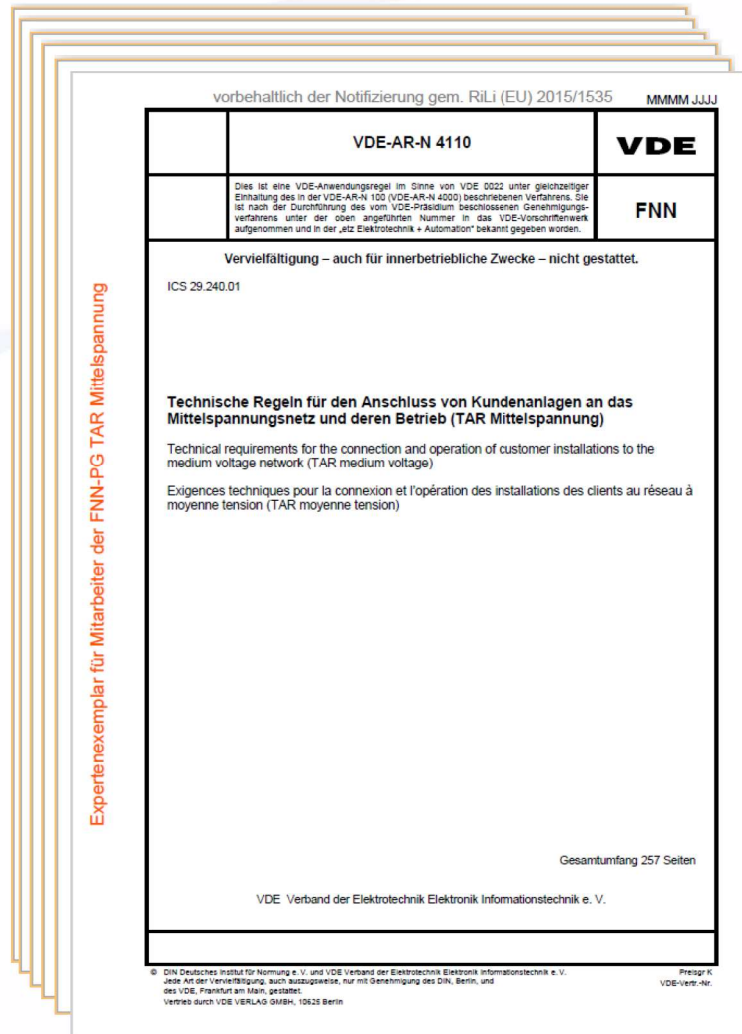




Mittelspannungsrichtlinie  
VDE-AR-N 4110 und VDE-  
AR-N 4120  
Linstow,  
07.11.2018



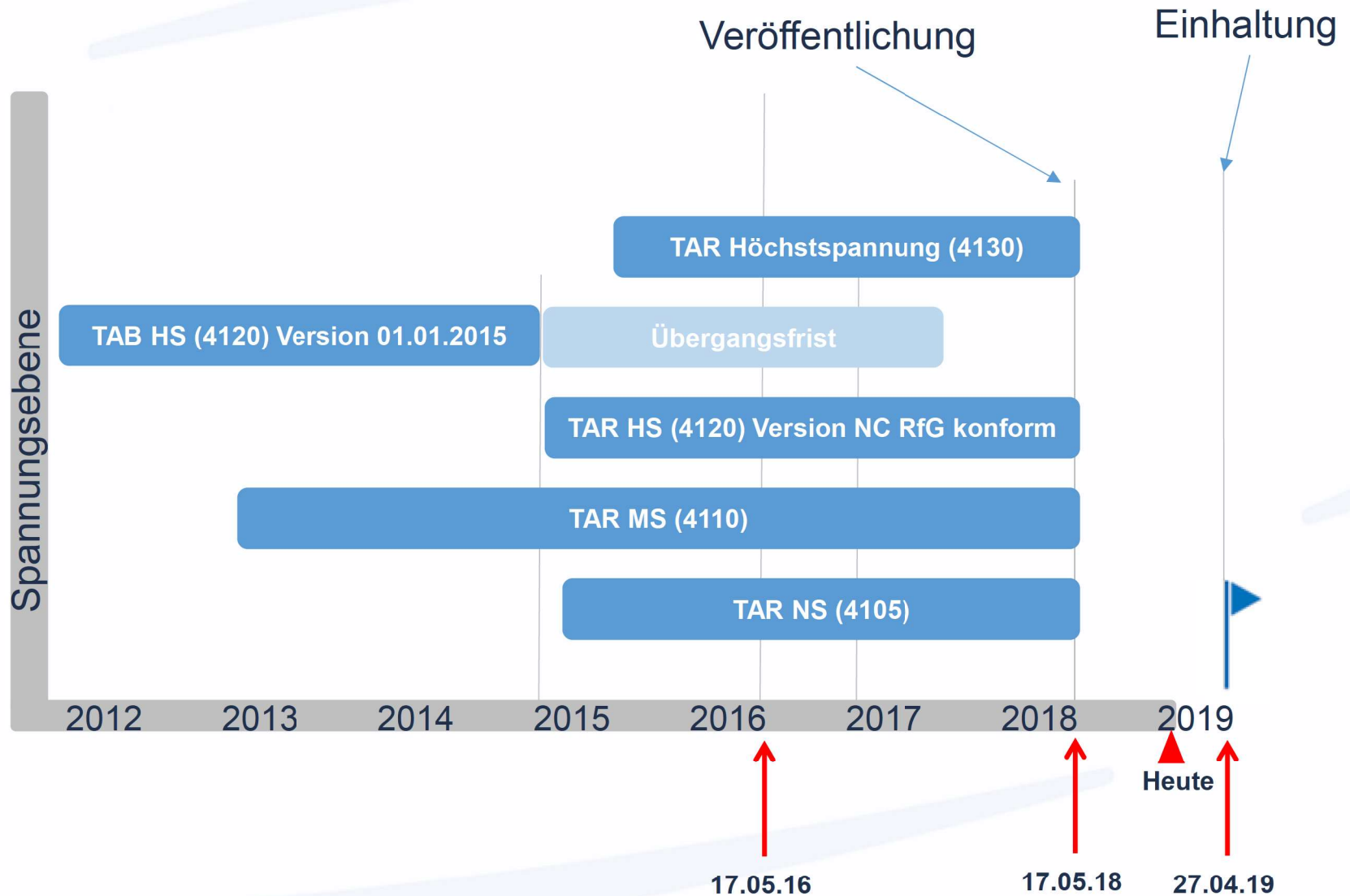
# Agenda



## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Allgemeines
- b) Stationärer Betrieb
- c) Netzurückwirkung
- d) Statische Netzstützung
- e) Wirkleistungsregelung
- f) Dynamische Netzstützung
- g) Schutzeinrichtungen
- h) Nachweisverfahren
- i) Zusammenfassung

# Zeitliche Einordnung VDE-AR-N



# Übergangsfristen

- Pflicht zur Erfüllung der Anforderungen für alle **Neuanlagen** ab **27.04.2019**
- **1. Ausnahme: Bestandsanlage**, wenn...  
...**Erwerb** der Hauptkomponenten einer EZA zwischen 17.05.2016 und 17.05.2018 bei gleichzeitiger Information von VNB + ÜNB (bis zum 17.11.2018). In diesem Fall gelten die zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses gültigen Netzanschlussbedingungen



- **2. Ausnahme: Bestandsmessungen** zur dyn. Netzstützung nach VDE-AR-N 4120 Version 2015, können für einen Übergangszeitraum von 24 Monaten nach Inkraftsetzung VDE-AR-N 4110, für den Nachweis der Anforderungen an die dyn. Netzstützung herangezogen werden



# Referentenwurf EnWG

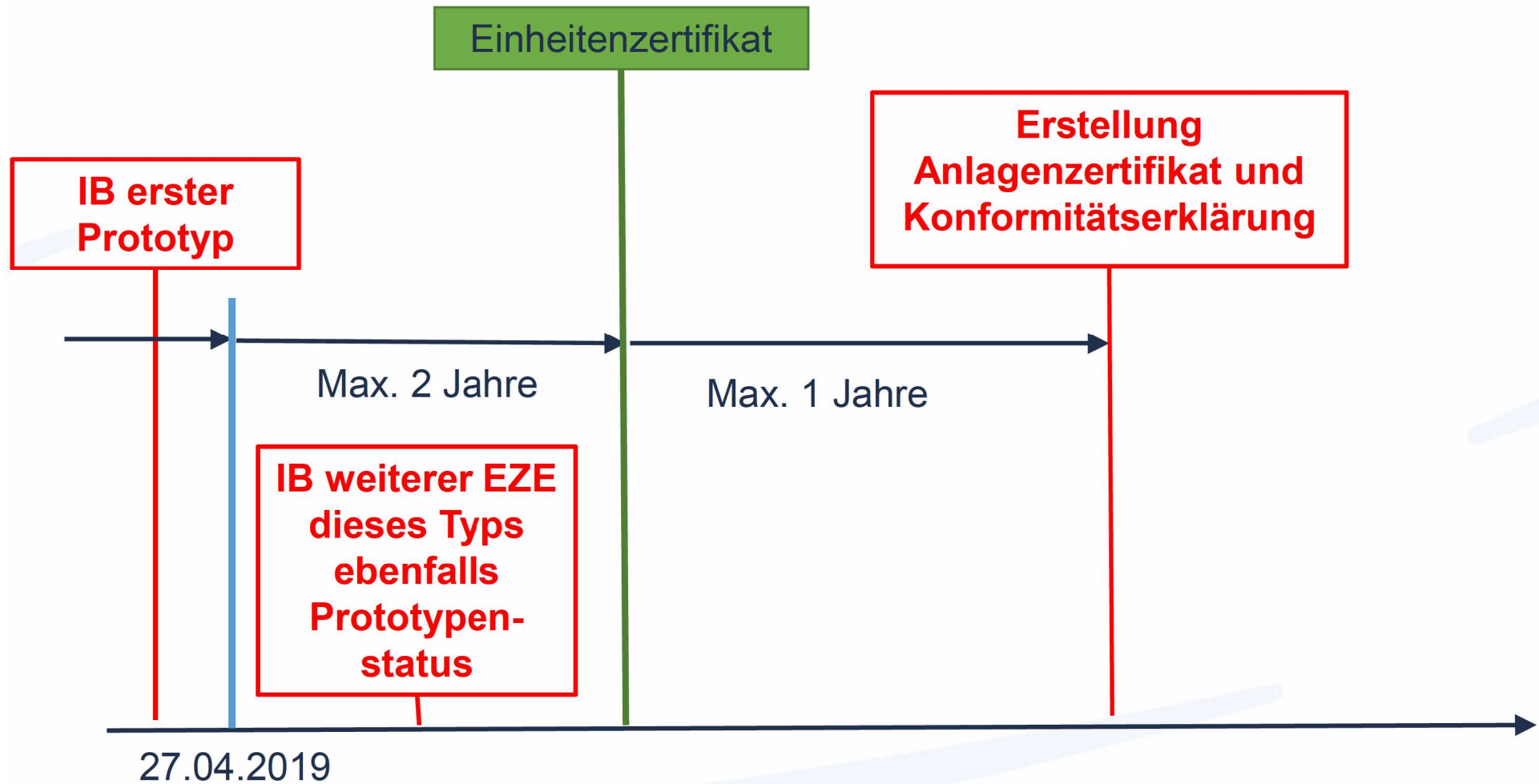
## Fristverlängerung Stand 05.10.2018

„(25) Stromerzeugungsanlagen im Sinne der Verordnung (EU) 2016/631 sind auch als bestehend anzusehen, sofern sie bis zum 30. Juni 2020 in Betrieb genommen wurden und für sie vor dem 27. April 2019

