

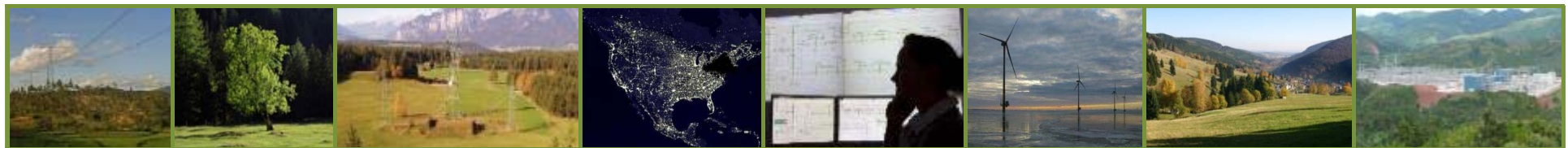
Leitstelle der Zukunft

Aktuelle Entwicklungen in der Leittechnik am Beispiel des Forschungsprojektes "Dynamic Grid Control Center"

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Brosinsky

Fachgebiet Elektrische Energieversorgung

Technische Universität Ilmenau



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages


TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU



SIEMENS  Fraunhofer

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM 


TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Inhalt

- Anforderungen an zukünftige Netzleitsysteme
- Aufbau des DGCC-Demonstrationssystems
 - Systemarchitektur
 - Kommunikation
- Forschungsinhalte
 - Wide Area Monitoring Systems & Special Protection Schemes
 - Höhere Entscheidungs- und Optimierungsverfahren
- Zusammenfassung und Ausblick

