

Die Problematik der induktiven Beeinflussung parallelgeführter Hochspannungsleitungs-systeme – Berechnung und Lösungsvorschläge

**Raunig (Referent), Schmutzner, Fickert, Institut für Elektrische Anlagen TU Graz
Achleitner, Austrian Power Grid**

07.03.14

Inhaltsverzeichnis

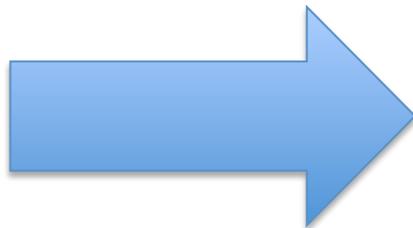
- Motivation
- Problemstellung
- Modellbildung
- Ergebnisse
- Optimierung
- Zusammenfassung

Motivation

- Berechnung von **induktiven Beeinflussungen** zwischen Hochspannungsfreileitungssystemen
 - **Normalbetrieb** und
 - **Störfall** (z.B. Erdkurzschluss)
- Stromaufteilung und resultierende ohmsche Beeinflussung
- Unsymmetrieerscheinungen (z.B. Kreis(summen)ströme)
- Ausbauplanung
- Optimierung

Problemstellung

- Netzausbau (z.B. Energiebedarf, „20-20-20-Ziele“ etc.)
 - Vermehrte regenerative Einspeisung
 - Änderung der Lastflusssituation
 - Erhöhung der Transportkapazität
- Bündelung von Leitungen auf Gemeinschaftstrassen
- Auslastung in Richtung Grenzbereiche, (n-1)-Kriterium



Resultiert in höheren induktiven Beeinflussungen aufgrund der Änderung der Kopplungen (Abstände, Anzahl der Systeme etc.) und Beeinflussungsquellen (Ströme)

Die mutuelle induktive Kopplung gewinnt zunehmend an Bedeutung

Modellbildung (1)

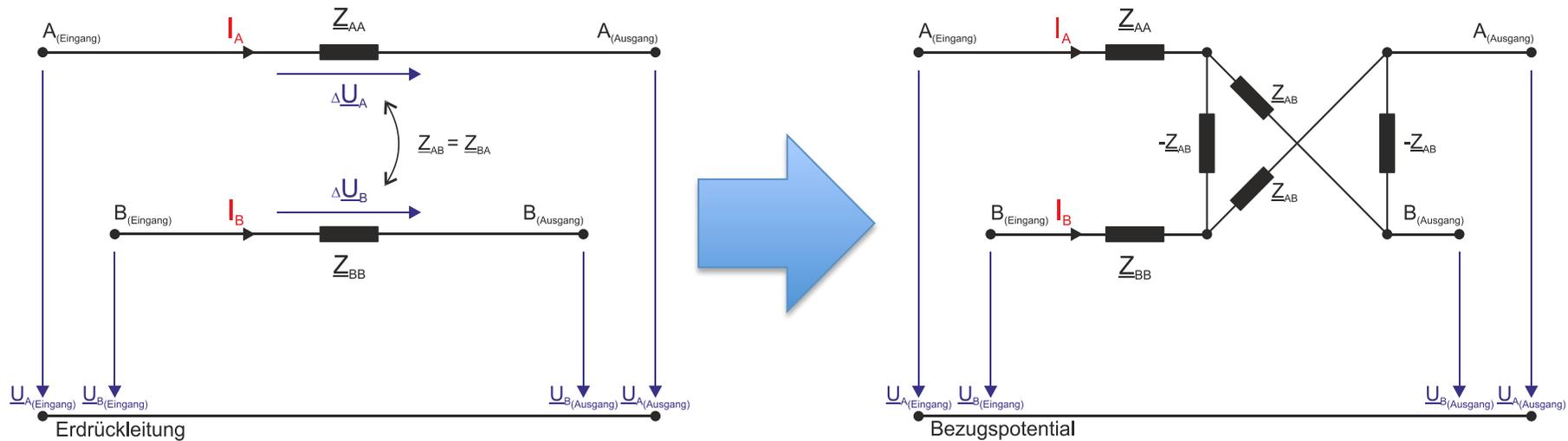
- Nachbildung des Netzes (gekoppelte Leitungen, Sammelschienen, Transformatoren etc.)
- Beschreibung der induktive Kopplung zwischen Leitern
- Erdseilkettenleiter

Als Modellansatz wird das **Knotenpotentialverfahren** (KPV) gewählt

Die Kopplung wird durch ein äquivalentes Ersatznetzwerk ausgedrückt

Modellbildung (2)

Die Kopplung zweier Leiter-Schleifen mit Erdrückleitung



7

Modellbildung (3)

