



## Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz der Thüga Energienetze GmbH

Ausgabe März 2024

Netzgebiet Hegau (Süd- & Nordnetz)

Thüga Energienetze GmbH  
Industriestraße 7  
78224 Singen

07731/1480-0

Netzgebiet Dannstadter Höhe (EDH)

Netzgebiet Rülzheim

Netzgebiet Hördt

Thüga Energienetze GmbH  
Bahnhofstraße 104  
67105 Schifferstadt

06235/3471-0

### VORWORT

Diese Richtlinie fasst die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen, die für Planung, Bau, Anschluss und Betrieb von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz der Thüga Energienetze GmbH, Netzbetreiber, im Folgenden „THEN“ genannt, zu beachten sind. Sie dient gleichermaßen dem Netzbetreiber, dem Anlagenerrichter und dem Anlagenbetreiber als Planungsunterlage und Entscheidungshilfe und enthält wichtige Informationen zum Betrieb solcher Anlagen. Diese technische Richtlinie sowie die netzbetreiberspezifischen Ergänzungen können als Bestandteil der Netzanschluss- und ggf. Anschlussnutzungsverträge für Anschlussnehmer bzw. ggf. Anschlussnutzer genutzt werden.

Darüber hinaus beschreibt die Richtlinie auch betriebliche Anforderungen, die eine Erzeugungsanlage innerhalb der technischen Grenzen umzusetzen hat und die vom Netzbetreiber vorgegeben werden. Bedingt durch den stetig steigenden Anteil an dezentraler Erzeugung ist es notwendig, die Aufgaben der statischen und dynamischen Netzstützung auf die dezentralen Erzeugungsanlagen auszudehnen. Dies erfordert die zwingende Einhaltung der Vorgaben aus den vorliegenden Richtlinien, die Einhaltung der Fristen und die entsprechende Zertifizierung der Anlagen. Die Erzeugungsanlagen sind auf die entsprechende Messwertübertragung, Meldungs- und Befehlsumsetzung vorzubereiten. Die konkreten Anforderungen an die Fernwirktechnik sind einzelfallbezogen im Laufe der Projektierung beim Netzbetreiber zu erfragen.

Die vorliegende Richtlinie konkretisiert verschiedene Anforderungen des Netzbetreibers, die von den Kundenanlagen am Mittelspannungsnetz und den Erzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz einzuhalten sind.



## Inhaltsverzeichnis

1.	Geltungsbereich .....	4
1.1.	Begriffsdefinitionen.....	5
1.2.	Normen, Bestimmungen und Vorschriften .....	5
1.3.	Anmeldeverfahren .....	5
1.4.	Inbetriebsetzung durch Netzbetreiber und den Anlagenbetreiber .....	6
2.	Netzanschluss/Netzdaten .....	6
2.1.	Grundsätze zum Netzanschluss.....	6
2.2.	Allgemeine Netzdaten .....	6
2.3.	Richtwerte zur Bemessung der kundeneigenen Betriebsmittel .....	6
2.4.	Netzurückwirkungen.....	7
3.	Übergabestation .....	7
3.1.	Baulicher Teil .....	7
3.2.	Elektrischer Teil.....	8
3.2.1.	Schaltanlagen .....	8
3.2.2.	Schutzeinrichtungen.....	10
3.2.3.	Hilfsenergieversorgung .....	11
3.2.4.	Erdungsanlage .....	11
3.2.5.	Transformatoren.....	11
3.2.6.	Sternpunktbehandlung .....	11
4.	Messung.....	12
4.1.	Zählerplatz .....	12
4.1.1.	Wandlerbestimmung .....	12
4.1.2.	Einbau der Stromwandler/Spannungswandler.....	12
4.1.3.	Ausführung der Wandler .....	13
4.1.4.	Schutzwandler.....	13
4.1.5.	Messzelle für Strom- und Spannungswandler .....	13
4.1.6.	Ausführung der Messzelle .....	14
4.1.7.	Sekundärleitungen für Stromwandler/Spannungswandler .....	14
4.1.8.	Klemmenleisten.....	14
4.1.9.	Zählerschrank .....	15
4.1.10.	Zähler.....	15
4.1.11.	Zählerfernauslesung (ZFA).....	15



4.1.12.	Plombierung .....	15
4.1.13.	Inbetriebnahme .....	15
4.1.14.	Lieferung der Wandler und Zubehör .....	16
4.1.15.	Messung durch Dritte .....	18
4.1.16.	Schutzwandler .....	18
5.	Betrieb .....	19
5.1.	Allgemein .....	19
5.2.	Zugang .....	19
5.3.	Instandhaltung .....	19
5.4.	Blindleistungskompensation .....	19
6.	Erzeugungsanlagen .....	20
6.1.	Erzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt am Mittelspannungsnetz .....	20
6.1.1.	Sekundärtechnik .....	20
6.2.	Netzurückwirkungen .....	20
6.3.	Wirkleistungsabgabe .....	21
6.4.	Blindleistungsabgabe .....	21
6.5.	Ausführungen der Anlage .....	23
6.5.1.	EEG-Lastmanagement .....	23
6.5.2.	Rundsteuerung .....	29
6.5.3.	Anschluss der Erzeugungsanlage am Mittelspannungsnetz .....	31
6.6.	Q-U-Schutz / Ausführung des Entkopplungs- und Blindleistungsrichtungsunterspannungsschutzes .....	32



## 1. Geltungsbereich

Die Inhalte der aktuellen VDE-AR-N 4110 gelten für Planung, Bau, Anschluss und Betrieb von Kundenanlagen am Mittelspannungsnetz der THEN. Diese Richtlinie entspricht den Veröffentlichungspflichten des Netzbetreibers zur Auslegung und den Betrieb von Anlagen gemäß den aktuellen technischen Vorschriften und ist somit Bestandteil von Netzanschlussverträgen und Anschlussnutzungsverhältnissen.

Diese Richtlinie hat auch für Anlagen Gültigkeit, die an ein Niederspannungsnetz angeschlossen sind, sofern sich der Netzanschlusspunkt der THEN auf Mittelspannungsebene befindet. Somit ergänzen sie die jeweils gültigen „Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz“ des Netzbetreibers.

Die aktuelle VDE-AR-N 4110 ist auch für Erzeugungsanlagen anzuwenden, die an ein primär auf Bezug ausgerichtetes kundeneigenes Niederspannungsnetz angeschlossen sind, wenn die installierte Leistung aller Erzeugungsanlagen am Netzanschlusspunkt einen Wert von  $\geq 135$  kVA erreicht. Für geringere Anschlussleistungen ist die aktuelle VDE-AR-N 4105 anzuwenden. Für Planung, Bau, Anschluss und Betrieb von Erzeugungsanlagen gilt generell zusätzlich die „VDE-AR-N 4105“ in der jeweils aktuellen Fassung. Soweit nichts anderes vereinbart, gilt diese Richtlinie auch für Mittelspannungsnetze, die im Rahmen von technischen Dienstleistungsverträgen, Betriebsführungs- oder Pachtverträgen durch den Netzbetreiber betrieben werden.

Für den vorhandenen Teil von Kundenanlagen besteht keine Anpassungspflicht, sofern die sichere, störungs- und rückwirkungsfreie Stromversorgung gewährleistet ist. Bei Anlagenerweiterungen (Netzzubau  $\geq 100$  m Mittelspannungskabel bzw. Erhöhung der Transformatorenleistung, Erhöhung der Versorgungsleistung) ist die Kundenanlage an diese Richtlinie anzupassen. Die Verantwortlichkeit für den ordnungsgemäßen Betrieb der Kundenanlagen liegt beim Anschlussnehmer. Er hat für die entsprechende Umsetzung durch den Anschlussnutzer, Anlagenbetreiber bzw. Netzkunden zu sorgen. Die Richtlinie ist im Rahmen der bestehenden Vertragsverhältnisse und sonstigen technischen Vereinbarungen auch von den Betreibern von unterlagerten Verteilernetzen umzusetzen.

Notstromaggregate (Netzersatzanlagen), deren Parallelbetrieb mit dem Elektrizitätsverteilternetz über den zur Synchronisierung zugelassenen Kurzzeitbetrieb von 100 ms hinausgeht, sind Erzeugungsanlagen mit Parallelbetrieb im Sinne dieser Richtlinie.

Der Netzbetreiber behält sich vor, das technische Konzept zur Umsetzung der ferngewirkten Reduzierung der Einspeiseleistung von Erzeugungsanlagen gemäß aktuell gültigem EEG anzupassen, sofern entsprechende Vorgaben der Bundesnetzagentur oder des Gesetzgebers dies erfordern.

Generell sind alle aktuell gültigen Vorgaben zum Redispatch und zum EnWG umzusetzen und einzuhalten, insbesondere alle Vorgaben zu steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (§ 14a EnWG).



## 1.1. Begriffsdefinitionen

Uc	vereinbarte Versorgungsspannung zwischen THEN und dem Erzeugungsanlagenbetreiber
PAV,E	zwischen Netzbetreiber und Anschlussnehmer vereinbarte Wirkleistung der Kundenanlage für Einspeisung
Typ 1	Synchrongeneratoren
Typ 2	Umrichter, Asynchronmotoren, Sterlingmotoren und Brennstoffzelle
NAP	Netzanschlusspunkt
GAP	Generatoranschlusspunkt
RESPE	Resonanzsternpunktterdung
NOSPE	niederohmige Sternpunktterdung
SkV	Netzanschlusspunkt
IK	Anfangskurzschlusswechselstrom
TRA	Tonfrequenz-Rundsteuer-Anlage

## 1.2. Normen, Bestimmungen und Vorschriften

Der Anlagenbetreiber/-eigentümer hat dafür Sorge zu tragen, dass die Errichtung und der Anschluss der kundeneigenen Anlagen an das Mittelspannungsnetz nach den anerkannten Regeln der Technik entsprechend der DIN/VDE/FNN-Vorschriften bzw. der BDEW-Richtlinien erfolgen wird. Im Besonderen sind folgende Richtlinien zu beachten:

- Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung) VDE-AR-N 4110
- Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Niederspannung) VDE-AR-N 4100
- Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz VDE-AR-N 4105

## 1.3. Anmeldeverfahren

Das Anmeldeverfahren wird gemäß dem aktuell gültigen EEG sowie der aktuellen VDE-AR-N 4110 durchgeführt. Vor Inbetriebnahme einer Anlage muss mit dem Netzbetreiber ein Netznutzungsvertrag abgeschlossen werden. Der Name und die Anschrift des Energielieferanten ist dem Netzbetreiber mitzuteilen. Ein Energielieferungsvertrag mit dem Energielieferanten ist vorab rechtzeitig abzuschließen.



## 1.4. Inbetriebsetzung durch Netzbetreiber und den Anlagenbetreiber

Die Inbetriebnahme der Übergabestation ist rechtzeitig, vier Wochen vor geplanter Inbetriebnahme, beim Netzbetreiber anzumelden und wird anhand der Inbetriebsetzungsprotokolle gemäß der aktuellen VDE-AR-N 4110 durchgeführt.