Anforderungen an zukünftige Netzleitsysteme

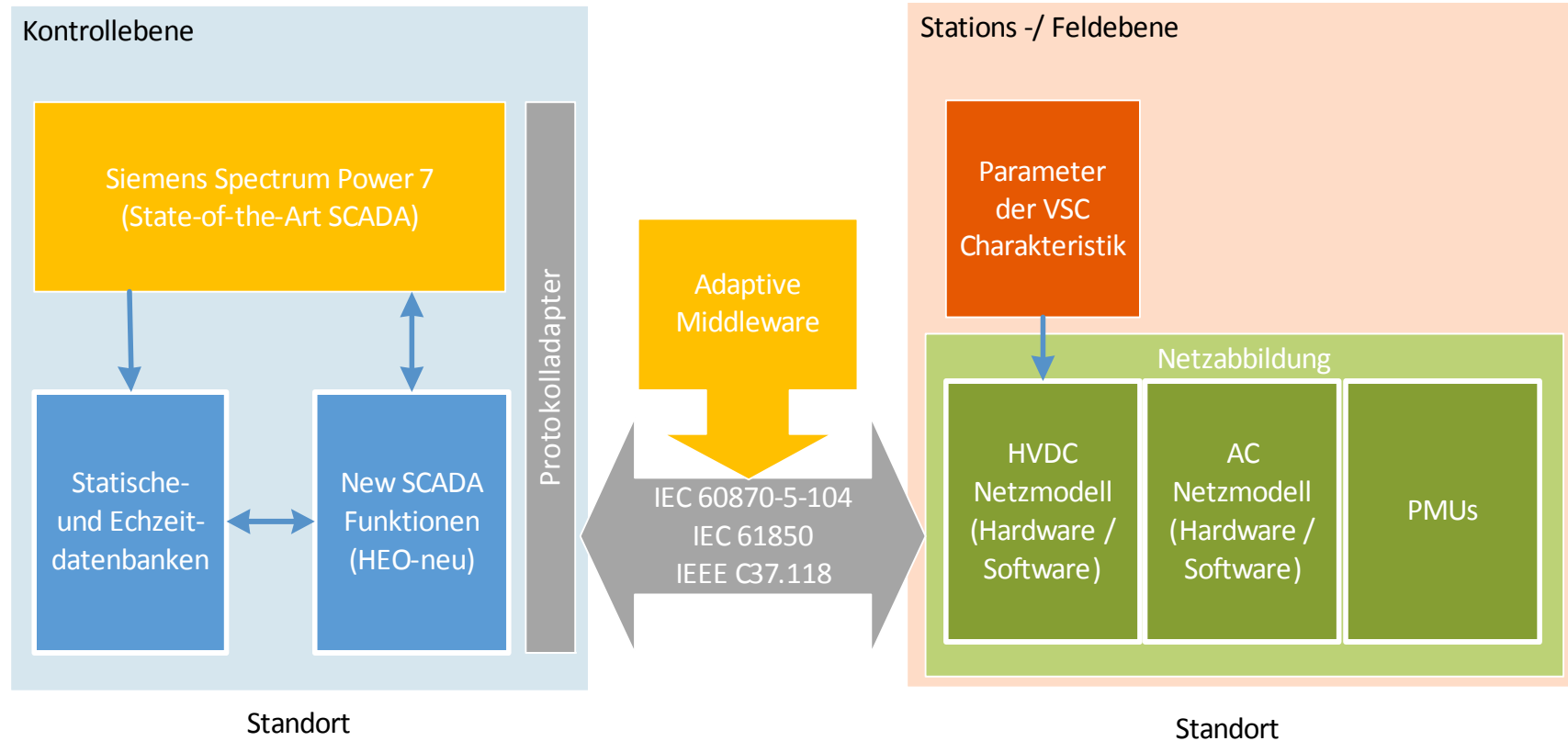
Neue Technologien

- HGÜ-Übertragungsstrecken
 - Flexible AC Transmission Systems (FACTS)
 - Dezentrale Erzeugungsanlagen (Leistungselektronisch verbunden)
 - Einsatz hochpräziser synchroner Messgeräte (PMU)
 - Moderne Kommunikationsschnittstellen (IEC 61850)
- Einbeziehung schnell agierender Netzkomponenten in die Systemregelung

Neue betriebliche Funktionen

- Dynamisches Netzmonitoring
- Situationsgerechte Anpassung von Regelungs- und Schutzstrategien
- Identifikation und Auswertung von Transportreserven im Netz
- Modell- und Messdatenbasierte Vorhersage des dynamischen Netzverhaltens im Havarie- / Fehlerfall
- Erkennen von „Inter-Area“ Oszillationen
- Datenvorverarbeitung innerhalb intelligenter Stationen