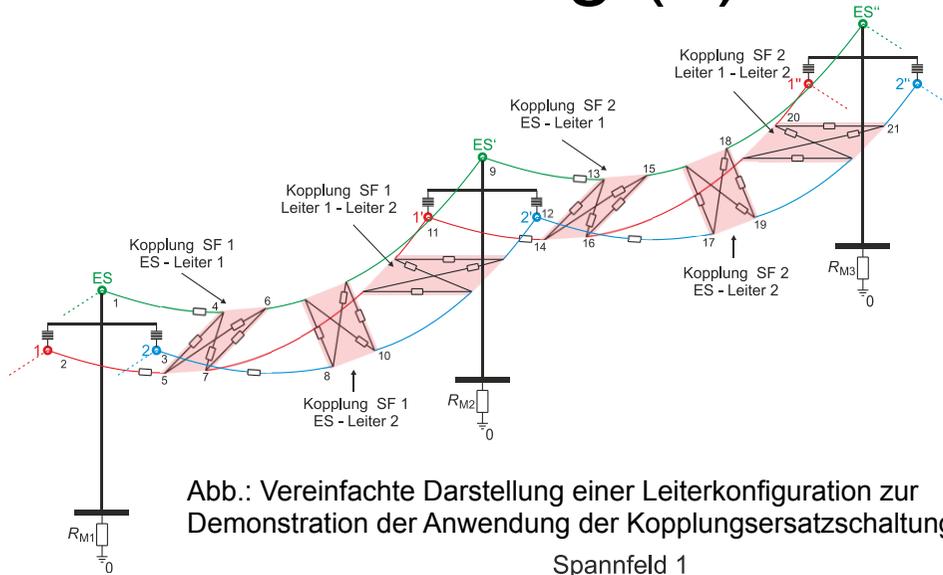


Abb.: Vereinfachte Darstellung einer Leiterkonfiguration zur Demonstration der Anwendung der Kopplungersatzschaltung

