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

zu 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
5.3.2 Allgemein 11
5.3.3 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
6.1.2.1 Allgemeines 14
6.1.2.9 Fundamenterder 14
6.2 Elektrischer Teil 14
6.2.2 Schaltanlagen 14
6.2.2.7 Wandler 14
6.2.4 Erdungsanlage 16
6.3 Sekundärtechnik 17
6.3.2 Fernwirk- und Prozessdatenübertragung an die netzführende Stelle 17
6.3.2.2 Fernwirktechnik in der kundeneigenen Übergabestation 17
6.3.2.3 Zusätzliche Anforderungen für Erzeugungsanlagen und Speicher mit Fernwirktechnik 18
6.3.2.4 Zusätzliche Anforderungen für Erzeugungsanlagen und Speicher mit Fernsteuerung über Funkrundsteuerung (FRE) 20
6.3.3 Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung 20
6.4 Störschreiber 20
7 Abrechnungsmessung 21
7.4 Messeinrichtung 21
7.5 Messwandler 21
8 Betrieb der Kundenanlage 22
8.9 Notstromaggregate 22
8.13 Leistungsüberwachung 23
8.13.2 Dauerhafte Drosselung von Erzeugungseinheiten 24
10 Erzeugungsanlagen 25
10.2 Verhalten der Erzeugungsanlage am Netz 25
10.2.2 Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung 25
10.2.2.4 Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung 25
10.2.2.6 Besonderheiten bei Mischanlagen 26
10.2.3 Dynamische Netzstützung 28
10.2.3.1 Allgemeines 28
10.2.4 Wirkleistungsabgabe 28
10.2.4.1 Allgemeines 28
10.3 Schutzeinrichtungen und Schutzeinstellungen 29
10.3.4 Anschluss der Erzeugungsanlage an die Sammelschiene eines Umspannwerks 29
10.3.5 Anschluss der Erzeugungsanlage im Mittelspannungsnetz 33

11	Nachweis der elektrischen Eigenschaften für Erzeugungsanlagen	36
11.5	Inbetriebsetzungsphase	36
11.5.3	Inbetriebsetzung der gesamten Erzeugungsanlage und Inbetriebsetzungserklärung	36
11.5.3.1	Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage	36
12	Prototypen-Regelung	36
Anhang A		37
Anhang D		38
Anhang E		56
Anhang G		56
Anhang I		56

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 $P_{AV,E} < \Sigma(P_{Emax} + P_{Emax,red})$ am Netzanschlusspunkt und/oder bei Erzeugungseinheiten mit einer dauerhaften Drosselung $P_{Emax,red.} < P_{Emax}$ 23
Bild 10.1 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 1: Neuer Messpunkt misst nur Bezug, Beispiel a) innerhalb der NSHV und b) über separaten Transformator 27
Bild 10.2 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 2: Addition von Messung 1 und 2 27
Bild A.1 Kombination von Typ-1-EZE und Typ-2-EZE an einem gemeinsamen MS/NS-Transformator 37
Bild A.2 Abgrenzung von Erzeugungsanlagen innerhalb einer Kundenanlage 37
Bild D.1 Ergänzung zu Bild D1b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **MS-Bezugsanlage** – Übergabeschalter als **Lasttrennschalter-Sicherungskombination** mit Fernwirktechnik und Motorisierung 38
Bild D.2 Ergänzung zu Bild D1c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **MS-Bezugsanlage** – Übergabeschalter als **Leistungsschalter** 38
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 39
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 39
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 40
Bild D.6 Ergänzung zu Bild D4a (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]:**MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{Emax} \leq 270$ kW** – Übergabeschalter als **Lasttrennschalter-Sicherungskombination**, ein Transformator 41
Bild D.7 Ergänzung zu Bild D4b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: **MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{Emax} \leq 500$ kW und $P_{AV,E} \leq 500$ kW** – Übergabeschalter als **Lasttrennschalter-Sicherungskombination**, ein Transformator 41
Bild D.8 Ergänzung zu Bild D4c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7] **MS-Mischanlage mit $\Sigma P_{Emax} > 500$ kW oder $P_{AV,E} > 500$ kW** – Übergabeschalter als **Leistungsschalter**, ein Transformator bzw. grundsätzlicher Aufbau kleiner Mischanlagen 42
Bild D.9 Ergänzung zu Bild D5 (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: spezielle Kundenanlagen (K)K-L-M – Notstromanlage mit Probebetrieb parallel zum öffentlichen Netz: MS-Mischanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter, ein Transformator zwei Erzeugungsanlagen, wobei eine als Notstromanlage dient und nur für den monatlich vorgeschriebenen Probebetrieb parallel zum Netz gefahren wird 42

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) 43
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) 44
Bild D.12 **Einspeisung** – Beispiel einer an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossenen **Erzeugungsanlagen** mit **Leistungsschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) 45
Bild D.13 **Einspeisung** – Beispiel einer an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossenen **Erzeugungsanlage** mit **Lasttrennschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) 46
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) 47
Bild D.15 **Einspeisung** – Beispiel einer an ein **Umspannwerk** mittelspannungsseitig angeschlossenen **Erzeugungsanlagen** mit **Leistungsschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit 48
Bild D.16 **Mischanlage** – Beispiel einer an ein **Umspannwerk** mittelspannungsseitig angeschlossenen Kundenanlage **mit Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Lasttrennschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit 49
Bild D.17 **Mischanlage** – Beispiel einer an ein **Umspannwerk** mittelspannungsseitig angeschlossenen Kundenanlage **mit Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Leistungsschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit 50
Bild D.18 **Mischanlage** – Beispiel einer an eine **Schaltstation** im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage **mit Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Leistungsschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit 51
Bild D.19 **Mischanlage** – Beispiel einer an eine **Schaltstation** im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage **mit Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit **Lasttrennschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit 52
Bild D.20 **Mischanlage** – Beispiel einer an eine **Schaltstation** im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage **mit Bezug** und Erzeugungsanlage mit **Leistungsschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit 53
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/EAAV-2024** (Bild 1.1 der Ergänzungen [2]) (ohne Inselbetriebsmöglichkeit, Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) vorbehaltlich anders lautender Hinweise des VDE/FNN 54
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/EAAV-2024** (Bild 1.1 der Ergänzungen [2]) (ohne Inselbetriebsmöglichkeit, Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) vorbehaltlich anders lautender Hinweise des VDE/FNN 55

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 20
Tabelle 5 Erzeugungsanlage (nicht Mischanlage, ohne Inselbetrieb) mit direktem Anschluss an ein Schaltfeld im UW/SST: Schutzfunktionen in der Übergabestation 29

Tabelle 6 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetreib: Übergeordneter Entkupplungsschutz 30
Tabelle 7 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetreib: Kurzschluss-/Erdschlussschutz in der MS-Station innerhalb der Kundenanlage an der die Erzeugungsanlage / der Speicher angeschlossen ist 30
Tabelle 8 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetreib: Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten 31
Tabelle 9 Mischanlage im UW/SST mit Inselbetreib und automatischen Netztrennung: Übergeordneter Entkupplungsschutz 32
Tabelle 10 Erzeugungsanlage im MS-Netz: Schutzfunktionen in der Übergabestation (ohne Inselbetrieb) 33
Tabelle 11 Erzeugungsanlage im MS-Netz: Entkupplungsschutzfunktionen an den Erzeugungseinheiten (ohne Inselbetrieb) 34
Tabelle 12 Erzeugungsanlage im MS-Netz mit Inselbetreib und automatischen Netztrennung: Schutzeinstellungen in der Übergabestation 35

1 Anwendungsbereich

Bei diesem Dokument handelt es sich ausdrücklich nicht im 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 Kommunalunternehmen Stadtwerke Pfaffenhofen a. d. Ilm.

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 Netzbetreiber 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

a) 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
b) gemäß VDE-AR-N 4110 mit PAmax = Σ(PEmax,red + PEmax) < 135 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]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
- Eigentümererklärung 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 Werktage 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 oberspannungsseitig 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 φ = 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 Netzrückwirkungen

5.4.2 Allgemeines

Der Netzbetreiber behält sich bei Erfordernis vor, Messungen zu Netzrückwirkungen 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 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 $P_{AV,E} \approx 70\%\ P_{AV,B}$.

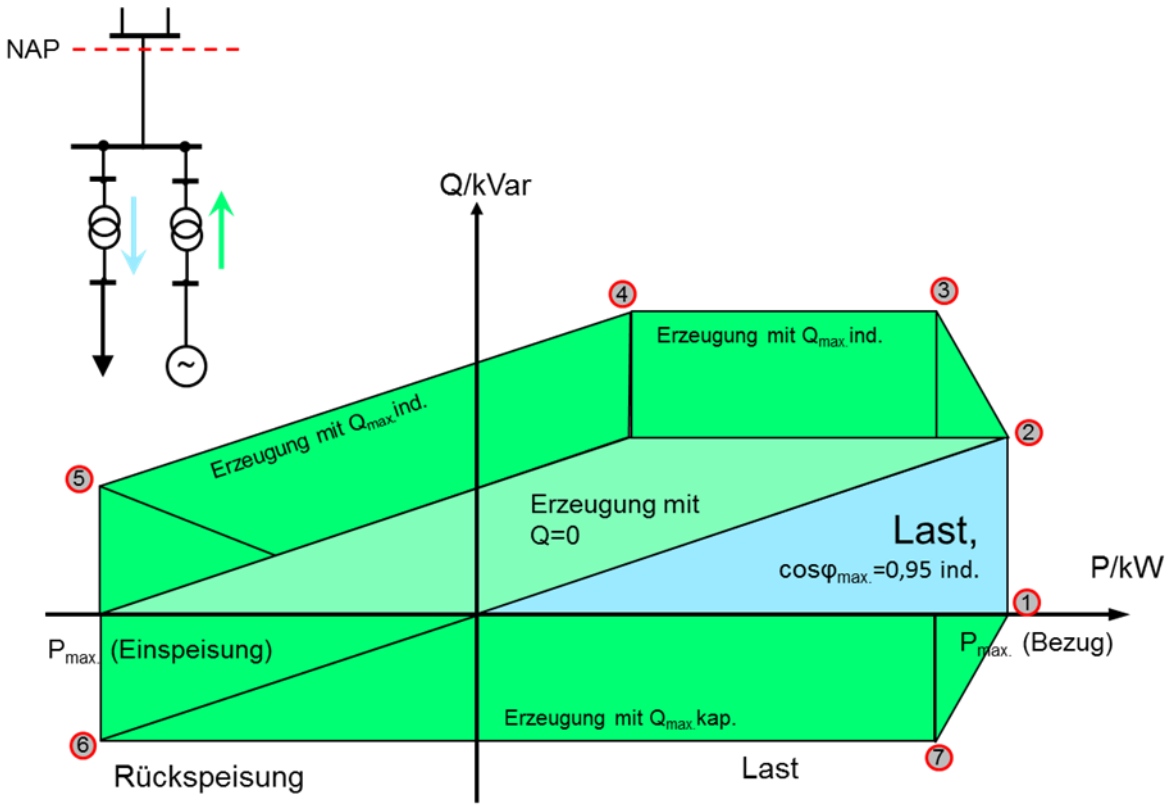


Bild 5.2 Physikalischer Lastfluss am Netzanschlusspunkt beispielhaft für eine Mischanlage mit $P_{AV,E} \approx 70\%\ P_{AV,B}$

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

- **Punkt 1:** Maximaler Bezug mit cos φ = 1, ohne Erzeugung, entspricht i. d. R. $P_{AV,B}$
- **Punkt 2:** Maximaler Bezug mit cos φ = 0,95 ind. (untererregt), ohne Erzeugung
- **Punkt 3:** Maximaler Bezug mit cos φ = 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 φ = 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 φ = 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 begehbare 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 mm^2 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.

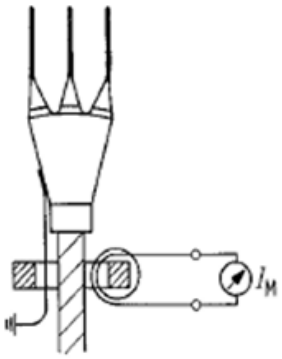


Bild 6.1 Beispiel: Umbauwandler für Erdschlussschutz (Nullstromwandler)

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	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	--
(U< mit Freigabestrom)	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)
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 $\sum S_{Amax} \leq 1$ MVA	U	2,5 VA Kl. 0,5 & 3P (pf1)	2,5 VA Kl. 0,5 (pf1)
	I	--	2,5 VA Kl. 0,5FS5
EZA-Regler $\sum S_{Amax} > 1$ 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 $\sum S_{Amax} \leq 1$ 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 $\sum S_{Amax} > 1$ 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 x 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

6.3.2.2 Fernwirktechnik in der kundeneigenen Übergabestation

Typischer Prozessdatenumfang:

<u>Steuersignale des Netzbetreibers:</u>

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

<u>Messwerte und Rückmeldungen des Anschlussnehmers:</u>

- **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 Störungsbehebungseinsatz 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 Störungsbehebungseinsatz 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 Sammelschienentrenner (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)

Die Messwerte aus dem Übergabefeld können ebenfalls 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 ≤ 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:

<u>Steuersignale des Netzbetreibers über Fernwirkgerät:</u>

- 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 $P_{AV,E}$-Leistungsüberwachung gilt als Bezug $P_{AV,E}$ (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 Qsoll=0)
- Meldung Q(U)-Obergrenze erreicht (nicht bei Qsoll=0)
- Meldung AUS durch Leistungsüberwachung (Auslösung der PAV,E-Schutzfunkton bei $P_{AV,E}$-Leistungs-überwachung 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 $P_{AV,E} \leq 270$ 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 $P_{Amax} < 135$ 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 $P_{AV,E}$-Überwachung gilt als Bezug $P_{AV,E}$ (statt P_{inst}).
- Rückmeldung: Vorgabe Wirkleistung in [%] bezogen auf Pinst. Bei einer klassischen Erzeugungs-anlage (nicht Mischanlage) mit $P_{AV,E}$-Überwachung gilt als Bezug $P_{AV,E}$ (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	*In Vorbereitung:* Induktiver Blindleistungsbezug mit $Q_{max.}$(ind.) bzw. cos φ = 0,95
K6	Reserve	*In Vorbereitung:* Induktiver Blindleistungsbezug mit $Q_{max.}$(ind.) bzw. cos φ = 0,90

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 supraharmonischen 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 Messsgeräteeinbaus 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/Schalthaus**: Kabeltyp NYCY
  - Es gelten die Querschnitte bei Leitungen oder Kabel gemäß VDE-AR-N 4110 [1]

8 Betrieb der Kundenanlage

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.

