

Dynamische Wechselwirkung von Windparks mit dem Übertragungsnetz

Prof. Dr.-Ing. habil I. Erlich

Universität Duisburg-Essen
Fachgebiet Elektrische Anlagen und Netze

Dr.-Ing. W. Winter

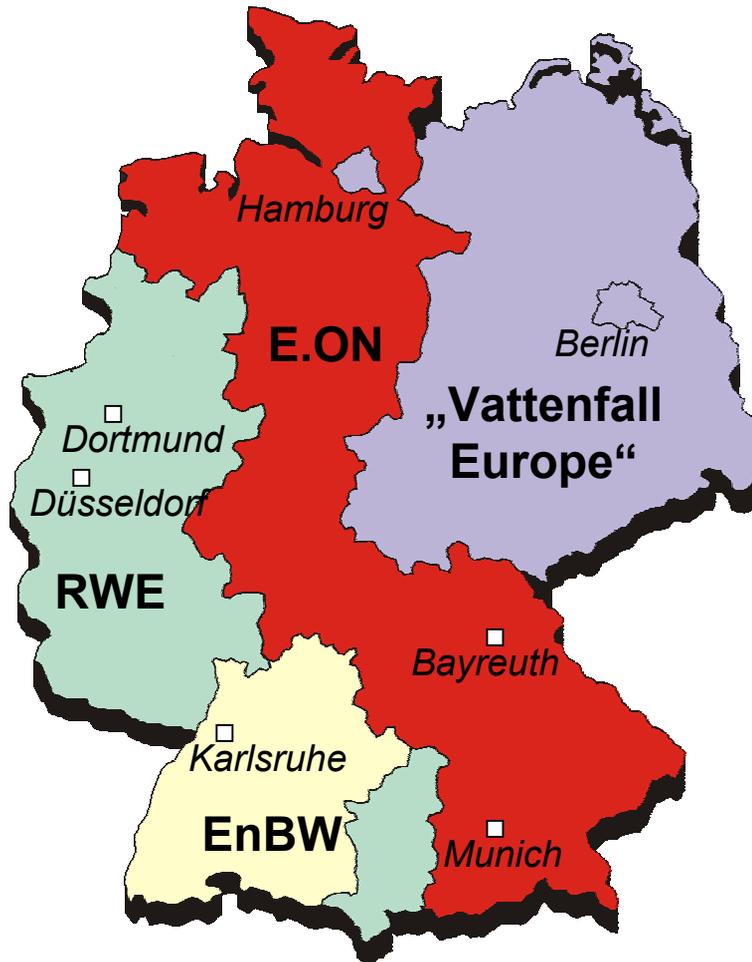
E.ON Netz GmbH

Dr.-Ing. U. Bachmann

Vattenfall Europe Transmission GmbH



Installierte Windleistung in Deutschland



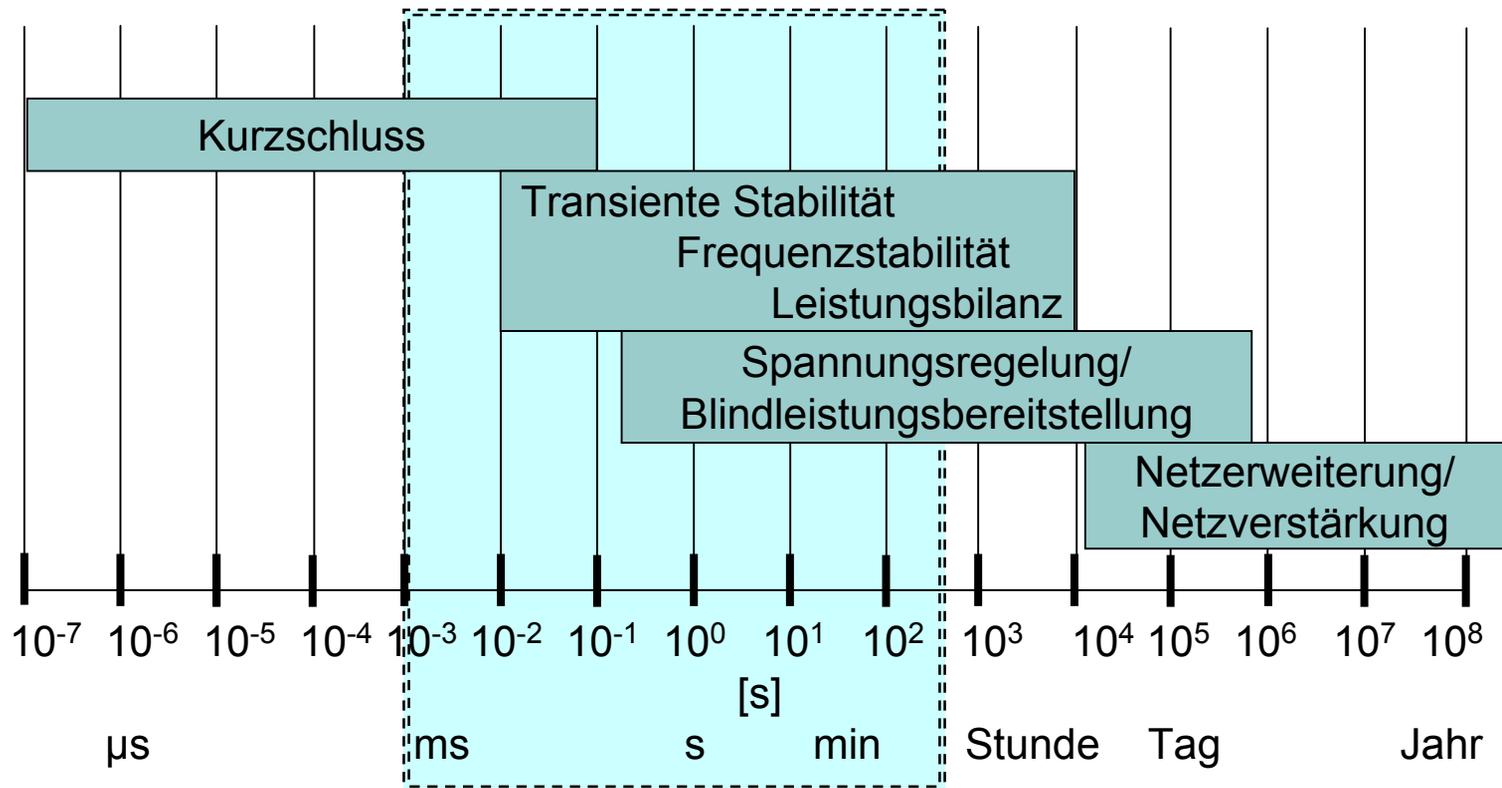
