

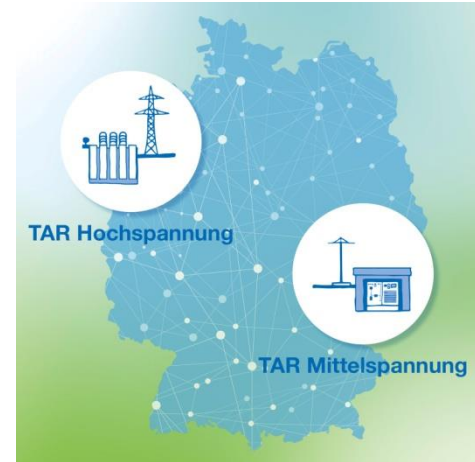
TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

Anschluss an das Netz und Anforderungen an Übergabestationen

Christian Bott

Netze BW GmbH

Leipzig, 02.04.2018



Kapitel 5 - Netzanschluss

Netzanschlussbewertung

Betriebsspannung und Mindestkurzschlussleistung Typ 1 Anlage

Netzurückwirkungen

Kapitel 6 - Übergabestation

Elektrischer Teil

Sekundärtechnik

Störschreiber

Kapitel 5 - Netzanschluss

Grundsätze für die Ermittlung des NAP

Mittel- & Hochspannung

- Bewertung anhand der Anschlussscheinleistungen $S_{A,E}$ und/oder $S_{A,B}$ aus dem Antragsformular E.1:
 - Struktur und Betrieb des öffentlichen Netzes im Normalschaltzustand
 - Betriebsweise der Kundenanlage
 - Auslastung der Netzbetriebsmittel
 - Verursachte Spannungsänderung
- Netzanschluss erfolgt in der Regel über einen Stichanschluss
- Bezug n-1 Sicherheit, bei Erzeugung n Sicherheit
- Netzurückwirkungen durch die Kundenanlage sind auf ein vorgegebenes Maß zu begrenzen (siehe Abschnitt 5.4)

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN

E.1 Antragstellung
(Dieses Formular ist zur Vervielfältigung durch den Anwender dieser VDE-Anwendungsregel bestimmt.)

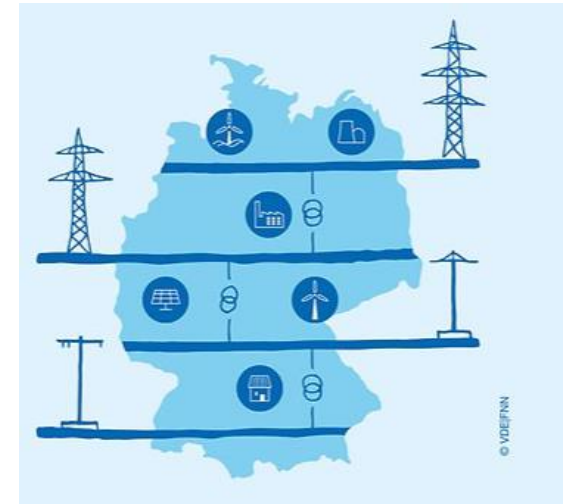
Antragstellung für Netzanschlüsse (Mittelspannung) (Vom Anschlussnehmer auszufüllen)		1 (1)	
Bezeichnung des Bauvorhabens	_____		
Anlagenanschrift	Straße, Hausnummer PLZ, Ort, Ortsteil _____		
Anschlussnehmer	Firma _____		
	Vorname, Name _____		
	Straße, Hausnummer _____		
	PLZ, Ort, Ortsteil _____ Telefon, E-Mail _____		
Grundstückseigentümer (weil unterschiedlich zum Anschlussnehmer)	Firma _____		
	Vorname, Name _____		
	Straße, Hausnummer _____		
	PLZ, Ort, Ortsteil _____ Telefon, E-Mail _____		
Anlagenerrichter	Firma, PLZ, Ort Telefon, E-Mail _____		
Anlagenart	<input type="checkbox"/> Bezugsanlage	<input type="checkbox"/> Erzeugungsanlage	<input type="checkbox"/> Mischanlage
			<input type="checkbox"/> Speicher <input type="checkbox"/> Notstromaggregat mit Netzparallelbetrieb > 100 ms
Maßnahme	<input type="checkbox"/> Neuerrichtung	<input type="checkbox"/> Erweiterung	<input type="checkbox"/> Rückbau
Ortliche Lage der Kundenanlage mit eingekreisten Vorschlägen zu möglichen Standorten der Übergabestation. Pläne im gewählten Maßstab (z. B. Übersichtsplan 1:25 000 oder 1:10 000, Detailplan mindestens 1:500) beigefügt? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
Voraussichtliche Anschlusswirkleistung $P_{AV, s}$ und $P_{AV, e}$ [kW]			
	bisher	neu	im Endausbau
Bezug $P_{AV, s}$			
Einspeisung $P_{AV, e}^*$			
Installierte Erzeugungswirkleistung P_{NE} _____			
Bereitstellung der Messeinrichtung und Messtellenbetrieb soll erfolgen durch: <input type="checkbox"/> grundyständigen MSB anderer MSB _____			
Baustrombedarf	<input type="checkbox"/> nein	wenn ja: Leistung _____ kW	ab wann _____
Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen (Vordruck E.2) bzw. Datenblatt <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
Erzeugungsanlage (Vordruck E.8) beigefügt? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
Zeitlicher Bauablaufplan beigefügt? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
Geplanter Inbetriebsetzungstermin _____			
Ort, Datum	Unterschrift des Anschlussnehmers _____		

