



MOELLER OPERATING ENGINEERING

CERTIFICATION · MEASUREMENT · INSPECTION

Spreewindtage 2023 Forum 18 9.45 bis 10:15
Impulsvortrag Netzdienliches Verhalten



Agenda

- Hintergrund
- Fehlende Schwungmasse
- Frequenzhaltung
- Spannungshaltung
- Dynamische Netzstützung



Hintergrund 1/2

- Install. Leistung in Deutschland 247 GW ¹⁾
- Durchdringung 52% EE ²⁾
- In Zukunft fast 100%
- Schrittweise Abschaltung Kohlekraftwerke bis 2038 (44 GW) ³⁾
- ÜNB: 1/3 der Zeit Systemsplit nicht beherrschbar ⁴⁾
- Bis 2050 Verdoppelung des Stromverbrauchs

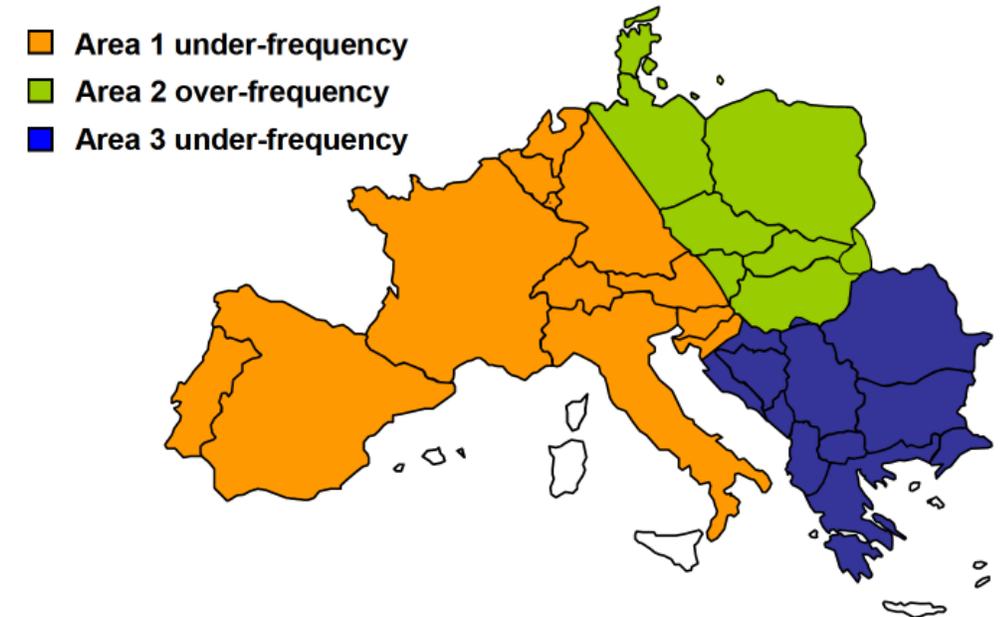
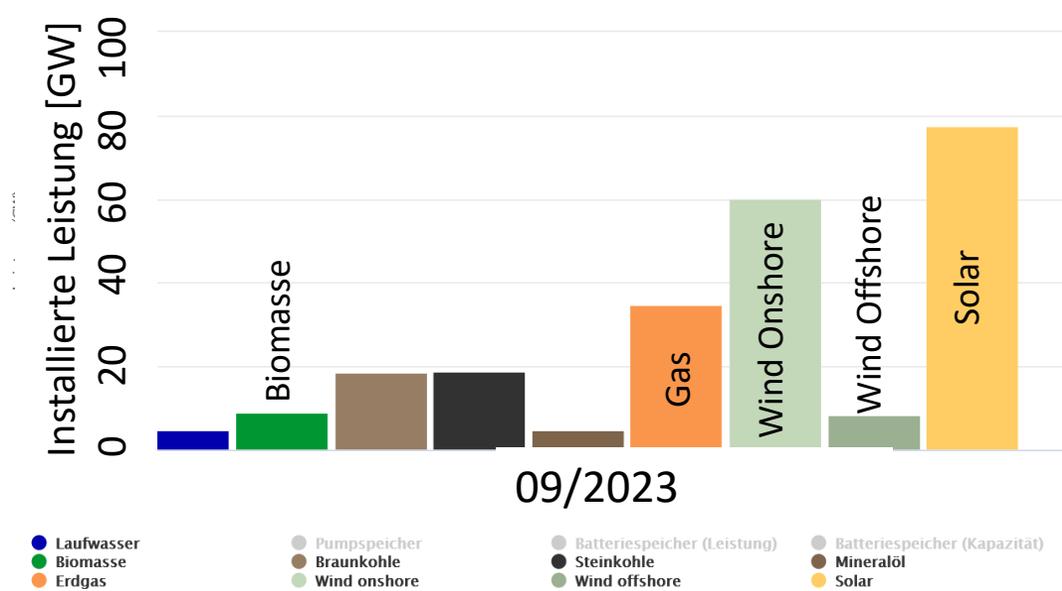