## 2. Netzanschluss/Netzdaten

### 2.1. Grundsätze zum Netzanschluss

Die konkreten Netzanschlussbedingungen zu Eigentumsgrenze, Übertragungsleistung in kVA, Verschiebungsfaktor  $\cos \phi$  etc. sind im Netzanschlussvertrag zwischen Anschlussnehmer und dem Netzbetreiber auf Grundlage dieser Richtlinie geregelt. Die Eigentumsgrenze zwischen dem Netz der THEN und der Kundenstation sind die Kabelendverschlüsse der eingeschleiften Mittelspannungskabel.

### 2.2. Allgemeine Netzdaten

Die Angaben beziehen sich auf den Verteilnetzbetrieb mit Nennspannungen  $U_c$  von 20 kV und 16 kV ohne außergewöhnliche Umstände auf Grund von äußeren Einflüssen und Versorgungsengpässen (Normalschaltzustand).

Bei Netzgebieten mit der Versorgungsspannung von 16 kV ist mittelfristig die Umstellung auf 20 kV geplant. Die Betriebsmittel in den 16 kV-Netzgebieten des Anschlussnehmers sind auf beide Nennspannungen auszulegen.

Spannungsqualität:	nach DIN EN 50160
Nennspannung $U_c$ :	+/- 10 %
Netznennfrequenz:	50 Hz (nach DIN 50160)
Sternpunktbehandlung Südnetz/EDH:	RESPE
Sternpunktbehandlung Nordnetz:	NOSPE

Zur Fehlereingrenzung sind im Netz oftmals Lokalisierungsschaltungen erforderlich, die zu wiederholten und in der Regel kurzzeitigen Unterbrechungen am Netzanschluss führen können.

Die Kurzschlussleistung am Netzanschlusspunkt SkV ist bei der THEN zu erfragen.

### 2.3. Richtwerte zur Bemessung der kundeneigenen Betriebsmittel

Anfangskurzschlusswechselstrom $I_K$ :	20 kA 1s, (siehe DIN EN 62271-200)
Schutzeinstellung in Kundenanlage:	Schnellzeit $\leq 0,1$ s (Abschaltzeit)
Erdschlussreststrom (RESPE):	60 A



## 2.4. Netzurückwirkungen

Die THEN betreibt im Netzgebiet Hegau eine Tonfrequenz-Rundsteuer-Anlage (TRA) mit einer Rundsteuerfrequenz von 210 Hz. Kundeneigene Trägerfrequenzen und Signalübertragungen auf THEN-Netzanlagen sind nicht zulässig. Die vom Anschlussnehmer am Netzanschlusspunkt

emittierten Oberschwingungen sind mittels geeigneter technischer Maßnahmen zu minimieren und anschließend an die THEN zu melden.

Beim Einsatz verdrosselter Kondensatoren sowie bei Wechsel- und Frequenzumrichtern ist darauf zu achten, dass die von THEN verwendete Rundsteuerfrequenz von 210 Hz nicht beeinträchtigt wird. Bei einer Kompensationsleistung von  $> 10$  kvar ist eine Verdrosselung mit einem Verdrosselungsgrad von  $P \geq 14$  % vorzusehen.

Kompensationsanlagen sind so zu betreiben, dass ein Verschiebungsfaktor von  $\cos \phi = 0,9$  nicht überschritten wird.

## 3. Übergabestation

### 3.1. Baulicher Teil

Die Mittelspannungsschaltanlage wird an das Mittelspannungsnetz der THEN im „Ring“ angeschlossen. Das vorhandene Mittelspannungskabel wird geschnitten, die beiden Enden werden verlängert und an die Kabelfelder an die Mittelspannungsschaltanlage der Kundenstation angeschlossen.

Im Mittelspannungsbereich verwendet die THEN als Standardkabel NA2XS(F)2Y 3 x 1 x 240 mm<sup>2</sup> oder 300 mm<sup>2</sup>. Zusätzlich verlegt die THEN Steuerkabelleerschläuche (FTTP) Microrohrverbund. Für die Einführung der Mittelspannungskabel und des Microrohrverbundes ist bei der THEN folgendes Kabeleinführungssystem zugelassen: Typ: HSI Hersteller: Hauff-Technik GmbH & Co. KG oder gleichwertig. Die THEN benötigt für den Anschluss der Mittelspannungskabel an die Kabelschaltfelder eine Höhe von mindestens 80 cm. Der Einsatz von Doppelböden hat sich bewährt. Bei der Installation eines Doppelbodens muss die Baustoffklasse und die Druckbeanspruchung infolge von Störlichtbögen (siehe hierzu PELA-Prüfung) beachtet werden.

Schaltanlagen- und Transformatorstationsräume sind als „abgeschlossene elektrische Betriebsstätten“ zu planen, zu errichten und zu betreiben. Wesentliche Vorschriften hierzu sind die DIN-Vorschriften DIN VDE 0101-2, DIN EN 62271-202 (VDE 0671-202) und die Verordnung über den Bau von Betriebsstätten für elektrische Anlagen EltBauV. Durch den Anlagenerrichter ist unter anderem nachzuweisen, dass die Störlichtbogensicherheit geprüft und bestanden wurde und die Verlustwärmeabführung gewährleistet ist.

Kundenstationen sind ebenerdig zu erstellen, wobei auf eine geeignete Zufahrt möglichst mit unmittelbarem Zugang zu öffentlichen Straßen zu achten ist. Der Zugang ist auf Anforderung der THEN durch ein „Geh- und Fahrtrecht“ in Form einer beschränkten persönlichen Dienstbarkeit oder eines Gestattungsvertrages zu sichern. Dies gilt im Besonderen bei einem Zugang über Grundstücke Dritter. Der Zugang zur Mittelspannungsschaltanlage ist über eine Doppelschließanlage zu gewährleisten. Der dafür notwendige Schließzylinder wird durch die THEN bereitgestellt.



Der unbeabsichtigte Zugang von Anlagenteilen des Anschlussnehmers zu einem Kabelkeller mit offenen Schaltfeldern der THEN ist durch bauliche Maßnahmen zu verhindern.

Die Beschriftung der Kundenstation und der Kabelschaltfelder wird von der THEN vorgegeben.

Zur Gewährleistung des Personenschutzes sind die Stromkreise in die Schutzeinrichtungen der Kundenanlage einzubeziehen. Falls dies aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht realisierbar ist, muss gewährleistet sein:

Bei direktem Anschluss an die Niederspannungsverteilung der Übergabestation ist auf kurzschlussfeste Installation zu achten. Die (regelmäßige) Messung des Schleifenwiderstandes ist zu dokumentieren und auf Anfrage nachzuweisen. Weitere Schutzmaßnahmen können bei Erdungstrennung bzw. bei Baustellenbetrieb nötig werden. Bei allen von der THEN verwendeten Normstationen ist die Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV) angewendet. Der zulässige Grenzwert bei maximaler Transformatorleistung von 100 Mikro-Tesla ist einzuhalten.

## 3.2. Elektrischer Teil

### 3.2.1. Schaltanlagen

Die Schaltanlagen, die innerhalb des Versorgungsnetzes der THEN betrieben werden, sind für folgende elektrische Beanspruchungen bzw. Kenndaten auszulegen:

- Nennspannung 20 kV
- Bemessungsspannung  $U_m = 24 \text{ kV}$
- Bemessungs-Stehblitzstoßspannung  $U_p = 125 \text{ kV}$
- Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung  $U_d = 50 \text{ kV}$
- Bemessungsbetriebsstrom Sammelschiene  $I_r = 630 \text{ A}$
- Bemessungsbetriebsstrom Kabelschaltfeld  $I_r = 630 \text{ A}$
- Bemessungsstoßstrom  $I_p = 40 \text{ kA}$
- Bemessungskurzzeitstrom  $I_k = 20 \text{ kA}$
- Bemessungskurzschlussdauer  $t_k = 1 \text{ s}$
- Bemessungsfrequenz  $f_r = 50 \text{ Hz}$
- Netzbetrieb Nordnetz  
der Sternpunkt ist halbstarr  
(6,2 Ohm 2,0 kA) geerdet  
Transformator 110 kV/20 kV;
- Netzbetrieb Südnetz  
Transformator 110 kV/16 (20) kV;  
der Sternpunkt ist über eine Löserspule  
(kompensiertes Netz) geerdet
- Netzbetrieb EDH  
Transformator 110 kV/20 kV;  
der Sternpunkt ist über eine Löserspule  
(kompensiertes Netz) geerdet

Bei der THEN werden SF6-gasisolierte Schaltanlagen von der Firma Schneider Electric Energy GmbH vom Typ FBX eingesetzt. Die THEN empfiehlt den gleichen Anlagentyp zu verwenden. Die Mitarbeiter der THEN kennen sich mit der Bedienung dieses Anlagentyps aus, eine Einweisung in einen fremden Anlagentyp würde somit entfallen. Alle Schaltfelder sind mit dem Spannungsanzeiger Wega 2.2C von der Firma Horstmann auszustatten.

Für die Kurzschluss- und Erdschlusserfassung setzen Sie bitte Compass B 2.0 der Firma Horstmann ein (1. Kabelfeld auf der linken Seite). Bei mehr als 2 Schaltfeldern muss je Feld ein Compass B2.0 verbaut werden





Schaltanlagen bzw. Schaltfelder, die im Eigentum bzw. dem alleinigen Verfügungsbereich der THEN sind, werden mit einer Einhängenvorrichtung zur Anbringung eines Bügelschlusses versehen. Schaltaktionen und das Öffnen dieser Schaltfelder durch den Anschlussnehmer/Anlagenbetreiber sind nicht zulässig. Auf Anforderung ist die Schaltanlage in der Kundenstation in die Fernsteuerung der

THEN-Netzführung einzubinden und hierzu mit Motorantrieben, Arbeitsstromauslösern und Hilfsschaltern für Schutz, Meldung und Fernsteuerung auszurüsten. Die Bereitstellung der Hilfsenergie erfolgt ebenfalls durch den Anschlussnehmer.

Am Netzanschlusspunkt sind in Abstimmung mit dem Netzbetreiber die erforderlichen Komponenten der Sekundärtechnik vorzusehen. Die technisch erforderlichen Anlagen umfassen in der Regel:

- Schutz-, Steuerungs- und Fernwirktechnik
- Kommunikationstechnik vom und zum Netzbetreiber
- Kommunikationstechnik von und zu den Erzeugungsanlagen
- Fernmelde- und Steuerleitungen
- Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung

Schaltgeräte und Schutzeinrichtungen an der Übergabestelle haben die Aufgabe das Netz der allgemeinen Versorgung vor Rückwirkungen aus der Kundenanlage zu schützen. Die Schutzeinrichtung im Übergabefeld muss bei Fehlern in der Kundenanlage eine selektive Abschaltung zu den Schutz- und Abschalteinrichtungen des Netzbetreibers sicherstellen. Die THEN empfiehlt für die Schutzeinrichtung im Übergabefeld das Schutzrelais Typ 7SX800 (Fa. Siemens) einzusetzen. Die für das Schutzrelais relevanten Einstellwerte (Überlast-/Kurzschlusseinstellwerte und Parameter für die Erdschlusserfassung) werden von der THEN ermittelt und Ihnen zur Verfügung gestellt (siehe auch hierzu 3.2.4 dieser Richtlinie).