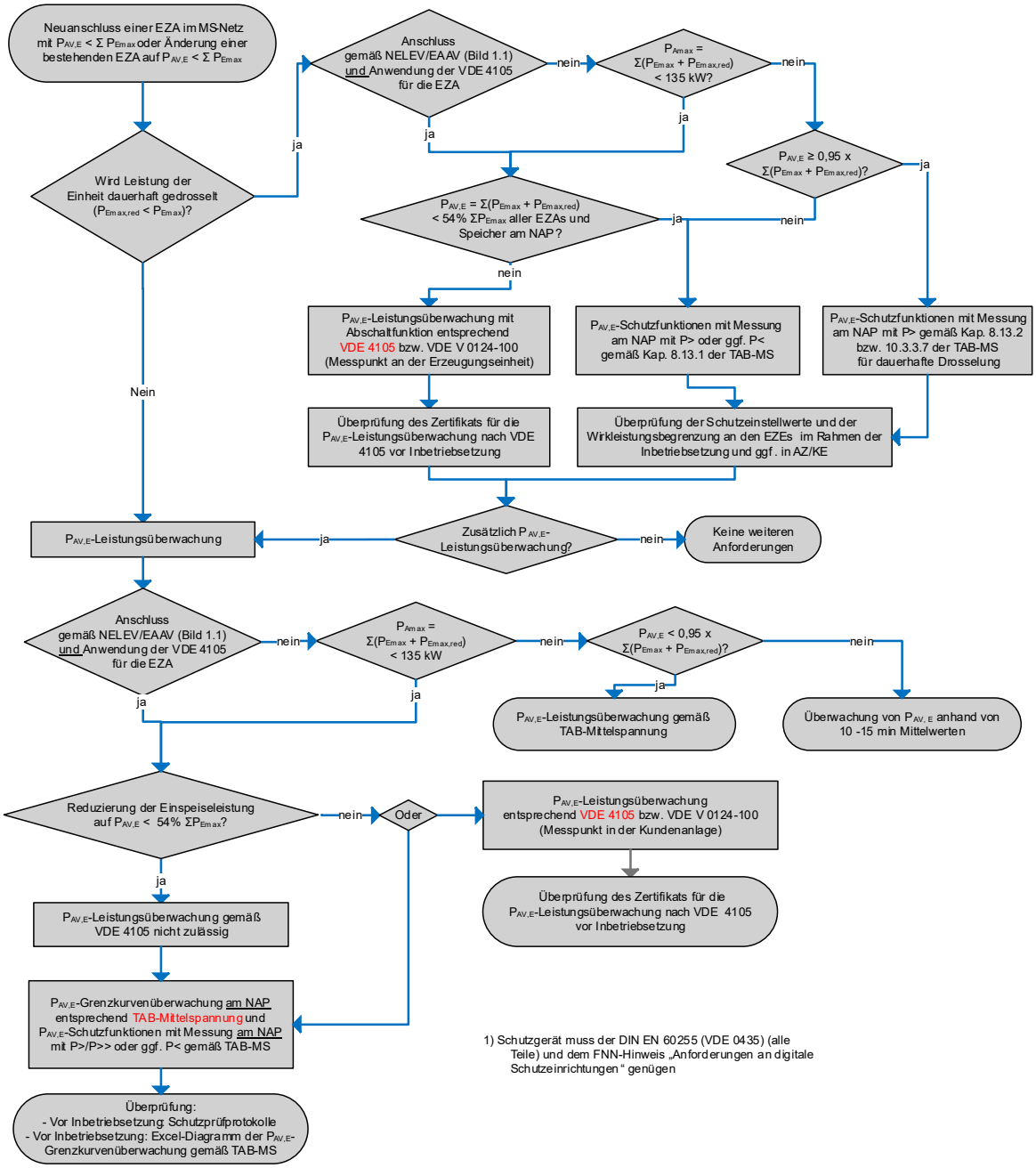


Bild 8.1 Prinzipielle Übersicht der Anforderungen an Erzeugungsanlagen / Speicher mit $P_{AV,E} < \Sigma(P_{Emax} + P_{Emax,red})$ am Netzanschlusspunkt und/oder bei Erzeugungseinheiten mit einer dauerhaften Drosselung $P_{Emax,red.} < P_{Emax}$

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_{Emax} 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); QP2 = 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} = Wert U>Schutz – 4,0 % $U_{N, MS}$; Q_{P3} = 0

P4: U_{P4} = Wert U>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 ≠ 0 durch die Netzleitstelle des Netzbetreiber vorgegeben. Bei diesen Anlagen bittet der Netzbetreiber dringend, folgenden Sachverhalt zu berücksichtigen und umzusetzen:

Steigt P_{mom} aus dem Blindleistungs-Teillastbereich (P_{mom} < 10 % $P_{b\ inst}$ bzw. P_{mom} < 20 % $P_{b\ inst}$) 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_{mom} < 10 % $P_{b\ inst}$ bzw. < 20 % $P_{b\ inst}$), dann soll möglichst eine der folgenden Varianten umgesetzt werden:

a) 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_{mom} ≥ 10 % $P_{b\ inst}$ so lange der Grenzkennlinie, bis der vom Netzbetreiber geforderte Q-Sollwert erreicht ist. Bei Wirkleistungsrückgang gilt dies analog.
b) Die geforderte bzw. zulässige Blindleistung (z. B. das Steigern von Q = 0 bei P_{mom} < 10 % $P_{b\ inst}$ auf Q_{soll} bzw. das Herunterfahren von Q_{soll} auf Q ≈ 0) wird in einer Zeit von 4 Minuten angefahren.
c) Die Blindleistungsänderung (z. B. von Q = 0 bei Pmom < 10 % $P_{b\ inst}$ auf Q_{soll}) erfolgt mit einem Gradienten ΔQ ≤ 2 % $P_{b\ inst}$ pro Minute (analog zum Q-Gradienten bei Speichern).
d) 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 3τ = 15 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_{mom} < 10 % $P_{b\ inst}$ bzw. P_{mom} < 20 % $P_{b\ inst}$) 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 Mischanlagen

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 Mischanlagen (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

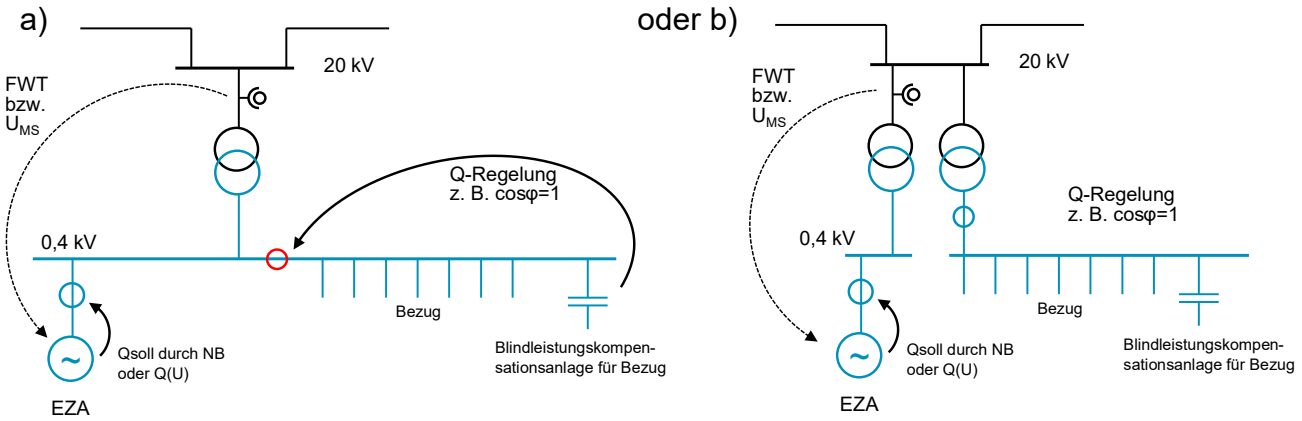


Bild 10.1 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 1: Neuer Messpunkt misst nur Bezug, Beispiel a) innerhalb der NSHV und b) über separaten Transformator

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

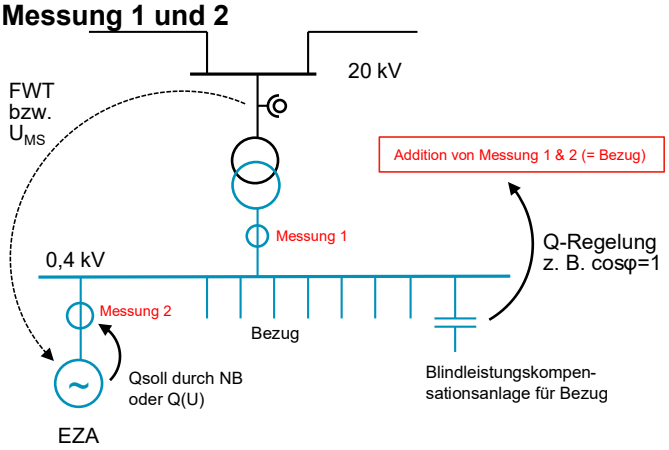


Bild 10.2 Blindleistungskompensationsanlage – Lösung 2: Addition von Messung 1 und 2

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 ungeregelte 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 ≤ 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 Un ≤ 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 Erdkurzschlussschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0) und 3Uo	nach VDE-Empfehlung	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber

[5] 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.
[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 <u>Mischanlage</u> im Umspannwerk / einer Schaltstation <u>(ohne Inselbetrieb)</u>

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

Tabelle 6 Mischanlage im UW/SST ohne Inselbetreib: 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 Inselbetreib: 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
Erdkurzschlussschutz (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 Inselbetreib: Entkupplungsschutzfunktionen 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 <u>Mischanlage</u> im Umspannwerk / einer Schaltstation <u>(mit Inselbetrieb)</u>

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 Entkupplungsschutz oder Entkupplungsschutz an der Erzeugungseinheit), sind zwischen Netzbetreiber und Kunden abzustimmen.

[20] 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.

[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-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.

[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 Entkupplungsschutz

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
Erdkurzschlussschutz (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 Entkupplungsschutzeinrichtungen 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-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.
[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 Erdkurzschlussschutz (NOSPE) IE>-Stufe (3 I0) und 3Uo	nach VDE-Empfehlung	50 A (primär)	gesonderte Vorgabe Netzbetreiber

[35] 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.
[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 ($U_{NS} = U_{MS}/ü$) anzusetzen. ü = 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 /≤ 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 Inselbetreib 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]
Erdkurzschlussschutz (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 Entkupplungsschutzeinrichtungen 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.

12 Prototypen-Regelung

Für Erzeugungsanlagen mit Prototypen nach VDE-AR-N 4110 [1] und keinen nach VDE-AR-N 4110 [1] bereits zertifizierte Erzeugungseinheiten sind innerhalb von zwei Jahren nach der Inbetriebsetzung der ersten Prototypen-Erzeugungseinheit in Deutschland anstelle des Einheitenzertifikats und des Anlagenzertifikats eine Prototypenbestätigung und eine Elektroplanung ausreichend.

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).

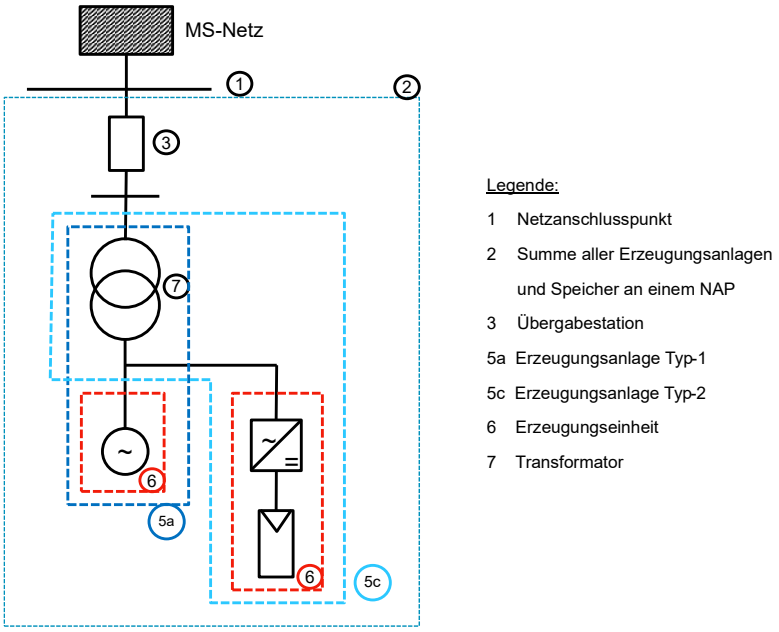


Bild A.1 Kombination von Typ-1-EZE und Typ-2-EZE an einem gemeinsamen MS/NS-Transformator

