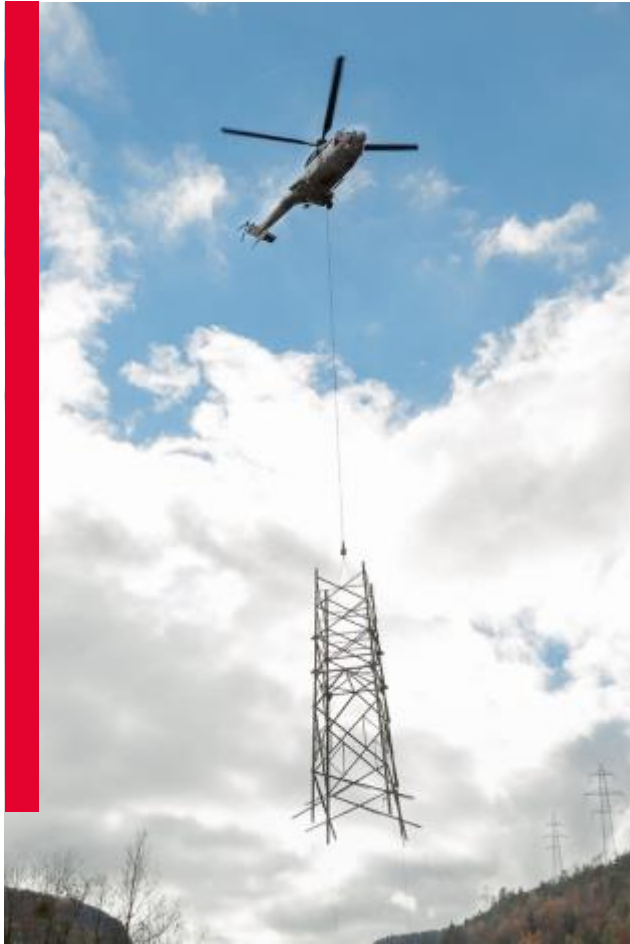


# Warum ist die Retrofitaktion nötig?

Konformität im kontinentaleuropäischen Netz

# Agenda



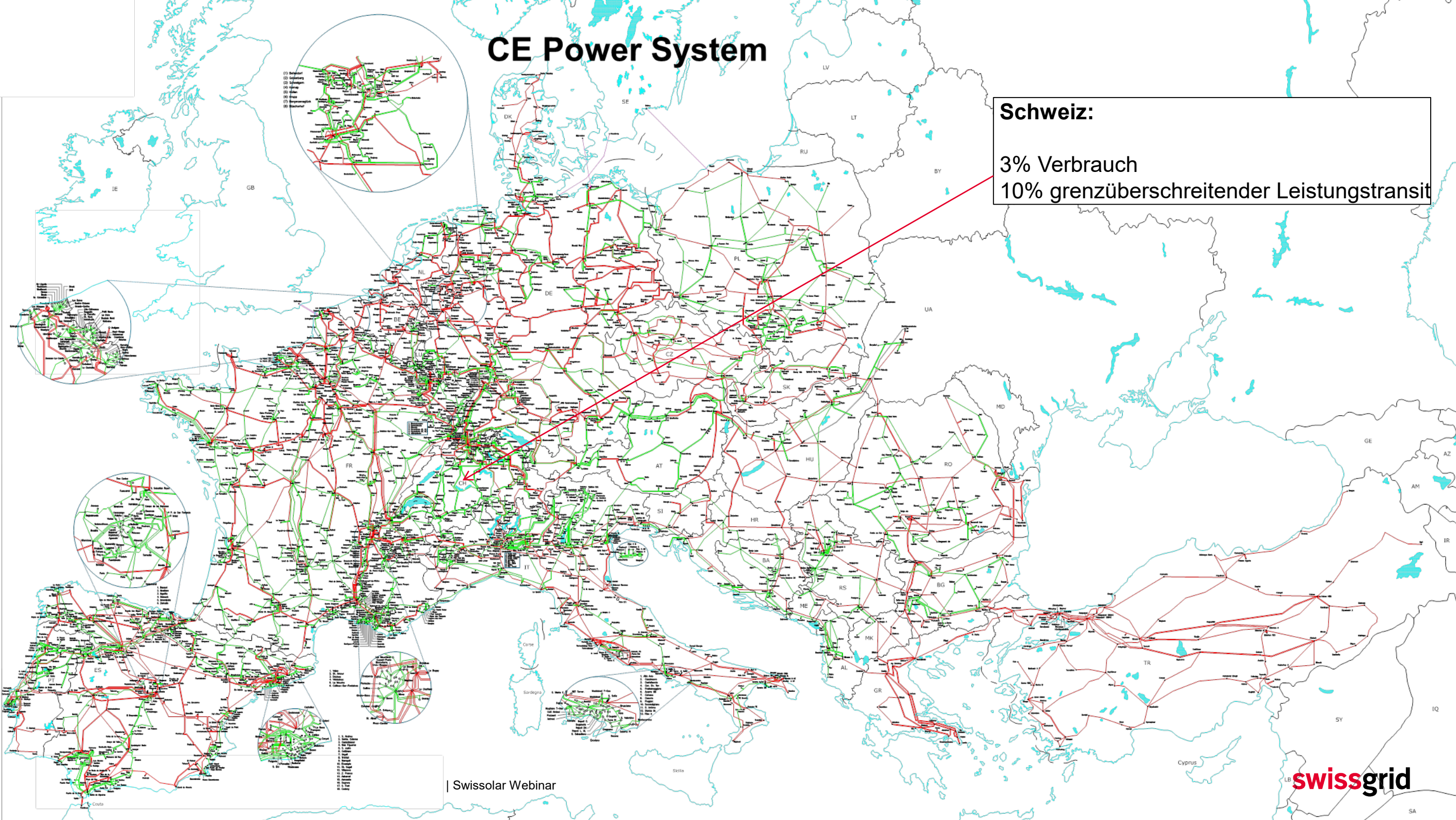
- 1 Die Schweiz in der Mitte des kontinentaleuropäischen Netzes**
- 2 Betrieb der grossen «europäischen Maschine»**
- 3 Beispiele von Wechselwirkungen**
- 4 Notwendige Regularien**
- 5 Referenzen**