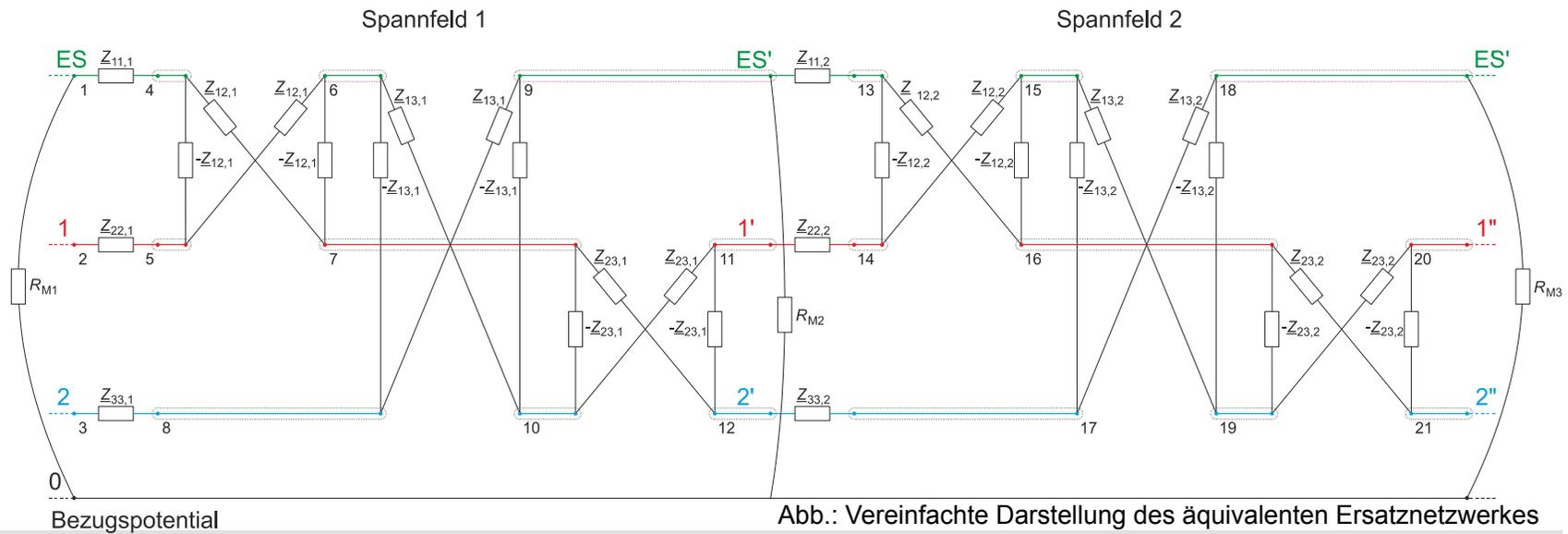


Abb.: Vereinfachte Darstellung des äquivalenten Ersatznetzwerkes

Erdseilkettenleiter, Erdseilströme

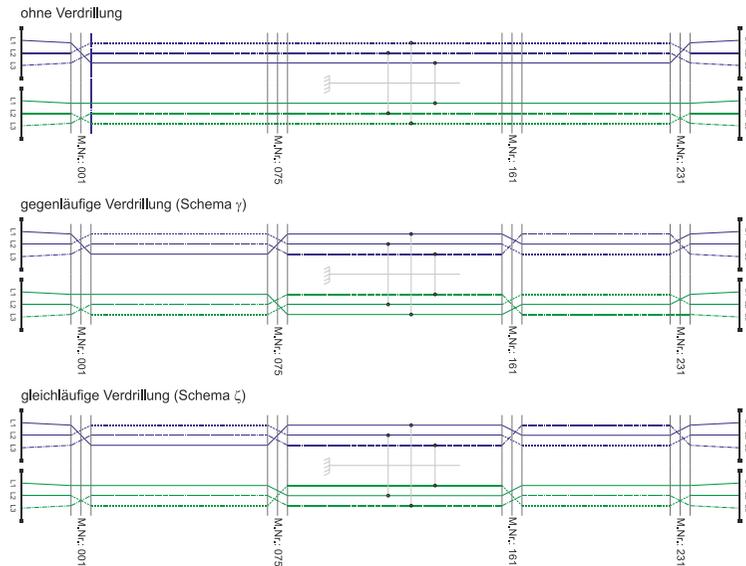


Abb.: Gewählte Verdrillungsschemata

Je nach Verdrillungsvariante bilden sich unterschiedliche Erdseilströme (Betrag und Winkel) aus

- 380-kV-Doppelleitung Tonnenprofil
- Leitungslänge 60 km
- Variable Spannfeldlängen (200 - 320m)
- Variable Mastausbreitungswiderstände (0,5 - 10 Ω)
- Transportleistung 1000MW (~700A pro System)