Figure 4: Schematic map of UCTE area split into three areas

Quelle: 1) https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&chartColumnSorting=default&year=2023
2) <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/faq-energiewende-2067498>
3) BnetzA Monitoringreferat Stand 10.01.2021
4) Vortrag Beherrschung von Netzauftrennungen 01.06.2021

Hintergrund 2/2

Folgende Herausforderung hinsichtlich der Versorgungssicherheit folgt aus der Abschaltung der konventionellen Kraftwerke (Kohle & Kernenergie)

- Fehlende Schwungmasse im Netz zur Dämpfung von Frequenzschwankung
- Wie wird zukünftig die Frequenz- und Spannungsstabilität gewährleistet
- Gestörter Betrieb: Stützung der Spannung und Rückkehr in den Normalbetrieb, gleiches gilt auch für die Frequenz
- Dämpfung von Oberschwingungen und niederfrequenten Schwingungen

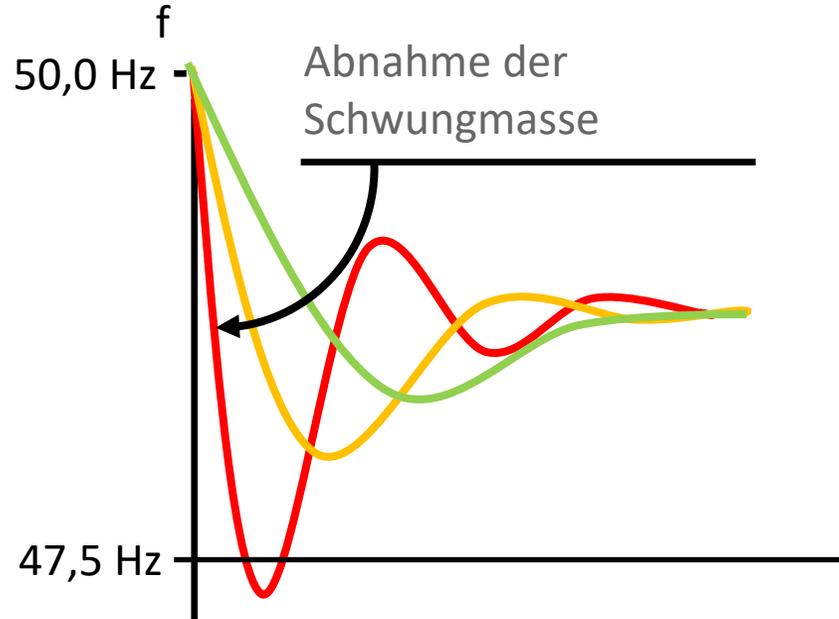


Agenda

- Hintergrund
- Fehlende Schwungmasse
- Frequenzhaltung
- Spannungshaltung
- Dynamische Netzstützung



Fehlende Schwungmasse 1/1



Fehlende Dämpfung bedeutet, wir müssen schneller reagieren auf Frequenzänderungen; Anforderungen an die EZA steigen.

- Kleine Reaktionszeiten, Momentanreserve vorhalten (EZA, Gas-KW, ...), Synthetische Schwungmasse,?