# CE Power System

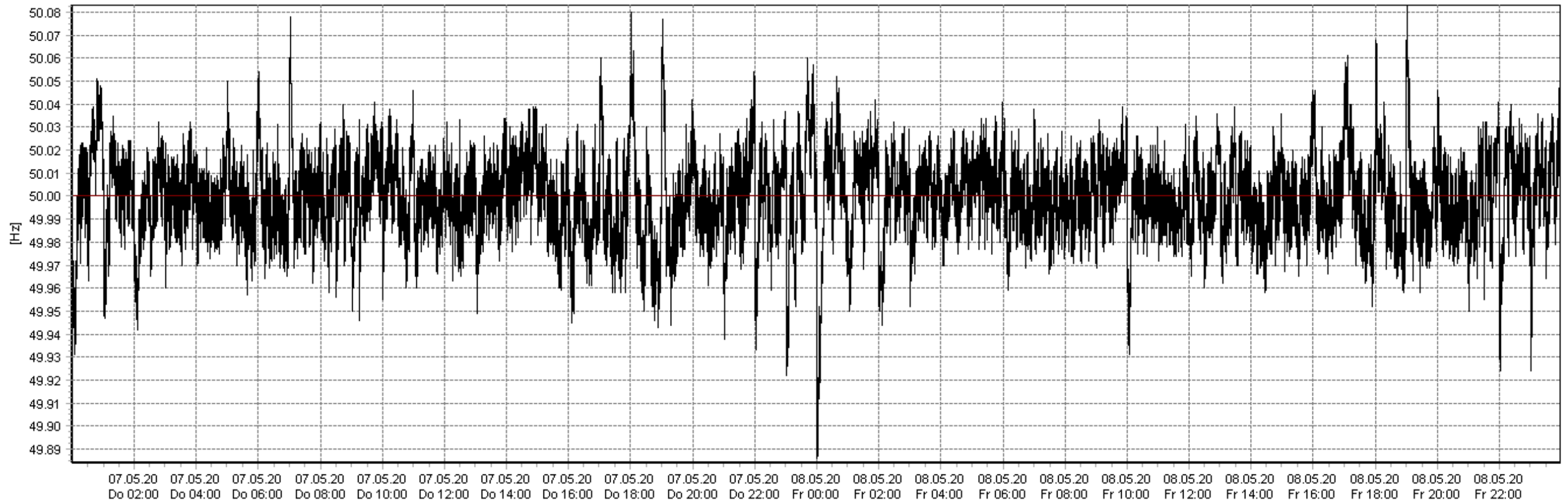
## Schweiz:

3% Verbrauch

10% grenzüberschreitender Leistungstransit



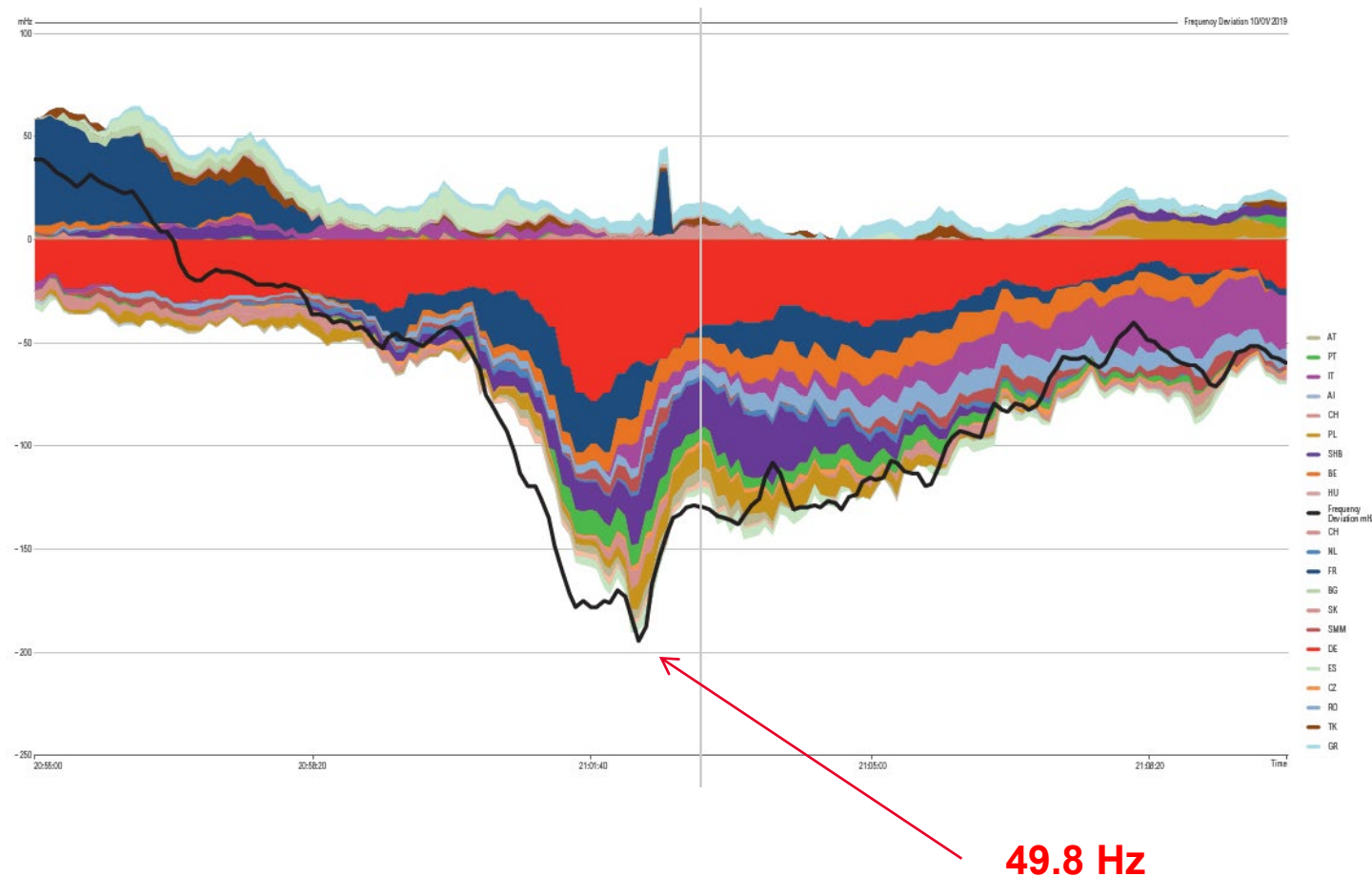
## 2.1 Die Netzfrequenz: Herzschlag des Netzes



