ef RUHR
DIE ENERGIEDENKFABRIK

TRÄGHEIT DER LOKALEN NETZSTABILITÄT

Rolle und Entwicklung der Momentanreserve

Nicht-frequenzgebundene Systemdienstleistungen

- **Definition:** eine von Übertragungs- oder Verteilernetzbetreibern genutzte Dienstleistung für statische Spannungsregelung, die Einspeisung von dynamischem Blindstrom, **Trägheit der lokalen Netzstabilität**, Kurzschlussstrom, Schwarzstartfähigkeit und Inselbetriebsfähigkeit

Nicht-frequenzgebundene Systemdienstleistungen

- **Definition:** eine von Übertragungs- oder Verteilernetzbetreibern genutzte Dienstleistung für statische Spannungsregelung, die Einspeisung von dynamischem Blindstrom, **Trägheit der lokalen Netzstabilität**, Kurzschlussstrom, Schwarzstartfähigkeit und Inselbetriebsfähigkeit

Was bedeutet lokal?

Welche Trägheit?

Welche Form der Stabilität?

Nicht-frequenzgebundene Systemdienstleistungen

- **Definition:** eine von Übertragungs- oder Verteilernetzbetreibern genutzte Dienstleistung für statische Spannungsregelung, die Einspeisung von dynamischem Blindstrom, **Trägheit der lokalen Netzstabilität**, Kurzschlussstrom, Schwarzstartfähigkeit und Inselbetriebsfähigkeit

Was bedeutet lokal?

Welche Trägheit?

Welche Form der Stabilität?

Momentanreserve

„Eine nicht-frequenzgebundene Systemdienstleistung…

- die heute noch keine eigenständige Systemdienstleistung ist,
- irgendwie doch von der Frequenz abhängt,
- die eigentlich auch kein lokales Phänomen ist
- und auch nicht marktseitig beschafft wird.“

Momentanreserve

„Eine nicht-frequenzgebundene Systemdienstleistung…

- die heute noch keine eigenständige Systemdienstleistung ist,
- irgendwie doch von der Frequenz abhängt,
- die eigentlich auch kein lokales Phänomen ist
- und auch nicht marktseitig beschafft wird.“

Klingt confused?

…auf den ersten Blick auf jeden Fall

Unsere Interpretation

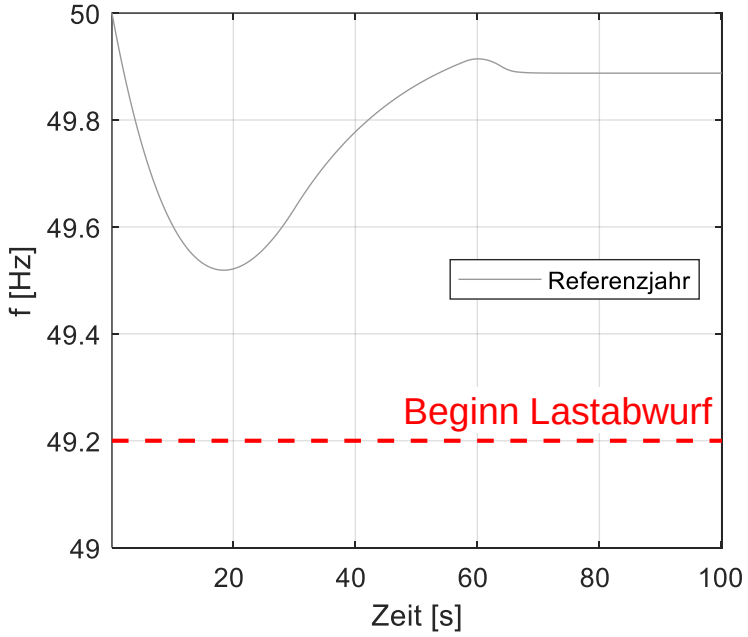
Was ist Momentanreserve?

Die Momentanreserve stellt eine **inhärente Eigenschaft** direktgekoppelter Synchronmaschinen dar und wird daher als **unvergütete SDL** erbracht.

