

# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

Dr. Robert H. Renner

07.07.2022



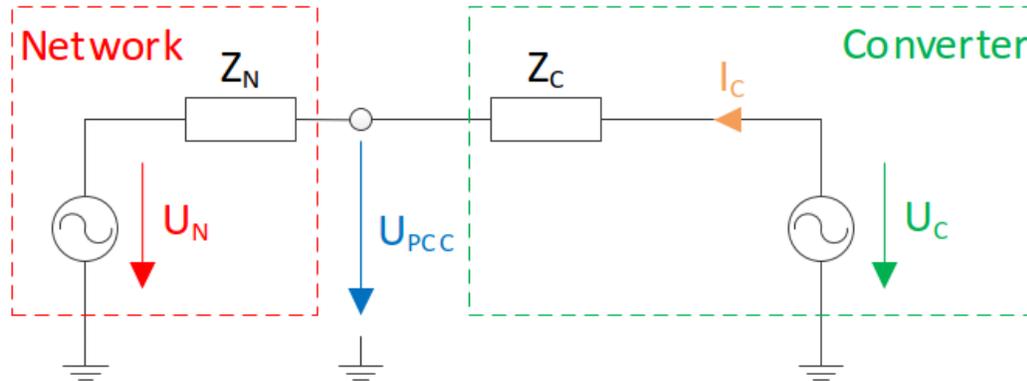
# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Agenda

- Einleitung
- Tests für Netzbildende Umrichter
- Beispiel Winkelsprung
- Beispiel Inselnetzbetrieb
- Zusammenfassung

# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Einleitung

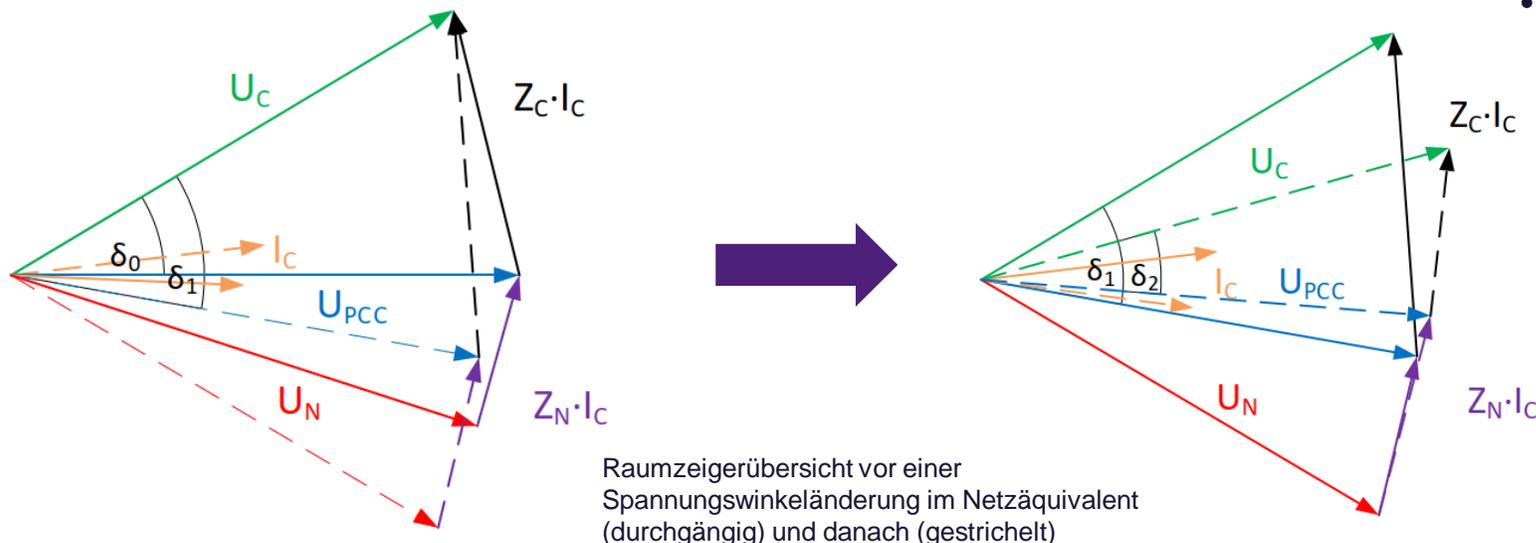


Voraussetzungen:

- Spannungsregelung ohne Blindstrom Vorgabe
- Gegenwirken einer Spannungsänderung in Phase und Amplitude ohne Messerverzögerung

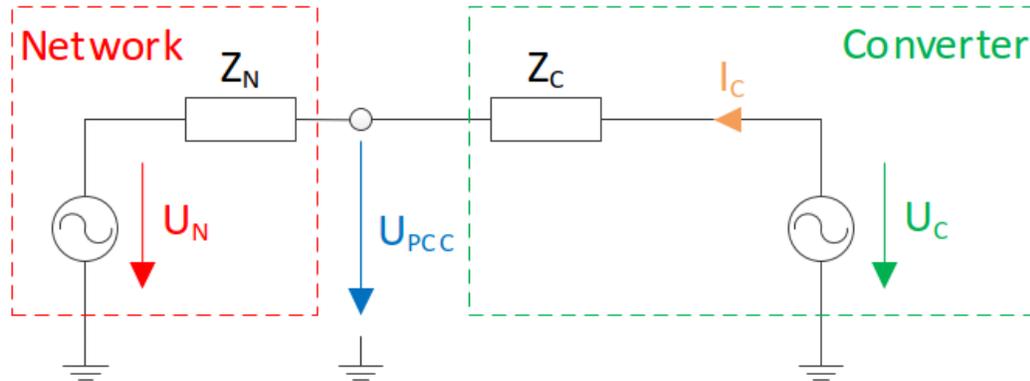
Randbedingungen:

- Zulässiger Strom
- Maximale Modulationsspannung des Umrichters
- Energie Begrenzung



# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Einleitung

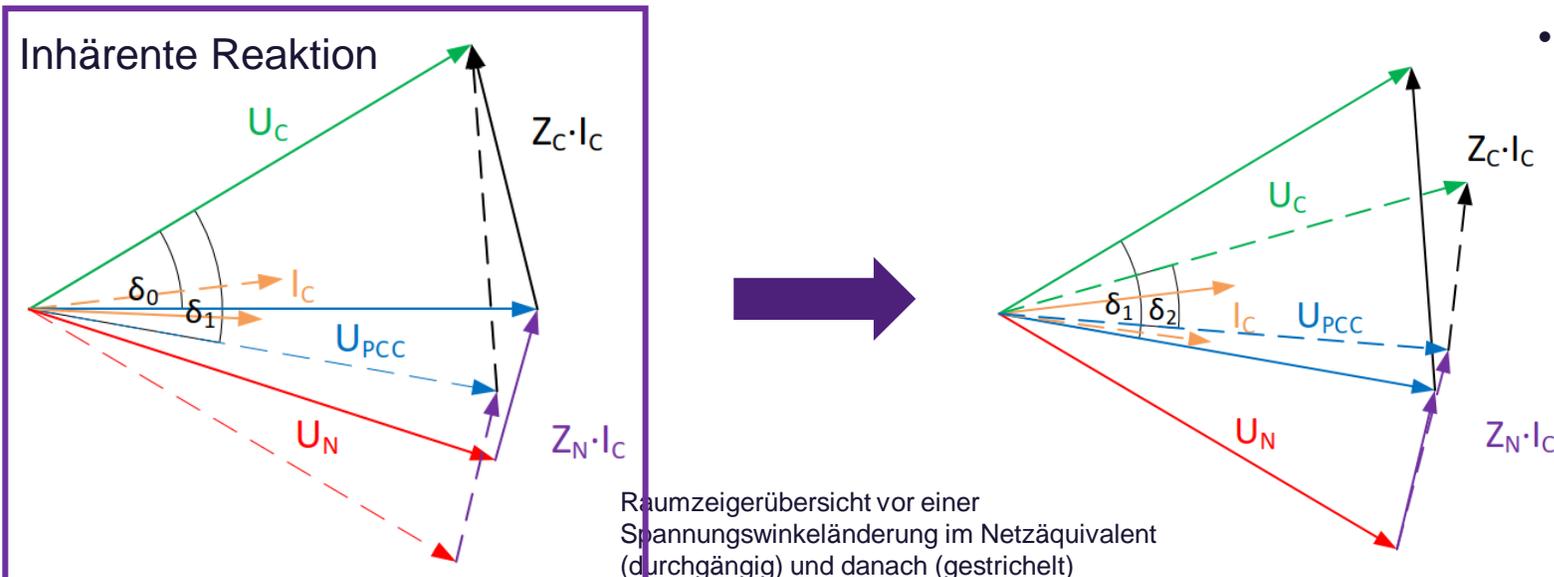


Voraussetzungen:

- Spannungsregelung ohne Blindstrom Vorgabe
- Gegenwirken einer Spannungsänderung in Phase und Amplitude ohne Messerverzögerung

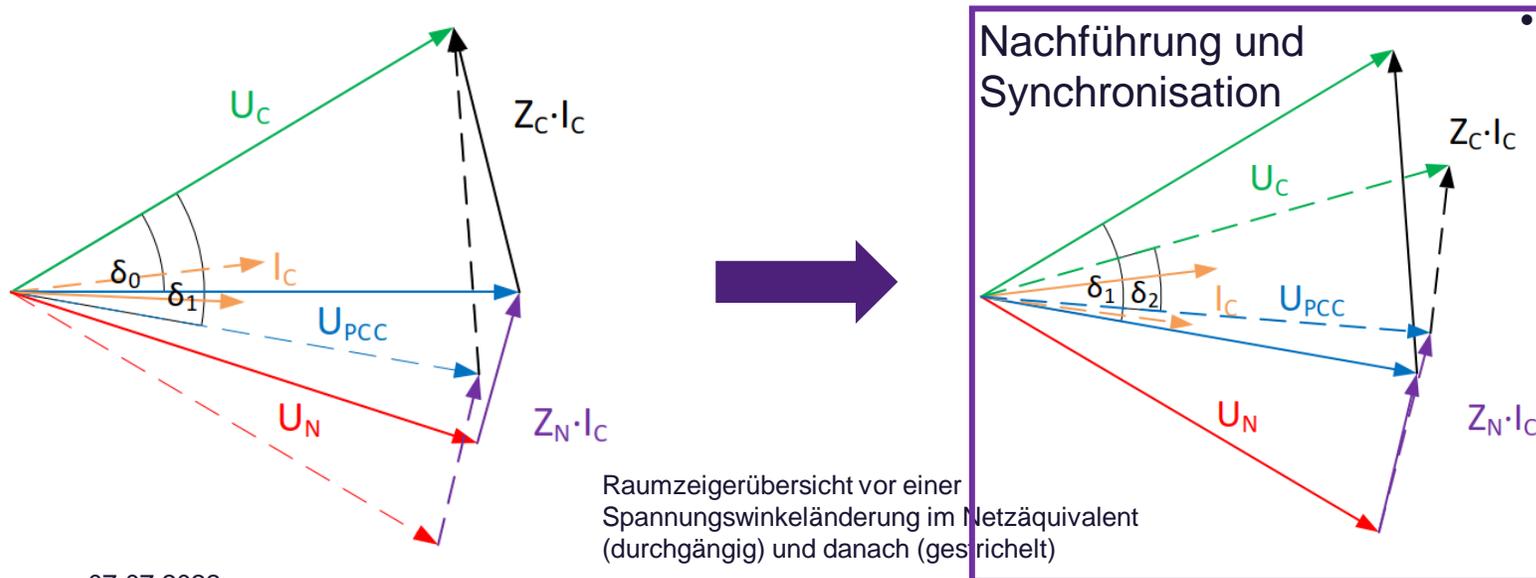
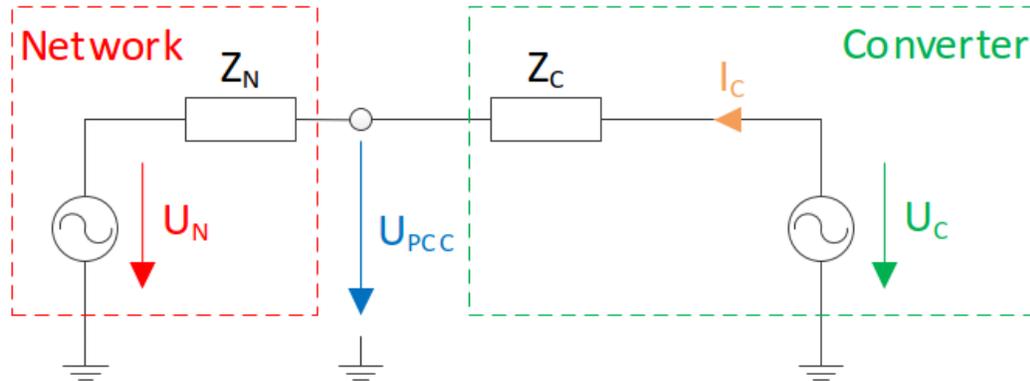
Randbedingungen:

- Zulässiger Strom
- Maximale Modulationsspannung des Umrichters
- Energie Begrenzung



# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Einleitung



Voraussetzungen:

- Spannungsregelung ohne Blindstrom Vorgabe
- Gegenwirken einer Spannungsänderung in Phase und Amplitude ohne Messerverzögerung

Randbedingungen:

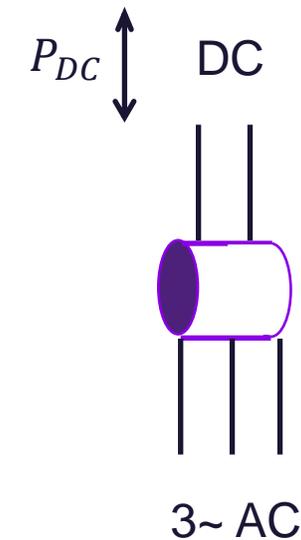
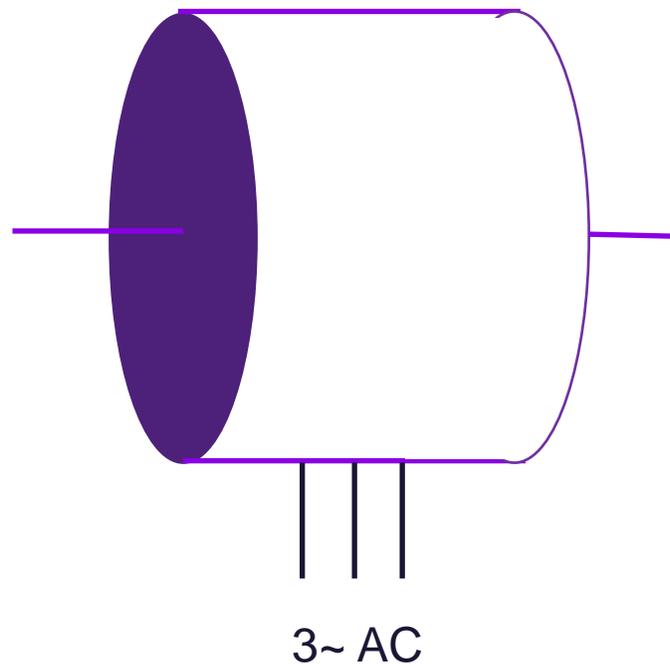
- Zulässiger Strom
- Maximale Modulationsspannung des Umrichters
- Energie Begrenzung

# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Einleitung

*Synchronmaschine:*  
 $H_{Ma} \approx 2 \dots 10 \text{ s}$

*Bei transienten Vorgängen:*  
 $\omega \approx \text{konst.}$



*HGÜ Umrichter*  
 $E_{HGÜ} \ll E_{Ma}$

$H_{HGÜ} \approx H_{Ma}$   
*nur möglich falls*  
 $P_{DC} \neq 0 \text{ MW}$

*Oder wenn*  
 $P_{DC} = 0 \text{ MW}$   
 $\Rightarrow H_{HGÜ} \ll H_{Ma}$

# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Tests für Netzbildende Umrichter

- Winkelsprung** → Koppelung mit anderer Station
- Inselnetzbildung** → Koppelung mit anderer Station
- Amplitudensprung** → Unterschiede für HGÜ-Systeme begrenzt
- Frequenzrampen** → Koppelung mit anderer Station
- AC Fehler** → Abhängig von Fehler

...



