



# "Network Codes (EU)" – Technische Anforderungen

Michael Voß

**M.O.E.**  
MOELLER OPERATING ENGINEERING

# Agenda



- **Motivation**
- Bisherige Schritte
- Überblick – NC-RfG
- Technische Anforderungen
- Implementation Guidance Documents
- Nachweisführung – NC-RfG
- Fragen

# Motivation



- 10.01.2007: „An energy policy for Europe“
  - Ruf nach „Europäischer Energie-Richtlinie“
    - Kampf gegen Klimawandel
    - Mehr Unabhängigkeit von Kohle- und Gasimporten
    - Sicherung des Wirtschaftswachstums
- 2007-2009: „Third Energy Package“
- 13.07.2009: „Regulation (EC) N°714/2009“
  - „Agency for the Cooperation of Energy Regulators“ (ACER) soll „Framework Guidelines“ (FWGL) entwickeln
  - „European Network of Transmission System Operators for Electricity“ (ENTSO-E) soll Network Code auf Basis der FWGL entwickeln

# Motivation

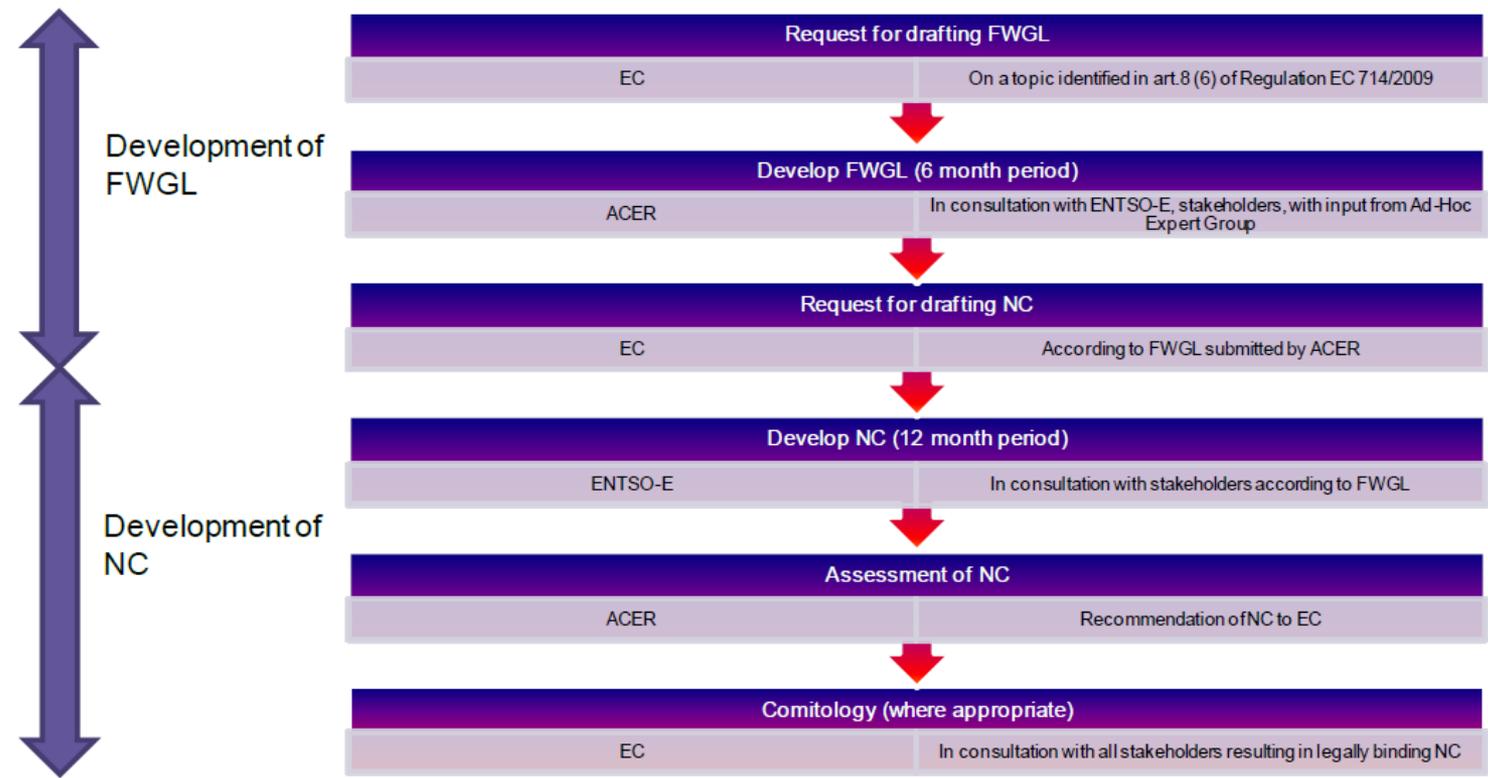
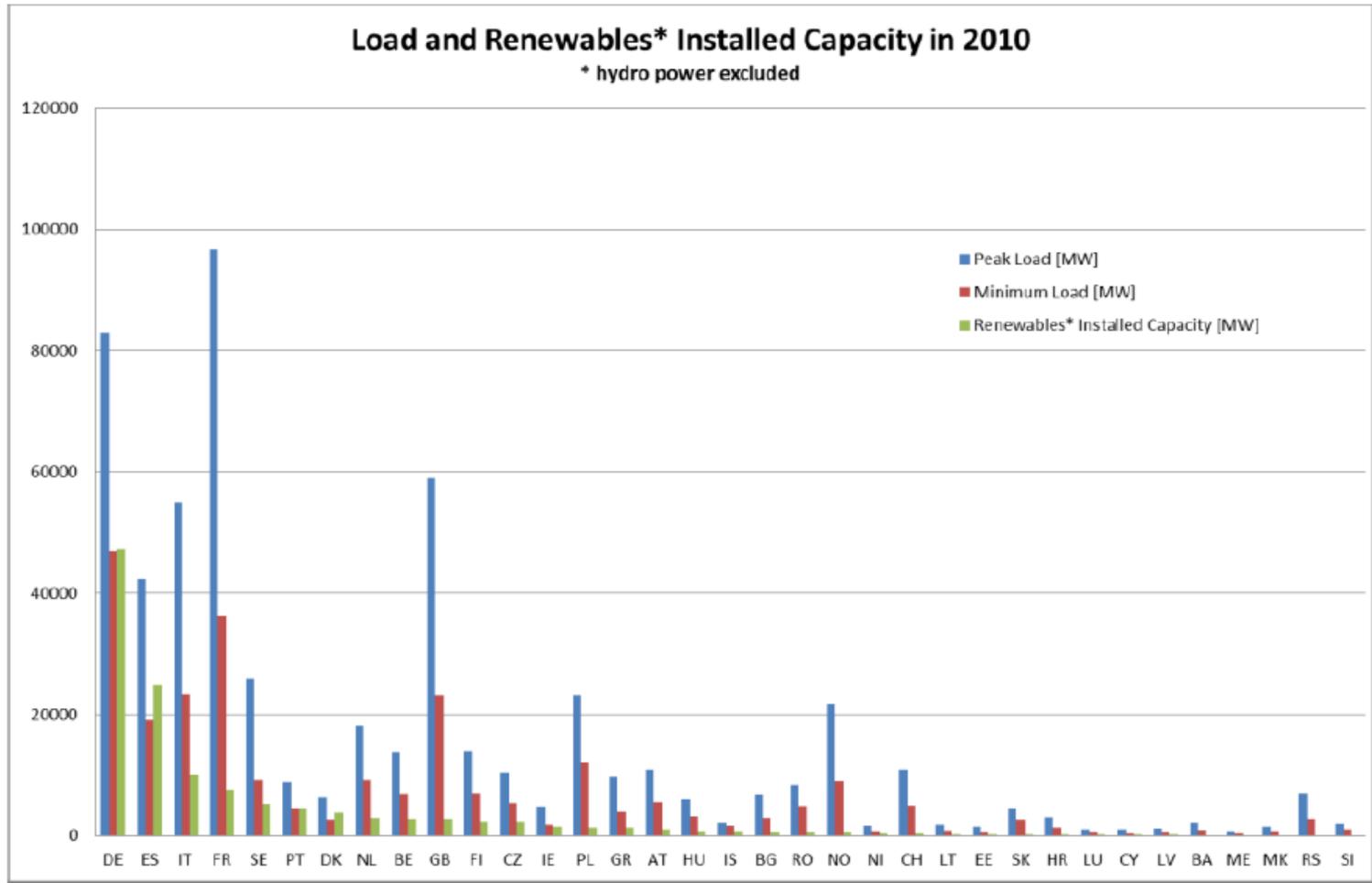


Figure 1: Framework guideline (FWGL) and network code (NC) development process

# Motivation

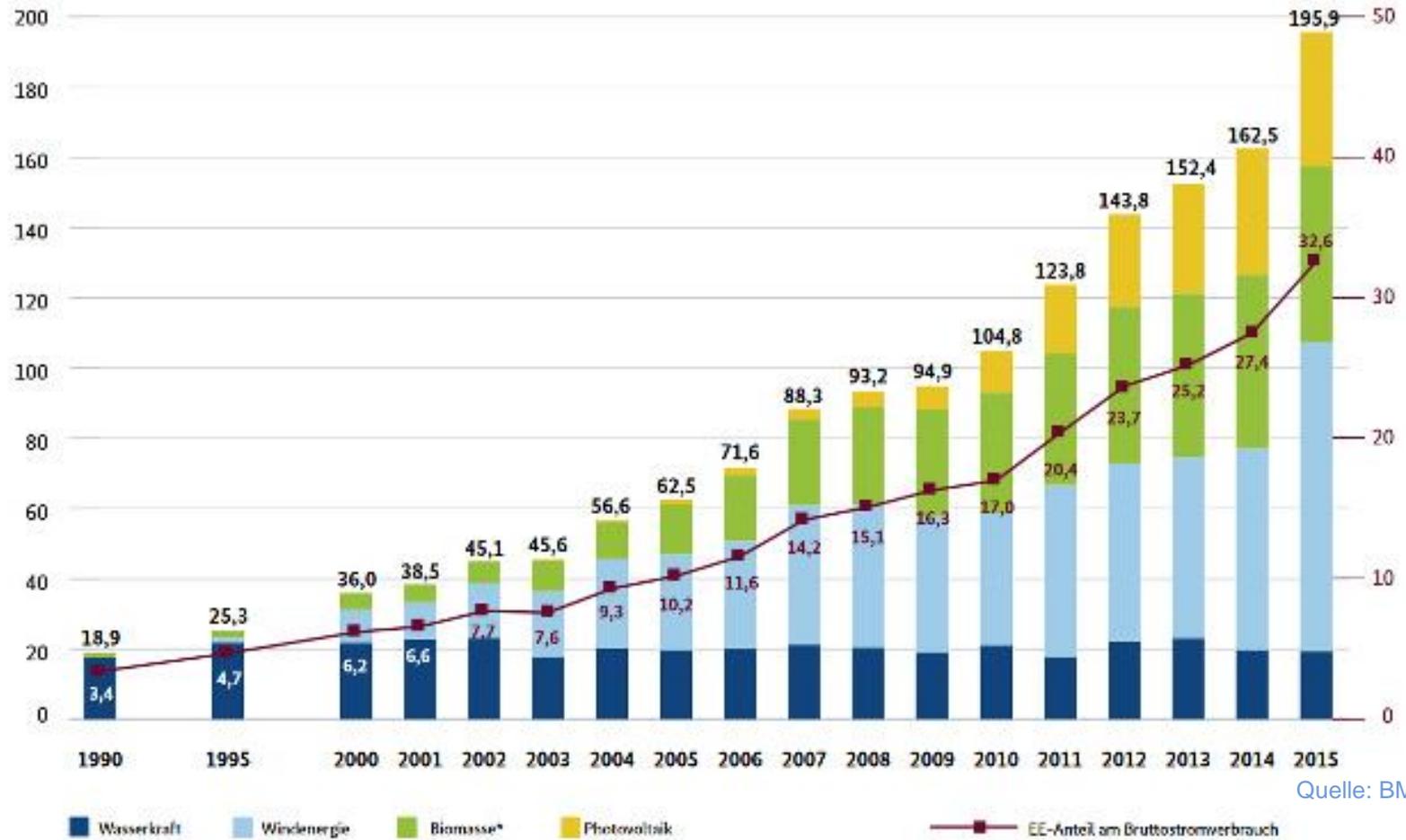
- Es sollen „klare und objektive Anforderungen für den Netzanschluss von Generatoren geschaffen werden, um
  - zu nicht-diskriminierendem, effektivem Wettbewerb und
  - dem Funktionieren des EU-internen Energiemarktes beizutragen sowie
  - die Funktion des europäischen Stromnetzes zu gewährleisten“
- Anteil an Erneuerbaren erhöhen und damit die Klimaziele der EU erreichen (ein stabiles Netz ist für den Anschluss Erneuerbarer unerlässlich)
- Code soll grenzübergreifende Probleme lösen