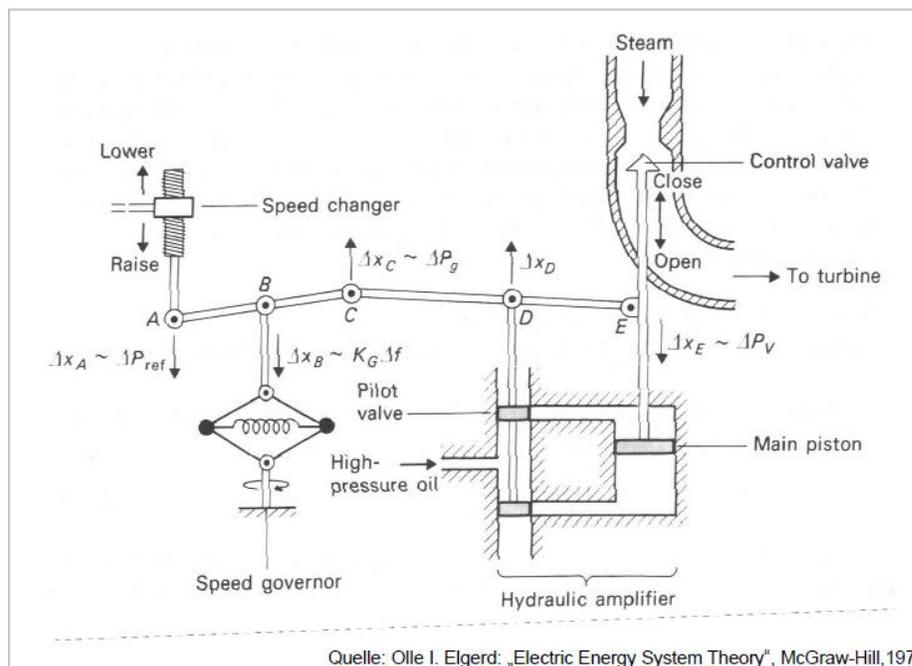
Agenda

- Hintergrund
- Fehlende Schwungmasse
- Frequenzhaltung
- Spannungshaltung
- Dynamische Netzstützung



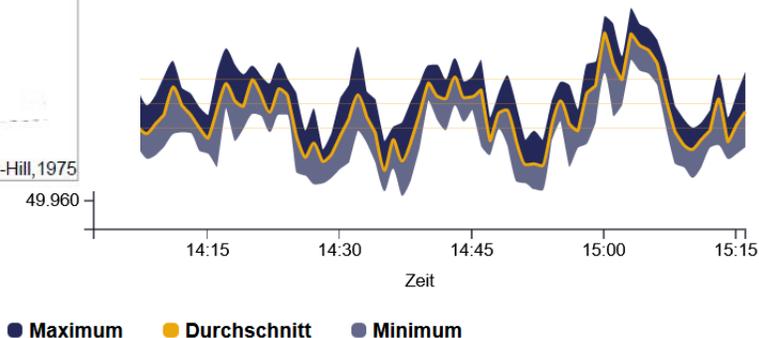
Frequenzhaltung 1/4

- Frequenz sollte sich im Normalbetrieb zwischen 49,9 Hz und 50,1 Hz befinden.
- Früher erfolgte dies, über die Fliehkraftregler einer Dampfturbine
- Zukünftig muss dieses Verhalten durch die EZA nachgebildet werden
- RoCoF
Es wird zukünftig das durchfahren von steilen Frequenzgradienten gefordert sein.

