Auswirkungen einphasiger Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen auf städtische Niederspannungsnetze

DI Bernd Thormann

bernd.thormann@unileoben.ac.at

DEPARTMENT FÜR
Umwelt- & Energieverfahrens TECHNIK

MONTAN UNIVERSITÄT
WWW.UNILEOBEN.AC.AT

Inhalt

- Motivation und Ziele
- Datengrundlage
- Messung
- Simulation
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Inhalt

- Motivation und Ziele
- Datengrundlage
- Messung
- Simulation
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Motivation

- Detailbetrachtung der NS-Ebene
  - Bestimmung von Netzauswirkungen für unterschiedliche EV-Durchdringungen
  - Berücksichtigung 1- und 3-phasiger Ladevorgänge
  - Ermittlung der Notwendigkeit eines Netzausbaus
- Verknüpfung der Verteilnetzebene mit Messdaten und Simulationsergebnissen der NS-Ebene

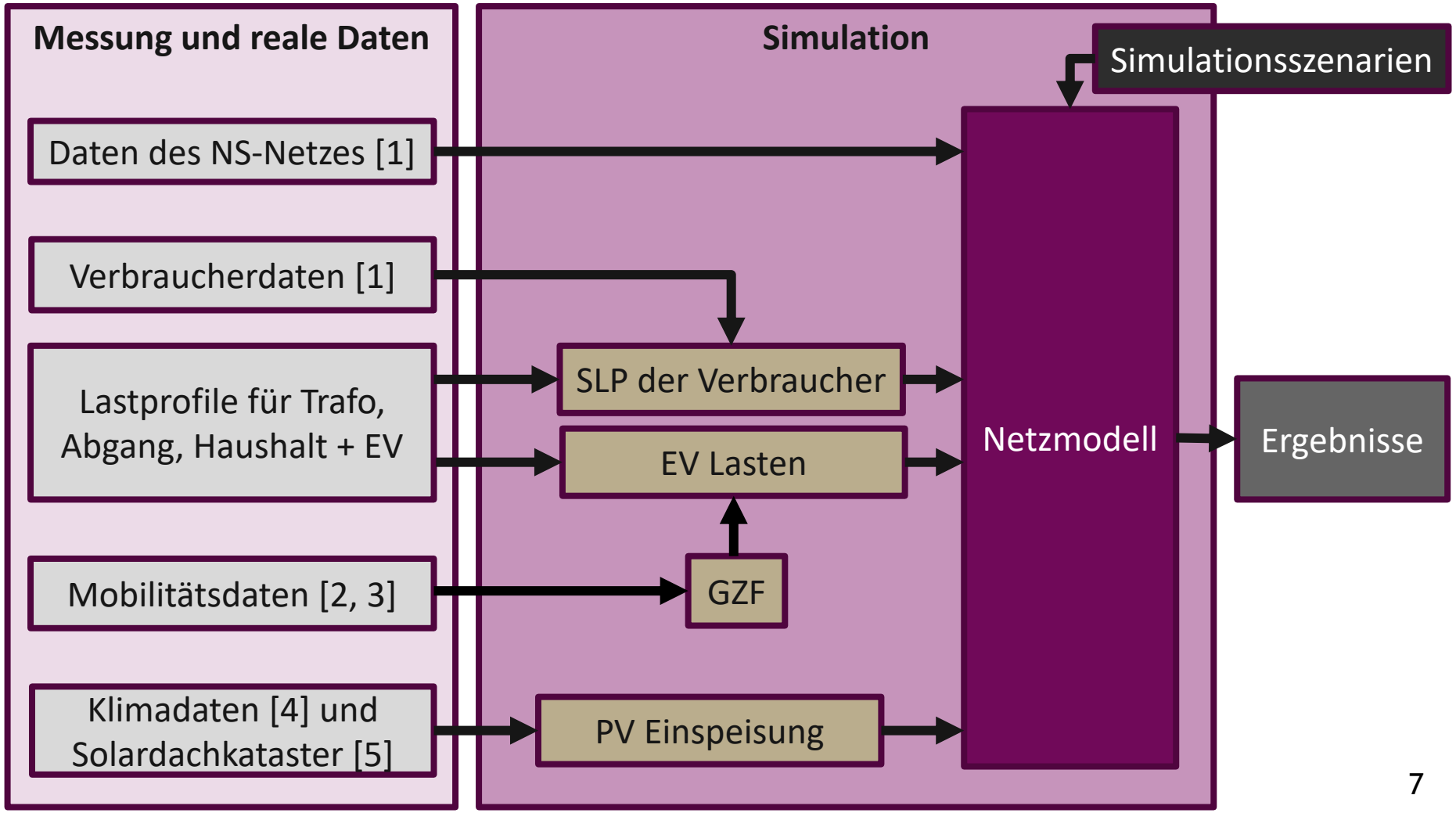
Ziele

- Messungen an einem städtischen NS-System inkl. EV
- Entwicklung eines Modells für die NS-Ebene
  - Hochrechnung der Netzbelastungen für unterschiedliche Durchdringungen
  - Ermittlung kritischer Netzelemente
- Analyse möglicher Lösungsstrategien zur Entlastung kritischer Netzbereiche
  - Demand Side Maßnahmen
  - PV + Speicher
  - RONT