Die für das Schutzrelais notwendigen Strom- und Spannungsgrößen müssen über eigene Wandler bereitgestellt werden. Die THEN empfiehlt für den Netzanschlusspunkt (Übergabefeld) generell Strom- und Spannungswandler für Schutzeinrichtungen einzusetzen, unabhängig von der beantragten Größe der bezogenen oder erzeugten Versorgungsleistung. Dann kann bei späteren Erweiterungen von Bezug oder Erzeugung auf eine Nachrüstung der Wandler verzichtet werden.

Die Schutzgeräte sollen mindestens über folgende Ausstattung und Funktionen verfügen:

- Selbst- und Messkreisüberwachung
- LED für Störungs-, Warn- und Betriebsmeldungen, Display für Messwerte und Informationen
- Passwortschutz für unterschiedliche Zugriffsrechte
- Einstell- und Messwerte am Gerät abrufbar (z.B. über Adressen)
- Melde-, Befehlsein- und ausgänge frei parametrierbar
- Ereignisspeicher für mindestens 5 Störfälle

Die von der THEN zur Verfügung gestellten Messwandler können dafür nicht verwendet werden.

Für den Schutz der Kundenanlage ist der Anschlussnehmer selbst verantwortlich (Personen- und Sachschutz). Ein Teil des Anlagenschutzes wird bereits durch die Schutzeinrichtung im Übergabefeld erfüllt. Weitere selektive Schutzeinrichtungen in der Kundenanlage sind in der Regel auf der Mittelspannungsebene (HH-Sicherungen, Leistungsschalter) und auf der Niederspannungsebene (NS-Leistungstrennschalter, NH-Sicherungslasttrenner etc.) erforderlich.



Bei Erzeugungsanlagen ergeben sich aus dieser Richtlinie hierzu, zusätzliche Bedingungen für den Entkopplungsschutz zum vorgelagerten Netz. Weitere Anforderungen zum Anlagenschutz ergeben sich bei Notversorgung- und Inselnetzbetrieb von Erzeugungsanlagen, oder bei besonderen Betriebsweisen und/oder gesetzlichen Anforderungen. Siehe hierzu auch Kapitel 6 dieser Richtlinie.

### 3.2.2. Schutzeinrichtungen

Die Art des Schutzes und die Schutzeinstellwerte werden durch die THEN vorgegeben, um die Selektivität zu den übrigen Schutzeinrichtungen der THEN zu gewährleisten. Die Funktion der Schutzeinrichtung ist in regelmäßigen Abständen von 4 Jahren zu prüfen und zu dokumentieren und der THEN zur Verfügung zu stellen.

Ab einer Anschlussleistung von  $\geq 1000$  kVA sind für den Kurzschlusschutz mindestens UMZ-Schutzeinrichtungen anzuwenden. Sobald mehr als ein Trafo verbaut ist, muss generell ein UMZ-Schutz vorhanden sein.

Die Schutzeinrichtungen im Übergabefeld der Kundenstation werden zur Erfassung und Speicherung von Schutzinformationen und/oder Störwerten analoger Größen genutzt und müssen somit die Grundsätze zur Störwertfassung gemäß der zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme gültigen VDN-Richtlinie „Digitale Schutzsysteme“ erfüllen.

#### Einstellwerte für Schutzeinrichtungen an der Übergabestelle (MS-Netz)

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	Schutzrelais Einstellwerte	
		Wert	Abschaltzeit
Überstromschutz I> - Stufe	nach VDE-Empfehlung	nach Vorgabe von THEN	nach Vorgabe von THEN
Überstromschutz I>> - Stufe			
Erdschlussrichtungsschutz mit Meldung des kundenseitigen Erdschlusses (RESPE) 16 kV-Südnetz, EDH-Netzgebiet			
Erdschlusschutz mit Auslösung des kundenseitigen Erdkurzschlusses IE>-Stufe (3 I0) (NOSPE) 20 kV-Nordnetz			

Bei Eintritt eines kundenseitigen Erdschlusses erfolgt eine Fernmeldung des Erdschlusses an den Betriebsverantwortlichen bzw. Anlagenbetreiber und unverzüglich an die Leitstelle der THEN. Der Anlagenbetreiber hat die unverzügliche Ermittlung der Fehlerstelle vorzunehmen und die geeigneten Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz von Personen einzuleiten. Um eine Ausweitung der Störung zu vermeiden (Doppelerdschluss) ist nach Störungslokalisierung bzw. auf Anforderung der THEN der Erdschluss umgehend abzuschalten.



### 3.2.3. Hilfsenergieversorgung

Eine netzunabhängige Hilfsenergieversorgung ist in folgenden Fällen gefordert für:

- Schutzeinrichtungen mit Hilfsstromversorgung
- Schaltgeräte, die durch eine Schutzeinrichtung elektrisch betätigt werden
- Fernsteuerung

Die Kapazität der Hilfsenergieversorgung ist so zu bemessen, dass die Kundenanlage bei fehlender Netzspannung mit allen Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen mindestens zwei Stunden lang betrieben werden kann. Der Betrieb ohne funktionstüchtige netzunabhängige Hilfsenergieversorgung ist unzulässig. Die Hilfsenergieversorgung ist in regelmäßigen Abständen zu warten und gegebenenfalls zu erneuern. Die Wartung muss dokumentiert werden.

### 3.2.4. Erdungsanlage

Die zulässigen Erdungswiderstände bzw. notwendigen Ersatzmaßnahmen (z. B. Potentialsteuer-  
ringe) ergeben sich aus dem Erdschlussreststrom bzw. Anfangskurzschlusswechselstrom, sowie den in den aktuell gültigen Normen erläuterten Anforderungen an die Schutz- und Betriebserden bzw. gemeinsame/getrennte Erdungsanlagen der Hoch- (> 1 kV) und Niederspannung in Abhängigkeit von der jeweiligen Sternpunktbehandlung (RESPE, NOSPE). Der Messaufbau zur Ermittlung der Erdungswiderstände und ggf. Berührungsspannungen ist gemäß den aktuell gültigen Normen durchzuführen. Für die Bestimmung des Ausbreitungswiderstandes von Erdungsanlagen kleiner oder mittlerer Ausdehnung, ist in der Regel ein Erdungsmessgerät verbunden mit einer Potentialtrichteraufnahme ausreichend. Bei Stationen in Kundengebäuden sind die Erdungsanlagen immer miteinander zu verbinden.

### 3.2.5. Transformatoren

Die Transformatoren müssen die Anforderungen nach der aktuell gültigen DIN EN 60076 erfüllen und sind mit Anzapfungen  $U_n \pm 4\%$  in 3 Stufen OS vorzusehen (Übersetzungsverhältnis für 20 kV: 48, 50 und 52). Im 16 kV-Netz sind die Transformatoren mit zusätzlicher überspannungsseitiger Umstellung auf 20 kV erforderlich. Bei der Installation von Transformatoren größer gleich 1.000 kVA oder größerer Summenleistung bei mehreren parallel geschalteten Transformatoren ist auf der Mittelspannungsseite ein Übergabe-Leistungsschalter mit Schutzrelais erforderlich. Im Fall einer Erzeugungsanlage kann der Leistungsschalter auch als Teil des übergeordneten Entkopplungsschutzes fungieren.

### 3.2.6. Sternpunktbehandlung

Bei Änderungen der Sternpunktbehandlung im THEN-Netz wird der Anschlussnehmer rechtzeitig informiert, um die ggf. erforderlichen Prüfungen und Anpassungen der Erdungsanlagen und Schutzeinrichtungen vornehmen zu können. Die Kosten für diese Maßnahmen trägt jeder Eigentümer für seine Anlagen selbst. Für die Sternpunktbehandlung von Mittel- und Niederspannungsnetzen des Anschlussnehmers, die vom THEN-Netz galvanisch getrennt betrieben werden, ist dieser selbst verantwortlich.



Das THEN-Südnetz wird mit Erdschlussstromkompensation betrieben. Die Betriebsmittel sind entsprechend der Spannungserhöhung im Erdschlussfall auszulegen. Die Erdschlusskompensation des galvanisch mit dem THEN-Netz verbundenen Anschlussnehmernetzes wird in Absprache mit der THEN durchgeführt. Die Kosten hierfür trägt der Anschlussnehmer. Um keine Fehlkompensation im THEN-Netz zu verursachen, sind nachträgliche Änderungen im Kundennetz (Netzerweiterungen oder Netzstilllegungen) mit der THEN abzustimmen. Um eine Ausweitung der Störung zu vermeiden (Doppelerschluss) ist nach Störungslokalisierung bzw. auf Anforderung der THEN der Erdschluss umgehend abzuschalten. Gegebenenfalls ist eine Anpassung des Netzanschlussvertrages erforderlich. Im Netzgebiet EDH ist unverzüglich nach Auftreten des Erdschlusses im Kundennetz eine Abschaltung durchzuführen.

## **4. Messung**

### **4.1. Zählerplatz**

Die Energiemessung wird als Mittelspannungs-Wandlermessung ausgeführt. Die Strom- und Spannungswandler werden von der THEN bereitgestellt und sind vom Kunden einzubauen. Der Einsatz von Lastgangzählern (RLM) ist verbindlich ab 100.000 kWh vorgeschrieben. Für jede Messung sind zwei Zählerplätze mit Dreipunktbefestigung vorzusehen; siehe auch VBEW-Merkblatt für „Mess- und Wandlerschränke (halbindirekte Messung)“.

- ein Zählerplatz für den Lastgangzähler
- ein Zählerplatz für das Modem (GPRS)

#### **4.1.1. Wandlerbestimmung**

Die Auslegung der Wandler wird je nach Leistung und der Anlagenart von der THEN festgelegt. Dabei sind folgende Genauigkeitsklassen vorzusehen:

Klasse 0,5 (Spannungswandler) bzw.  
Klasse 0,5s (Stromwandler)

#### **4.1.2. Einbau der Stromwandler/Spannungswandler**

Die Sammelschienen sind in der Messzelle so zu verlegen, dass der Einbau von drei Stromwandlern nebeneinander und möglichst im Zuge des Schienenverlaufs erfolgen kann. Die Tragschienen und Befestigungselemente für Wandler müssen auf der Tragkonstruktion ohne Nacharbeiten verschiebbar sein (C-Profile mit Hammerkopfschrauben). Somit kann die gleiche Tragkonstruktion für alle Wandlertypen verwendet werden.

Die Primärklemme P 1 (K) zeigt stets in die Richtung des Netzbetreibers. Die Stromwandler sind so anzuordnen, dass die Primär- und Sekundärklemmen auch nach der Montage der kompletten Schaltanlage gut zugänglich sind. Alle Wandlergehäuse sind gemäß DIN VDE 0101 zu erden. Die Messwandler werden vom Netzbetreiber zum Einbau beigelegt und vom Anlagenerrichter eingebaut. Die Wandler bleiben Eigentum des Netzbetreibers.

