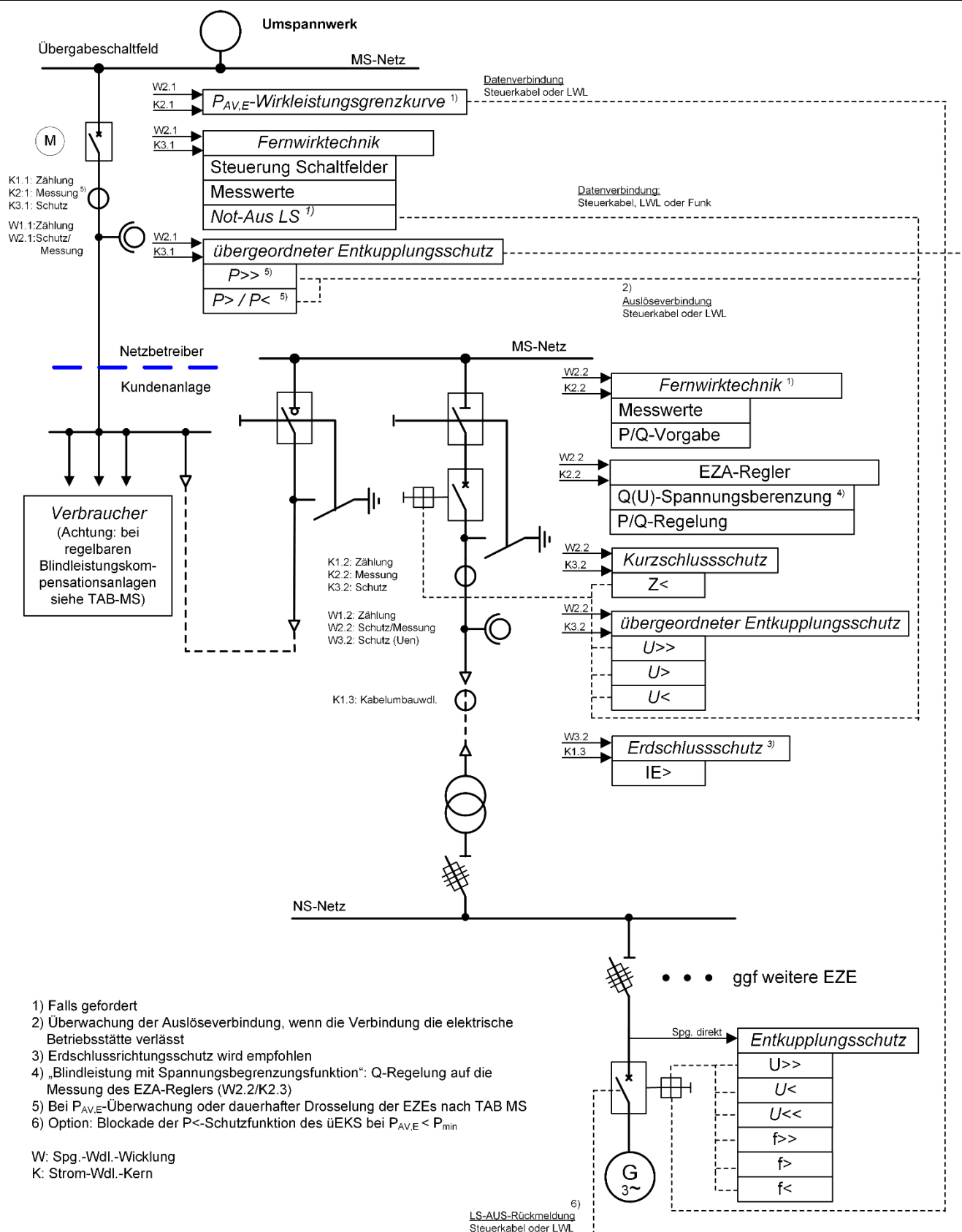


Bild D.18 Mischanlage – Beispiel einer an eine **Schaltstation** im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit **Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Leistungsschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit

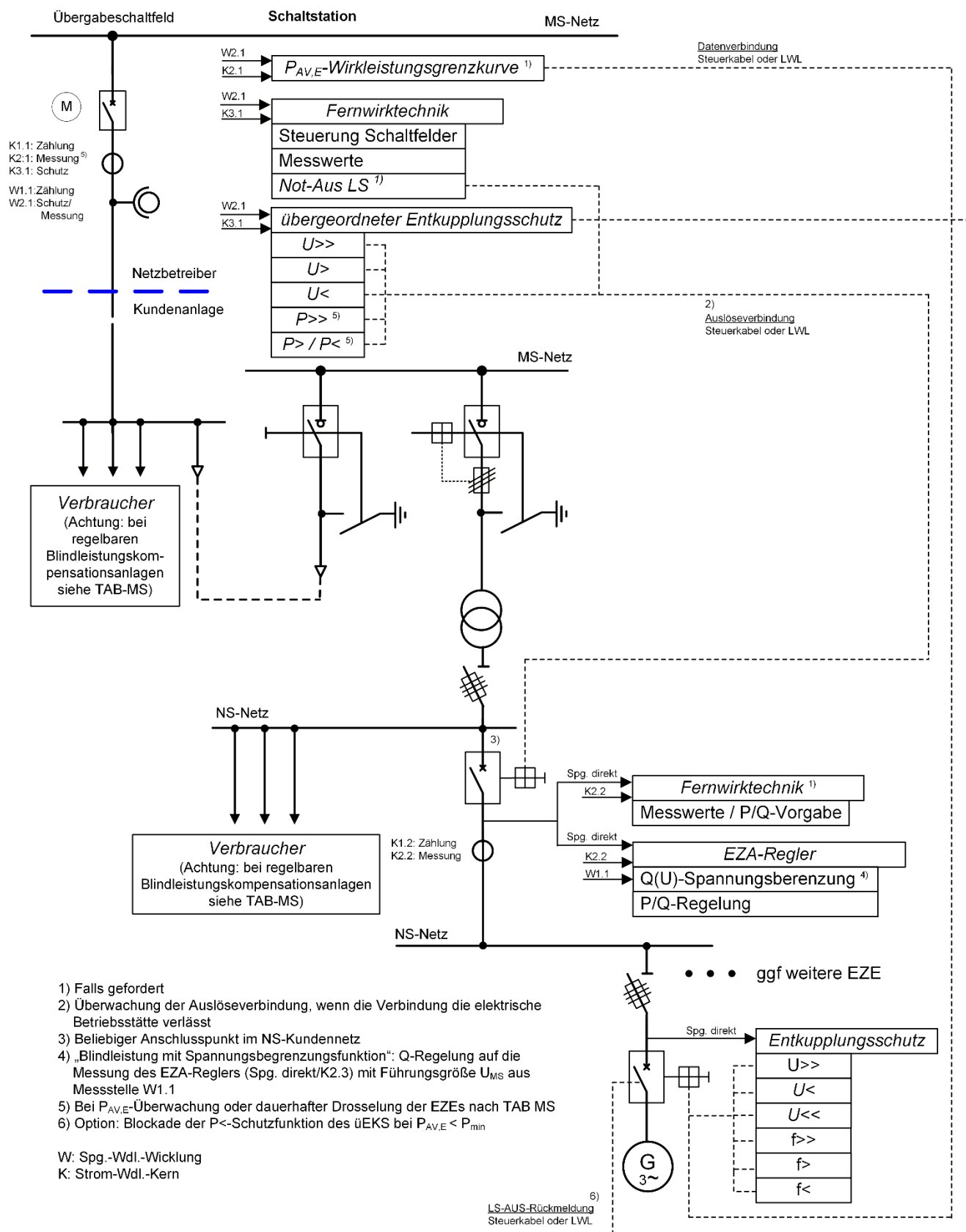


Bild D.19 **Mischanlage** – Beispiel einer an eine **Schaltstation** im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit **Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Lasttrennschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit

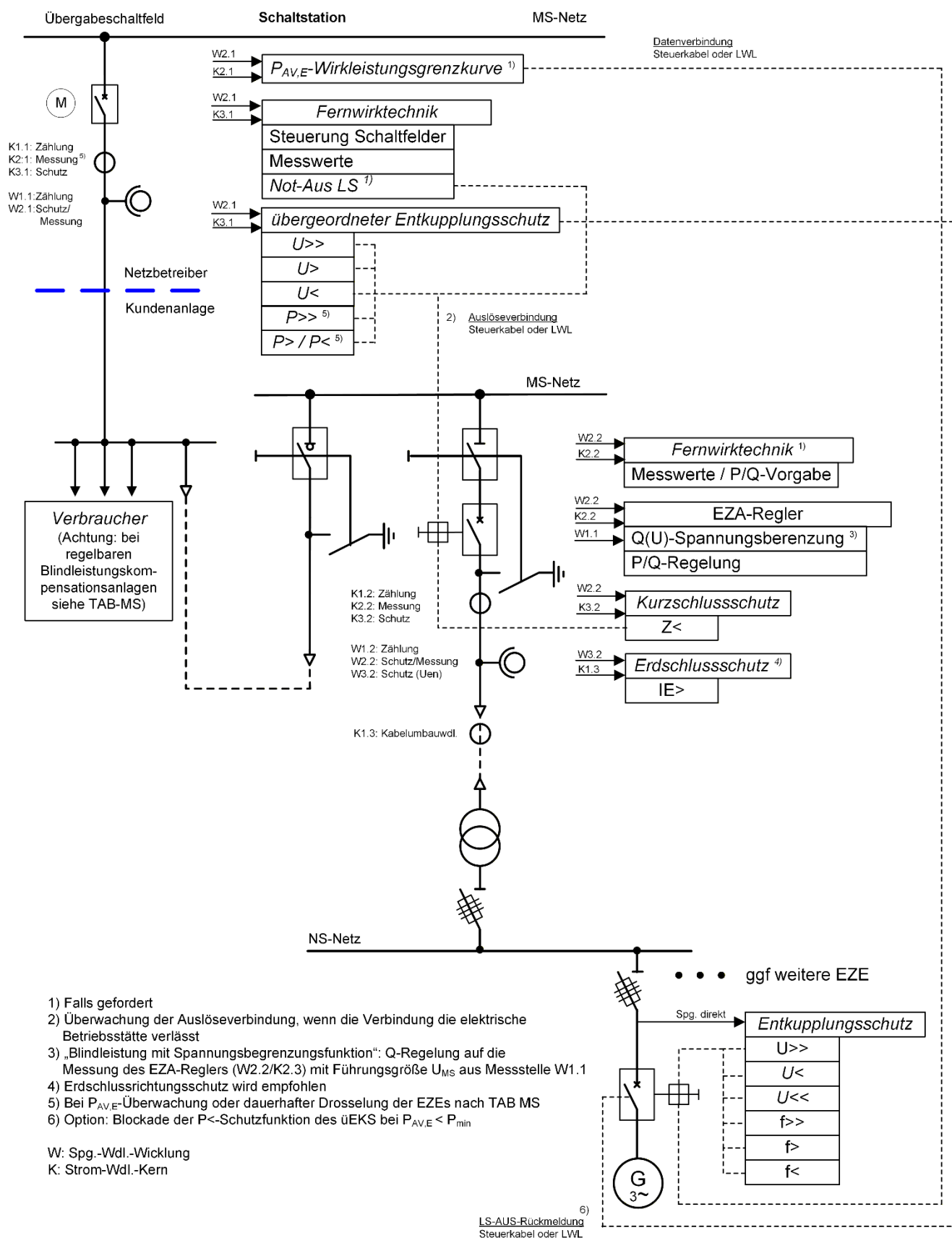