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

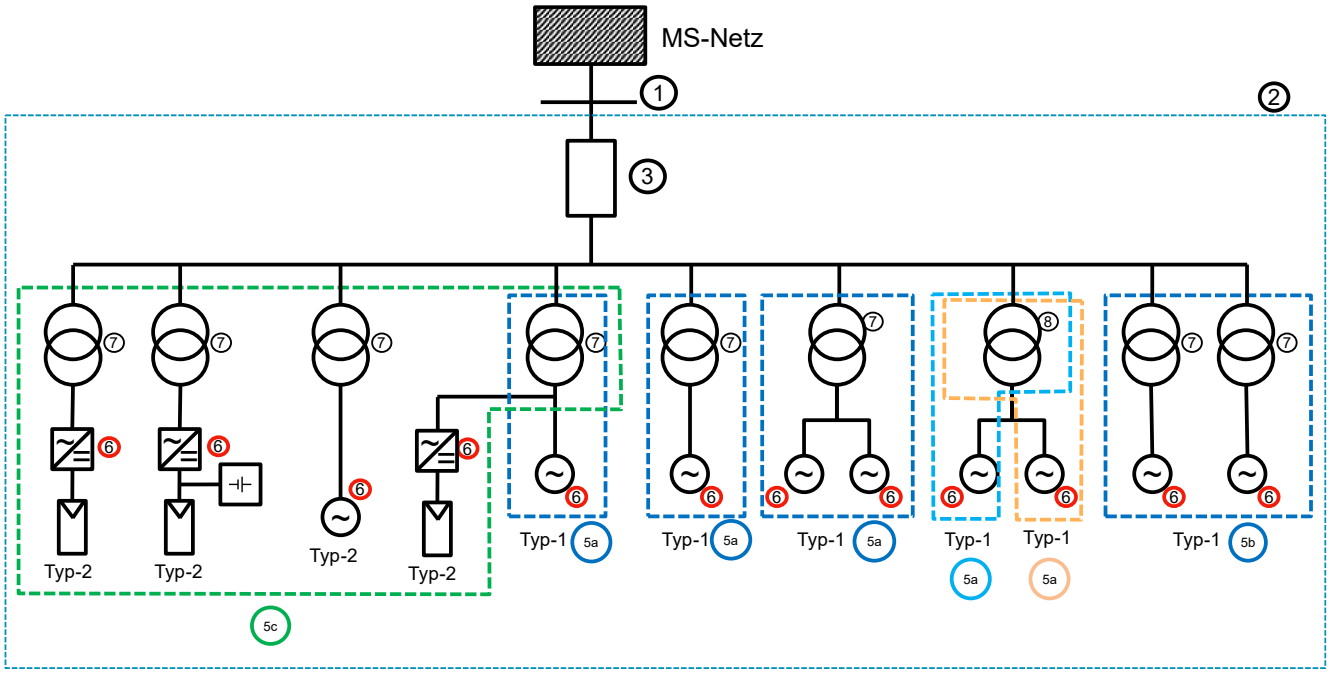


Bild A.2 Abgrenzung von Erzeugungsanlagen innerhalb einer Kundenanlage

Anhang D

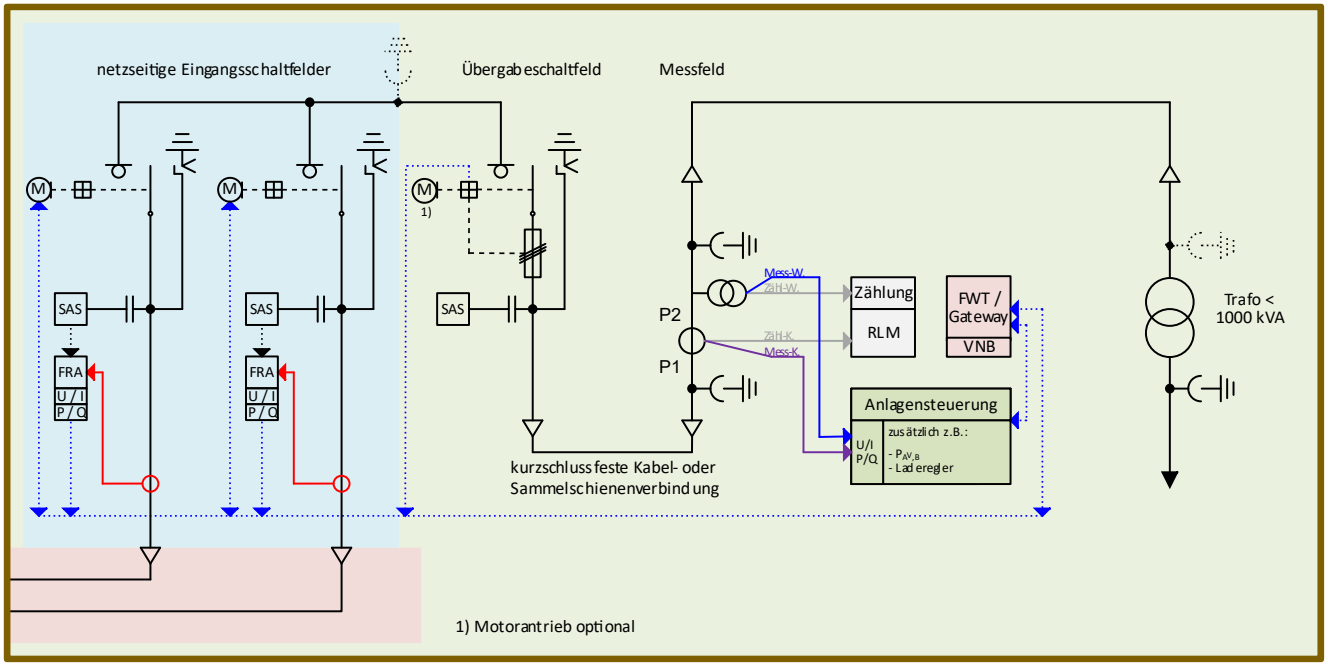


Bild D.1 Ergänzung zu Bild D1b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: ***MS-Bezugsanlage*** *– Übergabeschalter als* ***Lasttrennschalter-Sicherungskombination*** *mit Fernwirktechnik und Motorisierung*

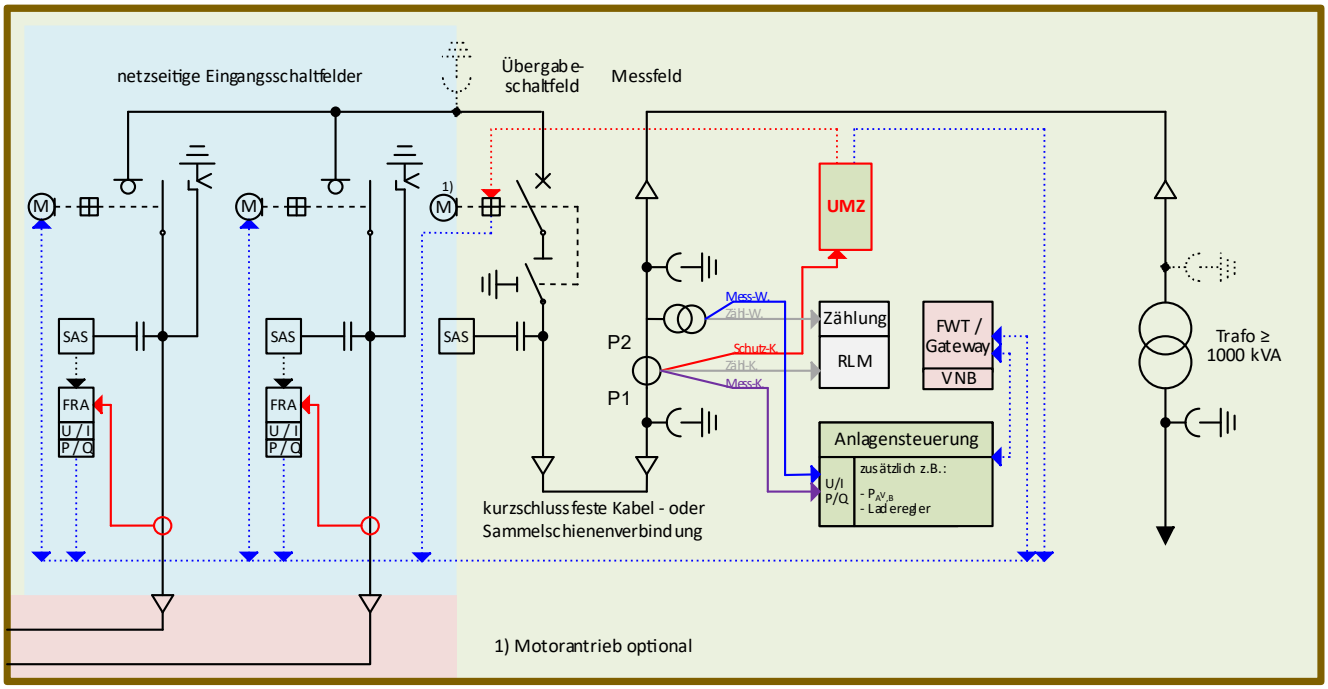


Bild D.2 Ergänzung zu Bild D1c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7]: ***MS-Bezugsanlage*** *– Übergabeschalter als* ***Leistungsschalter***

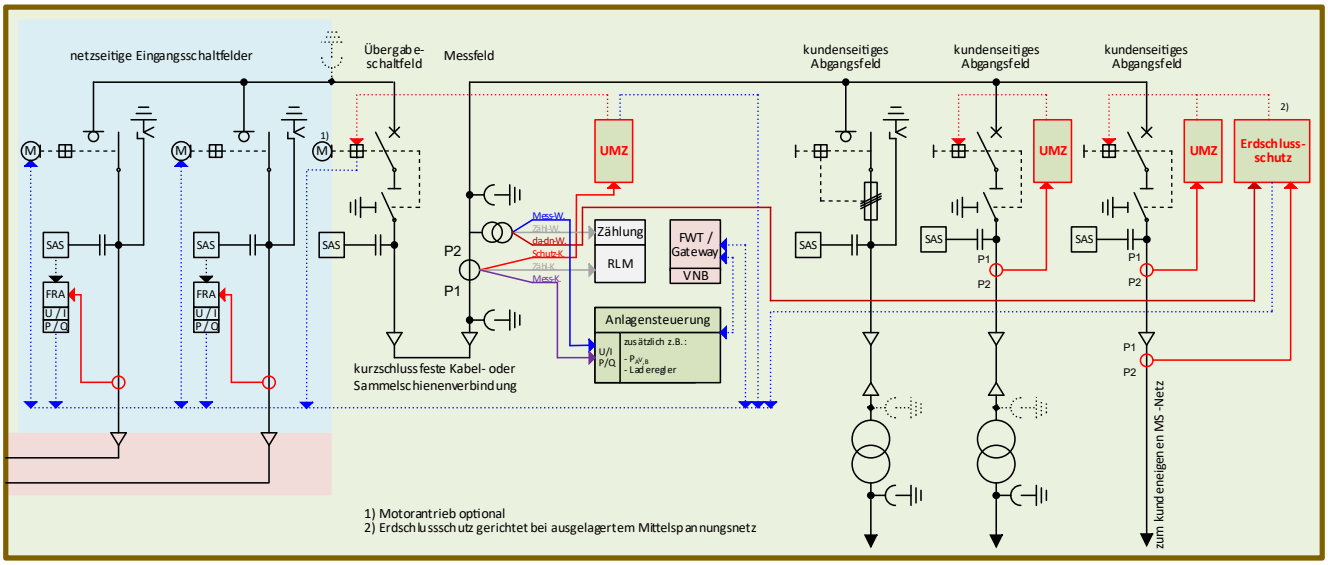


Bild D.3 Ergänzung zu Bild D2 (K)K-LM-TLL des BDEW-Musterwortlauts [7]: ***MS-Bezugsanlage*** *– Übergabeschalter als* ***Leistungsschalter****, mehrere kundenseitigen Abgangs- bzw. Transformatorenfelder und kundenseitig betriebenes MS-Netz*

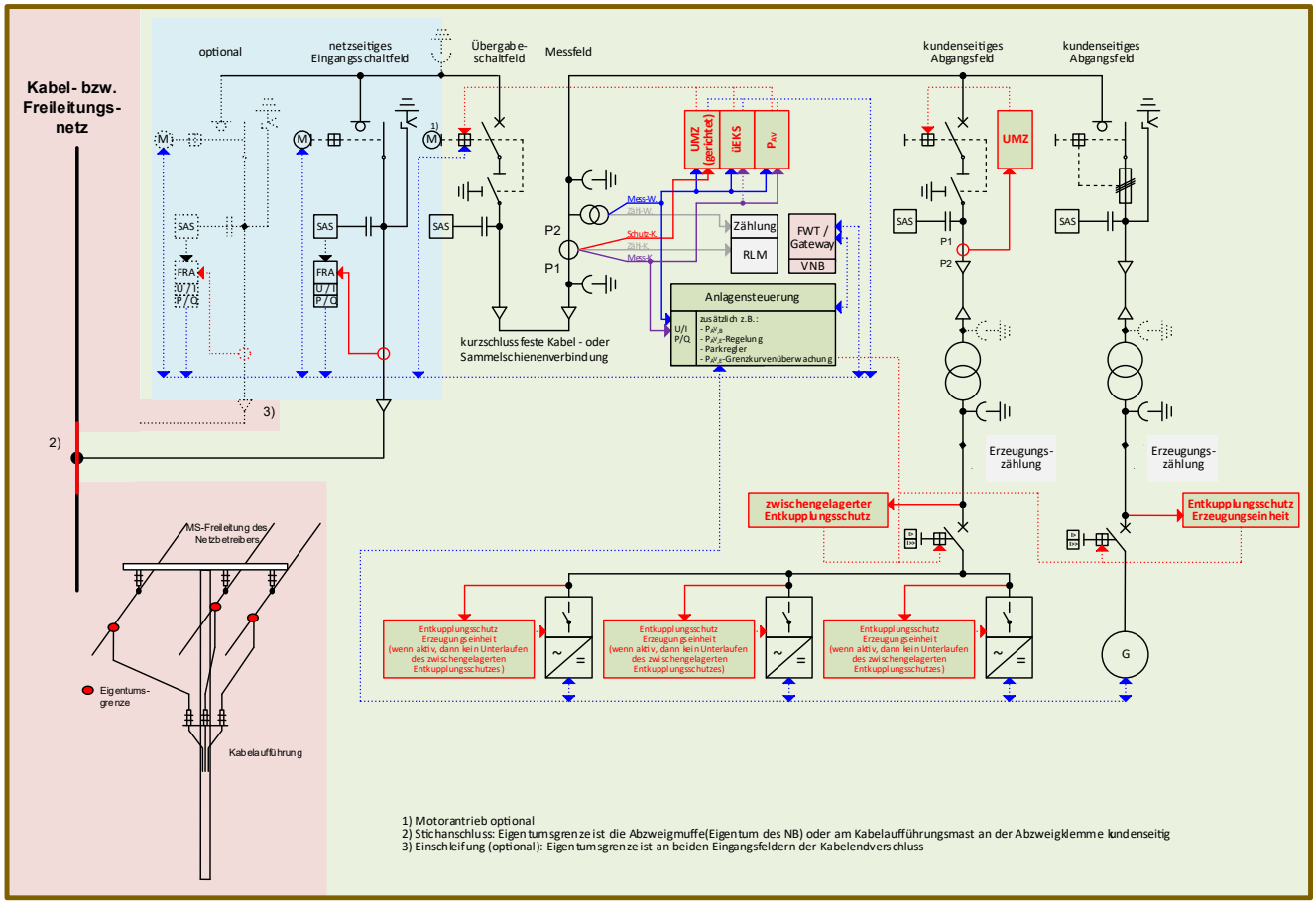


Bild D.4 Ergänzung zu Bild D3 (K)K-LM-LT des BDEW-Musterwortlauts [7]: ***MS-Erzeugungsanlage*** *– Übergabeschalter als* ***Leistungsschalter****, mehrere kundenseitige Transformatorenfelder und zwischengelagerter Entkupplungsschutz*