Aufbau des DGCC-Demonstrationssystems - Systemarchitektur

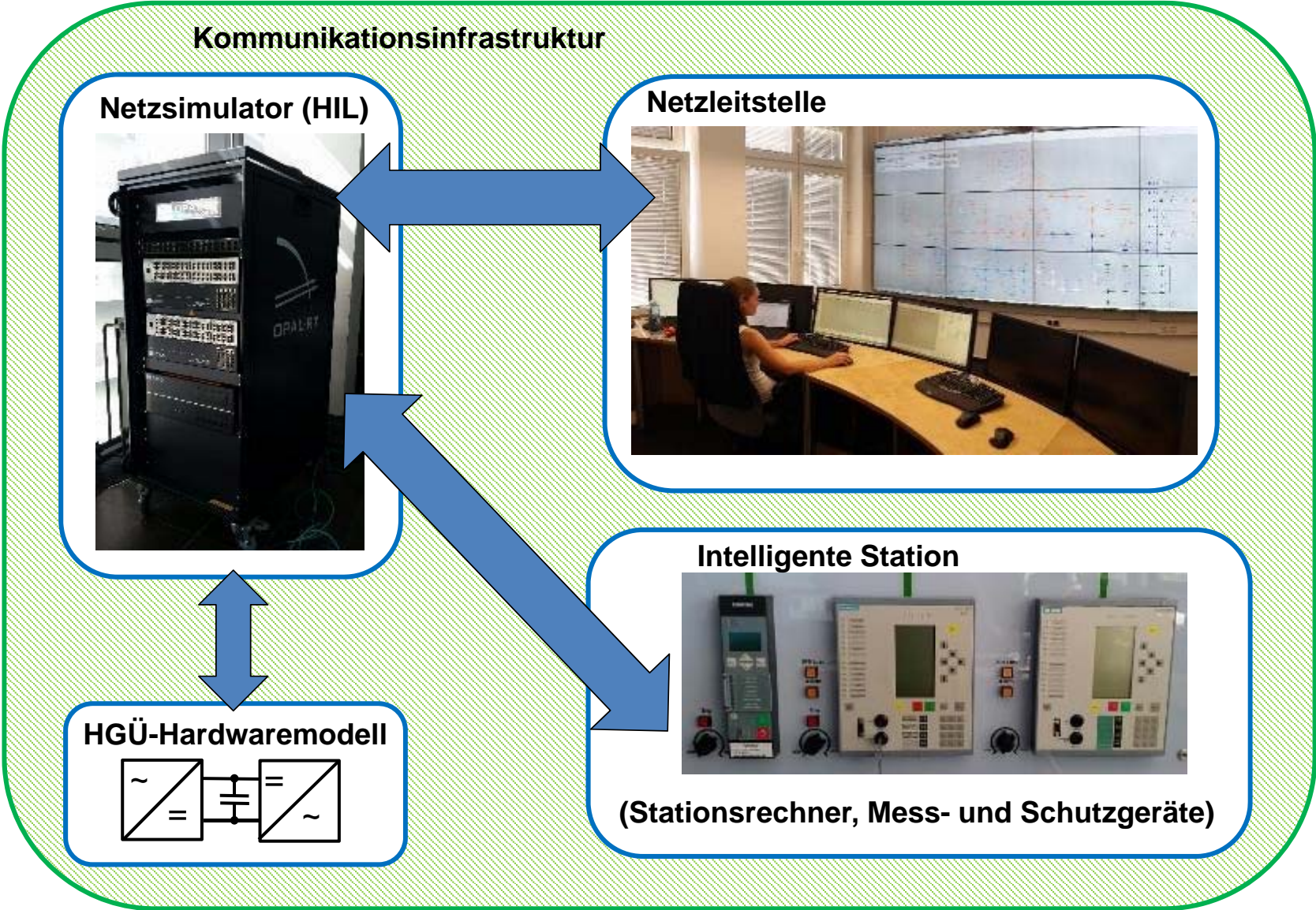


Aufbau des DGCC-Demonstrationssystems - Systemarchitektur

DGCC Versuchsleitstelle, TU Ilmenau

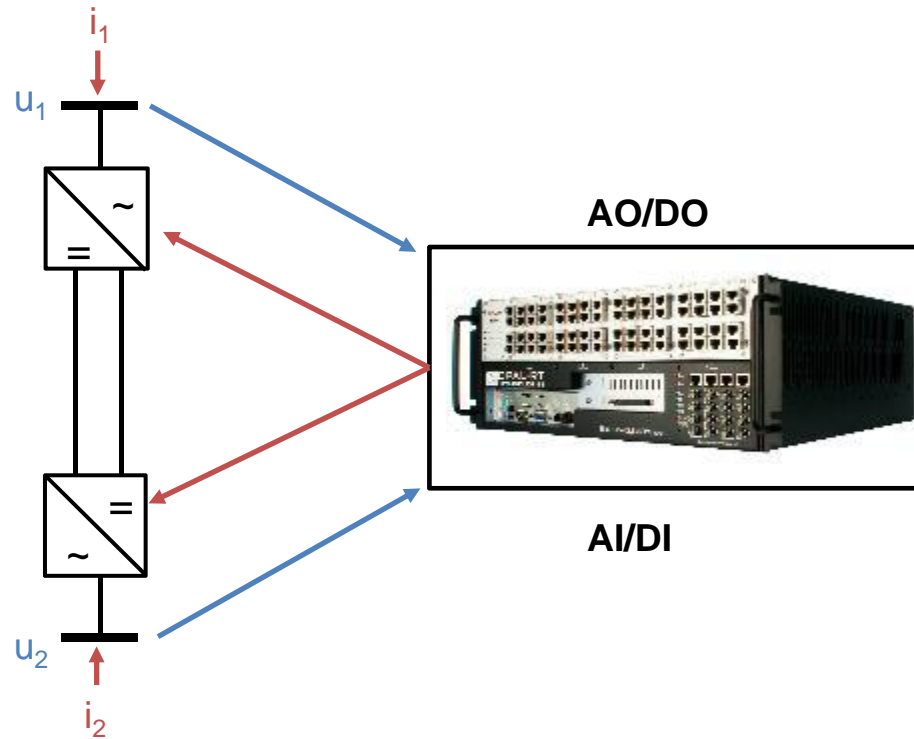


Aufbau des DGCC-Demonstrationssystems - Systemarchitektur

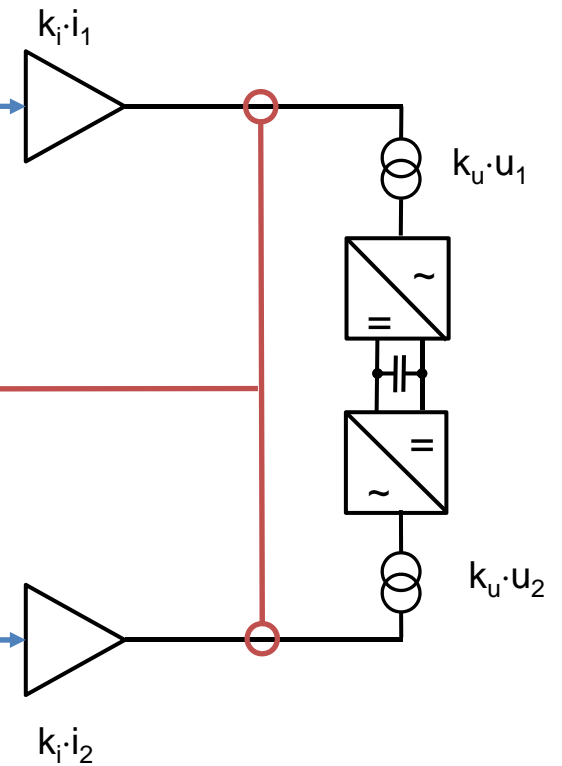


Aufbau des DGCC-Demonstrationssystems - Systemarchitektur