# Motivation



**PEAK LOAD AND MINIMUM LOAD VERSUS INSTALLED RES GENERATION IN 2010**

# Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland



Quelle: BMWi

# Anteil an Erzeugung zu jedem Zeitpunkt für Netz wichtig

## News

### Erneuerbaren-Rekord im Mai?

von Peter Vollmer >

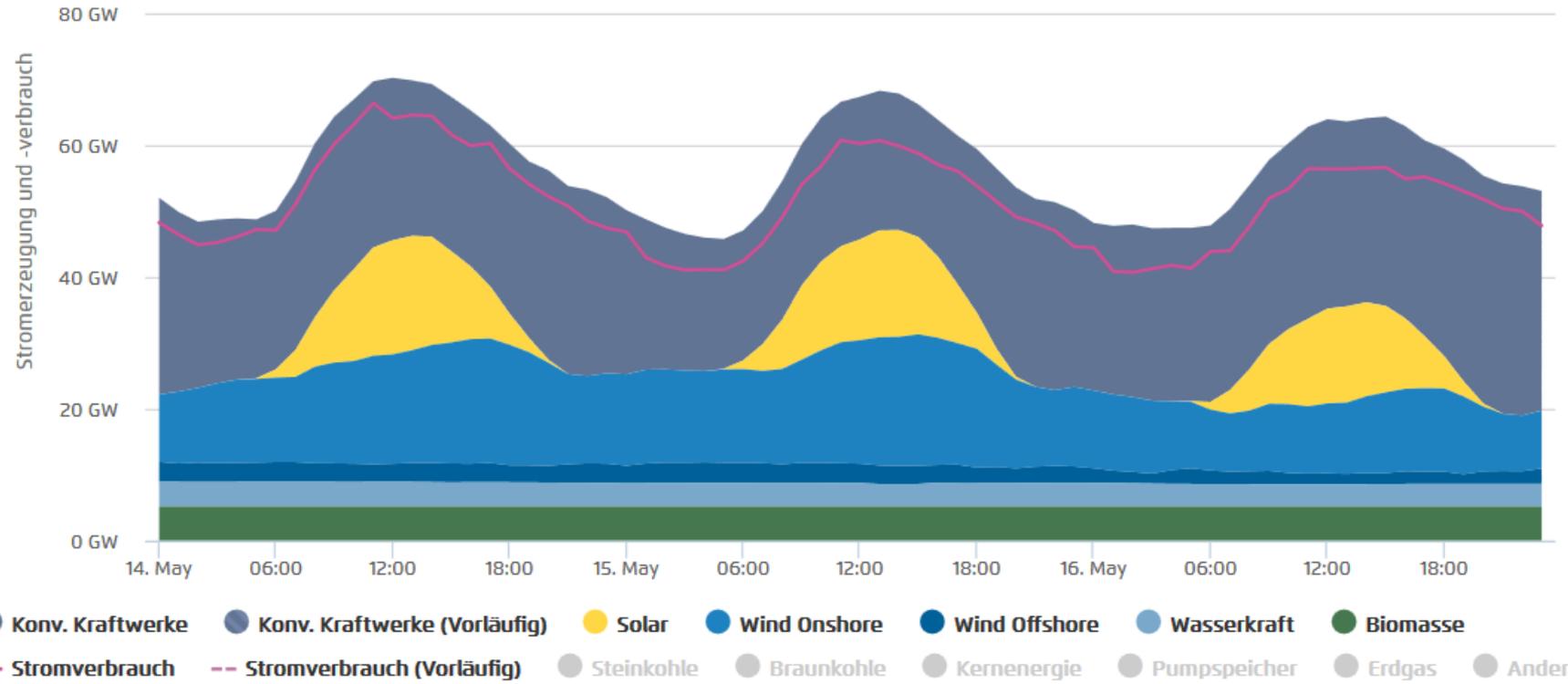
**Deutschland hat über Pfingsten seinen Strom zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien beziehen können.**

Noch kein Grund zum Jubeln, aber dennoch eine spannende Zahl: Am Pfingstsonntag hat Deutschland für kurze Zeit erstmals 100 Prozent\* seines Strombedarfs aus erneuerbaren Energien gewinnen können.

So sieht es zumindest derzeit aus - die Zahlen des Thinktanks Agora Energiewende können sich noch ändern, denn nicht alle Daten werden in Echtzeit erhoben. So geschah am vergangenen Wochenende, wo es zunächst nach einem Erneuerbaren-Anteil von 95 Prozent aussah, die Zahl dann aber auf 88 Prozent korrigiert wurde.

Quelle: Wirtschaftswoche, Artikel vom 16.05.2016

# Erhöhter Verbrauch verhindert Rekord an Pfingsten



Quelle: Agora Energiewende, 02.09.2016

# Motivation

## 4<sup>th</sup> November 2006 – UCTE system split

- GWs of wind generation tripped at 49.5Hz
- Resulting frequency drop initiated automatic demand disconnection at first stage of low-frequency demand disconnection
- System restoration was difficult in the over-frequency island due to automatic reconnection of dispersed generation
- **Illustrates the need for wider frequency ranges and reduction of power at high frequencies**

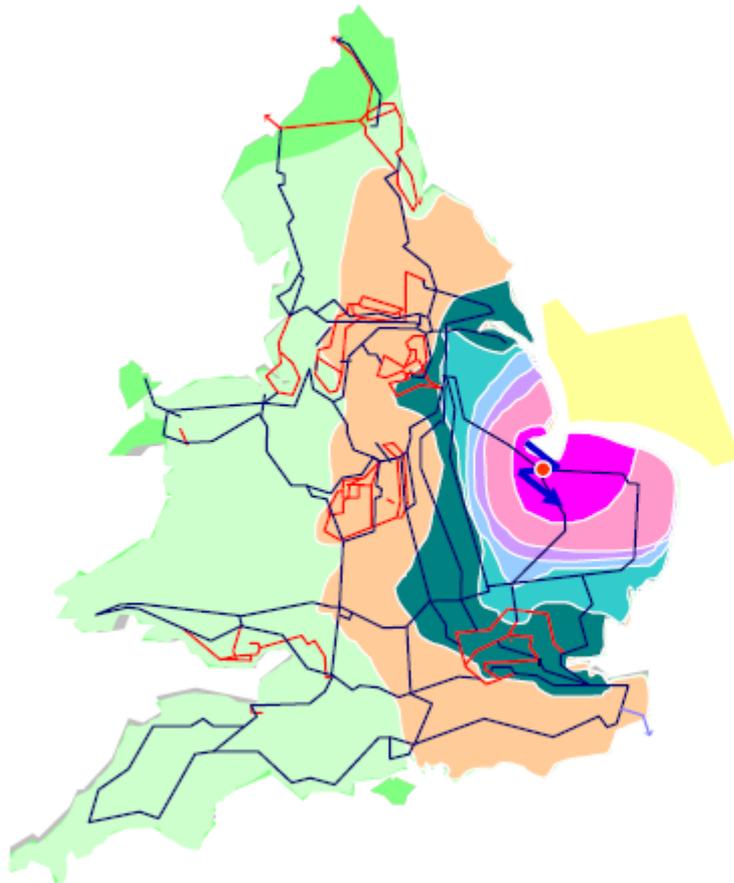
## 27<sup>th</sup> May 2008 – GB near system collapse

- Frequency dropped to 49.2Hz after tripping of two large generators
- In addition, unexpected disconnection of dispersed generation
- First stage of low-frequency demand disconnection was initiated
- **Illustrates the need for wider frequency ranges and increased compliance testing for all generation**

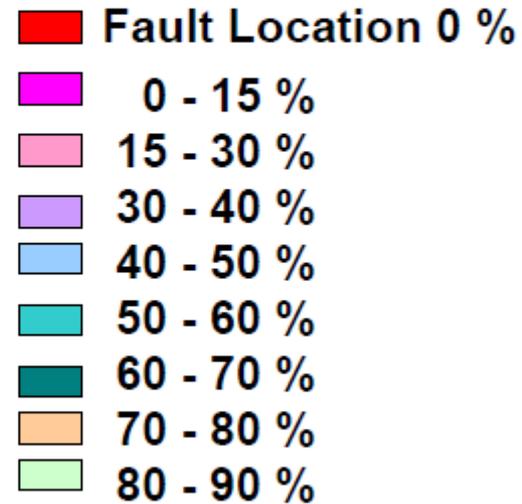
## 28<sup>th</sup> September 2003 – Italian black-out

- Islanding situation triggered demand connection to restore load balance
- several generators tripped subsequently due to insufficient voltage management capabilities
- complete black-out due to spreading voltage collapse
- **Illustrates the need for requirements for maintaining voltage stability**

