

Die Bestimmung induzierter Spannungen und Ströme verursacht durch parallel geführte Leitungssysteme

**Raunig, Schmutzer, Fickert, Emmer (Referent),
Institut für Elektrische Anlagen TU Graz**

07.03.14

Inhaltsverzeichnis

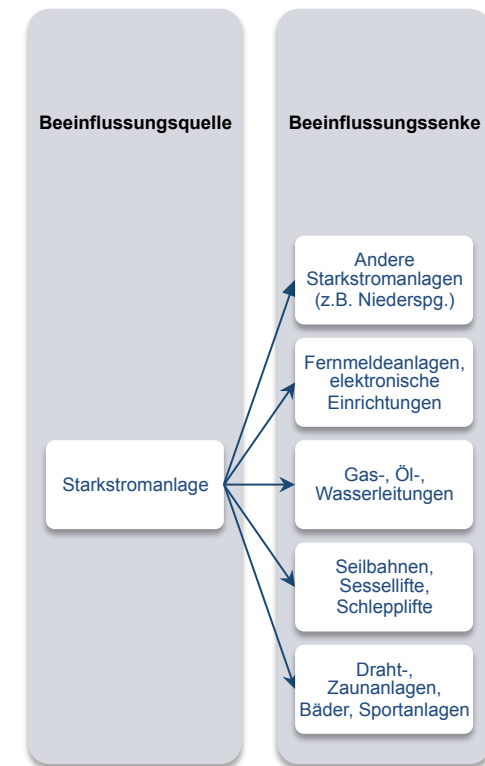
- Motivation
- Problemstellung
- Methodik
- Beispiele
- Zusammenfassung

Motivation

- Steigender Energiebedarf – höhere Transportkapazität
- Vermehrte Konzentration von Anlagen der Energieübertragung auf gemeinsamen oder engbenachbarten Trassen
- Vermehrter Einsatz von Steuer- und Sicherheitstechnik (z.B. Signaleinrichtungen)
- Wirkung von Reduktionsleitern und Erdungssystemen

