

Bregenz, 15. Oktober 2020

Technische Anforderungen an Einspeiseanlagen ≥ 1.000 kW zur Unterstützung der Spannungshaltung im Netz

Diese Richtlinie gilt für Anlagenbetreiber von Erzeugungsanlagen im Netz der Vorarlberger Netzbetreiber ab einer installierten Leistung von mehr als 1.000 kW je Anlage (Zähler) und einem Inbetriebnahmedatum ab 01.01.2021. Die Richtlinie ist unter Berücksichtigung der Vorgaben folgender Regelwerke „TOR Erzeuger“ (AT) und „VDE AR-N 4105:2018-11“ (DE) formuliert worden.

Ziel ist eine kostenoptimierte Anpassung der Netzinfrastruktur an vermehrt dezentrale Einspeisung sowie die Vermeidung von spannungsbedingten Kraftwerksabschaltungen zu gewährleisten. Dies wird erreicht, indem der Netzbetreiber zumindest größere Erzeugungsanlagen fernsteuern kann, wenn die Netzstabilität oder die Einhaltung des Spannungstoleranzbandes dies erfordert.

Die Anforderungen an die Steuerung der Erzeugungsanlage zur Fernsteuerung durch den Verteilernetzbetreiber (VNB) sind der zentrale Inhalt dieses Dokumentes.

Die starke Zunahme der Erzeugungsanlagen erfordert zunehmend eine Nutzung der Blind- und Wirkleistungsregelstrategien. Dem wird auch in den Regelwerken (z.B. [TOR](#)) zunehmend entsprochen.

Die Summe der maximalen Wirkleistungen der Erzeugungseinheiten $\sum P_{E_{max}}$ bezieht sich bei der in diesem Dokument beschriebenen Fernsteuerbarkeit durch den VNB auf die Summe der Erzeugungsanlagen je Übergabestelle (damit im Einzelfall auch mehrere Anlagen je Netzanschlusspunkt).

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber vorarlberg netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

Erzeugungsanlagen im Leistungsbereich ≥ 250 kW bis < 1.000 kW

Im Hinblick auf die Verhältnismäßigkeit der Größe der Erzeugungsanlage und deren Wirkung auf das Netz wird für Anlagen $\sum P_{\max} < 1.000$ kW erst nur eine lokal in die Kundenanlage integrierte Q(U)-Regelung gefordert und eine Wirkleistungsabregelung in Stufen (100%, 60%, 30%, 0% der maximalen Anlagenwirkleistung $P_{E_{\max}}$) für eine etwaige spätere Umsetzung vorgesehen. Hierzu werden die dafür notwendigen Leitungen zur Ansteuerung der einzelnen Stufen funktionsfähig auf eine Klemmenleiste in einem plombierbaren Sicherungs- / Verteilerkasten geführt. Dieser wird von ihrem Netzbetreiber auf Kosten des Kunden bereitgestellt. (Detailplan kann von der Homepage der Netzbetreiber heruntergeladen werden). Die genauen Anforderungen werden im Netzzugangsvertrag (NZV) vereinbart.

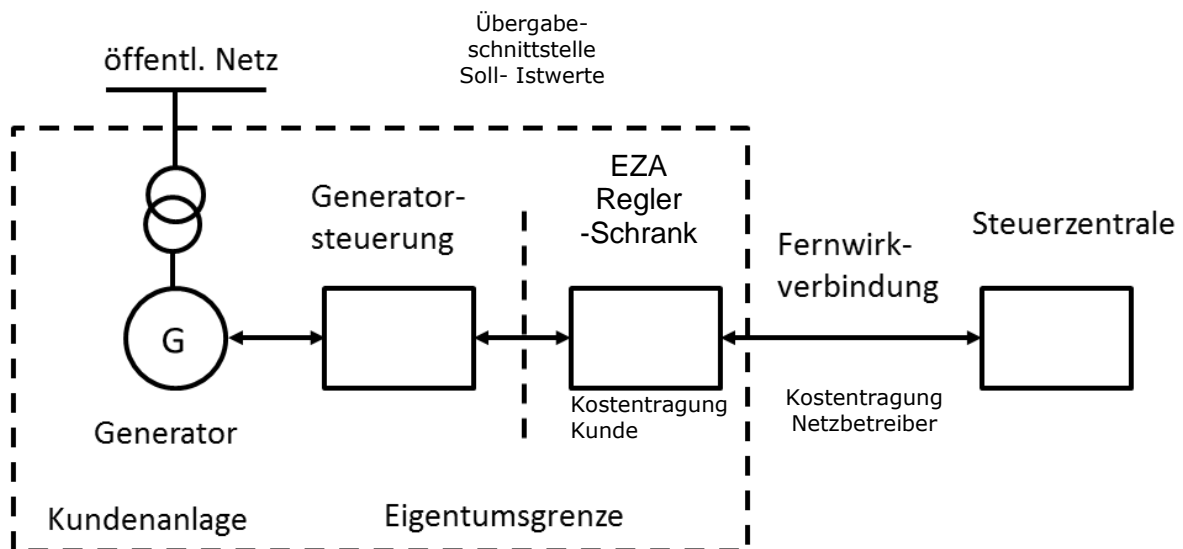
Erzeugungsanlagen im Leistungsbereich ≥ 1.000 kW

