

### Simulation transienter Überspannungen bei Kurzschlüssen in teilverkabelten Hochspannungsübertragungsnetzen

---

#### Hintergrund

Im Zuge des Netzausbaus in Deutschland werden immer häufiger Hochspannungskabel als alternatives Übertragungsmedium zu Freileitungen in Betracht gezogen. Der Übergang vom aktuellen Freileitungsnetz hin zu einem Übertragungsnetz mit einem höheren Verkabelungsgrad muss dabei jedoch schrittweise erfolgen. Durch den damit zunehmenden Kabelanteil nimmt auch der kapazitive Ladestrom im Hochspannungssystem zu. Damit entsteht eine Beeinflussung des im Kurzschlussfall fließenden Stromes bzw. der Beanspruchung der Leistungsschalter.

---

#### Aufgabenstellung

Bei dieser Abschlussarbeit soll zunächst eine Literaturrecherche und Einarbeitung zu den Themen „transiente Überspannungen“, „Kurzschlussströme“ und „Leistungsschalter“ erfolgen. Auf Basis dieses Wissens sollen anschließend transiente Simulationen mit dem Simulationstool EMTP-ATP durchgeführt werden. Dazu ist zunächst eine Eingewöhnungsphase in das Programm vorgesehen. Anschließend sollen resultierende Abweichungen zwischen einer reinen Freileitungsstrecke, einer reinen Kabelstrecke und einer Kombination aus konventioneller Freileitung mit Teilverkabelung im Hinblick auf resultierende Überspannungen und Belastungen der Leistungsschalter untersucht werden.

Dabei müssen die Belastungen bei Kurzschlusseintritt, Kurzschlusslöschung und ggf. bei Kurzunterbrechung berücksichtigt werden. Die Fehler können dabei Ein- oder Dreipolig auf der Freileitungsstrecke, oder einpolig auf der Kabelstrecke auftreten. Dabei ist eine Beeinflussung durch die Netzcharakteristik, die Konfiguration und die Kompensation zu erwarten. Als resultierende Parameter sind dann vor allem die auftretenden Leiter- und Schirmspannungen sowie die Spannungen über den Leistungsschaltern und die Energieaufnahmen der Ableiter von Interesse.

---

## Voraussetzungen

---

- Interesse und Spaß an simulativen Aufgabenstellungen
- Motivation, sich das notwendige Hintergrundwissen selbstständig zu erarbeiten
- Erste Erfahrungen mit transienten Überspannungen / Isolationskoordination sind wünschenswert

---

## Zeitlicher Rahmen

---

Art: Masterarbeit  
Dauer: 6 Monate Vollzeit  
Beginn: Ab Mitte Oktober 2020

---

## Kontakt

---

Tobias Trautmann, M.Sc.  
Gebäude S3|21 - Raum 404  
Telefon: 06151 16-20440  
Email: [trautmann@hst.tu-darmstadt.de](mailto:trautmann@hst.tu-darmstadt.de)

---

## 1. Arbeitspakete

---

### 3.1. Literaturrecherche / Einarbeitung in vorhandene Literatur

- Grundlagen zur Berechnung transienter Überspannungen
- Modellbildung (Freileitung, Kabel, Leistungsschalter, Ableiter, Randnetz)
- Transiente Überspannungen bei Kurzschlüssen
- Nachbildung des Kurzschlusses (Lichtbogen) bzw. des Erdschlusses
- Berechnung der eingekoppelten Spannungen → ggf. bei *Abschnitt 3.3*

### 3.2. Einarbeitung in EMTP ATP

- Installation der aktuellen Programmversion
- Einarbeitung in einfache Basismodelle (ISO-Übungen und hinterlegte Modelle)
- Einarbeitung in vorhandene Modellierungen

### 3.3. Modellierung der Betriebsmittel

- Freileitung und Kabel (ggf. inkl. Verifikation)
- Leistungsschalter (Cassie-Mayr-Arc Modell, Modell bereits vorhanden)
- Kurzschluss
- Randnetz
- Kompensation (Modell vorhanden)
- Ableiter und (Wandler) (Modelle vorhanden)

### 3.4. Erstellung Netzgebiet / Modellierung

- Netzgebiet / Simulationsmodell erstellen/anpassen

### 3.5. Basisberechnung der auftretenden Überspannungen

- Zunächst ohne Überspannungsableiter und mit fester Netzcharakteristik und festem Kompensationsgrad
- 1-P-KS-FL, 1-p-KS-Kabel, 3-p-KS-FL:
  - Für reine Freileitungsanordnung
  - Für reine Kabelanordnung
  - Für Kombination aus Freileitung und Kabel
- Fehlereintritt → Freischaltung → Wiedereinschaltung
- Ergebnisparameter: Leiterspannungen UW/KÜS, Mantelspannungen, Spannung über dem Leistungsschalter, ?
- Parameter mit Überspannungsableitern im Vergleich (zus. Energieaufnahme Ableiter/Mantelableiter)
- Analytische Verifikation der auftretenden Parameter falls möglich

### 3.6. Hauptberechnungen mit Variationen

- Variation der Konfiguration und der Strecken
- Variation der Netzcharakteristik und der Kompensation
- Parameter siehe *Abschnitt 3.6*

### 3.7. Ausarbeitung

- (Auswertung der Ergebnisse)
- Erstellung einer schriftlichen Ausarbeitung/Studienarbeit

---

#### 4. Zeitplan

---

	Start	Ende	Dauer
Start:	01.11.2021	KW 43	
3.1			3 Wochen
3.2			1 Woche
3.3			4 Wochen
3.4			1 Woche
3.5			4 Wochen
Zwischenpräsentation:			
	KW 5/6? Zwischenpräsentation		
3.6			5 Wochen
3.7			6 Wochen
Geplante Abgabe:			
	18.04.2022	Anfang KW16	
Puffer:			2 Wochen
Abgabe:	02.05.2022	Anfang KW18	
Gesamt:			26 Wochen
Probepäsentation:			
	KW 19?		
Abschlusspräsentation:			
	KW 20?		