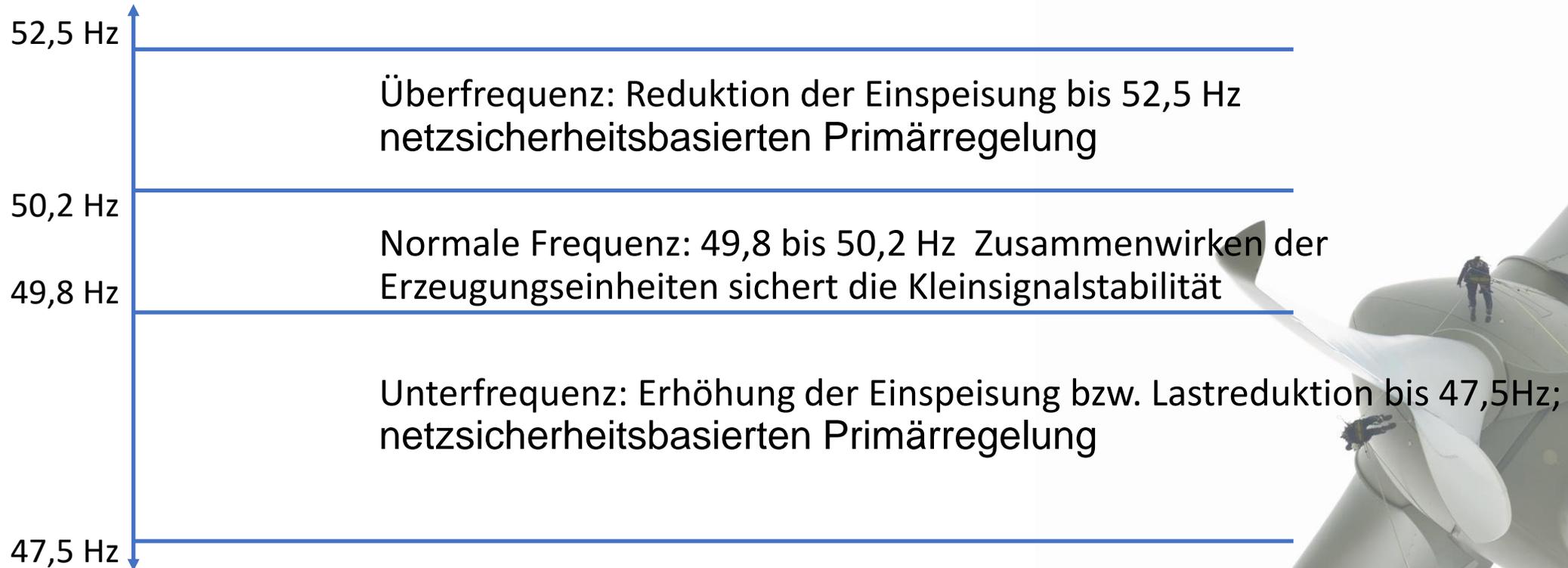


Max. Sigma letzten 7 Tage Sigma letzten 12 Monate

Letzte Aktualisierung: 31.10.2023 15:16:06
www.gridradar.net



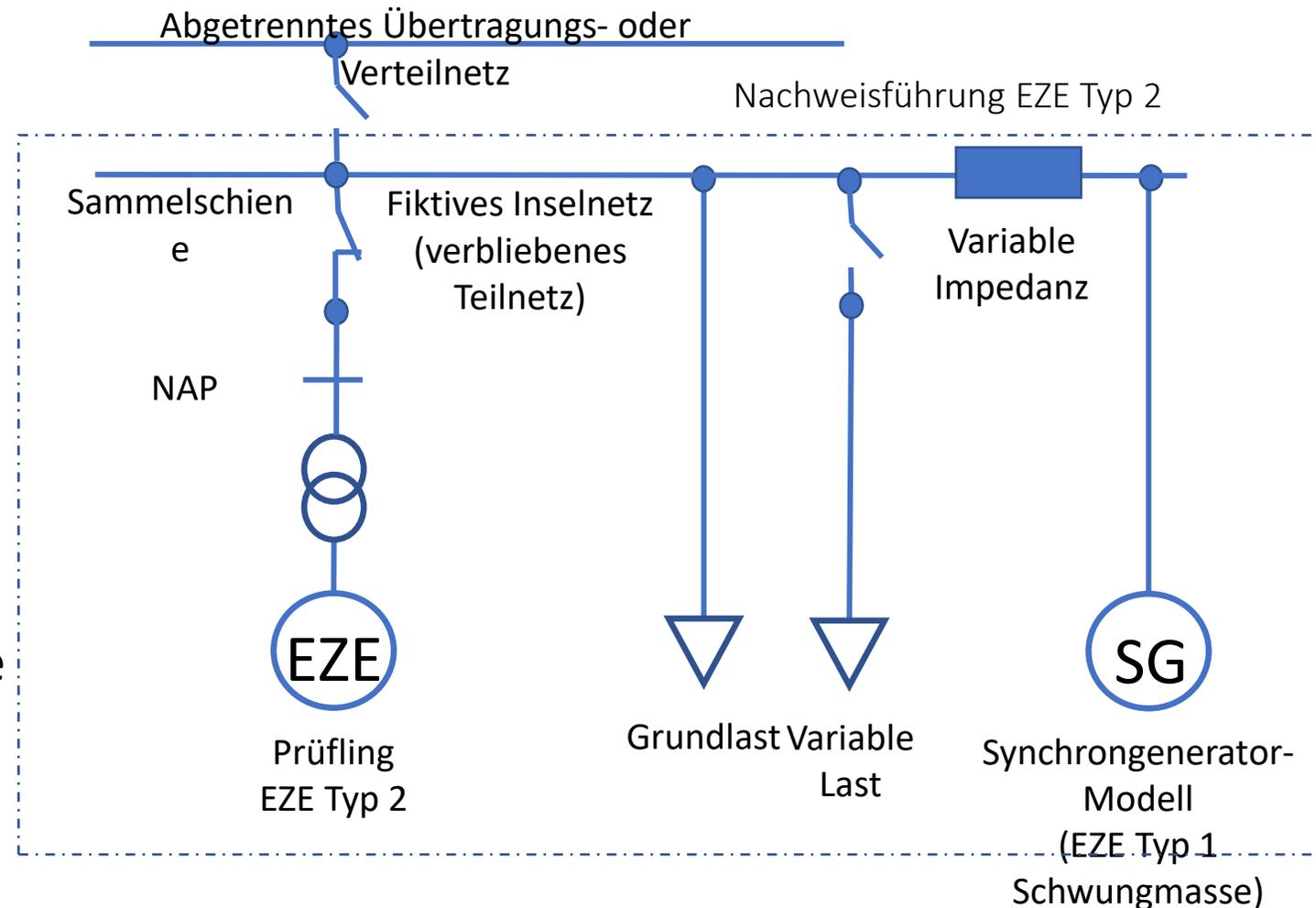
Frequenzhaltung 2/4



Die Teilnahme an der netzsicherheitsbasierten Primärregelung kann je nach Erzeugungstyp (Typ 1- bzw. Typ 2-EZA) sowie nach Erzeugungstechnologie, Einschränkungen unterliegen.

