

Energie Zentrum Graz

FEM-SIMULATION DES THERMISCHEN LANGZEIT-VERHALTENS VON HOCHSPANNUNGS- KABELANLAGEN BEI LASTÄNDERUNGEN

KOMAR GERNOT
WOSCHITZ RUDOLF
SCHICHLER UWE
PIRKER ALEXANDER

*Institut für
Hochspannungstechnik und Systemmanagement
Technische Universität Graz*

Inhalt

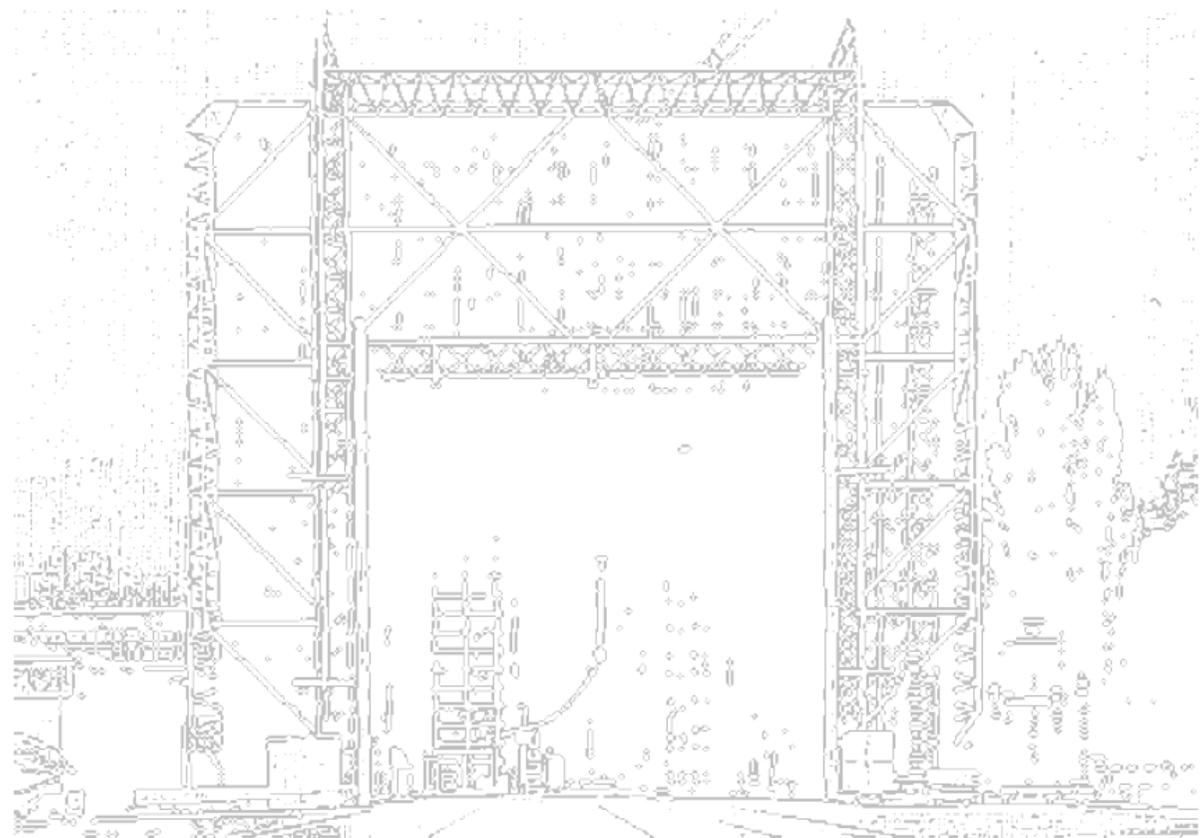
Einleitung

FEM Simulation

Beispiele

- Windpark
- Überlastverhalten

Ausblick



Einleitung

Erdverlegte Energiekabel

- Dimensionierung
- Zukünftige Herausforderungen

Thermische Belastung

- Betrieblich bedingt
- Art der Verlegung
- Umgebung

Norm

- Reserven vorhanden ?