Problemstellung

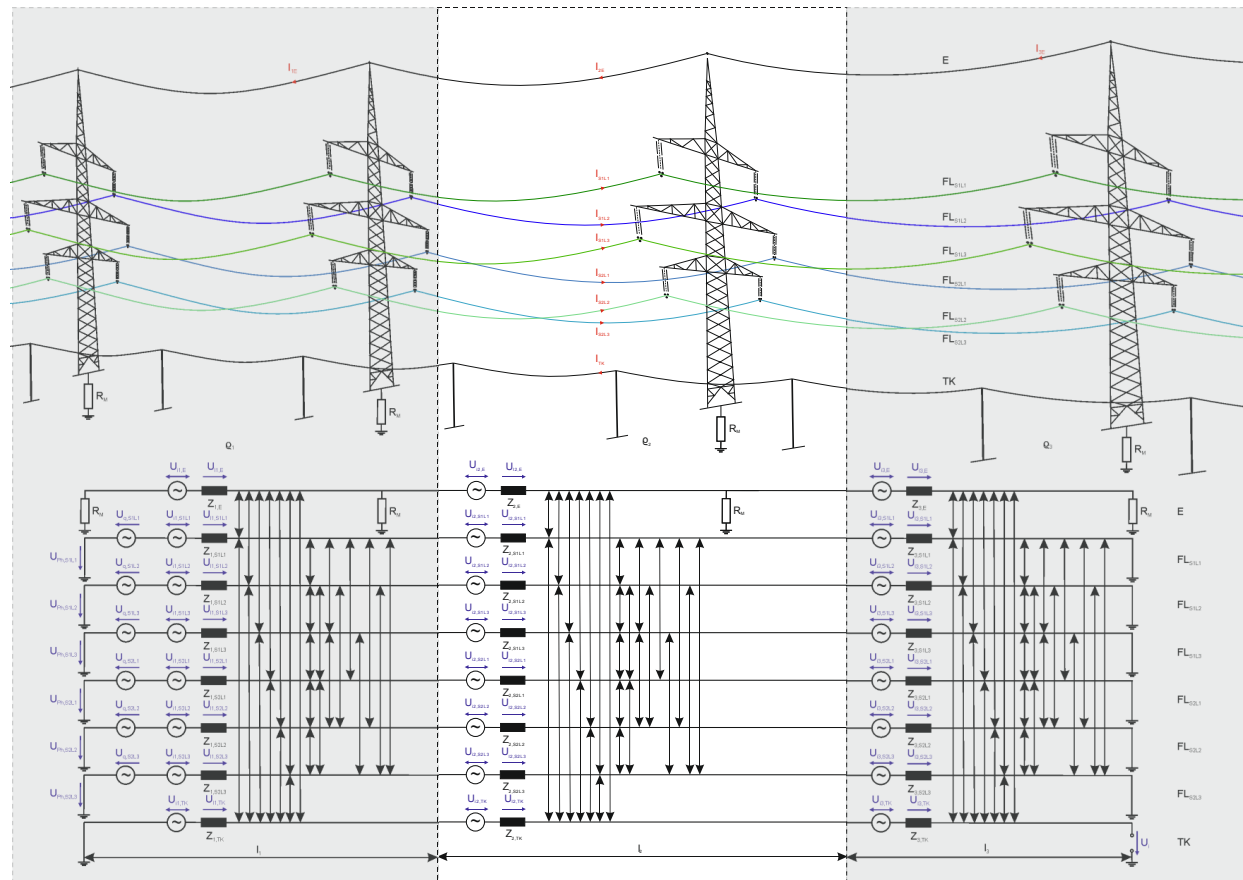
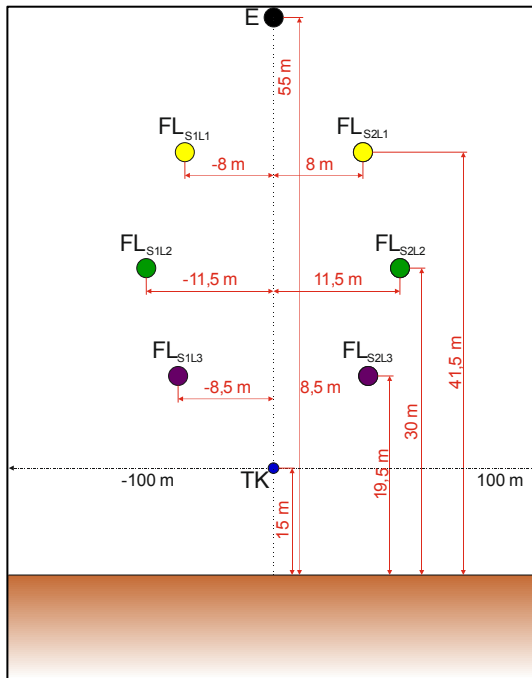
- Durch **räumliche Nähe** treten einzelne Systeme bedingt durch das elektromagnetische Wechselfeld in Interaktion
- Störquelle und –senke
- Ausschluss von
 - **Gefährdung von Personen und Betriebsmitteln**
 - **Störungen**



5

Methodik (1)

Beispiel anhand einer Freileitung



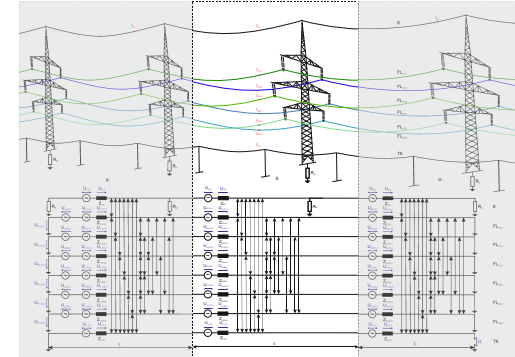
Methodik (2)

- Programm **IBEL-GUI** (Matlab[®] basierend, inkl. GUI)
- Ansatz nach dem **Impedanzmatrixverfahren** bzw. **Hybridmatrixverfahren**
- Koppelimpedanzen nach J.R. **Carson**, **Pollaczek** und **Dubanton**
- Modellbildung der **gesamten** untersuchten **Leitungskonfiguration**
 - Beeinflussungs- bzw. Näherungsabschnitte
 - Berücksichtigung von Phasenbelegungen, Lastströmen, Fehlerströmen
 - Erdseile, Reduktionsleiter und reduzierende Erdungsanlagen

Methodik (3)