# Motivation



**3 phase fault applied at  
Walpole 400 kV substation**



**Legend:** The retained voltage in relation to the pre-fault voltage on Transmission Level

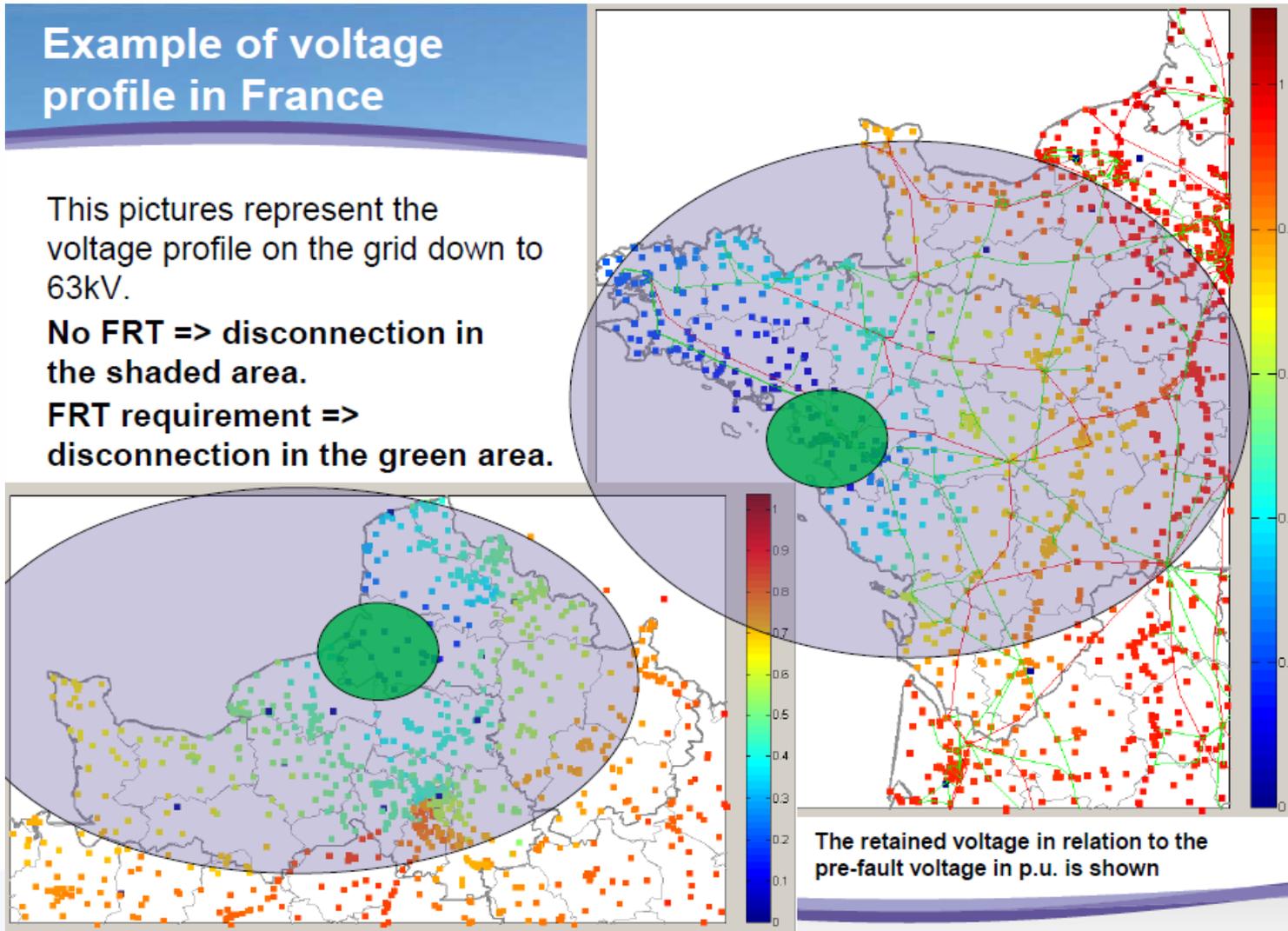
# Motivation

## Example of voltage profile in France

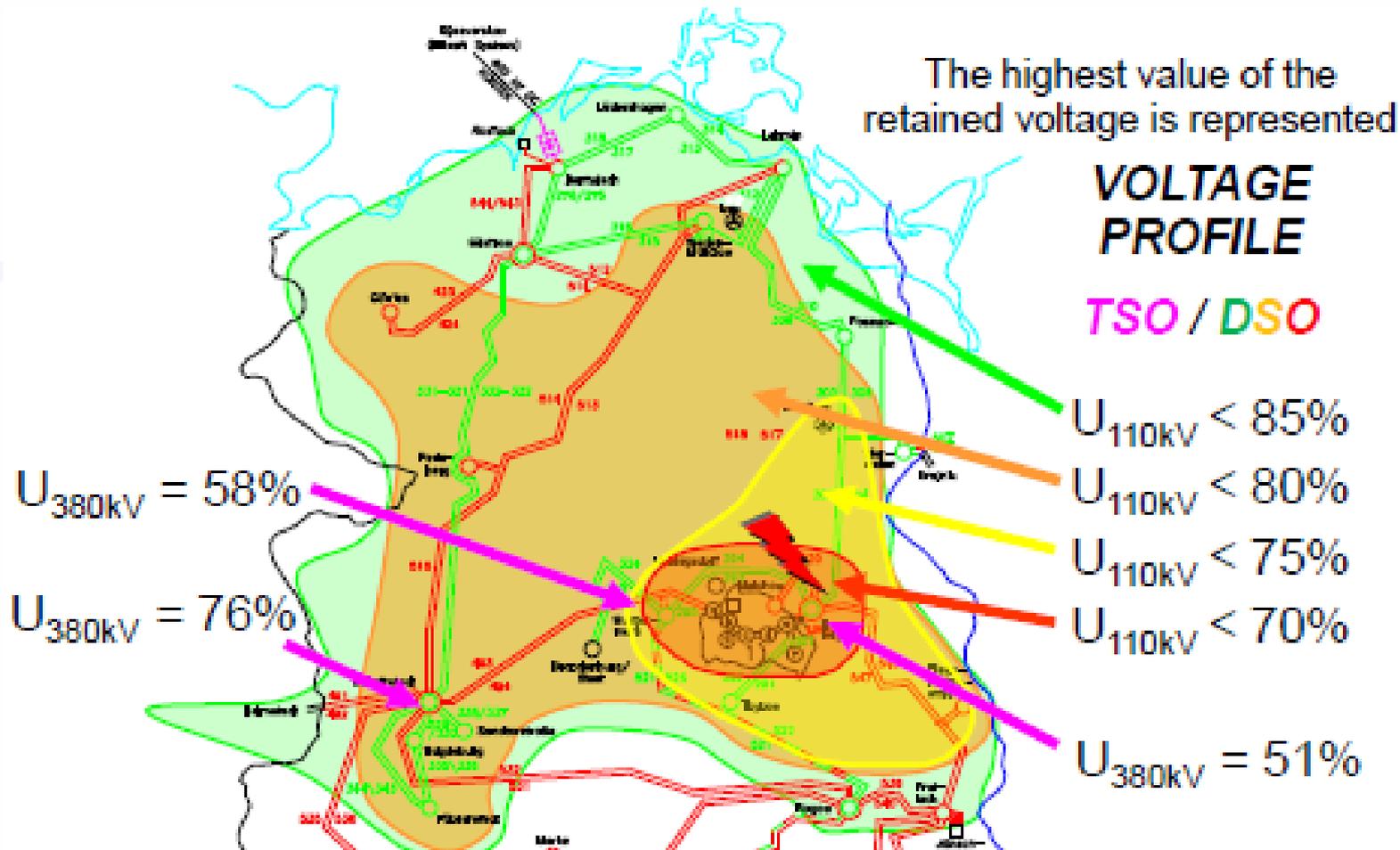
This pictures represent the voltage profile on the grid down to 63kV.

**No FRT => disconnection in the shaded area.**

**FRT requirement => disconnection in the green area.**



# Motivation



# Motivation

Anforderungen an zukunftsfähige Netze (vor allem zur Einbindung Erneuerbarer Energien)

- Frequenzstabilität
- Spannungsstabilität
- Fault Ride Through
- Fernsteuerbarkeit

# Zukünftige Herausforderungen für Systemdienstleistungen

## Frequenzhaltung

- Momentanreserve
- Regelleistung

## Spannungshaltung

- Blindleistung
- Kurzschlussleistung

## Betriebsführung

- Engpass- & Einspeisemanagement
- Steigender Abstimmungsbedarf VNB/ÜNB

## Versorgungswieder- aufbau

- Zentrale schwarzstartfähige Kraftwerke
- Gezielte Steuerung von EE-Anlagen

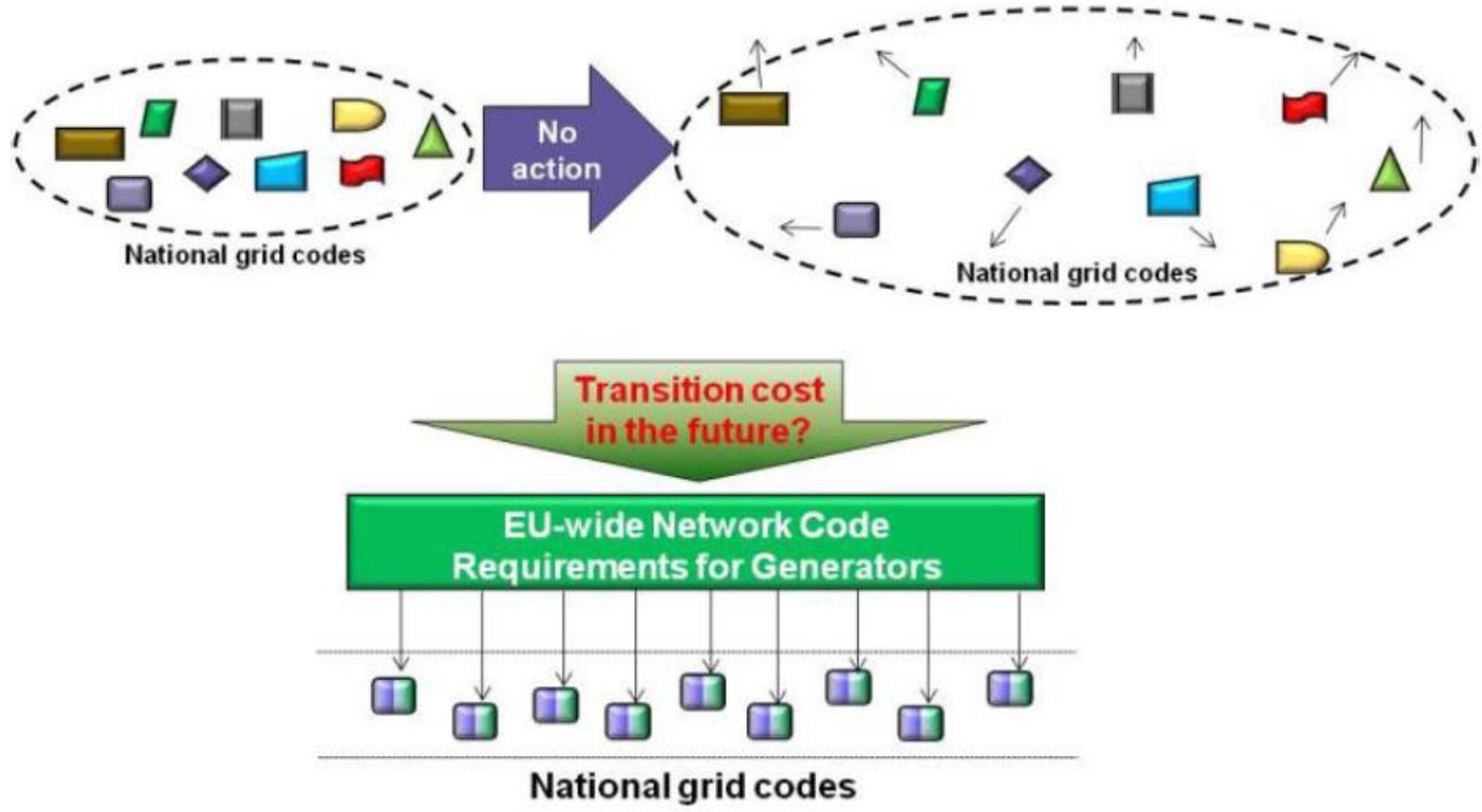
Quelle: DENA

# Motivation

Netze und Erzeugungsanlagen müssen **beide** zukunftsfähig sein und gut zusammenspielen

- stärkere Frequenzschwankungen
- erschwerte Planbarkeit durch Erneuerbare
- Transport von Leistungen (Q-Bedarf)
- viele Erneuerbare in MS-Netzen
- auch Hoffnung bei Herstellern auf Vorteil von einheitlichen Anforderungen

# Motivation



# Agenda



- Motivation
- **Bisherige Schritte**
- Überblick - NC RfG
- Technische Anforderungen
- Implementation Guidance Documents
- Nachweisführung – NC-RfG
- Fragen

# Bisherige Schritte

- 20.07.2011: EC hat FWGL von ACER erhalten
- 29.07.2011: EC beauftragt ENTSO-E bis zum 31.03.2012 NC RfG fertig zu stellen (auf der Basis eines bereits entworfenen „Pilot Codes“)
- 20.12.2011: Abgabefrist auf 30.06.2012 verlängert (und später nochmals um 2 Wochen)
- 24.01.2012: Erster Entwurf veröffentlicht
- 20.03.2012: Frist für Abgabe öffentlicher Kommentare (6052 Kommentare eingereicht)
- während der gesamten Phase: diverse Meetings und Workshops