Netzsimulator (Software)



HVDC Modell (Hardware)



- Hardware in the loop (HIL) Simulation in Echtzeit (realtime)

Aufbau des DGCC-Demonstrationssystems - Kommunikation

IEEE C37.118

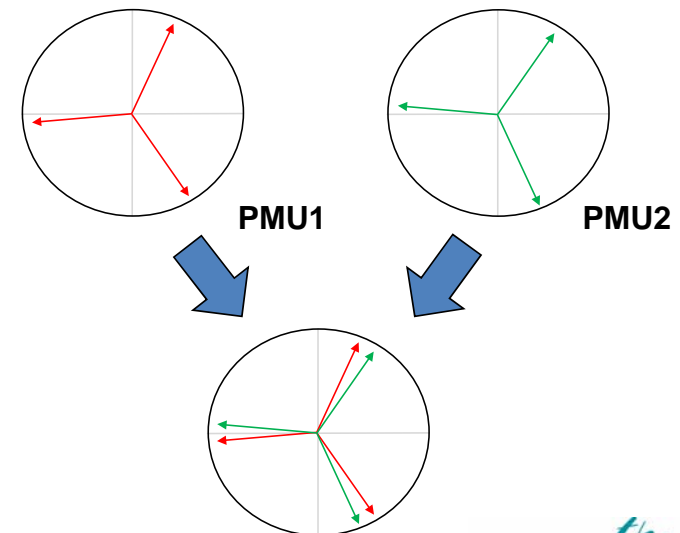
- Definition von Übertragungsprotokollen (und Genauigkeitsanforderungen) von Phasor-Messwerten
- Standardkonforme PMUs verfügbar
- Einfaches Protokoll für reine Messwertübertragung