- Gleichgewichtsbeschreibung zwischen Erzeugung und Verbrauch
  - zwei Arbeitstage 7-8 Mai 2020 / deterministische Abweichungen beim Stundenwechsel, vor allem morgens und abends
  - Bereich: -100 mHz / + 100 mHz um den Sollwert von 50 Hertz (+/- 0.2%)



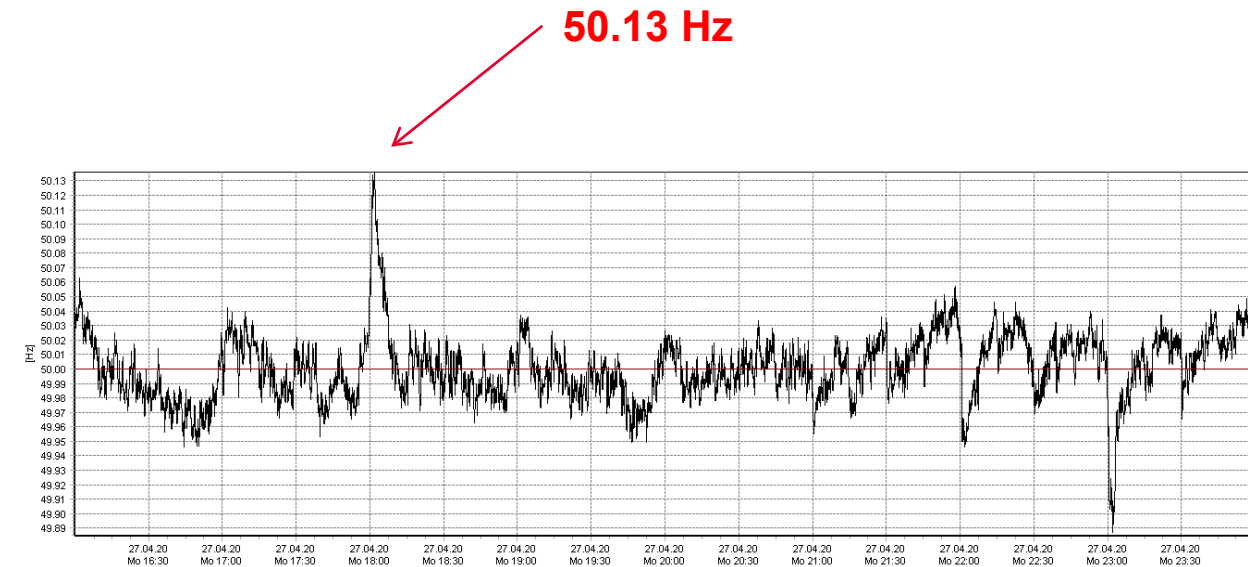
## 2.2 Aussergewöhnliche Abweichungen



### A) Netzstörung vom 10. Januar 2019 21:00:

- Überlagerung mehreren Ursachen
  - Netzreglerfehler eines Verbundnetzbetreibers
  - Deterministische Frequenzabweichungen