Der „EZA Regler-Schrank“, der zum einen über definierte Schnittstellen mit der Generatorsteuerung verbunden ist und zum anderen über eine Fernwirkverbindung des Netzbetreibers mit einer Steuerzentrale kommuniziert, kommt bei Anlagenleistungen ab 1.000 kW zum Einsatz.

In dieser Steuerzentrale berechnet eine CVCU (Central Voltage Control Unit) die Sollwerte für die Kraftwerkssteuerung und gibt sie über den „EZA Regler-Schrank“ der Generatorsteuerung vor.

- für die Einspeisewirkleistung einen Wert zwischen 0 und P_{\max} ,
- für die Blindleistung ein Wert zwischen $Q_{\max-}$ und $Q_{\max+}$
bzw. alternativ für den $\cos(\varphi)$ einen Wert zwischen 0,9 untererregt und 0,9 übererregt bei maximaler Wirkleistungseinspeisung

Bemerkung: dadurch können bei allen Ausbaustufen bei einer aktuellen Wirkleistungseinspeisung $P_{\text{act}} < P_{\max} \cos \phi$ Werte $< 0,9$ auftreten.



Da die Notwendigkeit der Fernsteuerung von Erzeugungsanlagen im Netz der Vorarlberger Netzbetreiber derzeit nur punktuell gegeben ist, werden sogenannte „EZA-Ausbaustufen“ eingeführt. Im Netzzugangsvertrag wird festgelegt, welche Maßnahmen für die gegenständliche Anlage erforderlich sind.

Die Voralberger Verteilernetzbetreiber voralberger netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

EZA-Ausbaustufen für Erzeugungsanlagen mit $\sum P_{\max} \geq 1.000 \text{ kW}$

EZA-Ausbaustufe	lokale Herausforderung	Anforderungen vom Netz (VNB)		Anforderungen anlagenseitig			
		Q steuerbar durch VNB	P steuerbar durch VNB	EZA-Schrank	Mittelspannungsmessung	Klemmleiste für EZA-Schrank	Kommunikationsstrecke Anlage-VNB
eingeschränkte EZA-Fähigkeit vorbereitet	wenig wahrscheinlich	später	später	später	keine	ja	später
EZA-Fähigkeit vorbereitet	zukünftig möglich				ja		
EZA-Fähigkeit ausgeführt	bestehend	sofort	sofort	sofort			

Erläuterungen zu den EZA-Ausbaustufen und Regelung der Kostentragung

Die zu realisierende EZA-Ausbaustufe wird vom VNB abhängig von der Netzanbindung der Erzeugungsanlage im Zuge der technischen Netzverträglichkeitsprüfung ermittelt und im Netzzugangsvertrag vorgegeben. Details zur Ausführung der einzelnen Ausbaustufen sind in diesen „Technische Anforderungen an Einspeiseanlagen größer 1.000 kW zur Unterstützung der Spannungshaltung im Netz“ ausgeführt. Die Kosten für den Sicherungs- / Verteilerkasten samt Sollwertgeber und Klemmleiste mit rund € 2.000,- oder bei allfälliger Notwendigkeit des EZA-Schranks trägt bei Erfordernis in allen Ausbaustufen immer der Erzeuger. Die Festlegung der Ausbaustufe bestimmt nur noch den möglichen Zeitpunkt des Einbaues und damit der vollen Kostenwirkung für Erzeuger und Netzbetreiber.