Vollständige Matrix der Impedanzen der Beeinflussungskonfiguration

- Aktive Leiter (Index p)
- Passive Leiter (Index q), z.B. Erdseil, Reduktionsleiter
- Induzierte Leiter (Index i), z.B. IKT-Leiter



$$\begin{pmatrix} \underline{U}_p \\ \underline{U}_q \\ \underline{U}_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \underline{Z}_{pp} & \underline{Z}_{pq} & \underline{Z}_{pi} \\ \underline{Z}_{qp} & \underline{Z}_{qq} & \underline{Z}_{qi} \\ \underline{Z}_{ip} & \underline{Z}_{iq} & \underline{Z}_{ii} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \underline{I}_p \\ \underline{I}_q \\ \underline{I}_i \end{pmatrix}$$

Bedingung auf Grund
der Erdungsbehandlung \rightarrow

$$\begin{aligned} \underline{U}_q &= 0 \\ \underline{I}_i &= 0 \end{aligned}$$

$$\underline{U}_i = \underline{Z}_{ip} \cdot \underline{I}_p + \underline{Z}_{iq} \cdot \underline{I}_q$$

$$\underline{U}_i = \left(\underline{Z}_{ip} - \underline{Z}_{iq} \cdot \underline{Z}_{qq}^{-1} \cdot \underline{Z}_{qp} \right) \cdot \underline{I}_p$$

Methodik (4)

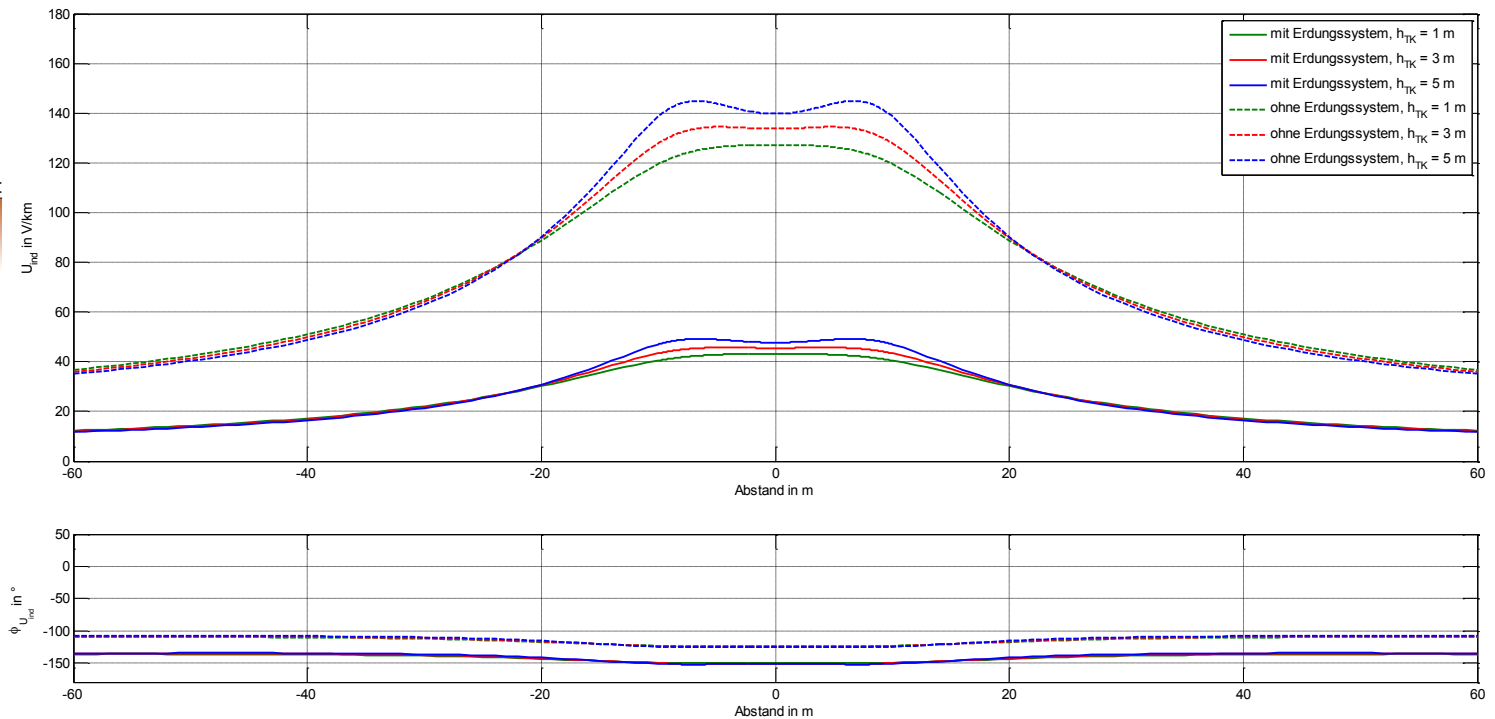
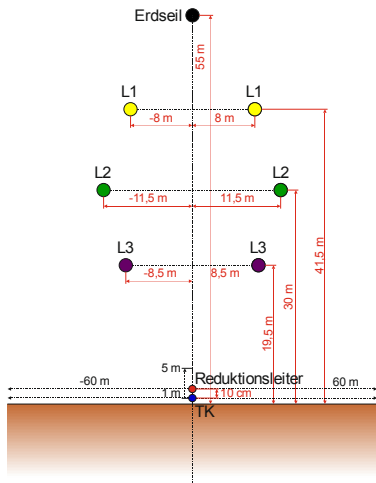
Bewertung der Reduktionswirkung