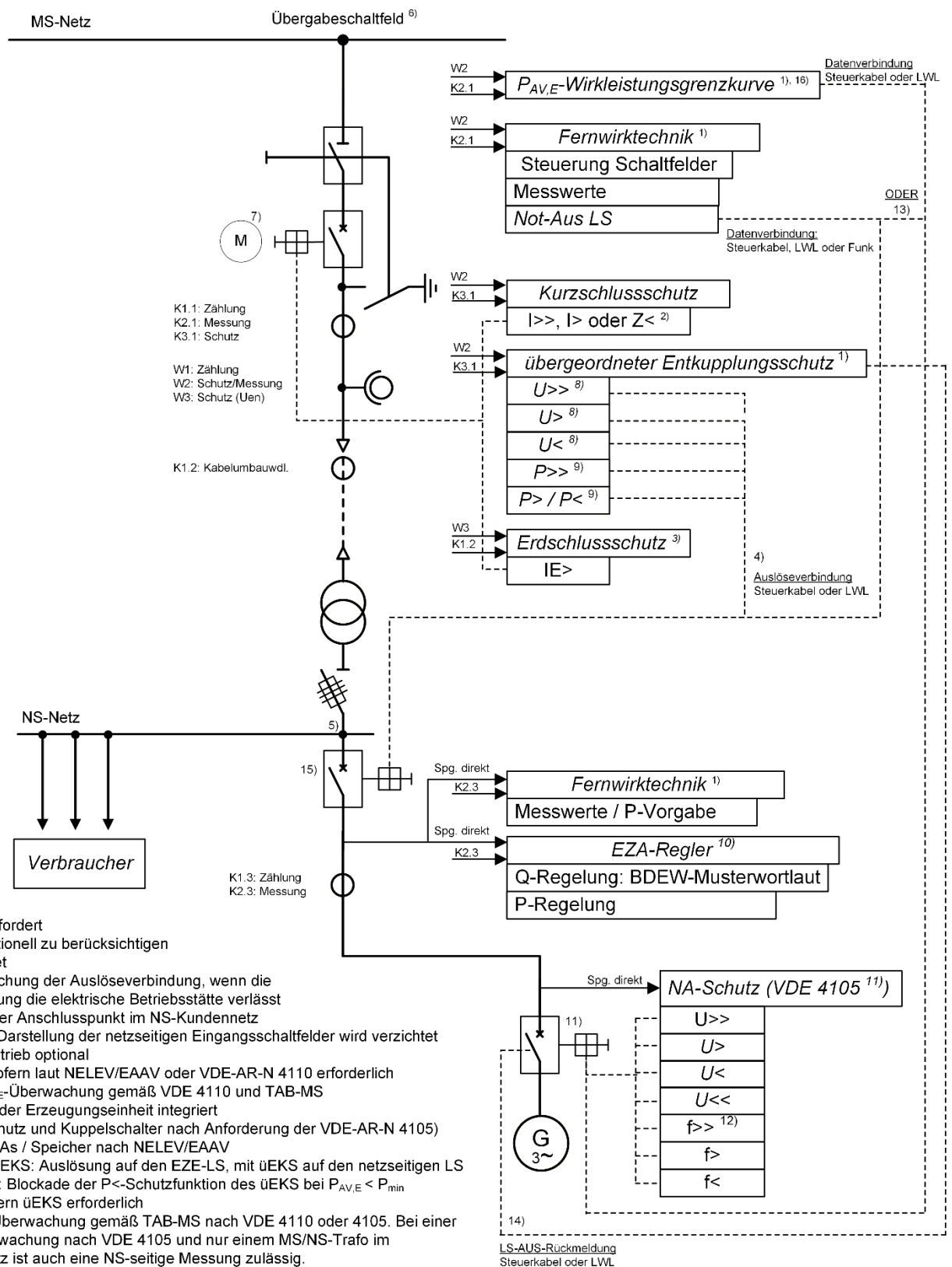