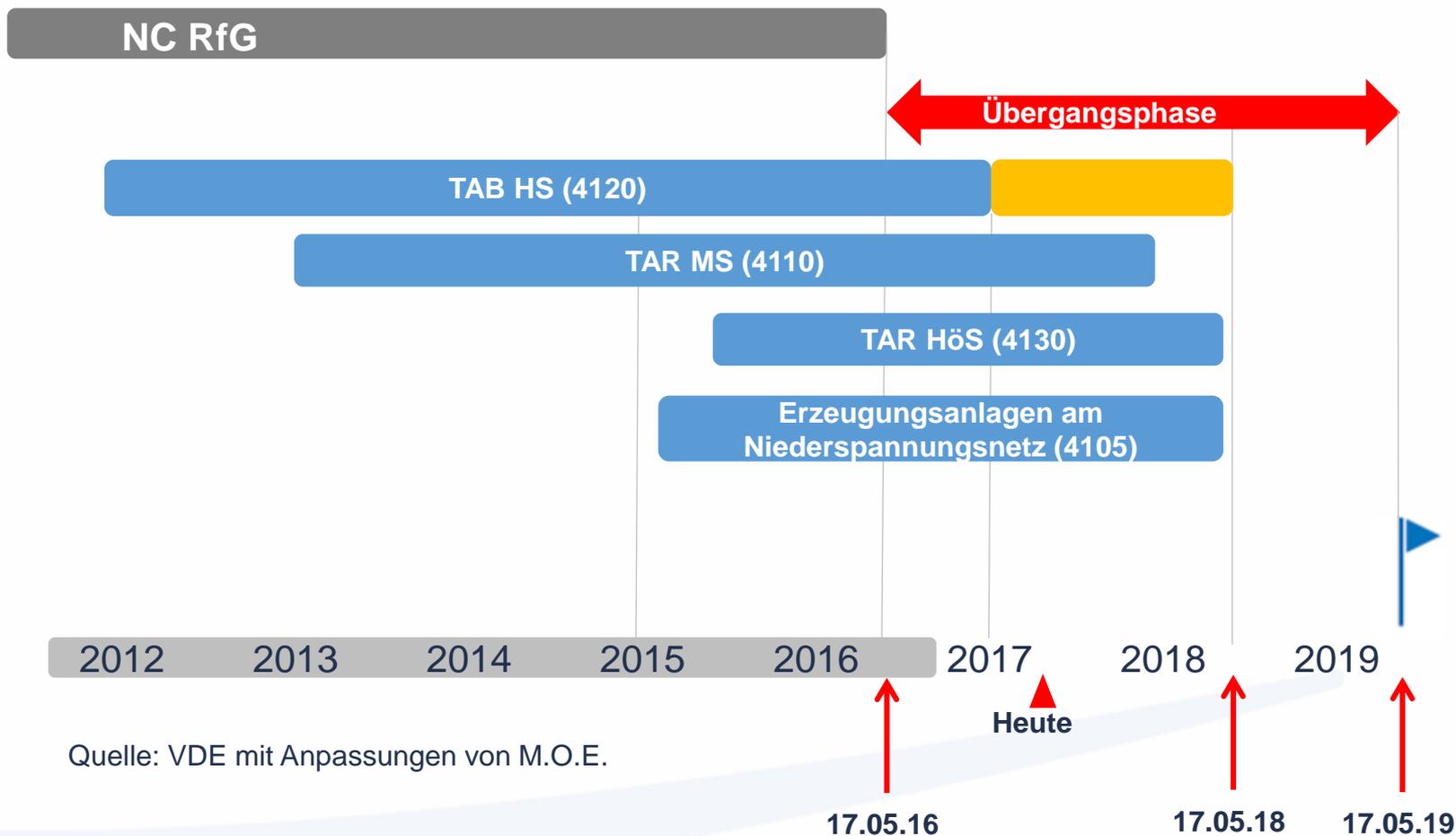
# Bisherige Schritte

- 14.07.2012: Finale Version von ENTSO-E an ACER geliefert
- 13.10.2012: Antwort von ACER mit 4 „Kritikpunkten“
- 08.03.2013: Antwort von ENTSO-E an ACER und Anpassung des NC RfG
- Prüfung durch ACER erfolgreich und Übergabe in das Komitologie-Verfahren der EU
- 16.10.2013: NC RfG Implementation Guidelines von ENTSO-E erstellt

# Bisherige Schritte

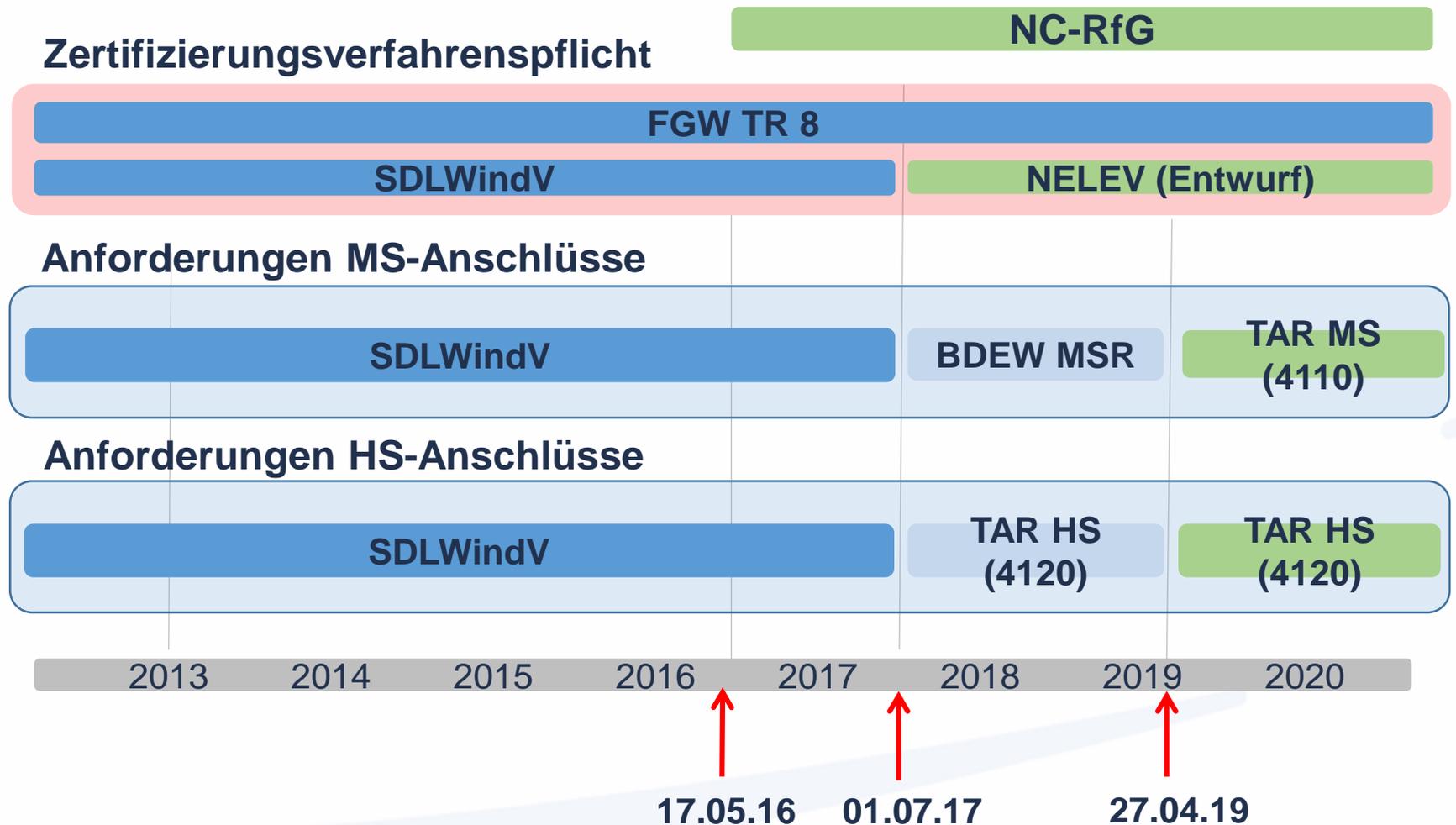
- 26.06.2015: Annahme des NC RfG durch die Mitgliedsstaaten der EU im Rahmen des Komitologie-Verfahrens
- 27.04.2016: Prüfung durch das Europäische Parlament und die Europäische Kommission abgeschlossen und Veröffentlichung im Amtsblatt der EU
- 17.05.2016: NC RfG in Kraft
- Seit 2015: Arbeit an „ENTSO-E Connection Codes Implementation Guidance Documents“
- 13.09.2016: Workshop zu den IGDs
- Q4/2016: Überarbeitung der IGDs für DCC und HVDC

# Anwendung des NC RfG in Deutschland



Quelle: VDE mit Anpassungen von M.O.E.