Inhalt

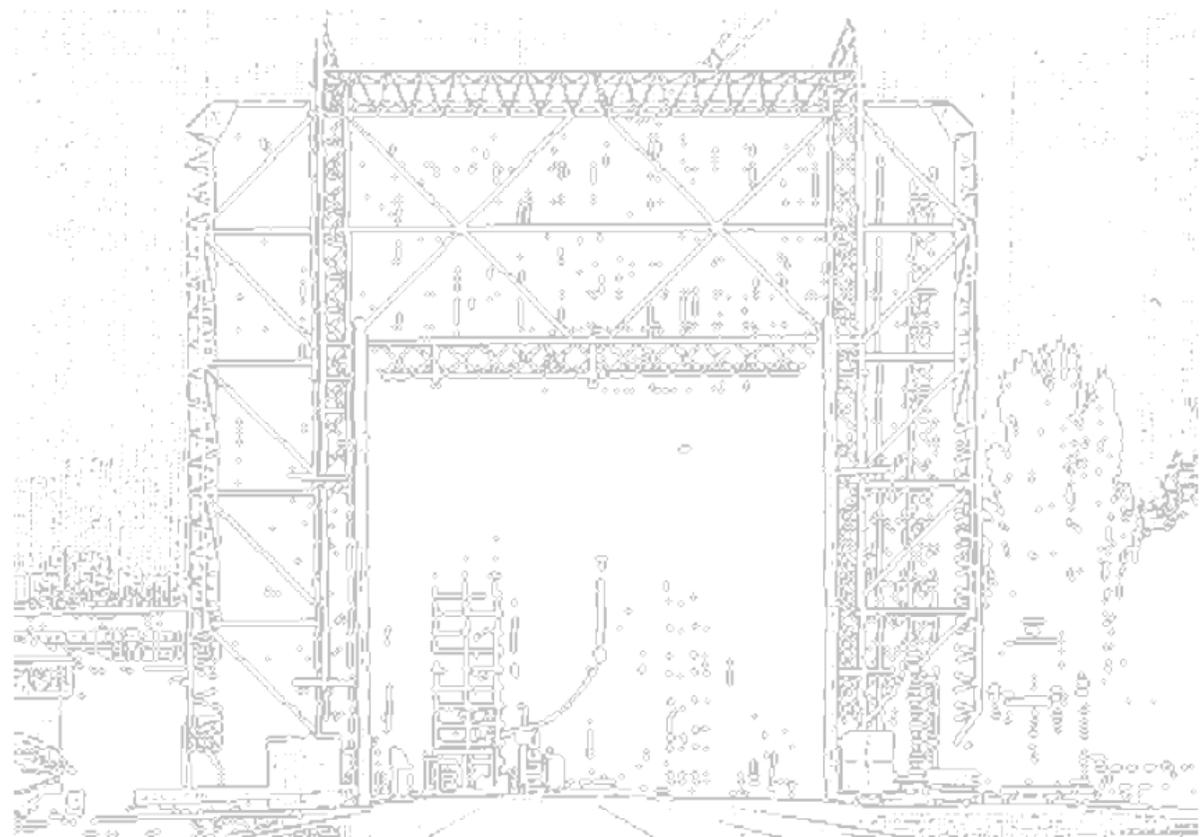
Einleitung

FEM Simulation

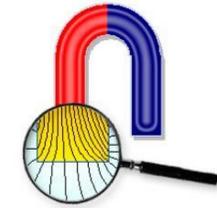
Beispiele

- Windpark
- Überlastverhalten

Ausblick



FEM Simulation



Quickfield

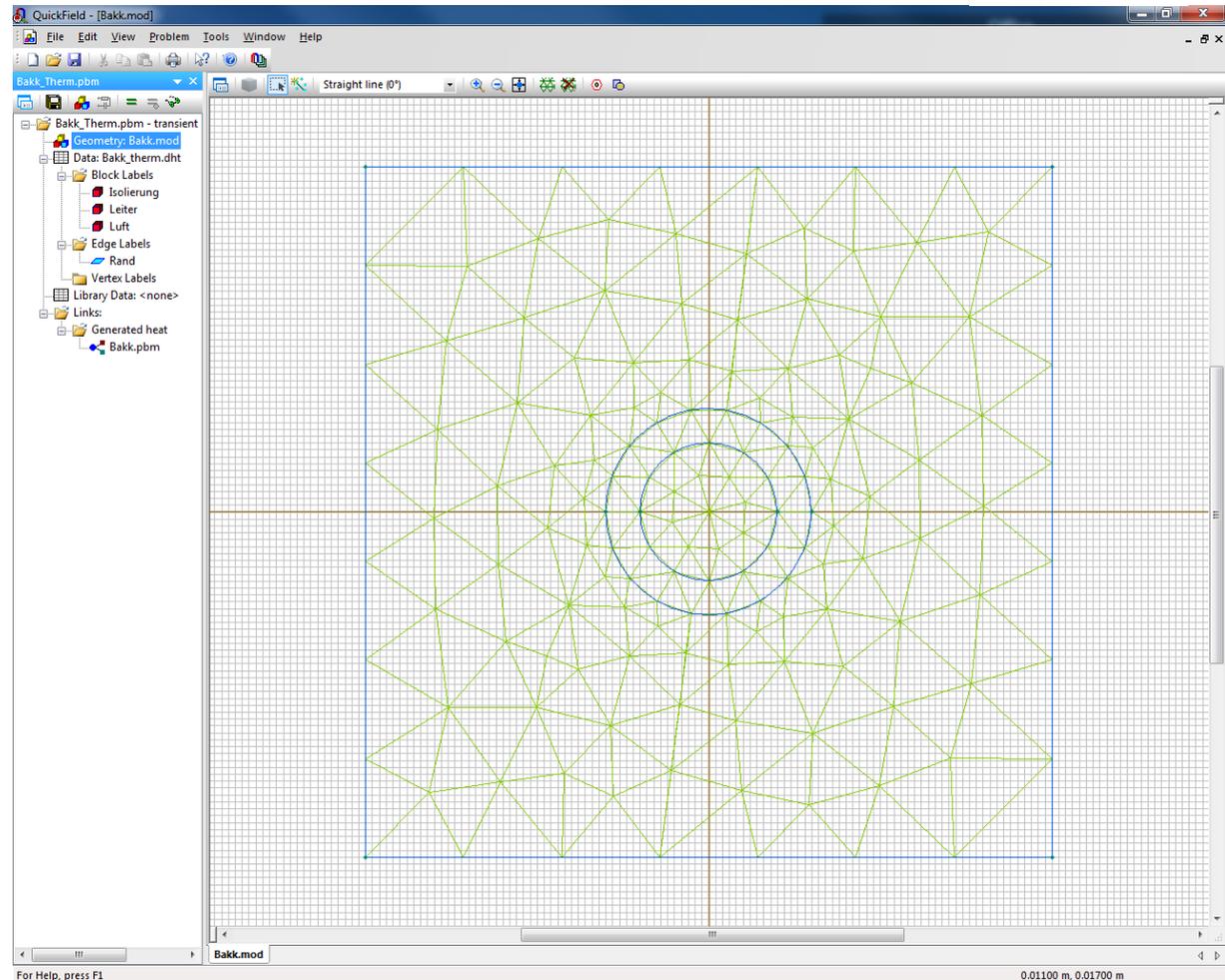
Modellbildung

- CAD

Parameter

Simulation

- Stationär / Transient
- Verlinkte Simulation
 - „AC Magnetics“
 - „Heat Transfer“