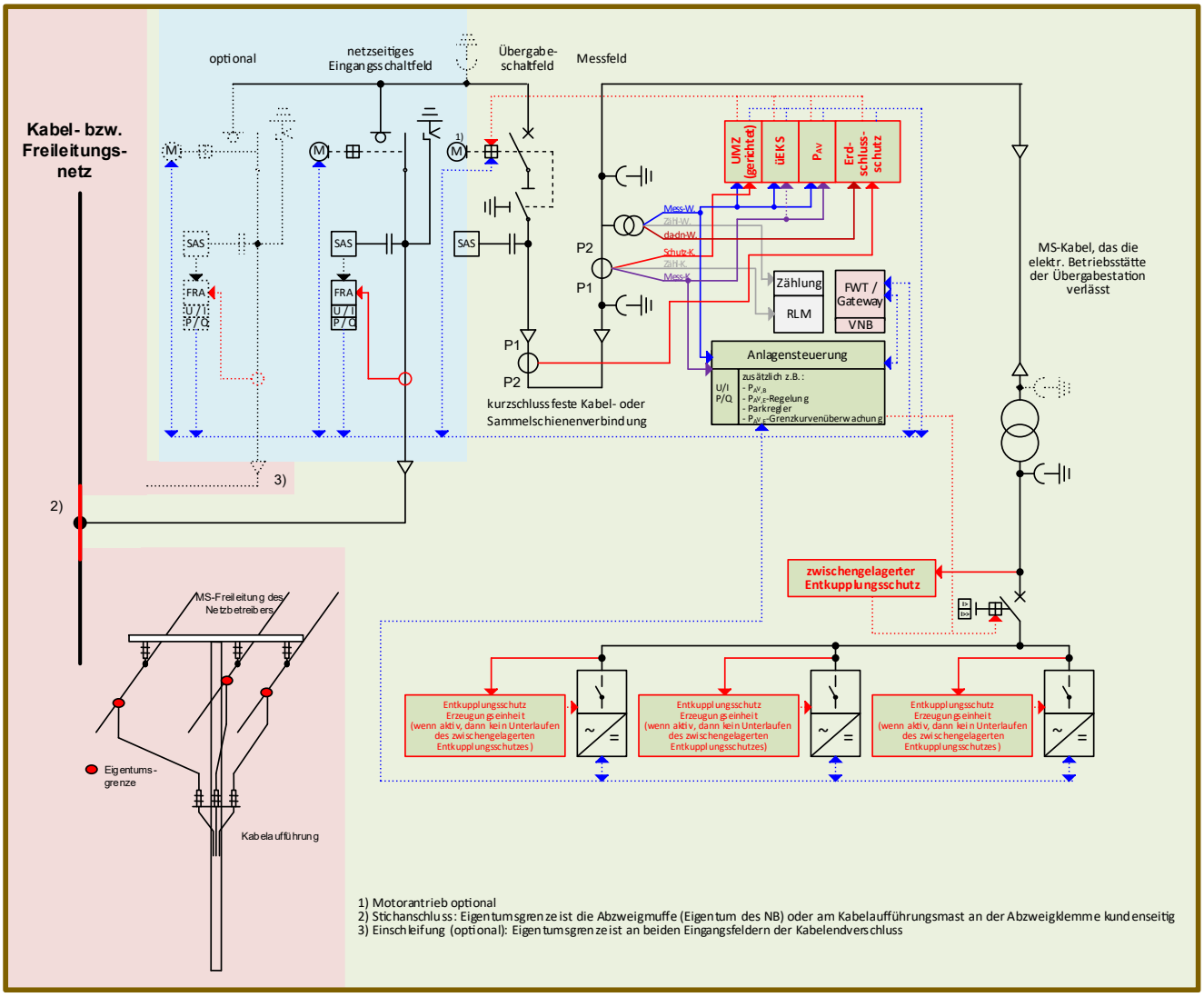


Bild D.5 Ergänzung zu Bild D3 (K)K-LM-LT des BDEW-Musterwortlauts [7]: ***MS-Erzeugungsanlage*** *– Übergabeschalter als* ***Leistungsschalter****, mehrere kundenseitige Transformatorenfelder und zwischengelagerter Entkupplungsschutz*

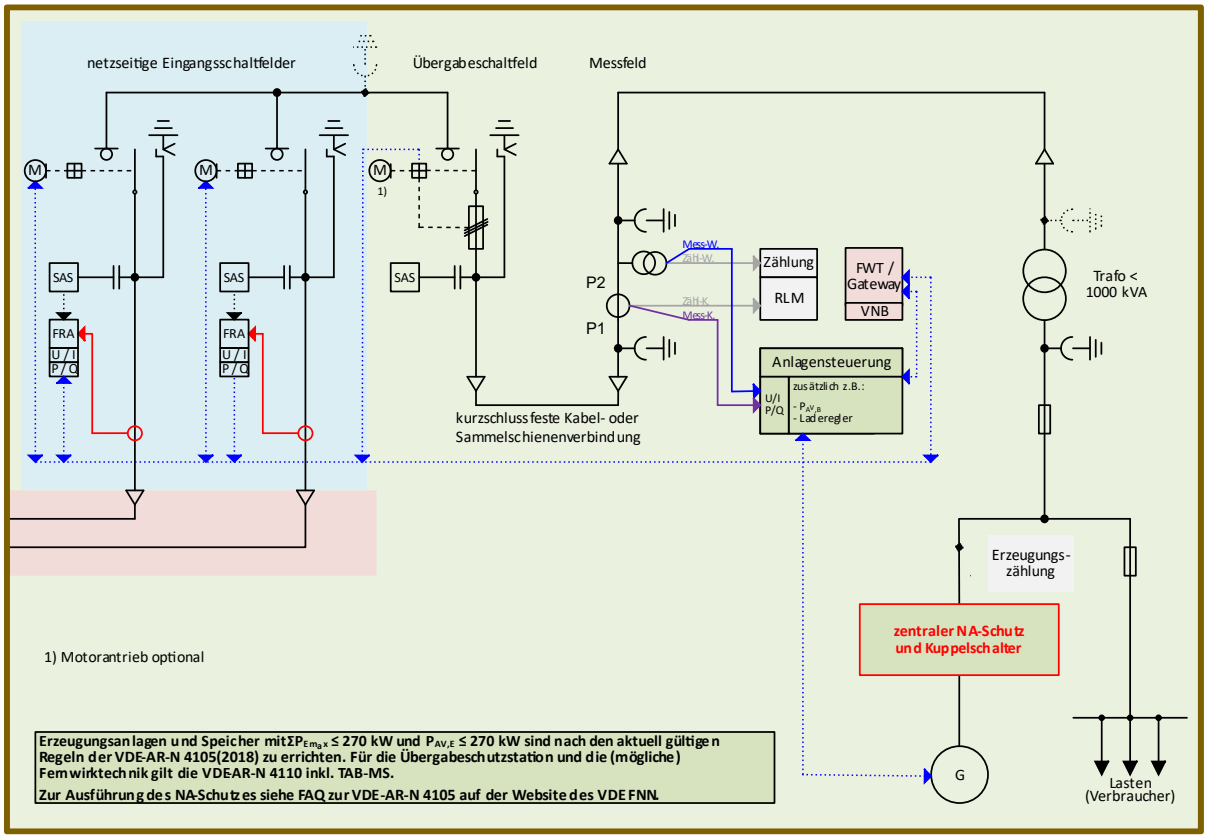


Bild D.6 Ergänzung zu Bild D4a (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: ***MS-Mischanlage mit ΣP$_{Emax}$ ≤ 270 kW*** *– Übergabeschalter als* ***Lasttrennschalter-Sicherungskombination****, ein Transformator*

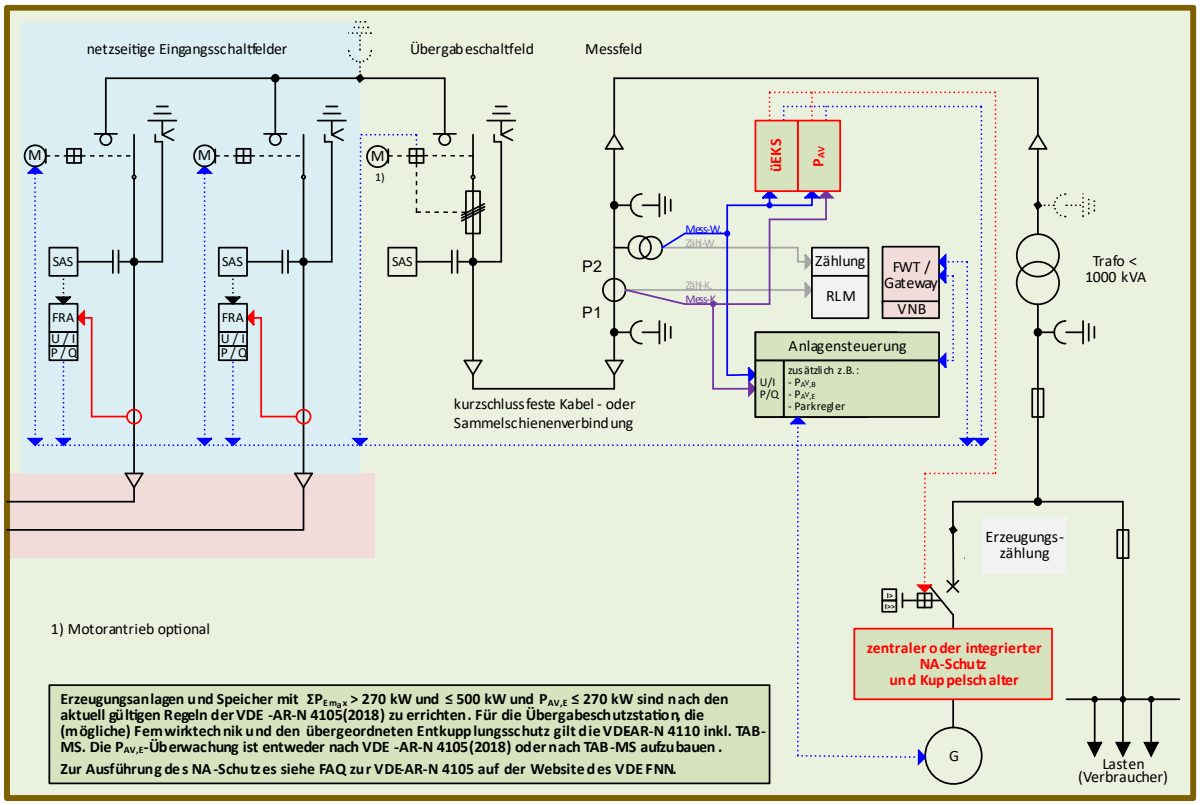


Bild D.7 Ergänzung zu Bild D4b (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: ***MS-Mischanlage mit ΣP$_{Emax}$ ≤ 500 kW und P$_{AV,E}$ ≤ 500 kW*** *– Übergabeschalter als* ***Lasttrennschalter-Sicherungskombination****, ein Transformator*

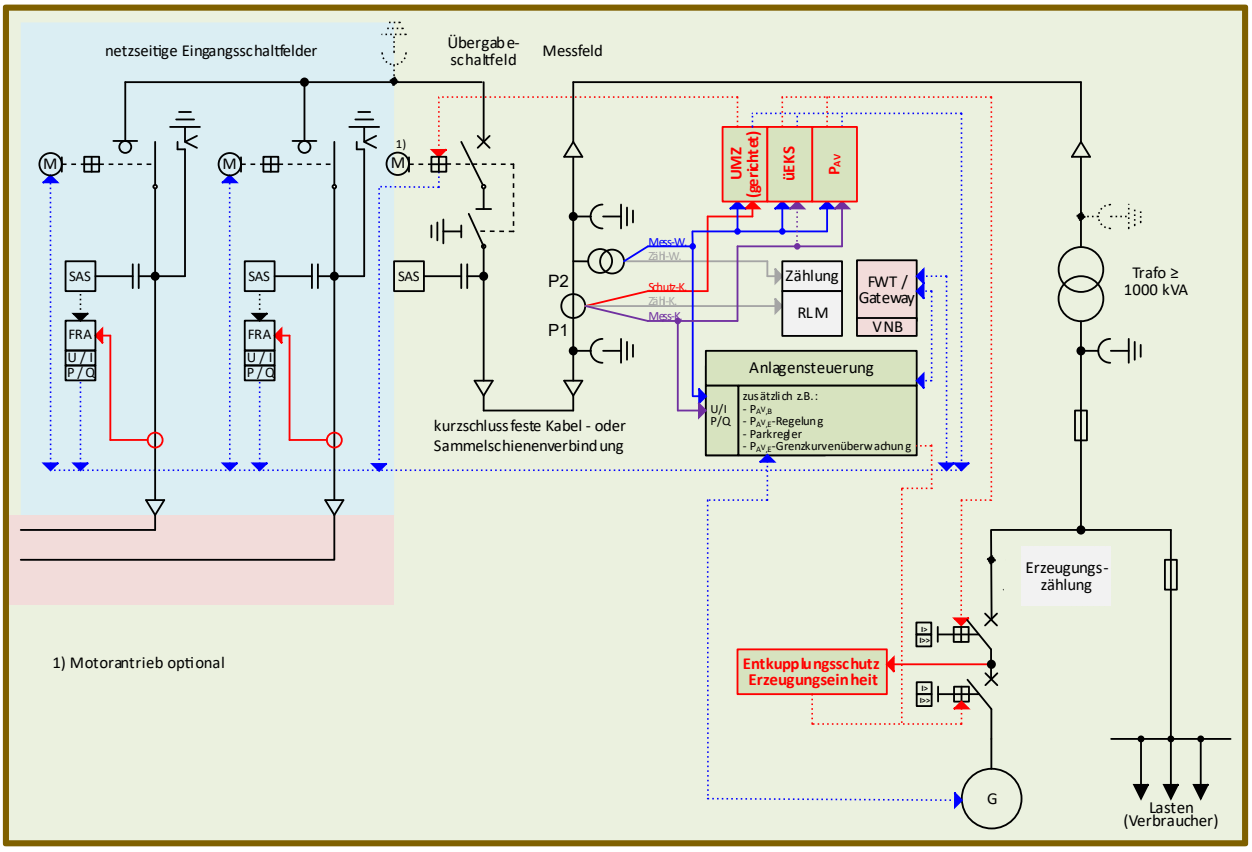


Bild D.8 Ergänzung zu Bild D4c (K)K-LM des BDEW-Musterwortlauts [7] ***MS-Mischanlage mit ΣP_{Emax} > 500 kW oder $P_{AV,E}$ > 500 kW*** *– Übergabeschalter als* ***Leistungsschalter****, ein Transformator bzw. grundsätzlicher Aufbau kleiner Mischanlagen*