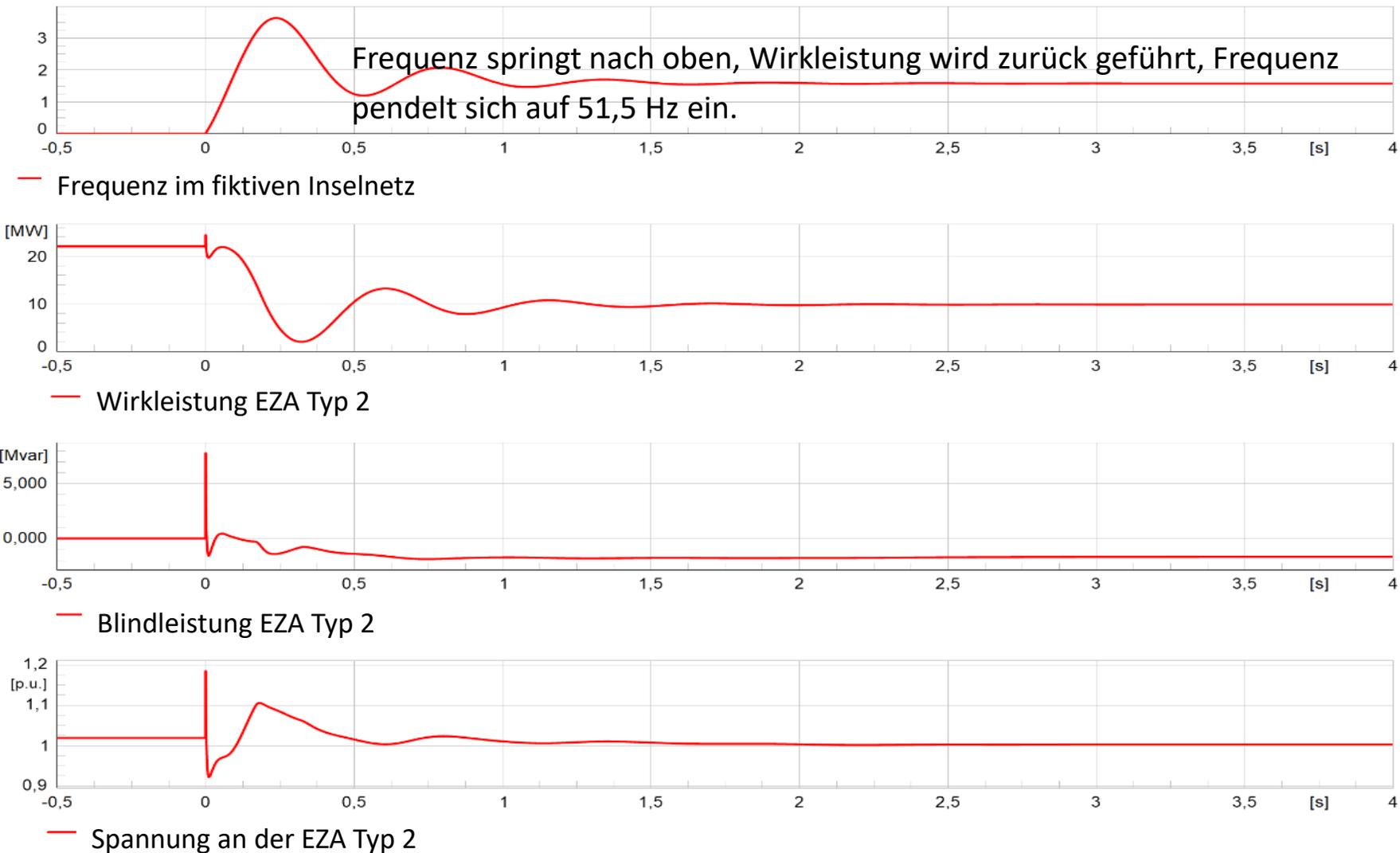
Frequenzhaltung 3/4 (Netzbildende Eigenschaften)

- Z.B. bei einem Systemsplit muss die Erzeugungsanlage das Teilnetzgebiet wieder ins Gleichgewicht bringen.
- Dies kann heute nur von EZE Typ 1 erfolgen.
- Zukünftig sollen alle Erzeugungsanlagen in der Lage sein eine Frequenzänderung zu dämpfen.
- Netzbildende EZA müssen zusätzliche zu einer Dämpfung in der Lage sein die Frequenz und Spannung für das Teilnetzgebiet in einen stabilen Zustand und im best Case Normalzustand zurückzuführen.