Inhalt

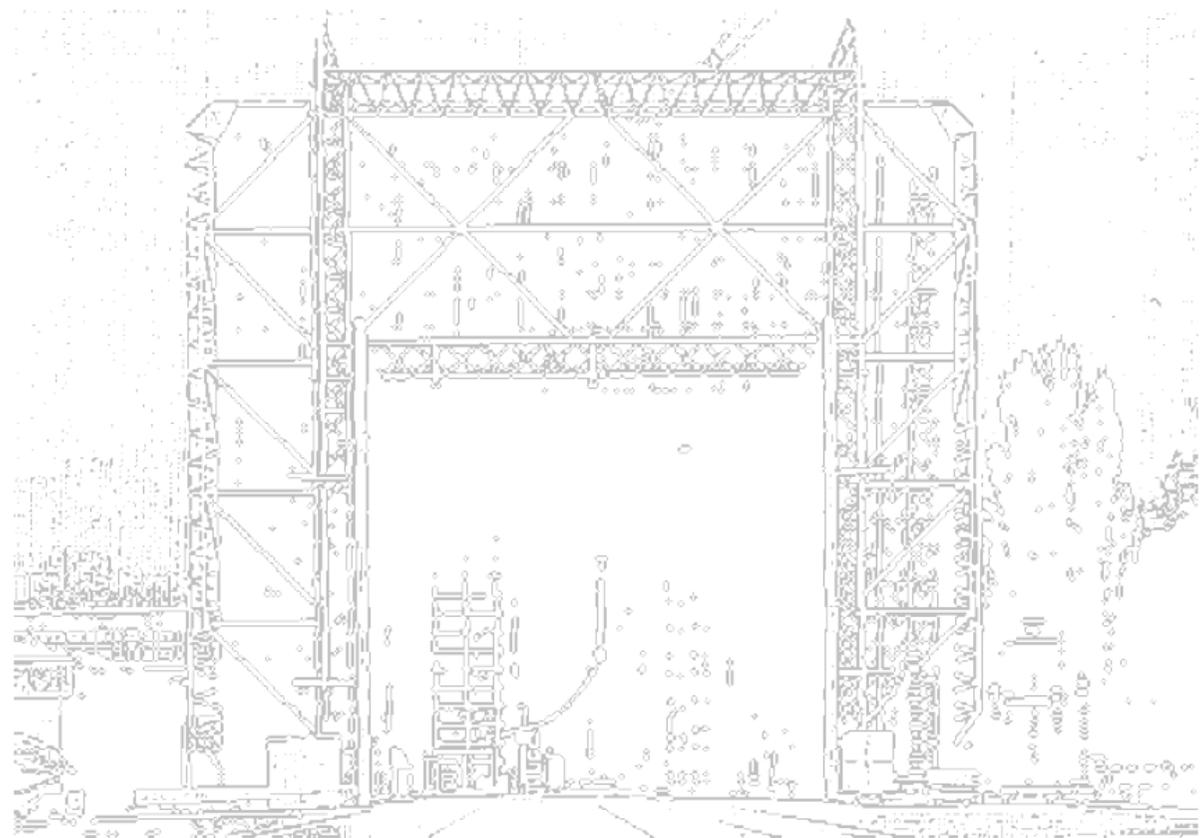
Einleitung

FEM Simulation

Beispiele

- Windpark
- Überlastverhalten

Ausblick



Windpark

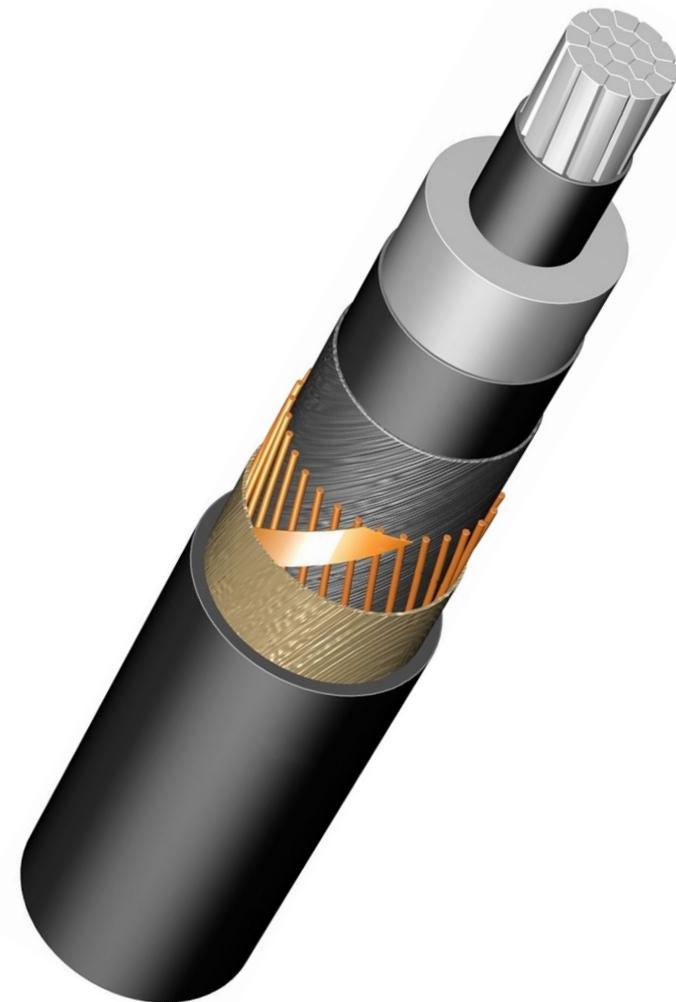
Anbindung

- 3 x Mittelspannungskabel
 - NA2XS(F)2Y
 - U_N : 30 kV
 - Nennquerschnitt: 240 mm²
- Verlegung
 - Dreieck im Verbundrohr
 - Verlegetiefe: 1.20 m