ANMERKUNG* Maximale Einspeiseleistung der Kundenanlage in das vorgelagerte Mittelspannungsnetz.

Zulässige Spannungen im MS-Netz

Mittelspannung

- Nennspannungen im deutschen Mittelspannungsnetz U_N :
 - 10 kV , 20 kV und 30 kV
- Vereinbarte Versorgungsspannung U_C
 - In der Regel U_N , kann aber auch abweichen z.B. $U_C = 33$ kV
 - $U_C \neq 20,4$ kV (d.h. keine Reglersollspannung)
- Betriebsspannung $90 \% U_C \leq U_B \leq 110 \% U_C$
- Zulässige Spannungsänderung durch Erzeugungsanlagen
 - $\Delta u = \frac{\Delta U}{U_b} = 2 \%$ (Abweichung in Ermessen des Netzbetreiber möglich)
 - Die Verschiebungsfaktoren aller Kundenanlagen sind bei der Bewertung zu berücksichtigen



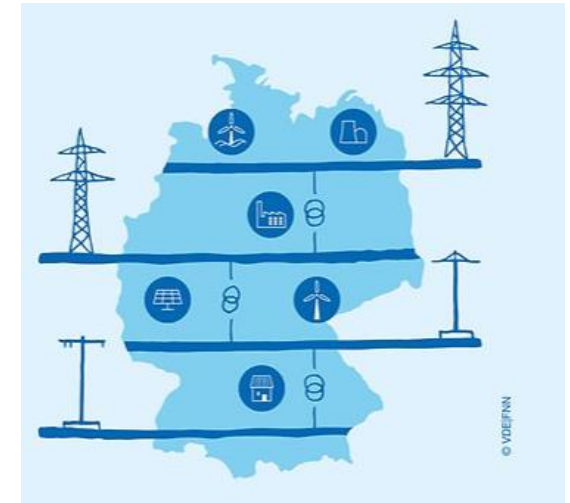
Zulässige Spannungen im HS-Netz

Hochspannung

- Nennspannungen im deutschen Hochspannungsnetz U_N :
110 kV
- Betriebsspannung $96 \text{ kV} \leq U_B \leq 123 \text{ kV}$
- Keine Anforderung an die zulässige Spannungsänderung durch Erzeugungsanlagen