# Übersicht

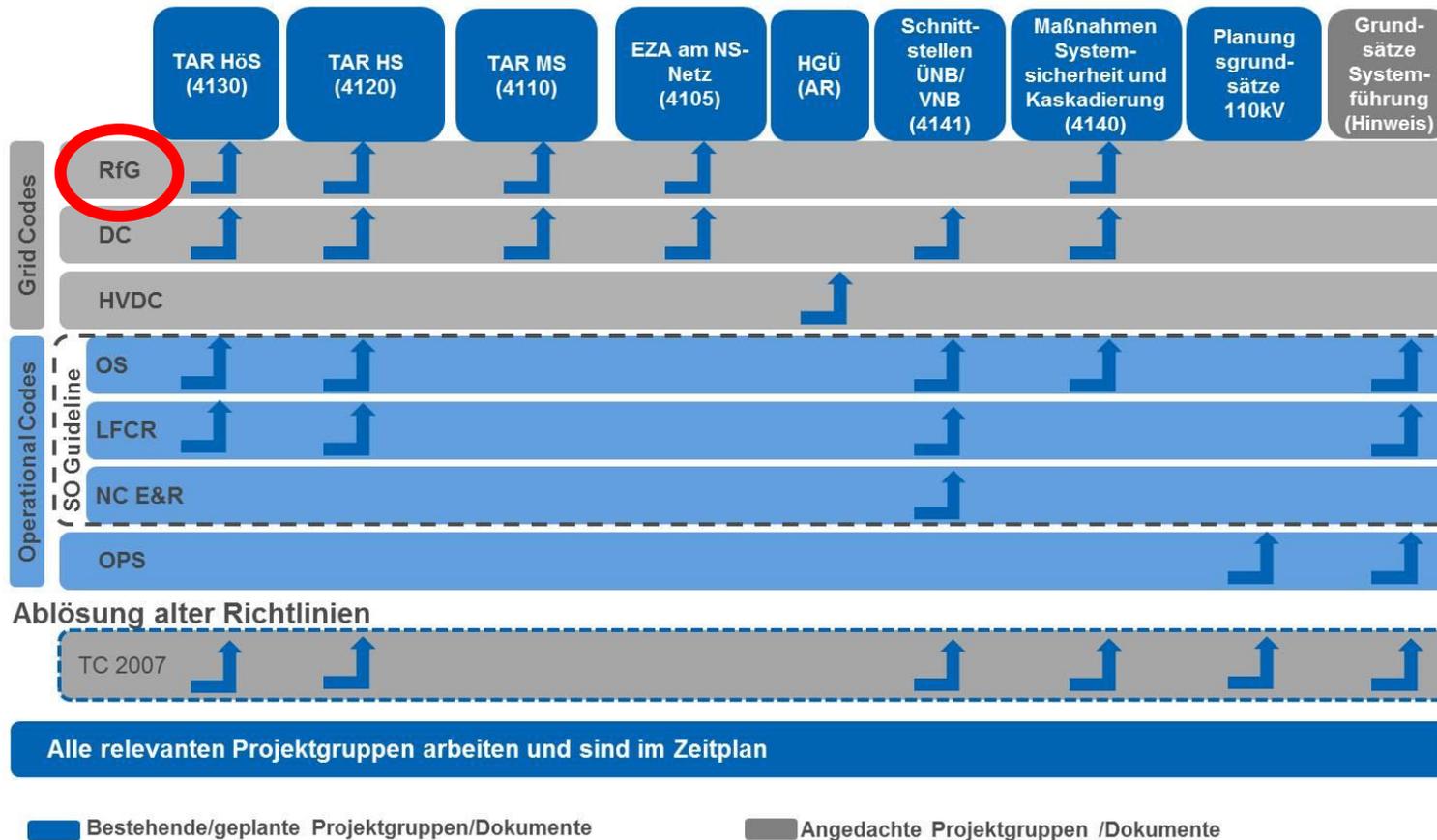


# European Network Codes

## Schnittstellenübersicht

Stand 02/16

Quelle: VDE



# Agenda



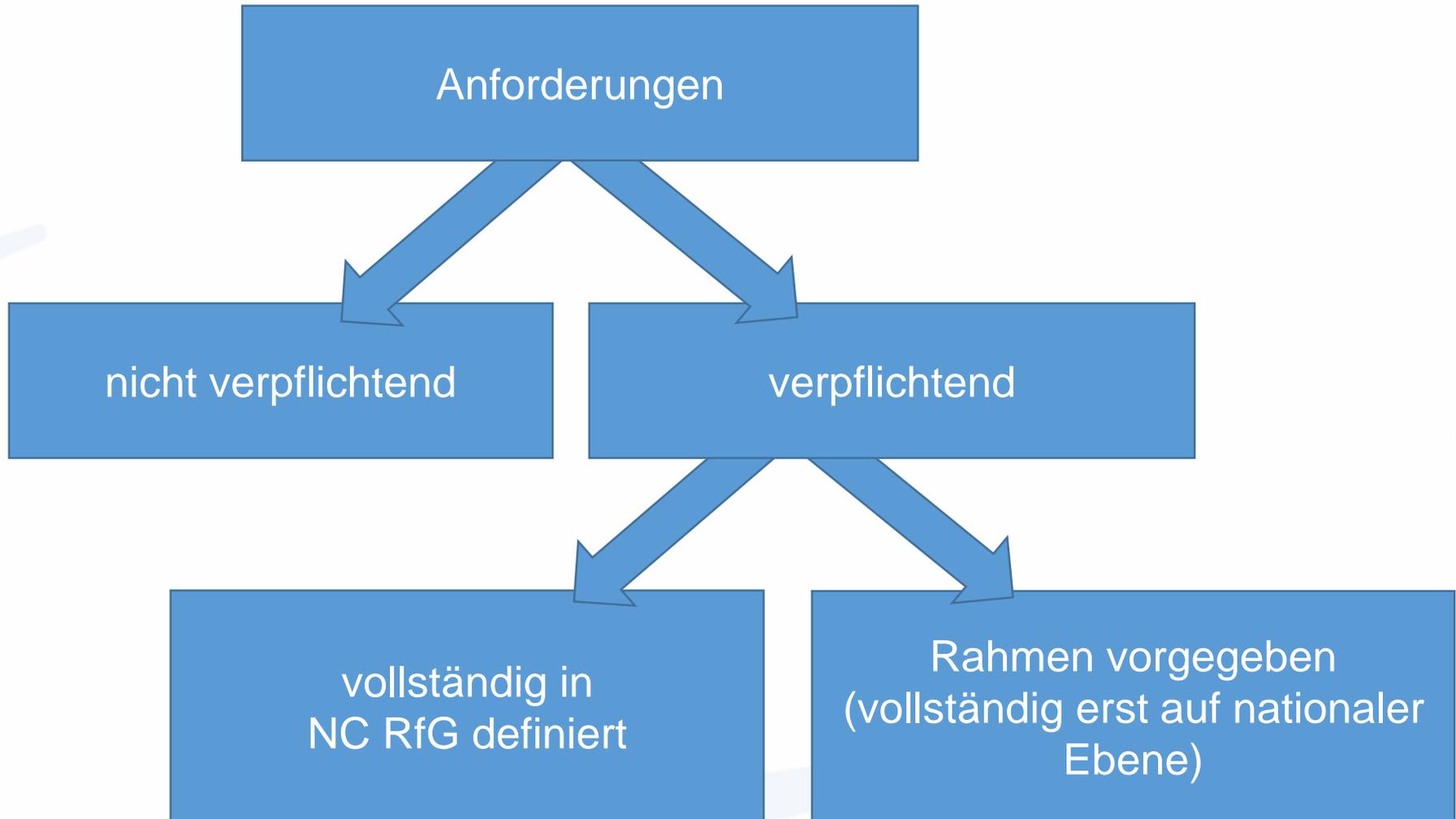
- Motivation
- Bisherige Schritte
- **Überblick NC RfG**
- Technische Anforderungen
- Implementation Guidance Documents
- Nachweisführung – NC-RfG
- Fragen

# Überblick NC RfG

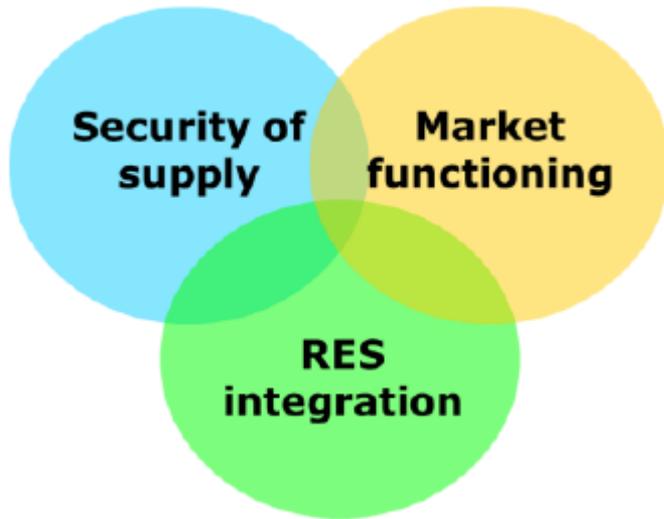
- **68 Seiten, 7 Unterteilungen**

- Titel 1 (S. 4-14): Allgemeine Bestimmungen
- Titel 2 (S. 14-42): (Technische) Anforderungen
- Titel 3 (S. 42-48): Betriebserlaubnisverfahren  
(Anschlussprozedur)
- Titel 4 (S. 48-62): Konformität (Prüfung der  
Anforderungen)
- Titel 5 (S. 62-65): Freistellungen  
(Ausnahmeregelungen)
- Titel 6 (S. 65-67): Übergangsbestimmungen für  
aufkommende Technologien
- Titel 7 (S. 67-68): Schlussbestimmungen

# Überblick NC RfG

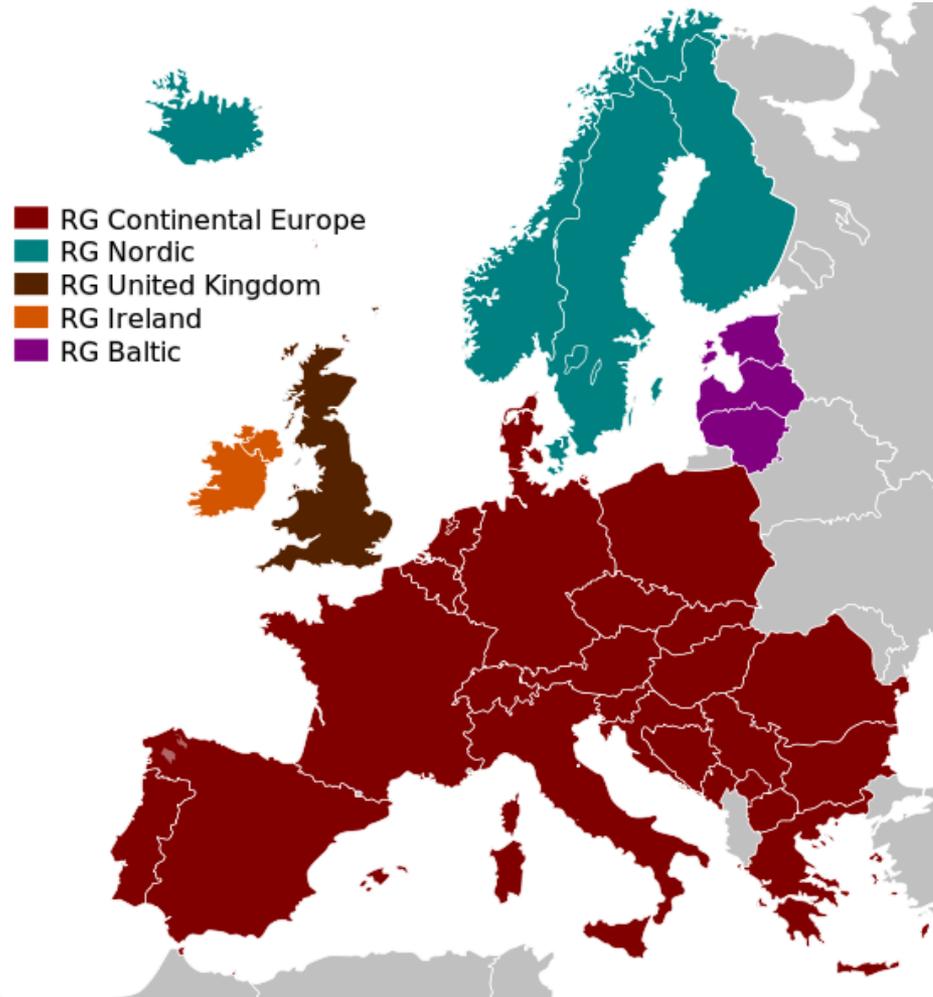


# Überblick



- **Komplett im NC RfG beschrieben**
  - Frequenzbereiche
  - Spannungsbereiche
- **Nicht komplett beschrieben**
  - Blindleistung
  - FRT

# 5 Verbundnetze in Europa

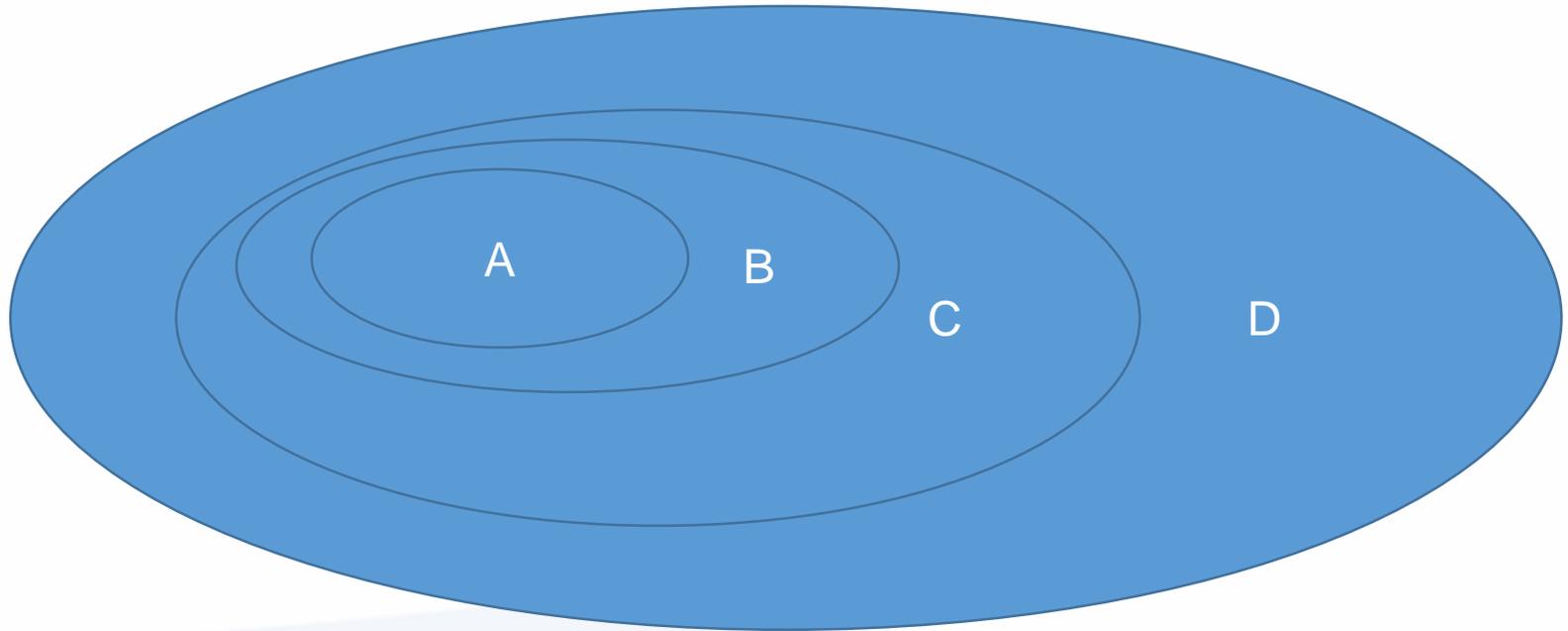


# Aufteilung der Generatoren in 4 Typen (ab 800 W Typ A)

Synchronegebiete	Grenzwert für den Schwellenwert der Maximalkapazität von Stromerzeugungsanlagen des Typs B	Grenzwert für den Schwellenwert der Maximalkapazität von Stromerzeugungsanlagen des Typs C	Grenzwert für den Schwellenwert der Maximalkapazität von Stromerzeugungsanlagen des Typs D
Kontinentaleuropa	1 MW	50 MW	75 MW
Großbritannien	1 MW	50 MW	75 MW
Nordeuropa	1,5 MW	10 MW	30 MW
Irland und Nordirland	0,1 MW	5 MW	10 MW
Baltische Staaten	0,5 MW	10 MW	15 MW

# Kategorie hängt zusätzlich von Spannungsebene ab

- Bei Anschluss an 110kV-Netz (oder höher), fällt die Anlage automatisch in Kategorie D
- Anforderungen steigen von A nach D



# Überblick NC RfG

- Weitere Unterscheidungen
  - synchrone Stromerzeugungsanlagen an Land
  - nichtsynchrone Stromerzeugungsanlagen an Land
  - synchrone Offshore-Stromerzeugungsanlagen
  - nichtsynchrone Offshore-Stromerzeugungsanlagen