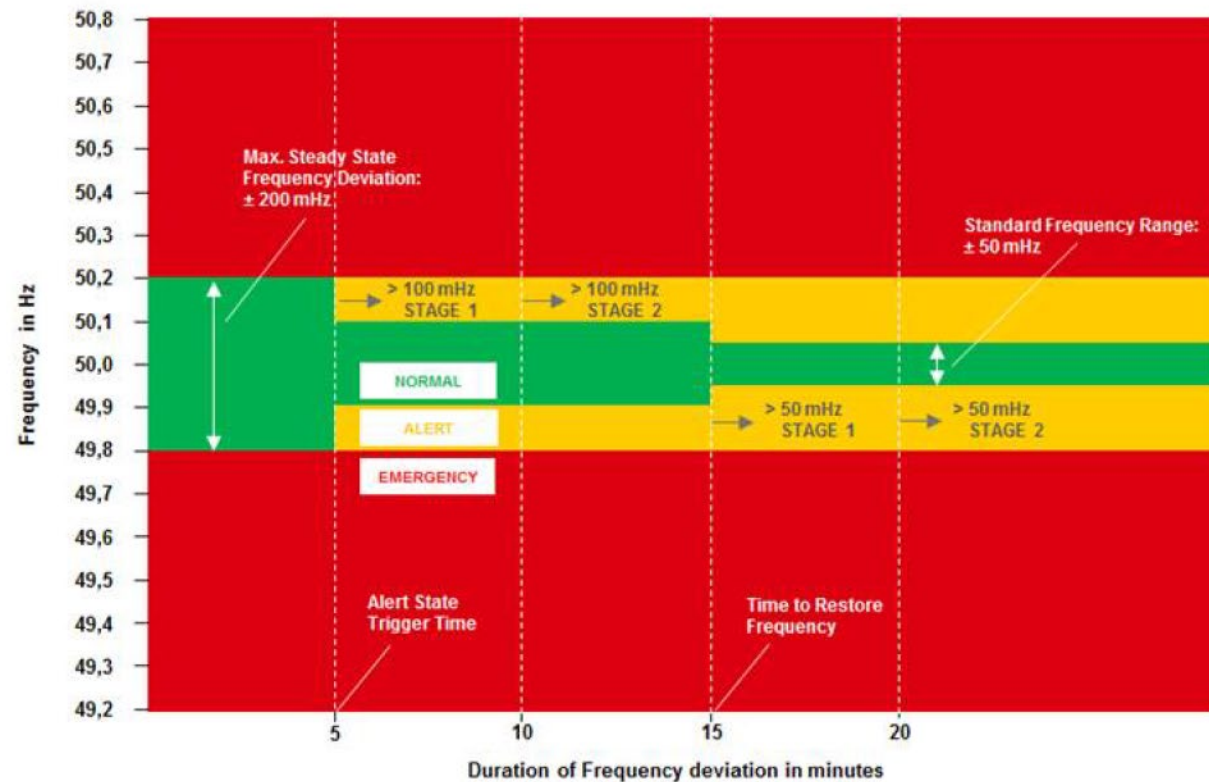
Quelle: /1/



### B) Fahrplanwechsel vom 27. April 2020 18:00

## 2.3 Betriebsgrenzen und Betriebsprozeduren

### GL SO: Alert State and Emergency State Extraordinary Procedure: Stage 1 and 2



47.5 Hz – 51.5 Hz: Aufrechterhaltung des Verbundnetzbetriebs

49.0 Hz – 48.0 Hz: automatischer Unterfrequenzlastabwurf

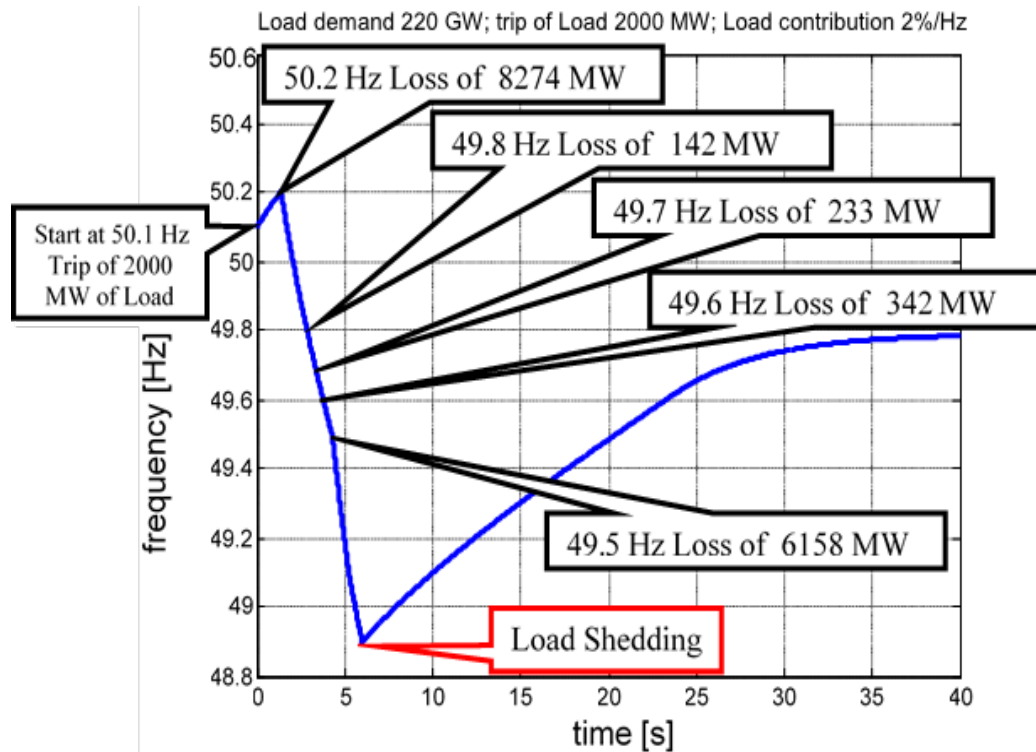
49.8 Hz – 50.2 Hz: Normalbetrieb

Manueller Eingriff : bei länger anhaltender Abweichung, bereits ab 50-mHz-Abweichung

Figure 7: Illustration of Stage 1 and Stage 2 based on the System States of the SO GL.

