



Bundesnetzagentur

Novellierung der EU Grid Connection Codes und deren Umsetzung in Deutschland

Rose Kuhn und Tobias dos Santos

15. Göttinger Energietagung

Göttingen, 16. Mai 2024



www.bundesnetzagentur.de



Europäische Netzanschlussbedingungen für:

Erzeugungsanlagen	NC RfG: Requirements for Generators
Lasten	NC DC: Demand Connection
HGÜ-Systeme	NC HVDC: High Voltage Direct Current

Inhalt:

- **Technische Netzanschlussvorschriften**
(materielles Recht)
- **Vorschriften über die Nachweiserbringung** im
Betriebserlaubnisverfahren (Verfahrensrecht)



Ziel

- Harmonisierung der Netzanschlussbedingungen in der EU
 - Skaleneffekte und fairer Wettbewerb

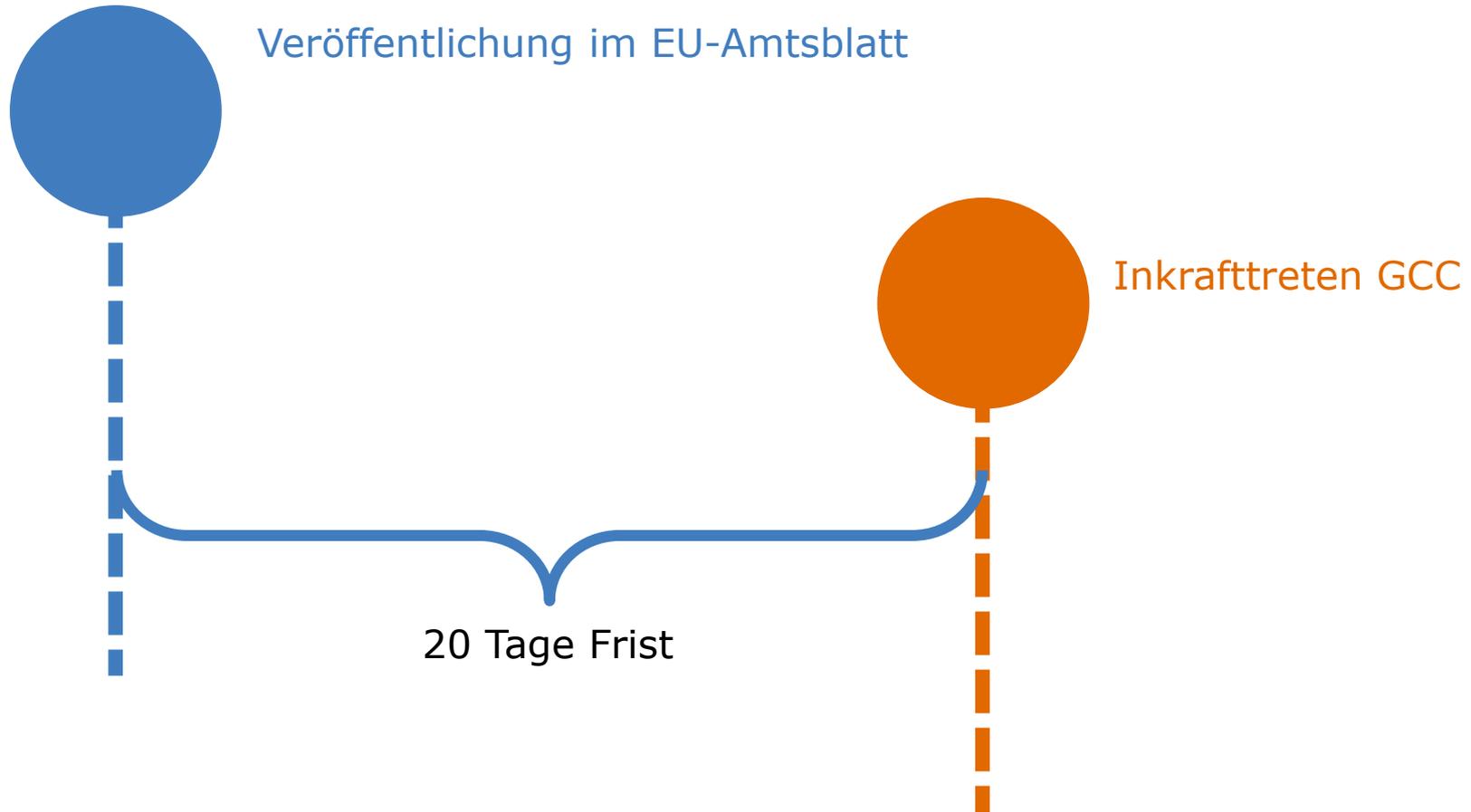
Einordnung

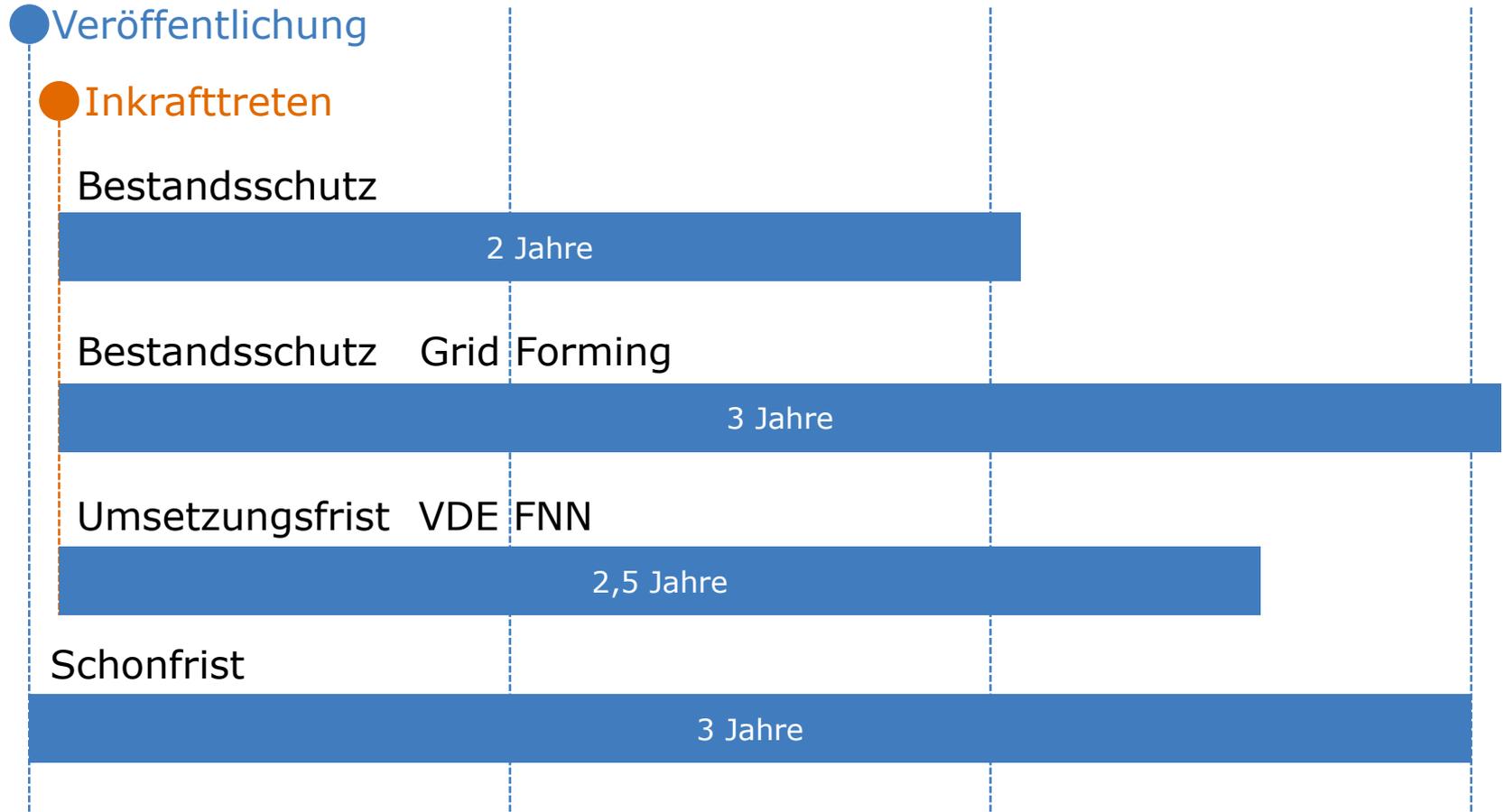
- Normenhierarchie: Unionsrecht → Anwendungsvorrang vor nationalem Recht
- Rechtsnatur: EU-Verordnungen → unmittelbare Anwendbarkeit → keine gesetzgeberische, aber administrative Umsetzungspflicht



- Administrative Umsetzungspflicht durch die beauftragte Stelle ...
 - ... in den meisten Mitgliedstaaten: Nationale Regulierungsbehörde.
 - ... in DE: VDE FNN (§ 19 Abs. 4 EnWG) im Rahmen der „technischen Selbstverwaltung“.









- Technische Netzanschlussregulierung von
 - Elektrofahrzeuge und zugehöriger Versorgungseinrichtung,
 - Elektrolyseure,
 - Wärmepumpen und Speicher.

Everything everywhere all at once!

- Bessere Integration von umrichterbasierter Erzeugung, Synchronmaschinen, E-Mobilität, neue Lasten und Speichern: **Alle** müssen Beitrag zur Systemstabilität leisten (z.B. Grid Forming, RoCoF, LFSM, etc.)