Mai 2003

E.ON Netz:	5823 MW
VET:	4761 MW
RWE Net:	2271 MW
ENBW:	200 MW

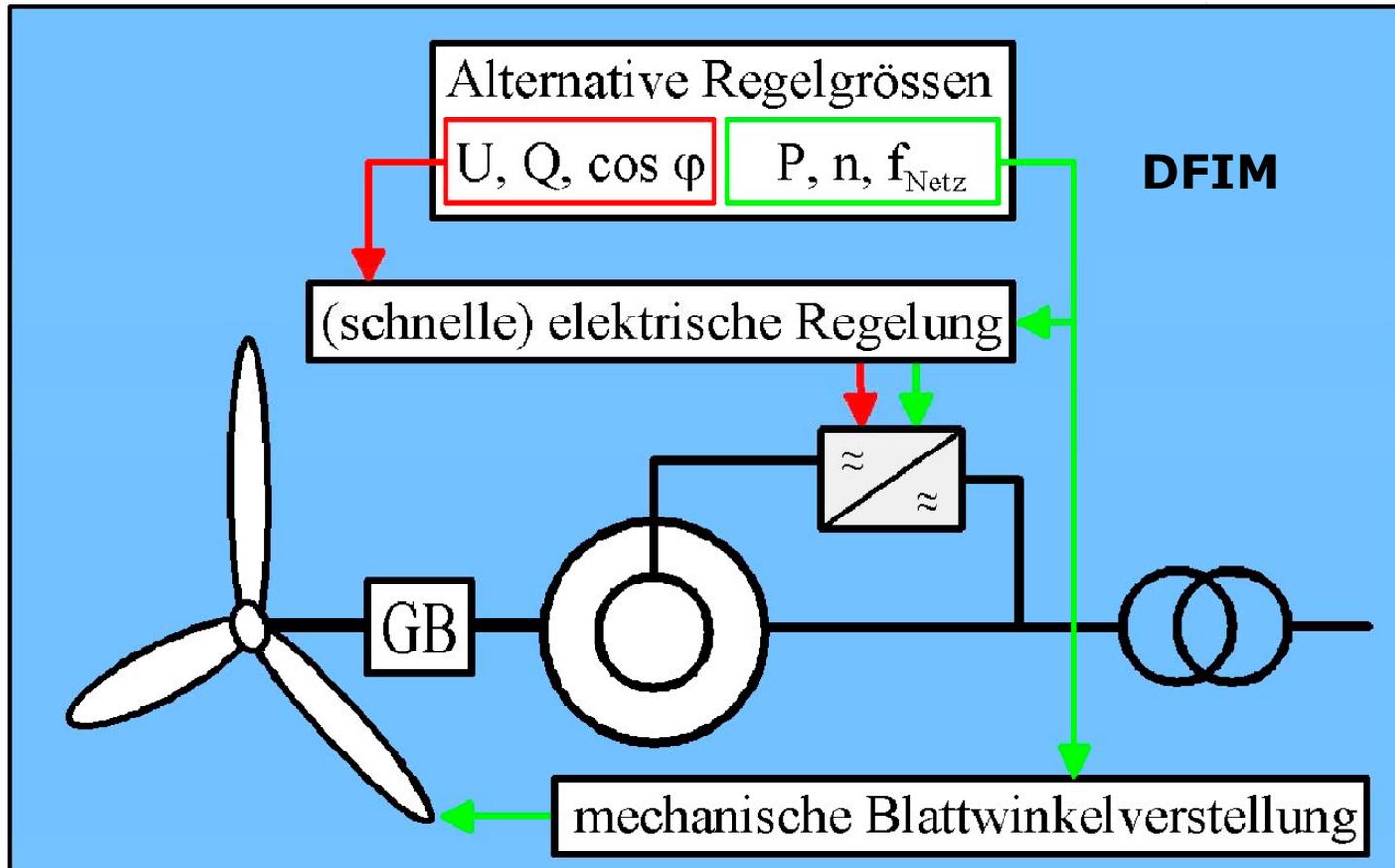


Problemkreise

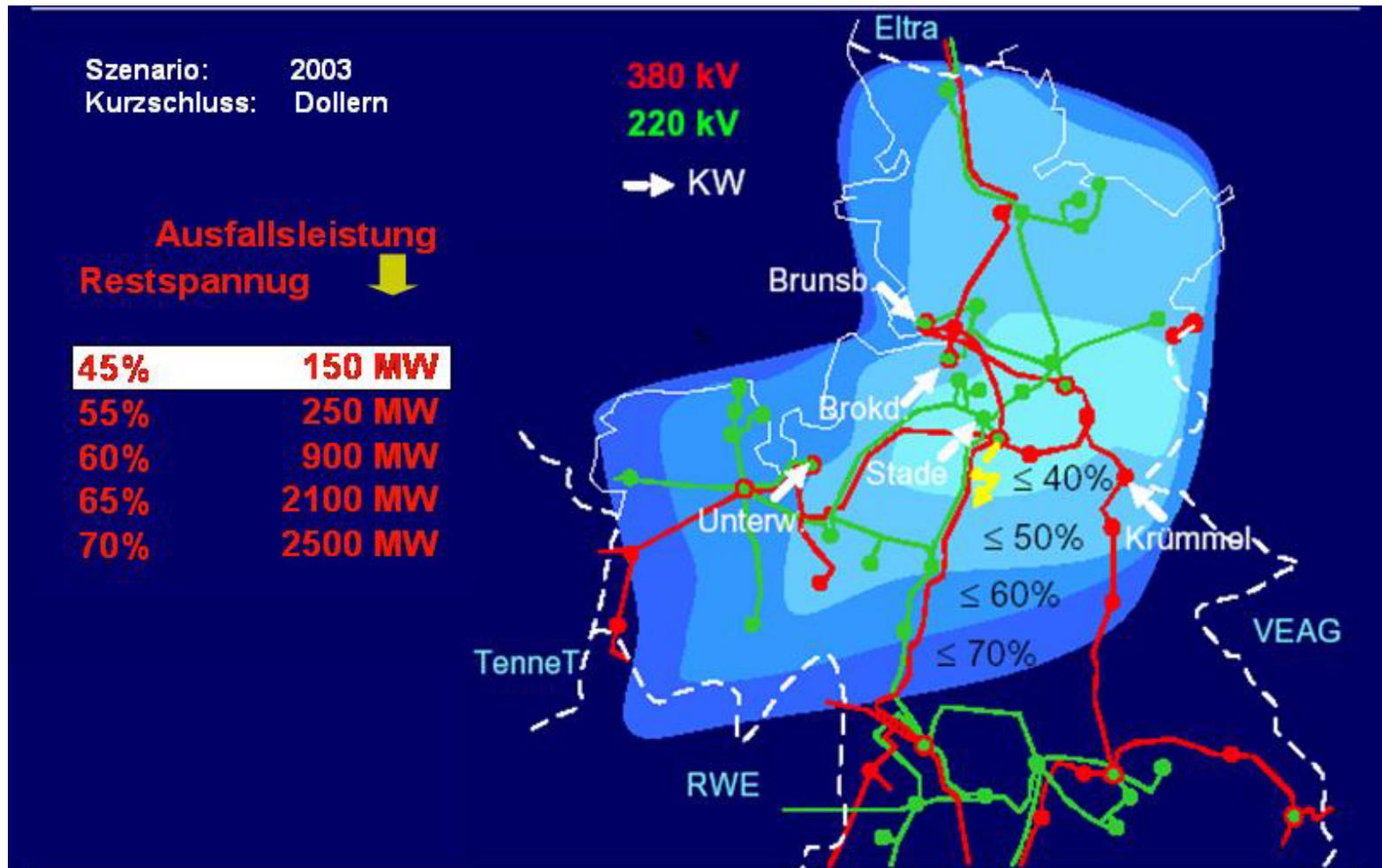
Netzdynamik



Regelung von WEA



Spannungsprofil bei Kurzschluss



Verhalten der WEA bei Kurzschluss

Bisher

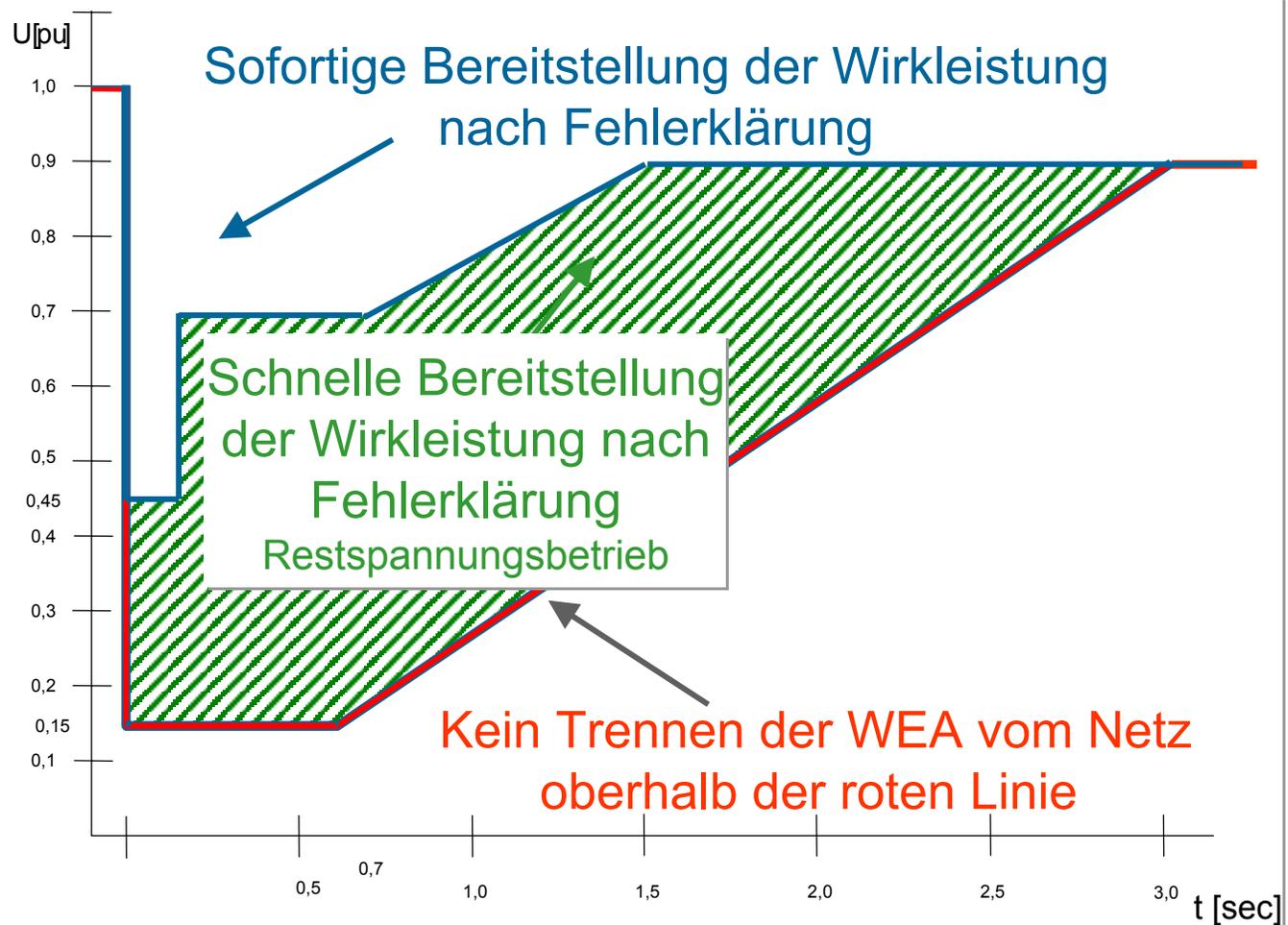
$U < 80\%$ → unverzügliche Trennung vom Netz