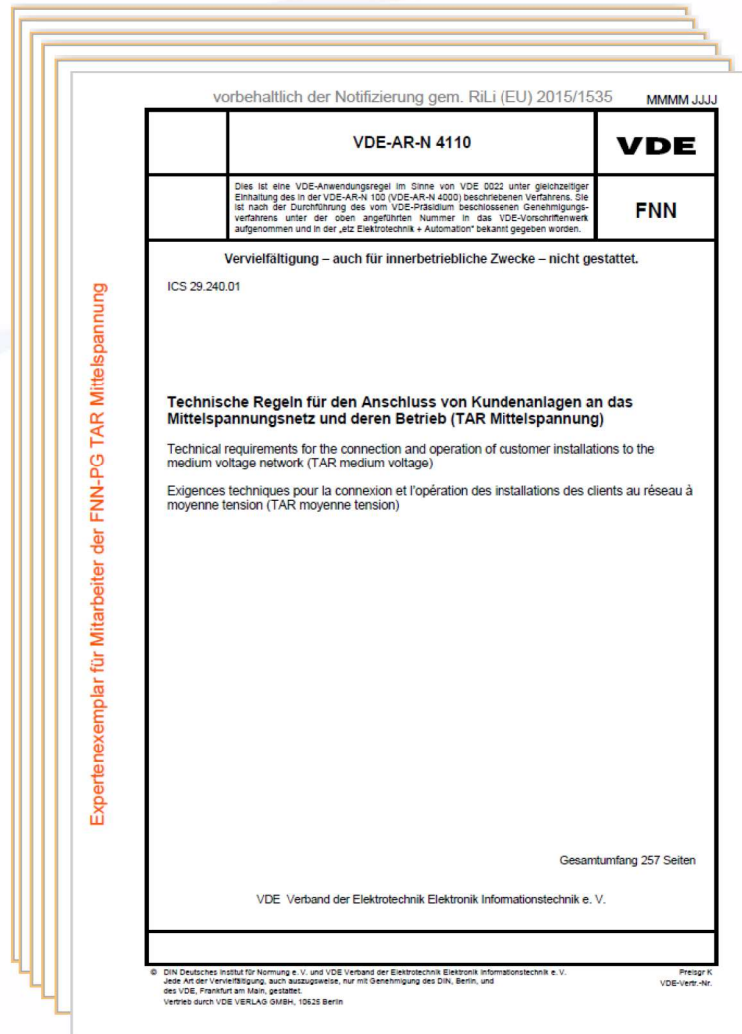
1. eine Baugenehmigung oder eine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz erteilt wurde, oder
2. sofern eine Baugenehmigung oder eine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz Genehmigung nicht erforderlich ist, der Anschluss an das Netz begehrt wurde.

Der Betreiber der Anlage kann auf die Einstufung als Bestandsanlage verzichten.“

# Prototypen



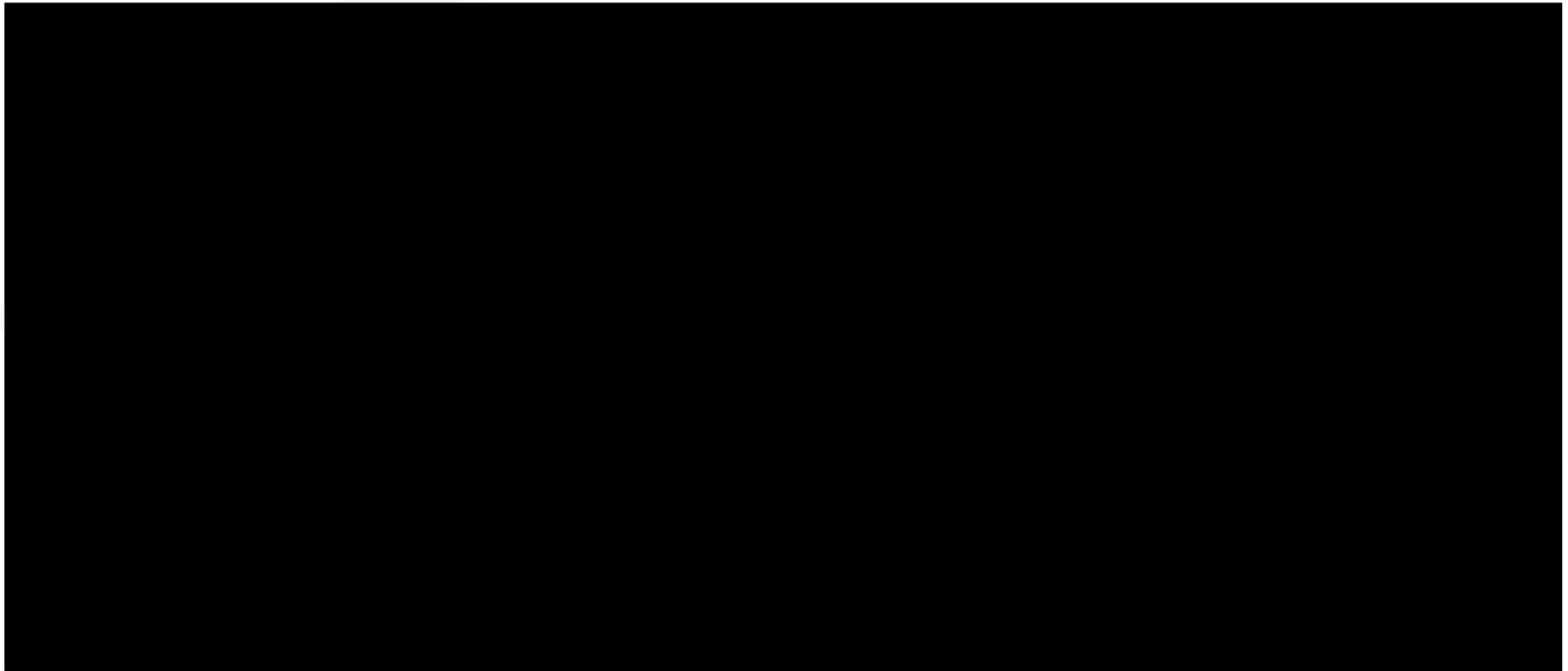
# Agenda



## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Allgemeines
- b) Stationärer Betrieb
- c) Netzurückwirkung
- d) Statische Netzstützung
- e) Wirkleistungsregelung
- f) Dynamische Netzstützung
- g) Schutzeinrichtungen
- h) Nachweisverfahren
- i) Zusammenfassung

# Quasistationärer Betriebsbereich

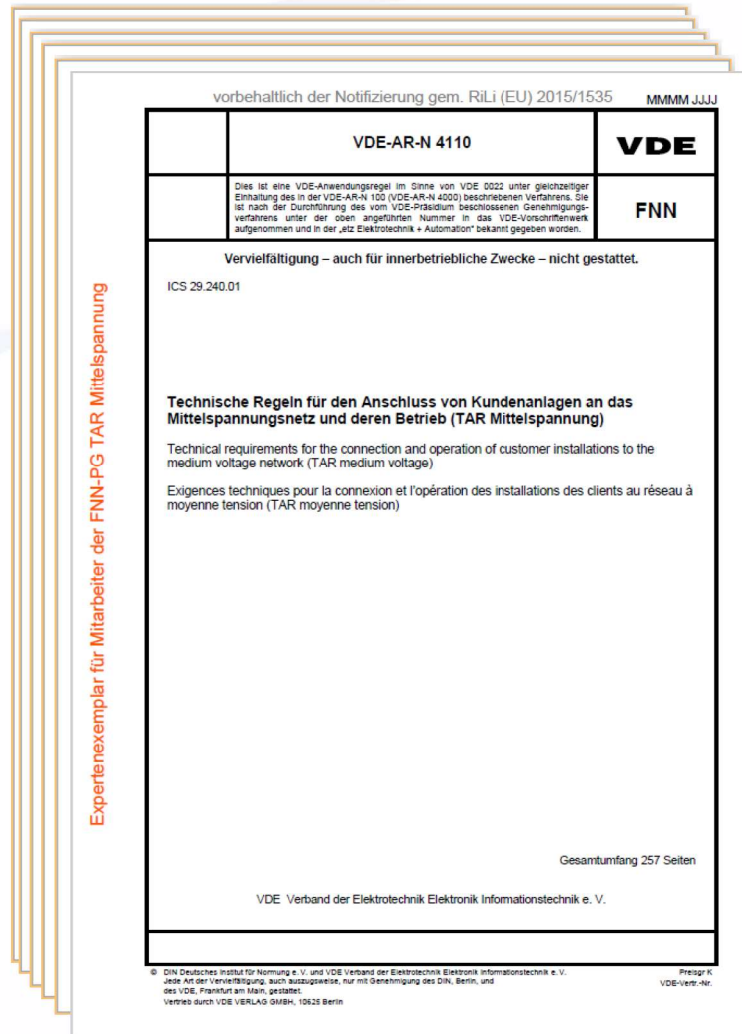


Anmerkung:

*Bei Spannungen außerhalb des Spannungsbandes 90 % bis 110 %  $U_c$  kann zum Schutz der Erzeugungsanlage die Wirkleistung und die Blindleistungseinspeisung reduziert werden*