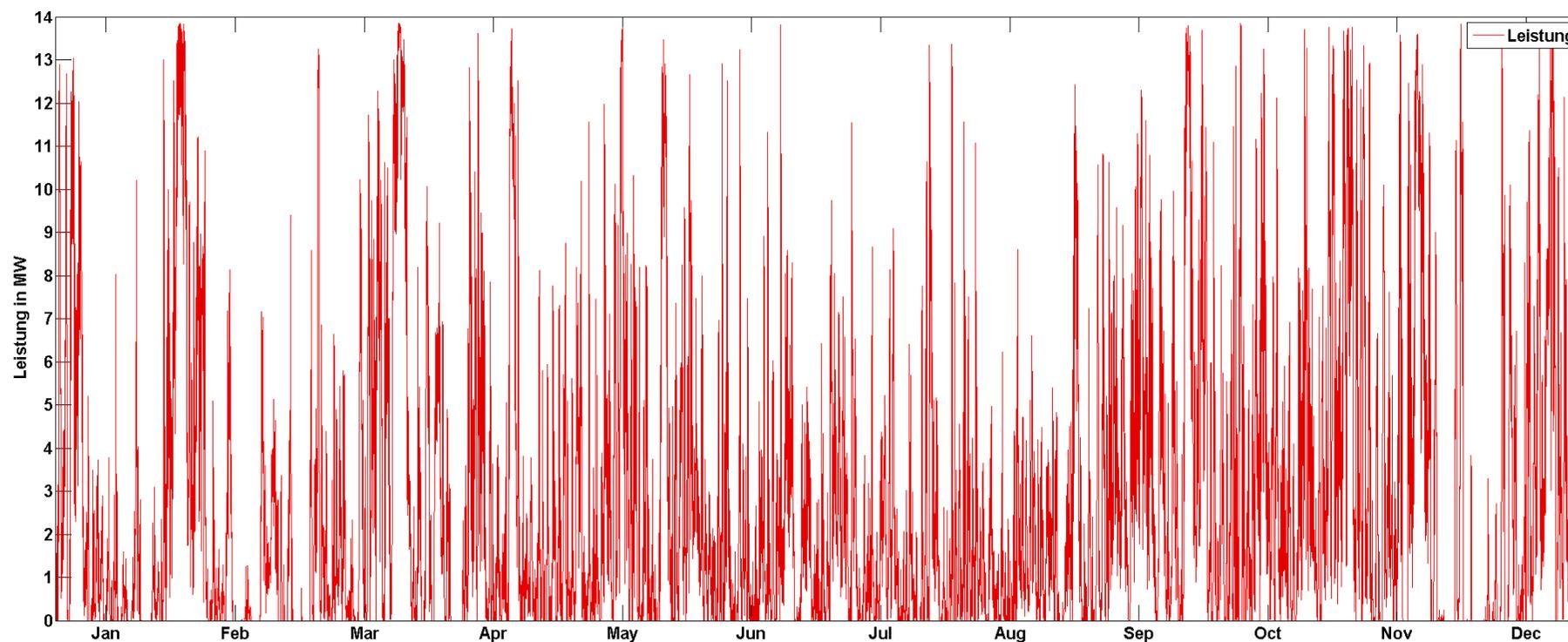
Höchst zulässige Betriebstemperatur

- VPE: 90° C

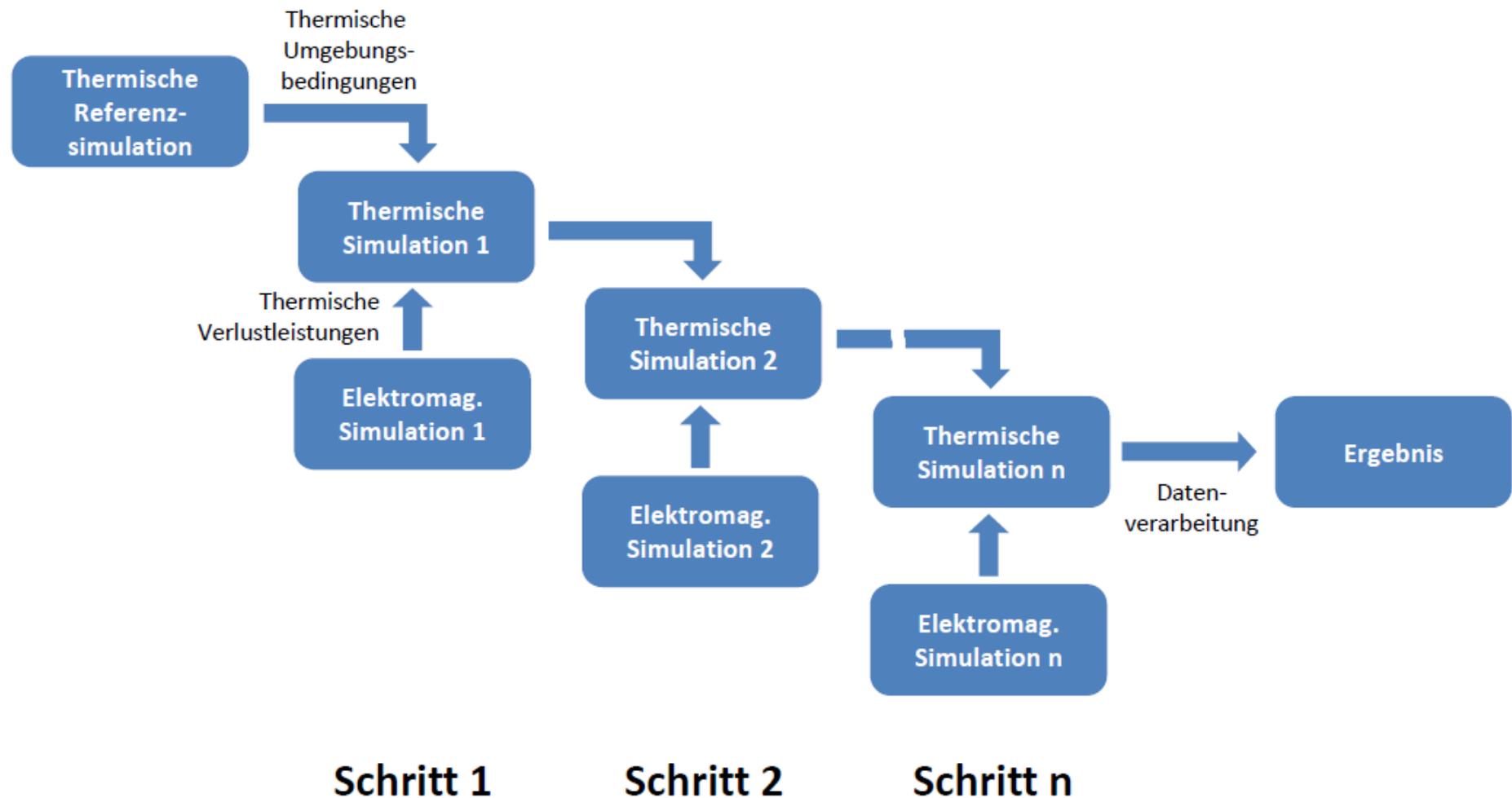
Erweiterung auf 143% des aktuellen Stromes ?



