

Bregenz, 05. September 2016

Technische Anforderungen an Einspeiseanlagen größer (100) 300 kVA 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 (100) 300 kVA je Anlage (Zähler) und einem Inbetriebnahmedatum ab 01.05.2014. Die Richtlinie ist unter Berücksichtigung der Vorgaben folgender Regelwerke „TOR D4“ (AT), BDEW-Richtlinie „Technische Richtlinie für Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“(DE) und der VDE AR-N 4105 (DE) formuliert worden.

Ziel ist eine kostenoptimierte Anpassung der Netzinfrastruktur an vermehrt dezentrale Einspeisung sowie die Vermeidung von spannungsbedingten Kraftwerksabschaltungen. Dies wird vermieden, 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 Blindleistungsregelstrategien. Dem wird auch in der Überarbeitung der Regelwerke (z.B. [TOR D4](#)) zunehmend entsprochen. Zur Wahrung der Praxisstauglichkeit dieser Technischen Anforderungen ersetzt die hier sinnvollere technische Einheit kVA für die elektrische Scheinleistung zunehmend kW-Vorgaben bei Leistungsangaben von Erzeugungsanlagen. Diese sind auch auf den Datenblättern von rotierenden und statischen Generatoren angegeben und eindeutig nachvollziehbar.

Im Rundschreiben RS 1/2014 der Vorarlberger Verteilernetzbetreiber (VNB) wurde deshalb ebenfalls erstmals bei der Festlegung der Leistungsklassen $\sum S_{E_{max}}$ nur noch die Einheit kVA verwendet, weil nun Vorgaben der Blindleistung im Unterschied zu früher verstärkt behandelt sind. Dies soll möglichst klare und unmissverständliche Vorgaben übersichtlich erlauben und bedeutet technisch nur unbedeutende Unterschiede. Jedenfalls werden damit unnötige Zweigleisigkeit und Missverständnisse vermieden.

Die Summe der maximalen Scheinleistungen der Erzeugungseinheiten $\sum S_{E_{max}}$ 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).

Erzeugungsanlagen im Leistungsbereich >100kVA bis ≤300kVA

Im Hinblick auf die Verhältnismäßigkeit der Größe der Erzeugungsanlage und deren Wirkung auf das Netz wird für Anlagen $\sum S_{E_{max}} > 100$ kVA bis einschließlich 300 kVA lediglich eine lokale Q(U) Regelung und eine Wirkleistungsabregelung in Stufen (100%, 60%, 30%, 0% der maximalen Anlagenwirkleistung $P_{A_{max}}$) für eine etwaige spätere Umsetzung vorgesehen, wie im Rundschreiben 1/2014 vom Januar 2014 kundgemacht.

http://www.vorarlbergnetz.at/downloads/at/PV-Rundschreiben_1-2014_AT_unterschieden.pdf

Hierzu werden die dafür notwendigen Leitungen zur Ansteuerung der einzelnen Stufen auf einen Klemmenblock geführt (Detailplan kann von der Homepage der Netzbetreiber heruntergeladen werden). Die Anforderungen werden im Netzzugangsvertrag (NZV) vereinbart.