# Power Quality nicht Teil des NC RfG

- Anforderungen an Netzurückwirkungen (Oberschwingungen, Flicker, schnelle Spannungsänderungen) sind im NC RfG nicht abgebildet
- Gefahr durch Probleme nur „lokal“
- Gegenmaßnahmen sind auf „lokaler Ebene“ zu prüfen und vorzunehmen
- NC RfG setzt sich nicht mit „local issues“ auseinander

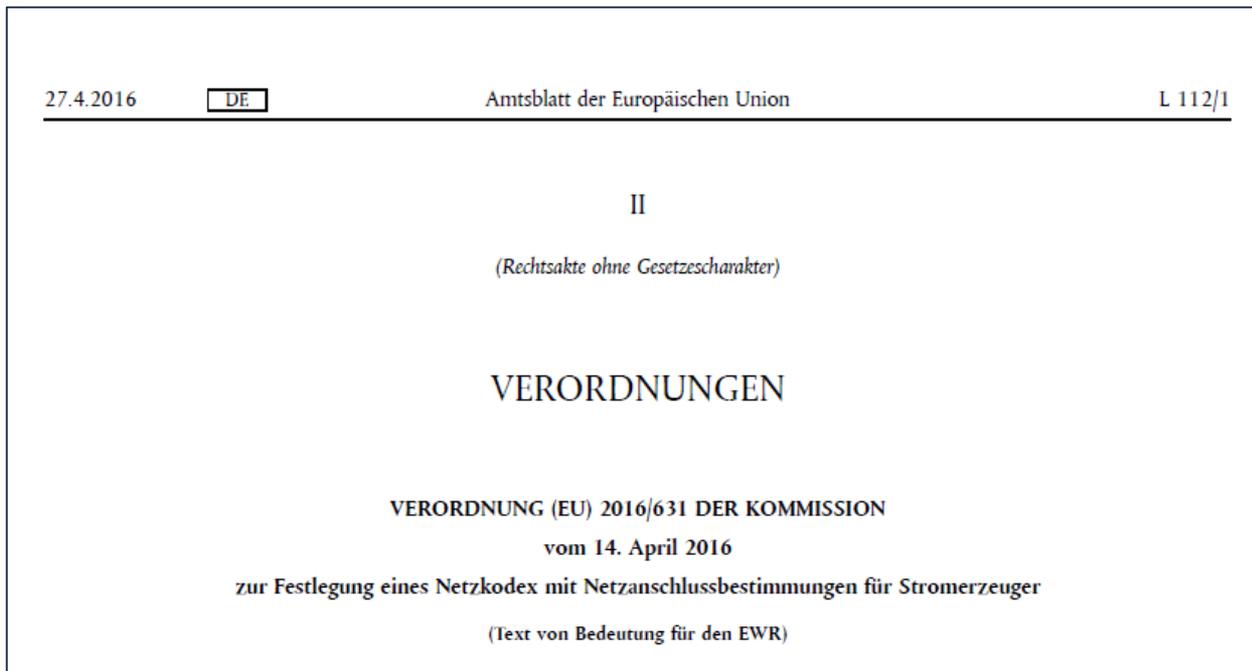
# Agenda



- Motivation
- Bisherige Schritte
- Überblick – NC-RfG
- **Technische Anforderungen**
- Implementation Guidance Documents
- Nachweisführung
- Fragen

# Konkrete Anforderungen

- Werden nun direkt am NC RfG und DCC dargestellt (keine separaten Folien)
- siehe "Network Code for Requirements for Grid Connection applicable to all Generators"



# Konkrete Anforderungen – NC-RfG

## - nicht abschließend-

Beispiele - Anforderungen RfG	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D
LFSM-O	x	x	x	x
Automatische Resynchronisierung	x	x	x	x
Ferwirktechnische Schnittstelle	x	x	x	x
Informationsaustausch		x	x	x
LFSM-U			x	x
FSM			x	x
FRT (Unterschiede B/D)		x	x	x
Anforderungen zum Netzwiederaufbau		x	x	x
Schwarzstarfähigkeit			x	x
Inselbetrieb			x	x
schnelle Neustartfähigkeit			x	x
NetzMan - Messinstrumente			x	x
Simualtionsmosdelle			x	x
Blindleistung – allgemeine Forderung		x		
Blindleistung - U-Q/Pmax			x	x
Abfangen auf Eigenbetrieb (Nachweis)			x	x
Frequenzwiederherstellung			x	x
Synthetische Schwungmasse			x	x
Leistungsfaktorregelung			x	x
Blindleistungsregelung			x	x
Dämpfung von Leistungspendelungen				x

# Konkrete Anforderungen - DCC

L 223/10

DE

Amtsblatt der Europäischen Union

18.8.2016

**VERORDNUNG (EU) 2016/1388 DER KOMMISSION**  
**vom 17. August 2016**  
**zur Festlegung eines Netzkodex für den Lastanschluss**  
**(Text von Bedeutung für den EWR)**

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Verordnung (EG) Nr. 714/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über die Netzzugangsbedingungen für den grenzüberschreitenden Stromhandel und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1228/2003 <sup>(1)</sup>, insbesondere auf Artikel 6 Absatz 11,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Die rasche Vollendung eines voll funktionierenden und vernetzten Energiebinnenmarkts ist für die Erhaltung der Energieversorgungssicherheit, die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und die Gewährleistung erschwinglicher Energiepreise für die Verbraucher von entscheidender Bedeutung.

# Übersicht - DCC

- Gilt gemäß Artikel 1 für
  - Verbrauchsanlagen mit Übertragungsnetzanschluss (VB-Ü)
  - Verteilernetzanlagen mit Übertragungsnetzanschluss (VNA-Ü)
  - Verteilernetzen (VN oder VN-Ü) einschließlich geschlossener Verteilernetze
  - Verbrauchseinheiten – genutzt von einer Verbrauchsanlage oder einem geschlossenen Verteilnetz, um Laststeuerdienste zu erbringen.

# Übersicht - DCC

<b>Titel</b>	<b>Kapitel</b>	<b>Inhalt</b>
I		Allgemeine Bestimmungen
II		Anschluss
	1	Allgemeine Bestimmungen
	2	Betriebserlaubnisverfahren
III		Netzanschluss von Verbrauchseinheiten (Laststeuerungsdienste)
	1	Allgemeine Anforderungen
	2	Betriebserlaubnisverfahren
IV		Konformität
	1	Allgemeine Bestimmungen
	2	Konformitätsprüfung
	3	Konformitätssimulationen
	4	Konformitätsüberwachung
V		Anträge und Freistellungen
	1	Kosten-Nutzen-Analyse
	2	Freistellungen
VI		Nichtbindende Leitlinien
VII		Schlussbestimmungen

# Übersicht – DCC

- Darstellung der Anforderungen -

Titel	Kapitel	Artikel	Inhalt	VN	VN-Ü	VNA-Ü	VB-Ü
I			Allgemeine Bestimmungen				
II			Anschluss				
	1		Allgemeine Bestimmungen				
		12	Frequenz	X	X	X	X
		13	Spannung	(X)	X	X	X
		14	Kurzschlussfestigkeit		X		X
		15	Blindleistung		X		X
		16	Schutzanforderungen		X		X
		17	Regelung		X		X
		18	Informationsaustausch		X		X
		19	Lastabwurf und Lastwiederzuschaltung		X		(X)
		20	Spannungsqualität		X		X
		21	Simulationsmodelle		X		X

Abkürzungen VN, VN-Ü, VNA-Ü, VB-Ü - Siehe Folie 38

# Agenda



- Motivation
- Bisherige Schritte
- Überblick – NC-RfG
- Technische Anforderungen
- **Implementation Guidance Documents**
- Nachweisführung – NC-RfG
- Fragen

# ENTSO-E Connection Codes Implementation Guidance Documents

- Compliance monitoring
- Cost-benefit analysis
- Fault current contribution from PPMs & HVDC converters
- Harmonisation
- Instrumentation, simulation models and protection
- Making non-mandatory requirements at European level mandatory in a country
- Need for synthetic inertia for frequency regulation
- Parameters of non-exhaustive requirements
- Parameters related to frequency stability

# ENTSO-E Connection Codes Implementation Guidance Documents

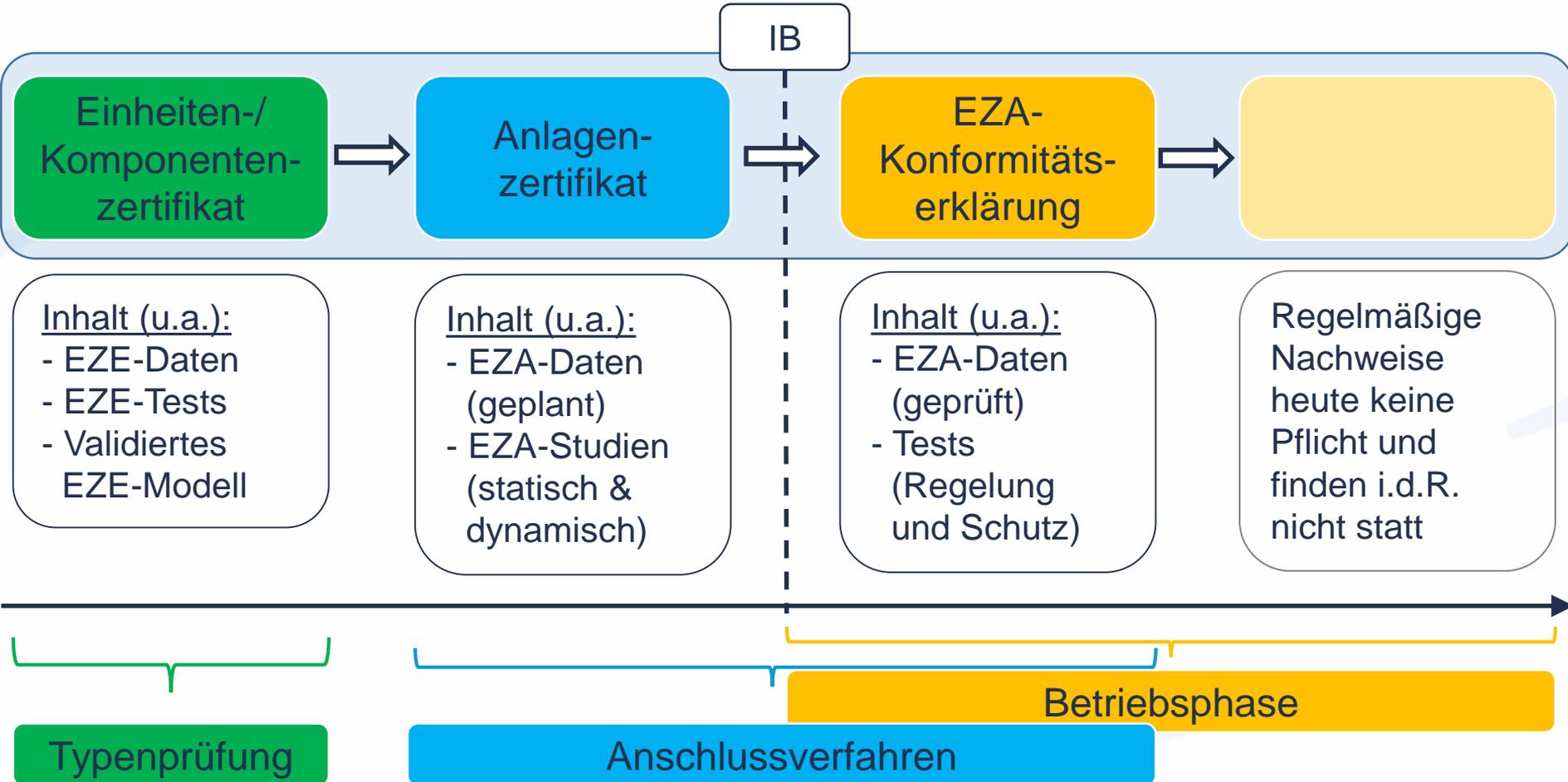
- Post fault active power recovery
- Reactive power control mode
- Reactive power management at transmission/distribution interface
- Reactive power requirement for PPMs & HVDC converters at low / zero active power
- Real time data and communication
- Rate-of-change-of-frequency withstand capability
- Selection of national parameters for RfG type classification
- Special issues for Type A generators
- Voltage related parameters for non-exhaustive requirements