Zukünftig

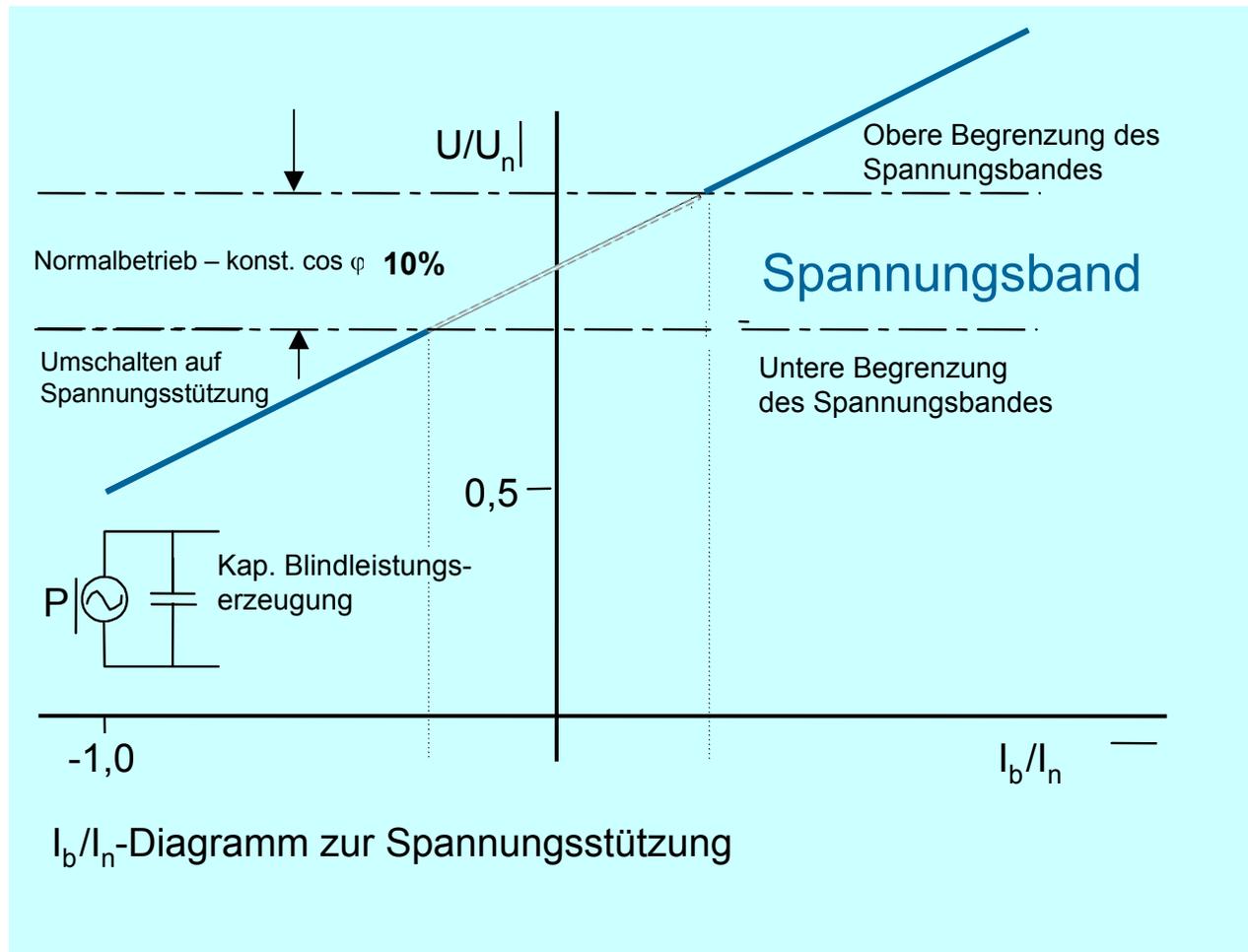
- Verbleib am Netz
- Forcierte Lieferung von Blindleistung während und nach dem Kurzschluss
- Schnelle Rückkehr zur vollen Wirkleistungseinspeisung