# Agenda



## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

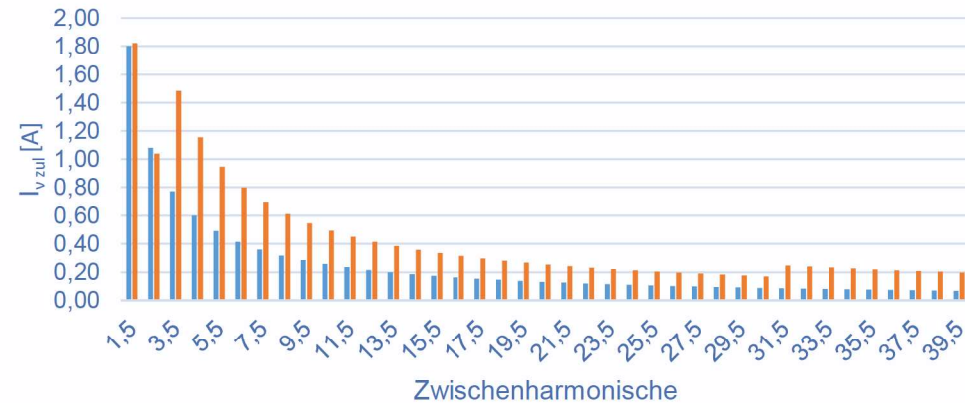
- a) Allgemeines
- b) Stationärer Betrieb
- c) Netzurückwirkung
- d) Statische Netzstützung
- e) Wirkleistungsregelung
- f) Dynamische Netzstützung
- g) Schutzeinrichtungen
- h) Nachweisverfahren
- i) Zusammenfassung

# Netzurückwirkung – Oberschwingungen Veränderung zur BDEW

→ Keine 6 Joker mehr, dafür  
Grenzwerte höher

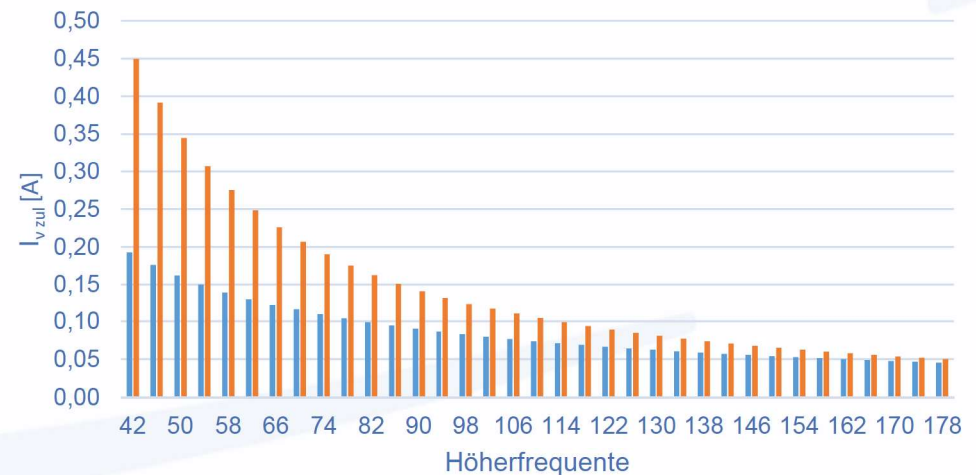
→ Bei Überschreitung  
Nachmessung innerhalb von  
6 Monaten weiterhin erlaubt

## Oberschwingungsgrenzwerte - Zwischenharmonische

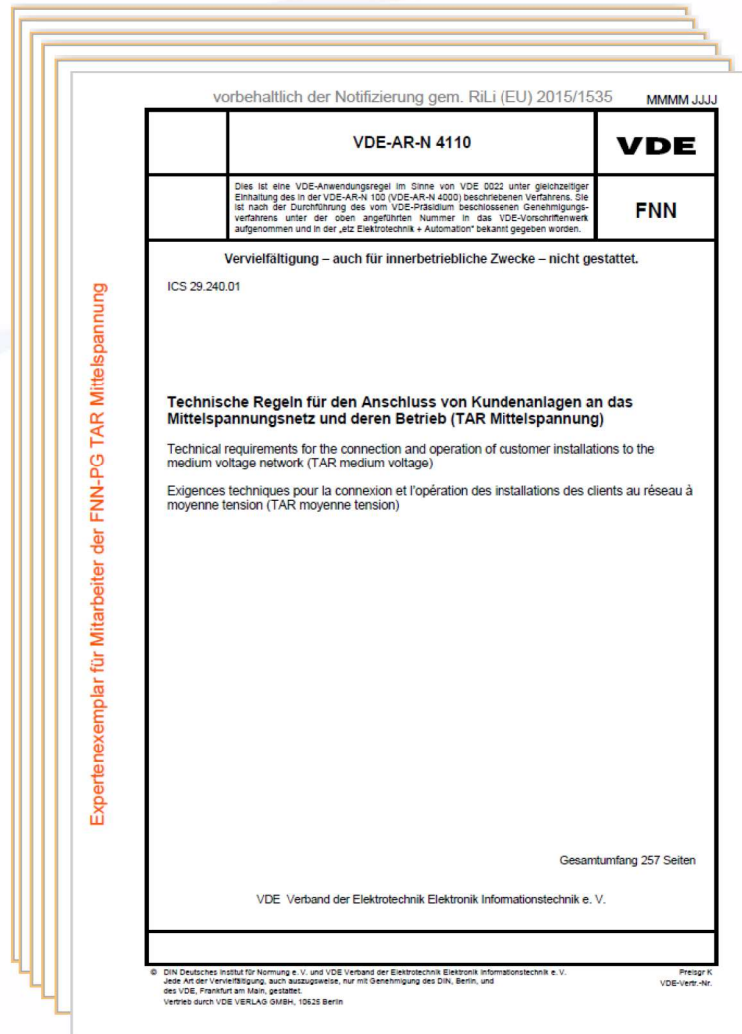


■ BDEW MSR inkl. 4. E. ■ VDE-AR-N 4110 (Stand 17.05.2018)

## Oberschwingungsgrenzwerte - Höherfrequente



# Agenda



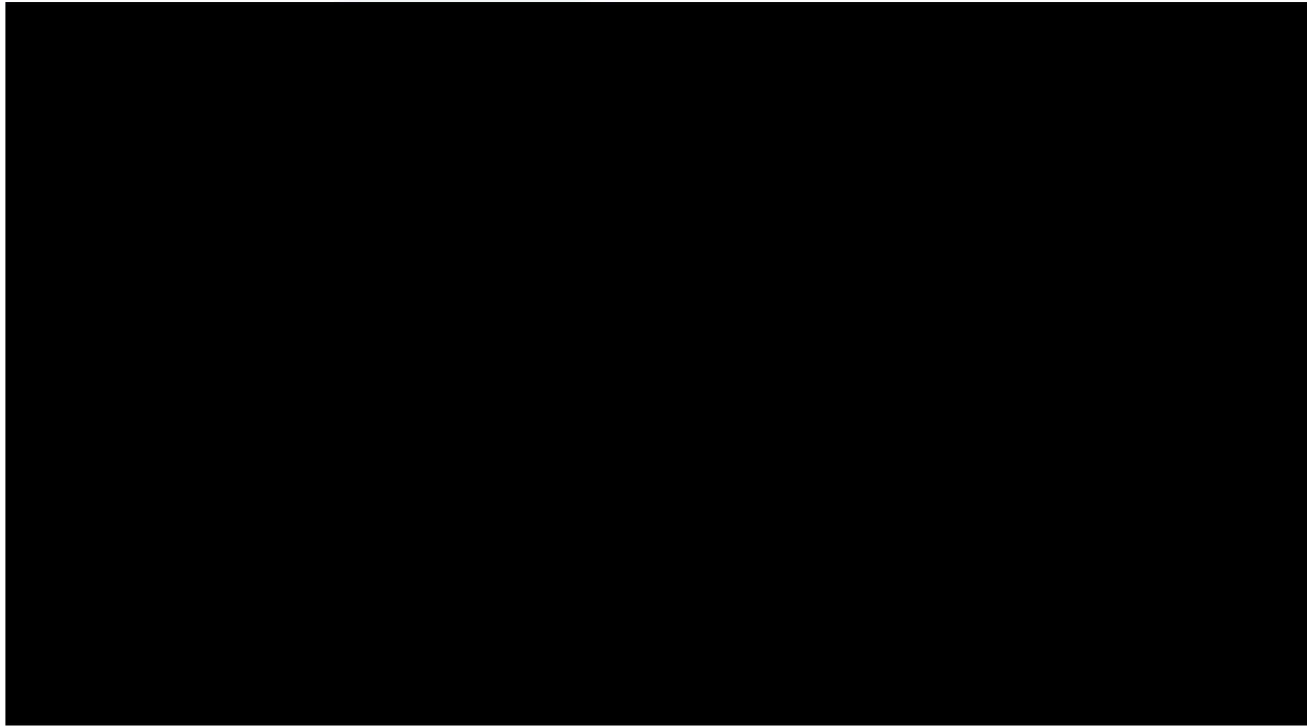
## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Hintergrund
- b) Allgemeines
- c) Stationärer Betrieb
- d) Netzurückwirkung
- e) Statische Netzstützung
- f) Wirkleistungsregelung
- g) Dynamische Netzstützung
- h) Schutzeinrichtungen
- i) Nachweisverfahren
- j) Zusammenfassung



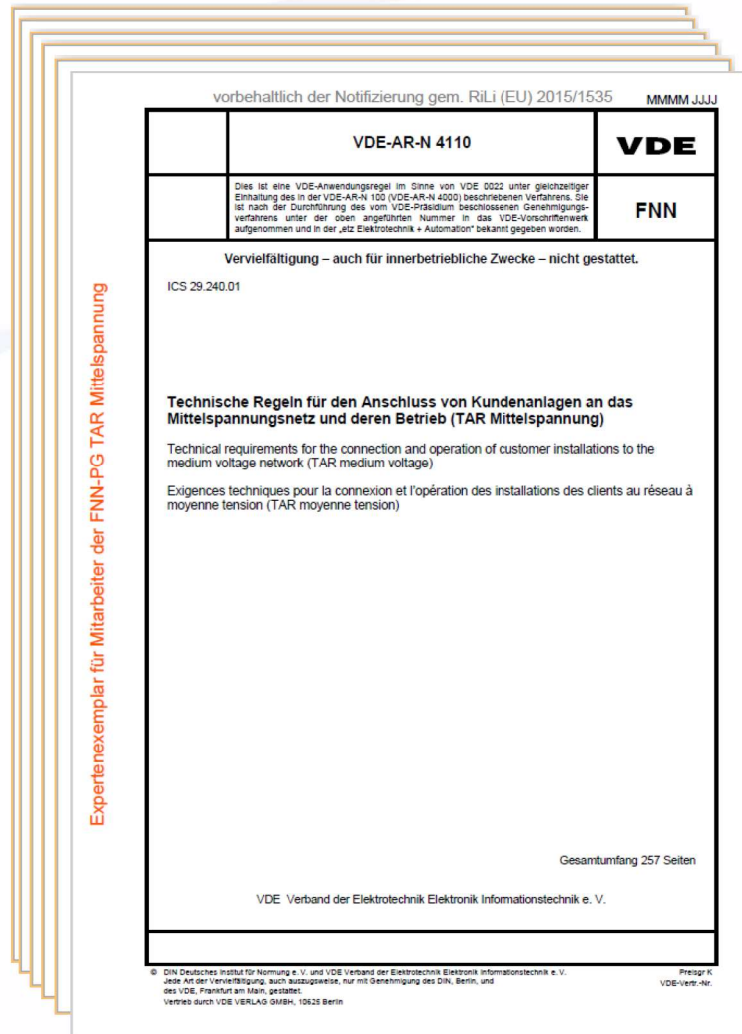
- $\cos\Phi = 0,95$ , dafür „Blockformat“ anstelle  $\cos\Phi$ -Begrenzung aus der BDEW im **Teillastbereich**
- In jedem Arbeitspunkt ( $>20\% P_N$ ) muss eine Blindleistung von 33% der betriebsbereiten installierten Anlagenleistung  $P_{\text{blnst}}$  am Netzanschlusspunkt vorgehalten werden ( $Q/P_{\text{blnst}} = 0,33$ )
- Wirkleistungsreduktion zu Gunsten der Blindleistung über dem gesamten Bereich zulässig