– Reduktionsfaktor r

$$r = \frac{\underline{U}_i \text{ mit Reduktionswirkung}}{\underline{U}_i \text{ ohne Reduktionswirkung}}$$

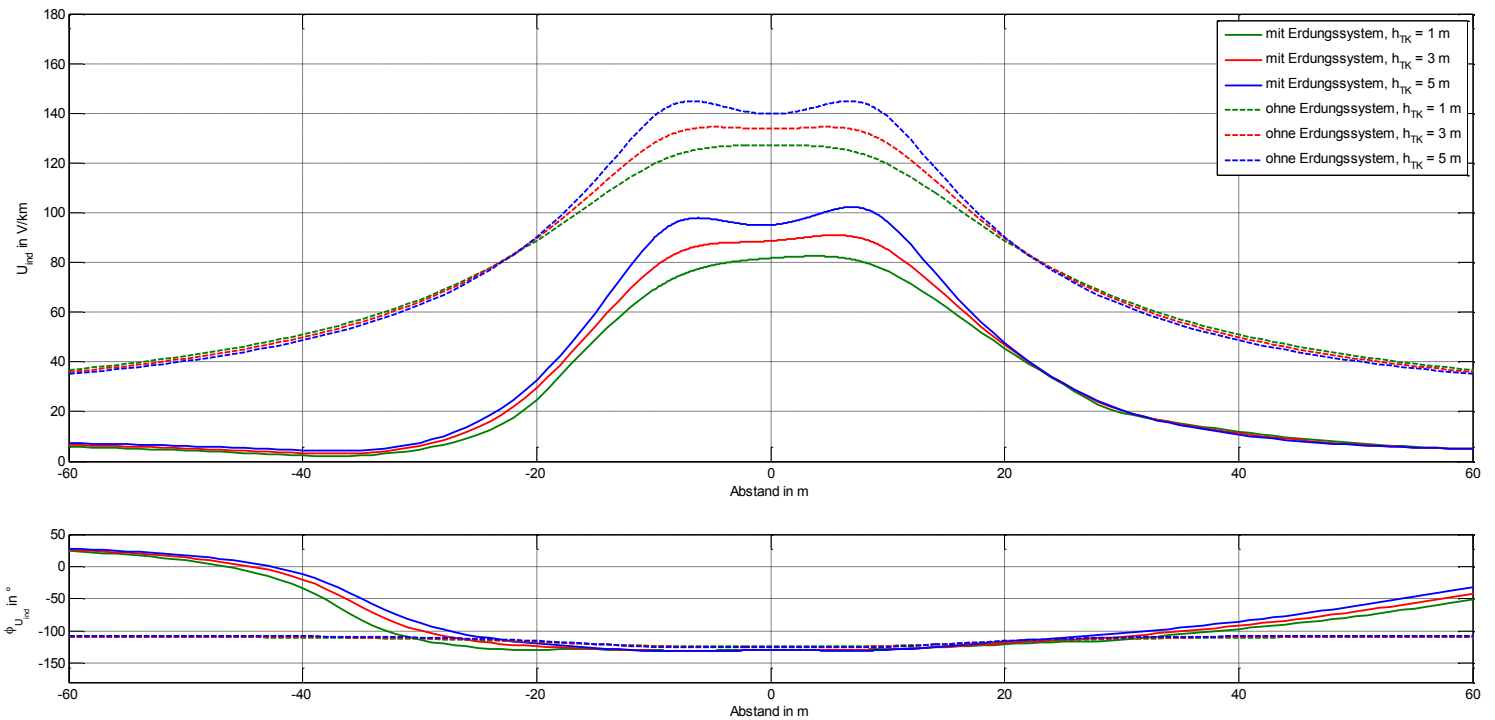
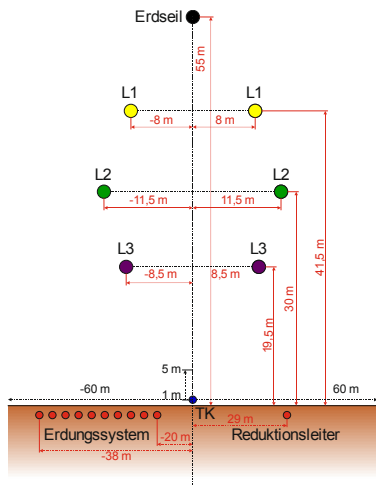
Beispiel 1a