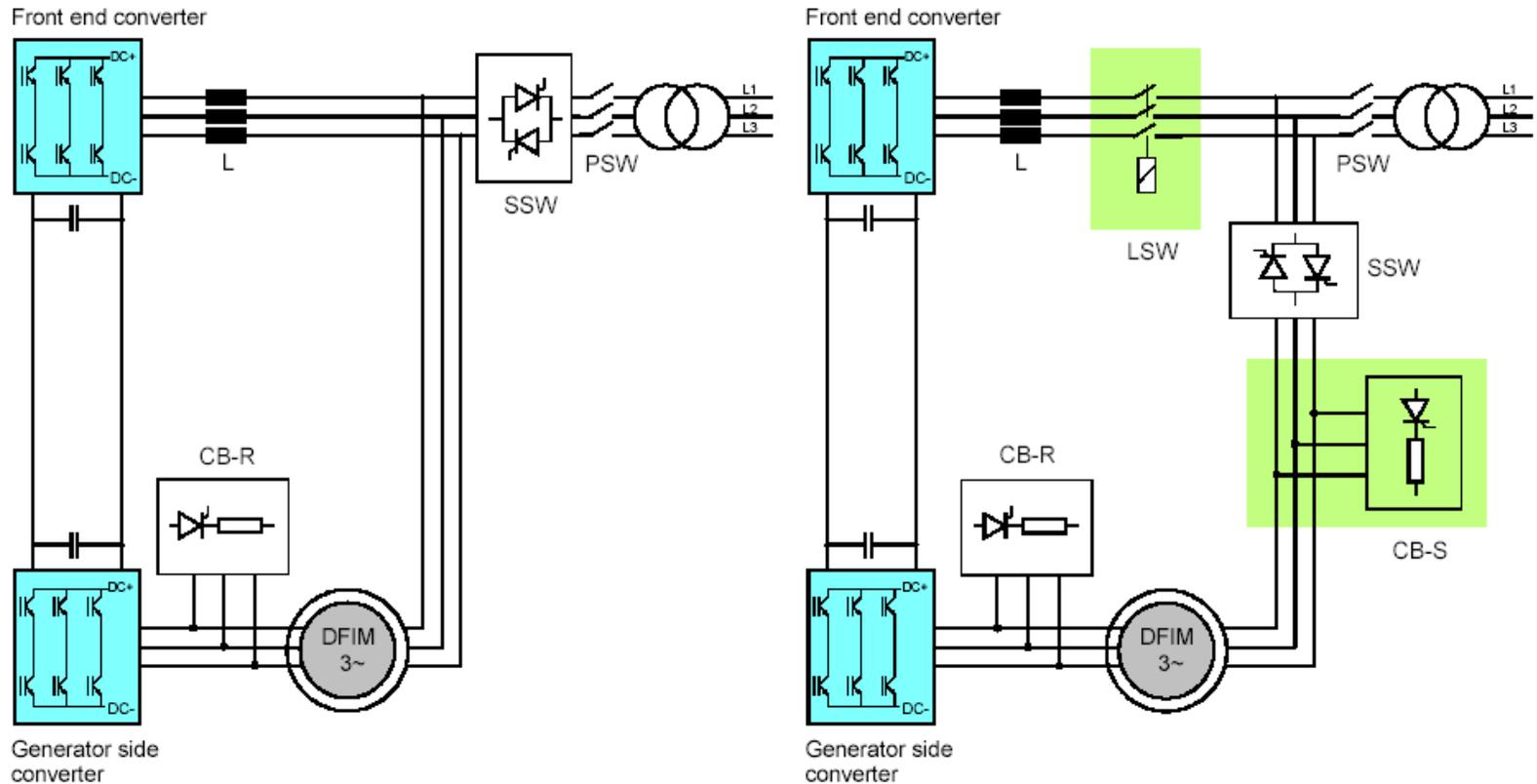
Riding Through Fault Capability



Back-Up Voltage Operation



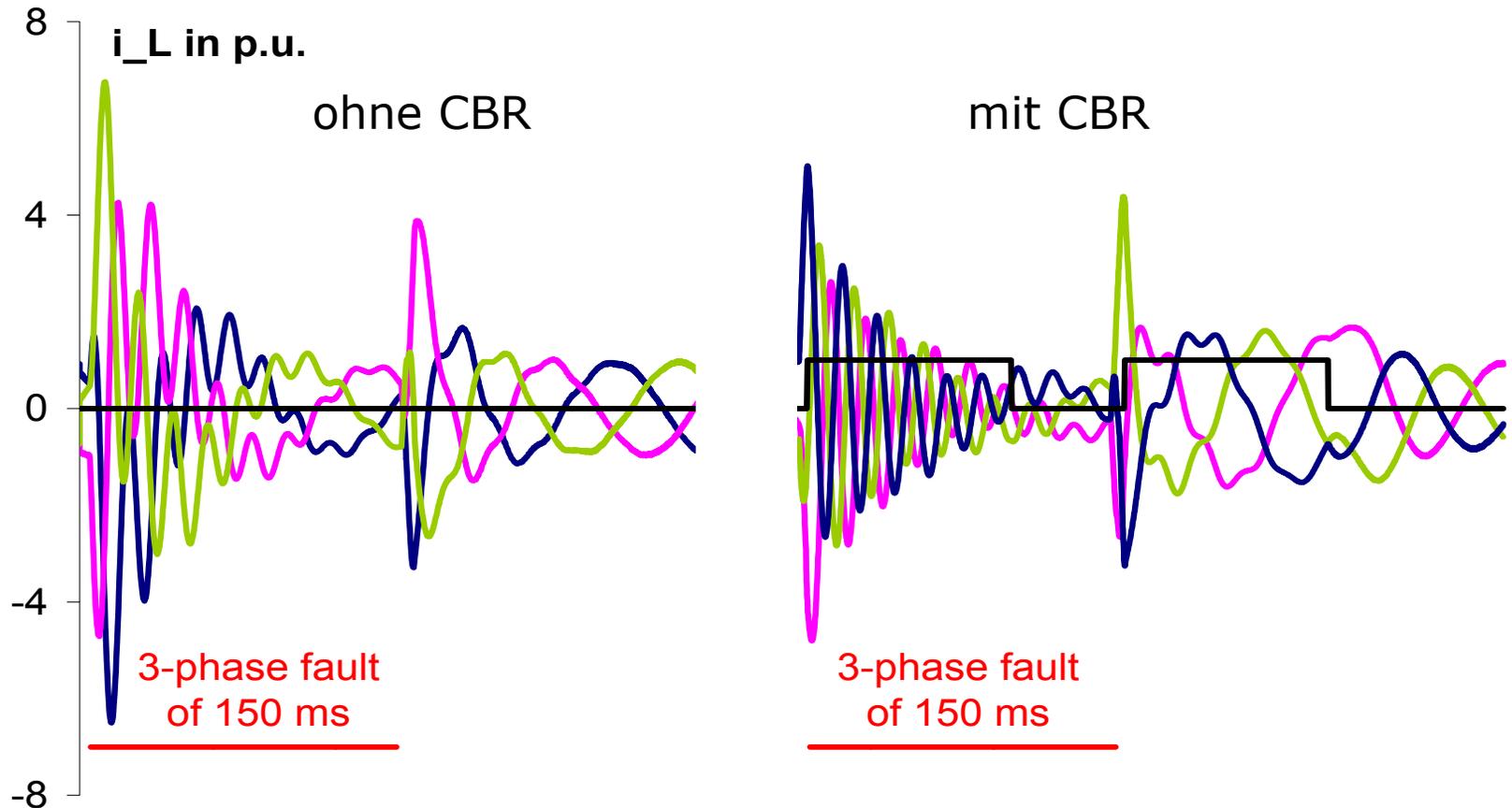
Fault-Ride-Through-Control



Quelle :  IDS
Zürich