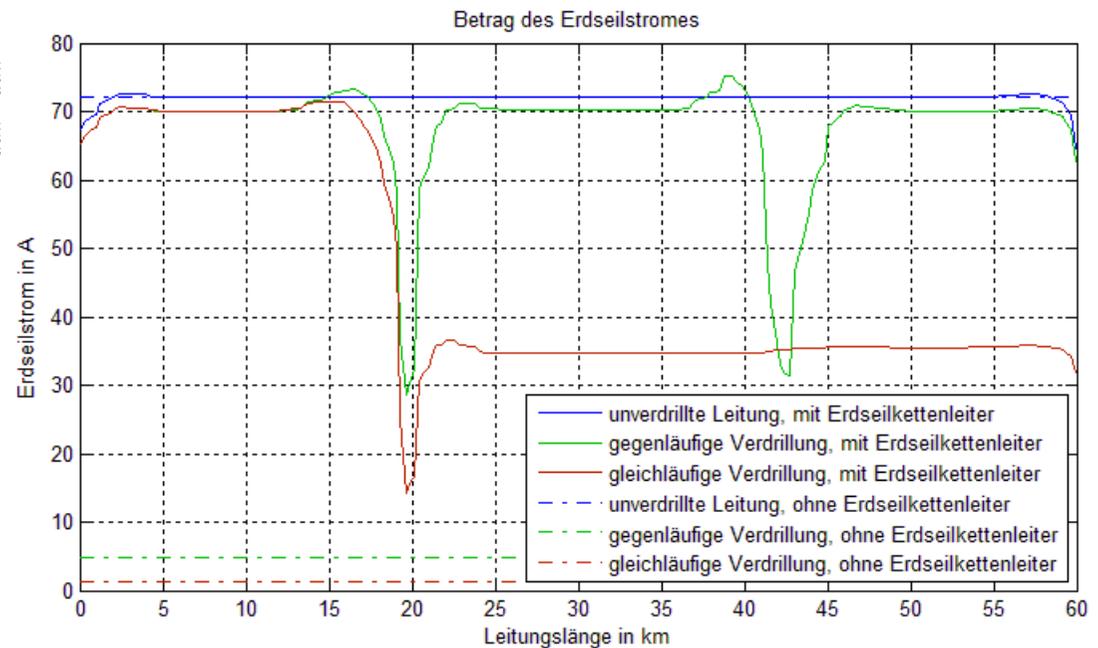


Abb.: Erdseilströme unterschiedlicher Verdrillungsvarianten

Validation der Ergebnisse

Vergleich zwischen Messung und Rechnung

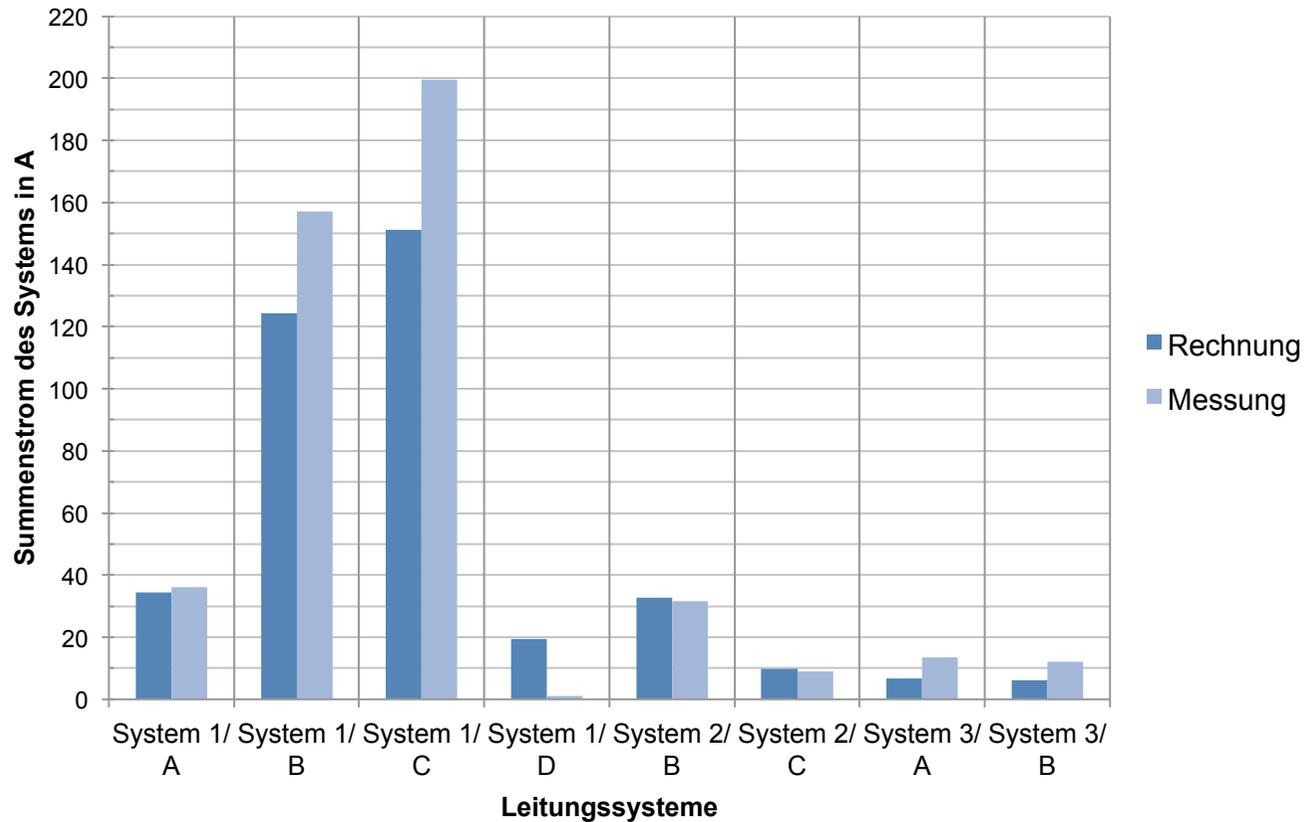


Abb.: Vergleich der Mess- mit den Rechenwerten

Ergebnisse (1)