Frequenzhaltung 4/4

Simulation einer Typ 2-EZA (PV-Anlage nach WECC-Modell; Entlastung von 100% auf 55%)



Agenda

- Hintergrund
- Fehlende Schwungmasse
- Frequenzhaltung
- Spannungshaltung
- Dynamische Netzstützung

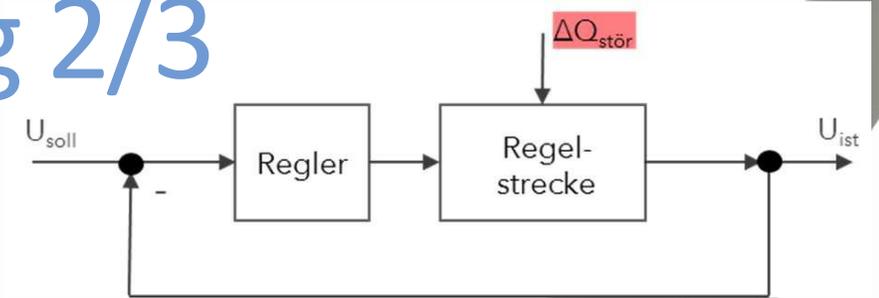


Spannungshaltung 1/3

- Das Netz ist ein passives Gebilde, das ohne Erzeugungsanlagen bei Spannung Null wäre
- Die Erzeugungsanlagen setzen das Netz unter Spannung
- Für einen stabilen Netzbetrieb darf die Spannung nur innerhalb von bestimmten Grenzen schwanken, sie müssen also geregelt werden
- Für ein stabiles Gesamtsystem muss die Regelung der Erzeugungsanlage stabil sein
- Im Folgenden geht es also um die Stabilität der Spannungsregelung $Q(U)$



Spannungshaltung 2/3



- Gutes Führungsverhalten:

Die Regelgröße (Spannung) soll aufgrund einer Störgröße (Änderung der Blindleistungsbilanz) der Führungsgröße (z.B. Nennspannung) mit einer guten Übergangsvorgang nachgeführt werden.

- Beim Fallen in ein Teilnetz werden sowohl die Blindleistungsbilanz als auch die Wirkleistungsbilanz im Teilnetz schlagartig geändert
- Das Fallen in ein Teilnetz kann nur erfolgreich durchgeführt werden, wenn nach einer Störgrößenaufschaltung (schlagartige Störung der Blind- und Wirkleistungsbilanz) die Bilanz wieder zu Null ausgeglichen werden kann.
- Q(U)-Regelung aktiv -> Nur in diesem Modus kann die Anlage auf eine Spannungsänderung mit einer Blindleistungsänderung reagieren

Spannungshaltung 3/3

- Reglerstabilität und Teilnetzbildung
- Regler mit gutem Störungsverhalten versuchen, bei einer Störungen, die Systemparameter (U , f , $RoCof$) in zulässigen Grenzen zu halten.
- Herausforderung Teilnetzbildung von der ungewollten Inselnetzbildung zu unterscheiden