Ausgangssituation: Lastgang 2013



Simulationsverlauf im Normalfall



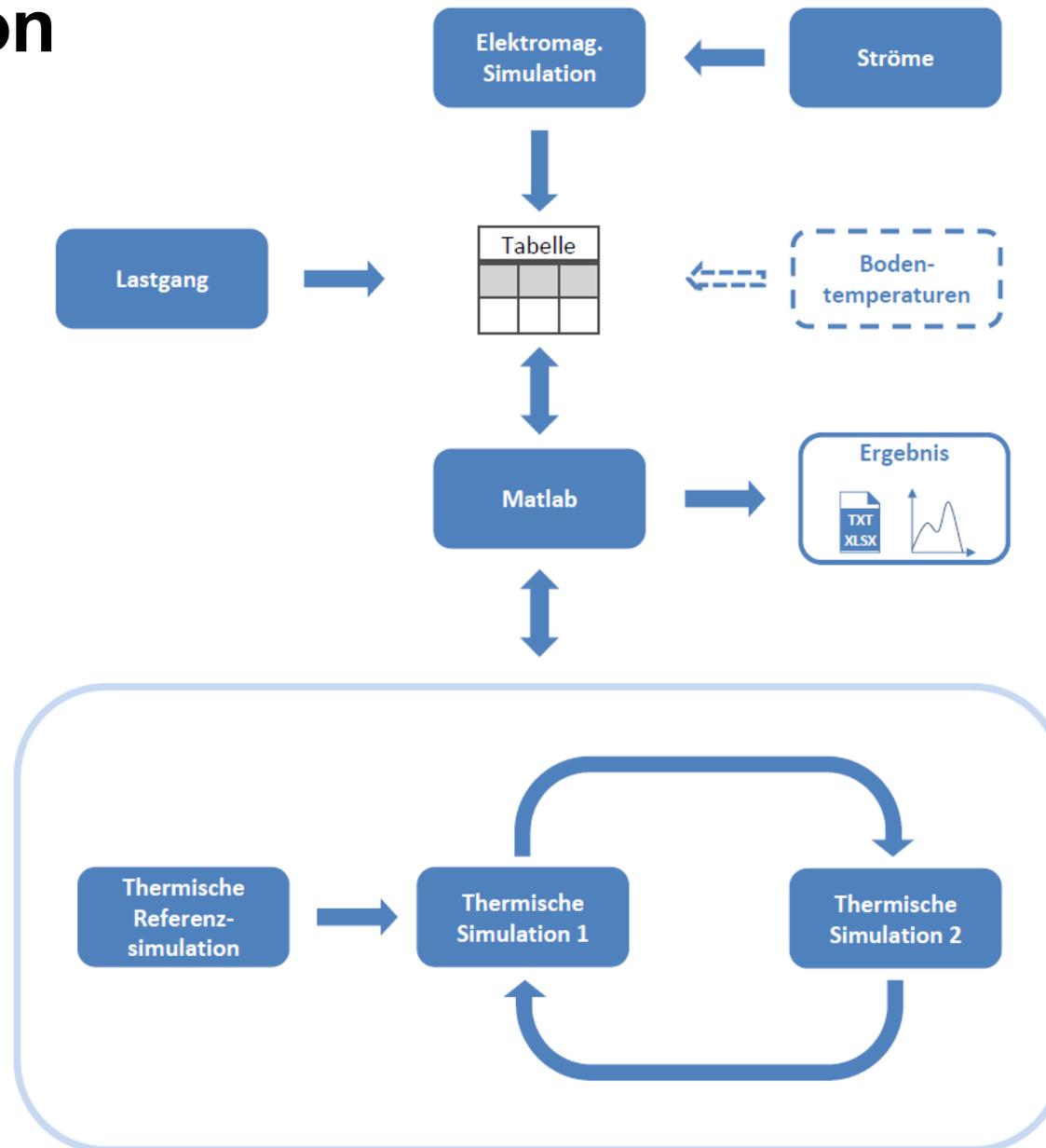
Simulation

Probleme

- Struktur
 - 35040 Datenzeilen
 - 70080 Simulationen
 - Arbeitsspeicher
 - Manuelle Änderungen
 - Zeitaufwand
- Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit
 - Quickfield erlaubt nur einen Wert