### 4.1.3. Ausführung der Wandler

Die Strom- und Spannungswandler haben die Bauform nach der DIN 42600 Teil 8 und Teil 9. Die elektrischen Eigenschaften entsprechen der DIN VDE 0414.

### 4.1.4. Schutzwandler

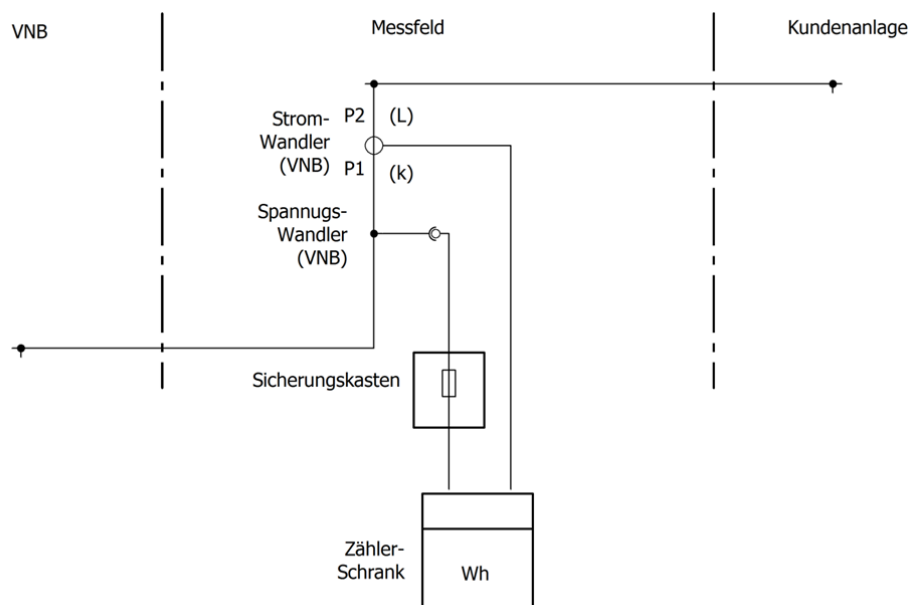
Für die Kurzschluss- und Q-U-Schutzfunktion sind je nach Anschlusspunkt sowie Kurzschluss- und Anlagenleistung entsprechend bemessene Stromwandler mit Schutzkernen einzusetzen. Bei der Auswahl der Stromwandler sind die Messfehlertoleranzen der Wandler, insbesondere für die Blindleistungsrichtungsmessung zu beachten. Bei linearisierten Stromwandlern sind Winkelfehler zu korrigieren. Werden in kombinierten Geräten Schutzwandler für den UMZ- und Q-U-Schutz verwendet, müssen diese mindestens eine Messklassengenauigkeit von 1 bei Nennstrom aufweisen. Beispielsweise eine Stromwandlerkernbezeichnung 5(1)P20.

Wird der Q-U-Schutz in einem gesonderten Gerät realisiert, dürfen Stromwandlermesskerne verwendet werden, sofern diese nicht der Zählung dienen. Als Spannungswandler ist die Klasse 1 ausreichend.

### 4.1.5. Messzelle für Strom- und Spannungswandler

Die Messzelle ist hinter dem Übergabeschalter im Kunden-Anlagenteil anzuordnen, damit an der gesamten Messeinrichtung ohne Schaltmaßnahmen im Netz des Netzbetreibers gearbeitet werden kann. Der Anschluss der Messleitungen erfolgt durch den Anlagenerrichter. Die Messung ist von den Wandlern (Wandlerklemmen) bis zu den Zählerklemmen vollständig zu verdrahten. Die Messleitungen sind über die gesamte Länge in einem Schutzrohr oder Leitungsführungskanal zu verlegen. Die Überprüfung der Anschlussleitungen wird vor Inbetriebnahme durch einen Beauftragten der THEN durchgeführt. Am Aufstellungsort muss eine ausreichende Beleuchtung gewährleistet sein.

Prinzipielles Schaltbild der Mittelspannungsmessung





#### 4.1.6. Ausführung der Messzelle

Die Messzelle ist in luftisolierter Ausführung zu erstellen, um die entsprechenden Messwandler aufzunehmen.

#### 4.1.7. Sekundärleitungen für Stromwandler/Spannungswandler

Zur Zählerleinrichtung ist für Stromwandler eine siebenadrige, für Spannungswandler eine fünfadrig Ölflex- oder gleichwertige Leitung mit folgenden Querschnitten anzuschließen.

Einfache Länge der Messwandler-Sekundärleitung [m]	Stromwandler 5 A	Spannungswandler 100 V
bis 25	4,0	2,5

Um die Messgenauigkeit der Zählung sicherzustellen, muss die Bürdenleistung der Wandler eingehalten werden.

Die Sicherungen werden vom Anlagengerichter zur Verfügung gestellt. Die Messeinrichtung wird über drei einpolige LS-Schalter, Nennstrom 10 A, Kurzschlussfestigkeit 25 kA, Auslösecharakteristik Z abgesichert.

#### 4.1.8. Klemmenleisten

Die Klemmenleiste wird vom Anlagengerichter zur Verfügung gestellt. Es sind für alle Klemmen Federzugklemmen oder Schraubklemmen einzusetzen. An den Federzugklemmen werden die Leiter ohne Aderendhülsen angeklemt (Herstellerangaben beachten).

##### 4.1.8.1. Prüfklemmen

Die Prüfklemmen sind auf Seite 18 dargestellt. Die Klemmen müssen auf den entsprechenden Leiterquerschnitt abgestimmt werden. Bei Federzugklemmen sind nicht längstrennbare Kurzschließklemmen zu verwenden. Die Kurzschließbrücken sind farbig abgesetzt auszuliefern. Nach jeder zweiten Klemme ist eine Trennplatte einzusetzen.

##### 4.1.8.2. Steuerklemme

Die Steuerklemme ist auf Seite 18 dargestellt. Bei Federzugklemmen sind längstrennbare Klemmen zu verwenden.



#### **4.1.9. Zählerschrank**

Der Zählerschrank (Seite 17) wird vom Anlagenerrichter zur Verfügung gestellt. Der Montageplatz des Zählerschranks ist im Einvernehmen mit der THEN festzulegen und muss vor Erschütterungen, Schmutz, Feuchtigkeit und gegen mechanische Beschädigungen geschützt und ausreichend beleuchtet sein. Das Leergehäuse ist vom Anlagenerrichter zu montieren. Der Zählerschrank ist in einer Höhe von 1,85 m zwischen Fußboden und Oberkante Schrank zu montieren (Ausnahme bei Kompaktstationen) und muss jederzeit zugänglich sein. Der Zählerschrank muss in die am Einbauort vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen mit einbezogen werden.

#### **4.1.10. Zähler**

Die Zähler und alle dazugehörigen Zusatzgeräte werden von der THEN beigestellt und unterhalten. Die Messeinrichtung wird von der THEN in Betrieb genommen. Kundeneigene Geräte können aus Gründen der Messgenauigkeit, Bürde und Messsicherheit nicht an den Sekundärmesskreis angeschlossen werden.

Die Umgebungstemperatur bei der Zähleranlage soll nicht unter 0° C absinken und nicht über +40° C ansteigen, um die Messgenauigkeit nicht zu beeinflussen. Folgende Genauigkeitsklassen sind vorzugsweise für die Zähler vorzusehen: Klasse 0,5s (Wirkenergie) bzw. Klasse 2 (Blindenergie). Mittelspannungsseitige Messungen werden bei der THEN unabhängig von der Leistung mit Lastgangzählern ausgerüstet.

#### **4.1.11. Zählerfernauslesung (ZFA)**

Die Messung wird als "Registrierende Lastgangmessung" (RLM) ausgeführt. Die dafür notwendige Sicherung wird vom Anlagenerrichter zur Verfügung gestellt. Das Modem wird über zwei einpolige LS-Schalter, Nennstrom 10 A, Kurzschlussfestigkeit 25 kA, Auslösecharakteristik B abgesichert.

Für eine zuverlässige Kommunikation des Modems/SMGW ist ein Internet-Empfang über Mobilfunk am Montageort zwingend erforderlich. Kann ein ausreichender Internet-Empfang über Mobilfunk am Montageort nicht gewährleistet werden, ist vom Anlagenbetreiber eine externe Antenne an geeigneter Stelle anzubringen. Die Antenne wird von der THEN beigestellt.

#### **4.1.12. Plombierung**

Die Einbaustellen der gesamten Messeinrichtungen müssen so beschaffen sein, dass sie von der THEN sicher plombiert oder verschlossen werden können.

#### **4.1.13. Inbetriebnahme**

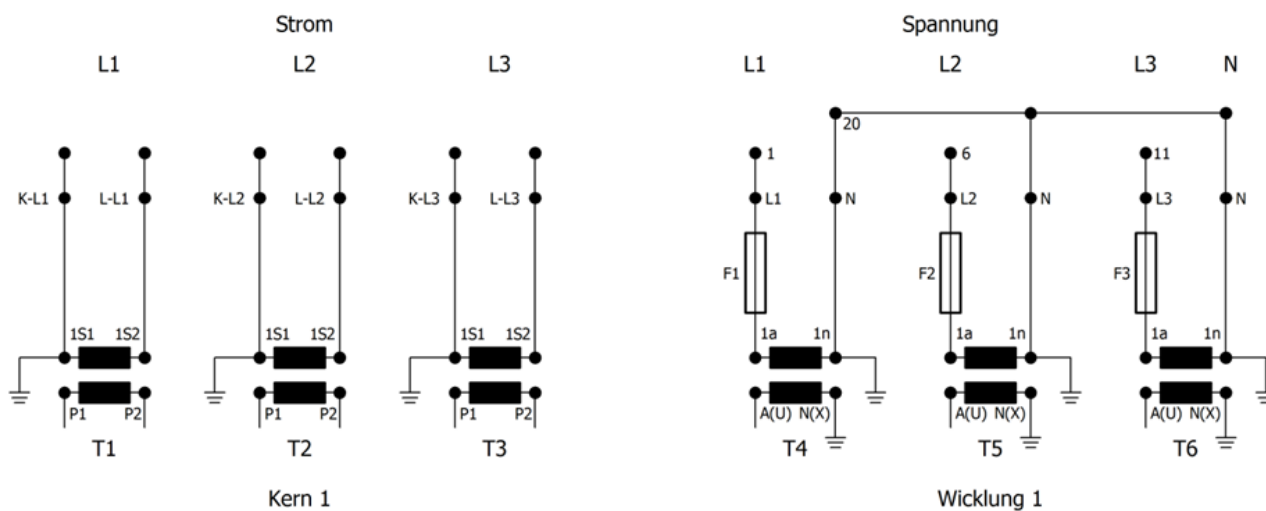
Die Fertigstellung wird über das Installateur-Portal der THEN angemeldet. Nach Bestätigung zur Belieferung der Abnahmestelle durch den Strom-Lieferanten wird die Messung eingebaut und in Betrieb genommen.