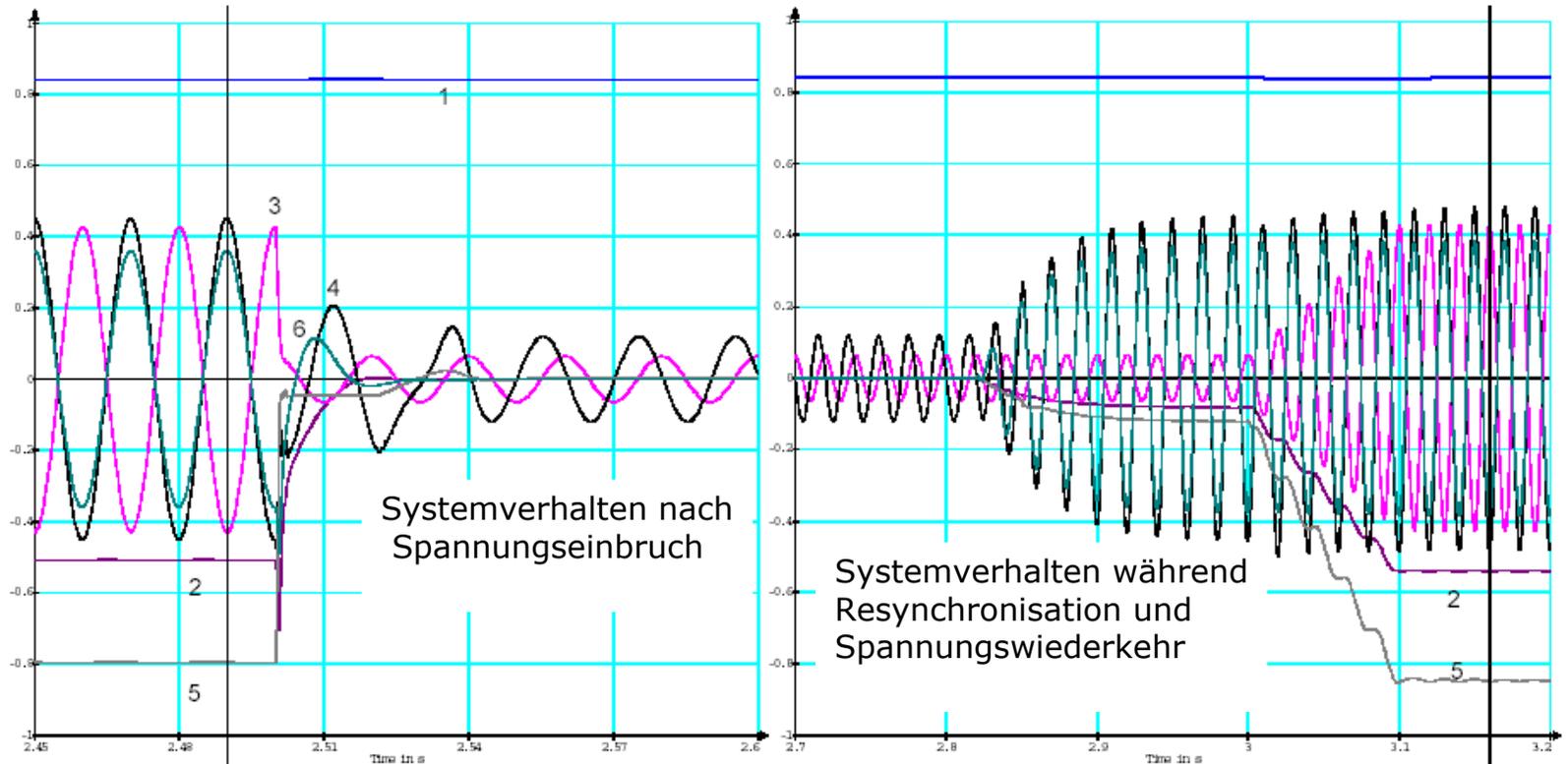


Fault-Ride-Through-Control



Fault-Ride-Through-Control

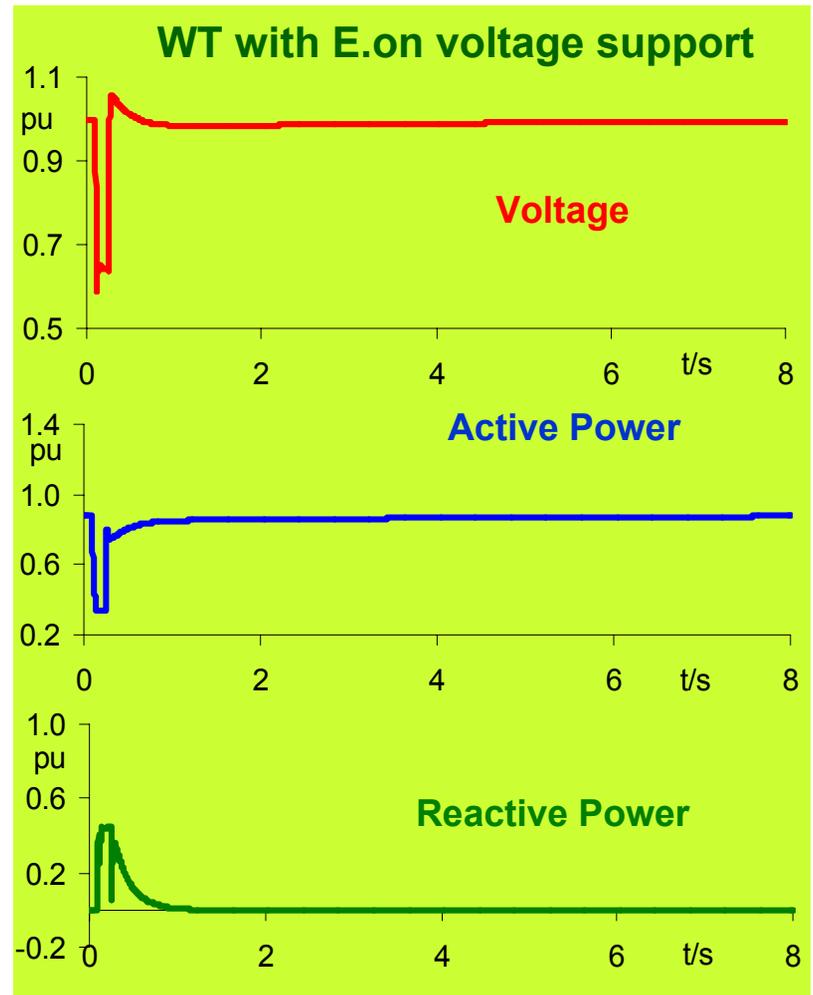
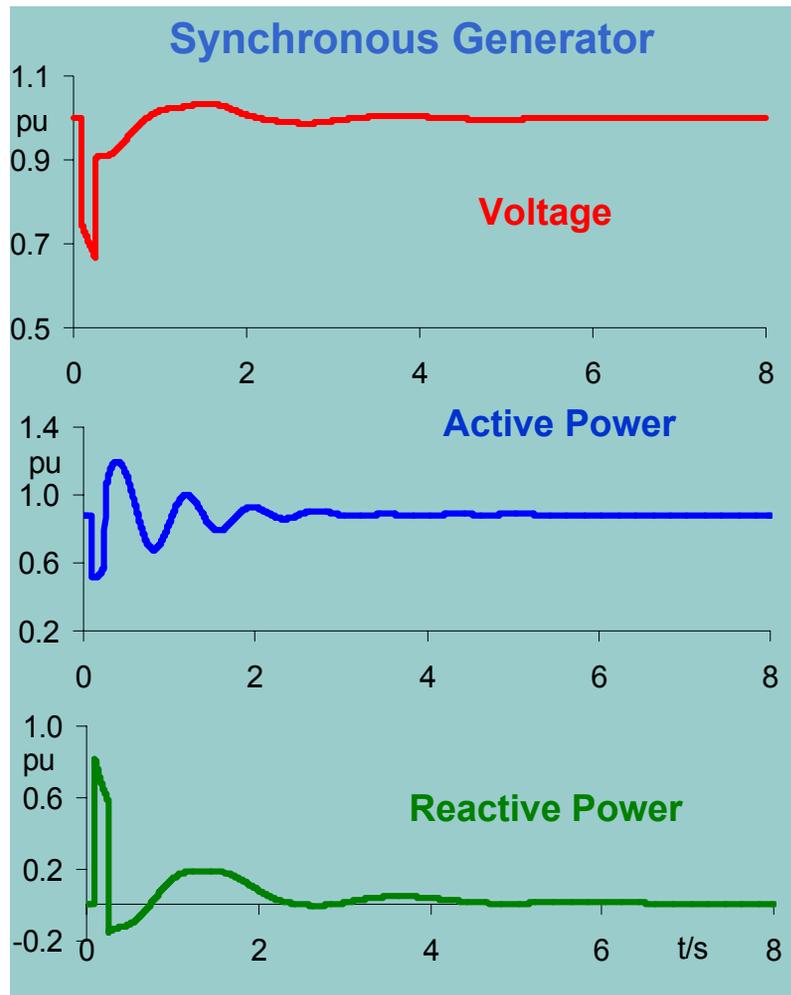
IDS FRT-Control