Die Kosten für den EZA Regler-Schrank betragen für den Kunden bei Vorliegen der Ausbaustufe „EZA-Fähigkeit ausgeführt“ derzeit € 15.000.- als Festpreis mit Soforteinbau und sofortiger Einbindung in das Regelungssystem des Netzbetreibers (damit fallen für beide Partner sofort Kosten an).

In den beiden anderen Ausbaustufen trägt der Erzeuger die Kosten der Lösung mit plombierbaren Sicherungs- / Verteilerkasten sofort auch die Kosten – aber nur bei später eintretendem Erfordernis – dann aber verzögert und mit Wertsicherung für den Netzbetreiber. Damit wird eine für den Kunden kalkulierbare Situation erhalten, vor allem aber eine beträchtliche Chance, dauerhaft ohne die Zusatzkosten auszukommen. Mit dieser wirtschaftlichen Regelung sparen sich Kunde und Netzbetreiber Ausgaben, so lange die Netzsituation dies zulässt.

Die Kostentragung für den EZA-Schrank erfolgt dabei gemäß kalkulierten Kosten nach dem Verursacherprinzip entlang eines Wertsteigerungspfades (Kosten mit Indexierung). Allfällige spätere Mehrkosten gegenüber dieser Regelung trägt der Netzbetreiber.

Da für elektrische Anlagen kein Wertsicherungsindex bekannt ist, wird die Indexierung mit ausreichender Genauigkeit auf den seitens Statistik Austria empfohlenen VPI 2015 (Basis: September 2016 = 1.000,0) bezogen.

Die Wertsicherung nach dem Verbraucherpreisindex [VPI 2015](#) wird ebenfalls im NZV eingetragen.

1. Primärtechnikanforderungen

Sämtliche Generatoren sind bei maximaler Wirkleistungseinspeisung für einen, je nach TOR Typ B Bereich I; II oder III, im Blindleistungsbereich von maximal 0,90 untererregt bis ggf. 0,90 übererregt und einen Betriebsspannungsbereich von mindestens $U_n = 400 \text{ V} \pm 10 \%$ auszulegen.

Im Übrigen gelten insbesondere die Anforderungen gemäß der aktuell geltenden [TOR](#) und den Richtlinien für den Parallelbetrieb von dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) mit dem Netz der Voralberger Verteilernetzbetreiber (VNB).

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber vorarlberg netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

2. Sekundärtechnikforderungen & IKT (Information & Kommunikationstechnik)

Zwischen der Erzeugungsanlage (ggf. Privatrafostation) des Anlagenbetreibers und dem Netzbetreiber wird eine zuverlässige Kommunikationsstrecke auf Kosten des Vorarlberger Netzbetreibers errichtet und online betrieben.

Kundenanlagenseitig sind die geforderten Werte (U_{100VAC} o. $400VAC$, $I_{1A_5VA_KI \leq 1}$) stetig an die Fernwirkanlage (FA) bzw. die Klemmleiste des Netzbetreibers zu übergeben.

Bei der Fernregelung wie auch bei der lokalen Regelung werden die mit den MS - Spannungswandlern gemessenen Größen U_{MS} und die Spannungskreisüberwachung der Fernwirkanlage (FA) vom Kunden zur Verfügung gestellt.

Netzzutritt und Messung erfolgen bei Mittelspannung (Netzebene 5) mittels drei Strom- und Spannungswandlern (induktive) entsprechend den Richtlinien für Übergabestationen (siehe Abb. 2 und 3).

Bei Netzeinspeisung direkt in private Substationen der Netzebene 5 von beispielsweise Industriebetrieben, ist so vorzugehen, dass sich die Mittelspannungsmessung dabei auf die Messung in der Substation und die Niederspannungsmessung mittels Stromwandlern auf die Kraftwerkseinspeiseleitung bezieht.

Bei Netzzugang in der Netzebene 6 sind beim Ortsnetztrafo mindestens ein zweipoliger Mittelspannungswandler in Klasse 0,2 % und auf der Niederspannungsseite Stromwandler entsprechend den Bestimmungen der TAEV (Übergabemessung) vom Kunden vorzusehen (siehe Abb. 1).