- Spannungsband von 0,9  $U_c$  bis 1,1  $U_c$
- Bei Überspannung übererregter Bereich „abgeschnitten“ (analog zum untererregtem Bereich bei Unterspannung)

# Agenda



## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Hintergrund
- b) Allgemeines
- c) Stationärer Betrieb
- d) Netzurückwirkung
- e) Statische Netzstützung
- f) Wirkleistungsregelung
- g) Dynamische Netzstützung
- h) Schutzeinrichtungen
- i) Nachweisverfahren
- j) Zusammenfassung

## EZA – Wirkleistungsabgabe / Leistungssenkung

- 0 – 100%  $P_n$
- Nicht schneller als 0,66%  $P_{binst}/s$  (2,5 min)
- Nicht langsamer als 0,33%  $P_{binst}/s$  (5 min)  
Ausnahme: Sollwertvorgabe durch Dritte auch langsamer
- VKM < 50%  $P_{binst}$  nur bis zur zulässigen Betriebsdauer

## EZA – Wirkleistungsabgabe / Leistungssteigerung

Begrenzung des Leistungsgradienten sind für das Steigern und Reduzieren der Wirkleistungsabgabe und des Wirkleistungsverbrauchs

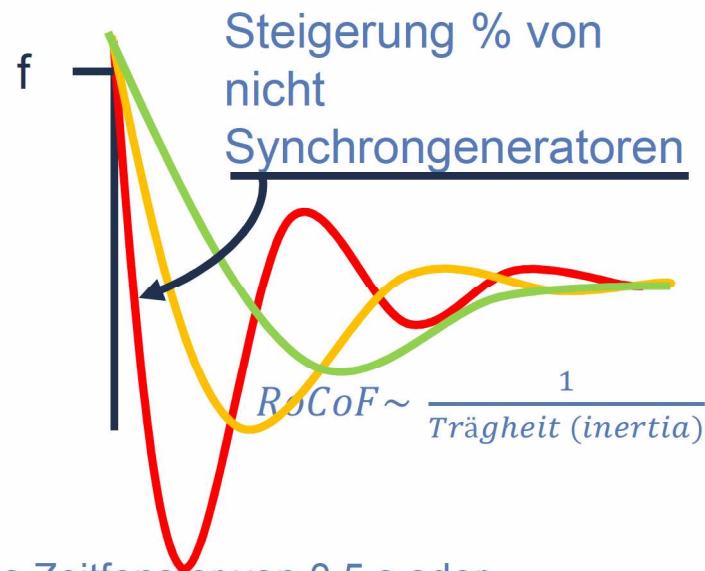
- nicht schneller als in 2,5 min ( $0,66 \% P_{\text{binst}}/\text{s}$ )
- nicht langsamer als in 5 min ( $0,33 \% P_{\text{binst}}/\text{s}$ )
- Bei Sollwertvorgabe durch Dritte nicht langsamer als in 15 min ( $4 \% P_{\text{binst}}/\text{s}$ )



# RoCoF (Rate of Change of Frequency)

RoCoF (Unempfindlichkeit gegenüber schneller Frequenzänderungen)

$$RoCoF = \frac{df}{dt}$$



± 2,0 Hz/s für ein gleitendes Zeitfenster von 0,5 s oder

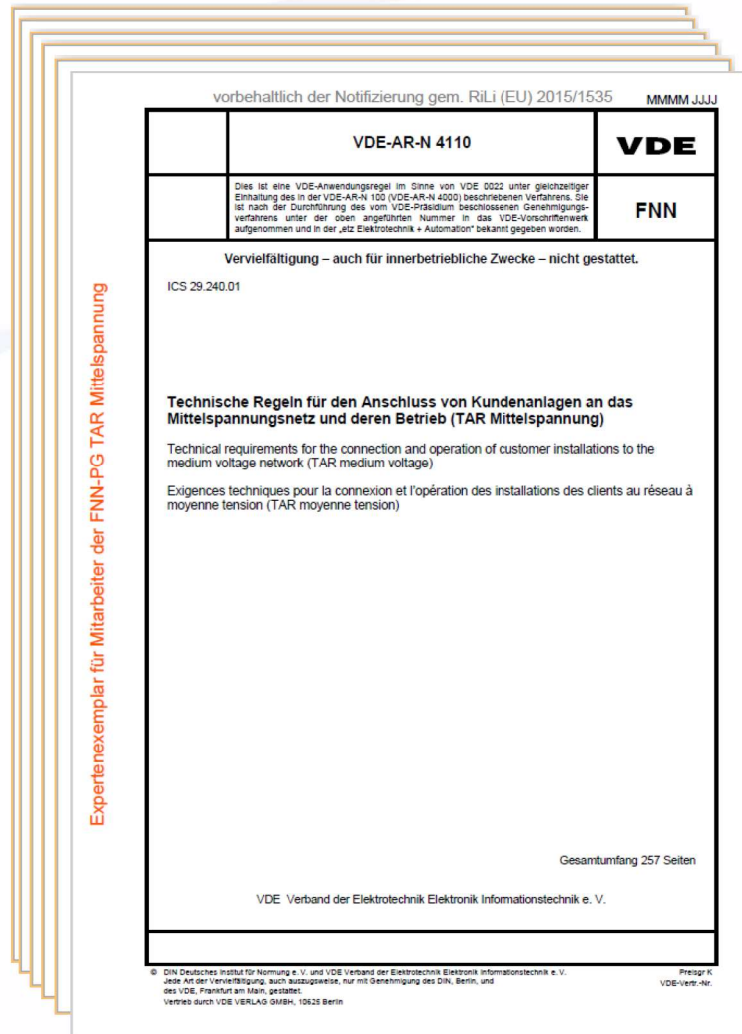
± 1,5 Hz/s für ein gleitendes Zeitfenster von 1 s oder

± 1,25 Hz/s für ein gleitendes Zeitfenster von 2 s

→ zukünftig Entwicklung von Nachweisverfahren, z.Z. nur Herstellererklärung

**Neue Anforderung: gab es in der BDEW 2008 nicht!**

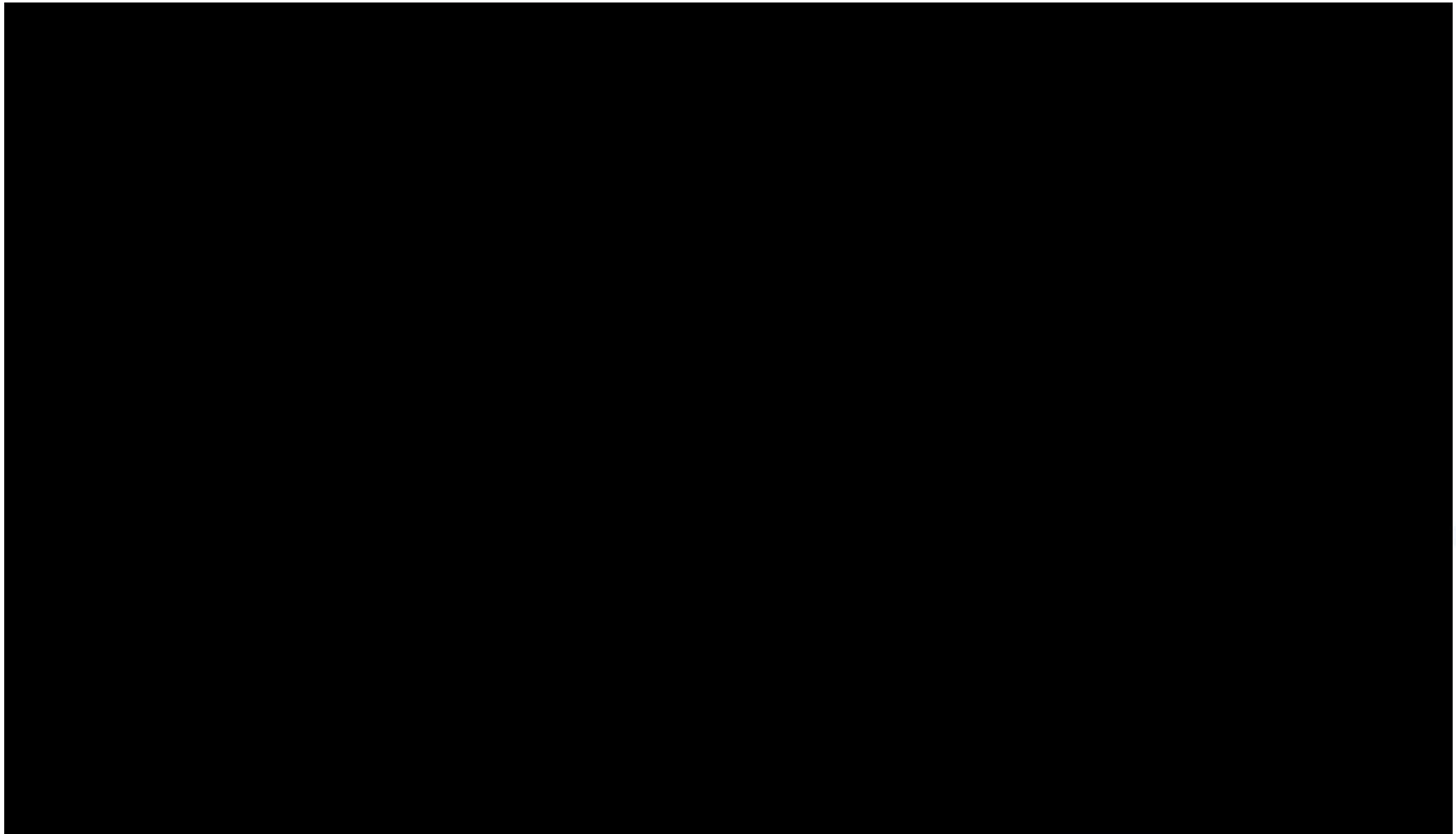
# Agenda



## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Allgemeines
- b) Stationärer Betrieb
- c) Netzurückwirkung
- d) Statische Netzstützung
- e) Wirkleistungsregelung
- f) Dynamische Netzstützung
- g) Schutzeinrichtungen
- h) Nachweisverfahren
- i) Zusammenfassung

# Dynamische Netzstützung EZE Typ 2



BDEW MSR 2008: Grenzkurve ging auf 0V runter, aber flacher und kürzer. Kein OVRT.