Quelle: /2/

# 3.1 Dynamische Modelrechnungen, Ermittlung des aktuellen Gefahrenpotentials

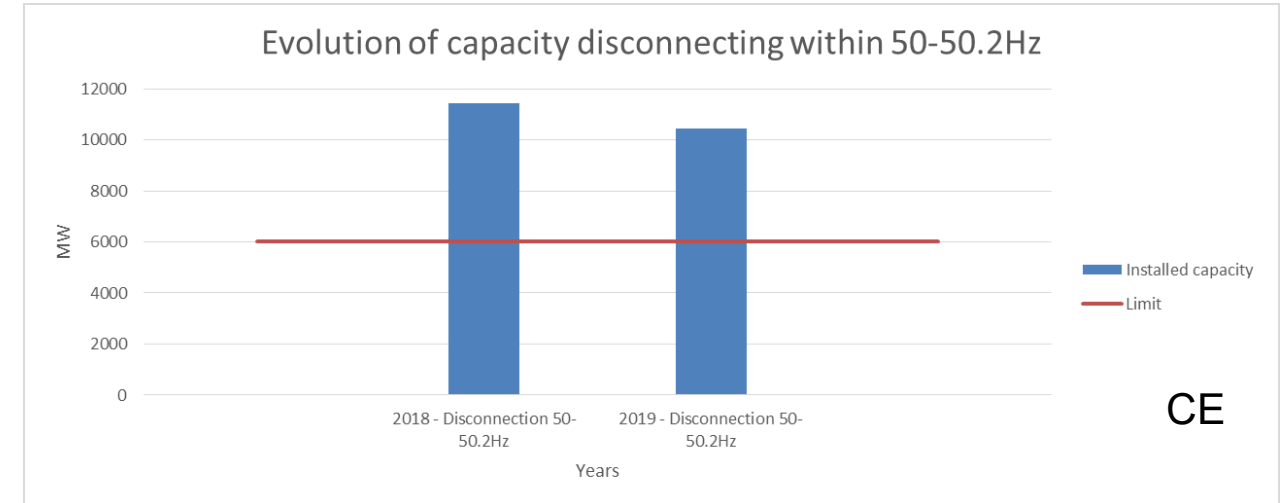


A) Bestimmung der maximal zulässigen Grenze von nicht-konformen Anlagen:

➤ **6 GW** für das gesamte CE-Netz

Quelle: /3/

## Nicht-konforme Anlagen



B) Aktueller Stand (2019)

Schweiz vor Retrofit 1 (2018):

ca. 800 MW >100 kW

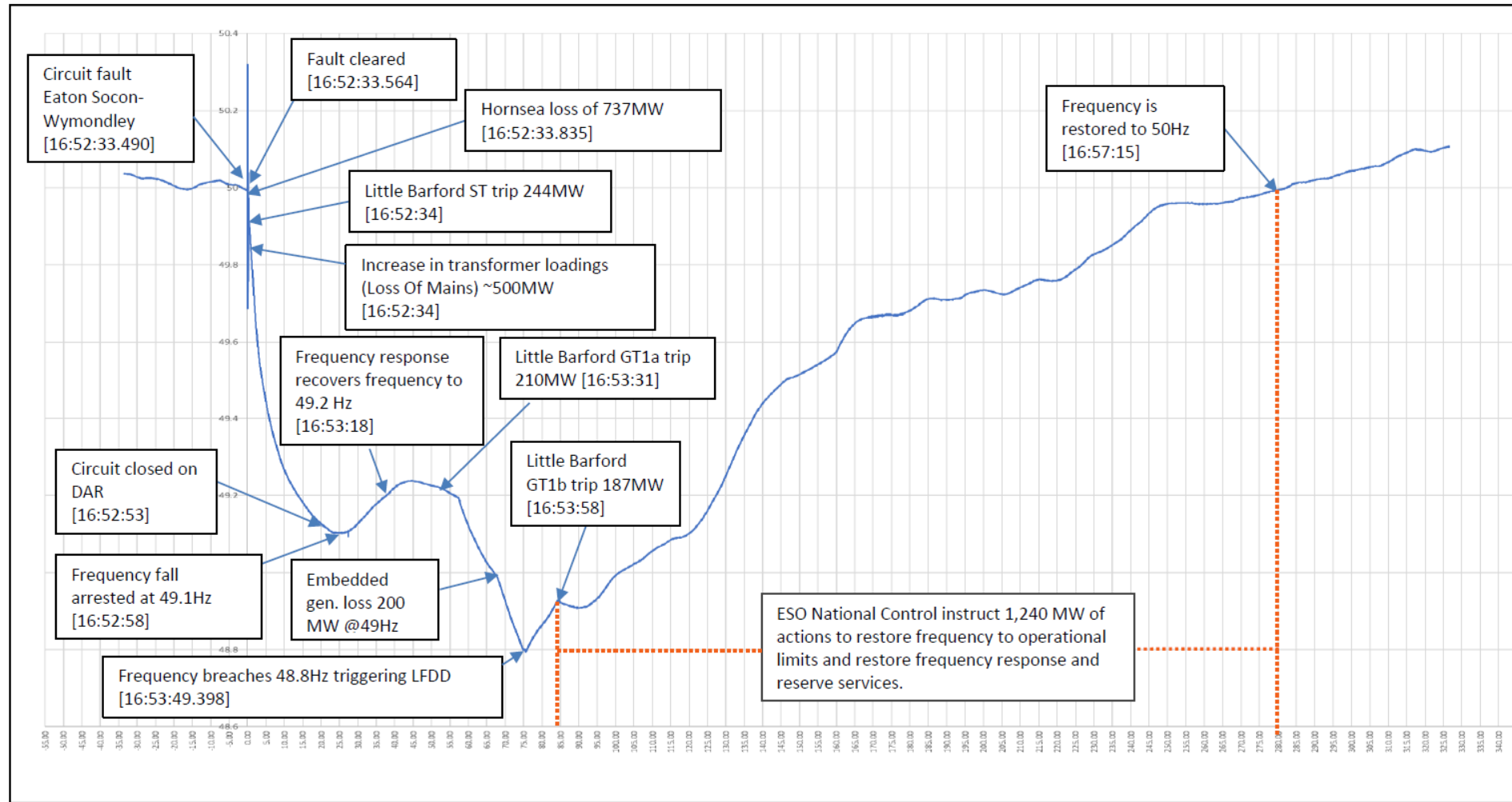
Schweiz nach Retrofit 1 (2019):