#### 4.1.14. Lieferung der Wandler und Zubehör

Transport- und Versandkosten, ebenso das Transportrisiko gehen immer zu Lasten des Messstellenbetreibers.

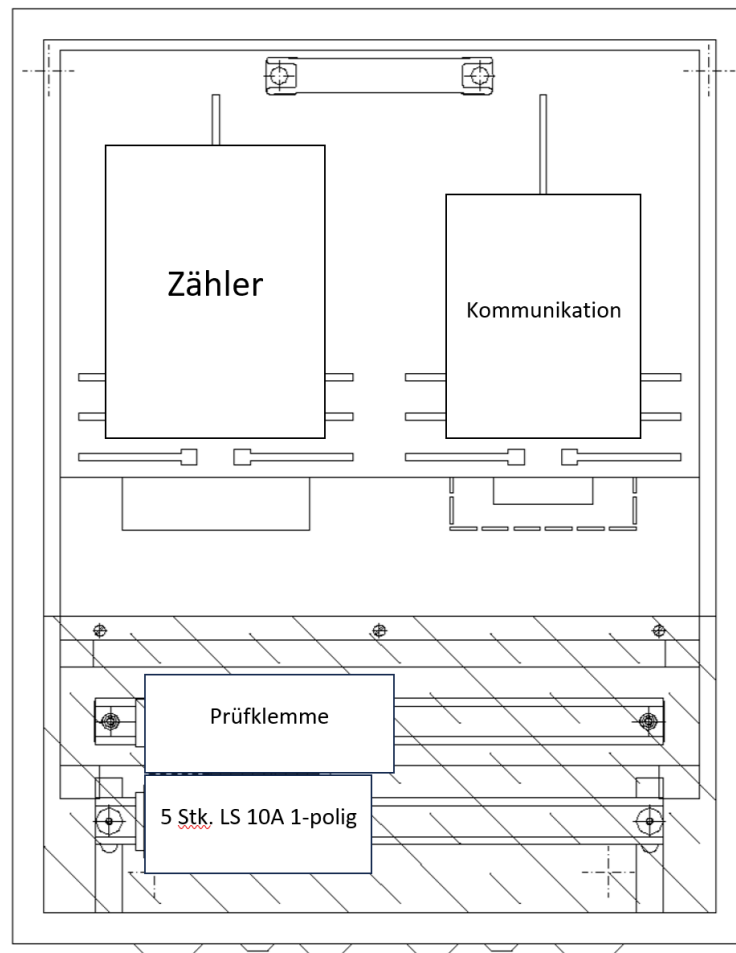
#### Prinzipwandlerschaltung gemäß Standard THEN

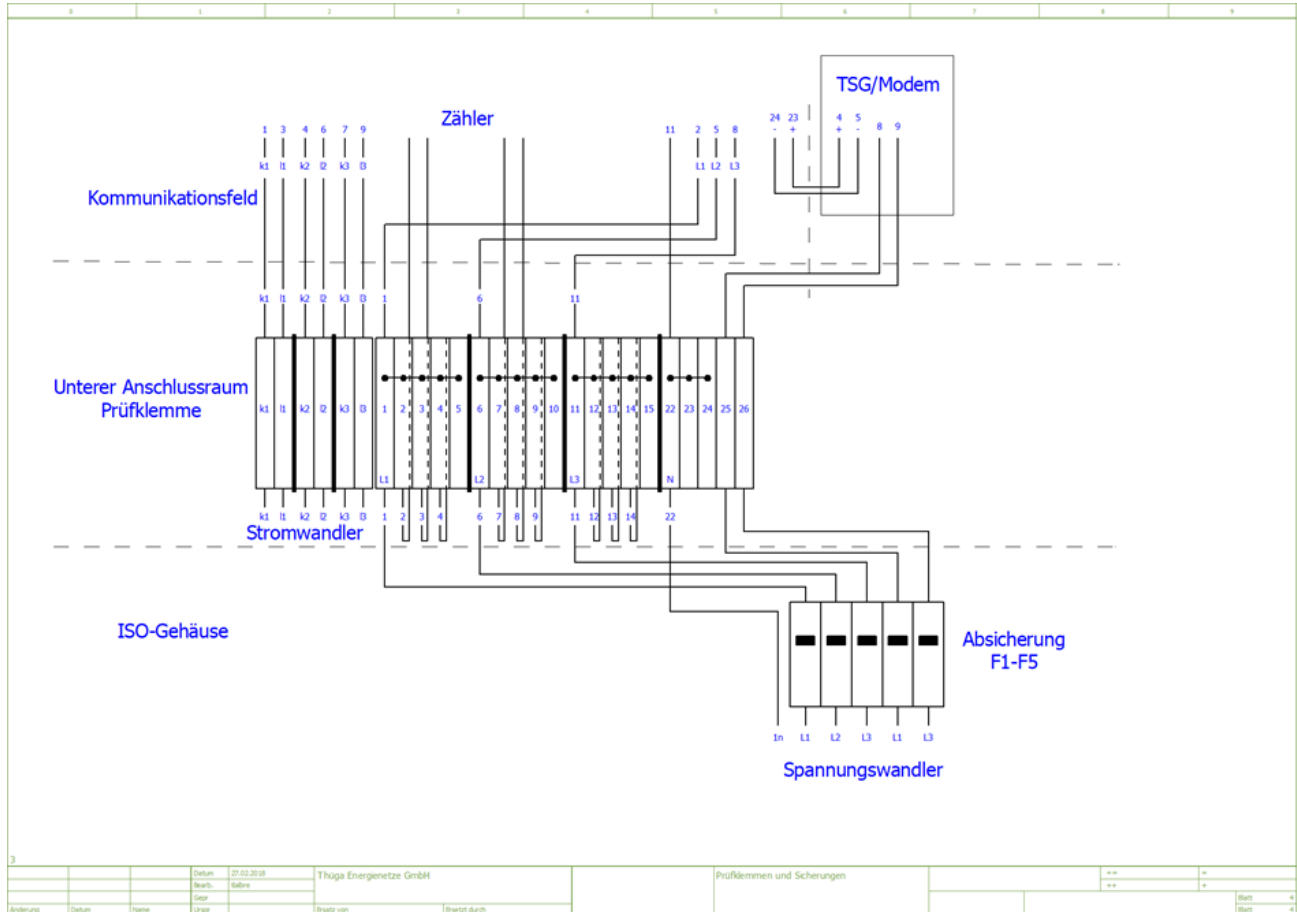






## Schaltschrankaufbau Mittelspannungsmessung





#### 4.1.15. Messung durch Dritte

Gemäß „Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen“ und Messzugangsverordnung ist es möglich, den Bau, Betrieb und Ablesung von einem Messstellenbetreiber bzw. einem Messdienstleister vornehmen zu lassen. Hierzu sind jedoch folgende ergänzende vertragliche Vereinbarungen erforderlich:

- Messstellenbetreiber-Rahmenvertrag

#### 4.1.16. Schutzwandler

Die Schutzwandler sind vom Anschlussnehmer beizustellen und einzubauen. In diesem Fall sind somit 2 getrennte Wandlerätze für Schutz- und Zählfunktion vorzusehen.



## 5. Betrieb

### 5.1. Allgemein

Die Benennung der Anlagen- und Betriebsverantwortlichen des Anschlussnehmers erfolgt in schriftlicher Form. Für Erst-/Wiederinbetriebsetzungen erfolgt die Benennung mit Hilfe des THEN-Formulars „Anmeldung Netzanschluss Mittelspannung Inbetriebsetzungsprotokoll / Errichterbestätigung“.

Der/die Betriebsverantwortliche/n des Anlagenbetreibers wird/werden von der THEN mit Namen und Mobiltelefon (ggf. Anschrift, Telefon, Fax und E-Mail) als Schaltberechtigter für die Netzführung elektronisch gespeichert.

Jede Inbetriebsetzung/Wiederinbetriebsetzung einer Kundenanlage setzt die Anwesenheit mindestens eines Betriebsverantwortlichen zwingend voraus.

Ein Schaltbild der Kundenstation und des nachgelagerten Kundennetzes muss in der Übergabestation ausgehängt sein.

Der Betriebsverantwortliche des Anlagenbetreibers ist mit seinen Kontaktdaten (Mobilfunknummer) in der Transformatorenstation durch einen Aushang kenntlich zu machen.

### 5.2. Zugang

Die Berechtigung zum Zugang in der Kundenstation setzt eine Unterweisung des Personals durch den Betriebsverantwortlichen des Anlagenbetreibers voraus.

### 5.3. Instandhaltung

Um den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen und Betriebsmittel gewährleisten zu können, ist deren regelmäßige Wartung und Instandsetzung notwendig. Auf Grund technischer Erfordernisse und/oder behördlicher Auflagen kann es darüber hinaus erforderlich sein, die Anlagen und Betriebsmittel komplett oder teilweise zu erneuern. Auch das Erreichen der technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer der Anlagen (Gebäude ca. 50 Jahre, elektrische Einrichtung ca. 35 Jahre, Kabel ca. 45 Jahre) kann die Anlagenerneuerung erfordern. Zwischen den Netzkunden und der THEN werden Zeitpunkt und Umfang der nötigen Maßnahmen abgesprochen. Wenn sowohl die Arbeitssicherheit als auch die sichere Betriebsführung für beide Seiten gewährleistet ist, beträgt die Abstimmungszeit in der Regel 3 Monate für Anlagenumbauten und 1 Jahr für komplette Anlagenerneuerungen. Die Kosten trägt jeder Eigentümer für seine Anlagenteile selbst.

Grundsätzlich sind für die Wartungsintervalle und Instandsetzung von Anlagen und Betriebsmitteln die gültigen Normen anzuwenden.

### 5.4. Blindleistungskompensation

Alle Informationen zur Blindleistungskompensation entnehmen Sie bitte der aktuell gültigen VDE<sup>°</sup>AR<sup>°</sup>-N<sup>°</sup>4110. Der zulässige Verschiebungsfaktor  $\cos \phi$  ist auf den Netzanschlusspunkt bezogen. Ergeben sich z.B. durch kundeneigene Anschlussleitungen und/oder kundeneigene Mittelspannungsverteilanlagen kapazitive Ladeleistungen, sind diese durch geeignete Maßnahmen zu kompensieren.