Entwurf (August 2016)

<b>E VDE-AR-N 4110</b>		<b>VDE</b>
Dies ist eine VDE-Anwendungsregel im Sinne von VDE 2022 unter gleichzeitiger Einhaltung des in der VDE-AR-N 100 beschriebenen Verfahrens. Sie ist nach der Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenverzeichnis aufgenommen und in der IEC-Bibliothek + Automation bekannt gegeben worden.		<b>FNN</b>
<p>Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.</p> <p>IOB 29.240.01 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Entwurf</span> Einsprüche bis (2017-xx-01)</p> <p><b>Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Mittelspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Mittelspannung)</b></p> <p>Technical requirements for the connection and operation of customer installations to the medium voltage network (TAR medium voltage)</p> <p>Exigences techniques pour la connexion et l'opération des installations des clients au réseau à moyenne tension (TAR moyenne tension)</p> <p><b>Anwendungswarnvermerk</b></p> <p>Dieser VDE-Anwendungsregel-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte VDE-Anwendungsregel von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.</p> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des VDE-Verlags unter <a href="http://www.entwurfsportal.normenbibliothek.de">www.entwurfsportal.normenbibliothek.de</a>, sofern dort wiedergegeben;</li> <li>– vorzugsweise als Datei per E-Mail an <a href="mailto:fnn-stellungnahme@vde.com">fnn-stellungnahme@vde.com</a> in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <a href="http://www.vde.com/fnn-stellungnahme">www.vde.com/fnn-stellungnahme</a> abgerufen werden</li> <li>– oder in Papierform an den VDE-Verband Der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., FNN, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin.</li> </ul> <p>Die Empfänger dieses Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 204 Seiten</p> <p style="text-align: center;">VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.</p>		

© VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.  
Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung  
des VDE-Präsidiums ist zulässig.  
Vertriebsdurch VDE VDE-Verlag, 10625 Berlin

Präsidium  
VDE-Verband

## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Allgemeines
- b) Netzurückwirkung
- c) Statische Netzstützung
- d) Wirkleistungsregelung
- e) Dynamische Netzstützung
- f) Schutzeinrichtungen
- g) Nachweisverfahren
- h) Zusammenfassung



	BDEW 2008		VDE-AR-N 4110	
Funktion - NAP	Kann bei Anschluss im MS-Netz entfallen, wenn keine dynamische Netzstützung gefordert wird		Anschluss MS und Sammelschiene	
Spannungssteigerung $U >>$	$1,15 U_C$	0,1 s	$1,20 U_{MS}$	0,3 s
Spannungssteigerung $U >$	$1,08 U_C$	60 s	$1,10 U_{MS}$	180 s
Spannungsrückgang $U <$	$0,80 U_C$	2,7 s	$0,80 U_N$	2,7 s
QU-Schutz $Q_{\rightarrow} \& U <$	$0,85 U_C$	0,5 s	$0,85 U_N$	0,5 s
Funktion – EZE	Anschluss Sammelschiene		Anschluss Sammelschiene	
Spannungssteigerung $U >>$	$1,20 U_C$	0,1 s	$1,25 U_{MS}$	0,1 s
Spannungsrückgang $U <$	$0,80 U_{NS}$	1,5-2,4 s	$0,80 U_{NS}$	1,5-2,4s
Spannungssteigerung $U <<$	$0,45 U_C$	0,3 s	$0,3 U_{MS}$	0,8 s
	Anschluss im MS-Netz		Anschluss im MS-Netz	
Spannungssteigerung $U >>$	$1,15 U_{NS}$	0,1s	$1,25 U_{NS}$	0,1 s
Spannungsrückgang $U <$	$0,80 U_{NS}$	1,0s	$0,80 U_{NS}$	1,0 s
Spannungsrückgang $U <<$	$0,45 U_{NS}$	0,3 s	$0,45 U_{NS}$	0,3 s

## BDEW 2008

- $\leq 47,5$  Hz Trennen vom Netz
- 47,5–51,5 Hz Trennen nicht erlaubt
- $\geq 51,5$  Hz Trennen vom Netz

## VDE-AR-N 4110

- $\leq 47,5$  Hz Trennen vom Netz
- 47,5–51,5 Hz Trennen nicht erlaubt
- 51,5–52,5 Hz Trennen zulässig
- 52,5 Hz Trennen vom Netz

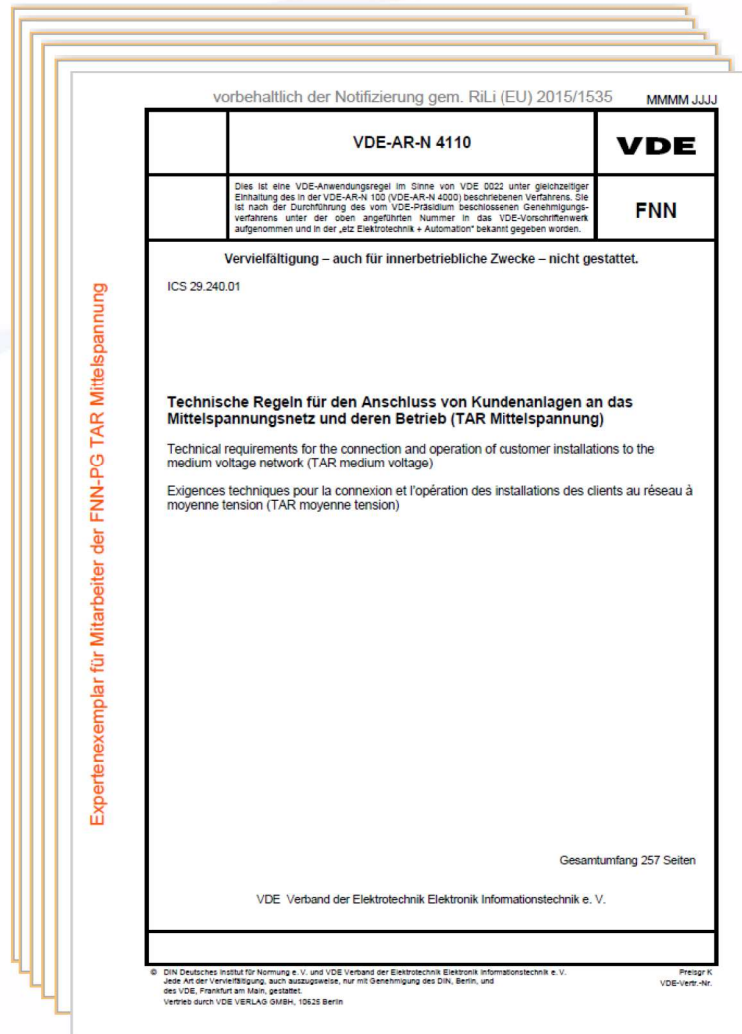
## Frequenzschutzeinrichtungen EZE

Frequenzrückgang	$f <$	47,5 Hz	0,1 s *
Frequenzsteigerung	$f >$	51,5 Hz	$\leq 5$ s **
Frequenzsteigerung	$f >>$	52,5 Hz	0,1 s *

\* besser: 5 Messwiederholungen

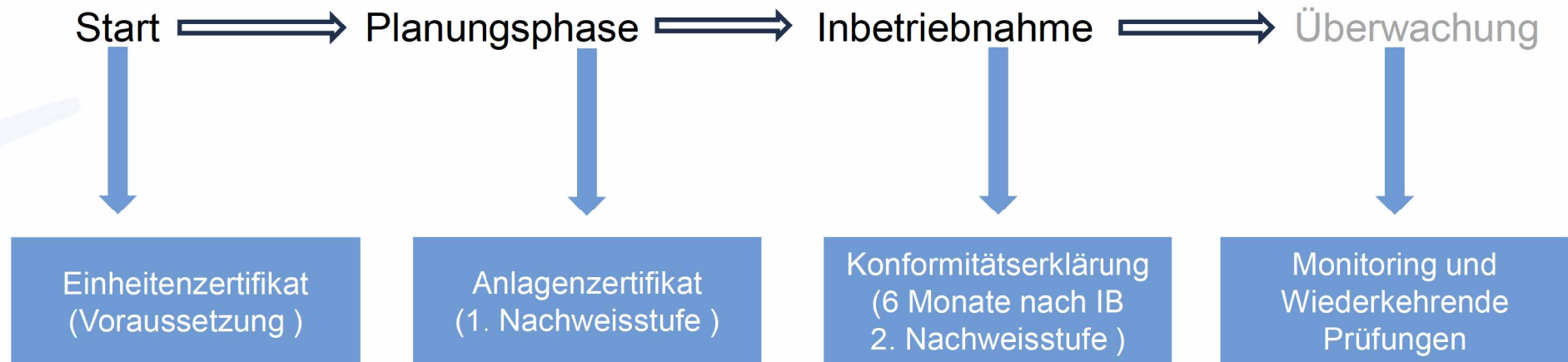
\*\* nach Vermögen der EZE

# Agenda

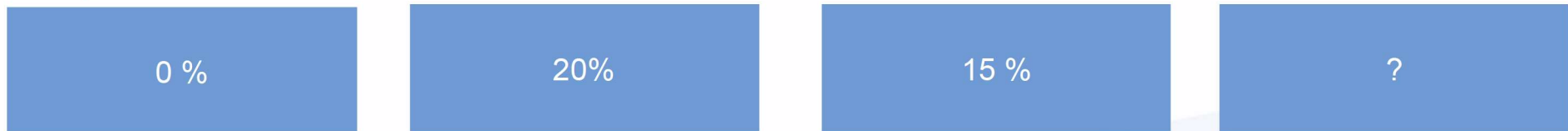


## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Hintergrund
- b) Allgemeines
- c) Stationärer Betrieb
- d) Netzurückwirkung
- e) Statische Netzstützung
- f) Wirkleistungsregelung
- g) Dynamische Netzstützung
- h) Schutzeinrichtungen
- i) Nachweisverfahren
- j) Zusammenfassung



Projekte, die ohne Nachbesserung bestanden hätten:





# EZA Modelle

- Der NB ist berechtigt, rechnerlauffähige validierte Simulationsmodelle der Erzeugungsanlage (EZA-Modell) vom Anlagenbetreiber zu verlangen.
  - Der NB gibt vor, in welchen Simulationsumgebung das Modell funktionieren muss.
  - Validierung erfolgt gegen das validierte Modell, welches im Anlagenzertifikat verwendet wird.
- können im Rahmen der Anlagenzertifizierung erstellt, validiert und an den Betreiber übergeben werden