Für die Fernwirk- und Übertragungseinrichtung des Netzbetreibers ist ein entsprechender Einbauplatz für einen EZA Regler Wandschrank (H x B x T = 800 x 600 x 400 mm). Klimatische Bedingungen im EZA Regler-Schrank von +10°C bis + 40°C (nicht im Freien) sind einzuhalten. Dem Netzbetreiber ist eine 230 V Wechselspannungsversorgung zur Verfügung zu stellen.

Für die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ist in Fällen einer fehlenden Kommunikationsanbindung durch Funk, LWL, etc. eine Powerlineanbindung vorzusehen. Hierfür wird die Signalkopplung bei Mittelspannungs- (MS) Stichzuleitungen über das Leitungsschaltfeld und ansonsten über die MS-Trafozuleitung (Kabellänge mind. 13 m) vorgesehen. Falls im Fall einer PLC Einkopplung keine induktive Schirmkopplung möglich ist, wird fallweise auch eine kapazitive Signalkopplung notwendig sein.

Wenn der Mittelspannungskoppler, die MS-Spannungswandler bzw. das Kraftwerk örtlich getrennt situiert sind, dann müssen hierfür Steuer-, Mess- und Kommunikationsleitungen vom Netzbetreiber errichtet und betrieben werden. Diese Leitungen werden in der vom Kunden beigestellten Verrohrung ($d = 1.00$ mm) und LWL-Schlauch ($d = 50$ mm) vom Netzbetreiber verlegt. Das Modemkabel (RS-422 / Vollduplex) ist in einem LWL-Schlauch neben dem Leerrohr einzuziehen.

Basis des Powerline Kommunikationsstandards vom Datenknotenpunkt (Trafostation-Netzbetreiber) bis zum Modem in der Erzeugungsanlage ist die Norm IEC 60 870 – 101 / im CENELEC A (9-95 kHz) oder eine RS-422 (fern) oder RS-232 (nah) Anbindung mit bis zu 19.200 bps (Vollduplex).

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber vorarlberg netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

3. Regelung & Fernwirktechnik

In den nachfolgenden Listen / Tabellen ist der Informationsumfang beschrieben, welcher in der Kraftwerkssteuerung des Anlagenbetreibers bzw. der FA des Netzbetreibers bereit zu stellen und zu parametrieren sind. Dazu werden analoge Schnittstellen von 4 - 20 mA, aufgrund der Gewährleistung eines dauerhaften Standards verwendet. Bei Verlassen dieses Bereiches (z.B. 0 - 3,9 mA) wird der Wert als ungültig betrachtet.

- ➔ der feste Verschiebungsfaktor $\cos \varphi_{\text{set}}$
Wertebereich: 0,9 ue (4 mA) – 1 (12 mA) – 0,9 üe (20 mA)
- ➔ eine feste Blindleistung Q_{set} in MVar
Wertebereich: $Q_{\text{max ue}}$ (4 mA) bis $Q_{\text{max üe}}$ (20 mA)
- ➔ die feste Wirkleistung P_{set} in MW
Wertebereich: 0 (4 mA) bis P_{max} (20 mA)

* P_{max} ; Q_{max} ... festzulegender, aufgerundeter Wertebereich > tatsächlich mögliche Anlagenleistungen

Diese Vorgaben werden mittels vier Binäreingängen zur Unterscheidung dieser drei Stellgrößen sowie mittels drei analoger Eingänge zur Sollwertvorgabe von der FA an den Kraftwerksbetreiber übergeben.