## 6. Erzeugungsanlagen

### 6.1. Erzeugungsanlagen mit Netzanschlusspunkt am Mittelspannungsnetz

Erzeugungsanlagen sind an einem geeigneten Punkt im Netz, dem Netzanschlusspunkt, anzuschließen. Die THEN ermittelt den geeigneten Netzanschlusspunkt, der auch unter Berücksichtigung der Erzeugungsanlage einen sicheren Netzbetrieb gewährleistet und an dem die beantragte Leistung aufgenommen und übertragen werden kann. Entscheidend für eine Netzanschlussbeurteilung ist stets das Verhalten der Erzeugungsanlage an dem Netzanschlusspunkt sowie im Netz der allgemeinen Versorgung. Erzeugungsanlagen mit einem Netzanschlusspunkt im Mittelspannungsnetz müssen technisch und baulich alle Anforderungen zur Teilnahme an der dynamischen Netzstützung erfüllen. Bei Erzeugungsanlagen mit einer Leistung von unter 135 kVA kann, unabhängig vom Netzanschlusspunkt, die aktuelle VDE AR-N 4105 verwendet werden. Hinsichtlich der Anforderungen an die technischen Eigenschaften von Erzeugungsanlagen (Statische Spannungshaltung, Dynamische Netzstützung, Wirkleistungsabgabe, Blindleistung, Zuschaltbedingungen) sowie an Zertifikate, gelten die Vorgaben aus der aktuell gültigen VDE AR-N 4110.

#### 6.1.1. Sekundärtechnik

Am Netzanschlusspunkt sind in Abstimmung mit dem Netzbetreiber die erforderlichen Komponenten der Sekundärtechnik vorzusehen.

Für den Netzanschlusspunkt sind folgende technische Daten abzustimmen:

- Anschlusswirk- und Scheinleistung der Erzeugungsanlage
- Isolationskoordination
- Schutzkonzept und Einstellwerte
- Maximale und minimale Kurzschlussleistungen, Beitrag zum Kurzschlussstrom
- Parallelschaltbedingungen
- Oberschwingungs- und Flickeranteil
- Sternpunktbehandlung
- Höchste und niedrigste Dauerbetriebsspannung
- Art und Umfang des Blindleistungsaustauschs
- Messeinrichtungen
- Informations- und Fernwirktechnik

Die technisch erforderlichen Anlagen umfassen in der Regel:

- Schutz-, Steuerungs- und Fernwirktechnik
- Kommunikationstechnik vom und zum Netzbetreiber
- Kommunikationstechnik von und zu den Erzeugungsanlagen
- Fernmelde- und Steuerleitungen
- Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung

### 6.2. Netzurückwirkungen

Die Beurteilung der Anschlussmöglichkeit unter dem Gesichtspunkt der Netzurückwirkungen erfolgt anhand der Impedanz des Netzes am Verknüpfungspunkt (Kurzschlussleistung, Resonanzen), der



Anschlussleistung sowie der Art und Betriebsweise der Erzeugungsanlage. Sofern mehrere Erzeugungsanlagen im gleichen Mittelspannungsnetz angeschlossen sind, muss deren Gesamtwirkung auf

das Netz bezogen auf den Verknüpfungspunkt betrachtet werden. Die THEN fordert am Netzananschlusspunkt die Einhaltung aller zulässigen Oberschwingungsströme und zwischenharmonischen Ströme, die sich aus der aktuellen VDE-AR-N 4110 ergeben. Sollte eine Erzeugungsanlage trotz der Erstellung und Vorlage eines Anlagenzertifikates unzulässige Netzzrückwirkungen verursachen, behält sich die THEN vor, die Abschaltung der Erzeugungsanlage vorzunehmen, bis die Nachbesserung der Anlage bezüglich der Netzzrückwirkungen erfolgt ist.

### **6.3. Wirkleistungsabgabe**

Entsprechend dem Leitfaden der Bundesnetzagentur können Erneuerbare-Energien-Anlagen nach dem aktuell gültigen EEG geregelt und unter Umständen die Stromeinspeisung angepasst werden.

Zur Umsetzung dieser Vorgaben ist der Einbau einer technischen Einrichtung erforderlich, die sowohl die Regelung im Rahmen des Einspeisemanagements als auch die Regelung im Rahmen der aktuellen Richtlinien zum Redispatch 2.0 ermöglicht.

Alle Erzeugungseinheiten müssen im Betrieb bei einer Frequenz von mehr als 50,2 Hz die momentane Wirkleistung (zum Zeitpunkt der Anforderung; Einfrieren des Wertes) mit einem Gradienten von 40 % der momentan verfügbaren Leistung des Generators je Hertz absenken.

Die Dimensionierung der Erzeugungsanlage hinsichtlich der geforderten Blindleistungs-Bereitstellung am Netzananschlusspunkt liegt in der Verantwortung des Betreibers der Erzeugungsanlage. Um eine vom Netzbetreiber vorgegebene Blindleistung am Netzananschlusspunkt auch bei Netzspannungen  $< 95\%$  einhalten zu können, darf der Anlagenbetreiber die Wirkleistung reduzieren. Hierbei handelt es sich nicht um eine Wirkleistungsreduktion im Sinne des Einspeisemanagements nach EEG.

Alle Erzeugungsanlagen ab einer Anlagenleistung von  $\geq 100$  kW sind vom Anlagenbetreiber mit einer Einrichtung zur ferngewirkten Reduzierung der Wirkleistung und mit einer Einrichtung zur Abrufung der jeweiligen Ist-Einspeisung durch die THEN gemäß dieser Richtlinie auszustatten.

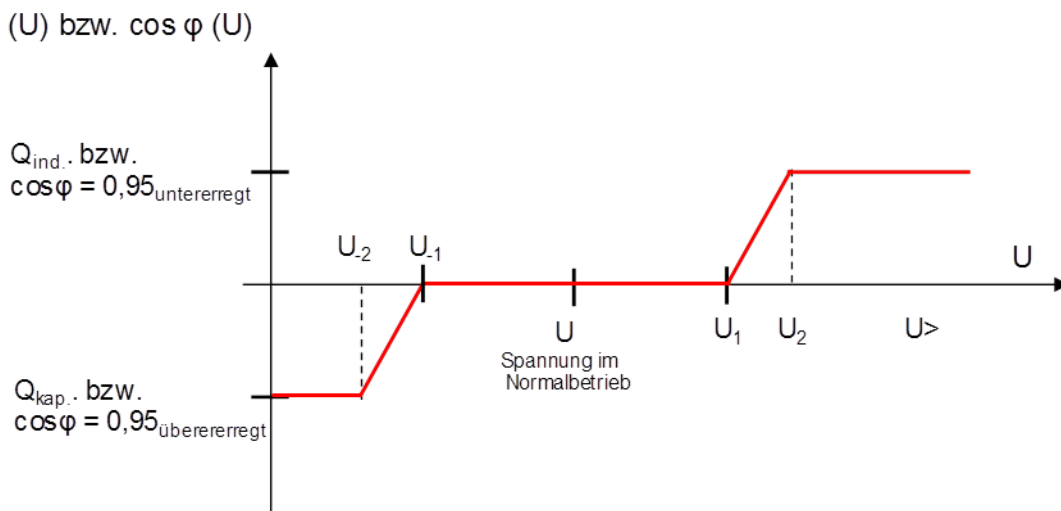
Die Sollwerte der Leistungseinstellung werden mit 100 %, 60 %, 30 % und 0 % durch die THEN dem Anlagenbetreiber im Rahmen der Anschlusszusage mitgeteilt. Die Reduzierung bezieht sich auf die elektrisch installierte Nennleistung. Dabei entsprechen 100 % vollständige Einspeisung und 0 % keine Einspeisung der vertraglich vereinbarten Einspeiseleistung. Als Ist-Einspeiseleistung gilt die an den Generatorklemmen bzw. Abgangsklemmen des Umformers der Erzeugungseinheit gemessene Wirkleistung.

### **6.4. Blindleistungsabgabe**

Erzeugungsanlagen mit einer Leistung  $> 100$  kW müssen eine von der Höhe der Spannung abhängige Blindleistung in das Netz einspeisen (Blindleistungs-/Spannungs-Kennlinie  $Q(U)$ ).



Art und Sollwert der Blindleistungseinstellung teilt die THEN dem Anlagenbetreiber im Rahmen der Anschlusszusage mit. Eine Grundanforderung für Erzeugungsanlagen besteht darin, dass ein Betrieb der Erzeugungsanlage im Spannungsbereich von 0,9 bis 1,1 UC am Netzanschlusspunkt gemäß untenstehendem Bild dauerhaft möglich sein muss.



Qualitative Darstellung des spannungsabhängigen Blindleistungsverhaltens von Erzeugungsanlagen

$$U_2 = U_N \frac{105,5 \%}{100 \%}$$

$$U_{-2} = U_N \frac{96,5 \%}{100 \%}$$

$$U_1 = \frac{U_2 + U_c}{2}$$

$$U_{-1} = \frac{U_{-2} + U_c}{2}$$

Die von der Spannung abhängige erforderliche Blindleistung  $Q$  (ind.) ist in jedem Arbeitspunkt der Erzeugungsanlage einzustellen. Dadurch ergeben sich am Netzanschlusspunkt Verschiebungsfaktoren von  $\cos \phi < 0,9$ . Ist ab einer Leistungserzeugung von  $S \leq 10 \% SN$  die aktuell geforderte Blindleistung nicht mehr lieferbar, so ist als Minimalforderung ein Verschiebungsfaktor von  $\cos \phi = 0,95_{ind.}$  am Netzanschlusspunkt einzuhalten. Insofern sind die Berechnungen der Kennlinien der maximalen Blindleistung  $Q_{max}$  untererregt und übererregt in Abhängigkeit der Wirkleistung  $P$  der Erzeugungsanlage für die Spannungen am Netzanschlusspunkt 0,9UC und 0,95UC, 1,05UC und 1,1UC durchzuführen und darzustellen. Neu erstellte und revidierte Einheiten- und Anlagenzertifikate müssen ab dem 01.01.2014 zudem Angaben der zu erwartenden Reduzierung der Wirkleistung enthalten. Eine qualitative Aussage, dass ein blindleistungsorientierter Betrieb der Erzeugungsanlage erforderlich ist, ist nicht ausreichend.



## 6.5. Ausführungen der Anlage

Um der THEN eine Analyse von Störungsverläufen zu ermöglichen, sind sämtliche Schutzansprechdaten und Regelvorgänge für mindestens zwei Wochen vorzuhalten und der THEN auf Anforderung auszuhändigen.

Der Kuppelschalter oder Leistungsschalter im Übergabefeld muss ein Schalter mit dreipoliger galvanischer Trennung sein. Die Schalter müssen sowohl den Kurzschlussstrom der Erzeugungsanlage als auch den des Netzes unverzögert schalten können.

### 6.5.1. EEG-Lastmanagement

Die Abrufung der Ist-Einspeisung und die Sollwertvorgabe zur Einstellung der Wirkleistung durch die THEN erfolgt durch einen fernwirktechnischen Anschluss. Die entgeltliche Bereitstellung des fernwirktechnischen Anschlusses erfolgt durch die THEN im Auftrag des Anlagenbetreibers.

Die Datenübertragung zwischen dem fernwirktechnischen Anschluss und der Erzeugungsanlage erfolgt durch Übergabestecker gemäß dieser Richtlinie. Der fertig montierte Übergabestecker ist vom Anlagenbetreiber bereitzustellen.