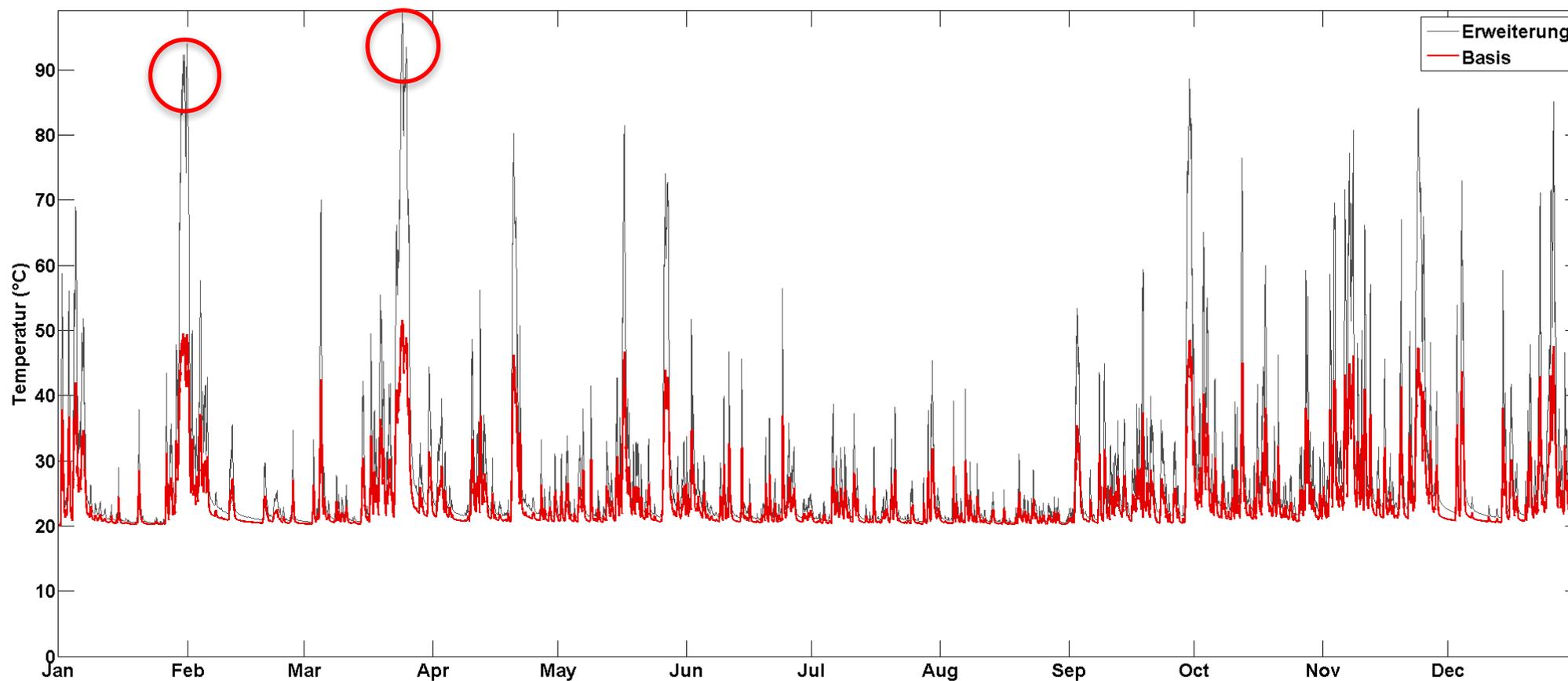
Simulation



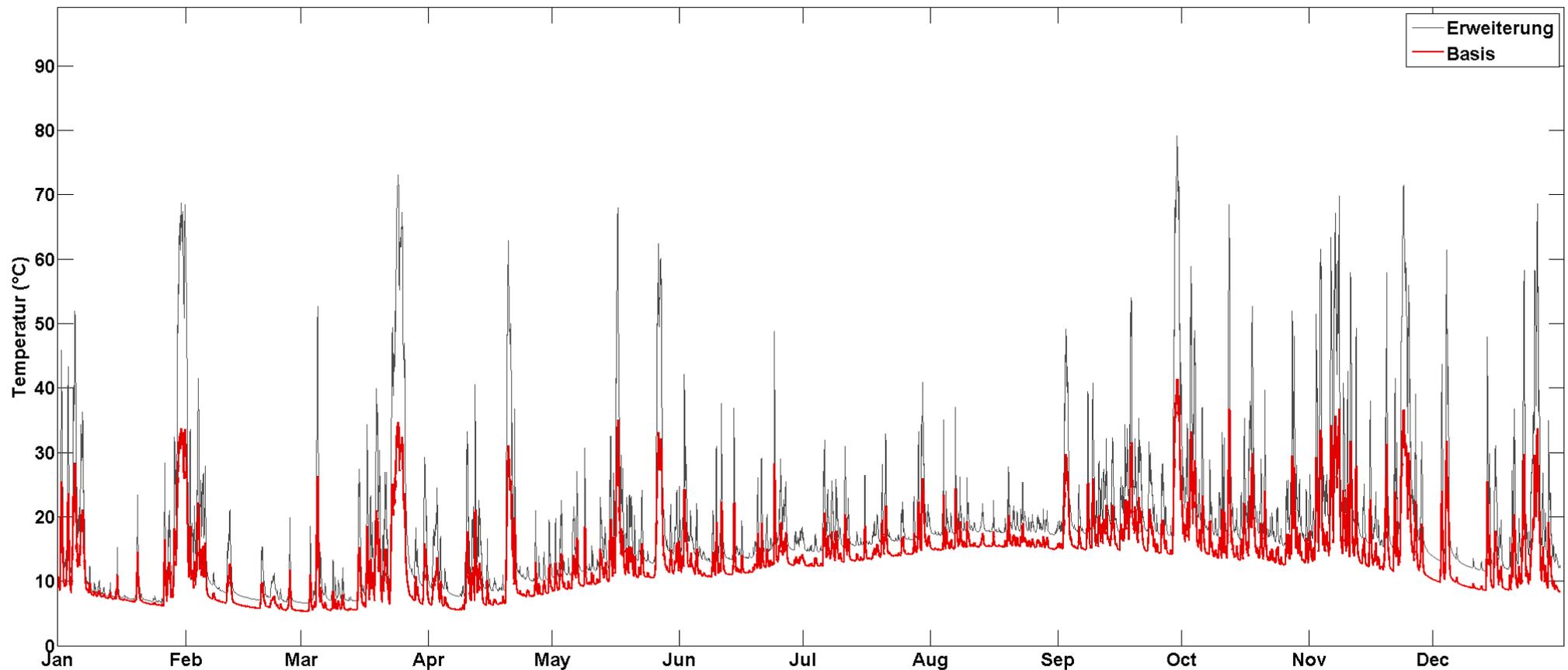
Ergebnisse

Simulationsszenarien		2011	2012	2013	2014
100% Last	Bodentemperatur: 20°C	✓	✓	✓	
	Verlauf der Bodentemperatur	✓	✓	✓	
143% Last	Bodentemperatur: 20°C			✓	✓
	Verlauf der Bodentemperatur	✓	✓	✓	✓