ca. 400 MW > 30 KW

Schweiz nach Retrofit 2 (2022):

ca. 200 MW

## 3.2 Aktuelles Beispiel – Unterfrequenz-Lastabwurf 9.08.2019 Grossbritannien



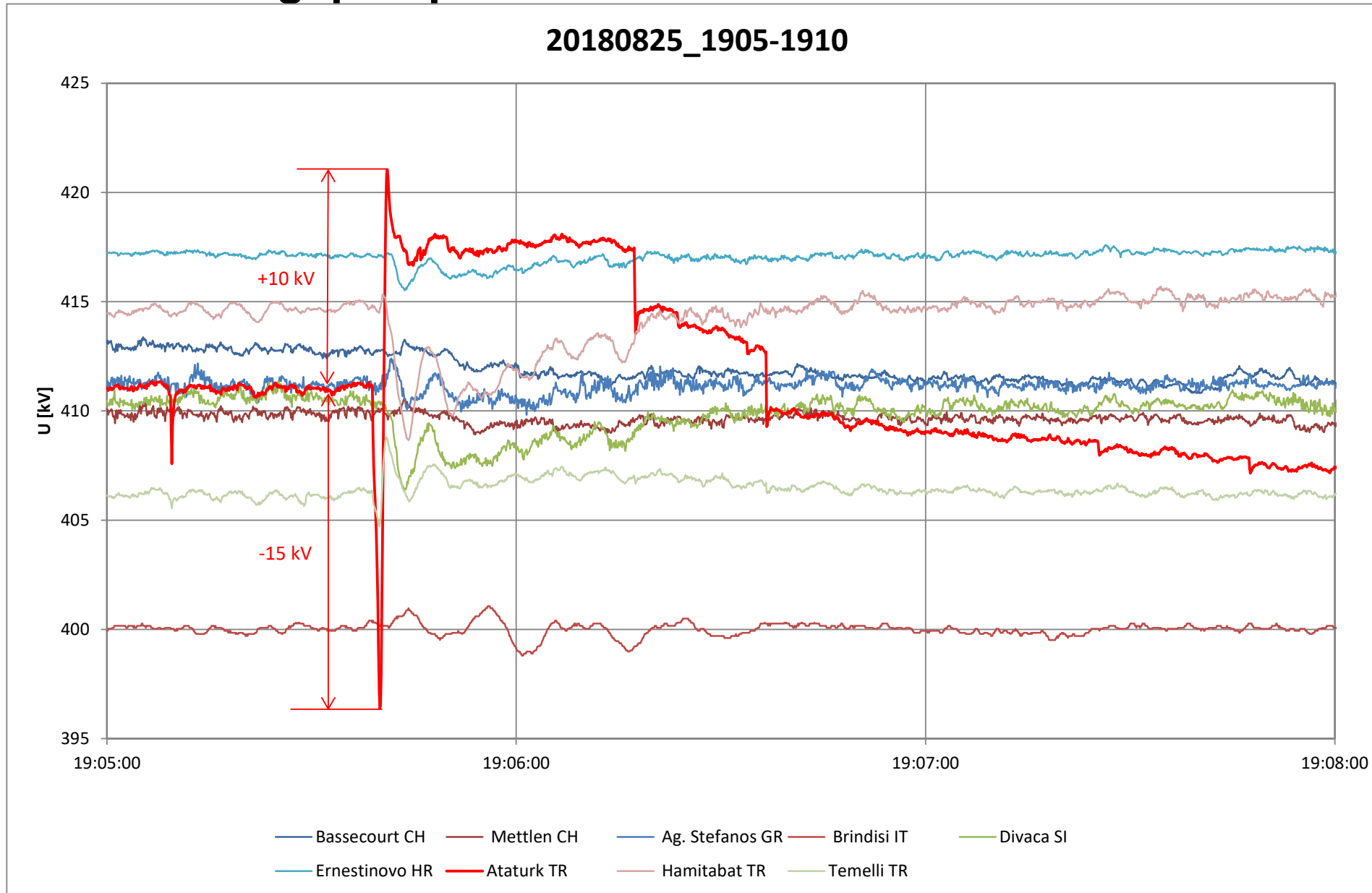
Kurzschluss auf Übertragungsleitung

- Ausfall Windpark, 740 MW
- Ausfall thermisches KW, 240 MW
- Ausfall Gasturbine, 210 MW
- Ausfall dezentrale Erz., 500 MW
- 150 MW vector shift
- 350 MW RoCoF