IEC 60870-5-104

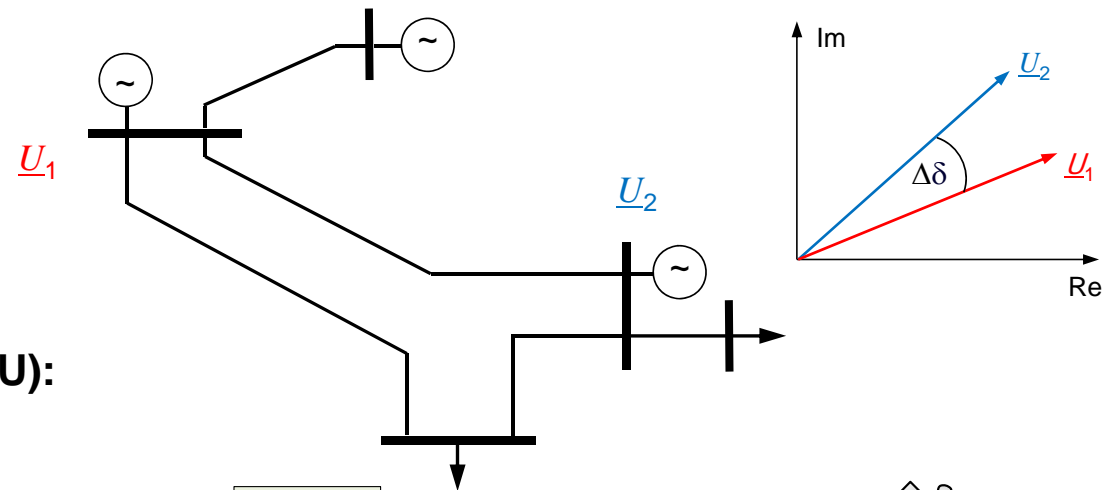
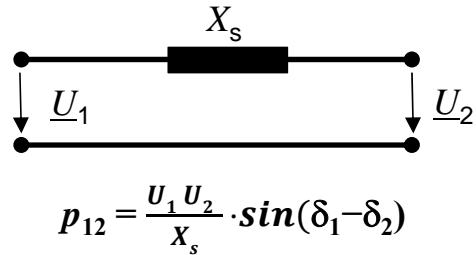
- Konventionelles Fernwirkprotokoll (IP-basiert)
- Unterstützt von vielen verfügbaren Produkten
- Einfache Umsetzung

IEC 61850

- Zukunftsorientiertes Protokoll (Multi-Vendor Ansatz)
- Mapping unterlagerte Protokolle möglich
- Kommunikation innerhalb Station und zur Leitstelle
- Bereitstellung komplexer, selbstbeschreibender Datenstrukturen
- Aufwändige Implementierung