Ausgang (Fernwirkanlage) -> Eingang (dezentrale Erzeugungsanlage)		
analoge Schnittstelle 1 für „P“	analoge Schnittstelle 2 für „Q“	analoge Schnittstelle 3 „cos φ “
digitale Schnittstelle 1 für „P“	digitale Schnittstelle 2 für „Q“	digitale Schnittstelle 3 für cos φ “

Ausgang (dezentrale Erzeugungsanlage) -> Eingang (Fernwirkanlage)	
Spannungsmesswerte (Wandlerspannung 100 VAC)	Strommesswerte (1 A Wandler, Klasse ≤ 1 und 5 VA)
digitale Schnittstelle 1 für Rückmeldung „CVCU Sollwert nicht erfüllbar“ *	
digitale Schnittstelle 2 für Rückmeldung „KW Regelung Ort“	
digitale Schnittstelle 3 für Rückmeldung „Reserve“	

* Ein Binärausgang in der Kundenanlage gibt bei Erreichen der Generatorgrenzen ein Bit zurück, dass das Kraftwerk den vorgegebenen Sollwert nicht erfüllen kann. In weiterer Konsequenz kann eine Regelung nach P (U_{maxlim}) ein vorzeitiges Auslösen des Entkupplungsschutzes vermeiden.

3.1 Spannungsregelung im Kraftwerk bei störungsfreiem Betrieb

Die vom Netzbetreiber angestrebten Spannungsbereiche werden durch Verstellen des Verschiebungsfaktors $\cos \varphi_{\text{set}}$ (Überschrift 5, Pos. 1 - 2) oder der Blindleistung Q_{set} (Pos. 3 - 5) erreicht. Für etwaige abnormale Schaltzustände aufgrund von Revisionen oder Wiederversorgungsgründe wird eine P_{set} Sollwertvorgabe heute schon umgesetzt, damit für diesen Zeitraum des abnormalen Betriebszustands keine Auslösungen durch den Entkupplungsschutz zu befürchten sind und eine Resteinspeiseleistung gesichert werden kann.

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber vorarlberg netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

3.2 Spannungsregelung im Kraftwerk bei störungsbehaftetem Betrieb

- KW Einstellung bei Störung der netzbetreiberseitigen Steuerungs- und Regelungseinheit (FA), z.B. sobald alle Binäreingänge 0 oder der Analogeingang < 4 mA aufweist
- durch Einstellen des $\cos \varphi_{\text{default}} = 1$

3.3 Spannungsregelung im Kraftwerk ohne Fernwirkanbindung

- Wenn aus Gründen der Verhältnismäßigkeit (Kosten/Nutzen-Relation) gegenwärtig keine Fernwirkübertragung vom Netzbetreiber gefordert wird, kann als Übergangslösung eine lokale $Q(U_{\text{actual}})$ -Regelung (Kennlinie von Netzbetreiber) vereinbart werden.

3.4 Fernwirkanlagen- / Kraftwerksreaktionszeiten

- Fernwirkanlage: bei lokaler KW – Regelung mittels $Q(U)$ oder $\cos \varphi (P)$ soll mit folgender Geschwindigkeit nach einer Sollwertvorgabe nachgeregelt bzw. diese umgesetzt sein:
 - Wirkleistung P: innert 1 Minute
 - Blindleistung Q: innert 10 Sekunden
- Kraftwerksanlage: bei den an die Kraftwerkssteuerung gesendeten Befehle sind diese je nach Vorgabewert P oder Q in folgenden Geschwindigkeiten nach Sollwertübergabe umzusetzen:
 - Wirkleistung P: innert 1 Minute
 - Blindleistung Q: innert 10 Sekunden