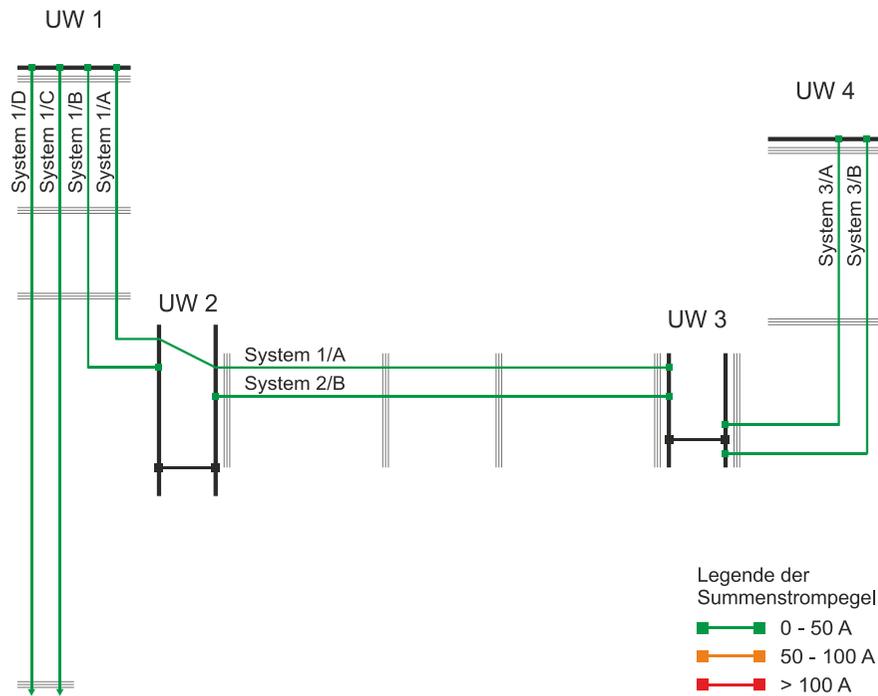


Abb.: Netzzustand vor Aus- und Umbau bzw. Erweiterungsmaßnahmen

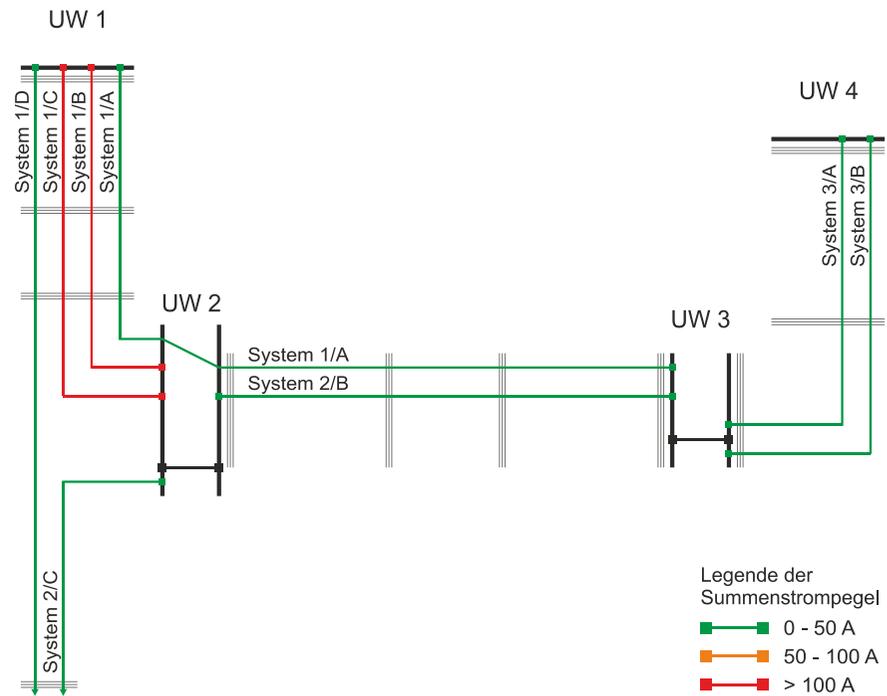


Abb.: Netzzustand nach Auftrennung und Einschleifung eines Leitungszuges

Ergebnisse (2)