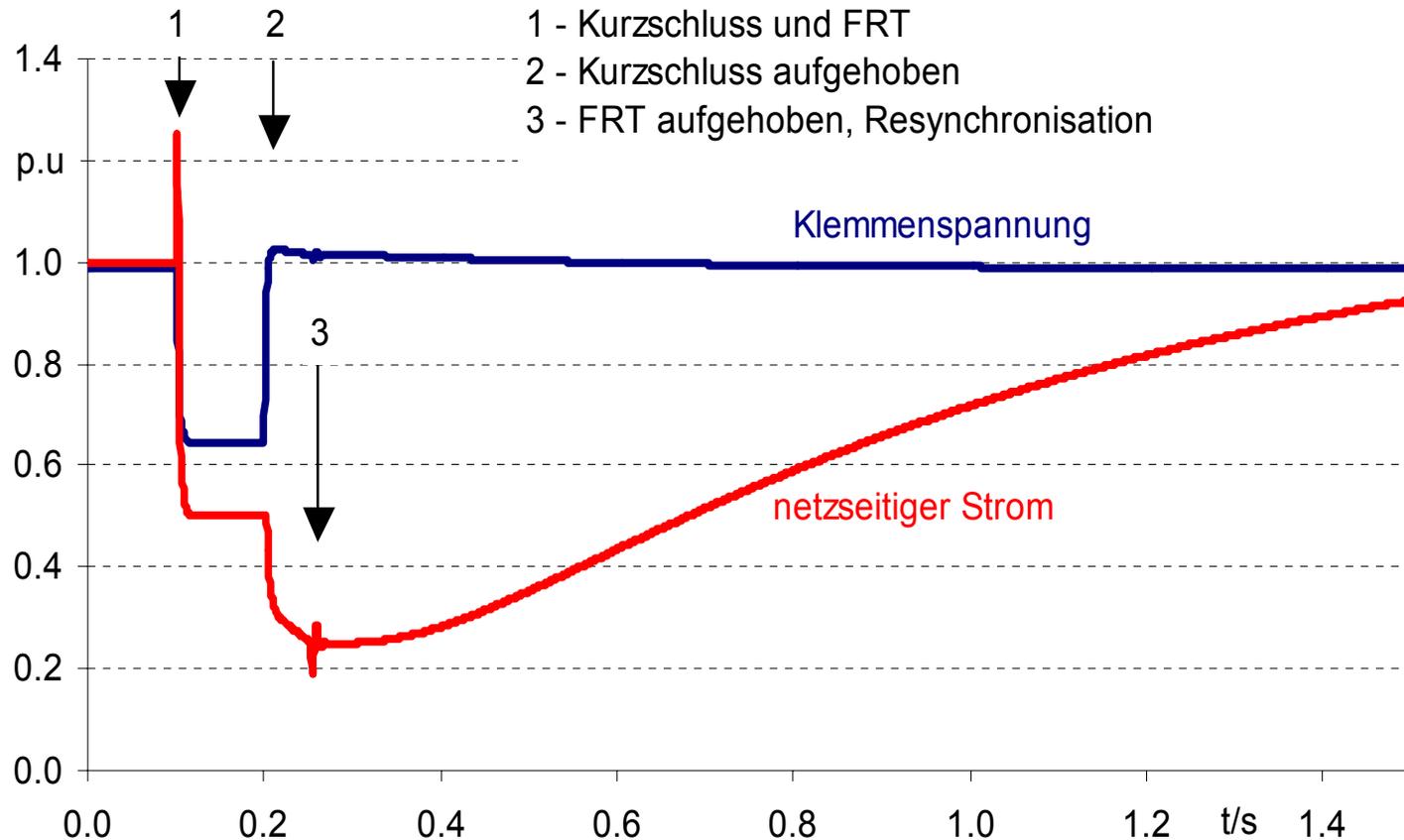
Quelle :  IDS
Zürich



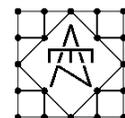
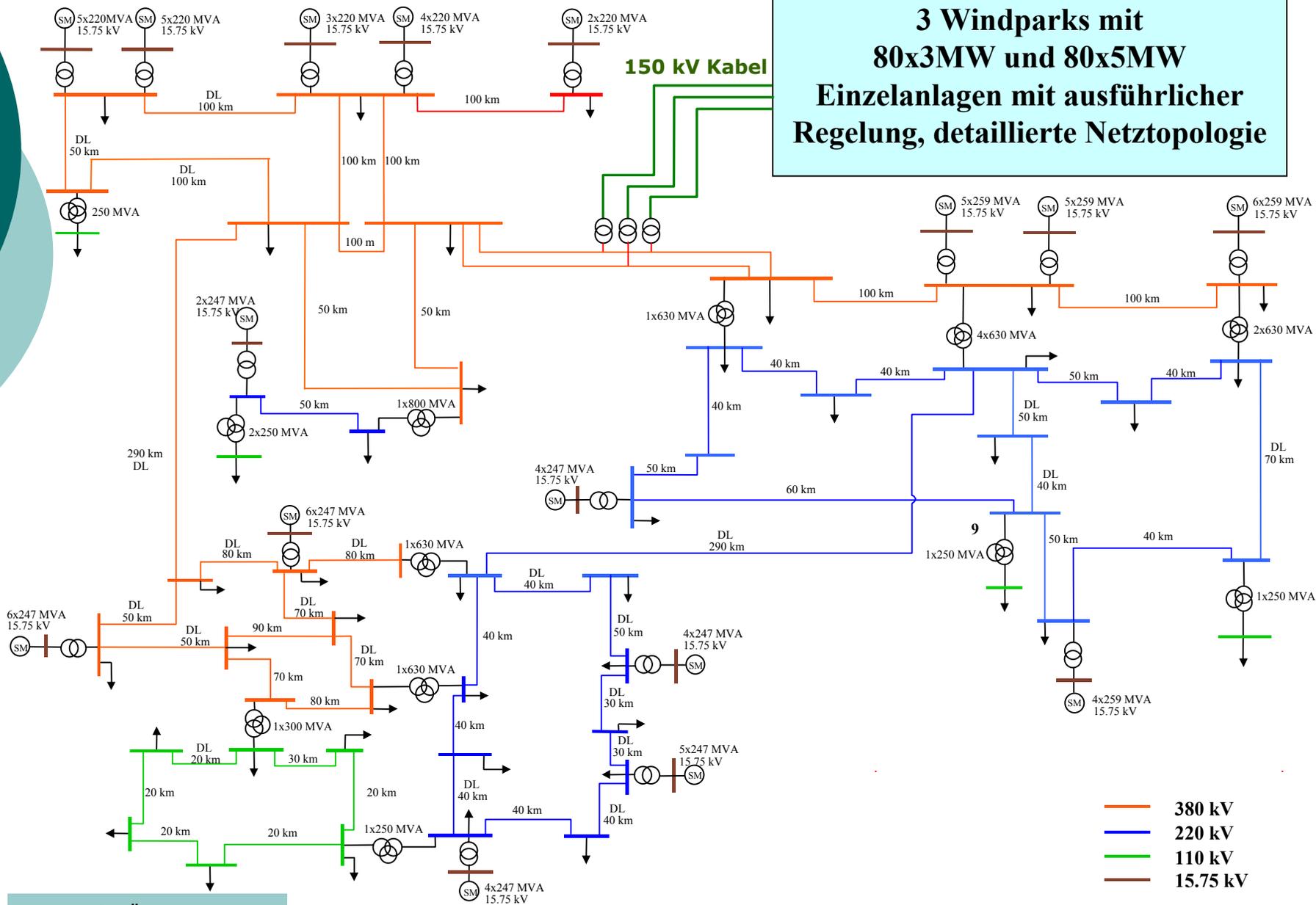
Vergleich Synchrongenerator-WEA



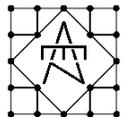
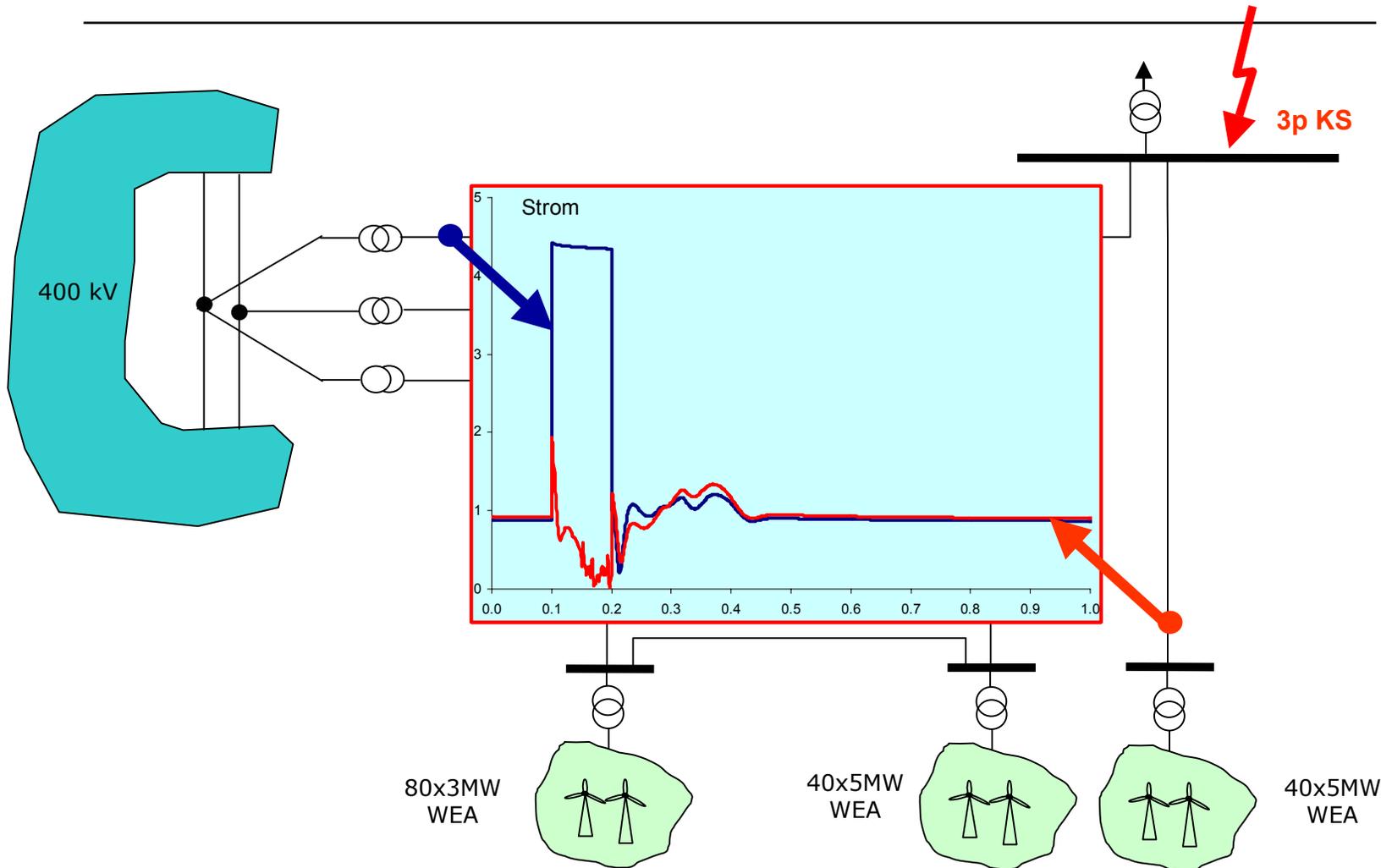
Problem Kurzschlussenerfassung



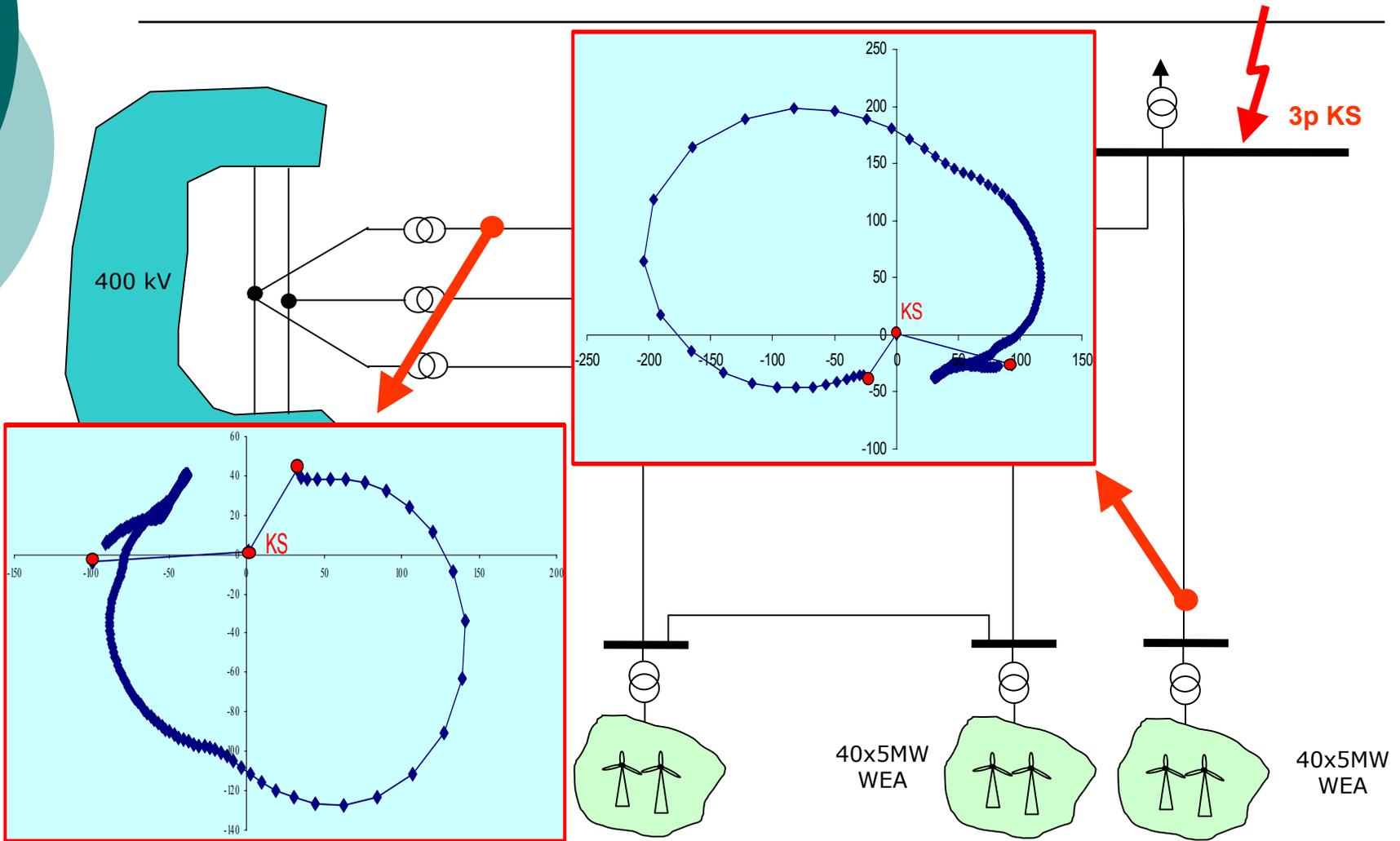
3 Windparks mit 80x3MW und 80x5MW Einzelanlagen mit ausführlicher Regelung, detaillierte Netztopologie