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN



Mindestkurzschlussleistung Typ 1 Anlage

Mittel- & Hochspannung

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN

- Typ 1 Anlagen benötigen zur Stabilität eine ausreichende Netzkurzschlussleistung
- Mindestkurzschlussleistung für eine Typ 1 Anlage \neq minimalen Netzkurzschlussleistung zur Bewertung der Netzurückwirkungen
- Stabilitätskriterium gilt vereinfacht als erfüllt, wenn:
 - $Sk_{MS-SS} \geq 10 * \sum S_{Amax}$ (Summe Typ 1 Anlagen Mittelspannungsnetz) &
 - $Sk_{NAP} \geq 10 * \sum S_{Amax}$ (Summe Typ 1 Anlagen ab Netzanschlusspunkt)
- Kriterium gilt mit leicht veränderten Anforderungen auch für die Hochspannung
- Sind die Stabilitätskriterien nicht erfüllt müssen konkrete Stabilitätsberechnungen durchgeführt werden

Netzurückwirkungen

Allgemeines Mittel- & Hochspannung

- Berücksichtigung der D-A-CH-CZ III soweit möglich (aktuell in der Entwurfsphase)
- Anforderung gelten gleichermaßen für Bezugs- und Erzeugungsanlagen
- Bewertung erfolgt für Bezugsanlagen durch Datenblatt E.2 und bei Erzeugungsanlagen durch Datenblatt E.8 (4110) bzw. E.6 (4120)
- Weitere Verfahren zur Berechnung und Beispielrechnungen sind in den gültigen D-A-CH-CZ Richtlinien zu finden
- Die Kundenanlage ist so zu planen und zu bauen, dass die vorgegebenen Grenzwerte eingehalten werden
- Da es sich um Planungswerte handelt kann es im Betrieb trotzdem zu unzulässigen Beeinflussungen kommen, welche verursachergerecht behoben werden müssen

TAR-Infotage Mittel- und Hochspannung



E.2 Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen
(Dieses Formular ist zur Vervielfältigung durch den Anwender dieser VDE-Anwendungsregel bestimmt.)

Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen (Durch Anschlussnehmer mit Bezugsanlagen auszufüllen)		1 (2)
Anlagenanschrift Straße, Hausnummer: Plz., Ort		
Netztransformatoren	Anzahl und Bemessungsleistung: Für den größten Netztransformator sind die folgenden Felder auszufüllen:	
	Bemessungsspannung (Überspannungsseite):	kV
	Bemessungsspannung (Unterspannungsseite):	kV
	Bemessungsleistung des Netztransformators S_T :	kVA
	Relative Kurzschlussleistung s_K :	%
Schaltgruppe: Stufenschalter: \pm % in Stufen Einbaart: <input type="checkbox"/> OS-seitig <input type="checkbox"/> US-seitig		
Bereich der einstellbaren Blindleistung kvar (induktiv) bis kvar (kapazitiv)		
Blindleistungs-kompensation	Feststrommotor E.8 Datenblatt einer Erzeugungsanlage eines Speichers – Mittelspannung (Dieses Formular ist zur Vervielfältigung durch den Anwender dieser VDE-Anwendungsregel bestimmt.)	
	Dieses Blatt einer Erzeugungsanlage – Mittelspannung (vom Anschlussnehmer auszufüllen, gilt auch für Mischanlagen und Speicher)	
Verd: <input type="checkbox"/> Sc <input type="checkbox"/> Hk <input type="checkbox"/> Hk Empfeiler-Nr. des Anschlussnehmers bereits vorhanden? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		
Motoren (≥ 50 kVA)	Anlagenanschrift Straße, Hausnummer: Plz., Ort	
	Anschlussnehmer Vorname, Name Straße, Hausnummer Plz., Ort Telefon, E-Mail	
	Antragsteller Vorname, Name Straße, Hausnummer Plz., Ort Telefon, E-Mail	
	Adyn: <input type="checkbox"/> Windenergie <input type="checkbox"/> Wasserkraft <input type="checkbox"/>	
	Synch: <input type="checkbox"/> Photovoltaik <input type="checkbox"/> Freifläche <input type="checkbox"/> Dachfläche <input type="checkbox"/> Fassade <input type="checkbox"/> PV-Anlage <input type="checkbox"/> Them: Brennstoff o. B. Erdgas, Biogas, Biomasse <input type="checkbox"/> Them: Krafwerk <input type="checkbox"/> Speicher	
Vertra Netz: <input type="checkbox"/> Notstromaggregat mit > 100 kW Netzparallelbetriebe Betriebsmodus: <input type="checkbox"/> Parallelbetrieb nach DIN 6280-13 bzw. VDE 0100-600 <input type="checkbox"/> Bezugsspannabänderung <input type="checkbox"/> Teilnahme am Regelleistungsmarkt		
Maßnahme <input type="checkbox"/> Neuerichtung <input type="checkbox"/> Erweiterung <input type="checkbox"/> Rückbau		
Leistungsdaten bereits vorhandene Anschlussleistung $P_{AN} \leq$ kW neu zu installierende Anschlussleistung $P_{AN} \leq$ kW dabei Bemessungsleistung der Module bei PV-Anlagen? kWp gesamte Anschlussleistung $P_{AN} \leq$ kW gesamte installierte Blindleistung $P_{Bl} \leq$ kW Technische Mindestleistung kW Eigenbedarf der Erzeugungsanlage einschli. Bezugleistung der Speicher kW		
Empfehlung der Gesamtenergie in das Netz des Netzbetreibers? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Isolierbetrieb vorgesehen? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Teilzeitbetriebsfähigkeit vorhanden? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Sicherheitsfähigkeit vorhanden? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Tagesfrequente Nutzung des Kundennetzes vorgesehen? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Kurzschlussleistung		

* Summe aus bestehender und neu zu installierender Modulleistung (maximale Ausgangsleistung P_{AN}) bei Standard Test Conditions (STC-Bedingungen) nach DIN EN 50380 (0125-306).

Schnelle Spannungsänderungen

Mittelspannung

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN

- Grenzwerte gelten im Normalschaltzustand des Verteilnetzes für die gesamte Kundenanlage (keine Grenzwerte mehr für das Schalten einzelner Erzeugungseinheiten)

Schnelle Spannungsänderung durch Schaltvorgänge

Spannungsänderung	Zulässige Häufigkeit (n)	Mindestpausenzeit
2 %	9 mal in 2h	13 min
>2 % bis 3 %	3 mal in 2 h	40 min
>3 % bis 5 %	max. 2 mal in 24 h	5 h

$$\text{Häufigkeit } n = \frac{12 (0,25)^3}{\left(\frac{\Delta u}{7,36 \%}\right)^3}$$

$$\text{minimale Pausenzeit} = \frac{120 \text{ min}}{n}$$

- Wird die max. Häufigkeit einer Spannungsänderung erreicht, können der Kundenanlage keine weiteren Spannungsänderungen zugestanden werden
- Werden die Grenzwerte von Häufigkeit und Pausenzeit verletzt sind Abhilfemaßnahmen vorzusehen (z.B. Inbetriebsetzungsschaltung)

Schnelle Spannungsänderung durch Schutzauslösungen

- Eine Schutzauslösung aller Kundenanlagen innerhalb eines Schutzabschnittes(z.B. MS-Leitungsabschnitt) darf eine maximale Spannungsänderung von 5 % im verbleibenden Netz hervorrufen

Schnelle Spannungsänderungen

Hochspannung

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN

- Grenzwerte gelten im Normalschaltzustand des Verteilnetzes für die gesamte Kundenanlage (keine Grenzwerte mehr für das Schalten einzelner Erzeugungseinheiten)