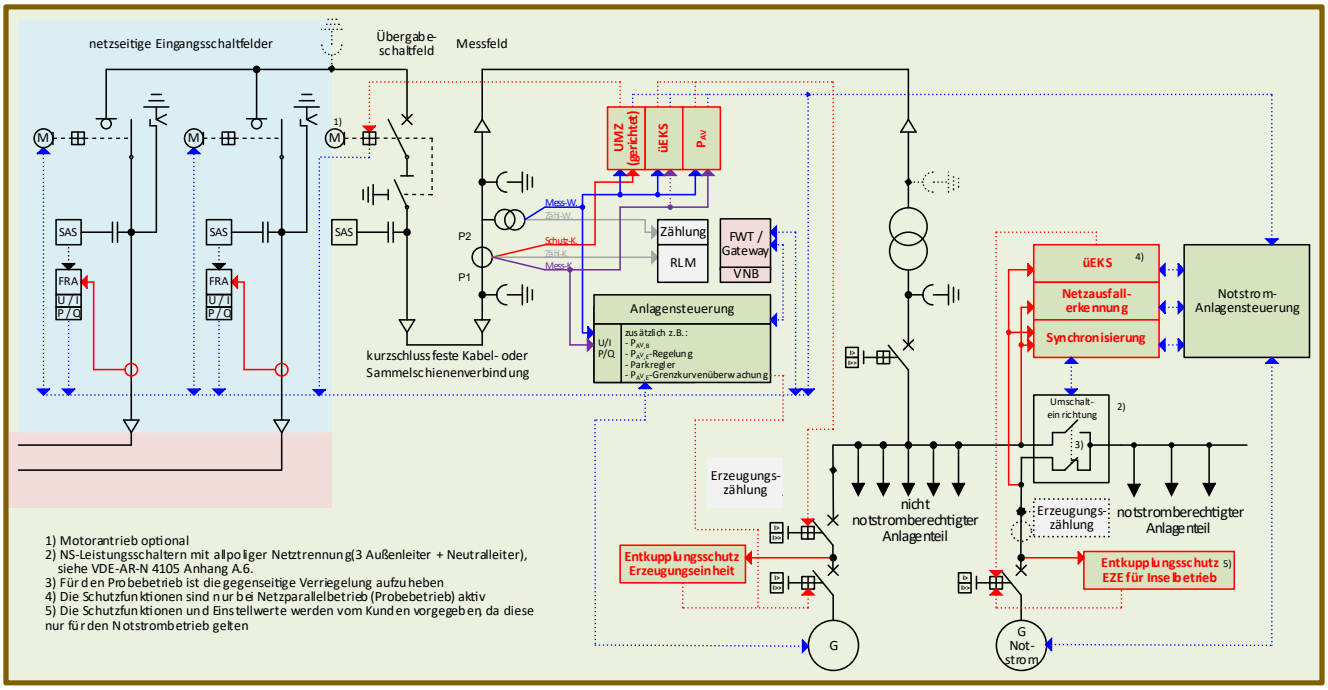
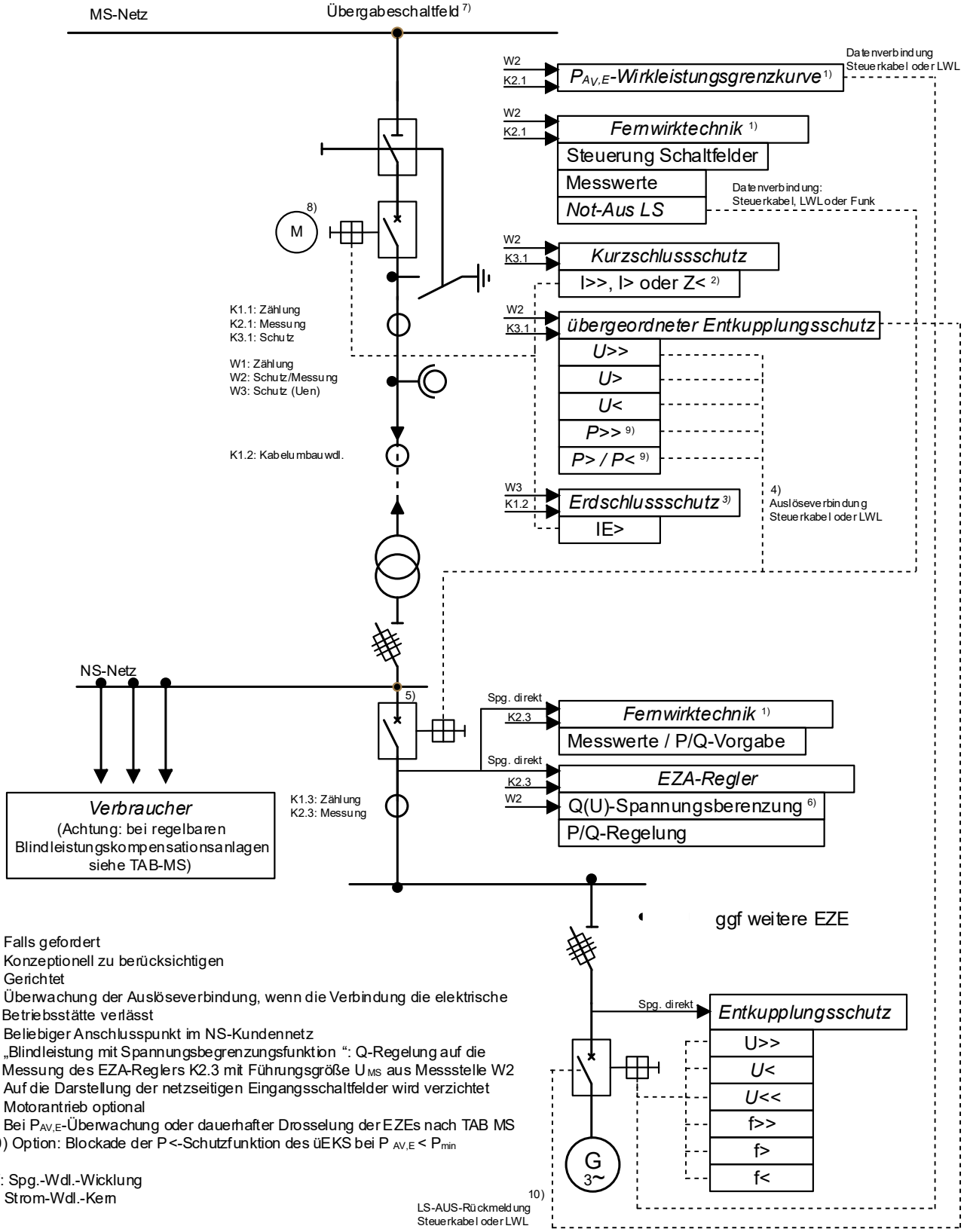


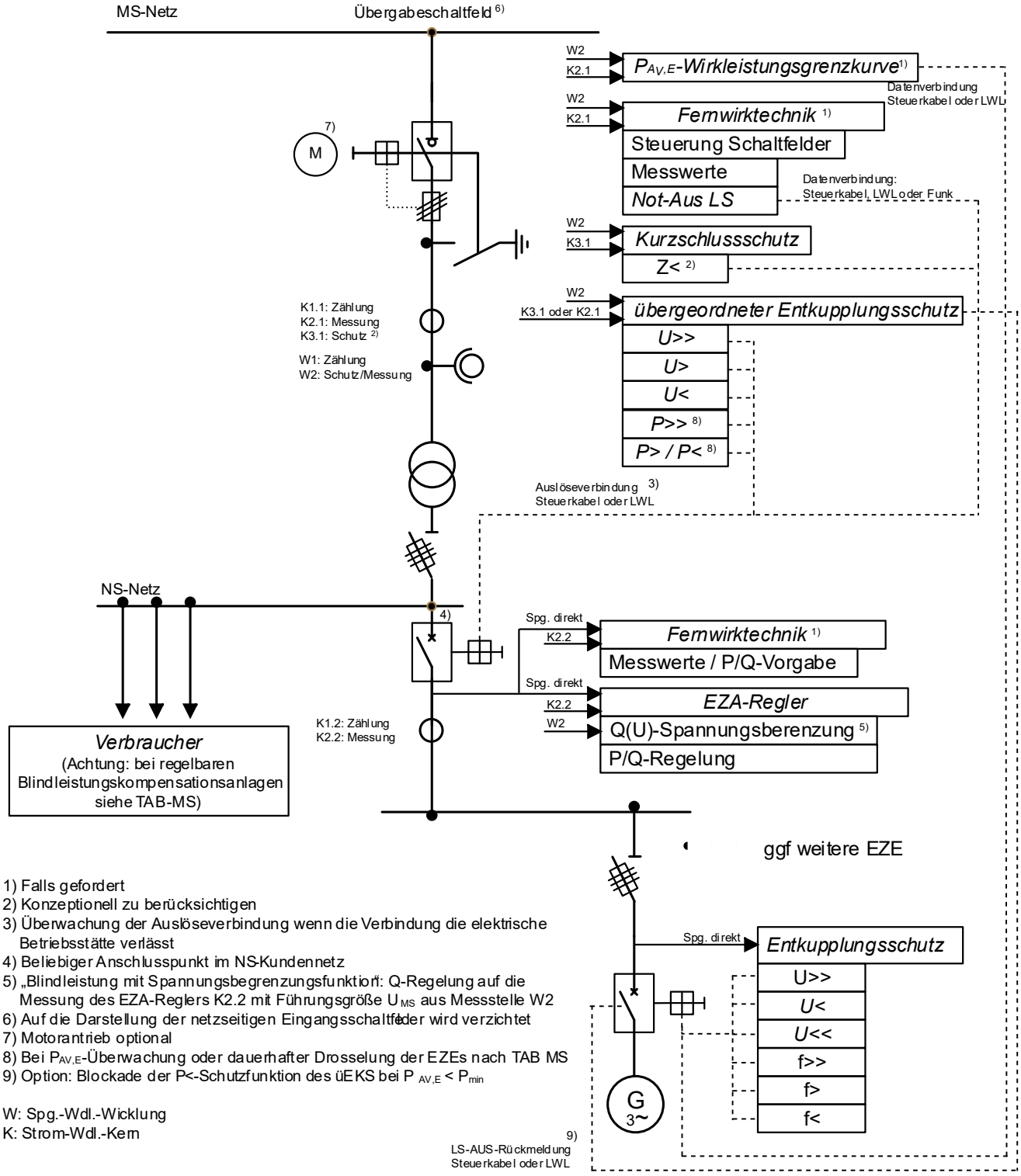
Bild D.9 Ergänzung zu Bild D5 (K)K-TM des BDEW-Musterwortlauts [7]: spezielle Kundenanlagen (K)K-L-M – Notstromanlage mit Probebetrieb parallel zum öffentlichen Netz: MS-Mischanlage – Übergabeschalter als Leistungsschalter, ein Transformator zwei Erzeugungsanlagen, wobei eine als Notstromanlage dient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



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) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion “: Q-Regelung auf die Messung des EZA-Reglers K2.3 mit Führungsgröße U_{MS} aus Messstelle W2
7) Auf die Darstellung der netzseitigen Eingangsschaltfelder wird verzichtet
8) Motorantrieb optional
9) Bei $P_{AV,E}$-Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZEs 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

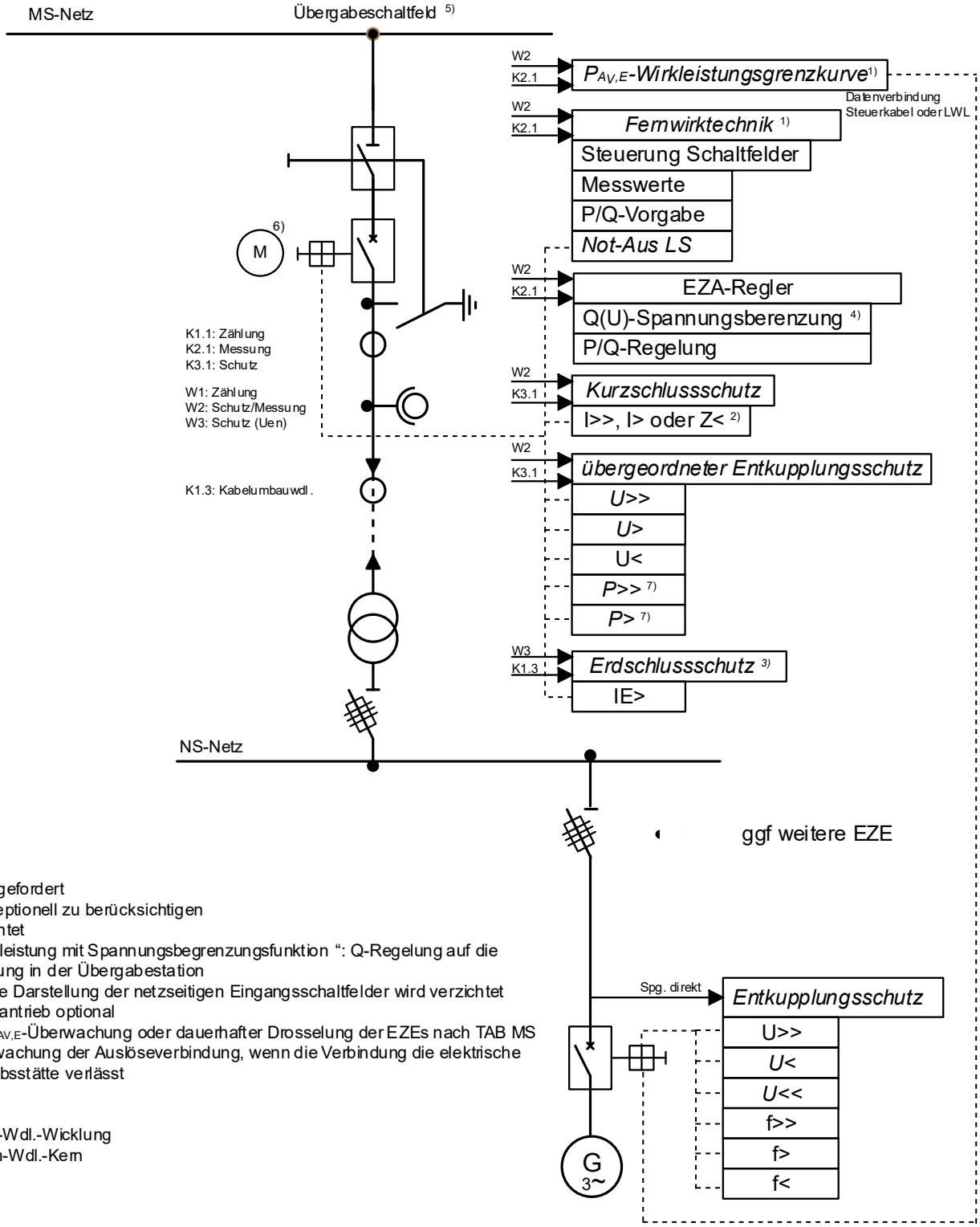
Bild D.10 ***Mischanlage*** *– Beispiel für eine an das* ***Mittelspannungsnetz*** *angeschlossenen Kundenanlage* ***mit Bezug*** *und* ***Erzeugungsanlage*** *mit* ***Leistungsschalter*** *und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)*