Vergleich der Szenarien – Worst Case



Vergleich der Szenarien mit Bodentemperaturen



Inhalt

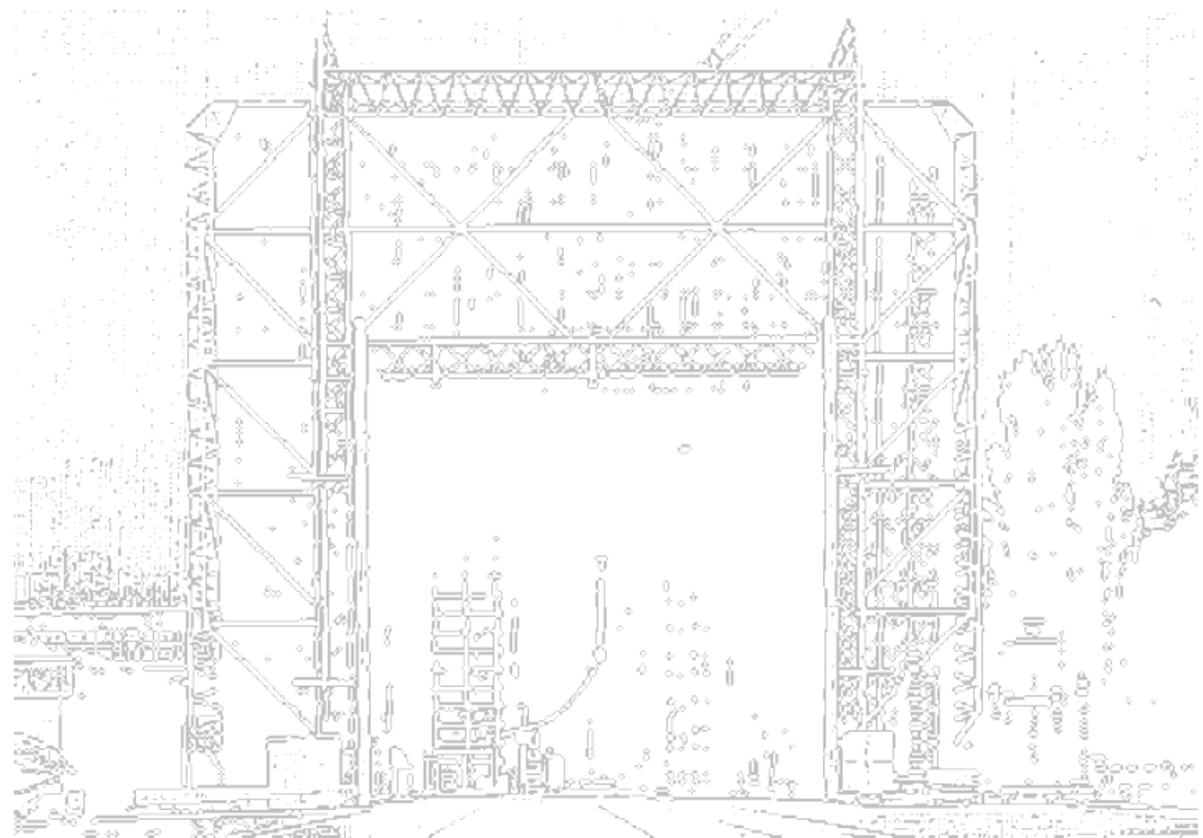
Einleitung

FEM Simulation

Beispiele

- Windpark
- Überlastverhalten

Ausblick



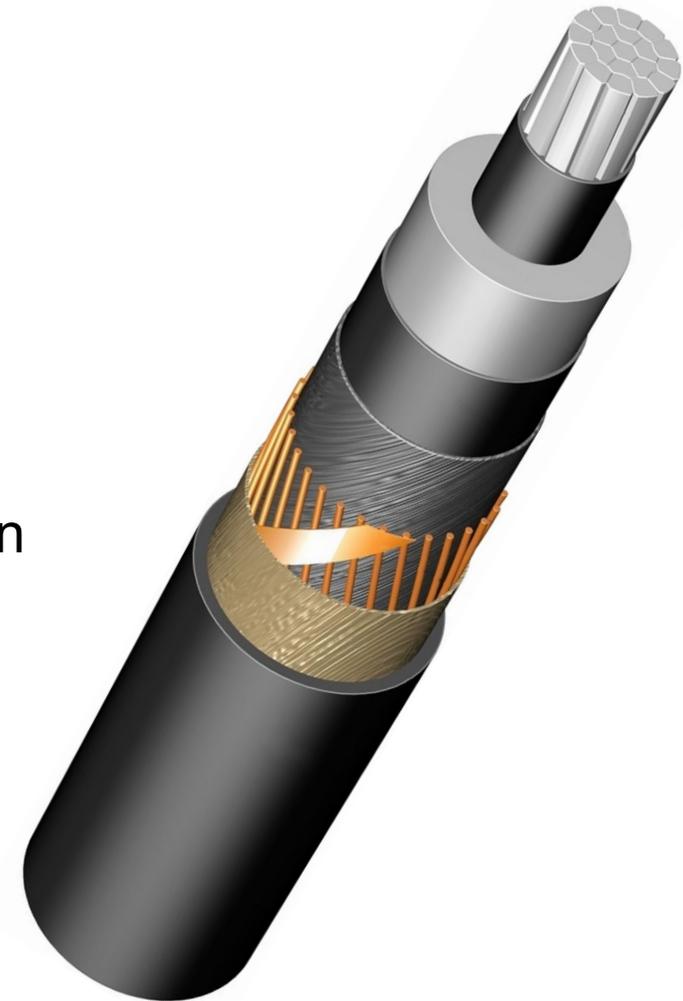
Thermisches Verhalten der Kabel im Überlastbetrieb