Schnelle Spannungsänderung durch Schaltvorgänge

Spannungsänderung	Zulässige Häufigkeit (n)	Mindestpausenzeit
2 %	9 mal in 2h	13 min

$$\text{Häufigkeit } n = \frac{12 (0,25)^3}{\left(\frac{\Delta u}{7,36 \%}\right)^3}$$

$$\text{minimale Pausenzeit} = \frac{120 \text{ min}}{n}$$

- Nur in sehr seltenen Spannungsänderungen (z.B. Inbetriebnahme) sind Spannungsänderungen größer 2 % nach vorheriger Absprache mit dem Netzbetreiber möglich.
- Werden die Grenzwerte von Häufigkeit und Pausenzeit verletzt sind Abhilfemaßnahmen vorzusehen (z.B. Inbetriebsetzungsschaltung)

Schnelle Spannungsänderung durch Schutzauslösungen

- Eine Schutzauslösung aller Kundenanlagen innerhalb eines Schutzabschnittes (z.B. HS-Leitungsabschnitt) darf eine maximale Spannungsänderung von 5 % im verbleibenden Netz hervorrufen

Oberschwingungen

Mittelspannung

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN

- Berücksichtigung aller möglichen Bezugs-, Erzeugungs- und Speichereinrichtungen innerhalb MS-Netzgruppe
- Grenzwerte der Kundenanlage errechnen sich anteilig

$$I_v = \frac{\rho_v}{1000} \cdot \frac{1}{k_v} \cdot \frac{1}{\sqrt{k_B + k_E + k_S}} \cdot \sqrt{\frac{S_{kV}}{S_A}} \cdot I_A$$

k_B : Anteil Bezugsanlagen an Bemessungsleistung des Verteiltransformators

k_E : Anteil Erzeugungsanlagen an Bemessungsleistung des Verteiltransformators

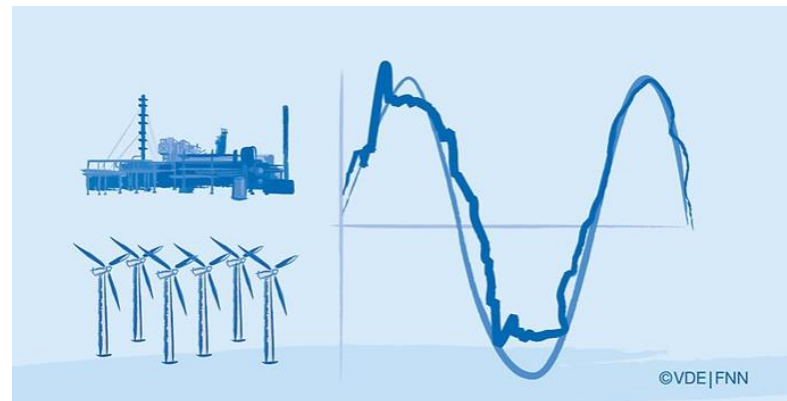
k_S : Anteil Bezugsanlagen an Bemessungsleistung des Verteiltransformators

- Vereinfacht Formel*

$$I_v = \frac{\rho_v f v}{1000} \cdot \sqrt{\frac{S_{kV}}{S_A}} \cdot I_A$$

*mit $k_B + k_E + k_S = 1,35$

Ungeradzahlige Oberschwingungen nicht durch drei teilbar		
v	$\rho_{vf v}$	k_{korr}
5 ^a	4,10	3,48
7	4,39	1,74



Oberschwingungen

Hochspannung

- Keine Berücksichtigung der D-A-CH-CZ III
- Unterscheidung zwischen Bezugs- und Erzeugungsanlagen
- Grenzwerte für Bezugsanlagen sind der derzeit gültigen D-A-CH-CZ Richtlinie zu entnehmen
- Grenzwerte für Erzeugungsanlagen ergeben sich aus den Formeln und Tabellen aus Abschnitt 5.4.4 der VDE-AR-N 4120

$$I_{v,\mu,zul} = i_{v,\mu,zul} \cdot S_{kV} \sqrt{\frac{S_A}{S_0}}$$

S_0 : theoretisch anschließbare Erzeugungsleistung im Umfeld des Netzverknüpfungspunktes. In der Regel Übertragungsfähigkeit der Hochspannungsleitung