Reduktionswirkung eines mitgeführten Reduktionsleiters

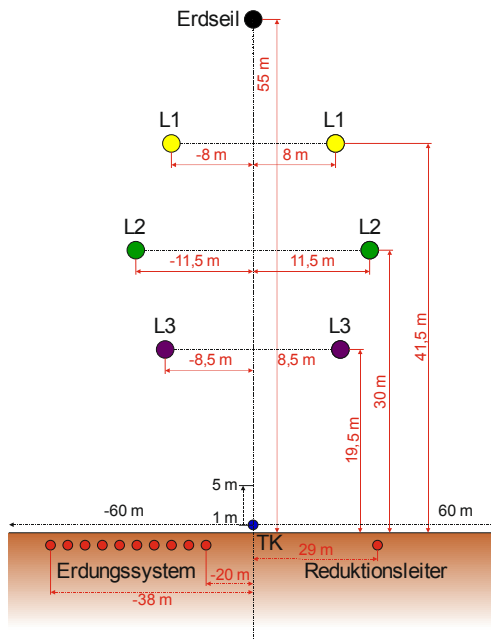


Beispiel 1b

Wirkung von „ausgedehnten“ Erdungssystemen



Reduktionsleiterströme



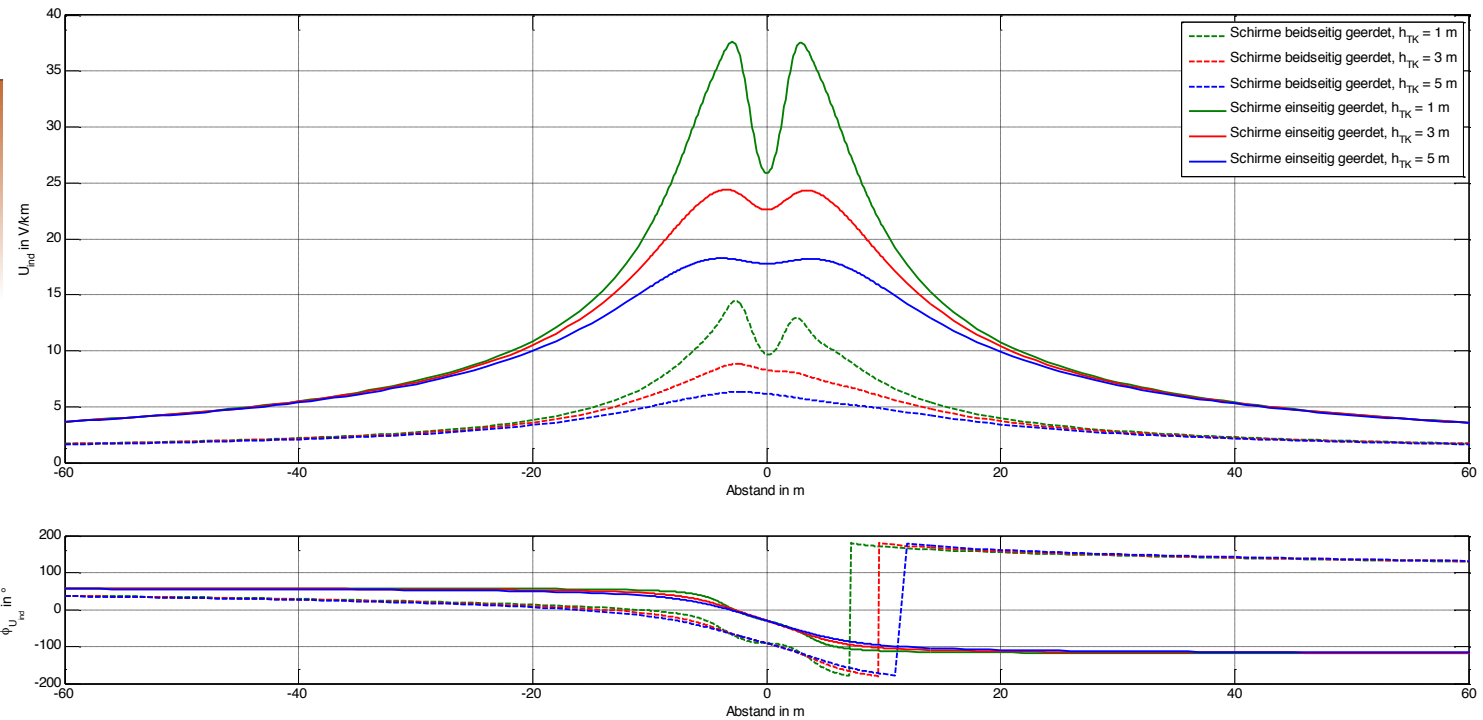
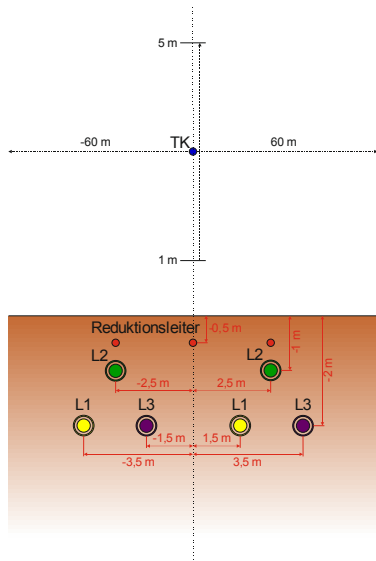
	I_i in A/km	
	Betrag	Phase
1. Erdungsleiter (-38 m)	4,36	33,9
2. Erdungsleiter (-36 m)	4,90	12,6
3. Erdungsleiter (-34 m)	6,23	-0,4
4. Erdungsleiter (-32 m)	8,16	-8,6
5. Erdungsleiter (-30 m)	10,78	-14,0
6. Erdungsleiter (-28 m)	14,28	-17,7
7. Erdungsleiter (-26 m)	19,05	-20,1
8. Erdungsleiter (-24 m)	25,76	-21,4
9. Erdungsleiter (-22 m)	35,77	-21,2
10. Erdungsleiter (-20 m)	52,94	-18,2
Reduktionsleiter (29 m)	50,26	-3,5

Tabelle: Reduktionsleiterströme

Gegenseitige Beeinflussung der Reduktionsleiter nicht berücksichtigt!!!