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

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

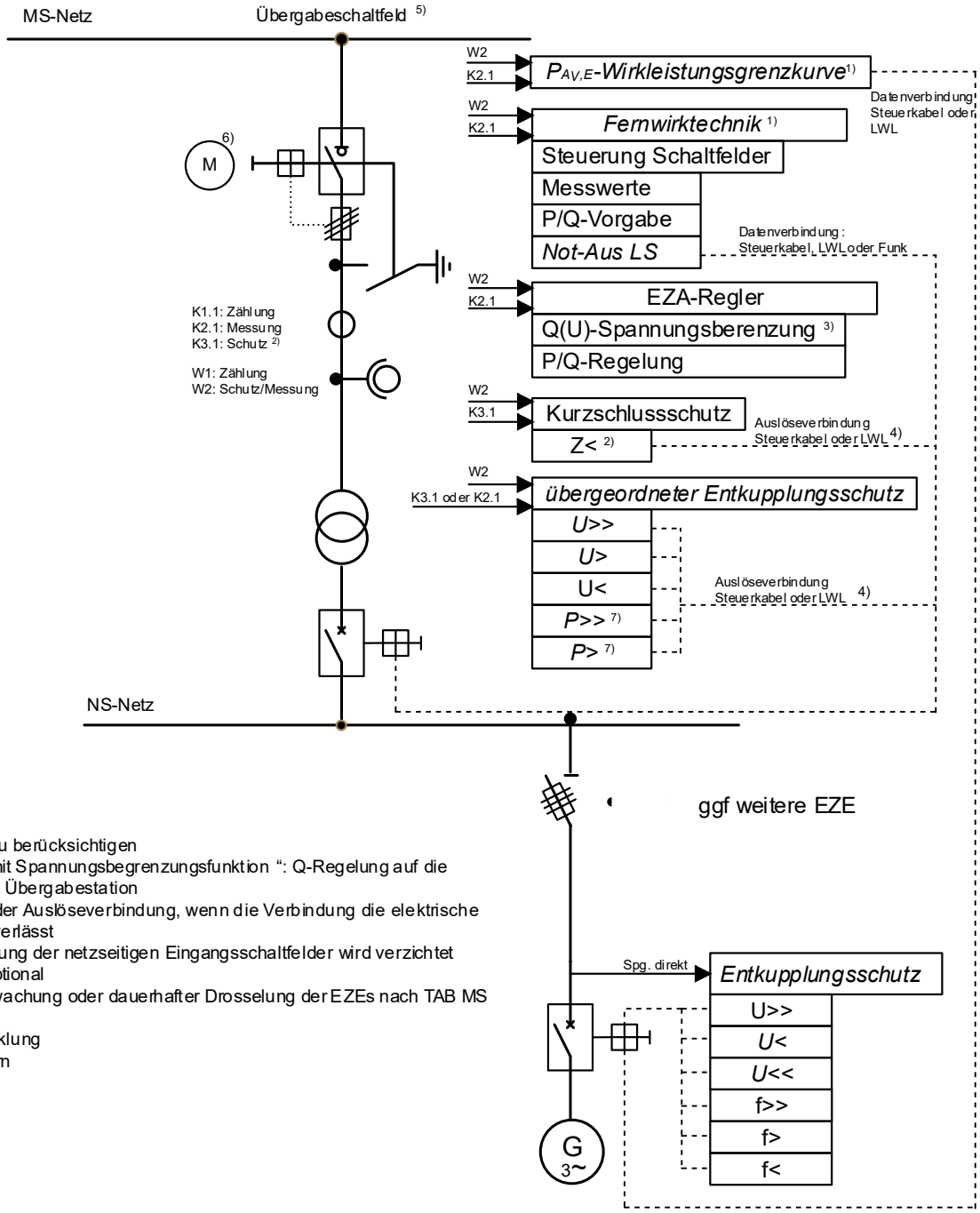
Bild D.11 ***Mischanlage*** *– Beispiel für eine an das* ***Mittelspannungsnetz*** *angeschlossenen Kundenanlage* ***mit Bezug*** *und* ***Erzeugungsanlage*** *mit* ***Lasttrennschalter*** *und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)*



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

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

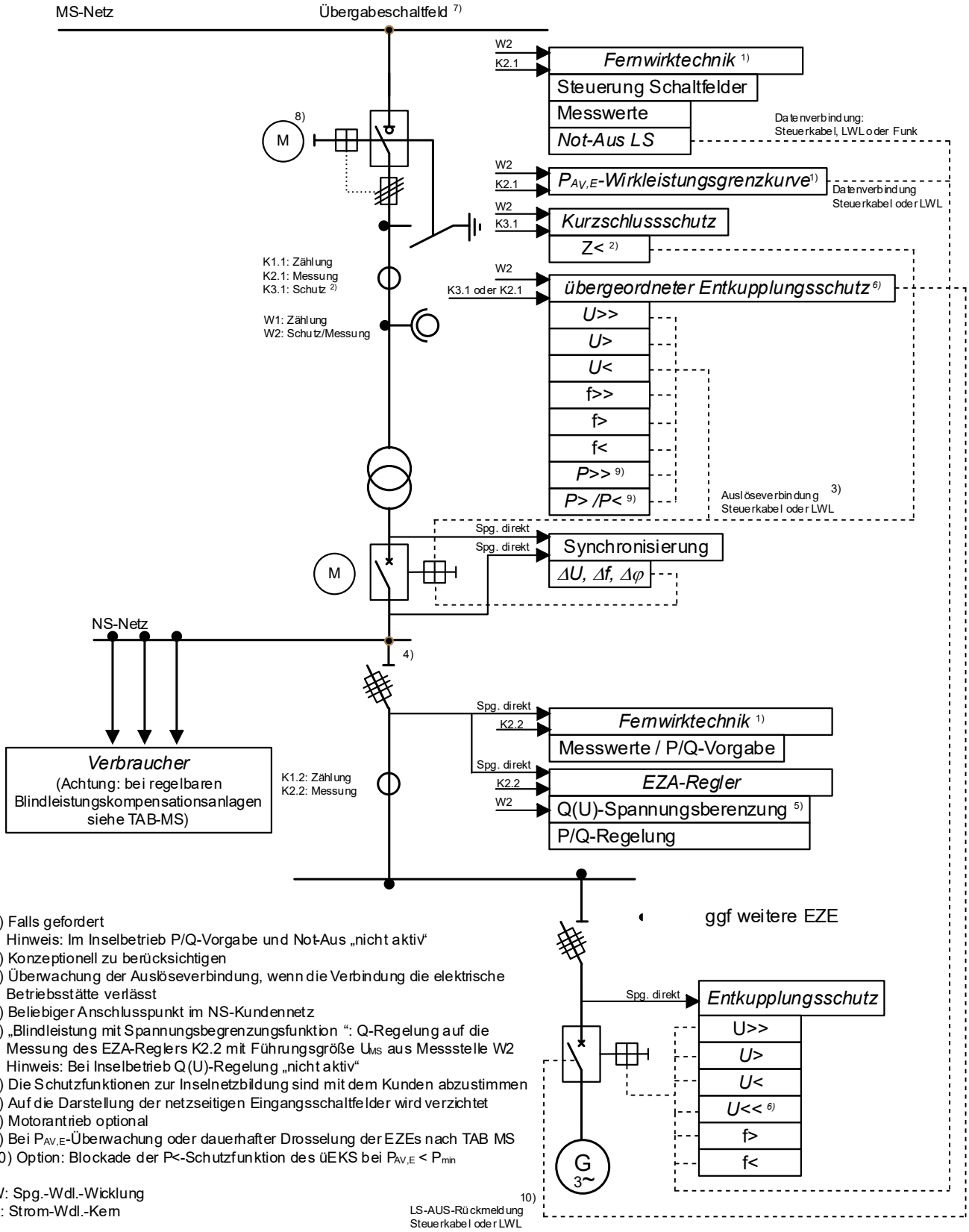
Bild D.12 ***Einspeisung*** *– Beispiel einer an das* ***Mittelspannungsnetz*** *angeschlossenen* ***Erzeugungsanlagen*** *mit* ***Leistungsschalter*** *und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)*



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 EZEs nach TAB MS

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

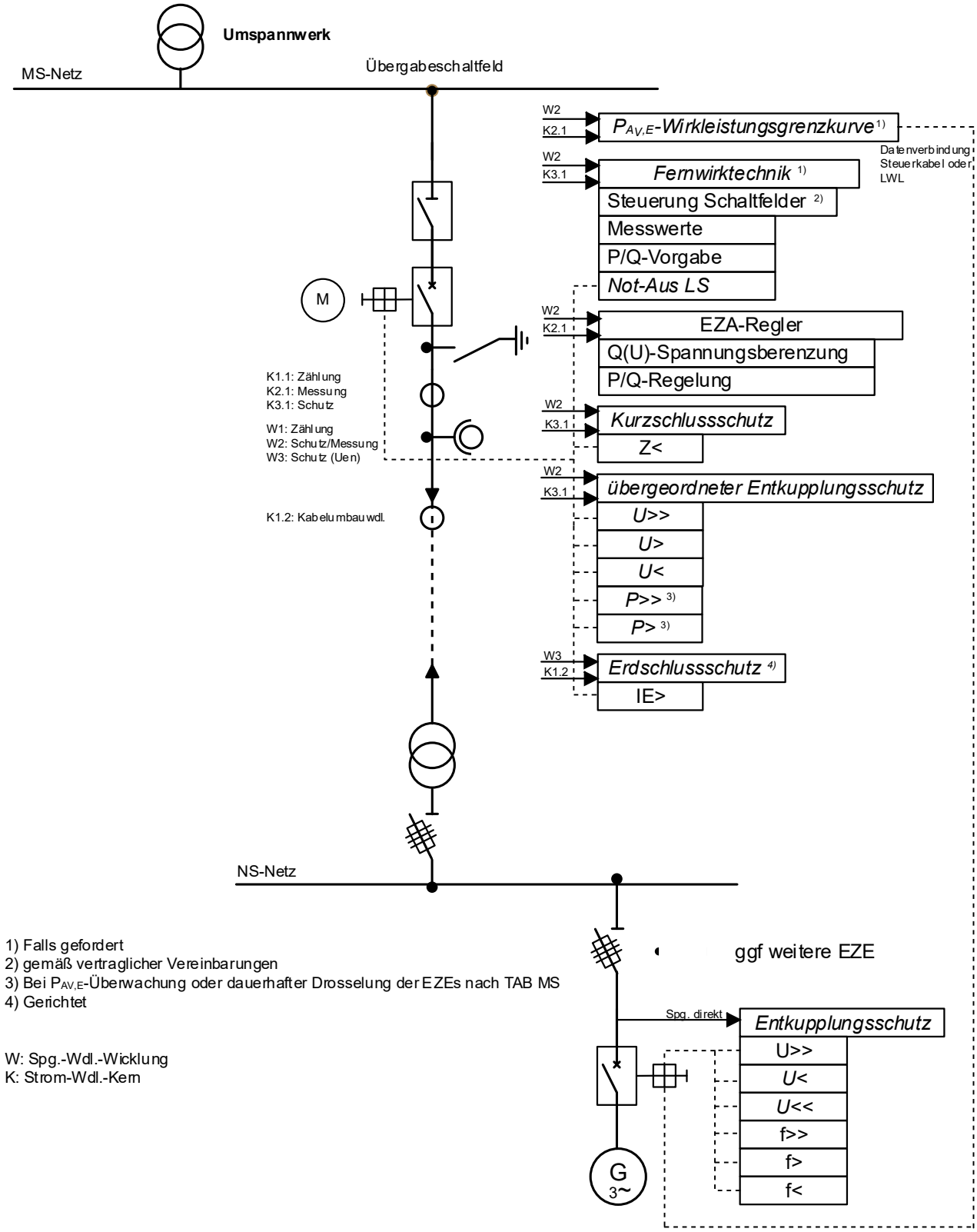
Bild D.13 ***Einspeisung*** *– Beispiel einer an das* ***Mittelspannungsnetz*** *angeschlossenen* ***Erzeugungsanlage*** *mit* ***Lasttrennschalter*** *und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)*



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 EZEs 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

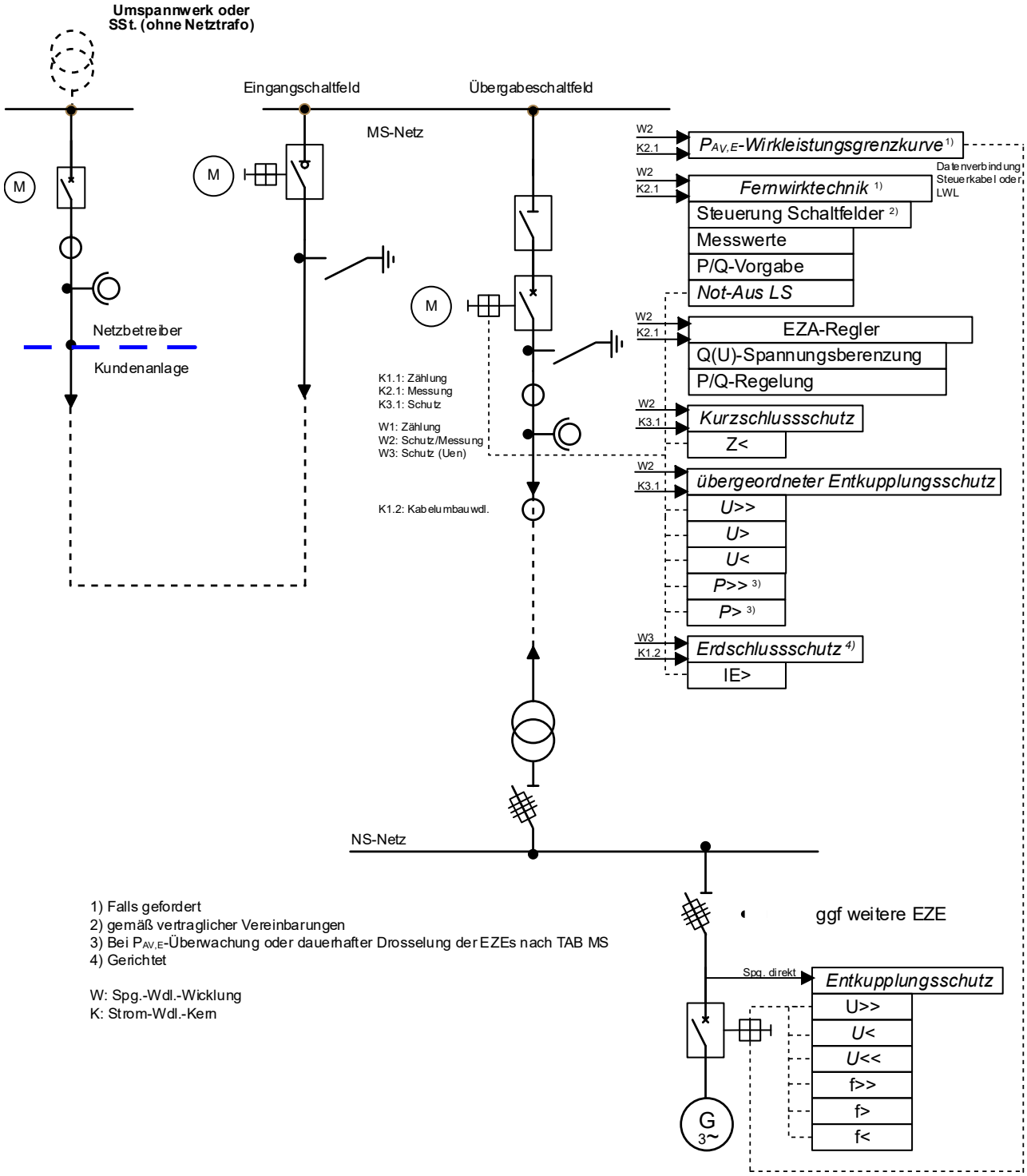
*Bild D.14 **Mischanlage** – Beispiel einer an das **Mittelspannungsnetz** angeschlossenen Kundenanlage **mit Bezug** und **Erzeugungsanlage** mit einer Erzeugungseinheit und **automatischer Inselbetriebsmöglichkeit** über niederspannungsseitigen Kuppelschalter (Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation)*