3.5 Variablendefinition

$U_{\text{set_emergency}}$	konventioneller Sollwert, derzeit z.B. (30 kV UW Nenzing) 104 %Un, der bei Ausfall der CVCU angestrebt werden soll, Stufensteller
U_{maxlim}	oberer Randwert im Spannungsband (MS) z.B. 106 %Un / U = 30,3 kV
U_{minlim}	unterer Randwert im Spannungsband (MS) z.B. 97 %Un / U = 27,7 kV
$\cos \varphi_{\text{set}}$	Verschiebungsfaktorvorgabewert (CVCU)
$\cos \varphi_{\text{default}}$	Verschiebungsfaktor, sobald die FA außer Betrieb oder defekt ist
$\cos \varphi (P_{\text{actual}}/P_{\text{max}})$	aus der Kennlinie sich ergebender $\cos \varphi$ aus einem normierten Verhältnis der aktuellen zur maximalen Wirkleistung
$Q (U_{\text{actual}})$	aus der Kennlinie sich ergebender Blindleistungswert in Abhängigkeit der aktuellen Spannung vor Ort ($Q_{\text{max+}}$ bis $Q_{\text{max-}}$)
Q_{set}	Blindleistungsvorgabewert (CVCU) ($Q_{\text{max+}}$ bis $Q_{\text{max-}}$)
Q_{actual}	aktuelle Kraftwerksblindleistung
$Q_{\text{max+}}$ (EZS)	maximal möglicher Blindleistungswert der Kraftwerksanlage (kapazitiv)
$Q_{\text{max-}}$ (EZS)	maximal möglicher Blindleistungswert der Kraftwerksanlage (induktiv)
$Q (U_{\text{set}})$	aus der Kennlinie sich ergebender Blindleistungswert in Abhängigkeit des vorgegebenen Spannungssollwerts (CVCU) ($Q_{\text{max+}}$ bis $Q_{\text{max-}}$)
$P (U_{\text{maxlim}})$	aus der Kennlinie sich ergebende Wirkleistungsvorgabe in Abhängigkeit der maximal eingegebenen Sollspannung
P_{set}	Wirkleistungsvorgabewert (CVCU)
P_{max}	maximal mögliche Engpassleistung des Kraftwerks bzw. festgelegter (aufgerundeter) Wert > der tatsächlich möglichen Anlagenleistungen
P_{actual}	aktuelle Kraftwerkswirkleistung
1 - 7	Betriebsmodiauswahl (CVCU – FA)
0 oder 1	Rückmeldung von KW an CVCU Ort / Fern

Fett sind konfigurierbare Eingabevariablen der FA, die von der Fernwirkabteilung des Netzbetreibers vorgegeben werden.

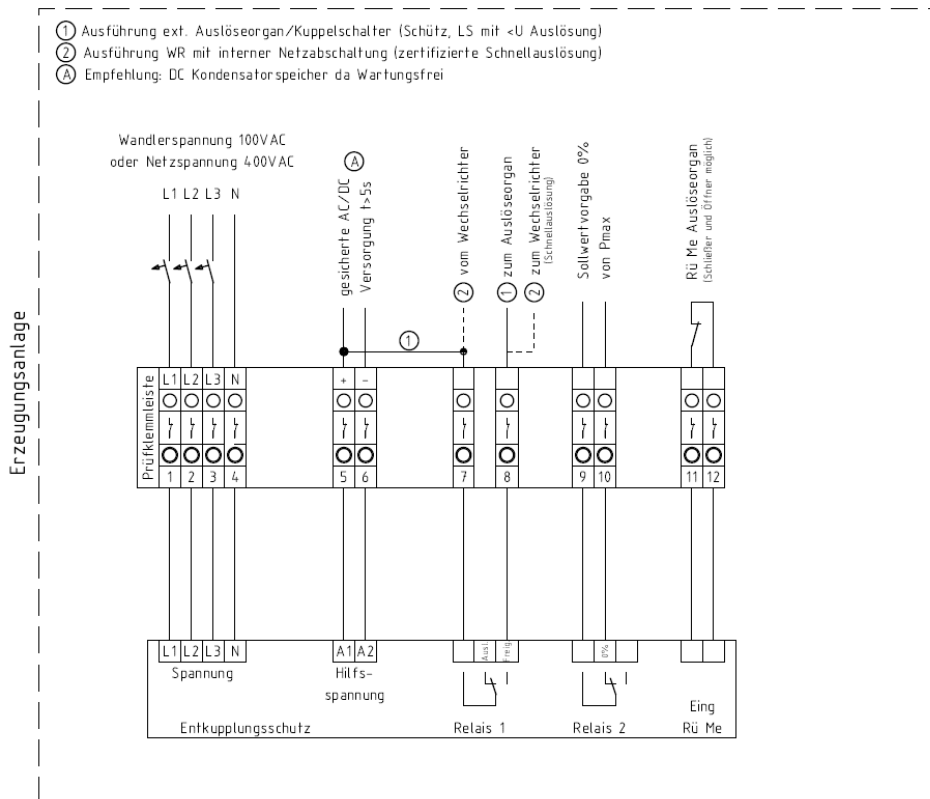
Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber vorarlberg netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

4. Musterklemmleisten mit Klemmenbelegung

Die folgend dargestellten Pläne dienen der Übersicht und können in höheren Auflösung in der jeweils geltenden Fassung von der Homepage der Netzbetreiber heruntergeladen werden.