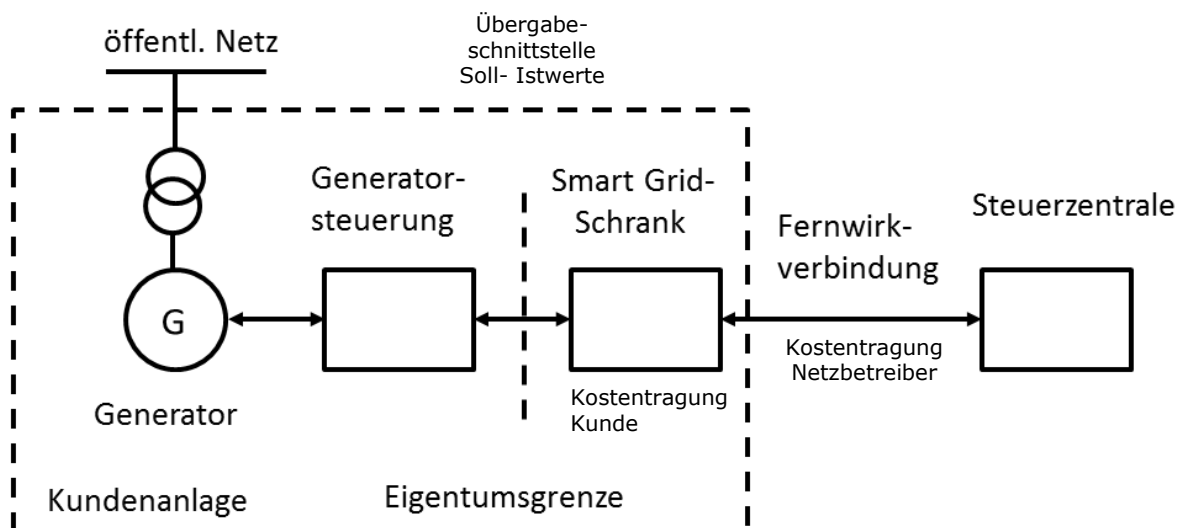
Erzeugungsanlagen im Leistungsbereich über 300kVA

Bei Anlagen über 300 kVA wird in der Anlage des Einspeisers bei netztechnischem Erfordernis ein „Smart-Grid-Schrank“, der einerseits über definierte Schnittstellen mit der Generatorsteuerung verbunden ist und andererseits über eine Fernwirkverbindung des Netzbetreibers mit einer Steuerzentrale kommuniziert, eingesetzt.

In dieser Steuerzentrale berechnet eine CVCU (Central Voltage Control Unit) die Sollwerte für die Kraftwerkssteuerung und gibt sie über den „Smart-Grid-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 $P_{act} < P_{max} \cos \phi$ Werte $< 0,9$ auftreten.



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

SG-Ausbaustufen für Erzeugungsanlagen mit $\sum S_{Emax} > 300 \text{ kVA}$

SG-Ausbaustufe	lokales Netzproblem (U)	Anforderungen vom Netz (VNB)		Anforderungen anlagenseitig			
		Q steuerbar durch VNB	P steuerbar durch VNB	SG-Schrank	Mittelspannungsmessung	Klemmleiste für SG-Schrank	Kommunikationsstrecke Anlage-VNB
eingeschränkte SG-Fähigkeit vorbereitet	wenig wahrscheinlich	später	später	später	keine	X	später
SG-Fähigkeit vorbereitet	zukünftig möglich	später	später	später	X	X	später
SG-Fähigkeit ausgeführt	bestehend	sofort	sofort	sofort	X	X	sofort

Erläuterungen zu den SG-Ausbaustufen und Regelung der Kostentragung

Die zu realisierende SG-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 (100) 300 kVA zur Unterstützung der Spannungshaltung im Netz“ ausgeführt. Die Kosten für den SG-Schrank 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 Smart Grid-Schrank betragen für den Kunden bei Vorliegen der Ausbaustufe „SG-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 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 SG-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 = 100,0) bezogen.

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

1. Primärtechnikanforderungen

Sämtliche Generatoren sind bei maximaler Wirkleistungseinspeisung für einen Blindleistungsbereich 0,90 untererregt bis 0,90 übererregt und einen Betriebsspannungsbereich von mindestens $U_n = 400V \pm 10\%$ auszulegen. Im Übrigen gelten insbesondere die Anforderungen gemäß der aktuell geltenden [TOR D4](#) und den Richtlinien für den Parallelbetrieb von dezentralen Erzeugungsanlagen (DEA) mit dem Netz der Vorarlberger Verteilernetzbetreiber (VNB).