1) Falls gefordert
2) gemäß vertraglicher Vereinbarungen
3) Bei $P_{AV,E}$-Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZEs nach TAB MS
4) Gerichtet

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

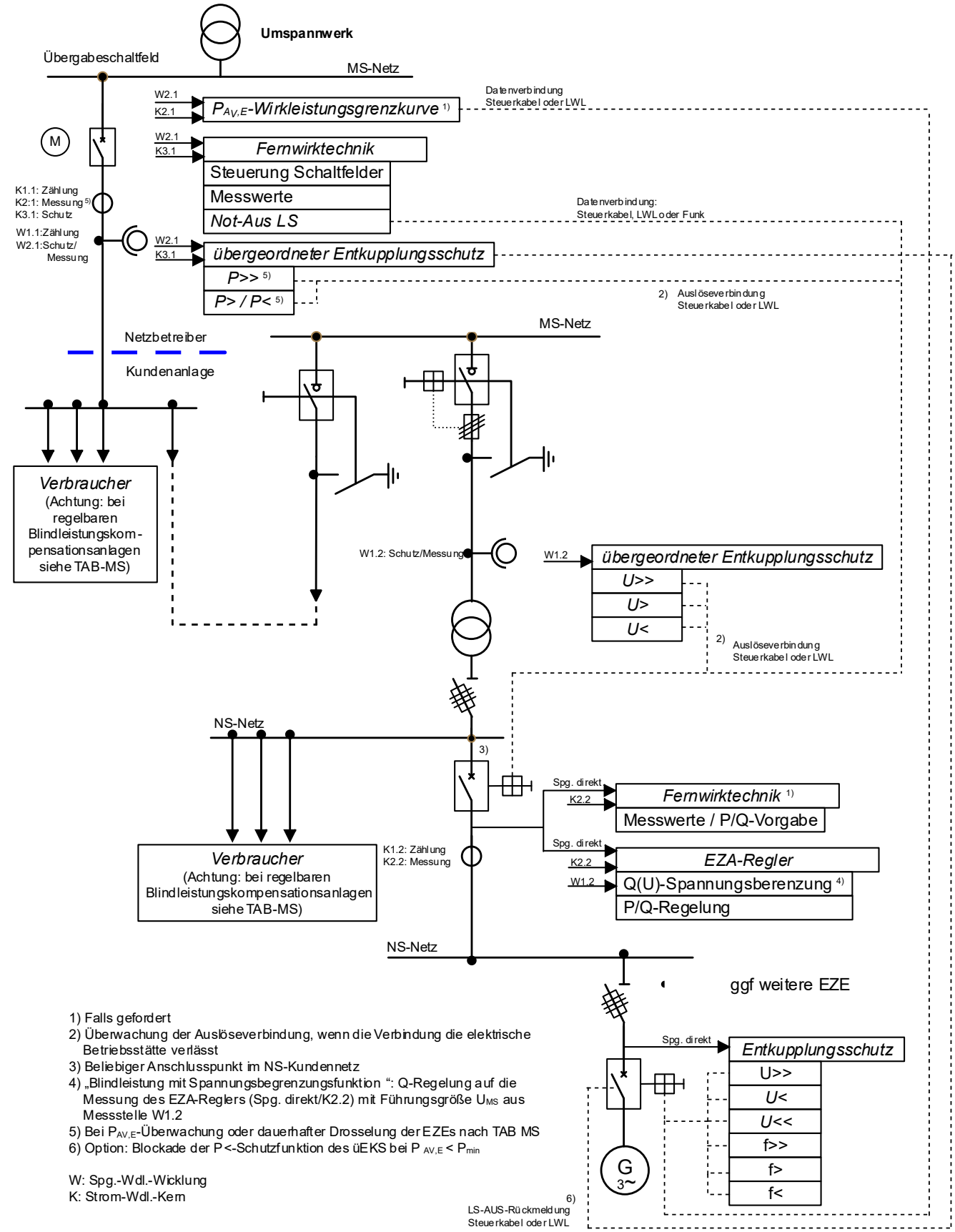
*Bild D.15 **Einspeisung** – Beispiel einer an ein **Umspannwerk** mittelspannungsseitig angeschlossenen **Erzeugungsanlagen** mit **Leistungsschalter** und Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit*



1) Falls gefordert
2) gemäß vertraglicher Vereinbarungen
3) Bei $P_{AV,E}$-Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZEs nach TAB MS
4) Gerichtet

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

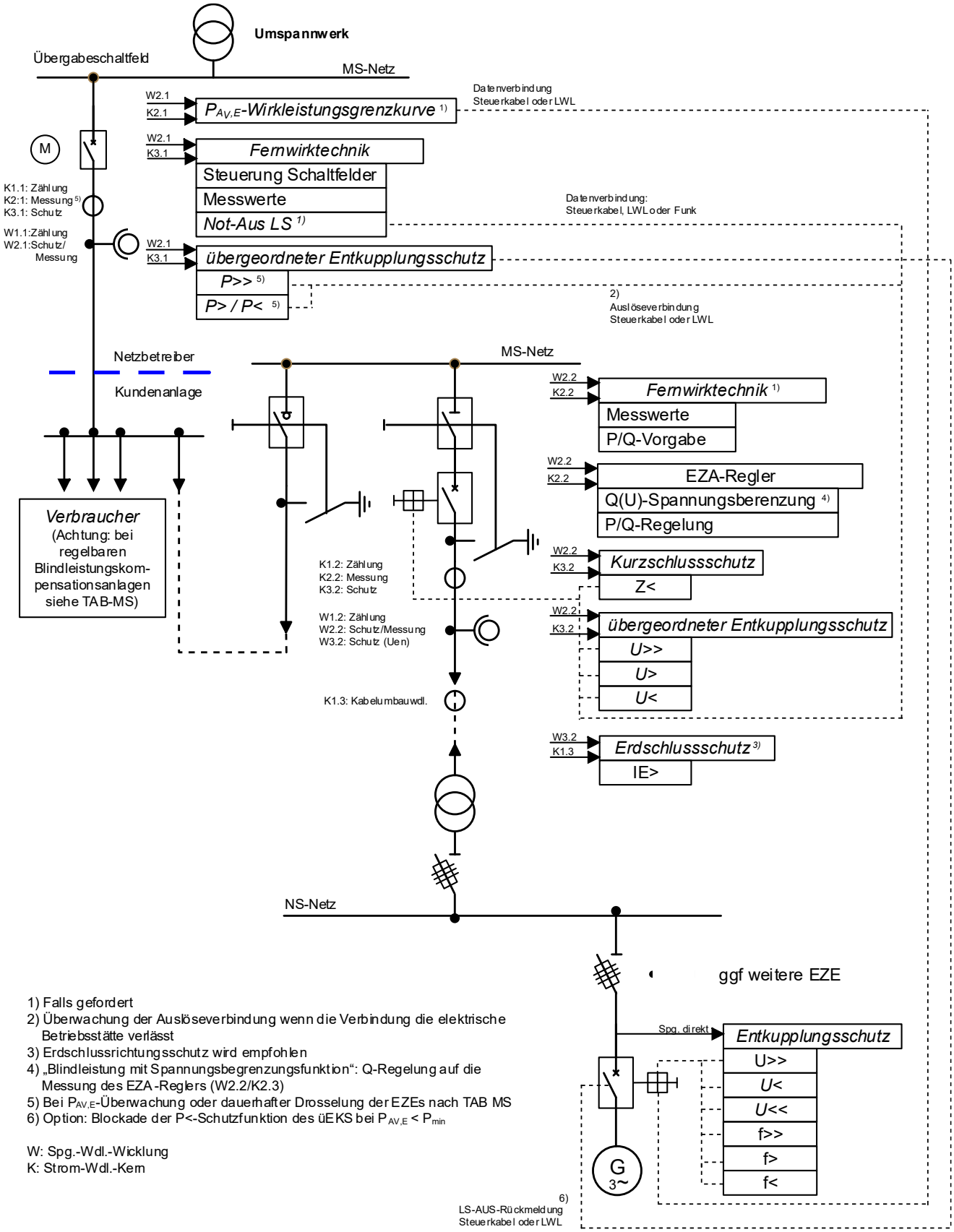
Bild D.16 ***Mischanlage*** *– Beispiel einer an ein* ***Umspannwerk*** *mittelspannungsseitig angeschlossenen Kundenanlage* ***mit Bezug*** *und* ***Erzeugungsanlage*** *mit* ***Lasttrennschalter*** *und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit*



1) Falls gefordert
2) Überwachung der Auslöseverbindung, wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt
3) Beliebiger Anschlusspunkt im NS-Kundennetz
4) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion “: Q-Regelung auf die Messung des EZA-Reglers (Spg. direkt/K2.2) mit Führungsgröße U_{MS} aus Messstelle W1.2
5) Bei $P_{AV,E}$-Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZEs nach TAB MS
6) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$

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

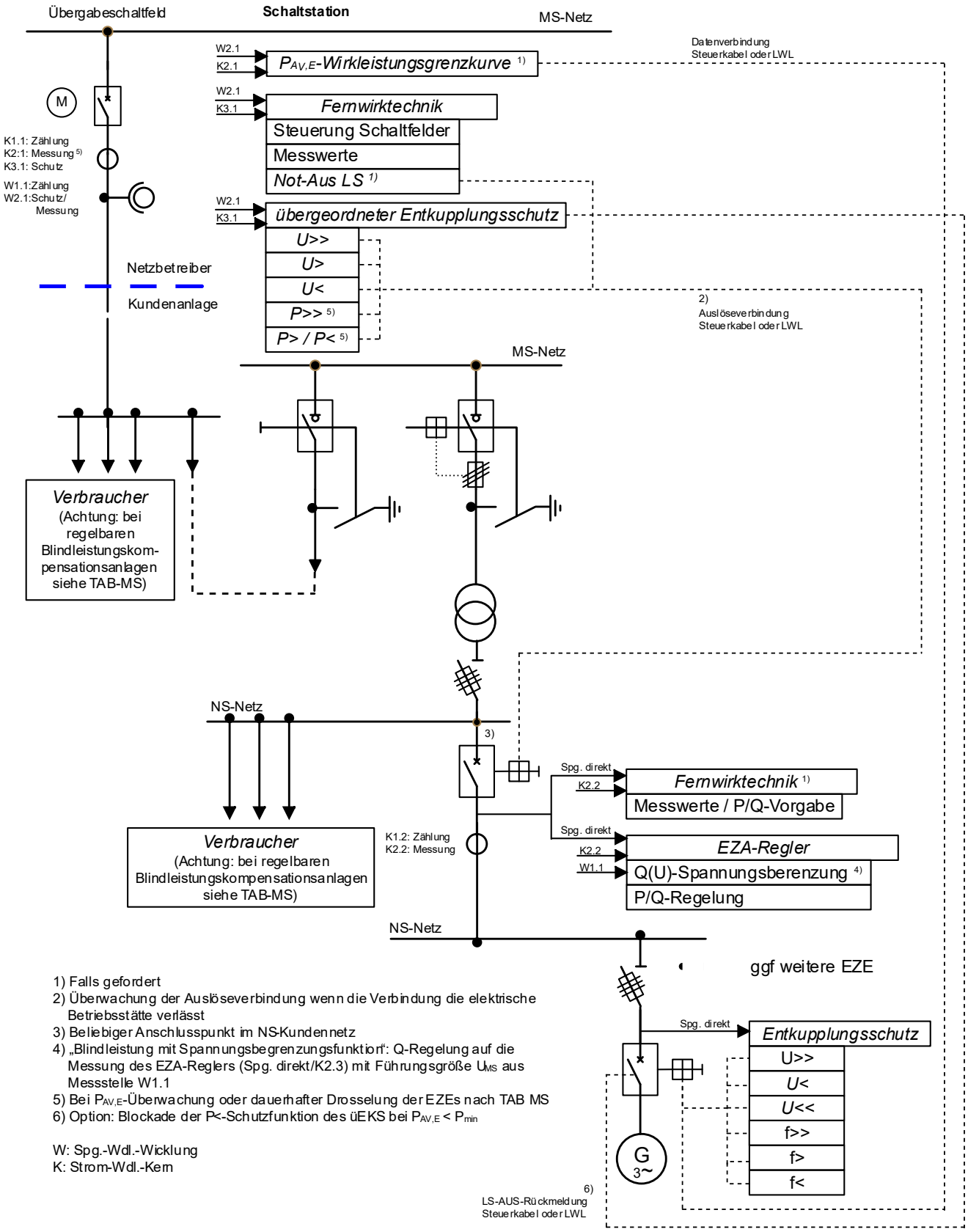
Bild D.17 ***Mischanlage*** *– Beispiel einer an ein* ***Umspannwerk*** *mittelspannungsseitig angeschlossenen Kundenanlage* ***mit Bezug*** *und* ***Erzeugungsanlage*** *mit* ***Leistungsschalter*** *und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit*