Quelle: /4/

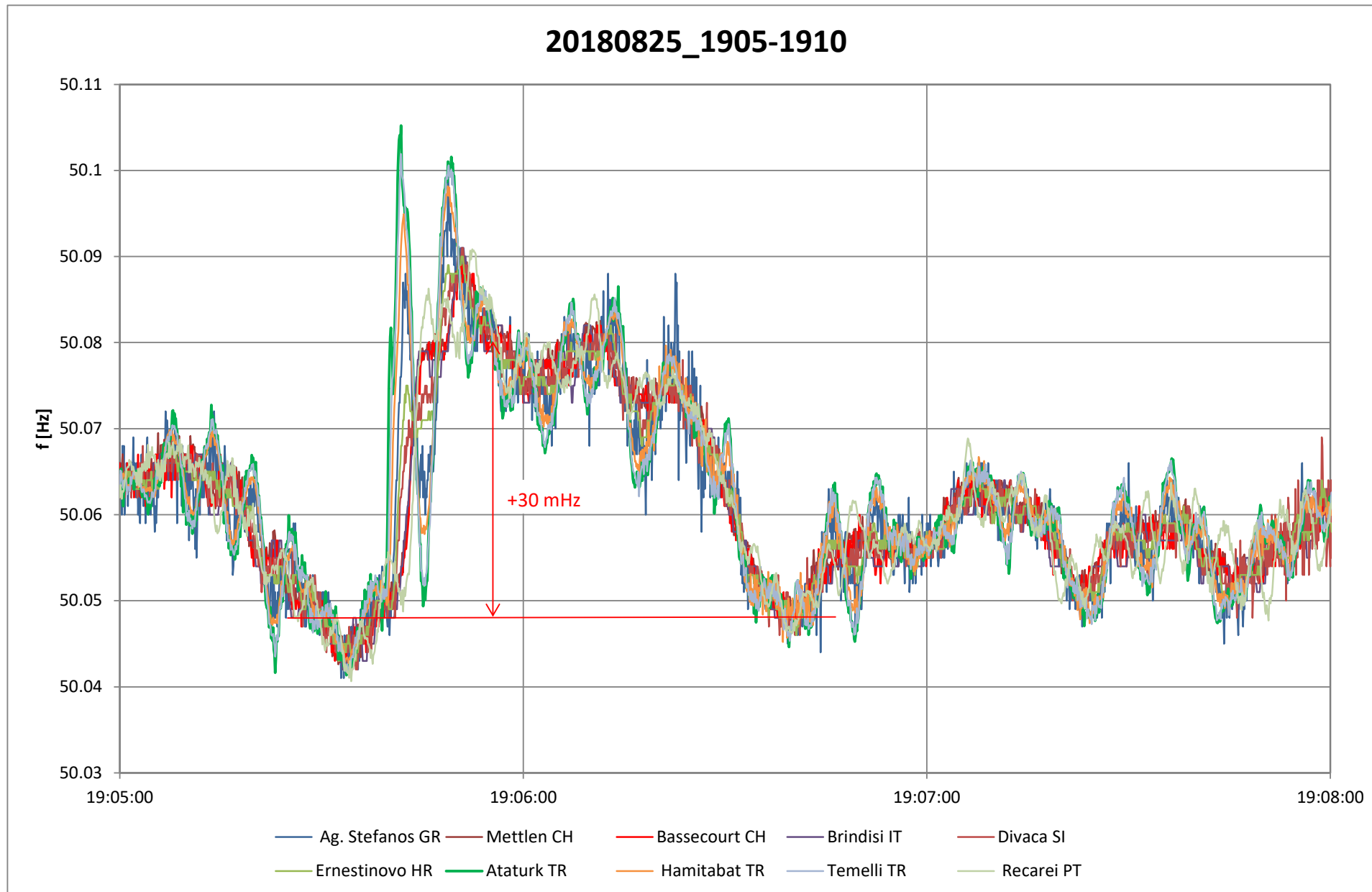


### 3.3 Störungsausbreitung im Verbundnetz – Spannungen bei Abschaltung von Bewässerungspumpen in der Türkei



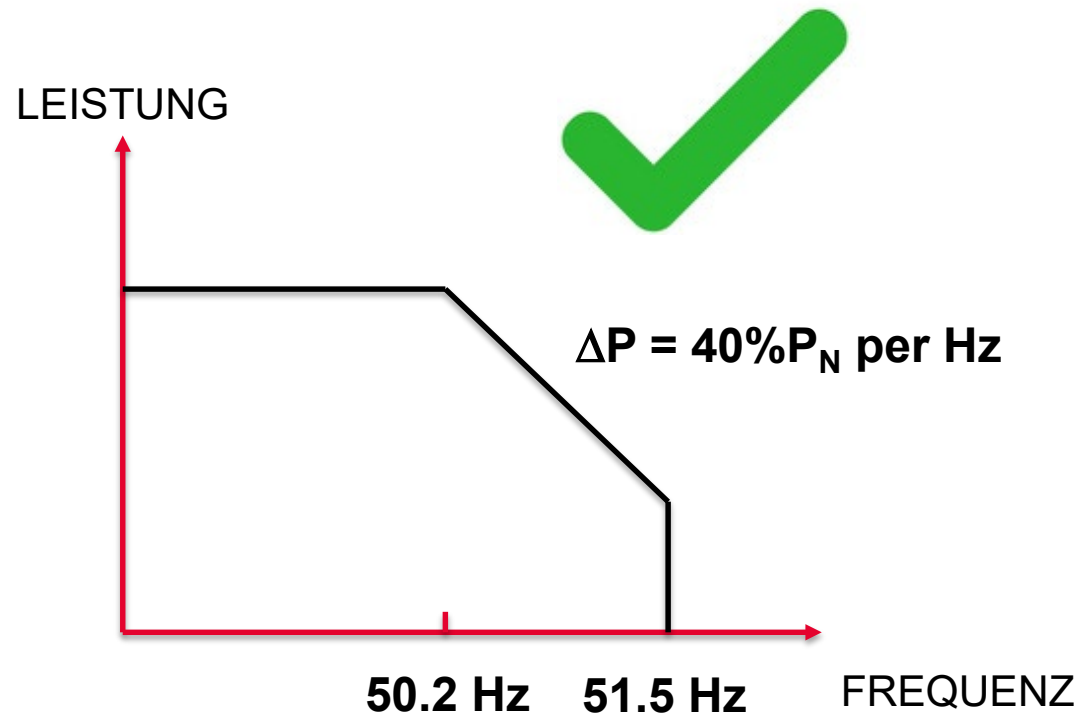
- ca. 600-800 MW Last schaltet ab
- Ursache ist **lokaler** Spannungskollaps wg. zu hohem Anteil an Asynchronmotoren/Pumpen bei zu geringer Kurzschlussleistung am Anschlusspunkt