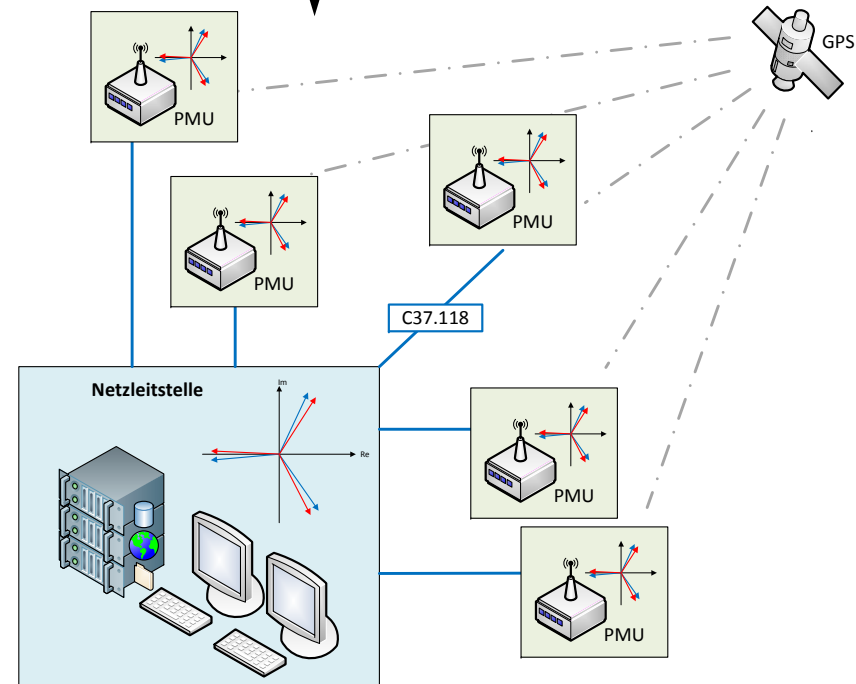


Forschungsinhalte – Wide Area Monitoring & Special Protection Schemes



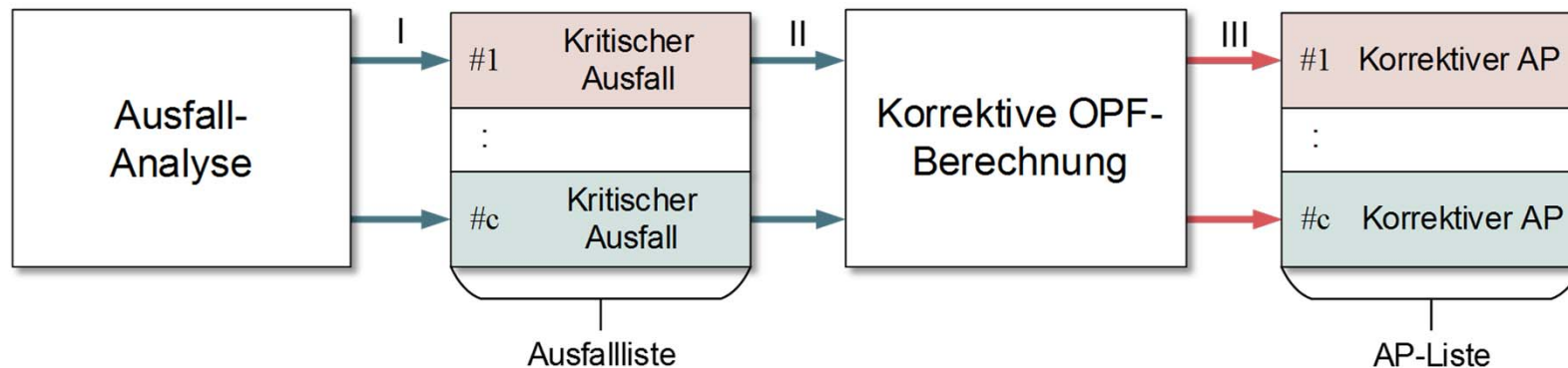
Phasor Measurement Unit (PMU):

- Wirkleistung $\sim \Delta\delta \underline{U}_1$ und \underline{U}_2
- Leistungsflüsse leicht abschätzbar
- Phasordaten mit Zeitstempel (C37.118)
- 1ms bei 50Hz entspricht 18°
- Genauigkeitsanforderung: $< 10\mu\text{s}$ (GPS Synchronisation)
- $I, U, f, \Delta f/dt$
- Kontinuierliche Zustands-schätzung (Samples/Sekunde)