# Agenda

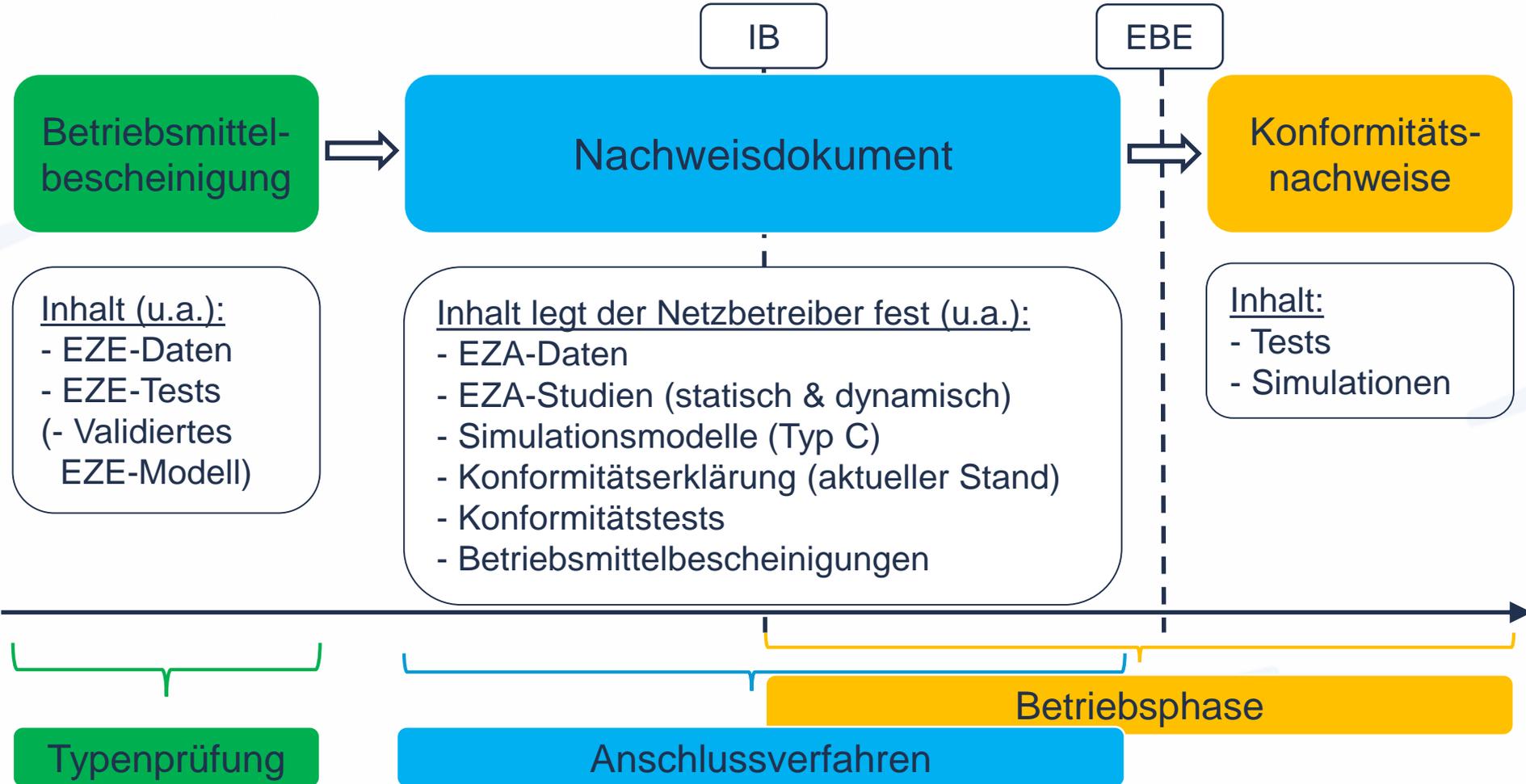


- Motivation
- Bisherige Schritte
- Überblick - NC RfG
- Technische Anforderungen
- Implementation Guidance Documents
- **Nachweisführung – NC-RfG**
- Fragen