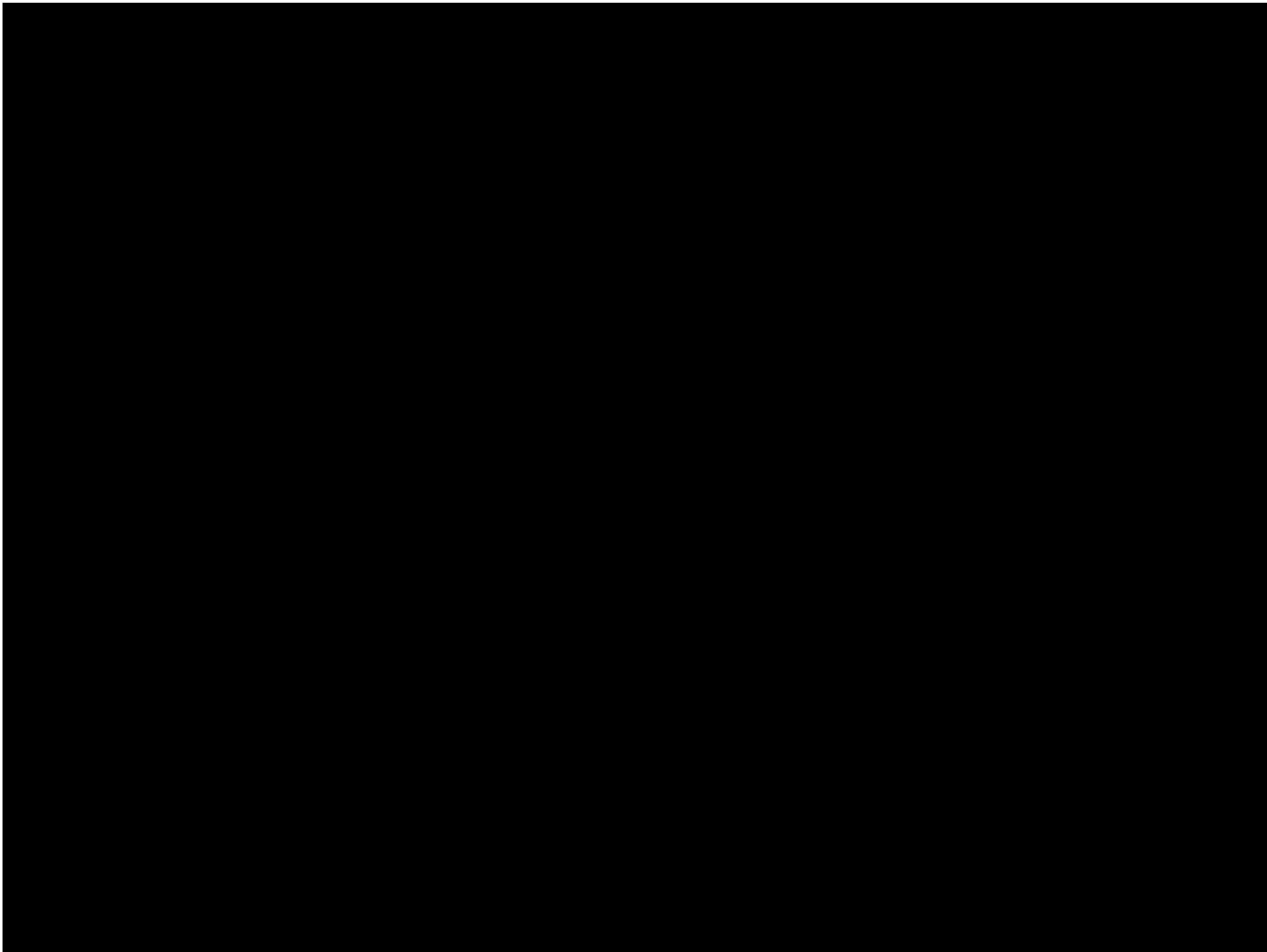


*Hintergrund: Es sollen Berechnung von Systemstudien mit einem relevanten Anteil von dezentralen EZA möglich sein*



# Alle DEA müssen nachweislich die Anforderungen einhalten

- **Anlagenzertifikate** (sowie **Einheitenzertifikate**) werden für alle EZA und Speicher mit Anschluss am Mittelspannungsnetz gefordert.
- **Komponentenzertifikate** mindestens für
  - EZA-Regler
  - aktive statische Kompensationseinrichtungen (FACTs, SVCs, Statcom)
  - Spannungsregler der Erzeugungseinheiten Typ 1
  - Schutzeinrichtungen (z.B. zwischengelagerter Entkuppungsschutz)



# EZA-Konformitätserklärung

## 1. Schritt → **Inbetriebsetzungsprotokoll**

Übergabestation inkl. Schutzprüfprotokoll

## 2. Schritt → IB EZA-Regler und Speicher IB- Protokolle inkl. Schutzprüfprotokolle und Funktionsprüfung des Reglers

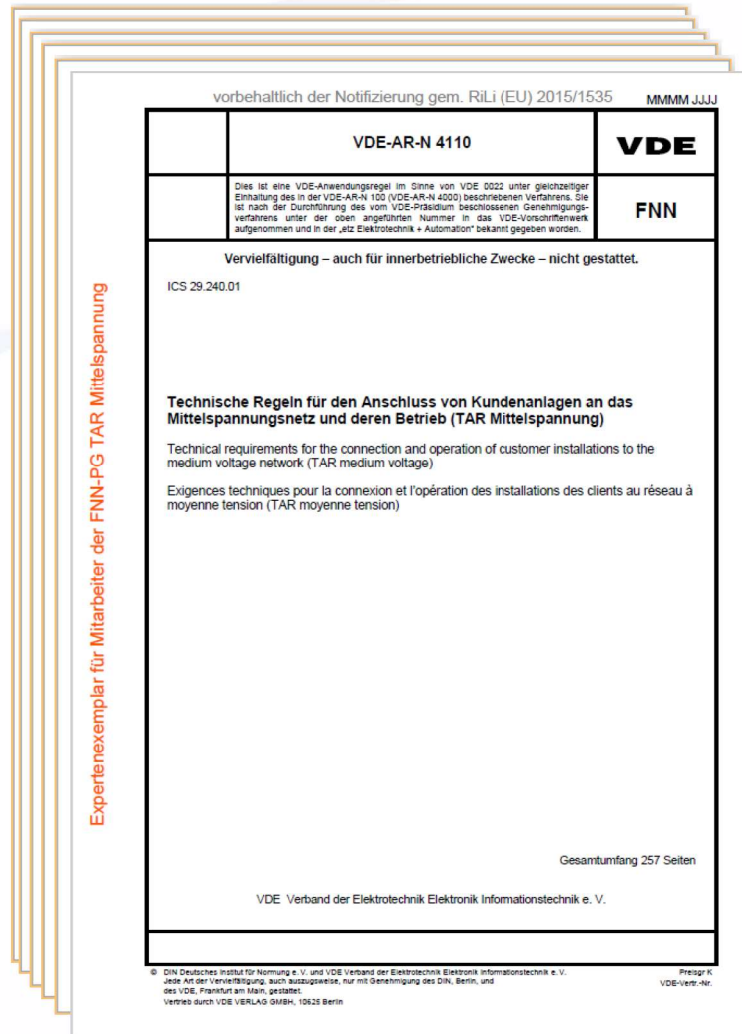
Betriebsmittel stimmen mit dem Anlagenzertifikat  
überein & Parameter sind gemäß  
Anlagenzertifikat eingestellt → Ausstellung KE

### Frist für Einreichung der KE beim Netzbetreiber:

- 6 Monate nach IB der gesamten Erzeugungsanlage, jedoch spätestens
- 12 Monate nach IB der ersten Erzeugungseinheit



# Agenda



## TAR Mittelspannung (Anforderungen MS)

- a) Hintergrund
- b) Allgemeines
- c) Stationärer Betrieb
- d) Netzurückwirkung
- e) Statische Netzstützung
- f) Wirkleistungsregelung
- g) Dynamische Netzstützung
- h) Schutzeinrichtungen
- i) Nachweisverfahren
- j) Zusammenfassung

# Zusammenfassung VDE-AR-N 4110

## Wichtigsten Neuerungen:

- Vereinfachte Anlagenzertifizierung im Bereich 135 kW bis 950 kW
- Einzelnachweisverfahren
- EZA Konformitätserklärung muss durch Zert. Stelle durchgeführt werden
- Blindleistungsbereich  $\cos(\phi) = 0,95$  bei  $P_{\text{inst}}$  bei  $P_n, Q / P_{\text{binst}} = 0,33$
- OVFR (Durchfahren von Spannungssprung nach oben)
- EZA Modelle auf Verlangen des Netzbetreibers notwendig
- Anforderungen und Nachweise für alle DEA notwendig (inkl. Speicher und Notstromaggregate)
- Voraussichtlich Einhaltung ab **27.04.2019**

