

# TECHNISCHE ANSCHLUSSBEDINGUNGEN (TAB) FÜR KUNDENANLAGEN AN DAS 220-KV- UND DAS 380-KV-NETZ DER TRANSNET BW

## EINLEITUNG

Gemäß § 19 Abs. 1 des Gesetzes über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG) vom 7. Juli 2005 (EnWG) sind Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen verpflichtet, „... unter Berücksichtigung der nach § 17 festgelegten Bedingungen und der allgemeinen technischen Mindestanforderungen nach Absatz 4 für den Netzanschluss von Erzeugungsanlagen, Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie, Elektrizitätsverteilernetzen, Anlagen direkt angeschlossener Kunden, Verbindungsleitungen und Direktleitungen technische Mindestanforderungen an deren Auslegung und deren Betrieb festzulegen und im Internet zu veröffentlichen.“

Die vom VDE|FNN erstellte Anwendungsregel VDE-AR-N 4130 „Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung)“ stellt die nationale Umsetzung der Anforderungen an Erzeugungsanlagen des Typ D aus der Verordnung (EU) 2016/631 der Kommission vom 14. April 2016 zur „Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestimmungen für Stromerzeuger“ (NC RfG) und die Anforderungen an Verbrauchsanlagen aus der Verordnung (EU) 2016/1388 der Kommission vom 17. August 2016 zur Festlegung eines Netzkodex für den Lastanschluss [4] (NC DCC) dar. Im Sinne des § 49 EnWG stellt die VDE-AR-N 4130 zudem die „... allgemein anerkannten Regeln der Technik ...“ dar.

Diese TAB der TransnetBW erklärt die Gültigkeit der VDE-AR-N 4130 „Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung)“ für das Netz der TransnetBW und konkretisiert diese in einigen Punkten. Sie ist in Analogie zur VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4130 strukturiert. Dabei sind in den TAB der TransnetBW nur die Abschnitte aufgeführt, in denen ergänzende Regelungen enthalten sind.

Für den Anschluss von Verteilnetzen an das Netz der TransnetBW findet die VDE-AR-N 4141-1: 2019-01 (Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetze) Anwendung. Konkretisierungen und/oder Ergänzungen hierzu sind ausschließlich auf projektspezifischer Basis vorgesehen, sodass sich ihre Struktur nicht in diesen TAB wiederfindet.

## 1 ANWENDUNGSBEREICH

Diese TAB der TransnetBW gelten für an das Netz der TransnetBW neu anzuschließende Kundenanlagen in den Spannungsebenen mit den Nennspannungen  $U_n$  von 380 kV und 220 kV.

Für den Anschluss von öffentlichen Verteilungsnetzen gelten die „Technischen Regeln für den Betrieb und die Planung von Netzbetreibern – Teil 1: Schnittstelle Übertragungs- und Verteilungsnetze“ VDE-AR-N 4141-1 des VDE|FNN.

Im Fall von Änderungen an bestehenden Kundenanlagen prüft TransnetBW die Änderungen dahingehend, ob diese wesentlich sind. Bei Vorliegen einer wesentlichen Änderung gilt die jeweils aktuelle Fassung der TAB der TransnetBW für die zu ändernden Anlagen. Für diese ist ein entsprechender Konformitätsnachweis neu zu erbringen.

## 2 NORMATIVE VERWEISUNGEN UND MITGELTENDE DOKUMENTE

*VDE-AR-N 4141-1:2019-01 (Schnittstelle Übertragungs- und Verteilnetze)*

*VDE-AR-N 4130 „Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Höchstspannung)“*

*VDE-AR-N 4131:2019-03 „Technische Regeln für den Anschluss von HGÜ-Systemen und über HGÜ-Systeme angeschlossene Erzeugungsanlagen (TAR HGÜ)“*

*VDE-AR-N 4142 „Automatische Letztmaßnahmen zur Vermeidung von Systemzusammenbrüchen“*

*VDE|FNN Hinweis „Anforderungen an digitale Schutzeinrichtungen“*

## 5 NETZANSCHLUSS

### 5.4 NETZRÜCKWIRKUNGEN

#### 5.4.1 ALLGEMEINES

Die maximal anschließbare Scheinleistung  $S_{\text{TH65}}$  der betreffenden Schaltanlage sowie die Kurzschlussleistung am Verknüpfungspunkt  $S_{\text{KV}}$  werden von TransnetBW projektspezifisch ermittelt und im Rahmen des Anschlussprozesses zur Verfügung gestellt.