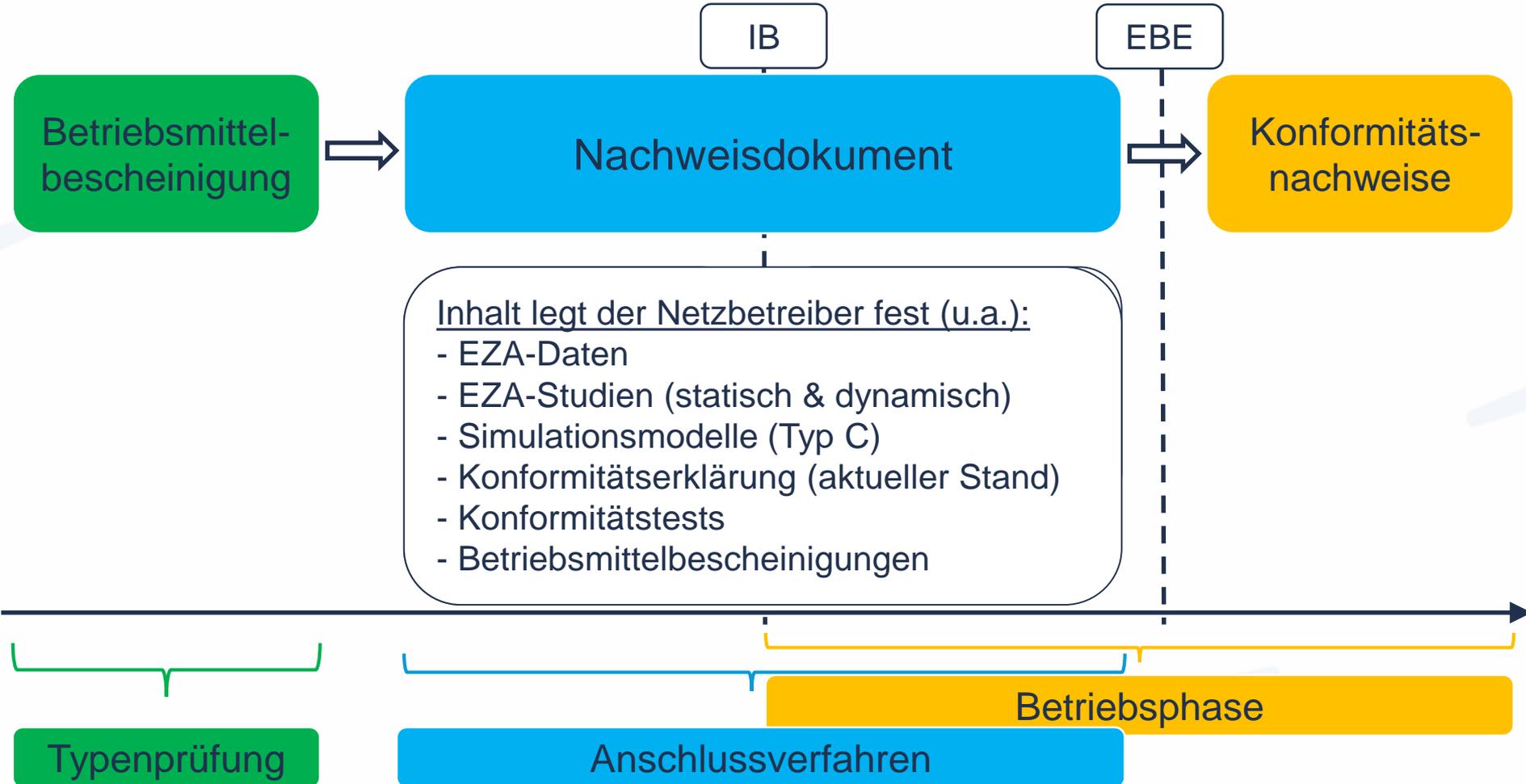
# Nachweisführung heute



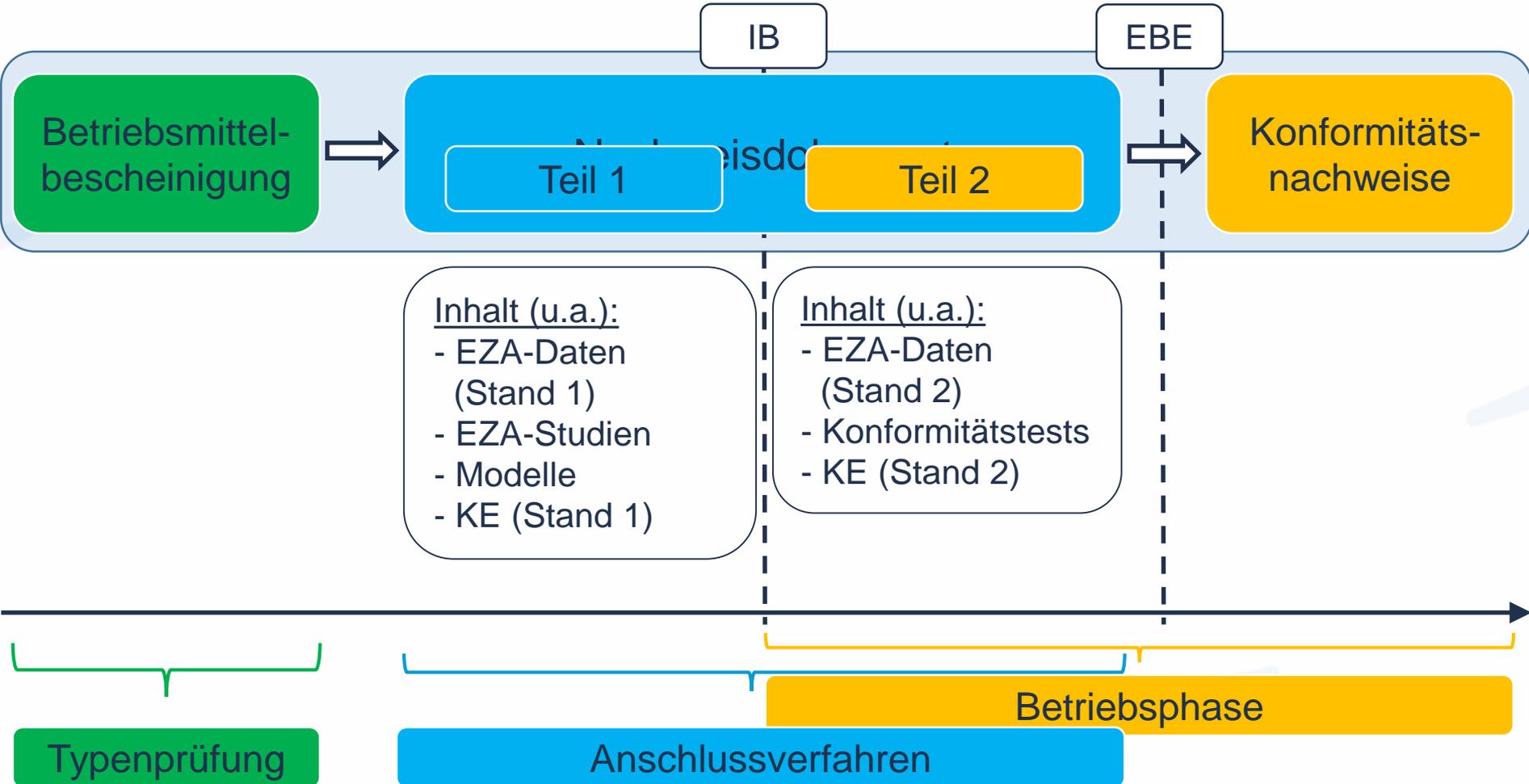
# Nachweisführung NC RfG – Typ B & C



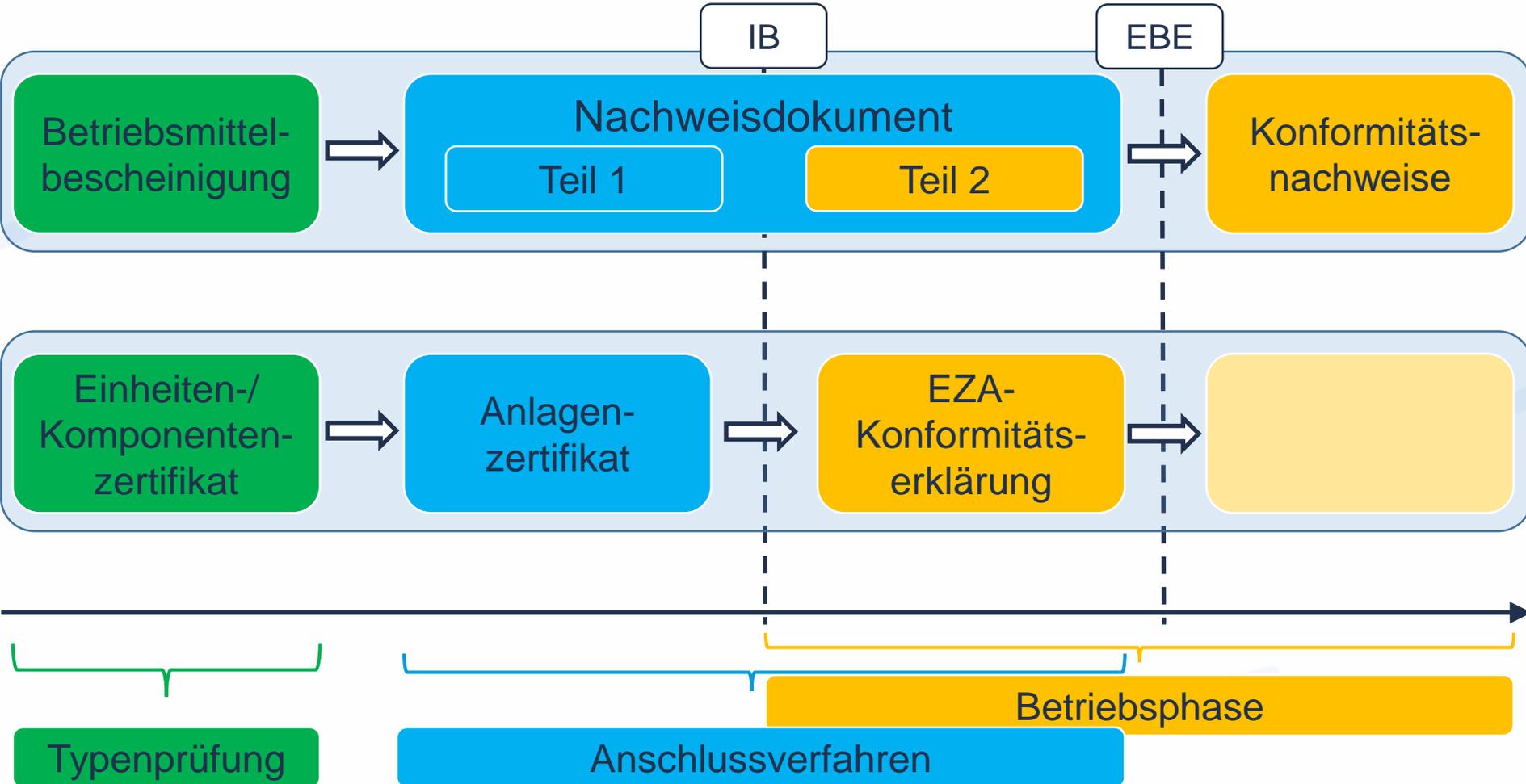
# Nachweisführung NC RfG – Typ B & C



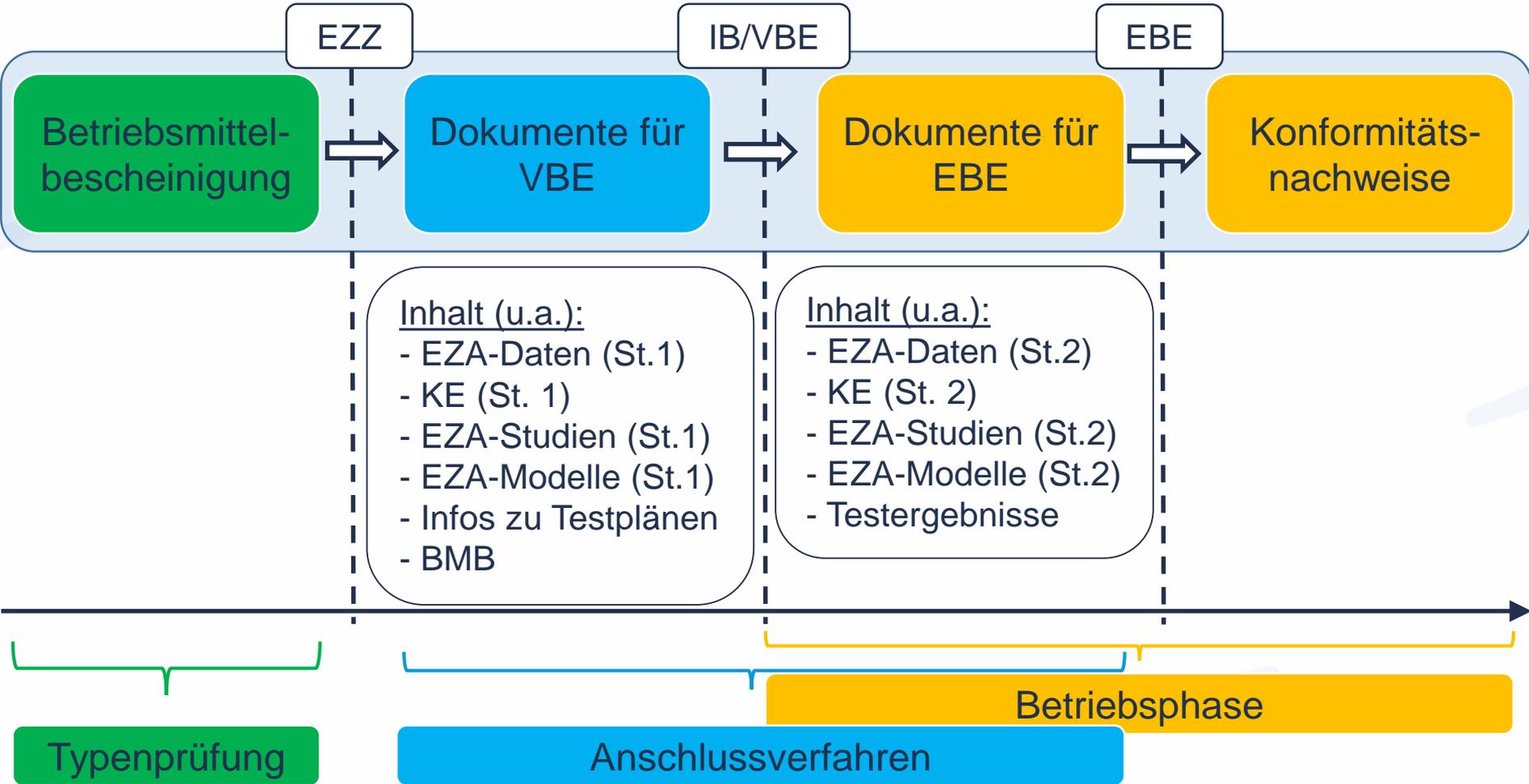
# Nachweisführung NC RfG – Typ B & C



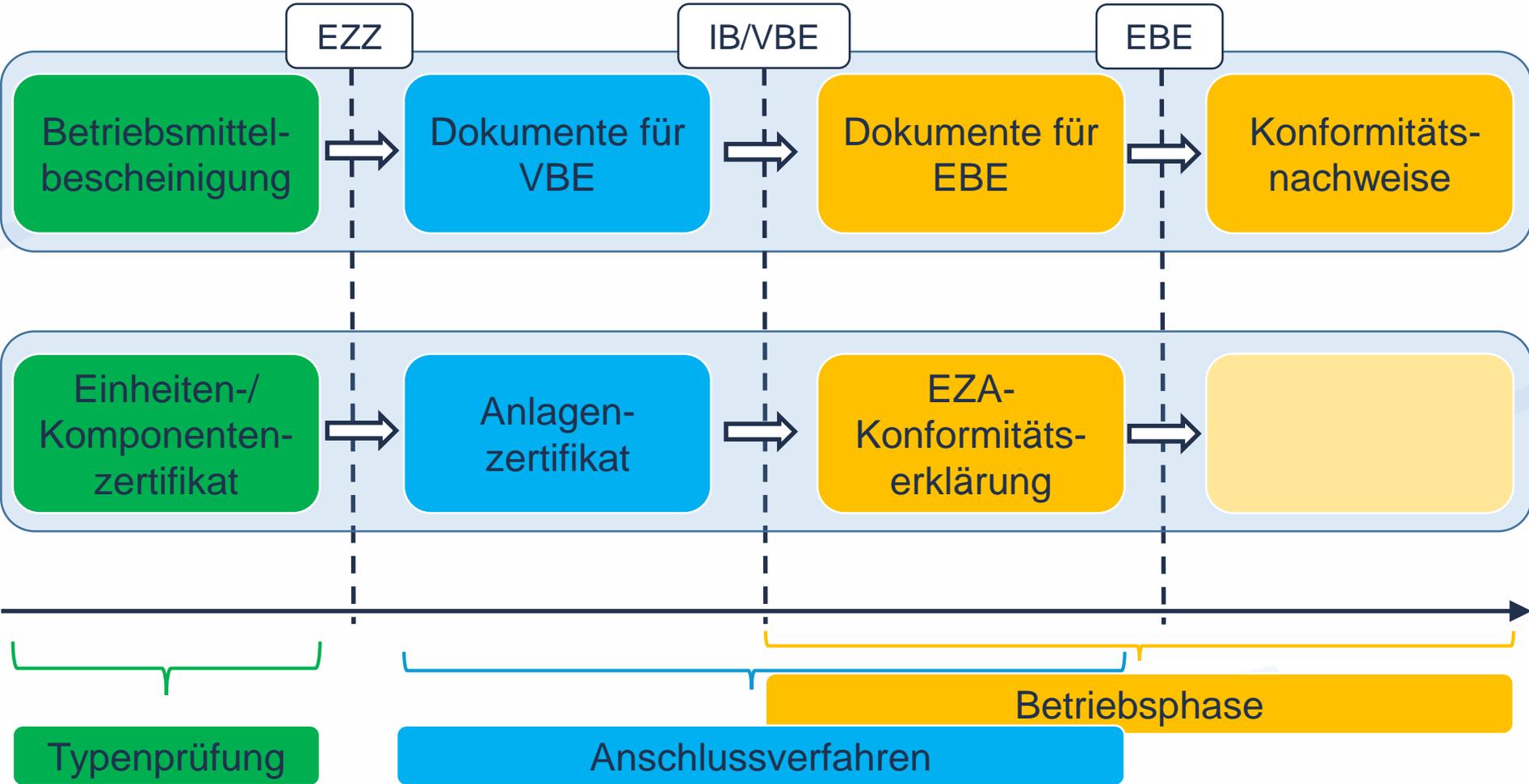
# Nachweisführung NC RfG – Typ B & C



# Nachweisführung NC RfG – Typ D



# Nachweisführung NC RfG – Typ D



# Konformitätsüberwachung NC RfG

- Art. 40 (1): Betreiber stellt Erfüllung der Anforderungen des NC RfG während gesamter Lebensdauer sicher
- Art. 41 (1): NB prüft, ob Anforderung erfüllt sind
- Art. 41 (2): NB kann von Betreibern Konformitätstests und -simulationen gemäß Wiederholungsplan fordern
- Art. 41 (5): NB kann Überwachung ganz oder teilweise auf Dritte übertragen

# Agenda



- Motivation
- Bisherige Schritte
- Überblick – NC-RfG
- Technische Anforderungen
- Implementation Guidance Documents
- Nachweisführung – NC-RfG
- **Fragen**

# Fragen?



# weiterführende Links

- NC RfG:

- [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:JOL\\_2016\\_112\\_R\\_0001](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:JOL_2016_112_R_0001)
- <https://www.entsoe.eu/major-projects/network-code-development/requirements-for-generators/Pages/default.aspx>

- IGDs:

- [https://consultations.entsoe.eu/system-development/entso-e-connection-codes-implementation-guidance-d/consult\\_view](https://consultations.entsoe.eu/system-development/entso-e-connection-codes-implementation-guidance-d/consult_view)

# M.O.E.

MOELLER OPERATING ENGINEERING

Michael Voß

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

Fraunhoferstraße 3, 25524 Itzehoe

Tel: +49 (0)4821 40 636 30

E-Mail: [michael.voss@moe-service.com](mailto:michael.voss@moe-service.com)

[www.moe-service.com](http://www.moe-service.com)