PPM

$\pm 4,0$ Hz/s über
0,25 s

$\pm 2,0$ Hz/s über
0,5 s

$\pm 1,5$ Hz/s über
1 s

$\pm 1,25$ Hz/s
über 2 s

Sync

$\pm 2,0$ Hz/s über
0,5 s

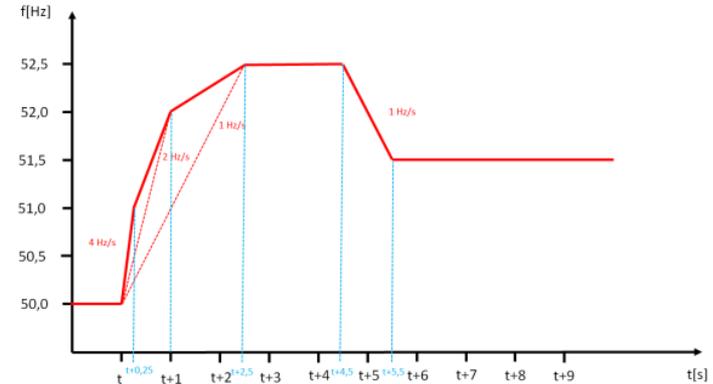
$\pm 1,5$ Hz/s über
1 s

$\pm 1,25$ Hz/s
über 2 s

Sync

\geq
140
MW

$\pm 1,0$ Hz/s über
0,5 s



Mittlerer RoCoF von 1 Hz/s ist Auslegungskriterium in der Systemplanung

- Lokale RoCoF können deutlich größer ausfallen
- Dort kein verlässlicher Beitrag aus großen Kraftwerken

Typ A – ≥ 0.8 kW

- Spannungsquellenverhalten
(*nationale Entscheidung -> Roadmap für Rollout*)

Typ B – ≥ 135 kW

- Spannungsquellenverhalten
- Zusätzlich Momentanreserve bei positivem Frequenzgradienten
- Bei Speichersystemen zusätzlich Momentanreserve bei negativem Frequenzgradienten
- EU-Pflicht vs. DE-Kür? Differenzierung nach Fallgruppen: Siehe Bild rechts

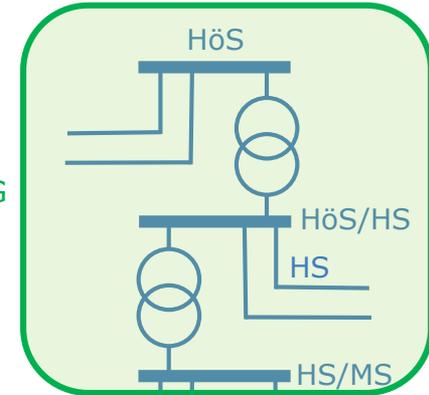
Typ C – ≥ 36 MW

- Wie Typ B
- Zusätzlich Momentanreserve bei negativem Frequenzgradienten

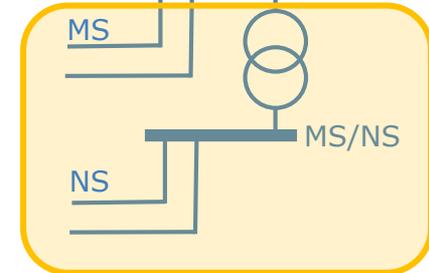
Typ D – ≥ 45 MW oder NAP ≥ 110 kV

- Spannungsquellenverhalten
- Momentanreserve bei positivem und negativem Frequenzgradienten

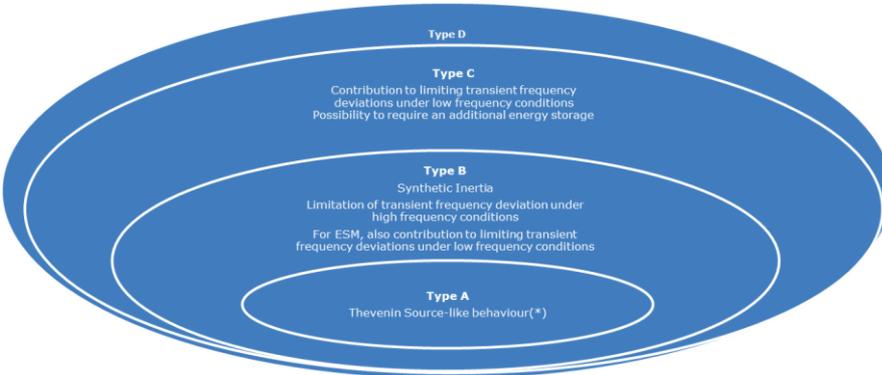
Grid Forming verbindlich nach RfG



Grid Forming nach nationaler Roadmap (2 Jahre nach Inkrafttreten RfG)