#### 5.4.2 SCHNELLE SPANNUNGSÄNDERUNGEN

Zur Bewertung der Spannungsänderungen durch Schaltvorgänge der Kundenanlage ist die Kenntnis der wirksamen Impedanz der Grundschnwingungsfrequenz  $Z_V$  (Impedanz bei Netzfrequenz aus Sicht der Kundenanlage am zugehörigen Netzverknüpfungspunkt) erforderlich. Der Wert dieser Impedanz wird von TransnetBW projektspezifisch ermittelt und im Rahmen des Anschlussprozesses zur Verfügung gestellt.

#### 5.4.4 HARMONISCHE, ZWISCHENHARMONISCHE UND HÖHERFREQUENTE EMISSION

Die maximal zulässigen Amplituden für Oberschwingungsströme der Kundenanlage werden von TransnetBW projektspezifisch bestimmt und hängen vom Standort der Kundenan-

lage und der Beschaffenheit des umliegenden Netzes ab. Im Rahmen des Anschlussprozesses wird TransnetBW eine Tabelle der maximal zulässigen Oberschwingungsströme je Ordnung in Anlehnung an die nachfolgende Tabelle 1 zur Verfügung stellen.

Für die Berechnung der Grenzwerte wird zwischen geradzahligem und ungeradzahligem Harmonischen, Zwischenharmonischen und Frequenzanteilen im Bereich zwischen 2 kHz und 9 kHz (Supraharmonische / höherfrequente Emissionen) unterschieden. Die Ordnung  $\mu$  einer Zwischenharmonischen entspricht der Ordnungszahl  $v$  der benachbarten, niedrigeren Harmonischen.

Tabelle 1: maximal zulässige Amplituden für harmonische Ströme / Oberschwingungsströme

Geradzahlige Harmonische		Ungeradzahlige Harmonische		Zwischenharmonische		Supraharmonische / Höherfrequente Emission	
$v$	$I_{v,zul}$	$v$	$I_{v,zul}$	$\mu$	$I_{\mu,zul}$	$b$ in kHz	$I_{b,zul}$
2		3		1		2,1	
4		5		2		2,3	
6		7		3		2,5	
8		9		4		2,7	
10		11		5		2,9	
12		13		6		3,1	
14		15		7		3,3	
16		17		8		3,5	
18		19		9		3,7	
20		21		10		3,9	
22		23		11		4,1	
24		25		12		4,3	
26		27		13		4,5	
28		29		14		4,7	
30		31		15		4,9	
32		33		16		5,1	
34		35		17		5,3	
36		37		18		5,5	
38		39		19		5,7	
40				20		5,9	
				21		6,1	
				22		6,3	
				23		6,5	
				24		6,7	
				25		6,9	
				26		7,1	
				27		7,3	
				28		7,5	
				29		7,7	
				30		7,9	
				31		8,1	
				32		8,3	
				33		8,5	
				34		8,7	
				35		8,9	
				36			
				37			
				38			
				39			

#### 5.4.6 UNSYMMETRIEN

Die einschlägigen Normen (z.B. DIN EN 50160 „Merkmale der Spannung in den öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“) schreiben für die Hochspannungsebene die Einhaltung einer maximalen Spannungs-Gegensystemkomponente  $U_2$  von 2% der entsprechenden Spannungs-Mitsystemkomponente  $U_1$  in 95% der 10-Minuten-Mittelwerte eines beliebigen Wochenintervalls vor. Diese Anforderung wird hiermit auf die Höchstspannungsebene ausgeweitet. Es können aber auch Spannungs-Unsymmetrien  $U_2/U_1$  von bis zu 3% auftreten. Die Kundenanlage muss daher auch für Spannungs-Unsymmetrien  $U_2/U_1$  von bis zu 3% ausgelegt sein. Treten noch größere Spannungs-Unsymmetrien auf, muss die Kundenanlage so lange am Netz bleiben, bis die thermischen Reserven aufgebraucht sind.