- Im Falle eines **Wirkleistungsungleichgewichts** wirkt die rotierende Masse der Anlagen als kurzzeitige Leistungsreserve und wirkt dem Ungleichgewicht entsprechend entgegen.
- Dies verleiht dem Netz ein gewisses Maß an **Trägheit** und wirkt hohen Leistungsgradienten entgegen und somit **systemstabilisierend**.

Was ist Momentanreserve?

Beispiel: Erzeugungsausfall von 3 GW (normativer Ausfall)



Wirkleistungsungleichgewicht

- Instantane Ausspeicherung der in der rotierenden Masse gespeicherten Energie
- Keine Regelung sondern inhärente Eigenschaft/Trägheit

➢ Abfall der Frequenz, da Synchronmaschinen langsamer rotieren
➢ Die gespeicherte Energie der rotierenden Masse bestimmt den Frequenzgradienten $\dot{f}$

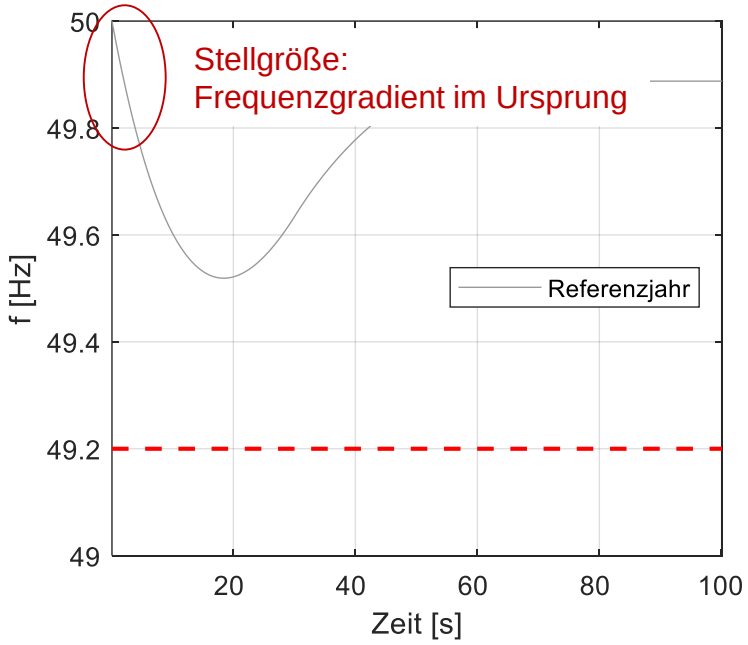
Regelleistungsprodukte

- Ausgleich der Leistungsungleichgewichte und Rückführung der Frequenz

➢ Zeitverzögerter Einsatz über Regelung
➢ Dimensionierung für normativen Ausfall

Was ist Momentanreserve?

Beispiel: Erzeugungsausfall von 3 GW (normativer Ausfall)



Wirkleistungsungleichgewicht

- Instantane Ausspeicherung der in der rotierenden Masse gespeicherten Energie
- Keine Regelung sondern inhärente Eigenschaft/Trägheit

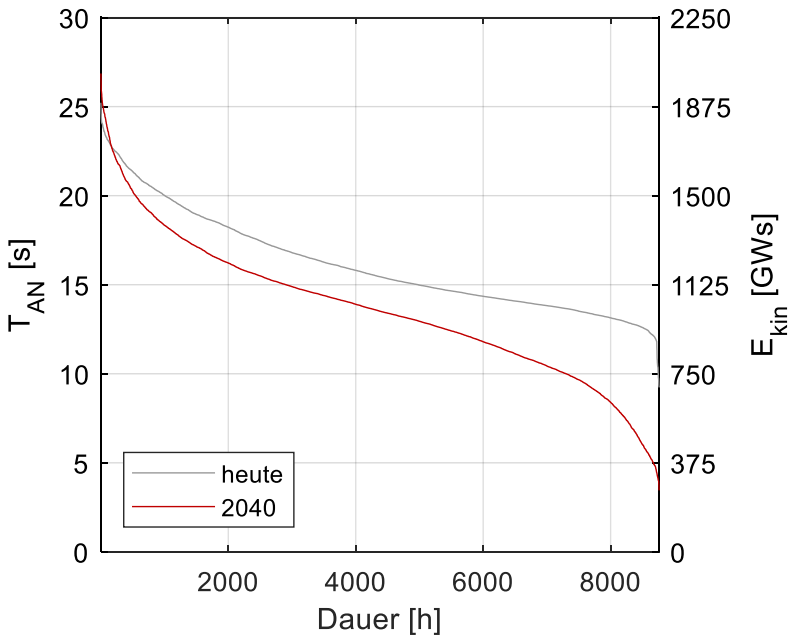
➢ Abfall der Frequenz, da Synchronmaschinen langsamer rotieren
➢ Die gespeicherte Energie der rotierenden Masse bestimmt den Frequenzgradienten $\dot{f}$