Für jede Erzeugungsanlage (Primärenergieart) muss ein separater Übergabestecker bereitgestellt werden. Sollten die Erzeugungseinheiten einer Erzeugungsanlage (auf Grund von gesetzlichen oder sonstigen Bestimmungen) im Rahmen des Netzsicherheitsmanagements (Einspeisemanagement

nach EEG, Systemsicherheitsmanagement nach EnWG) unterschiedlichen Stufen in der Schaltrangfolge zugeordnet werden, muss je ein Übergabestecker für die Erzeugungseinheiten eines Schaltranges bereitgestellt werden.

#### 6.5.1.1. Information für die Netzleitstelle THEN

Aus der Erzeugungsanlage sind folgende Messwerte<sup>1)</sup> zur Übertragung zur Netzleitstelle zur Verfügung zu stellen.

Ist-Wert der Wirkleistungseinspeisung	analoges Signal
Ist-Wert der Blindleistungslieferung bzw. Bezug	analoges Signal
Ist-Wert der Spannung	analoges Signal

Die Erzeugungsanlage muss folgende Befehle<sup>2)</sup> von der Netzleitstelle empfangen und den Empfang bzw. die Ausführung des Befehls rückmelden<sup>3)</sup>.

Befehl		Rückmeldung
Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung	Sollwertvorgabe: 100 %, 60 %, 30 %, 0 %	empfangen



<sup>1</sup> Vorgaben für analoge Signale:

- Eingangswiderstand der Fernwirktechnik: max. 200 Ohm;  
max. Eingangsstrom der Fernwirktechnik: 80 mA
- für P und Q ist das Verbraucherzählpeilsystem anzuwenden
- für P und Q gilt: + 4 mA ... + 12 mA ... + 20 mA (unipolar);  
Skalierung gemäß Abb. 2 a und 2 b
- für U gilt: + 4 mA ... + 12 mA ... + 20 mA (unipolar) entspricht 480 V (Phase - Phase); die Kennlinie ist ebenfalls linear auszuführen

<sup>2</sup> Die Befehle werden mit potenzialfreien Kontakten ausgeführt (siehe Abb. 1):

- max. Schaltspannung: 50 V AC/75 V DC
- max. Schaltstrom: 2 A
- max. Schaltleistung: 30 VA
- Impulsdauer: ca. 1500 ms

Dauerbefehle werden nicht angeboten, da diese ein direkter Eingriff in die Leistungsregelung (statische Sollwertvorgabe) der Anlage sind (siehe Abb. 3).

<sup>3</sup> Die Rückmeldungen sind mit potenzialfreien Kontakten auszuführen:

- die Rückmeldung zu jedem Befehl ist als Dauersignal auszuführen (siehe Abb. 3).

Ein neuer Befehl zur Änderung der Wirkleistungseinspeisung setzt die letzte anstehende Rückmeldung zurück. Die Rückmeldung ist ein Nachweis, dass der entsprechende Befehl von der Regeleinrichtung der Erzeugungsanlage empfangen wurde.



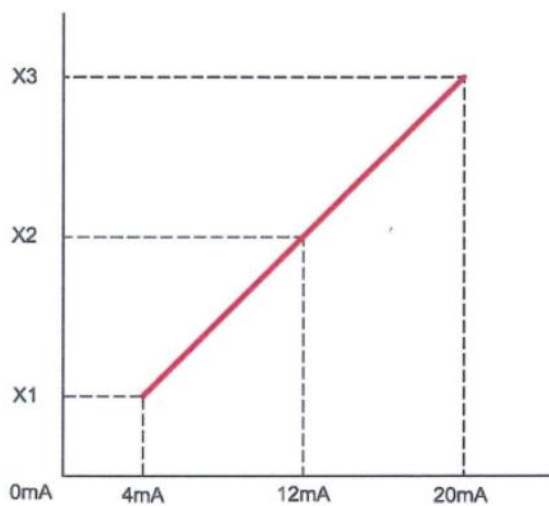
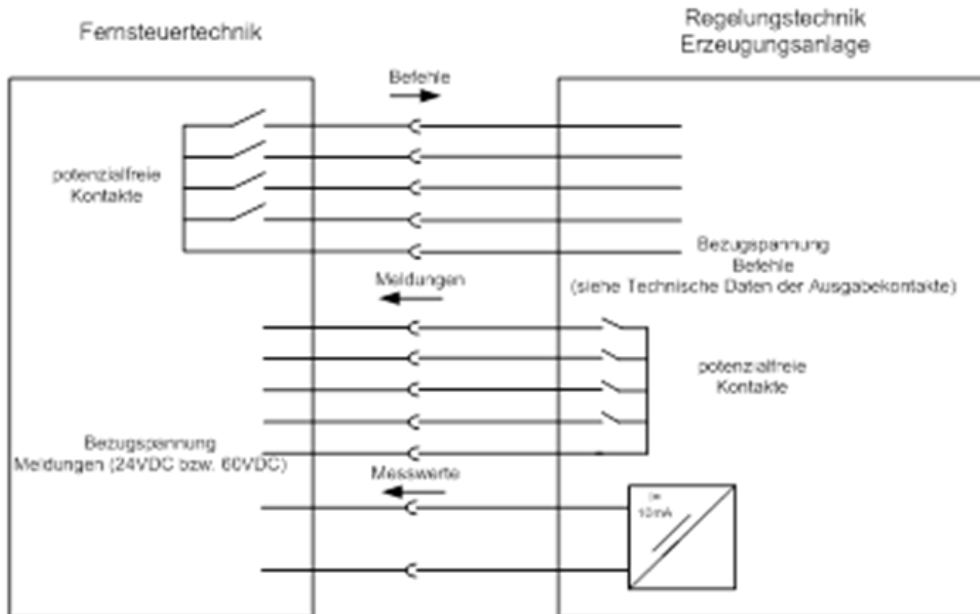


Abb. 2 a

Kennlinien und Skalierungen der Messwerte P [kW] bzw. Q [kVAr] für Erzeugungsanlagen am Übergabestecker 2

Variante: + 4 mA ... + 12 mA ... + 20 mA

Abb. 1



Skalierung der gemessenen Blindleistung der Erzeugungsanlagen					
Geberstrom	Stützpunkt	Für Anlagen mit Nennleistung > 101 kVA und <= 400 kVA gilt	Für Anlagen mit Nennleistung > 401 kVA und <= 800 kVA gilt	Für Anlagen mit Nennleistung > 801 kVA und <= 1200 kVA gilt	Für Anlagen mit Nennleistung > 1201 kVA und <= 1600 kVA gilt
mA		kvar	kvar	kvar	kvar
0					
3,999					
4	X1	-400	-800	-1200	-1600
12	X2	0	0	0	0
20	X3	400	800	1200	1600

Abb. 2b:

Skalierung der gemessenen Blindleistung am Übergabestecker 2 (unipolar)

Hinweis: Ein negatives Vorzeichen bei der Blindleistung weist auf eine induktive Blindleistung hin.

Skalierung der gemessenen Wirkleistung der Erzeugungsanlagen					
Geberstrom	Stützpunkt	Für Anlagen mit Nennleistung > 101 kVA und <= 400 kVA gilt	Für Anlagen mit Nennleistung > 401 kVA und <= 800 kVA gilt	Für Anlagen mit Nennleistung > 801 kVA und <= 1200 kVA gilt	Für Anlagen mit Nennleistung > 1201 kVA und <= 1600 kVA gilt
mA		kW	kW	kW	kW
0					
3,999					
4	X1	0	0	0	0
12	X2	200	400	600	800
20	X3	400	800	1200	1600

Abb. 2c:

Skalierung der gemessenen Wirkleistung am Übergabestecker 2 (unipolar)

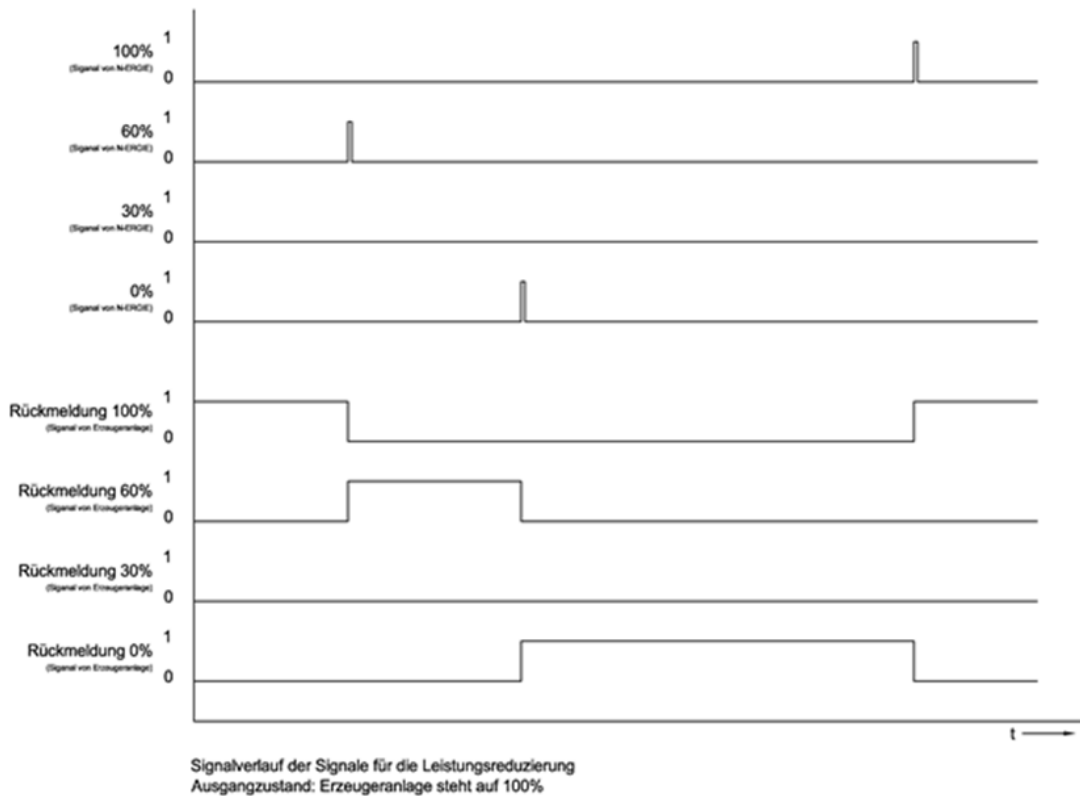


Abb. 3



### 6.5.1.2. Beispiel einer Befehlsumsetzung

Ausgangszustand: Eigenerzeugungsanlage 100 % (Nennleistung)  
Rückmeldung 100 % steht an

THEN: 60 % Befehl (Impuls 1500 ms)  
Eigenerzeugungsanlage: 60 % Rückmeldung „Ein“  
100 % Rückmeldung „Aus“  
Eigenerzeugungsanlage führt die Leistungsbeschränkung auf 60 % der Nennleistung aus

THEN: 100 % Befehl (Impuls 1500 ms)  
Eigenerzeugungsanlage: 100 % Rückmeldung „Ein“  
60 % Rückmeldung „Aus“  
Eigenerzeugungsanlage hebt die Leistungsbeschränkung

### 6.5.1.3. Belegungen des Übergabesteckers

Die Informationen gemäß der Tabelle unten sind an einem Übergabestecker zur Verfügung zu stellen und nach folgenden technischen Bedingungen zu realisieren.