#### 5.5. BLINDLEISTUNGSVERHALTEN

Der Betrieb einer Kompensationsanlage kann Maßnahmen zur Begrenzung der Oberschwingungsströme erfordern.

Zur Berechnung der schaltbedingten Spannungsänderung von maximal 0,5 %  $U_n$  ist die wirksame Impedanz der Grundschnwingungsfrequenz  $Z_V$  aus 5.4.2 heranzuziehen.

## 6 PLANUNG UND AUSFÜHRUNG DES NETZANSCHLUSSES

### 6.2 ELEKTRISCHER TEIL

#### 6.2.3 STERNPUNKTBEHANDLUNG

Das Höchstspannungsnetz der TransnetBW wird mit niederohmiger Sternpunkterdung betrieben.

Der höchstspannungsseitige Sternpunkt der Transformatoren zwischen dem Höchstspannungsnetz und dem Netz des Kunden ist herauszuführen. Es muss sowohl der Betrieb mit offenem Sternpunkt als auch mit starr geerdetem Sternpunkt möglich sein. Es ist ein Schaltgerät (Trennschalter) vorzusehen, mit dem auf Anweisung der TransnetBW zwischen dem Betrieb mit enterdeten Sternpunkt und dem Betrieb mit geerdeten Sternpunkt umgeschaltet werden kann.

### 6.3 SEKUNDÄRTECHNIK

#### 6.3.1 PROZESSDATENÜBERTRAGUNG

Der Umfang und die Art der Bereitstellung sowie die Übertragung der Prozessdaten sind in der TransnetBW-Richtlinie „Signalplan: Meldungs- und Befehls-Signalaustausch zwischen Umspannwerken, Kraftwerken und Netzführung Hoch und Höchstspannung“ grundsätzlich festgelegt. Abweichungen sind in begründeten Einzelfällen möglich und müssen mit TransnetBW abgestimmt werden.

#### 6.3.3 SCHUTZEINRICHTUNGEN

### 6.3.3.1 ALLGEMEINES

Die Schutzkonzepte des Anschlussnehmers am Netzanschlusspunkt müssen bzgl. Ausführung, Verhalten und Instandhaltung (Redundanz, Verfügbarkeit, Auslösezeiten, Turnus Schutzprüfung etc.) mit denen der TransnetBW technisch gleichwertig sein. Die Abstimmung der Schutzkonzepte und der zugehörigen Einstellwerte zwischen TransnetBW und dem Anlagenbetreiber/Anschlussnehmer, hat rechtzeitig zu erfolgen. Der Anschlussnehmer muss davon ausgehen, dass

- TransnetBW die zulässigen Endzeiten am Netzanschlusspunkt vorgibt, wobei die Endzeiten im überlagerten Netz ggf. niedriger als im unterlagerten Netz eingestellt sein können
- für die Anlagen des Anschlussnehmers die Funktion des Reserveschutzes von TransnetBW nicht immer und insbesondere nicht für Fehler auf der Unterspannungsseite von Transformatoren (anschlussnehmerseitig) gewährleistet werden kann
- bei Versagen einer Schutzeinrichtung oder eines Leistungsschalters auch im Höchstspannungsnetz wesentlich höhere Fehlerklärungszeiten als 150 ms auftreten können
- TransnetBW die Schutzkonzepte anstrebt, die möglichst wenige Fremdpotentiale des Partners in der eigenen Anlage benötigen
- bei einpoligen Fehlern im Netz der TransnetBW eine einpolige Kurzunterbrechung mit automatischer Wiedereinschaltung (AWE) eingesetzt wird. Diese darf zu keinen Überfunktionen beim Anschlussnehmer führen.

### 6.3.3.2 AUTOMATISCHE FREQUENZENTLASTUNG

Der Anschlusskunde stellt sicher, dass die Kundenanlage die Anforderungen aus der VDE-AR-N 4142 „Automatische Lastmaßnahmen zur Vermeidung von Systemzusammenbrüchen“ erfüllt.