Mittelspannung

- Flickerstärke aller Kundenanlagen im Mittelspannungsnetz darf $P_{lt\ ges} = 0,6$ und $P_{st\ ges} = 0,8$ nicht überschreiten
- Die zulässige Störaussendung einer Kundenanlage errechnet sich aus:

$$P_{sti} = 0,8 \cdot \frac{1}{\sqrt{k_B + k_E + k_S}} \cdot \sqrt{\frac{S_A}{S_{rT}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{g}} \qquad P_{lti} = 0,65 \cdot P_{sti}$$

- Die sich ergebenden zulässigen Flickerstärkepegel sind jedoch auf minimale und maximale Werte begrenzt:

$$0,35 \leq P_{sti} \leq 0,75 \qquad 0,25 \leq P_{lti} \leq 0,50$$

Hochspannung

- Flickerstärke aller Kundenanlagen im Mittelspannungsnetz darf $P_{lt\ ges} = 0,4$ und $P_{st\ ges} = 0,8$ nicht überschreiten
- Die zulässige Störaussendung einer Kundenanlage errechnet sich aus:

$$P_{sti} = 0,8 \cdot \sqrt{\frac{S_A}{S_0}} \qquad P_{lti} = 0,65 \cdot P_{sti}$$

- Die sich ergebenden zulässigen Flickerstärkepegel sind jedoch auf minimale und maximale Werte begrenzt:

$$0,30 \leq P_{sti} \leq 0,60 \qquad 0,25 \leq P_{lti} \leq 0,4$$

Kapitel 6 Übergabestation – elektrischer Teil

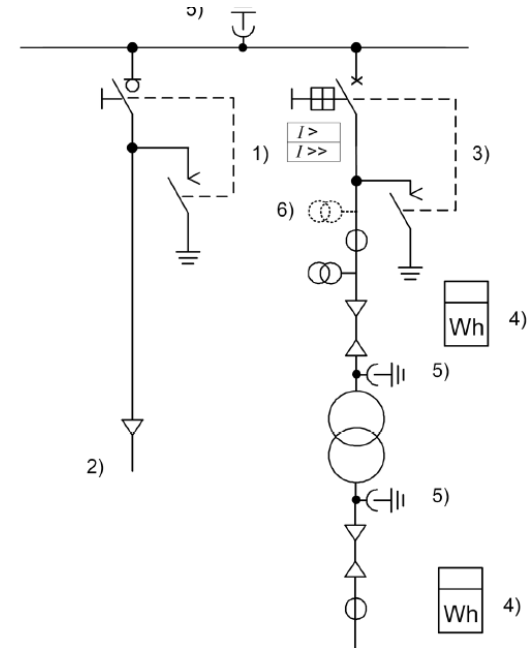
Schaltanlagenbau

Mittelspannung

- Schaltanlagenbau wird zwischen Netzbetreiber (NB) und Anschlussnehmer (AN) abgestimmt
- Bei mehreren Abgangsfelder des AN ist ein Übergabeschalter nach Vorgaben des NB vorzusehen
- Stromwandler vor Spannungswandler (aus Sicht Netz)
- In jedem Schaltfeld muss ein Erden und Kurzschließen möglich sein