Auswirkung von Ausbaumaßnahmen und Lastszenarien auf die Summenströme

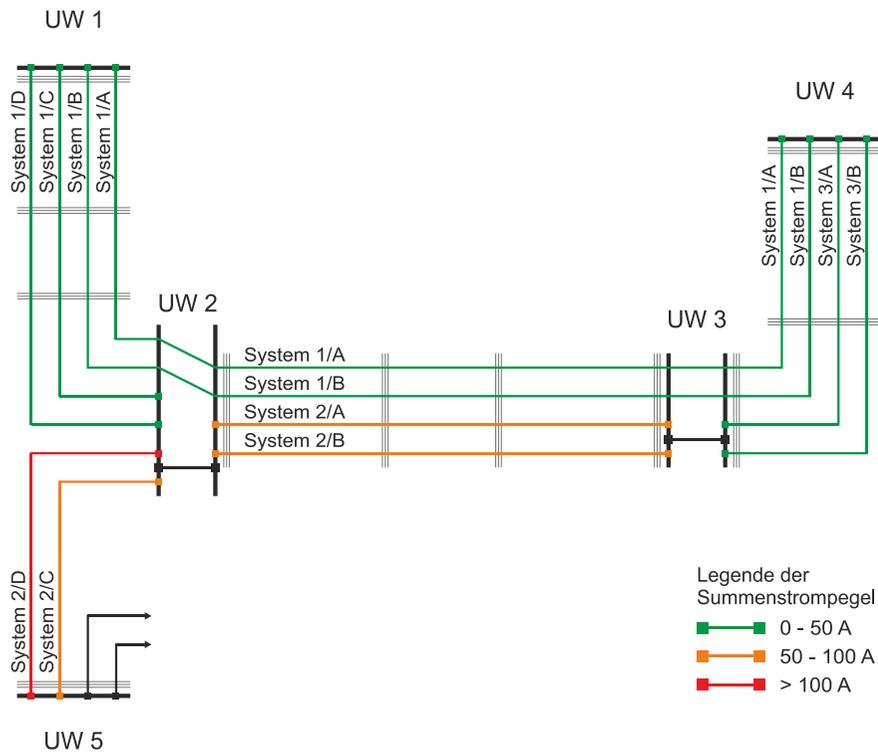


Abb.: Netzzustand nach weiteren Aus- und Umbaumaßnahmen zur Erhöhung der Transportkapazität, Lastszenario **ohne** zusätzliche Einspeisung

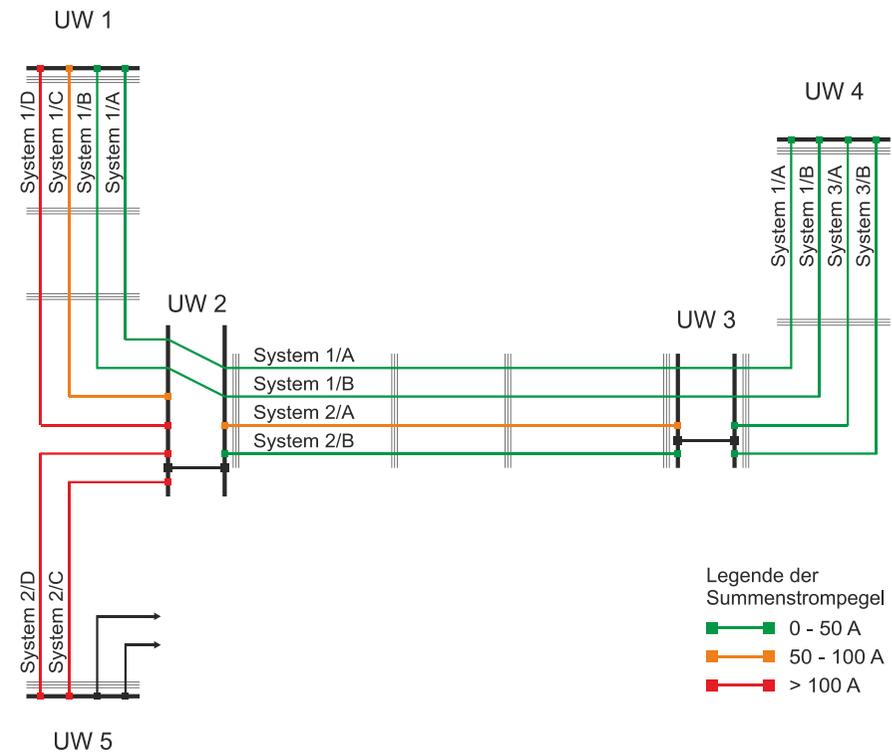


Abb.: Netzzustand nach weiteren Aus- und Umbaumaßnahmen zur Erhöhung der Transportkapazität, Lastszenario **mit** zusätzlicher Einspeisung

Ergebnisse (3)