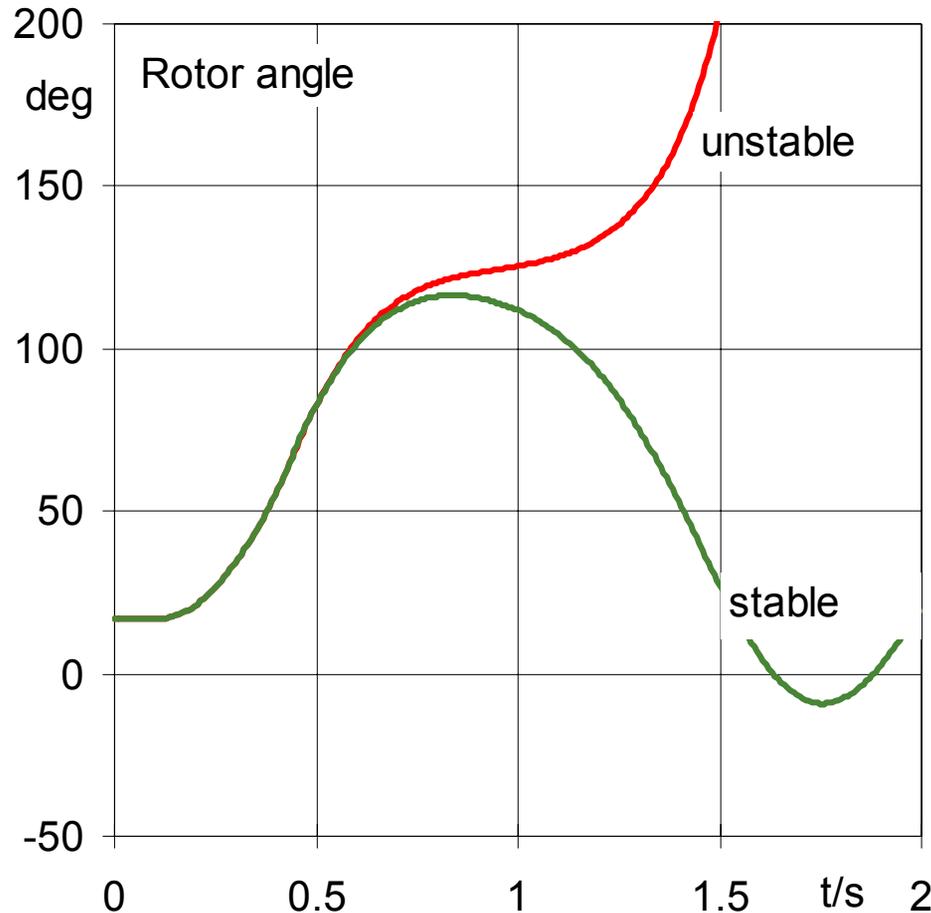
Fehlererfassung



Fehlererfassung



Problem Transiente Stabilität

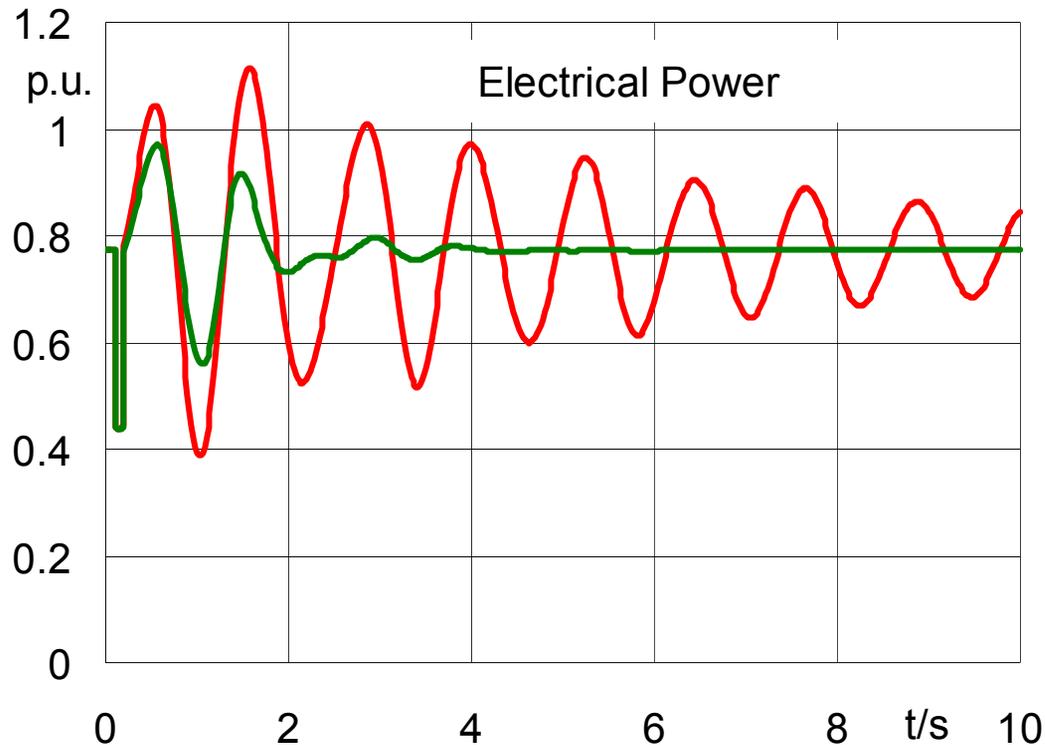


Einfluss der zunehmenden WEA-Einspeisung auf kritische Abschaltzeit von konventionellen Synchrongeneratoren

?



Problem Oszillatorische Stabilität

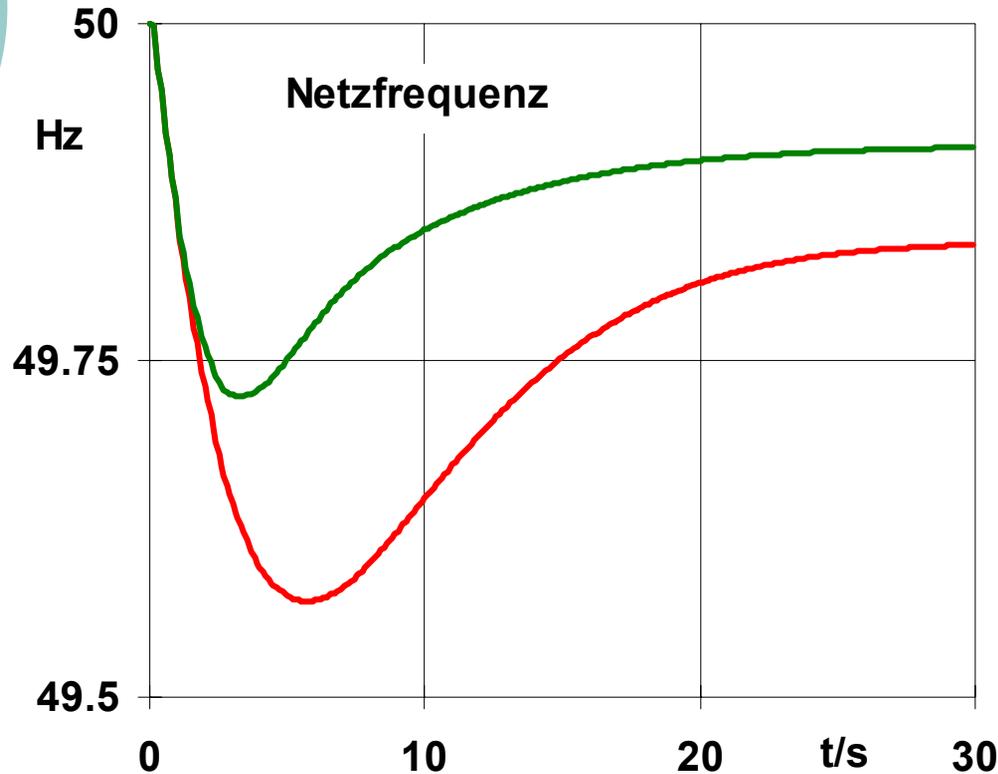


Einfluss der zunehmenden WEA-Einspeisung auf

- Frequenz
- Dämpfung

?