Überlastfaktoren

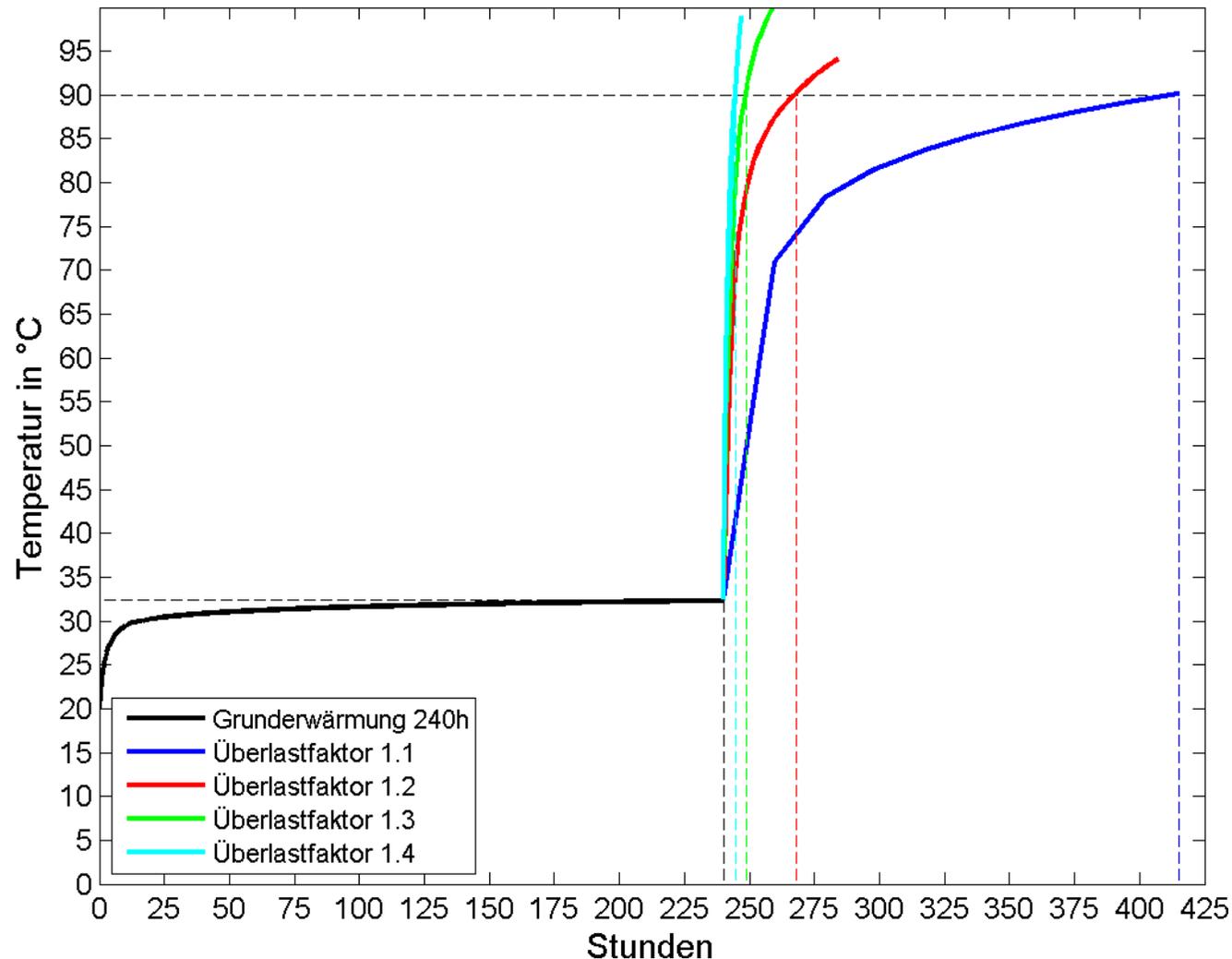
- Mögliche Mehrbelastung
 - Nach definierter Vorbelastung
- Berechnung mittels Formeln und Faktoren

→ Individuelle Betrachtung

- Dynamische Vorbelastung
 - Beliebige Dauer
 - Höhe frei wählbar



Thermisches Verhalten der Kabel im Überlastbetrieb – 50% Vorbelastung



Inhalt

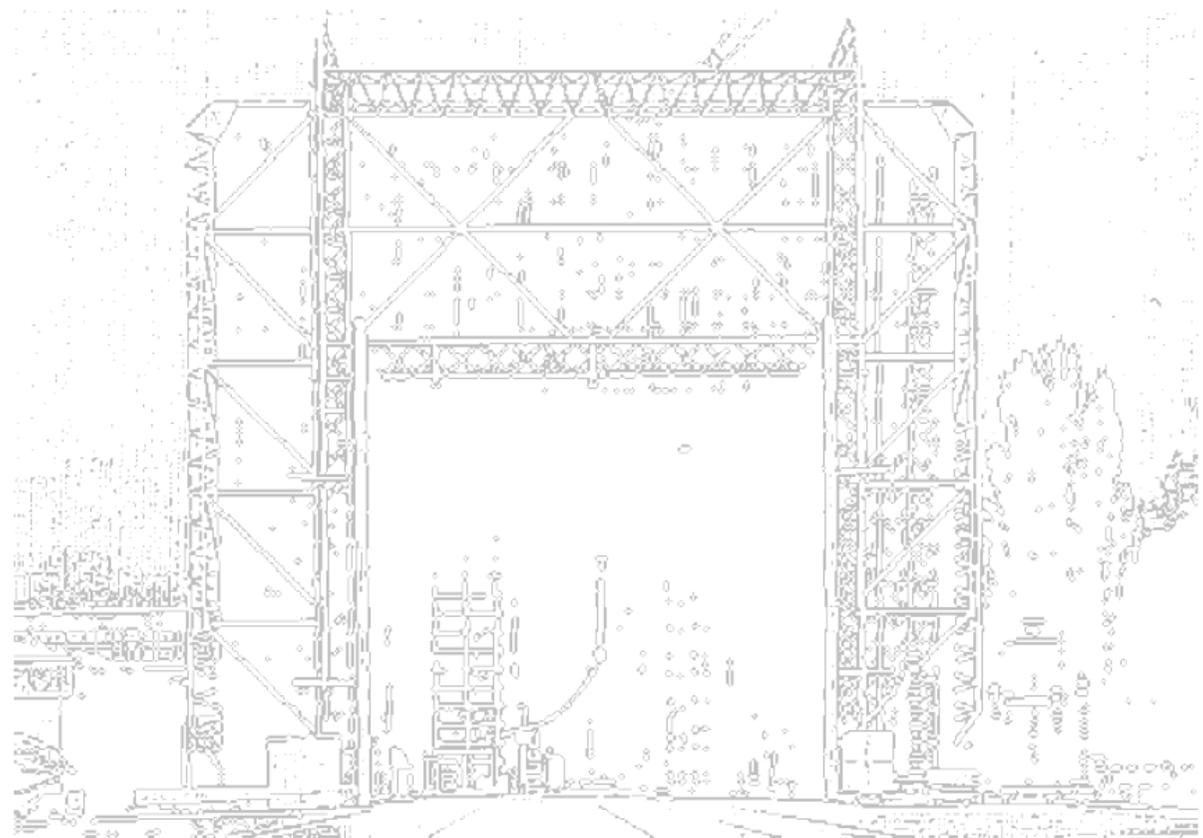
Einleitung

FEM Simulation

Beispiele

- Windpark
- Überlastverhalten

Ausblick



Ausblick

Verifizierung der Simulationsergebnisse

- Austausch mit Netzbetreibern
- Teststrecke

Matlab Code

- Speicherung der Ergebnisgrafiken
- Stetige Verbesserungen
 - Laufzeit
 - GUI

Energie Zentrum Graz

FEM-SIMULATION DES THERMISCHEN LANGZEIT-VERHALTENS VON HOCHSPANNUNGS- KABELANLAGEN BEI LASTÄNDERUNGEN

Gernot Komar
Technische Universität Graz
Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement - IHS
Inffeldgasse 18
8010 Graz
Austria
gernot.komar@tugraz.at