2. Sekundärtechnikforderungen & IKT (Information & Kommunikationstechnik)

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

Kundenanlagenseitig sind die geforderten Werte ($P_{0-P_{max}}$, $Q_{0-Q_{max\pm}}$) stetig in analoger Form (4 – 20 mA) an die Fernwirkanlage (FA) 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 FA vom Kunden zur Verfügung gestellt

Netzzutritt und Messung erfolgen bei Mittelspannung (Netzebene 5) mittels drei Strom- und Spannungswandlern entsprechend den Richtlinien für Übergabestationen. (siehe Abb. 1 und 2)

Bei Netzeinspeisung in privaten Substationen der Netzebene 5 von beispielsweise Industriebetrieben, ist wie unter Punkt 0 vorzugehen, wobei sich die Mittelspannungsmessung dabei auf die Messung der Übergabestation (Netzbetreiber-Kunde) bezieht und die Niederspannungsmessung mittels Stromwandlern auf die Kraftwerkseinspeiseleitung.

Bei Netzzugang in der Niederspannung (Netzebene 6 und 7) 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. 3).

Für die Fernwirk- und Übertragungseinrichtung des Netzbetreibers ist ein entsprechender Einbauplatz für einen Smart Grid (SG) Wandschrank (H x B x T = 1000 x 800 x 400) oder alternativ einen Standschrank (H x B x T = 2.000 x 800 x 500) vorzusehen. Klimatische Bedingungen im SG Schrank von +10° bis + 40° (nicht im Freien) sind einzuhalten. Weiteres ist dem Netzbetreiber für die FA - Einrichtung eine gesicherte Gleichspannungsversorgung oder eine gesicherte 230 V Wechselspannungsversorgung mit einer 15 minütigen Überbrückungszeit für 50 W vorzuhalten. Jedenfalls ist eine 230 V Wechselspannungsversorgung (auch ungesichert - für beispielsweise ein Modem etc.) erforderlich.

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. 13m) 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 beigegebenen Verrohrung (d=100mm) und LWL - Schlauch (d=50mm) vom Netzbetreiber verlegt. Das Modemkabel (RS-422 / Vollduplex) ist in einem LWL - Schlauch neben dem Leerrohr einzuziehen.

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

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.

Fernwirktechnische Vorgaben von Stellgrößen (Erzeugerzählpeilsystem) durch den Smart - Grid Schrank des Netzbetreibers an den Kraftwerksbetreiber sind dabei:

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

* $P_{\text{max}}, Q_{\text{max}} \dots$ festzulegender aufgerundeter Wertebereich > tatsächlich mögliche Anlagenleistungen

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

Ausgang (FA) -> Eingang (DEA)		
analoge Schnittstelle 1 für „P“	analoge Schnittstelle 2 für „Q“	analoge Schnittstelle 3 „cos φ “
digitale Schnittstelle 1	digitale Schnittstelle 2	digitale Schnittstelle 3
„P“	„Q“	„cos φ “

Ausgang (DEA) -> Eingang (FA)	
analoge Schnittstelle 1 für „P“	analoge Schnittstelle 2 für „Q“
digitale Schnittstelle 1 für Rückmeldung „CVCU Sollwert nicht erfüllbar“ *	

* 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 $\cos \varphi_{\text{set}}$ oder der Blindleistung Q_{set} 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 Resteinspeisung 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 $< 4\text{mA}$ 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_{actual}) Regelung (Kennlinie von Netzbetreiber) vereinbart werden.

3.4 Kraftwerksreaktionszeiten

- Fernwirkanlage: bei lokaler KW – Regelung mittels Q(U) oder $\cos \varphi$ (P) soll mit folgender Geschwindigkeit nach einer Sollwertvorgabe nachgeregelt bzw. diese umgesetzt werden:
 - Wirkleistung P: innert 1 Minute
 - Blindleistung Q: innert 10 Sekunde
- 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 Sekunde

3.5 Variablendefinition

$U_{\text{set_emergency}}$	konventioneller Sollwert, derzeit z.B. (30kV 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
$\text{COS } \varphi_{\text{set}}$	Verschiebungsfaktorvorgabewert (CVCU)
$\text{COS } \varphi_{\text{default}}$	Wert 1, sobald die FA außer Betrieb oder defekt ist
$\text{COS } \varphi (P_{\text{actual}}/P_{\text{max}})$	aus der Kennlinie sich ergebender $\text{cos } \varphi$ aus einem normierten Verhältnis der aktuellen zur maximalen Wirkleistung
$Q (U_{\text{actual}})$	aus der Kennlinie sich ergebender Blindleistungswert in Abhängigkeit der aktuellen Mittel- / Niederspannung 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 idealerweise von der Fernwirkabteilung der Netzbetreiber vorgegeben werden.