Forschungsinhalte - Höhere Entscheidungs- und Optimierungsverfahren

- **Annahme:** Zunehmender Kapazitätsbedarf im Transportnetz
→ Netzausbau notwendig (Netz zu jedem Zeitpunkt (n-1)-sicher)
- **Zusätzlich:** Netzverstärkung durch HGÜ (parallel)
- **Basisidee:** Gesamttransportreserve (AC mit HGÜ) muss Störung „abfangen“ können
- Anwendung des Verfahrens unterstützt schnelle Beseitigung von Engpässen
- Redundanzbetrachtung für hybrides AC-HGÜ-System kann erweitert bzw. angepasst werden



Forschungsinhalte - Höhere Entscheidungs- und Optimierungsverfahren

- **Optimal Power Flow – Optimierung von Stellgrößen in Energiesystem**
 - Berücksichtigung von Nebenbedingungen (Constraints)
z.B. Betriebsmittelgrenzen
 - HGÜ-Umrichter als Freiheitsgrad mit p_{VSC} (und u_{DC})
- **Security Constrained OPF (SCOPF) als Sonderform**
 - Berücksichtigung von Netzsicherheitsaspekten (statisch und/oder dynamisch)

Präventive Maßnahmen

- Zentrale Vorberechnung
- Teil der Fahrplanerstellung

Korrektive Maßnahmen

- Zentrale Vorberechnung
- Aktivierung bei Störungseintritt /
Identifikation eines Störfalls

Forschungsinhalte - Höhere Entscheidungs- und Optimierungsverfahren

Ausgangspunkt:

AC- und DC-Netz in Arbeitspunkt
jeweils ohne (n-1)-Sicherheit
→ Kritische Leitungsausfälle führen zu
Grenzwertverletzungen

Ausfälle
ohne
kritische
Auswirkung

Ausfälle
mit
kritischer
Auswirkung

Präventive Maßnahmen:

Umrichter-Sollwerte (Fahrplan) für
Minimierung der Anzahl potentiell
kritischer Ausfälle

Ausfälle
ohne
kritische
Auswirkung

Präventive
Umrichter-
Arbeitspunkte

Ausfälle
mit
kritischer
Auswirkung

Korrektive Maßnahmen:

Anpassen der Umrichter-Arbeitspunkte
nach Fehlereintritt (z.B. Leitungsausfall)
Beseitigen von akuten Netzengpässen in
Folge einer Störung

Ausfälle
ohne
kritische
Auswirkung

Präventive
Umrichter-
Arbeitspunkte

Korrektive
Maßnahmen
der
Umrichter

Zusammenfassung und Ausblick

Dynamisches Netzleitwarte - Modellsystem

- Dynamische Netzleitwarte (Ilmenau)
- Hardwaremodell HGÜ-Pol (Magdeburg)
- IKT-Infrastruktur (beide Standorte)

Wesentliche Fragestellungen

- Dynamische Systembeobachtbarkeit und -sicherheitsanalyse
- Präventive und korrektiven Steuerungsmaßnahmen
- Intelligente Datenvorverdichtung in Anlagen, Verarbeitung von Datenströmen aus PMU – neue Architektur SCADA DB
- Kontinuierliche, hierarchische Validierung der aktuellen oder zu ändernden Schutz- und Reglereinstellungen

Ausblick

- koordinierter Betrieb von dynamischen Leitwarten
- Leittechnik für Betrieb von HGÜ-Overlaynetzen und dynamischen vertikalen Betrieb

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



Fakultät Elektrotechnik u. Informationstechnik
Fachgebiet Elektrische Energieversorgung
Technische Universität Ilmenau

E-Mail: christoph.brosinsky@tu-ilmenau.de
Telefon: 03677/69-1493