Regelleistungsprodukte

- Ausgleich der Leistungsungleichgewichte und Rückführung der Frequenz

➢ Zeitverzögerter Einsatz über Regelung
➢ Dimensionierung für normativen Ausfall

Bewertung der Momentanreserve



Netzanlaufzeitkonstante

- Maß für die Systemträgheit
- Bezogen auf 150 GW (Schwachlastfall)

Begrenzung des Frequenzgradienten

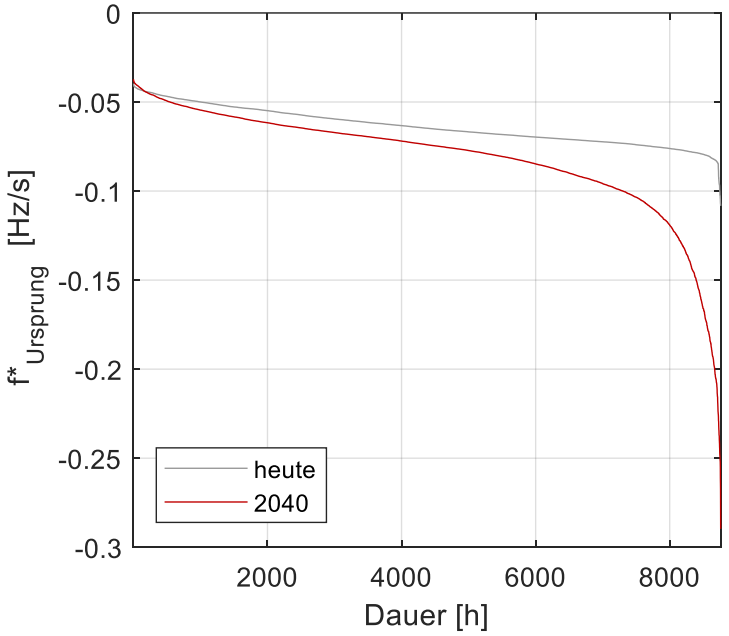
- Systemische Perspektive (Emergency Control)
- Anlagenschutz (Fortbestand MomRes-Erbringer)
- Abhängig von ΔP und T_{AN}.

Grenzwerte und Vorgaben

entsoe

Kenngröße	Grenzwert
$\dot{f}$	Keine einheitlichen Vorgaben
$\dot{f}_{\mathrm{Sekante}}$	2,0 Hz/s [Δt = 500 ms]
	1,5 Hz/s [Δt = 1000 ms]
	1,25 Hz/s [Δt = 2000 ms]

Momentanreserve im synchronen Netzgebiet



Normativer Ausfall von 3 GW

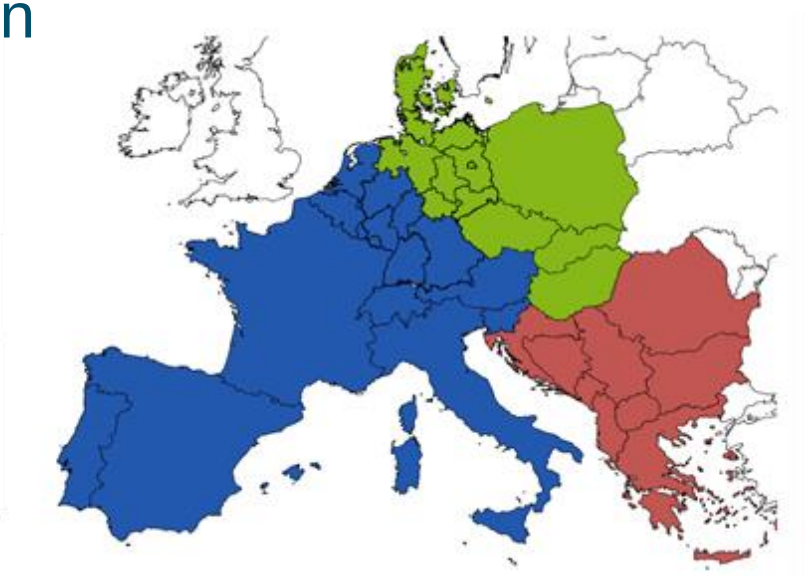
- Frequenzgradienten steigen bis zum Jahr 2040 deutlich an
- Keine Verletzung systemisch relevanter Grenzwerte (2 Hz/s)