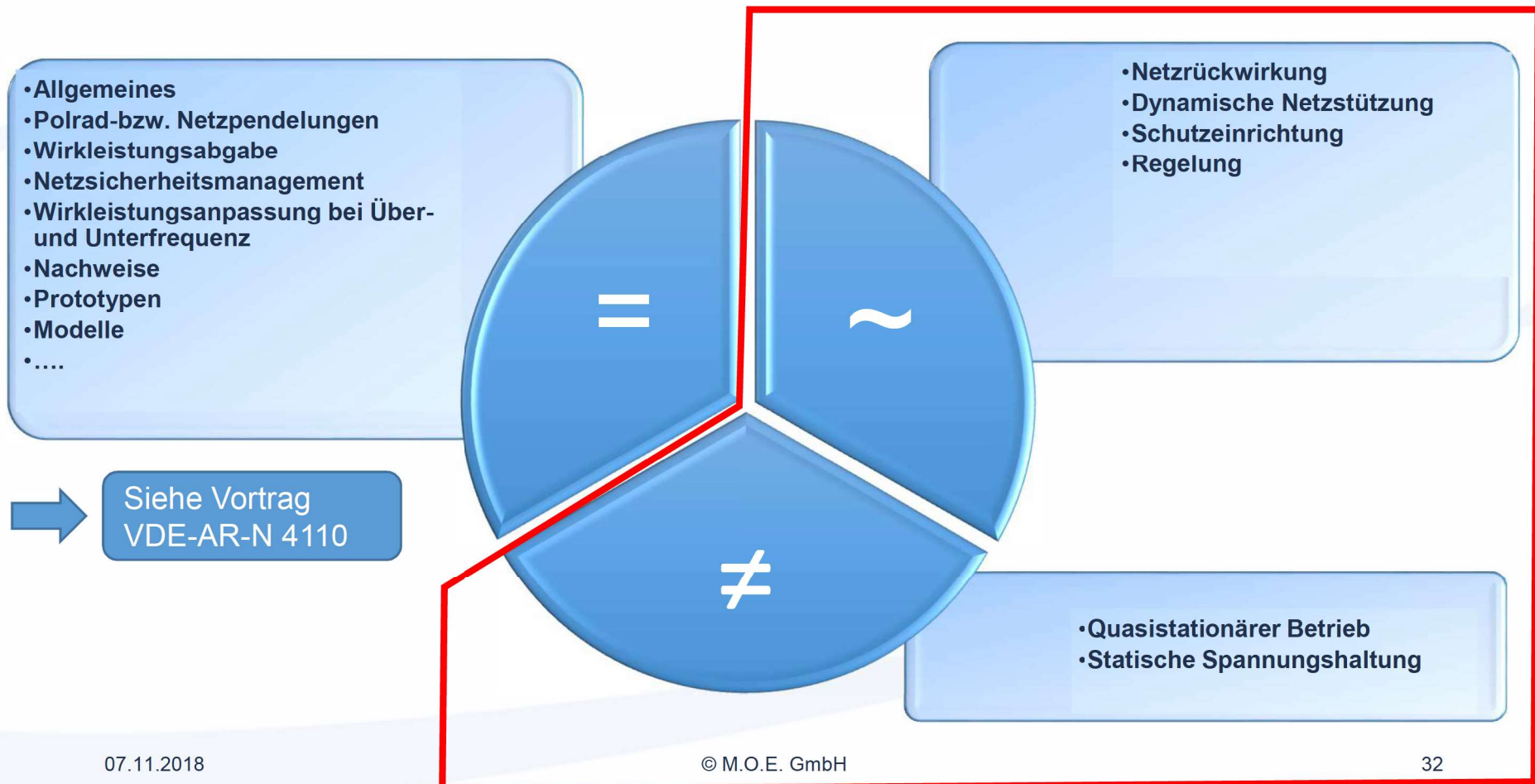


# Fragen?

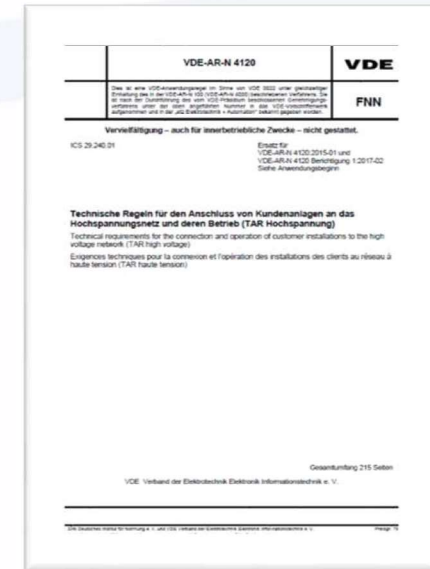


## Agenda

- Allgemeines
- Geänderte Anforderungen
- Zusammenfassung



- Auf 215 Seiten beschreibt die VDE-AR-N 4120 die Anforderung und das grundsätzliche Nachweisverfahren
- NC RfG konform
- umfasst Verbraucher, Erzeuger und Speicher sowie Ladeeinrichtungen für E-Fahrzeuge



## VDE-AR-N 4110

- 3.600 Kommentare für die TAR MS sind bearbeitet worden sowie 128 Einsprüche gegen die Kommentarbehandlung
- Anwendungsbereich >1 bis <60 kV (VDE 4110)
- Anlagen mit MS-Anschluss ab 135 kW
- BDEW MSR 2008 inkl. der 4. Ergänzung wird durch die VDE-AR-N 4110 abgelöst

## VDE-AR-N 4120

- 1.700 Kommentare für die TAR HS sind bearbeitet worden sowie 50 Einsprüche gegen die Kommentarbehandlung
- Anwendungsbereich  $\geq 60$  bis < 150 kV (VDE 4120)
- VDE-AR-N 4120:2015 wird abgelöst

# Betriebserlaubnisverfahren

- Netzbetreiber müssen eine Betriebserlaubnis für jede Erzeugungsanlage ausstellen (Titel III – NC RfG „Betriebserlaubnisverfahren für den Anschluss“)

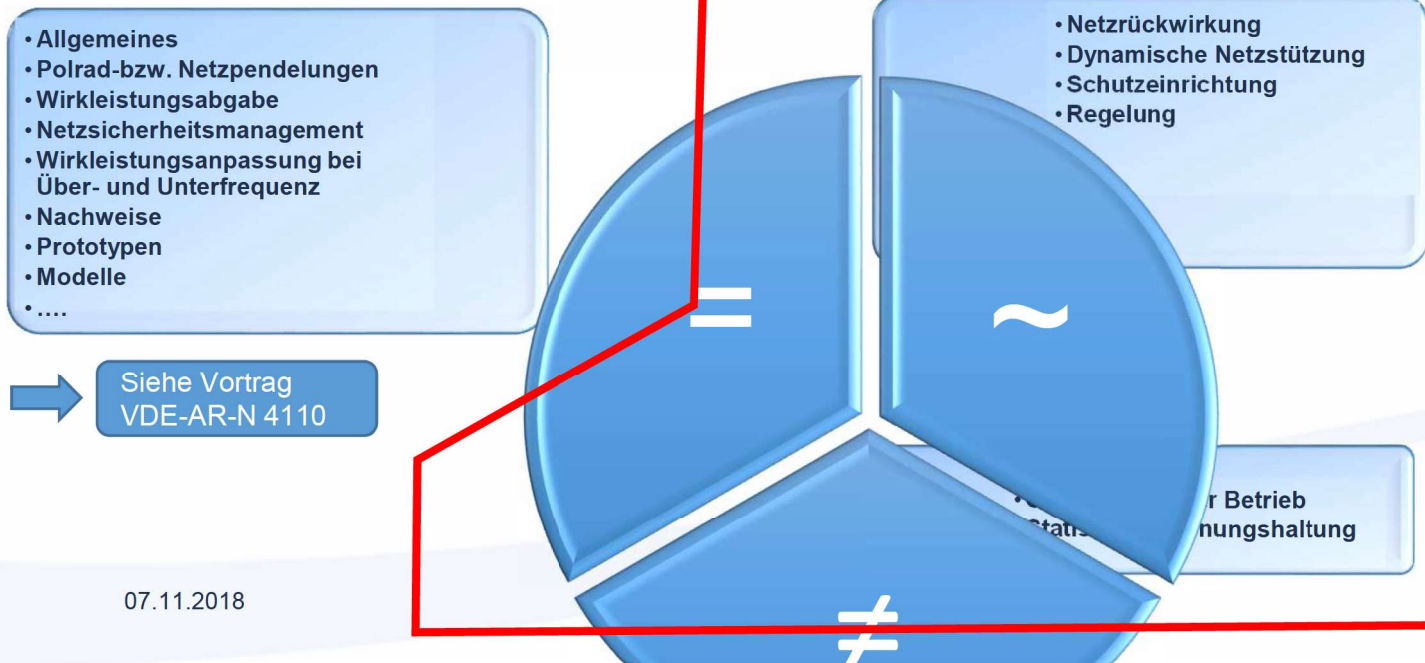
Art	Mittelspannung	Hochspannung	Grundlage
Erlaubnis zur Zuschaltung (EZZ)	( ✓ )	✓	Abschluss Vorarbeiten – wenn alle Vereinbarungen (Schutz und Regelung eingehalten)
Vorrübergehende Betriebserlaubnis (VBE)	( ✓ )	✓	Anlagenzertifikat
Endgültige Betriebserlaubnis (EBE)	✓	✓	Konformitätserklärung
Beschränkte Betriebserlaubnis	( ✓ )	✓	Verlust von Fähigkeiten / Ausfall von Betriebsmitteln