### 3.4 Störungsausbreitung im Verbundnetz – Netzfrequenz bei Abschaltung von Bewässerungspumpen in der Türkei

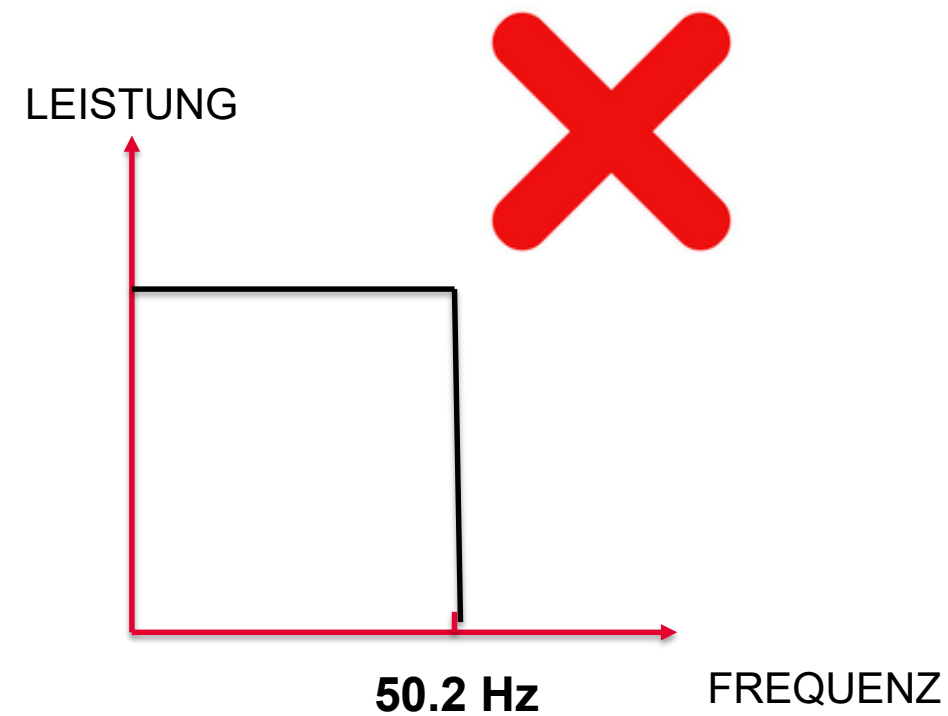


- Positiver Frequenzsprung von ca. 30 mHz wegen schlagartiger Entlastung / Lastabwurf
- Dieser Effekt ist im **gesamten** Netz bemerkbar!

## 4. Notwendige Regularien



Konformes Verhalten



Nicht-konformes Verhalten

Quelle: Heining, Swissolar

- Transmission Code 2019 (TC 2019) - **6.5.2. Robustheit gegenüber Spannungs- und Frequenzschwankungen**
- Branchenempfehlung Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen (NA/EEA-CH 2014) - **5.4.3.5 Frequenzverhalten**

## 5. Referenzen

- /1/ Continental Europe significant frequency deviations – January 2019, ENTSO-E, April 2019,  
[https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/news/2019/190522\\_SOC\\_TOP\\_11.6\\_Task%20Force%20Significant%20Frequency%20Deviations\\_External%20Report.pdf](https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/news/2019/190522_SOC_TOP_11.6_Task%20Force%20Significant%20Frequency%20Deviations_External%20Report.pdf)
- /2/ Synchronous Area Framework Agreement (SAFA), ENTSO-E, April 2019
- /3/ Dispersed generation impact on CE region security, ENTSO-E, Nov. 2014  
[https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/Publications/Position%20papers%20and%20reports/150113\\_ENTSO-E\\_Position\\_Paper\\_Dispersed\\_Generation\\_Impact\\_on\\_CE\\_Security.pdf](https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/Publications/Position%20papers%20and%20reports/150113_ENTSO-E_Position_Paper_Dispersed_Generation_Impact_on_CE_Security.pdf)
- /4/ Technical report on the events of 9 August 2019, ESO, Sept. 2019  
[https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2019/09/eso\\_technical\\_report\\_-\\_final.pdf](https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2019/09/eso_technical_report_-_final.pdf)





# Danke für Ihr Interesse

Swissgrid AG  
Bleichemattstrasse 31  
Postfach  
5001 Aarau  
Schweiz