1) Falls gefordert
2) Überwachung der Auslöseverbindung wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt
3) Erdschlussrichtungsschutz wird empfohlen
4) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion“: Q-Regelung auf die Messung des EZA-Reglers (W2.2/K2.3)
5) Bei $P_{AV,E}$-Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZEs nach TAB MS
6) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$

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

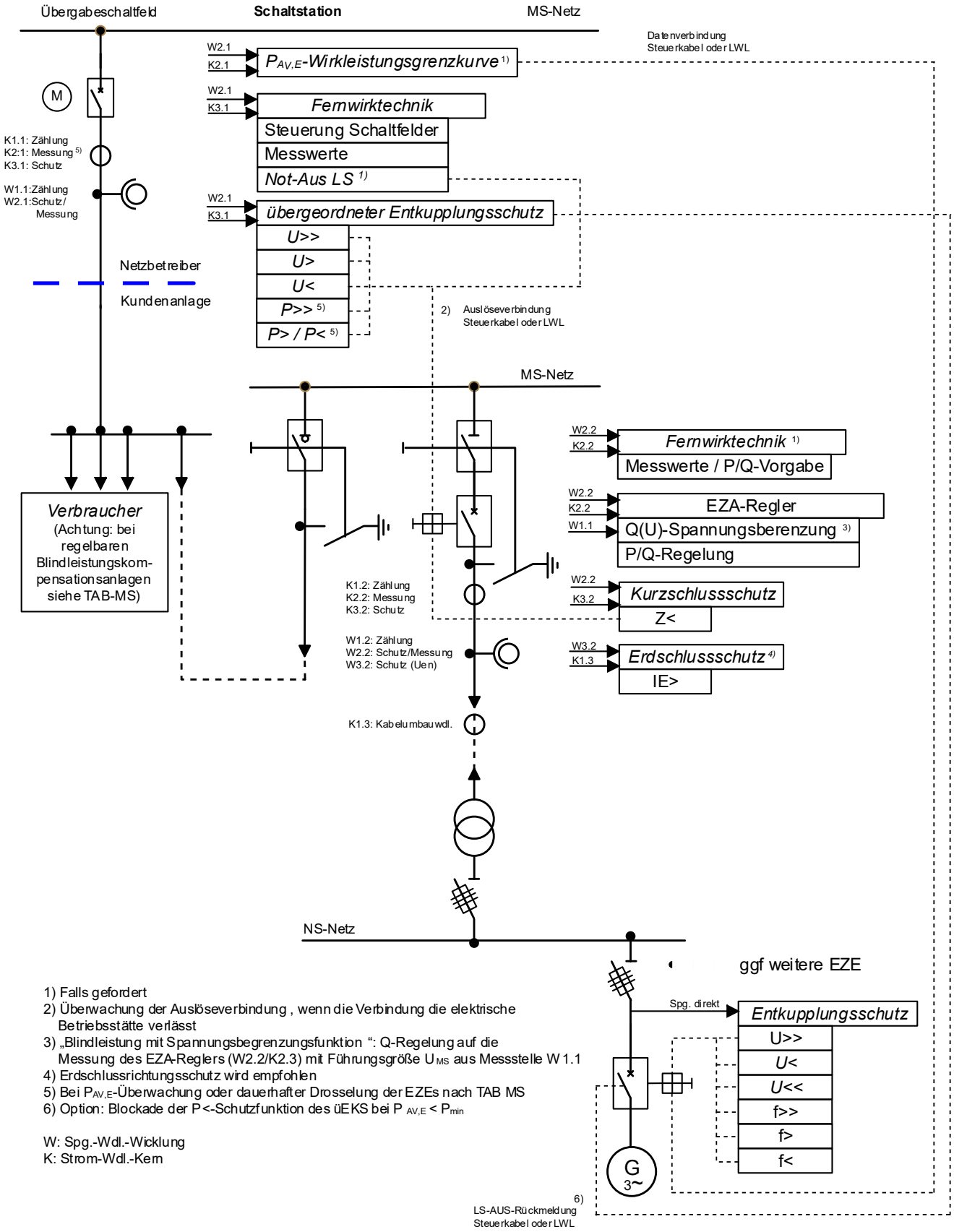
Bild D.18 ***Mischanlage*** *– Beispiel einer an eine* ***Schaltstation*** *im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage* ***mit Bezug*** *und* ***Erzeugungsanlage*** *mit* ***Leistungsschalter*** *und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit*



1) Falls gefordert
2) Überwachung der Auslöseverbindung wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt
3) Beliebiger Anschlusspunkt im NS-Kundennetz
4) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion“: Q-Regelung auf die Messung des EZA-Reglers (Spg. direkt/K2.3) mit Führungsgröße U_{MS} aus Messstelle W1.1
5) Bei $P_{AV,E}$-Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZEs nach TAB MS
6) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$

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

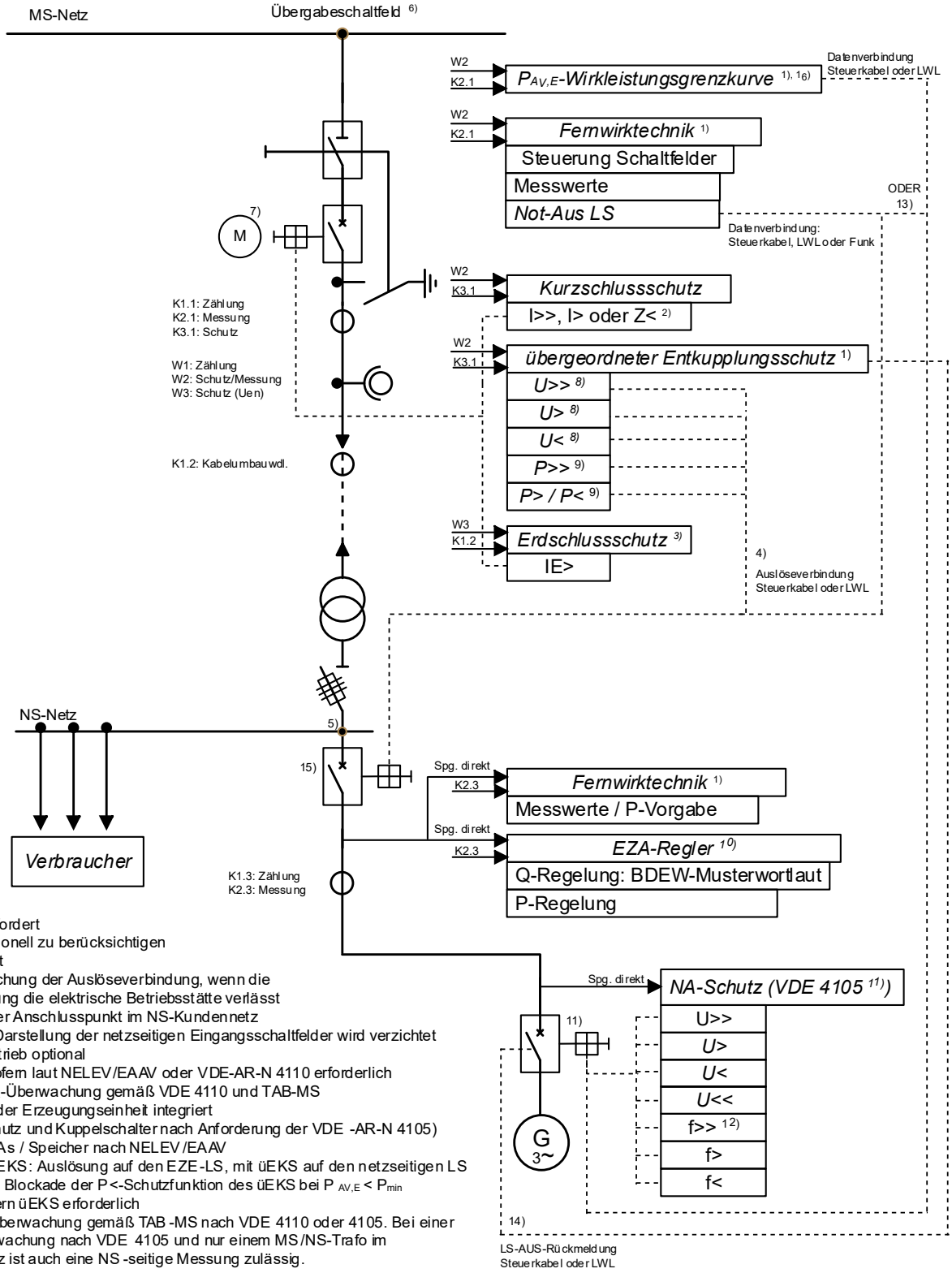
Bild D.19 ***Mischanlage*** *– Beispiel einer an eine* ***Schaltstation*** *im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage* ***mit Bezug*** *und* ***Erzeugungsanlage*** *mit* ***Lasttrennschalter*** *und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit*



1) Falls gefordert
2) Überwachung der Auslöseverbindung , wenn die Verbindung die elektrische Betriebsstätte verlässt
3) „Blindleistung mit Spannungsbegrenzungsfunktion “: Q-Regelung auf die Messung des EZA-Reglers (W2.2/K2.3) mit Führungsgröße U_{MS} aus Messstelle W 1.1
4) Erdschlussrichtungsschutz wird empfohlen
5) Bei $P_{AV,E}$-Überwachung oder dauerhafter Drosselung der EZEs nach TAB MS
6) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$

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

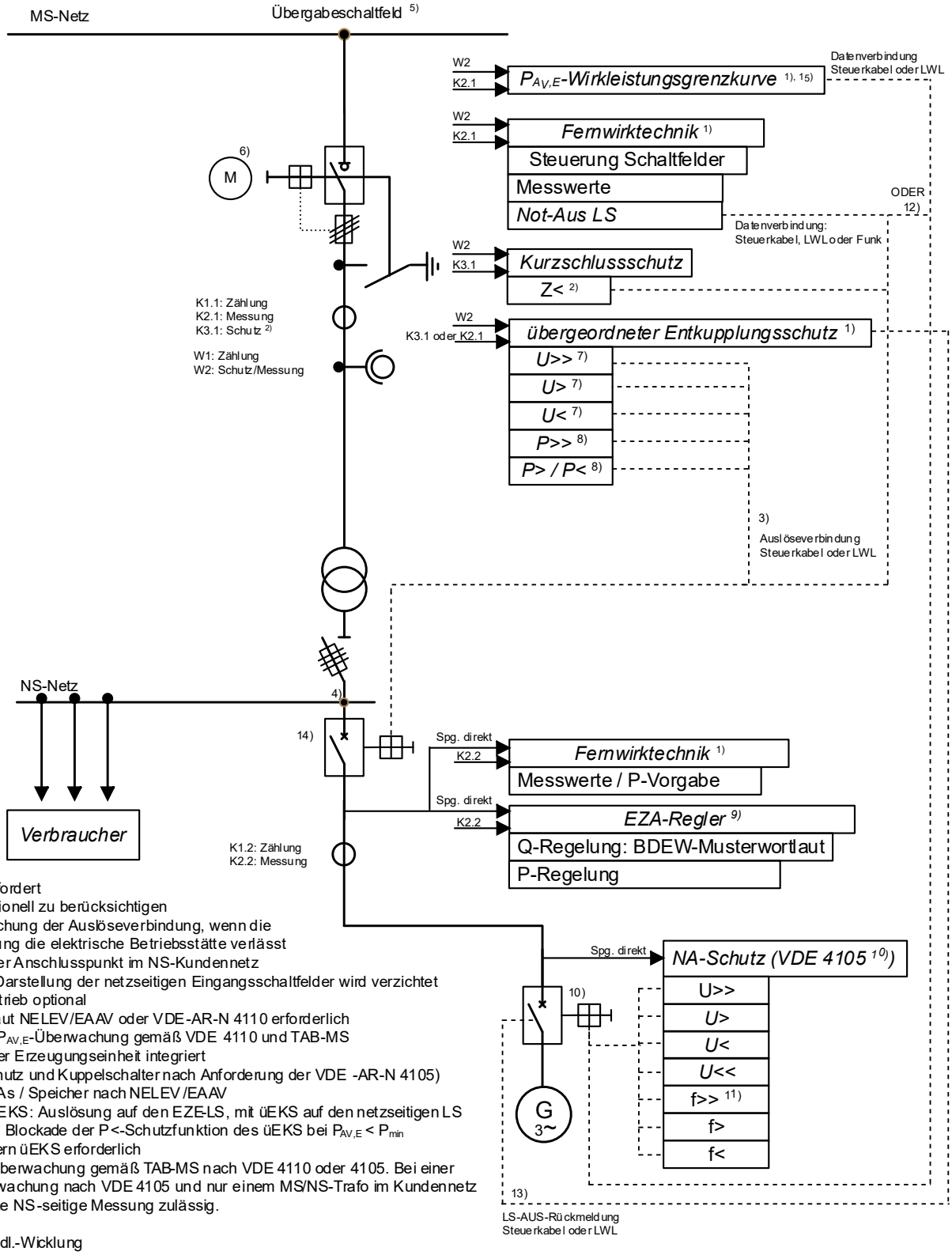
*Bild D.20 **Mischanlage** – Beispiel einer an eine **Schaltstation** im Mittelspannungsnetz angeschlossenen Kundenanlage **mit Bezug** und Erzeugungsanlage mit **Leistungsschalter** und einer Erzeugungseinheit ohne Inselbetriebsmöglichkeit*



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/EAAV 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/EAAV
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*** *angeschlossenen Kundenanlage* ***mit Bezug*** *und* ***Erzeugungsanlage***, ***Leistungsschalter*** *und einer Erzeugungsanlage mit Zertifizierung nach* ***VDE-AR-N 4105*** *[3]* ***oder*** *Anschluss nach* ***NELEV/EAAV-2024*** *(Bild 1.1 der Ergänzungen [2]) (ohne Inselbetriebsmöglichkeit, Anschluss nicht in UW bzw. Schaltstation) vorbehaltlich anders lautender Hinweise des VDE/FNN*



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) Auf die Darstellung der netzseitigen Eingangsschaltfelder wird verzichtet
6) Motorantrieb optional
7) sofern laut NELEV/EAAV oder VDE-AR-N 4110 erforderlich
8) Nur bei $P_{AV,E}$-Überwachung gemäß VDE 4110 und TAB-MS
9) ggf. in der Erzeugungseinheit integriert
10) NA-Schutz und Kuppelschalter nach Anforderung der VDE -AR-N 4105)
11) Für EZAs / Speicher nach NELEV/EAAV
12) ohne üEKS: Auslösung auf den EZE-LS, mit üEKS auf den netzseitigen LS
13) Option: Blockade der P<-Schutzfunktion des üEKS bei $P_{AV,E} < P_{min}$
14) LS sofern üEKS erforderlich
15) $P_{AV,E}$-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.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/EAAV-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 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.