### 6.3.4 SPRACHKOMMUNIKATION

Die Anforderungen für das Sprachkommunikationssystem sind in der „Verordnung (EU) vom 24. November 2017 zur Festlegung eines Netzkodes über den Notzustand und den Netzwiederaufbau des Übertragungsnetzes“ (NC ER) [9] sowie der „Verordnung (EU) 2017/1485 vom 2. August 2017 zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb“ (SO GL) [10] festgelegt. Die Leitwarten von Erzeugungsanlagen am Höchstspannungsnetz müssen bis zu 72 h nach einem Schwarzfall über Sprachkommunikation erreichbar bleiben. Es ist im Konzept der Sprachkommunikation sicherzustellen, dass die Anforderungen an Redundanz, Verfügbarkeit und Unabhängigkeit erfüllt werden. Das Konzept ist mit TransnetBW abzustimmen.

## 7 ABRECHNUNGSMESSUNG

## 7.1 ALLGEMEINES

Einbau, Betrieb und Wartung der Messeinrichtungen erfolgen nach VDE-AR-N 4400 „Messwesen Strom (Metering Code)“ und den „Grundsätzen für Zählung und Messung im Stromnetz der TransnetBW“.

## 8 BETRIEB DER KUNDENANLAGE

### 8.1 ALLGEMEINES

Alle für den Betrieb am Netz der TransnetBW relevanten Sachverhalte sind im Dokument „Anweisungen für den Netzbetrieb (AfdN)“ der TransnetBW geregelt.

## 10 ERZEUGUNGSANLAGEN

### 10.2 VERHALTEN DER ERZEUGUNGSANLAGE AM NETZ

#### 10.2.1 ALLGEMEINES

##### 10.2.1.2 QUASISTATIONÄRER BETRIEB

Bei Auslegung der Erzeugungsanlage (vor allem Transformatoren, Maschinen, Stufensteller des Netztransformators sowie der Spannungsreglung im anlagen-internen Netz) ist der Betrieb bei hohem U/f-Verhältnis zu berücksichtigen. Unter Einhaltung der Anforderungen an die Statische Spannungshaltung/Blindleistungsbereitstellung (Abschnitt 10.2.2) ist eine Auslösung des Eigenschutzes aufgrund des U/f-Verhältnisses (z. B. durch „Übererregungsschutz“) nicht zulässig.

#### 10.2.2 STATISCHE SPANNUNGSHALTUNG/BLINDELEISTUNGSBEREITSTELLUNG

##### 10.2.2.2 BLINDELEISTUNGSBEREITSTELLUNG BEI $P_{B\ INST}$

TransnetBW legt die Auswahl der Variante in Abhängigkeit von der Netzregion und der zu erwartenden Netzsituation fest.

##### 10.2.2.3 BLINDELEISTUNGSBEREITSTELLUNG UNTERHALB VON $P_{B\ INST}$

Der Anschlussnehmer hat den tatsächlich am Netzanschlusspunkt verfügbaren Bereich der Blindleistungsbereitstellung (vgl. Bild 7 in der VDE-AR-N 4130) anzugeben. Dabei ist auch der Bereich anzugeben, den die Erzeugungsanlage bei einer zeitlich begrenzten möglichen Überschreitung der Wirkleistungseinspeisung  $P_{AV, E}$  erreichen kann.

## 10.2.2.4 VERFAHREN ZUR BLINDLEISTUNGSBEREITSTELLUNG FÜR TYP-2-ANLAGEN

Im Höchstspannungsnetz von TransnetBW kommt grundsätzlich das Verfahren a) „Blindleistungs-Spannungskennlinie  $Q(U)$ “ mit via Fernwirktechnik variabel einstellbaren Sollwert zum Einsatz.

Das Spannungstotband ist 0 %.

Die Einschwingzeit für die Blindleistung beträgt 5 s. An die Anschwingzeit besteht keine Anforderung. Die Regelung soll ein möglichst asymptotisches und wenig überschwingendes Verhalten der Blindleistung ermöglichen. Begründete Abweichungen sind mit Zustimmung von TransnetBW projektspezifisch möglich.

## 10.2.3 DYNAMISCHE NETZSTÜTZUNG

### 10.2.3.1 ALLGEMEINES

Die FRT-Fähigkeit stellt eine Anforderung an die Robustheit der Erzeugungsanlage für das Durchfahren von Unter- und Überspannungsereignissen dar. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Anforderung nicht nur auf die Robustheit des einspeisenden Teils einer Erzeugungsanlage, sondern ebenso auf die Robustheit des Eigenbedarfes bezieht. Es ist deshalb plausibel zu machen, dass auch der Eigenbedarf die in den Bildern 10, 11 und 12 der VDE-AR-N 4130 beschriebenen Spannungsereignisse durchfahren kann, ohne sich zu trennen oder instabil zu werden.