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN



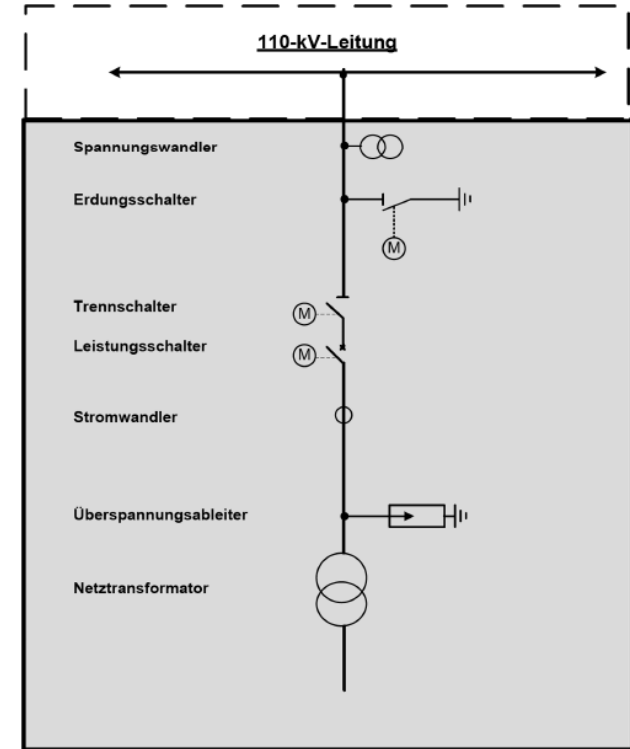
Schaltanlagenbau

Hochspannung

- Schaltanlagenbau wird zwischen NB und Anschlussnehmer abgestimmt
- Mindestanforderung an Übergabefeld
 - Spannungs- und Stromwandler
 - Erdungs-, Trenn- und Leistungsschalter
- Eine Transformator-Impedanz kleiner 40 Ohm (in Mittelstellung des Stufenschalters) benötigen eine Prüfung und Zustimmung des Netzbetreibers
- Vorgaben des Netzbetreibers zur Sternpunktbehandlung sind zu berücksichtigen. Für die Sternpunktbehandlung von galvanisch getrennte Netzen ist der Anschlussnehmer verantwortlich

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN



Kapitel 6 Übergabestation – Sekundärtechnik

Datenübertragung

Mittel- & Hochspannung

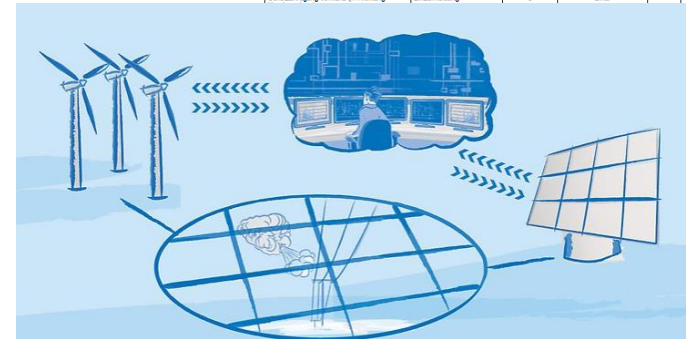
TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN

- Die Kundenanlage kann (MS) / muss (HS) in das Fernsteuerungskonzept des Netzbetreibers einbezogen werden:
 - Steuerbefehle (z.B. Leistungsschalter AUS, Blindleistung bei EEG)
 - Stör- und Warnmeldungen (z.B. Schutzanregung)
 - Messwerte (z.B. Leiterströme)
- Umfang und Art der Bereitstellung sind mit dem Netzbetreiber abzustimmen (Mindestumfang in Anhang C aufgeführt)
- Datenbereitstellung erfolgt durch Anschlussnehmer
- Umschaltmöglichkeit von Fern-/Ort-Umschalter