➢ Keine Systemgefährdung bei einem Ausfall von 3 GW (normativer Ausfall)

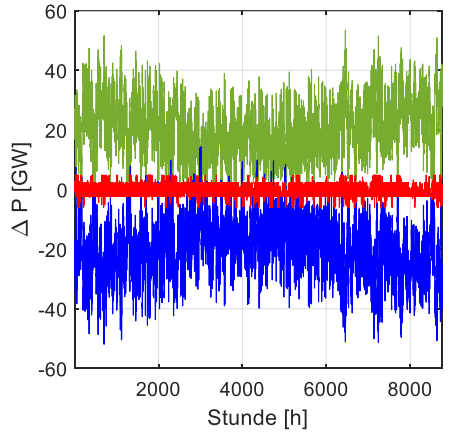
Momentanreserve im gestörten Netzbetrieb

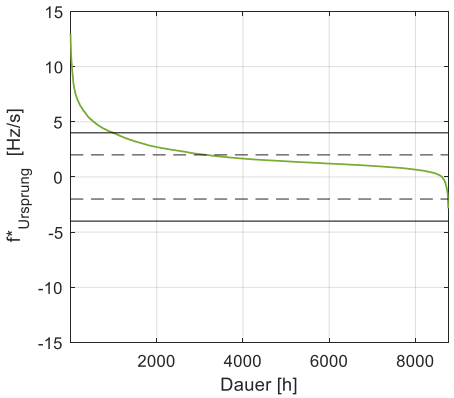
- **System-Split-Szenario:** orientiert sich an einer Störung aus dem Jahr 2006. Aufteilung des europäischen Verbundnetzes in drei Netzinseln

- rot: Ausgeglichen
- blau: Import- / Unterfrequenzgebiet
- grün: Export / Überfrequenzgebiet



Momentanreserve als lokale Trägheit

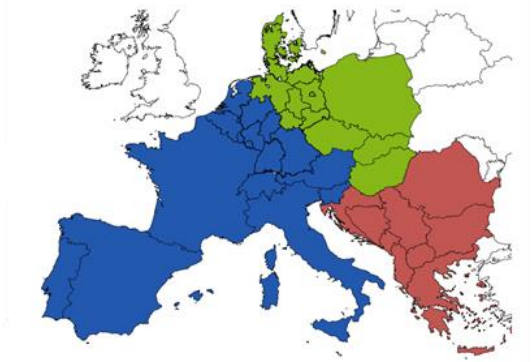




Gestörter Netzbetrieb → System-Split

- Deutlich höhere Leistungsungleichgewichte als im normativen Ausfall
- Leistungsungleichgewichte steigen durch den starken Zubau von dargebotsabhängigen DEA perspektivisch deutlich an
- Zeitgleich nimmt die im System inhärent vorhandene Momentanreserve kontinuierlich ab

➢ Deutlicher Anstieg der Frequenzgradiente!
➢ Potenzielle Gefährdung des sicheren Netzbetriebs!