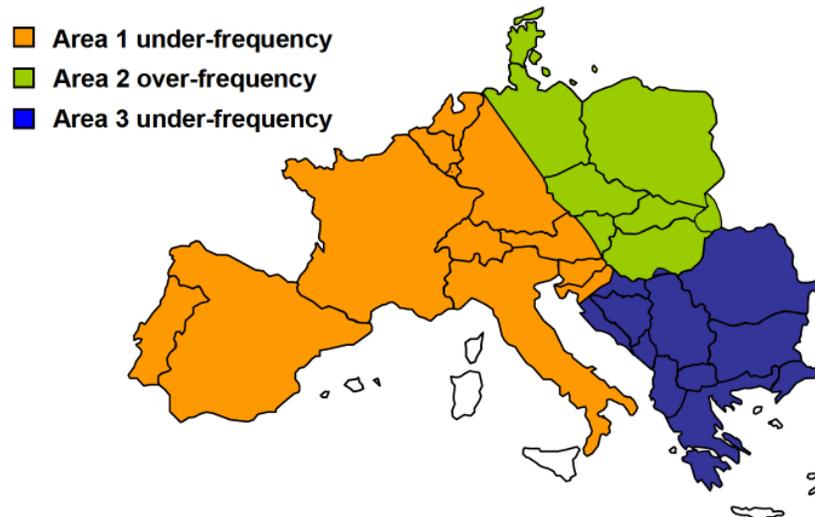


Figure 4: Schematic map of UCTE area split into three areas



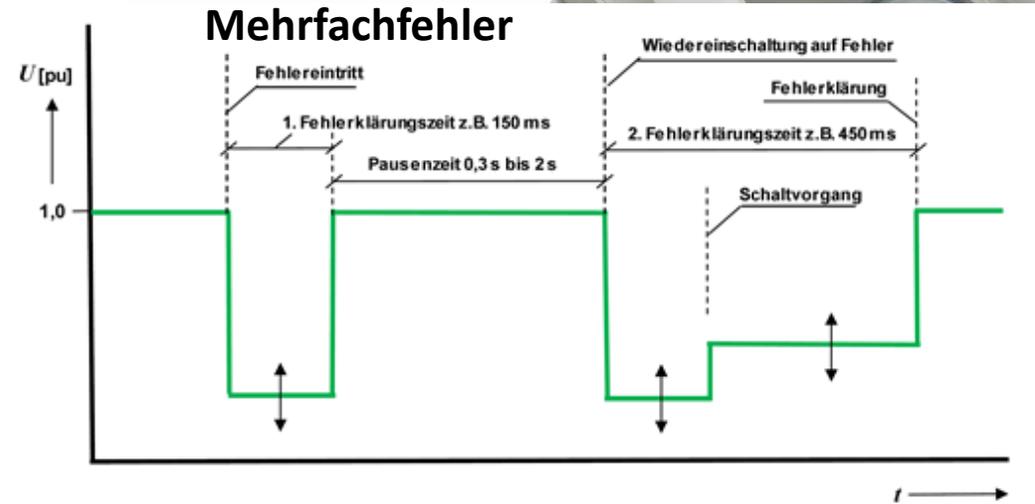
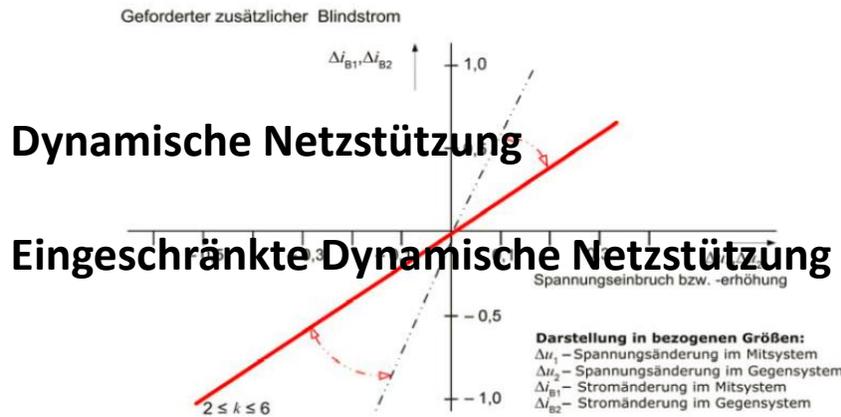
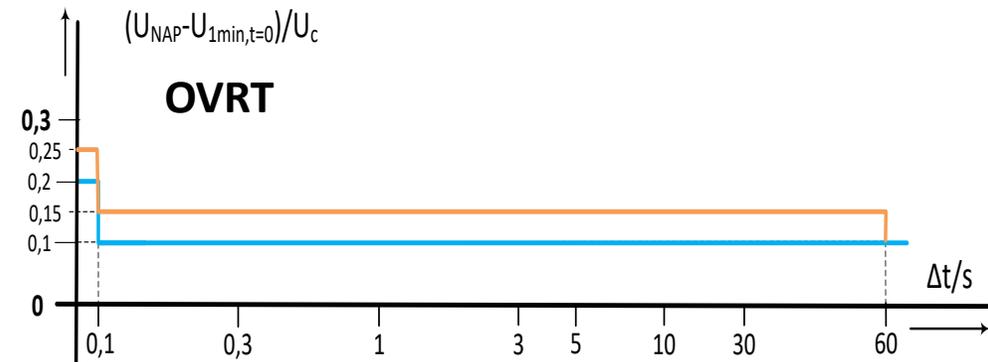
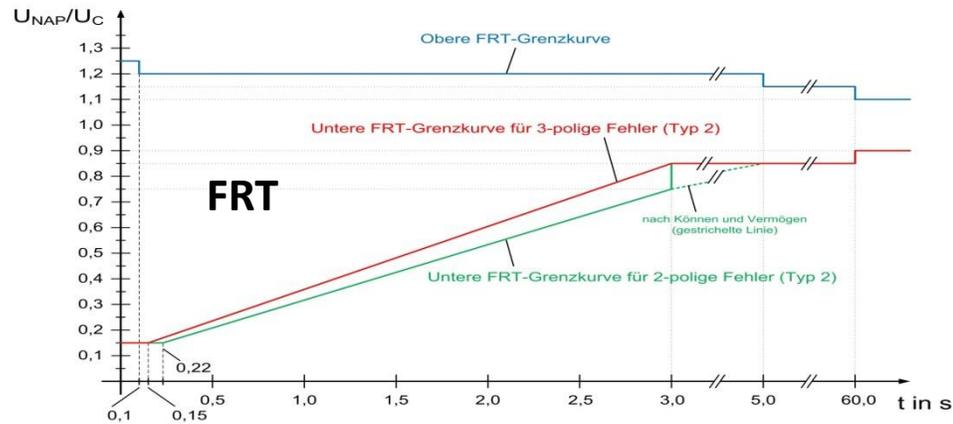
Agenda