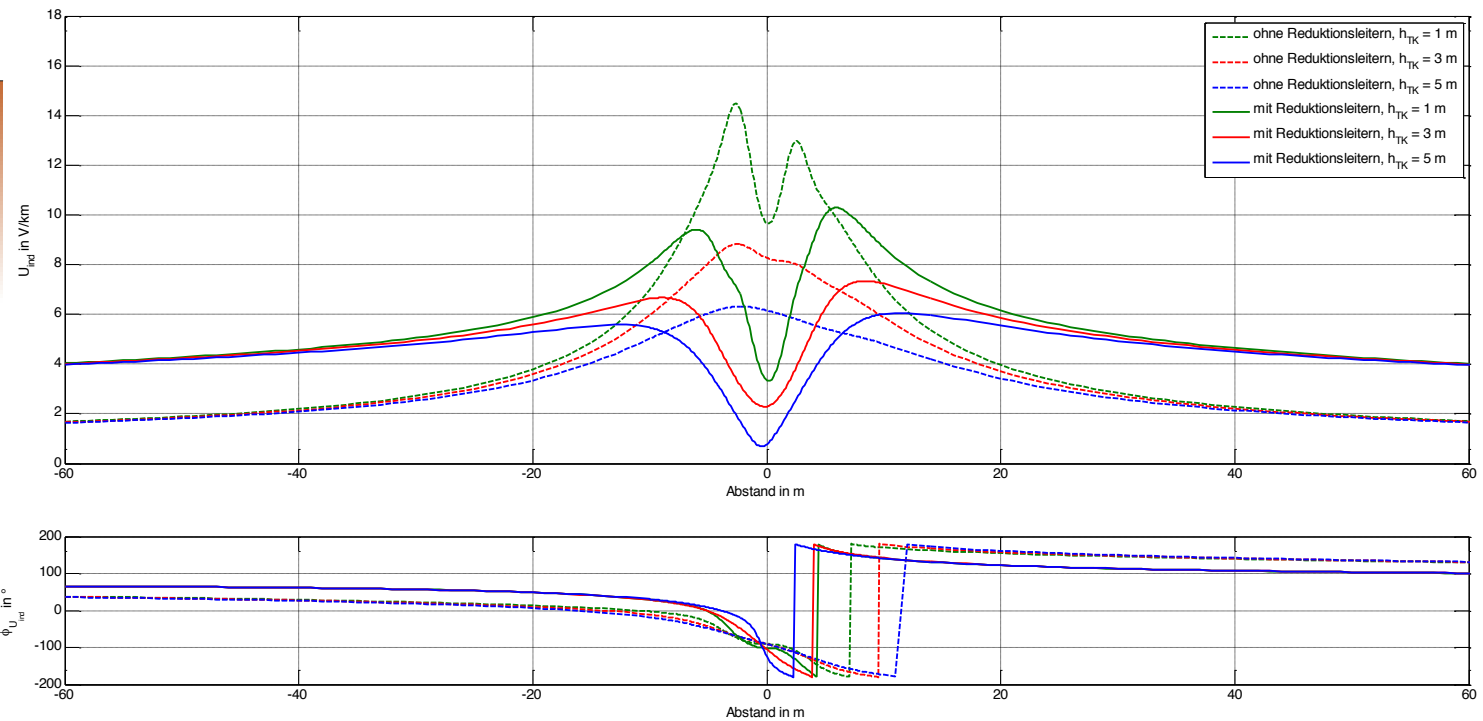
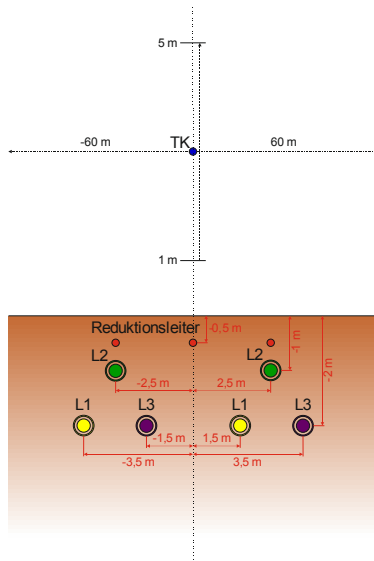
Beispiel 2a

Wirkung der Kabelschirme



Beispiel 2b

Reduktionswirkung von Begleiterdern



Zusammenfassung

- Globale Erdungssysteme besitzen eine gute Reduktionswirkung
- Teils hohe Ströme in den Reduktionsleitern (zusätzliche Magnetfelder, Magnetfeldverzerrung)
- Reduktionswirkung
 - Freileitung (höhere Induktionswirkung)
 - Kabel (gute Schirmwirkung, i.A. durch Schirmimpedanz)
- Vektorielle Überlagerung muss berücksichtigt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

**Raunig, Schmutzer, Fickert, Emmer (Referent), Institut für
Elektrische Anlagen TU Graz**

07.03.14