4.1 Einspeiseanlagen $\sum P_{E_{max}} < 250 \text{ kW}$ (Wechselrichter: $\sum P_{E_{max}} > 30 \text{ kW}$)

Kraftwerke mit rotierenden Generatoren ($\sum P_{E_{max}} < 250 \text{ kW}$) und WR-Anlagen mit Entkopplungsschutzeinrichtungen gemäß TOR Erzeuger ($\sum P_{max} > 30 \text{ kW}$ bis $< 250 \text{ kW}$).

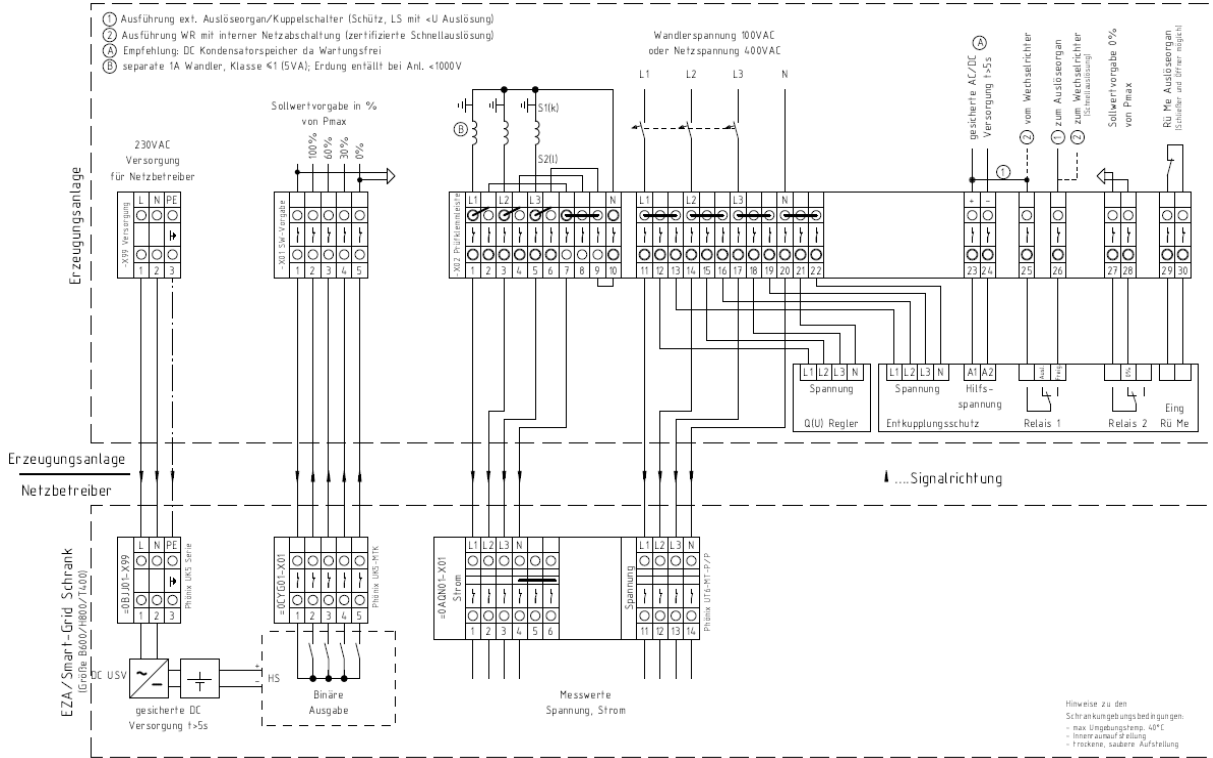


Stand: August 2020

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber vorarlberg netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