Problem Frequenzstabilität



Einfluss der zunehmenden WEA-Einspeisung auf

- f_{\min}
- t_{\min}

?



Effekte durch WEA

Bisher

Synchronmaschinen

Zukünftig

Synchronmaschinen

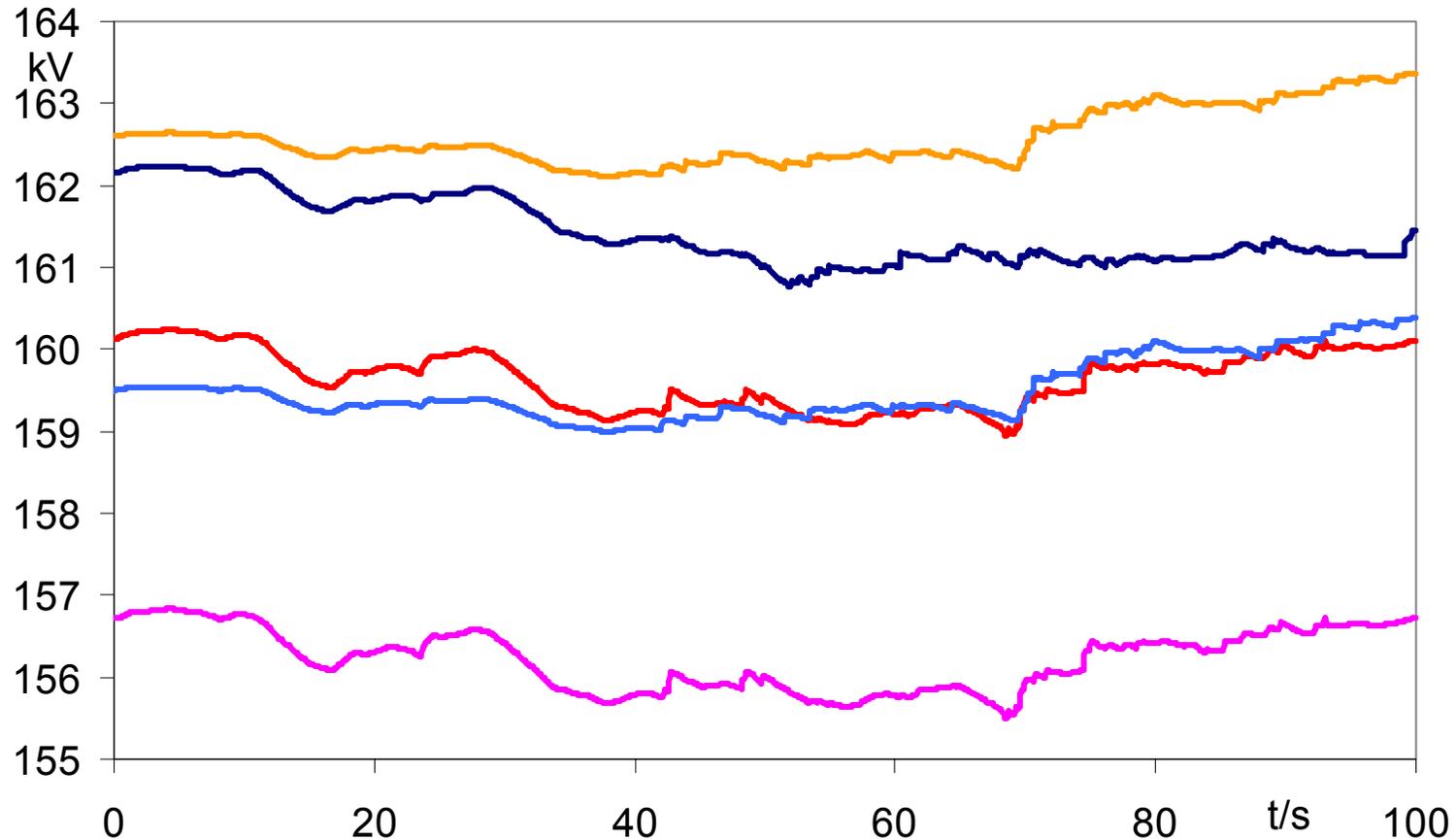
WEA

- Synchronmaschinen und WEA haben unterschiedliche dynamische Charakteristiken
- Anteil von Synchronmaschinen nimmt ab
=> WEA müssen gewisse Aufgaben übernehmen



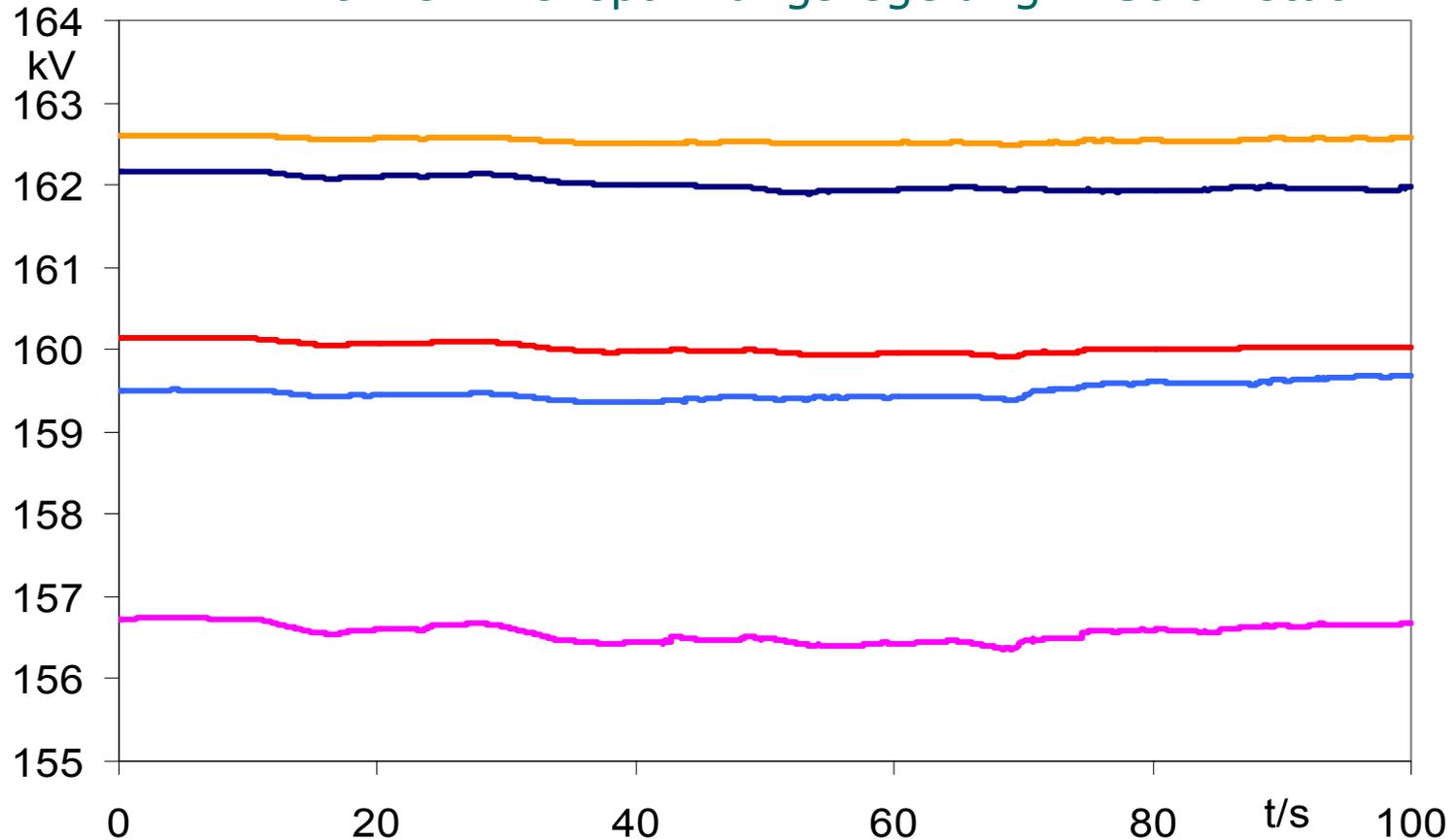
Fluktuierende Windeinspeisung

Spannungen im 150-kV-Netz
WEA speisen konstante Blindleistung



Fluktuierende Windeinspeisung

Spannungen im 150-kV-Netz
WEA mit Klemmenspannungsregelung + Stromstatik



Schlussfolgerungen

Für einen erweiterten Einsatz von WEA sind dringend erforderlich:

- Begrenzung der WEA Ausfallleistung
- Netzkonformes dynamisches Verhalten
 - *Spannungsstützung, Spannungsregelung*
 - *keine Verschlechterung der Dämpfung von elektromechanischen Oszillationen, evt. Beteiligung an der Pendeldämpfung (WEA-PSS)*
 - *Beitrag zur Stützung der transienten Stabilität*
 - *Keine Verschlechterung der Frequenzstabilität durch WEA, evt. Beitrag zur Frequenzstützung*