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber Vorarlberg Netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

4. Musterklemmleisten mit Klemmenbelegung

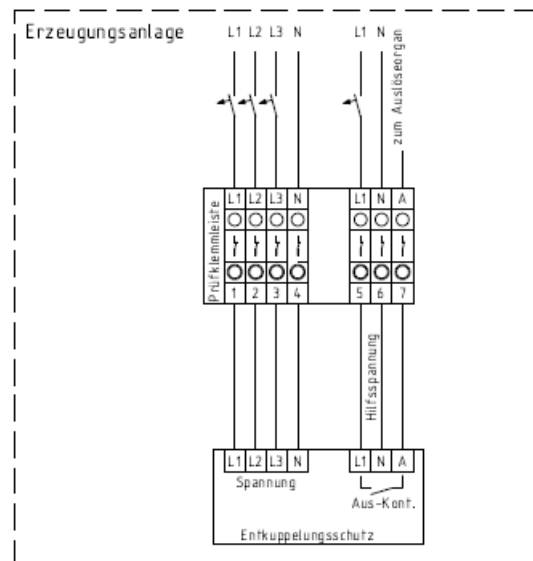
Die folgend dargestellten Pläne dienen der Übersicht und können in größerer Auflösung in der jeweils geltenden Fassung von der Homepage der Netzbetreiber heruntergeladen werden.

4.1 Einspeiseanlagen $\sum S_{E_{max}} < 100 \text{ kVA}$ (Wechselrichter: $\sum S_{E_{max}} > 30 \text{ kVA}$)

Kraftwerke mit rotierenden Generatoren ($\sum S_{E_{max}} \leq 100 \text{ kVA}$) und WR-Anlagen mit Entkupplungsschutzeinrichtungen gemäß ÖVE ÖNORM E 8001-4-712 ($\sum S_{E_{max}} > 30 \text{ kVA}$ bis $\leq 100 \text{ kVA}$)

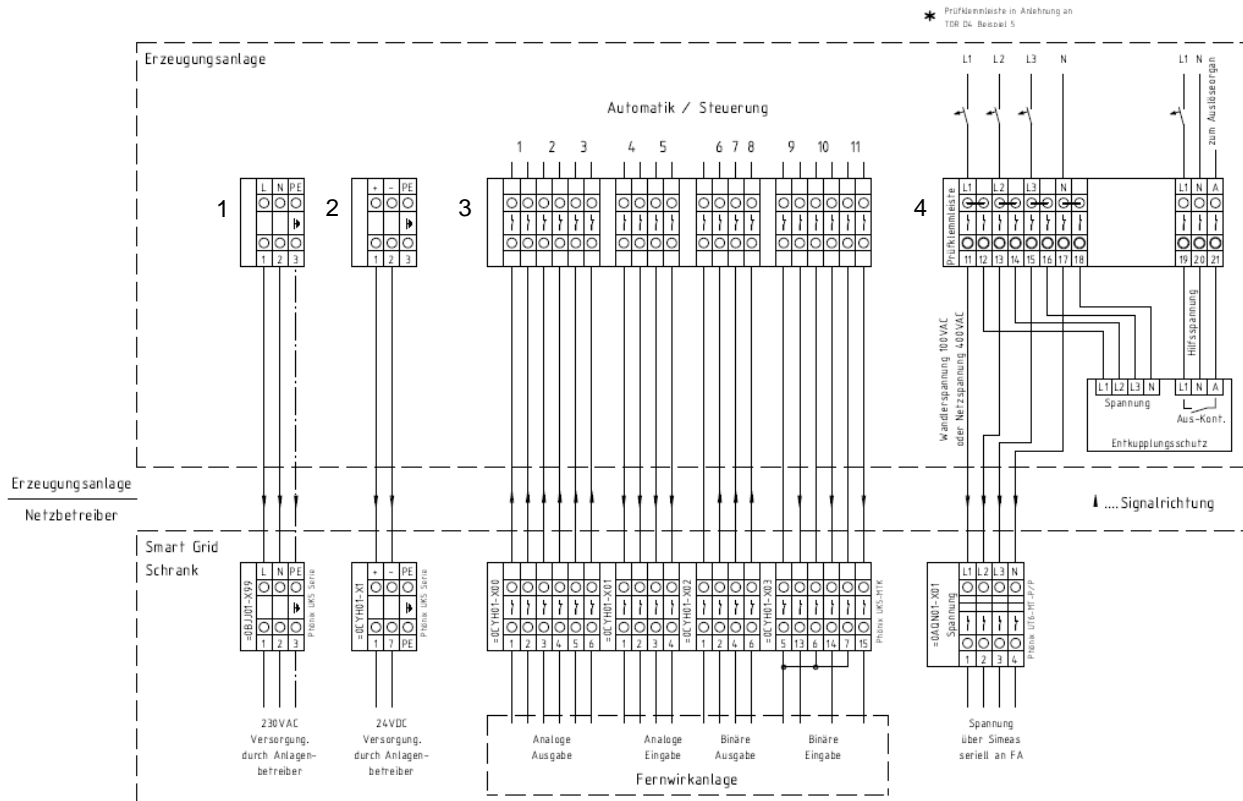
Klemme:

- | | | |
|---|---|-----------------------------|
| 1 | } | Netzspannung |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | Spannungsversorgung |
| 6 | | |
| 7 | | Auslösung Schalteinrichtung |



Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber Vorarlberg Netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.

4.3 Einspeiseanlagen $\sum S_{E_{max}} > 300\text{kVA}$



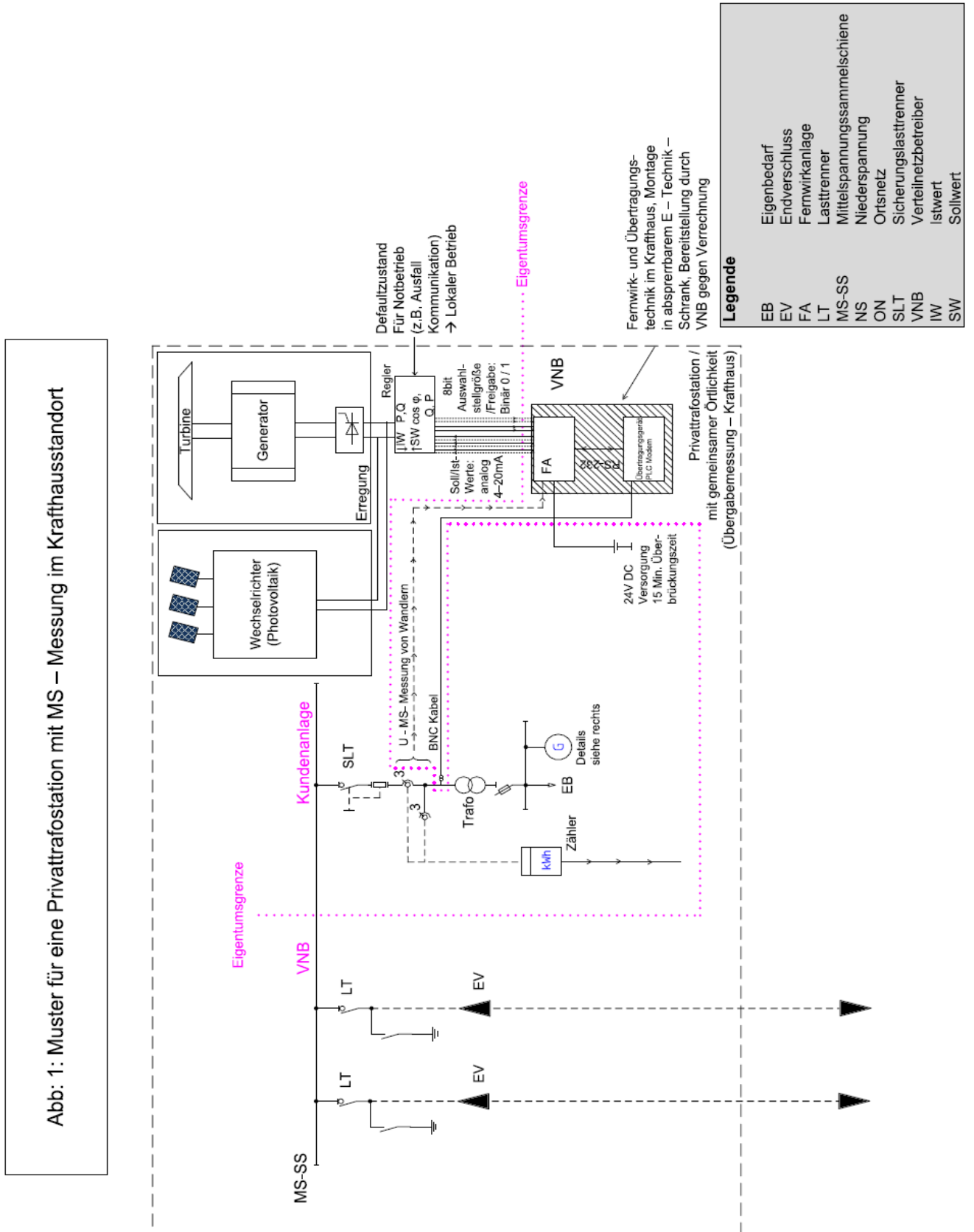
Klemmblock:

- 1 Hilfsspannungsversorgung 230V AC
- 2 gesicherte Hilfsspannungsversorgung 24V DC
(Versorgung von Fernwirk- und Steuereinrichtung)
- 3 Smart Grid Funktionen
(Sollwertvorgaben analog und digital, Messwerte, Rückmeldungen)
Funktionen aus Sicht der Erzeugungsanlage

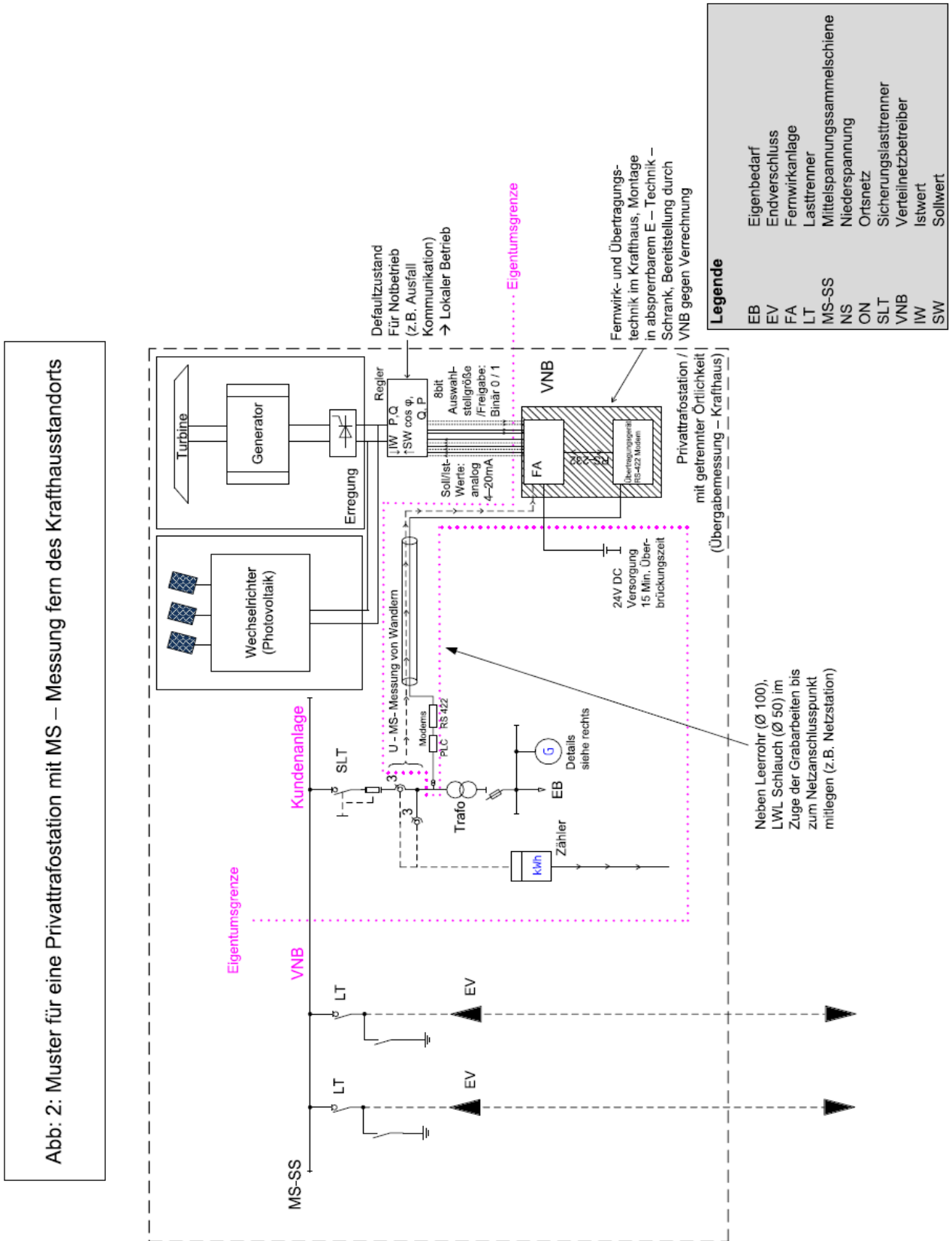
Nr. 1	Analoger Eingang	Sollwert Wirkleistung P
Nr. 2	Analoger Eingang	Sollwert Blindleistung Q
Nr. 3	Analoger Eingang	Sollwert Leistungs-/Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$
Nr. 4	Analoger Ausgang	Messwert Wirkleistung P
Nr. 5	Analoger Ausgang	Messwert Blindleistung Q
Nr. 6	Digitaler Eingang	Sollwertfreigabe Wirkleistung P
Nr. 7	Digitaler Eingang	Sollwertfreigabe Blindleistung Q
Nr. 8	Digitaler Eingang	Sollwertfreigabe Leistungs-/Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$
Nr. 9	Digitaler Ausgang	Sollwert nicht erfüllbar
Nr. 10	Digitaler Ausgang	Kraftwerksregelung auf Stellung Ort
Nr. 11	Digitaler Ausgang	Spannungswandler-Automat Sicherungsfall
- 4 Klemmen für Spannungs- und Stromkreise zur Messwerterfassung sowie Entkupplungsschutz, wie Punkt 4.1

Detailliertere Informationen über beispielsweise Potentiale und weitere Anschlussbezeichnungen siehe in: „Elektrotechnische Pläne – Smart Grid“

Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber Vorarlberg Netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.



Die Vorarlberger Verteilernetzbetreiber Vorarlberg Netz, Stadtwerke Feldkirch, E-Werke Frastanz und Montafonerbahn AG.



Inhalt

1. Primärtechnikanforderungen.....	3
2. Sekundärtechnikanforderungen & 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 Kraftwerksreaktionszeiten.....	6
3.5 Variablendefinition	7
4. Musterklemmleisten mit Klemmenbelegung.....	8
4.1 Einspeiseanlagen $\sum S_{E_{max}} < 100 \text{ kVA}$ (Wechselrichter: $\sum S_{E_{max}} > 30 \text{ kVA}$).....	8
4.2 Einspeiseanlagen $\sum S_{E_{max}} > 100 \text{ kVA}$ bis $\leq 300 \text{ kVA}$	9
4.3 Einspeiseanlagen $\sum S_{E_{max}} > 300 \text{ kVA}$	10