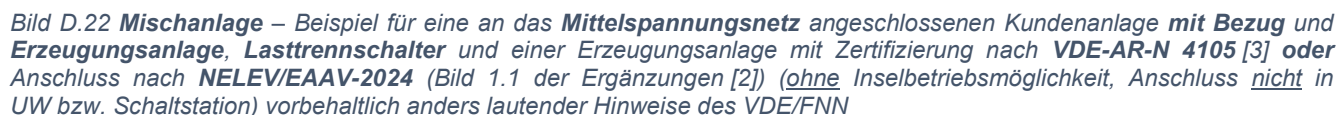
Bild D.20 **Mischanlage** – Beispiel einer an eine **Schaltstation** im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage mit **Bezug** und Erzeugungsanlage mit **Leistungsschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit



- 1) Falls gefordert
- 2) Konzeptionell zu berücksichtigen
- 3) Gerichtet
- 4) Überwachung der Auslöseverbindung, wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt
- 5) Beliebiger Anschlusspunkt im NS-Kundennetz
- 6) Auf die Darstellung der netzseitigen Eingangsschaltfelder wird verzichtet
- 7) Motorantrieb optional
- 8) üEKS sofern laut NELEV/EAAB oder VDE-AR-N 4110 erforderlich
- 9) Bei $P_{AV,E}$ -Überwachung gemäß VDE 4110 und TAB-MS
- 10) ggf. in der Erzeugungseinheit integriert
- 11) NA-Schutz und Kuppelschalter nach Anforderung der VDE-AR-N 4105
- 12) Für EZAs / Speicher nach NELEV/EAAB
- 13) ohne üEKS: Auslösung auf den EZE-LS, mit üEKS auf den netzseitigen LS
- 14) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$
- 15) LS sofern üEKS erforderlich
- 16) $P_{AV,E}$ -Überwachung gemäß TAB-MS nach VDE 4110 oder 4105. Bei einer $P_{AV,E}$ -Überwachung nach VDE 4105 und nur einem MS/NS-Trafo im Kundennetz ist auch eine NS-seitige Messung zulässig.

W: Spg.-Wdl.-Wicklung
K: Strom-Wdl.-Kern

Bild D.21 Mischanlage – Beispiel für eine an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossene Kundenanlage mit **Bezug und Erzeugungsanlage, Leistungsschalter** und einer Erzeugungsanlage mit Zertifizierung nach **VDE-AR-N 4105 [3] oder Anschluss nach NELEV/EAAB-2024** (Bild 1.1 der Ergänzungen [2]) (ohne Inselbetriebsmöglichkeit, Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) vorbehaltlich anders lautender Hinweise des VDE/FNN



Anhang E

Zum Erdungsprotokoll E.6 der TAB-MS:

2. Erdungsanlage:

Der Begriff „maximale Berührungsspannung“ aus dem Erdungsprotokoll (Anhang E.6 der VDE-AR-N 4110 [1]) bezieht sich auf U_{Tp} „zulässige Berührungsspannung“ aus der DIN EN 50522 (VDE 0101-2). Die zulässige Berührungsspannung ist abhängig von der Einwirkzeitdauer und damit auch von der Art der Sternpunktbehandlung im betrachteten Mittelspannungsnetz. Zum Beispiel ergeben sich für $U_{Tp} = 75 \text{ V}$ bei Erdschlusskompensation, da das fehlerbehaftete Mittelspannungsnetz üblicherweise bis zu 2 Stunden mit Erdschluss betrieben werden kann. Bei niederohmiger Sternpunkterdung mit deutlich kürzeren Schutzabschaltzeiten der dann einpoligen Fehler, ergibt sich eine entsprechend höhere zulässige Berührungsspannung.

Anhang G

Netzanschlussdatenblatt

Der Teil 1 wird im Rahmen des Anschlussprozesses frühestmöglich vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellt.

Anhang I

Es sind die Vorlagen des Netzbetreibers zu verwenden.