- Hintergrund
- Fehlende Schwungmasse
- Frequenzhaltung
- Spannungshaltung
- Dynamische Netzstützung



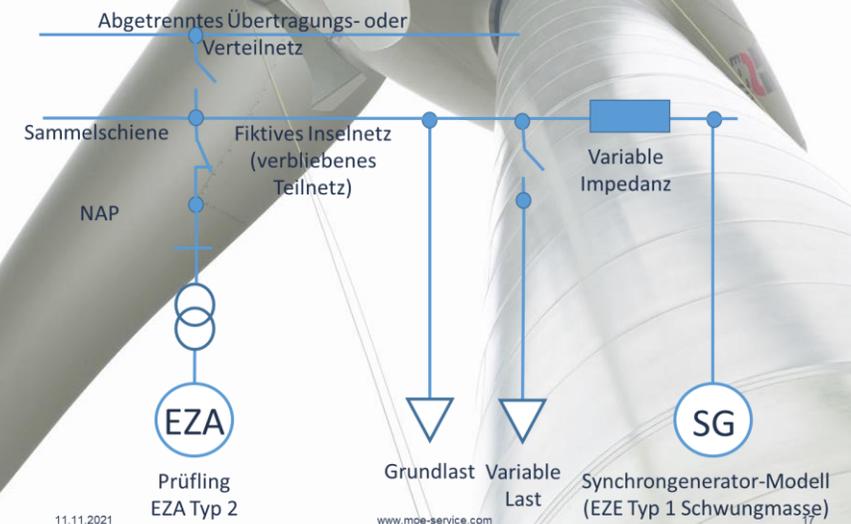
Gestörter Betrieb: Dynamische Netzstützung 1/1

z.B.: EZE Typ 2



Fazit

- Wir brauchen eine schnelle Anpassung der TAR (innerhalb von 5 statt 10 Jahren)
- Zukünftige EZA müssen mehr Verantwortung für die Systemstabilität (Frequenz und Spannung) übernehmen und die Bestandsanlagen mittragen.
- Anforderungen müssen technologiespezifisch angepasst erarbeitet werden.
- Ein zu definierender Anteil wird Typ 1 EZE im Netz sein müssen.
- Nachweisführung auf Basis einer fiktiven Teilnetzbildung.



Fragen?

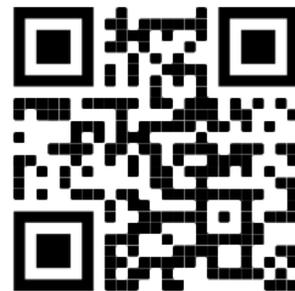




CERTIFICATION · MEASUREMENT · INSPECTION

Jetzt geht es weiter mit dem Impulsvortrag:
Netzverknüpfungspunktuntersuchung – Wie Sie Ihr
Recht auf den gesamtwirtschaftlich günstigsten
NVP nutzen M.P.E. Tim Pullmann

Spreewindtage 2023
Herr Jochen Möller,
09.11.2023, Itzehoe



Weitere Informationen finden
Sie auf unserer Homepage!