Als Übergabestecker ist ein Steckerunterteil bestehend aus:

- HEAVYCON Steckereinsatz, Serie D25, 25-polig, Schraubverschluss  
PHOENIX CONTACT Typ: HC-D 25-I-CT-M - 1584392
- HEAVYCON Tüllengehäuse D25, für Längsbügel, Höhe 72 mm, ohne Stutzen 1 x M25 PHOENIX CONTACT Typ: HC-STA-D25-HHFS-1TTM25-ELC-AL - 1424382
- Gedrehter 1,6-er-Crimpkontakt, Stift-Einzelkontakt je nach Adern Querschnitt

oder ein baugleiches Steckerunterteil vom Einspeiser beizustellen.

Der Einsatz eines baugleichen Steckerunterteils ist zu dokumentieren und diese Dokumentation der THEN bereitzustellen.

	A	B	C
1	Meldespg. +		Befehlspg.
2	Rückmeld. 0 %		Befehl 0 %
3	Rückmeld. 30 %	U+	Befehl 30 %
4	Rückmeld. 60 %	U-	Befehl 60 %
5	Rückmeld. 100 %	P+	Befehl 100 %
6	X	P-	x
7	X	Q+	x
8	x	Q-	x
9	x		x

#### 6.5.1.4. Sonstiges (Angaben zu Hilfsenergie, Platzbedarf und Umgebungsbedingungen)

- Der Hilfsenergiebedarf beträgt ca. 2,5 A bei 230 V AC mit separater Absicherung (16 A). Die ortsfeste Schuko Steckdose (CEE 7/3) für die Hilfsenergie 230 V AC ist im Umkreis von 1 m um die EEG-Box zu montieren. Es ist zu gewährleisten, dass der Montageplatz trocken, staubfrei und ausreichend beleuchtet ist. Die Umgebungstemperatur muss im Bereich von 0 - 30 Grad Celsius liegen. Ein Internet-Empfang über Mobilfunk am Montageort ist zwingend erforderlich. Kann ein ausreichender Internet-Empfang über Mobilfunk am Montageort nicht gewährleistet werden, ist vom Anlagenbetreiber eine externe Antenne an geeigneter Stelle anzubringen. Die Antenne wird bei Bedarf von der THEN beige stellt.
- Montageplatz für die Fernsteuertechnik:  
Empfangeinheit: 1 Wandschrank (B/T/H) ca. 380/210/380 (mm) in waagerechter Anordnung  
Kabelendverschluss bzw. Telekommunikationsanschluss: 1 Wandverteiler (B/T/H) ca. 600/300/600 (mm). Bei Einsatz eines Mobilfunk-Modems wird der Platz für den Kabelendverschluss nicht benötigt.
- Die Installation und Inbetriebnahme des Einspeisemanagements muss durch eine Elektrofachkraft erfolgen.



EEG-Box

#### 6.5.2. Rundsteuerung

Folgendes Konzept wird für die Reduzierung der Einspeiseleistung bei  $P^0 < 100 \text{ kW}$  angewandt:

Die THEN stellt das Signal zur Reduzierung der Einspeiseleistung der Erzeugungsanlage über einen Tonfrequenz-Rundsteuerempfänger bereit.

Tonfrequenz-Rundsteuerempfänger werden über ein tonales Signal einer bestimmten Tonfrequenz angesteuert. Zur Übertragung des Signals wird das Stromnetz genutzt.

Hierzu werden am Tonfrequenz-Rundsteuerempfänger vier potentialfreie Wechselkontakte angesteuert. Diese vier Relais stellen die Leistungsstufen 100 %, 60 %, 30 % und 0 % dar.

Die Reduzierung bezieht sich auf die elektrisch installierte Nennleistung. Dabei entsprechen 100 % vollständige Einspeisung und 0 % keine Einspeisung der vertraglich vereinbarten Einspeiseleistung.



Erhält der Anlagenbetreiber über den Tonfrequenz-Rundsteuerempfänger ein Signal zur Reduzierung der Einspeiseleistung, muss die Leistungsreduzierung gemäß der Vorgabe der THEN innerhalb von 30 Sekunden erfolgen. Dieser Zeitraum bezieht sich immer auf die gesamte Erzeugungsanlage, unabhängig davon, aus wie vielen Erzeugungseinheiten (z. B. Generatoren oder Wechselrichter) die Anlage besteht.

Das tonale Signal kann nicht flächendeckend im Netzgebiet der THEN zur Verfügung gestellt werden. Der Ortsteil Ebringen der Gemeinde Gottmadingen und weitere kleinere Randgebiete sind physikalisch nicht mit den Sendern der Tonfrequenz-Rundsteueranlage verbunden. In diesen Gebieten werden individuelle Lösungen zur Verfügung gestellt.

Die Sollwertvorgabe zur Einstellung der Wirkleistung durch die THEN erfolgt durch einen Rundsteuerempfänger, der die nachfolgenden Spezifikationen erfüllt. Die THEN liefert und verkauft - nach Bestellung - den Rundsteuerempfänger an den Anlagenbetreiber. Die Installation des Rundsteuerempfängers erfolgt durch den Anlagenbetreiber nach den Vorgaben der THEN.

Zwischen dem Rundsteuerempfänger und der Erzeugungsanlage ist eine unterbrechungsfreie Datenübertragung nach den anerkannten Regeln der Technik zu gewährleisten. Für die Funktionsfähigkeit der Datenübertragung ist der Anlagenbetreiber verantwortlich.

Für jede Erzeugungsanlage (Primärenergieart) muss ein separater Rundsteuerempfänger bereitgestellt werden. Sollten die Erzeugungseinheiten einer Erzeugungsanlage (auf Grund von gesetzlichen oder sonstigen Bestimmungen) im Rahmen des Netzsicherheitsmanagements (Einspeisemanagement nach EEG, Systemsicherheitsmanagement nach EnWG) unterschiedlichen Stufen in der Schaltrangfolge zugeordnet werden, muss je ein Rundsteuerempfänger für die Erzeugungseinheiten eines Schaltranges bereitgestellt werden.

Der/Die Rundsteuerempfänger sind vor dem Zeitpunkt der Inbetriebsetzung der Erzeugungseinheiten zu installieren.

Die ordnungsgemäße Installation des Rundsteuerempfängers ist der THEN in schriftlicher Form zu bestätigen.

### 6.5.2.1. Information für die Netzleitstelle der THEN

Die Erzeugungsanlage muss jederzeit folgende Befehle <sup>6)</sup> von der Netzleitstelle empfangen können.

Befehl	
Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung	Sollwertvorgabe: 100 %, 60 %, 30 %, 0 %

Die Wirkleistungseinspeisung (PAV, E) wird über vier Relais (K1 - K4) eines Rundsteuerempfängers gesteuert (siehe Abb. 5).

- 100 %** K1 - keine Reduzierung, vollständige Einspeisung
- 60 %** K2 - Reduzierung auf maximal 60 % der Leistung
- 30 %** K3 - Reduzierung auf maximal 30 % der Leistung
- 0 %** K4 - Reduzierung auf 0 % der Leistung – keine Einspeisung möglich

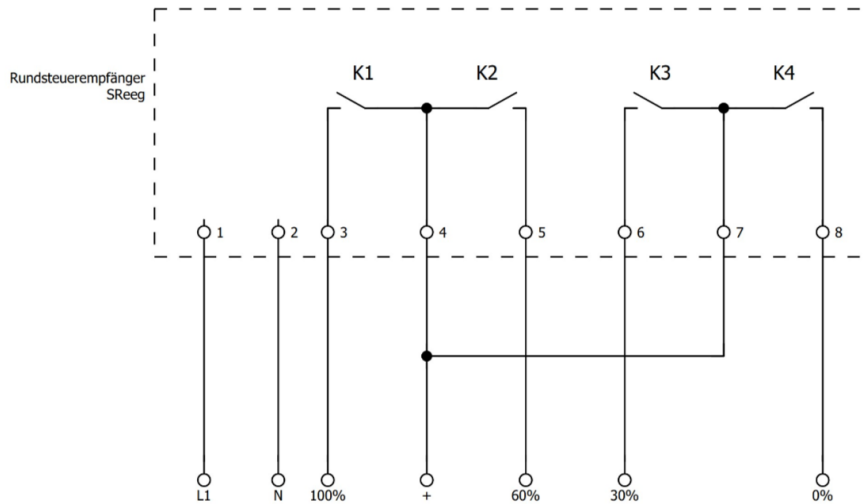


Abb. 5

Anmerkungen:

<sup>6)</sup> Die Schaltbefehle werden an potentialfreien Kontakten bereitgestellt (siehe Abb. 5).

- max. Schaltleistung: 60W
- Dauerbefehl

### 6.5.2.2. Sonstiges

Soweit ein Abrechnungszähler direkt an der Erzeugungseinheit installiert ist, z. B. wegen einer einwandfreien Messung der Nettostromerzeugung, ist der Rundsteuerempfänger unmittelbar im Zähler-schrank dieses Zählers zu installieren. In allen anderen Fällen erfolgt die Montage des Rundsteuerempfängers am zentralen Zählerplatz, d. h. unmittelbar am Zähler zur Messung des Bezugs aus dem Netz des Netzbetreibers und der Lieferung in das Netz des Netzbetreibers. Die Bereitstellung des Tonfrequenz-Rundsteuerempfängers erfolgt durch die THEN. Die Montage des Rundsteuerempfängers erfolgt auf Hutschiene.

### 6.5.3. Anschluss der Erzeugungsanlage am Mittelspannungsnetz

Grundsätzlich müssen sich auch Erzeugungsanlagen, die im Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, an der statischen Spannungshaltung und der dynamischen Netzstützung beteiligen.



### **6.5.3.1. Schutzeinrichtungen mit / ohne dynamischer Netzstützung**

Generell sind alle Vorgaben aus der aktuell gültigen VDE AR-N 4110 umzusetzen.

Sämtliche Abweichungen von der gültigen Norm sind zwingend mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Die THEN behält sich in Abhängigkeit von systemtechnischen Notwendigkeiten vor, für die Schutzeinrichtungen bei Erzeugungsanlagen andere oder weitere Schutzfunktionen zu fordern.

### **6.6. Q-U-Schutz / Ausführung des Entkopplungs- und Blindleistungsrichtungsunter-spannungsschutzes**

Generell sind alle Vorgaben aus der aktuell gültigen VDE AR-N 4110 umzusetzen.

Sämtliche Abweichungen von der gültigen Norm sind zwingend mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Bei Erzeugungsanlagen mit einer Leistung von  $< 1$  MVA darf auf den QU-Schutz verzichtet werden, sofern ein Spannungs- und Frequenzrelais eingebaut wird, welches nach aktuell gültigen VDE AR-N 4110 zertifiziert ist. In diesem Fall kann jenes Relais als übergeordneter Entkopplungsschutz fungieren und wirkt auf den niederspannungsseitigen Kuppelschalter der Anlage.