RfG 2.0



Trägheit der lokalen Netzstabilität

Symmetrische Momentanreserve

- Momentanreserve bei positivem und negativem Frequenzgradienten

Positive Asymmetrische Momentanreserve

- Momentanreserve bei negativem Frequenzgradienten

Negative Asymmetrische Momentanreserve

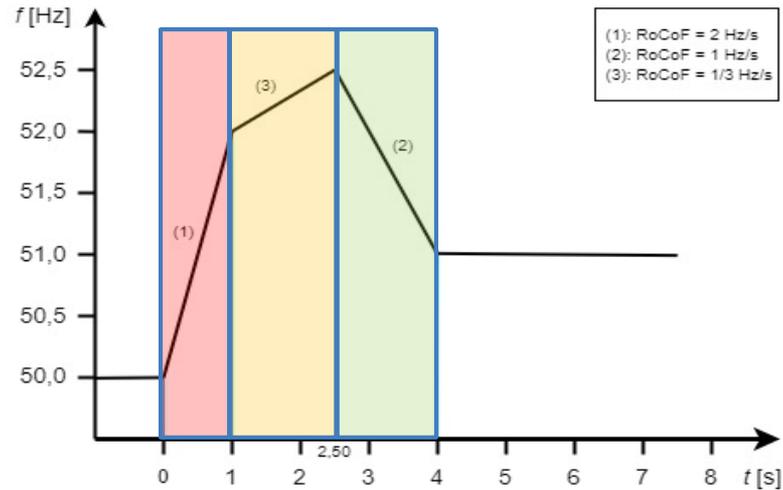
- Momentanreserve bei positivem Frequenzgradienten

- Paralleler Pfad: Marktliche Beschaffung nfSDL - Momentanreserve
- BK6 legt nfSDL Markt fest
 - > FNN Hinweis spezifiziert technische Anforderungen (diese beschreiben die Grid-Forming-Fähigkeit)
- Ziel: Durch Marktanreiz Entwicklung und erste GFM-Anlagen bereits vor 2028.



Beispiel Überfrequenzfall

Referenzfrequenzverlauf zum Nachweis von Momentanreserveleistung und -energie



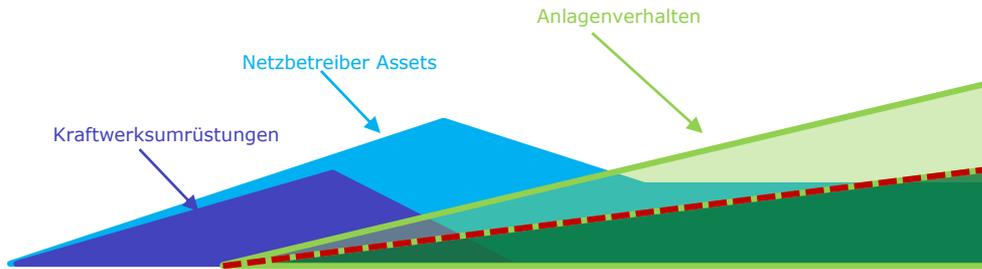
Momentanreserve-Vermögen bei positivem Frequenzgradienten

- Steile Leistungsreduktion
- moderate Leistungsreduktion
- Langsame Leistungserhöhung

Momentanreserve-Vermögen bei negativem Frequenzgradienten

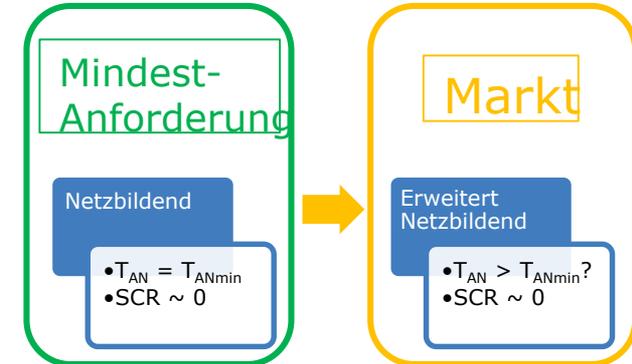
- keine Leistungsreaktion
- keine Leistungsreaktion
- Langsame Leistungserhöhung? Oder keine Reaktion der Leistung?

GFM Verhältnis Mindestanforderung zu Markt (perspektivisch 2028+)



- ← Marktliche Beschaffung
- ← ? Verhältnis Markt & TAR
- ← Technische Mindestanforderungen

Perspektivisch könnte es eine Mindestanforderung für GFM Anlagen hinsichtlich ihrer Momentanreserve geben (T_{ANmin}), Erarbeitung durch FNN. Die Teilnahme darüber hinausgehender Momentanreservebeiträge an der marktlichen Beschaffung ist in der Diskussion (BK6).





Rose Kuhn und Tobias dos Santos