Auswirkung von Ausbaumaßnahmen und Lastszenarien auf die Summenströme

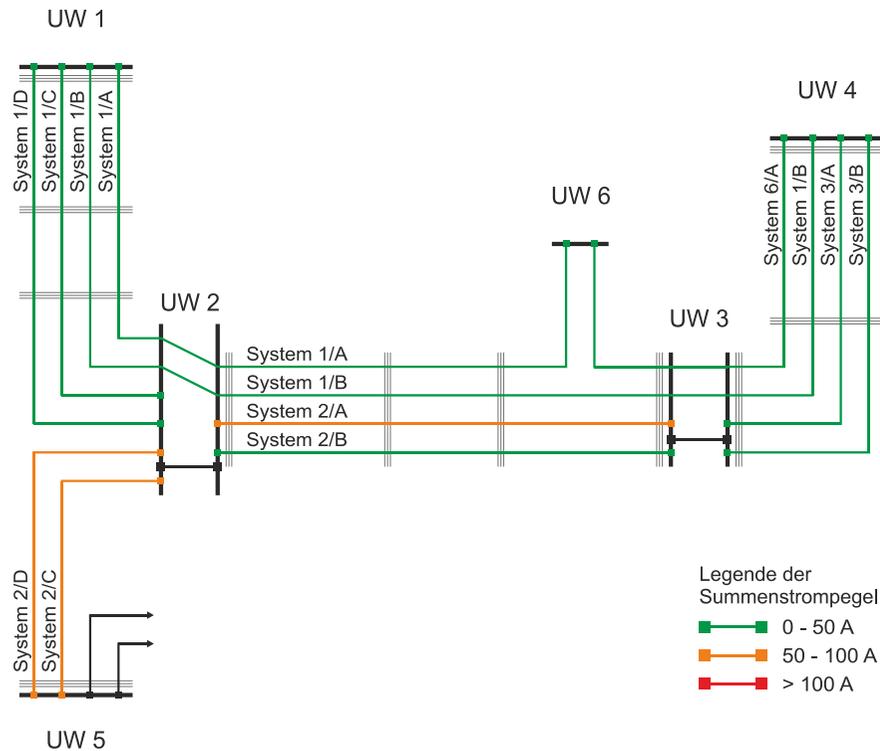


Abb.: Netzzustand nach weiteren Aus- und Umbaumaßnahmen zur Erhöhung der Transportkapazität und Integration einer neuen Leitung inkl. Umspannwerk, Lastszenario **ohne** zusätzliche Einspeisung

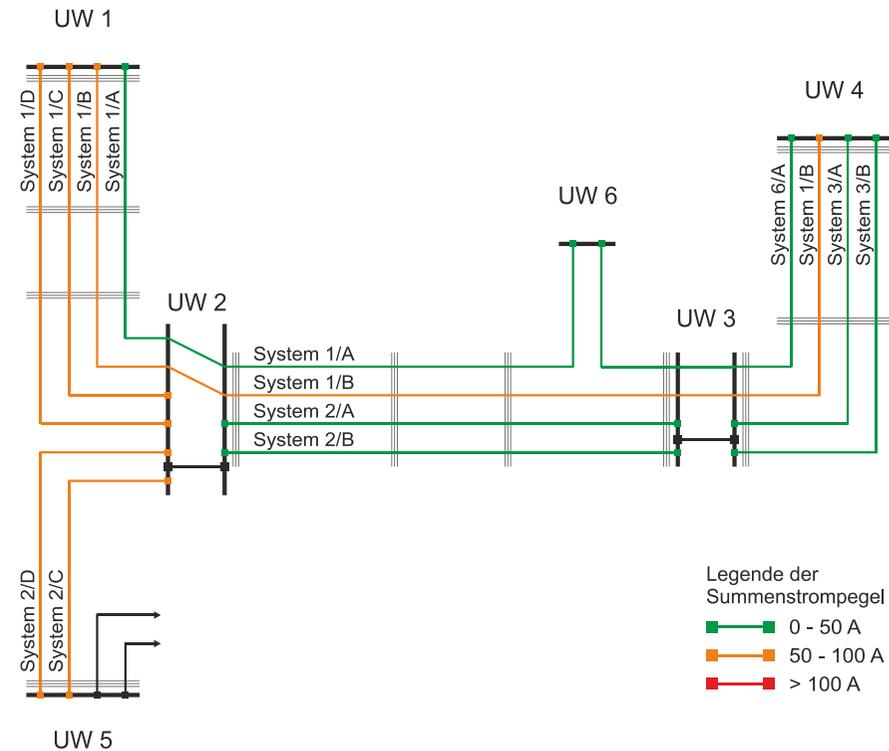


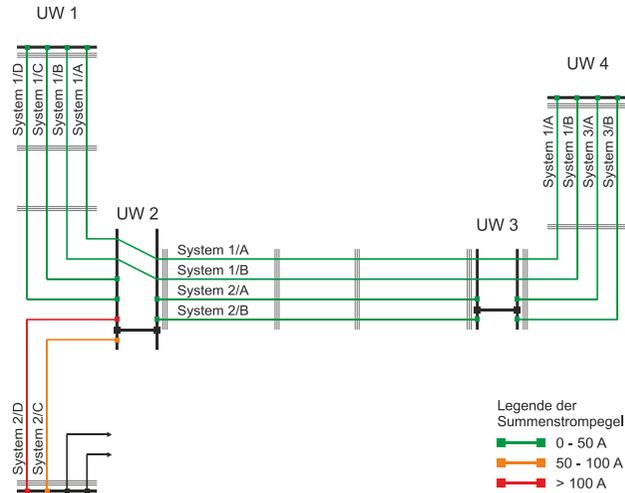
Abb.: Netzzustand nach weiteren Aus- und Umbaumaßnahmen zur Erhöhung der Transportkapazität und Integration einer neuen Leitung inkl. Umspannwerk, Lastszenario **mit** zusätzlicher Einspeisung