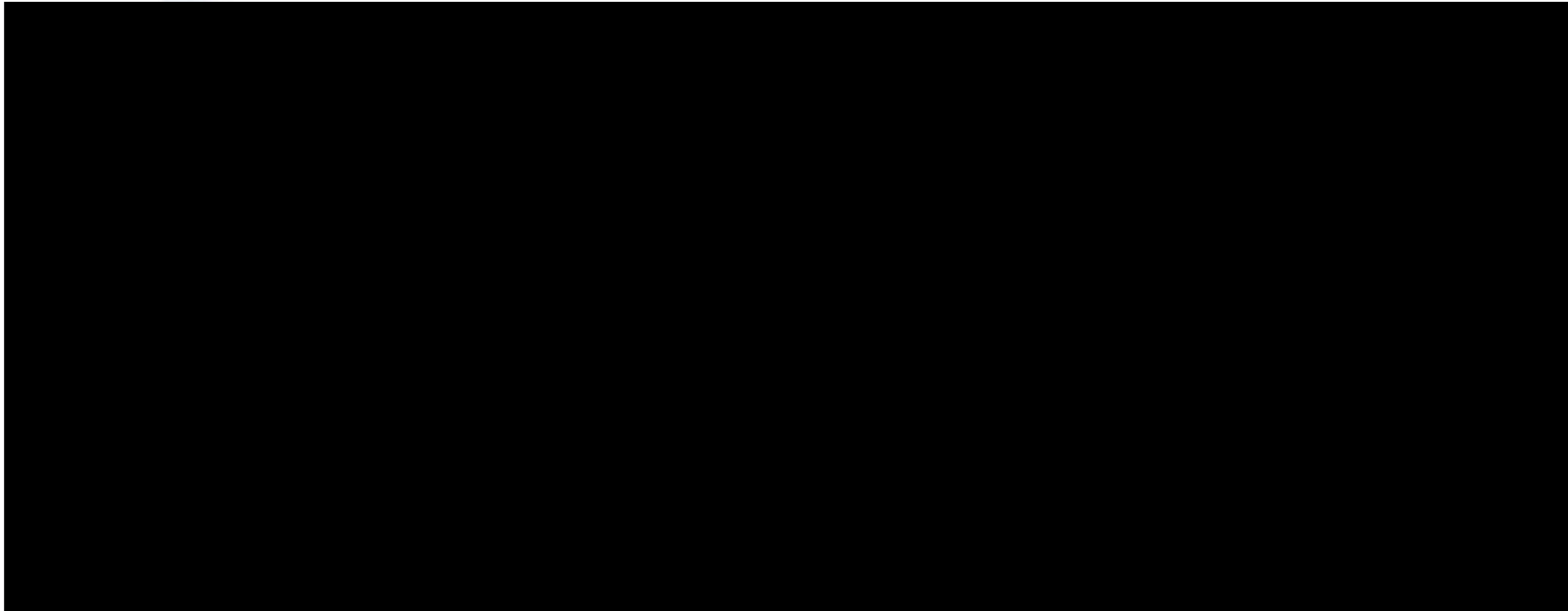
# Agenda

## TAR Hochspannung

- a) Allgemeines
- b) Geänderte Anforderungen
- c) Zusammenfassung

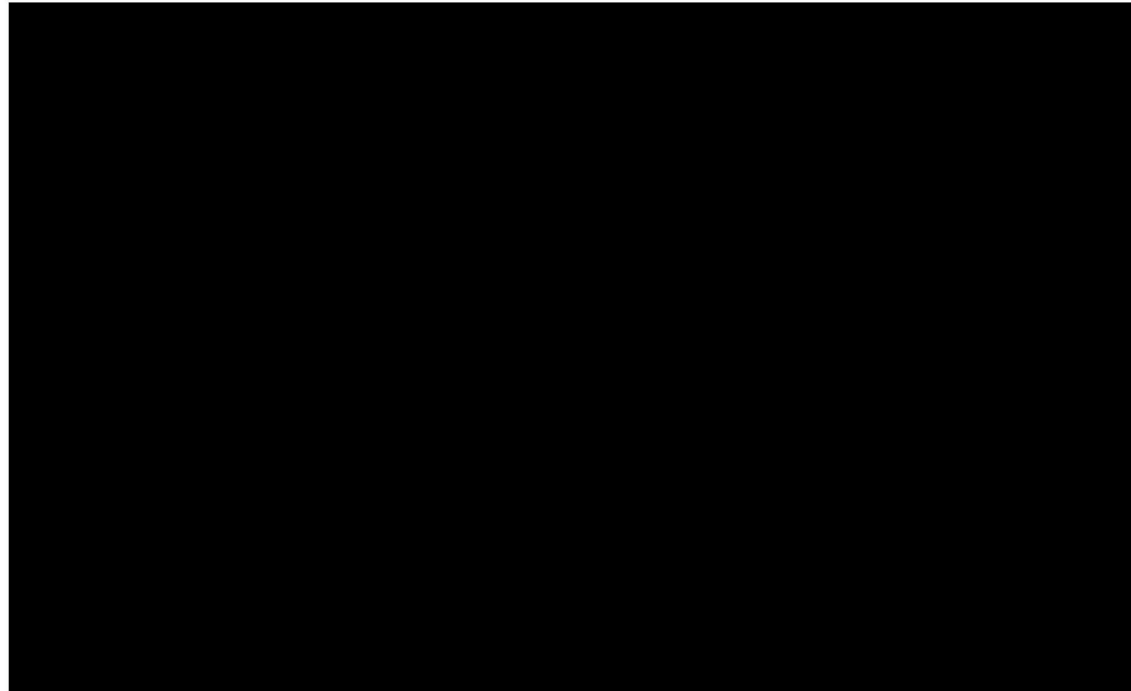






- Quasistationärer Betrieb ist definiert durch einen Spannungsgradienten von  $< 5 \% U_n/\text{min}$  und einen Frequenzgradienten von  $< 0,5 \% f_n/\text{min}$
- Der Nachweis für die EZE kann durch Herstellererklärungen erbracht werden
- Diskrepanz zwischen Bemessungsspannung für Betriebsmittel (123 kV)
- Trafoimpedanz (in Mittelstellung) darf 40 Ohm nicht unterschreiten, ausnahmen können vom Netzbetreiber zugelassen werden (bei Parallelschaltung zählt die resultierende Impedanz)

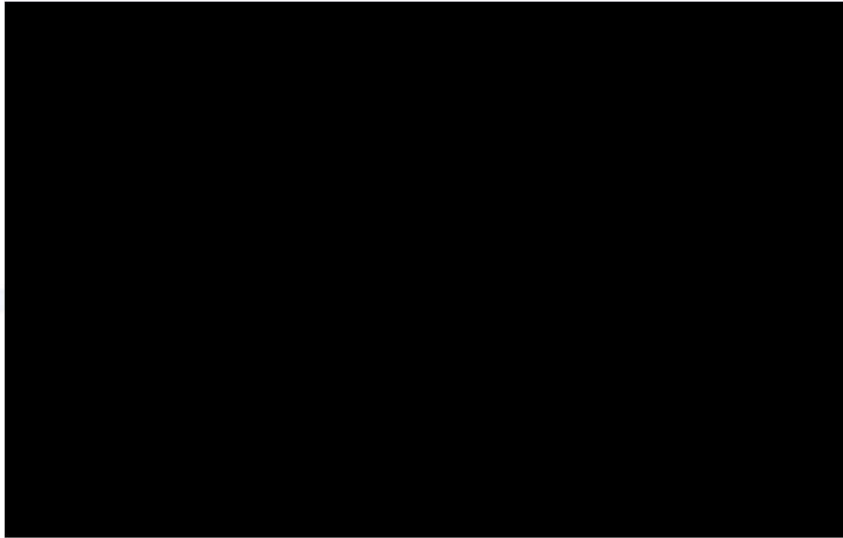
# Statische Spannungshaltung – Teillastbereich (Version 2018)



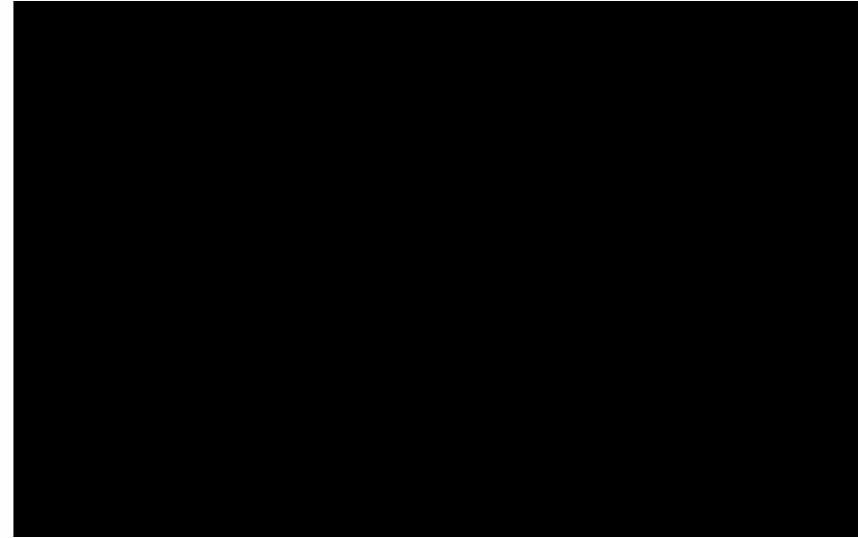
- Im Bereich kleiner 10%  $P_{\text{mom}}$ , max. 5% des Betrages von  $P_{\text{AV}}$  allerdings nur untererregt / Übererregter Betrieb generell unzulässig
- Bei Schalten von Kompensationsanlagen maximale Spannungsänderung am NAP von 0,5%  $U_n$

# Dynamische Netzstützung

EZE Typ 1



EZE Typ 2



- Obere FRT Kurve länger als in der Mittelspannung (statt 5 s 60 s) und höher (statt 1,25 bis zu 1,3  $U_{NAP}/U_n$ )
- Keine eingeschränkte dynamische Netzstützung

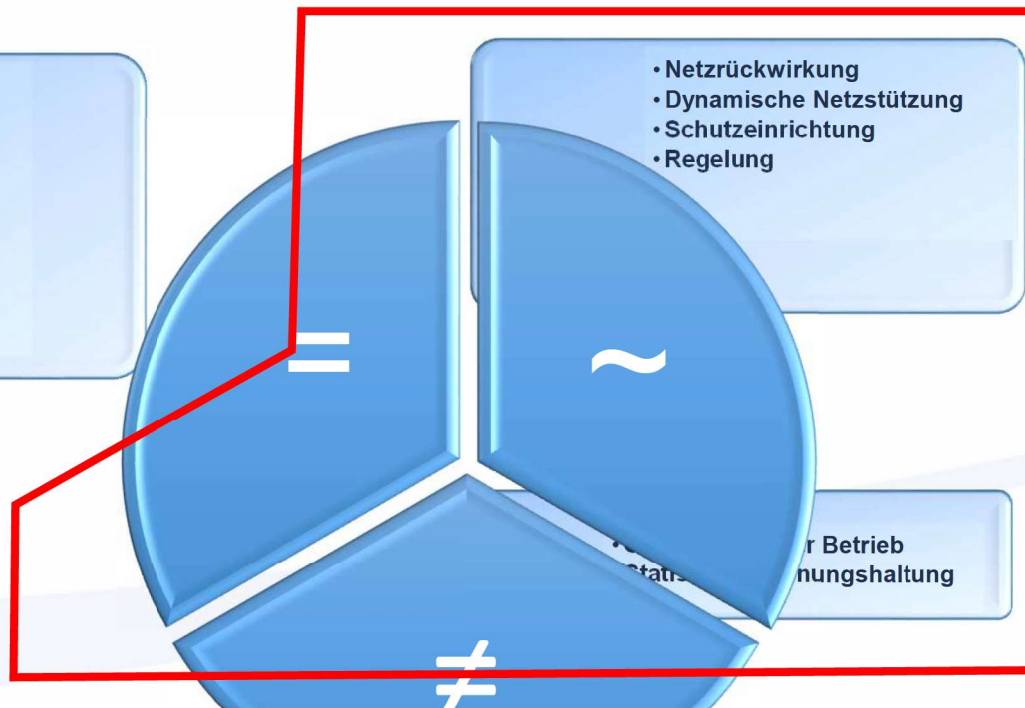
# Agenda

## TAR Hochspannung

- a) Allgemeines
- b) Geänderte Anforderungen
- c) Zusammenfassung

- Allgemeines
- Polrad-bzw. Netzpendelungen
- Wirkleistungsabgabe
- Netzsicherheitsmanagement
- Wirkleistungsanpassung bei Über- und Unterfrequenz
- Nachweise
- Prototypen
- Modelle
- ....

→ Siehe Vortrag  
VDE-AR-N 4110



# Das wichtigste im Überblick VDE-AR-N 4120 2018

- Kleiner 10%  $P_{\text{mom}}$  max. 5%  $P_{\text{AV}}$  als Blindleistung zulässig (**Achtung:** zukünftig nur untererregt)
- Leistungsschalter am NAP muss bei Ausfall der USV auslösen
- Q-U Schutz nur noch am NAP gefordert
- Störschreiber am NAP notwendig



# Fragen?





# **M.O.E.**

**MOELLER OPERATING ENGINEERING**

M.O.E. (Moeller Operating Engineering GmbH)

Fraunhoferstraße 3, 25524 Itzehoe, Germany

Tel. 04821/40 636 – 0

[info@moe-service.com](mailto:info@moe-service.com)