Tabelle C.1 – Beispiel für Prozessdatenumfang für Kundenanlagen

Steuerbefehle	Funktion	Anforderung O... Optional M... Mindest	Wertebereich/Auflösung	Einheit
Übergabe-Schalter	EH-schalten	O	Binär	
Übergabe-Schalter	AUS-schalten	O	Binär	
Sammelshuntentrenner/Lasttrennschalter	Schließen/EH-schalten	O	Binär	
Sammelshuntentrenner/Lasttrennschalter	Öffnen/AUS-schalten	O	Binär	
Meldungen	Funktion	Anforderung O... Optional M... Mindest	Wertebereich/Auflösung	Einheit
Übergabe-Schalter	EH-geschaltet	O	Binär	
Übergabe-Schalter	AUS-geschaltet	O	Binär	
Sammelshuntentrenner/Lasttrennschalter	Geschlossen/EH-geschaltet	O	Binär	
Sammelshuntentrenner/Lasttrennschalter	geöffnet/AUS-geschaltet	O	Binär	
Fern-/Ort-Umschalter (3.2)	Einzelmeldung	O	Binär	
Stör- und Warnmeldungen	Funktion	Anforderung O... Optional M... Mindest	Wertebereich/Auflösung	Einheit
Schutzanregung vorwärts (in Richtung	Einzelmeldung	O	Binär	



Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung

Mittel- & Hochspannung

TAR-Infotage
Mittel- und Hochspannung

VDE FNN

- Bei Fernsteuerung ist eine Hilfsenergieversorgung mit Batterie zwingend erforderlich
- Batteriekapazität der Hilfsenergieversorgung ist durch den Anschlussnehmer für einen spannungslosen Betrieb von **mindestens 8 Stunden** auszulegen (danach erfolgt bei fehlender Netzspannung eine Auslösung des Leistungsschalters)
- Abgesichert werden müssen alle Kommunikations-, Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen – inklusive Zähl- und Messeinrichtungen
- Innerhalb der 8 Stunden müssen drei komplette Schaltfolgen möglich sein
- Funktionsfähigkeit ist mindestens alle 4 Jahre zu prüfen



Kapitel 6 Übergabestation – Störschreiber

Mittelspannung

- Ein Störschreiber in der Übergabestation kann in begründeten Fällen vom Netzbetreiber gefordert werden

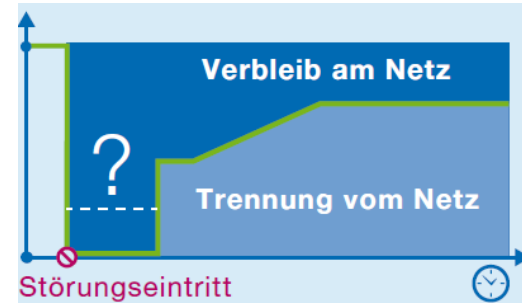
Hochspannung

- Ein Störschreiber in der Übergabestation ist immer zu installieren
- Verfügt die Kundenanlage über mehrere Anschlussnutzer ist je Anschlussnutzer ein weiterer Störschreiber zu installieren

Allgemeines

Datenerfassung folgender Kenngrößen (siehe Anhang F) :

- Störungsaufzeichnung
- Spannungsqualität (nur an Übergabestation gefordert)
- Im Einzelnachweisverfahren ist ein Störschreiber zur Nachweisführung der dynamischen Netzstützung erforderlich



**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

Ihr Ansprechpartner

Christian Bott

Technisches Anlagenmanagement

Stromnetzplanung

Netze BW GmbH

Mail: c.bott@netze-bw.de

IMPRESSUM

FNN Fachtagung
„TAR-Infotage Mittel- und Hochspannung“
2. bis 4. April 2019, Leipzig

Veranstalter und Herausgeber
EW Medien und Kongresse GmbH
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin
www.ew-online.de

April 2019

Copyright:
Sämtliche Texte, Bilder und andere veröffentlichten Informationen sind urheberrechtlich geschützt und unterliegen dem Copyright von EW Medien und Kongresse GmbH. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung von EW Medien und Kongresse GmbH unzulässig und strafbar. Das gilt vor allem für Vervielfältigungen in jeglicher Form, Übersetzung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, sowie Verlinkung, Weiterleitung per Mail oder Verbreitung auf Websites oder im Intranet.