Optimierung (1)

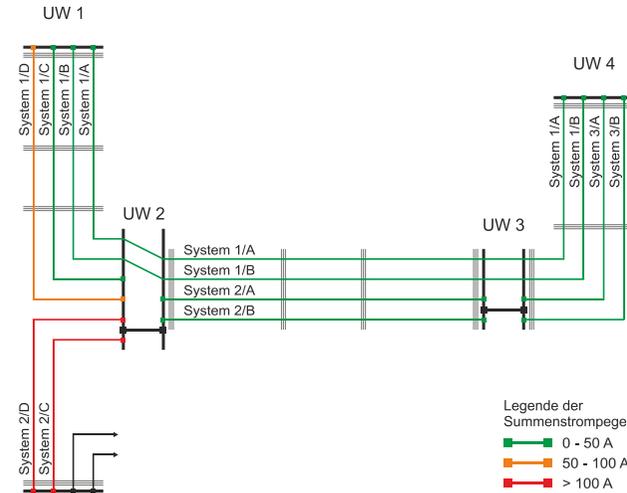
- **Ziel**
 - Optimiertes Verdrillungsschema für unterschiedliche Ausbauzustände und Lastszenarien

- **Rahmenbedingungen**
 - *Praktische Aspekte*
(z.B. Durchführbarkeit, Zuspännungen, mechanische Auslegung etc.)
 - *Wirtschaftliche Aspekte*
(z.B. Verwendung von bestehenden Verdrillungsmasten etc.)

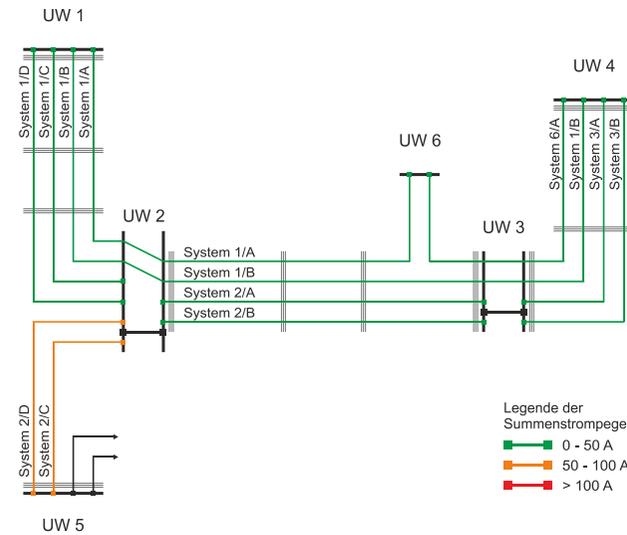
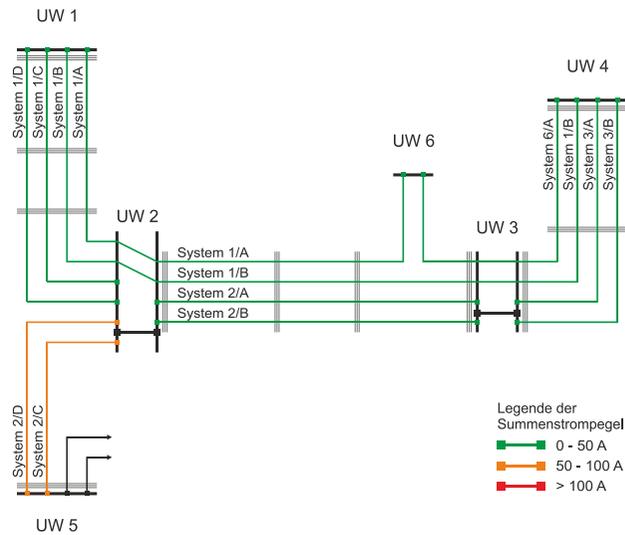
Optimierung (2)



Szenario ohne zusätzlicher Einspeisung



Szenario mit zusätzlicher Einspeisung



Zusammenfassung

- Neuer Ansatz zur Bestimmung der gegenseitigen induktiven Beeinflussung (inkl. Rückwirkung)
- Berechnung für Normalbetrieb und Störfall
- Bestimmung von Unsymmetrieströmen
 - Induktive Kopplung
 - Impedanzverhältnis
- Erdseilkettenleiter, Erdseilströme, Reduktionsfaktoren
- Optimierung von Verdrillungsschemata und Phasenbelegungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Raunig (Referent), Schmautzer, Fickert, IfEA TUG, Achleitner APG

07.03.14