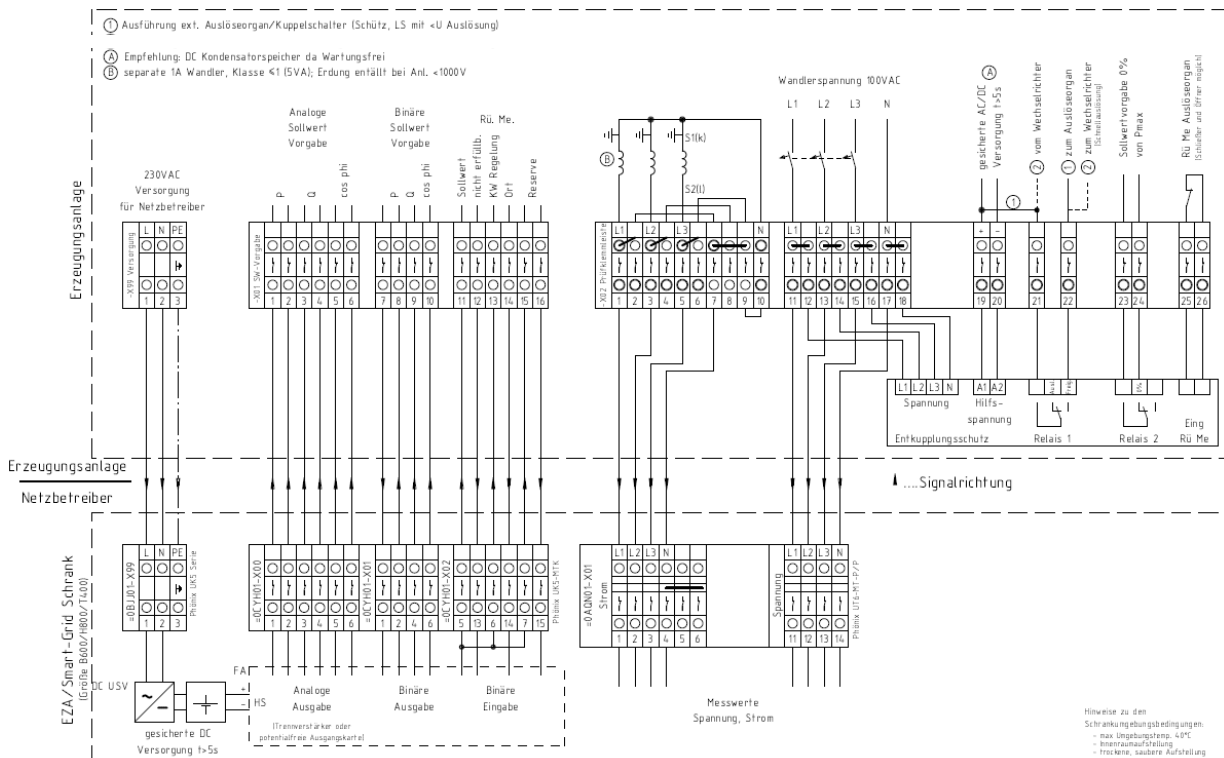
4.2 Einspeiseanlagen $\sum P_{E_{max}} \geq 250 \text{ kW bis } < 1.000 \text{ kW}$

Kraftwerke mit rotierenden Generatoren ($\sum P_{E_{max}} < 1.000 \text{ kW}$) und WR-Anlagen mit Entkopplungsschutzeinrichtungen gemäß TOR Erzeuger.



Stand: August 2020

4.3 Einspeiseanlagen $\sum P_{E_{max}} > 1.000 \text{ kW}$



Stand: August 2020

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber vorarlberg netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

5. Verzeichnis

1.	Primärtechnik Anforderungen.....	3
2.	Sekundärtechnik Anforderungen & IKT (Information & Kommunikationstechnik).....	4
3.	Regelung & Fernwirktechnik	5
3.1	Spannungsregelung im Kraftwerk bei störungsfreiem Betrieb	5
3.2	Spannungsregelung im Kraftwerk bei störungsbehaftetem Betrieb	6
3.3	Spannungsregelung im Kraftwerk ohne Fernwirkanbindung	6
3.4	Fernwirkanlagen- / Kraftwerksreaktionszeiten.....	6
3.5	Variablendefinition	6
4.	Musterklemmleisten mit Klemmenbelegung.....	7
4.1	Einspeiseanlagen $\sum P_{E_{max}} < 250 \text{ kW}$ (Wechselrichter: $\sum P_{E_{max}} > 30 \text{ kW}$)	7
4.2	Einspeiseanlagen $\sum P_{E_{max}} \geq 250 \text{ kW}$ bis $< 1.000 \text{ kW}$	8
4.3	Einspeiseanlagen $\sum P_{E_{max}} > 1.000 \text{ kW}$	8