## 10.2.4 WIRKLEISTUNGSABGABE

### 10.2.4.3 WIRKLEISTUNGSANPASSUNG BEI ÜBER- UND UNTERFREQUENZ

Erreicht die Erzeugungsanlage bei der Reduzierung der Wirkleistungsabgabe ihre technische Mindestleistung, dann darf sie entsprechend den Anforderungen in Abschnitt 10.2.4.3 der VDE-AR-N 4130 mit ihrer technischen Mindestleistung am Netz bleiben. Eine weitere Reduktion der Wirkleistungsabgabe ist zulässig, wenn damit keine Gefährdung der Anlagenstabilität einhergeht.

## 10.3 SCHUTZEINRICHTUNGEN UND SCHUTZEINSTELLUNGEN

### 10.3.1 ALLGEMEINES

Die im FNN-Hinweis „Anforderungen an digitale Schutzsysteme“ definierten Standards sind einzuhalten.

## 10.4. ZUSCHALTBEDINGUNGEN UND SYNCHRONISIERUNG

### 10.4.2 ZUSCHALTEN NACH AUSLÖSUNG DURCH SCHUTZEINRICHTUNGEN

Im Falle von Großstörungen sendet die netzführende Stelle von TransnetBW gegebenenfalls einen Wirkleistungssollwert an die Erzeugungsanlage. Entsprechendes Primärenergieangebot vorausgesetzt ist sicherzustellen, dass die Erzeugungsanlage diesen Wirkleistungssollwert nach der Wiedereinschaltung von Erzeugungseinheiten einhält.

## 10.4.3 ZUSCHALTUNG VON ERZEUGUNGSEINHEITEN UND -ANLAGEN

Bei Erzeugungsanlagen, die sich im Eigenbedarf abfangen können, ist zusätzlich eine Synchronisierungseinrichtung am Leistungsschalter, der die Verbindung der Kundenanlage mit dem Netz herstellt, vorzusehen. Im Falle des Fangens im Eigenbedarf erfolgt die Synchronisation mit dem Netz mit diesem Leistungsschalter.

## 10.6 MODELLE

### 10.6.1 ALLGEMEINES

TransnetBW sind für dynamische Rechnungen sowohl das aggregierte als auch das detaillierte Modell der Erzeugungsanlage zur Verfügung zu stellen.

Sind Beeinflussungsuntersuchungen notwendig, wird TransnetBW ein Momentanwert-Simulations-Modell (EMT) anfordern. Die Verschlüsselung der EMT-Modelle sollte auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Hinsichtlich des Umfangs zur Simulation elektromagnetisch transients Vorgänge müssen die Modelle die Anforderungen der VDE-AR-N 4131 Abschnitt 10.4.6.3 erfüllen.

# 11 NACHWEIS DER ELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN FÜR ERZEUGUNGSANLAGEN

## 11.2 EINHEITENZERTIFIKAT

### 11.2.2 NETZRÜCKWIRKUNGEN

#### 11.2.2.3 OBERSCHWINGUNGEN

Die Oberschwingungsströme der Kundenanlage sind gemäß DIN EN 61000-4-30 (VDE 0847-4-30):2009-09 nach dem Messverfahren der Klasse A zu messen. Die verwendeten Messgeräte müssen der Genauigkeitsklasse I nach DIN EN 61000-4-7 (VDE 847-4-7):2009-12, Kapitel 5.3, Tabelle 1 entsprechen.

## 11.4 ANLAGENZERTIFIKAT

### 11.4.7 NETZRÜCKWIRKUNGEN

#### 11.4.7.4 OBERSCHWINGUNGEN UND ZWISCHENHARMONISCHE

Die Oberschwingungsströme der Kundenanlage sind gemäß DIN EN 61000-4-30 (VDE 0847-4-30):2009-09 nach dem Messverfahren der Klasse A zu messen. Die verwendeten Messgeräte müssen der Genauigkeitsklasse I nach DIN EN 61000-4-7 (VDE 847-4-7):2009-12, Kapitel 5.3, Tabelle 1 entsprechen.