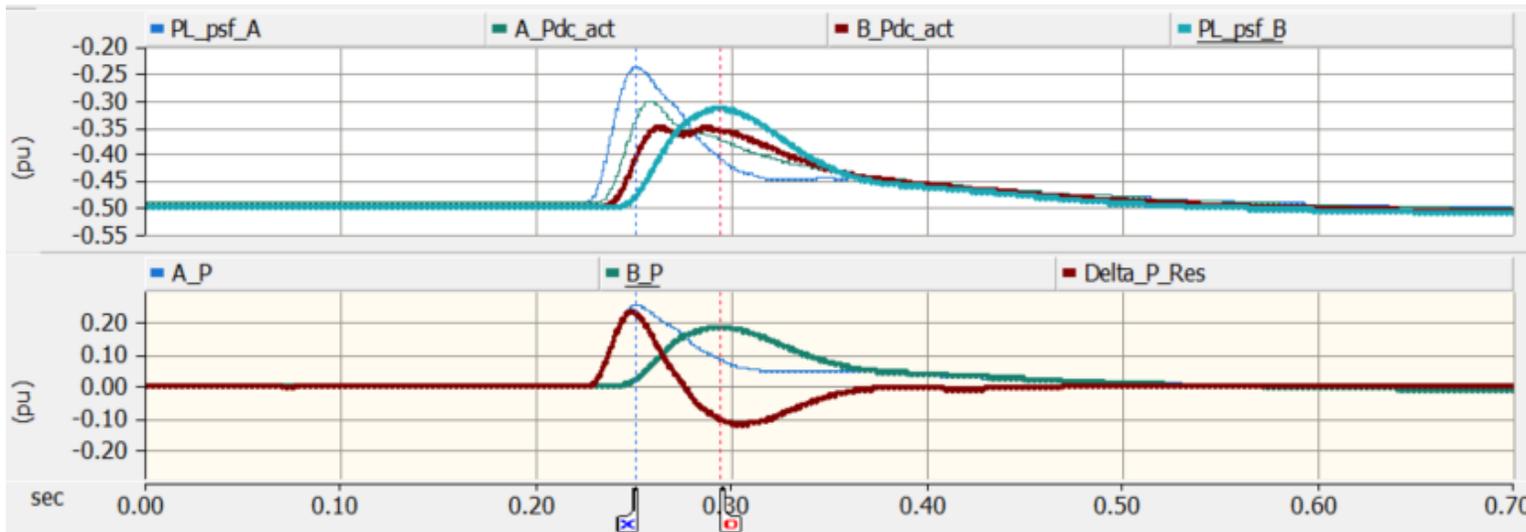
Alle Fälle die einen Einfluss auf die Wirkleistung haben, sind in der Gegenstation zu sehen.

# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Beispiel Winkelsprung

### Leistungs- bzw. Energiebereitstellung bei einem GF-Ereignis mit GF-Regelung an beiden Stationen

Bsp.: Winkelsprung um  $-10^\circ$  am Gleichrichter (Station A)



Plot 1:

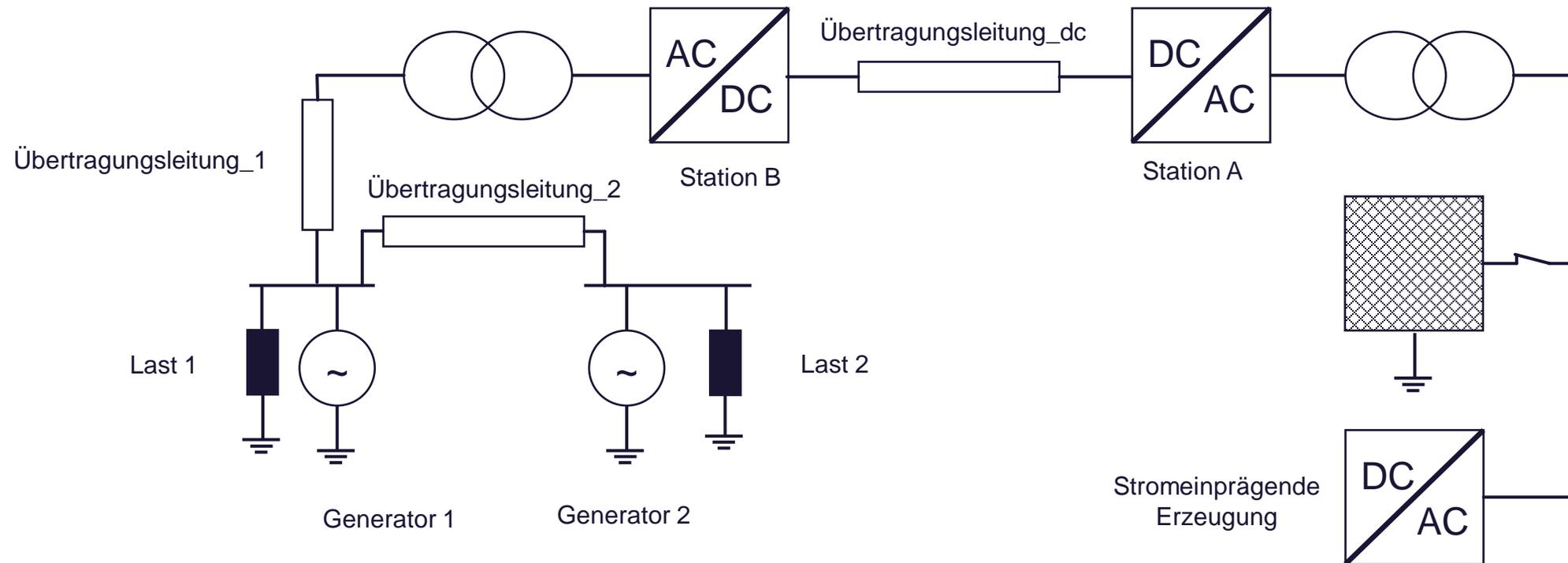
- Zeitliche Staffelung der verschiedenen Energieregulungen: Pac\_A → Pdc\_A → Pdc\_B → Pac\_B
- „Entkopplung durch Glättung“:
  - Pac\_A reagiert sofort und stark (inhärentes GF-Verhalten)
  - Pac\_B reagiert verzögert und abgeschwächt

Plot 2:

- Die Leistungsanpassung auf Station B erfolgt etwa 20ms nach Station A
- Die übertragene Wirkleistung wird zuerst aus Station A gespeist und etwa 40ms später von Station B ausgeglichen

# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

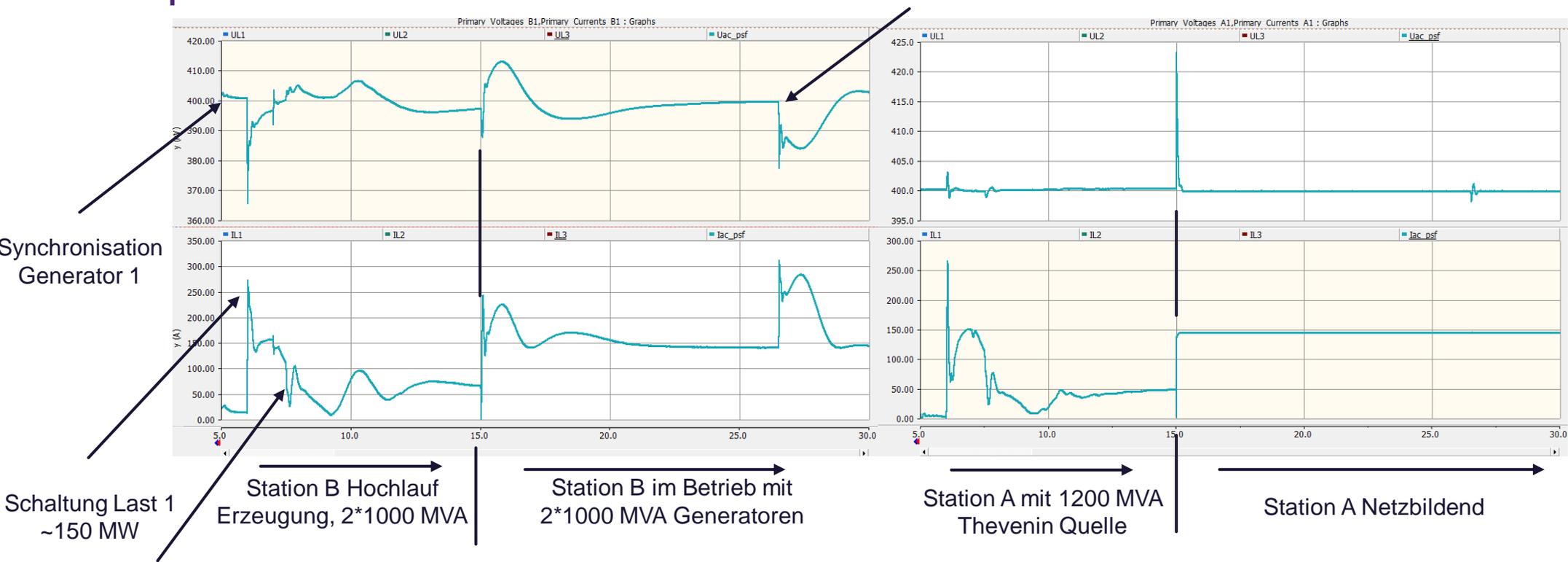
## Beispiel Inselnetzbetrieb



# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Beispiel Inselnetzbetrieb

Schaltung Last 2 ~150 MW



Synchronisation Generator 1

Schaltung Last 1 ~150 MW

Station B Hochlauf Erzeugung, 2\*1000 MVA

Station B im Betrieb mit 2\*1000 MVA Generatoren

Station A mit 1200 MVA Thevenin Quelle

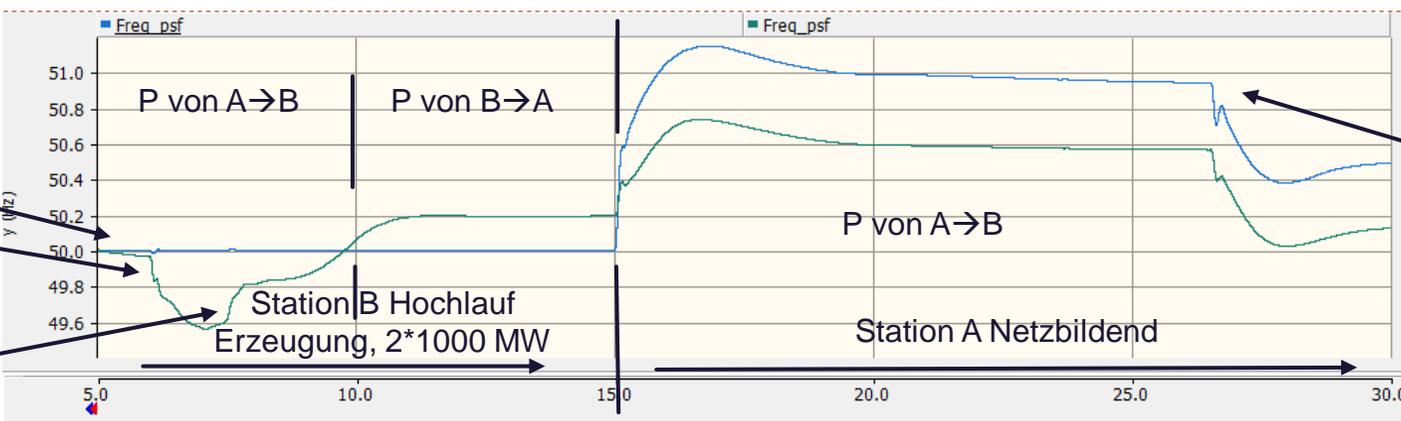
Station A Netzbildend

Synchronisation Generator 2

Synchronisation Generator 1

Schaltung Last 1 ~150 MW

Synchronisation Generator 2



Schaltung Last 2 ~150 MW

# Netzbildende Funktionen von HGÜ-Systemen

## Zusammenfassung

- HGÜ-System ist ein Übertragungssystem
- Trägheit wird nicht durch einen Speicher realisiert
- Für Netzbildenden HGÜ-Systemen wird ein Großteil der Energie aus der Gegenstation bezogen
- Dadurch besteht eine energetische Kopplung beider AC Systeme
- Energie zur Bilanzierung des gesamt Systems muss aus anderen Quellen stammen

# Contact



Published by Siemens Energy

**Dr. Robert H. Renner**

System Engineer Control & Protection  
SE GP T HG CP STU 1

[renner.robert@siemens-energy.com](mailto:renner.robert@siemens-energy.com)

[siemens-energy.com](https://www.siemens-energy.com)