Trägheit der lokalen Netzstabilität

- Die Sicherung des stabilen Netzbetriebs muss auch im System-Split gewährleistet werden
  - Räumliche Diversifikation von MomRes-Erbringern
  - Maßnahmen des Emergency Control müssen aktiviert werden können
- Das gewünschte Sicherheitsniveau ist Gegenstand aktueller Diskussionen und muss noch definiert werden
  - Dürfen Teilbereiche schwarzfallen?
  - Wie lange dürfen Teilbereiche schwarzfallen?
  - Welche Reserven sind notwendig?
- Durch den Rückgang der inhärent im System vorhandenen rotierenden Masse müssen alternative Momentanreserve-Erbringer erschlossen werden
  - Umrichtergekoppelte Erzeuger und Lasten
  - HGÜ oder PtX
  - …
- Momentanreserve muss uneingeschränkt und zuverlässig zur Verfügung stehen
  - Diverses Erbringerfeld
  - Technische Anschlussrichtlinien vs. Netzbetriebsmittel vs. Markt

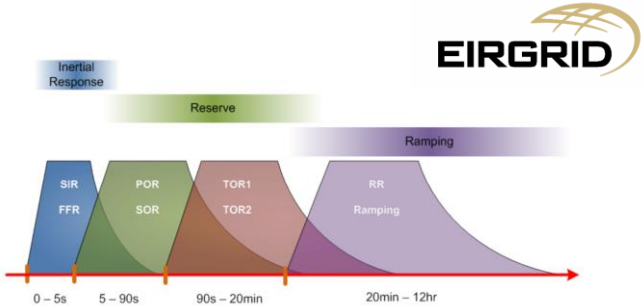


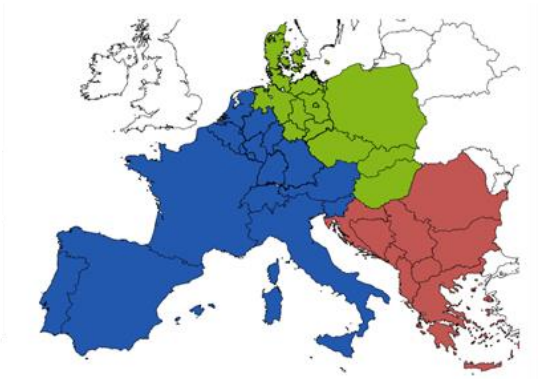
Figure 1: Frequency Control Services (Source: EirGrid)

Momentanreserve - Trägheit der lokalen Netzstabilität

Momentanreserve

„Eine nicht-frequenzgebundene Systemdienstleistung…

- die perspektivisch eine Systemdienstleistung werden kann oder ggf. sogar muss,
- dazu dient instantan Wirkleistungs-ungleichgewichte auszugleichen,
- nicht nur von direktgekoppelten Synchronmaschinen erbracht werden kann,
- jedoch auch perspektivisch an die Frequenz gekoppelt sein wird
- und maßgeblich für die Netzstabilität ist.“



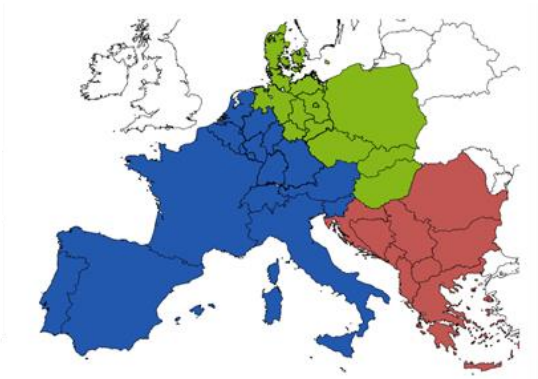
Momentanreserve - Trägheit der lokalen Netzstabilität

Momentanreserve

„Eine nicht-frequenzgebundene Systemdienstleistung…

- die perspektivisch eine Systemdienstleistung werden kann oder ggf. sogar muss,
- dazu dient instantan Wirkleistungs-ungleichgewichte auszugleichen,
- nicht nur von direktgekoppelten Synchronmaschinen erbracht werden kann,
- jedoch auch perspektivisch an die Frequenz gekoppelt sein wird
- und maßgeblich für die Netzstabilität ist.“

➢ Aber kann oder sollte Momentanreserve auch marktseitig beschafft werden?



Ihre Ansprechpartner

ef.Ruhr GmbH

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20
D-44227 Dortmund

Dr.-Ing. Christian Wagner

Senior Consultant

Tel: +49 (0) 231 700 98167
E-Mail: c.wagner@energieforschung.ruhr
www.energieforschung.ruhr