Inhalt

- Motivation und Ziele
- Datengrundlage
- Messung
- Simulation
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Datengrundlage

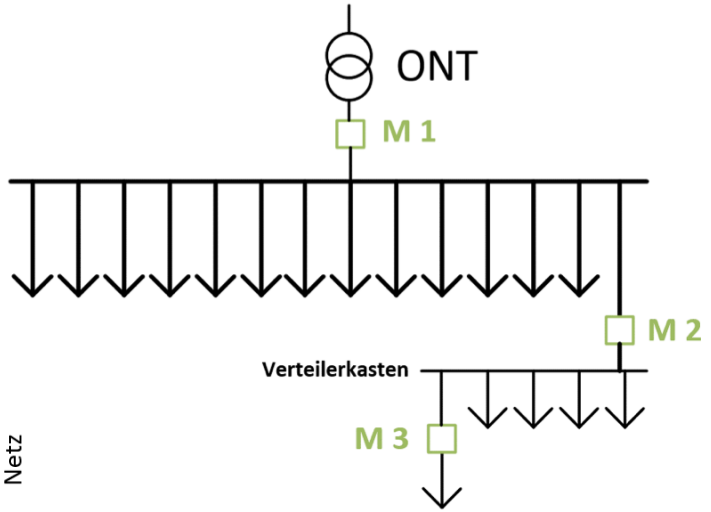


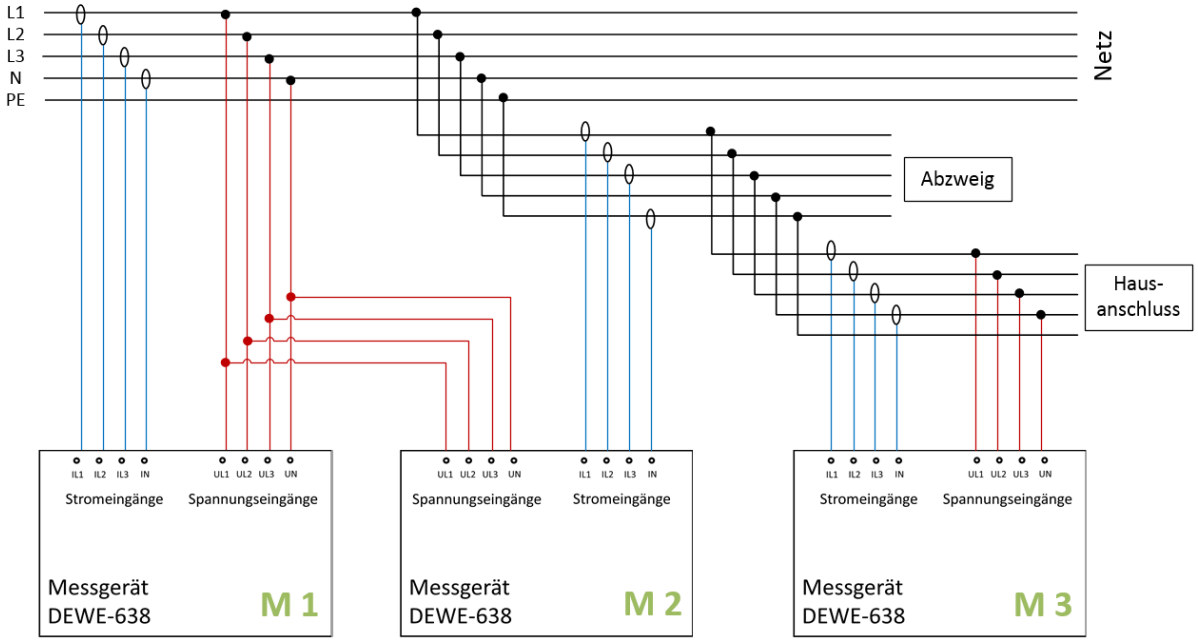
Inhalt

- Motivation und Ziele
- Datengrundlage
- Messung
- Simulation
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Messung – Konzept und Aufbau

	Messort	Messbereich
M1	Trafohaus	Gesamter MS/NS Trafo
M2	Trafohaus	Abgang
M3	Verteilerkasten	Hausanschluss + EV





Ziele:

- Messung von realen Ladekurven (M3)
- Validierung der Simulationsergebnisse (M1 und M2)

Inhalt

- Motivation und Ziele
- Datengrundlage
- Messung
- Simulation
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Simulation - Übersicht Szenarien

	Ladevorgang	GZF	EV Phase	Zusatz
S00: Keine EV	-	-	-	Referenz
S01: Worst-Case	simultan	real	1-phasig: verteilt	3.7 kW
S02: Worst-Case (L1)	simultan	real	1-phasig: alle L1	3.7 kW
S03: Worst-Case (GZF=1)	simultan	g = 1	1-phasig: verteilt	3.7 kW
S09: Worst-Case	simultan	real	3-phasig	11 kW

Simulationsparameter					
Dauer	2 Sommer-Wochen → 07.07. – 20.07. (319 Stunden) 2 Winter-Wochen → 06.01. – 19.01.				
DG	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %
Anzahl EV	33	67	100	134	167

Simulation - Übersicht Szenarien

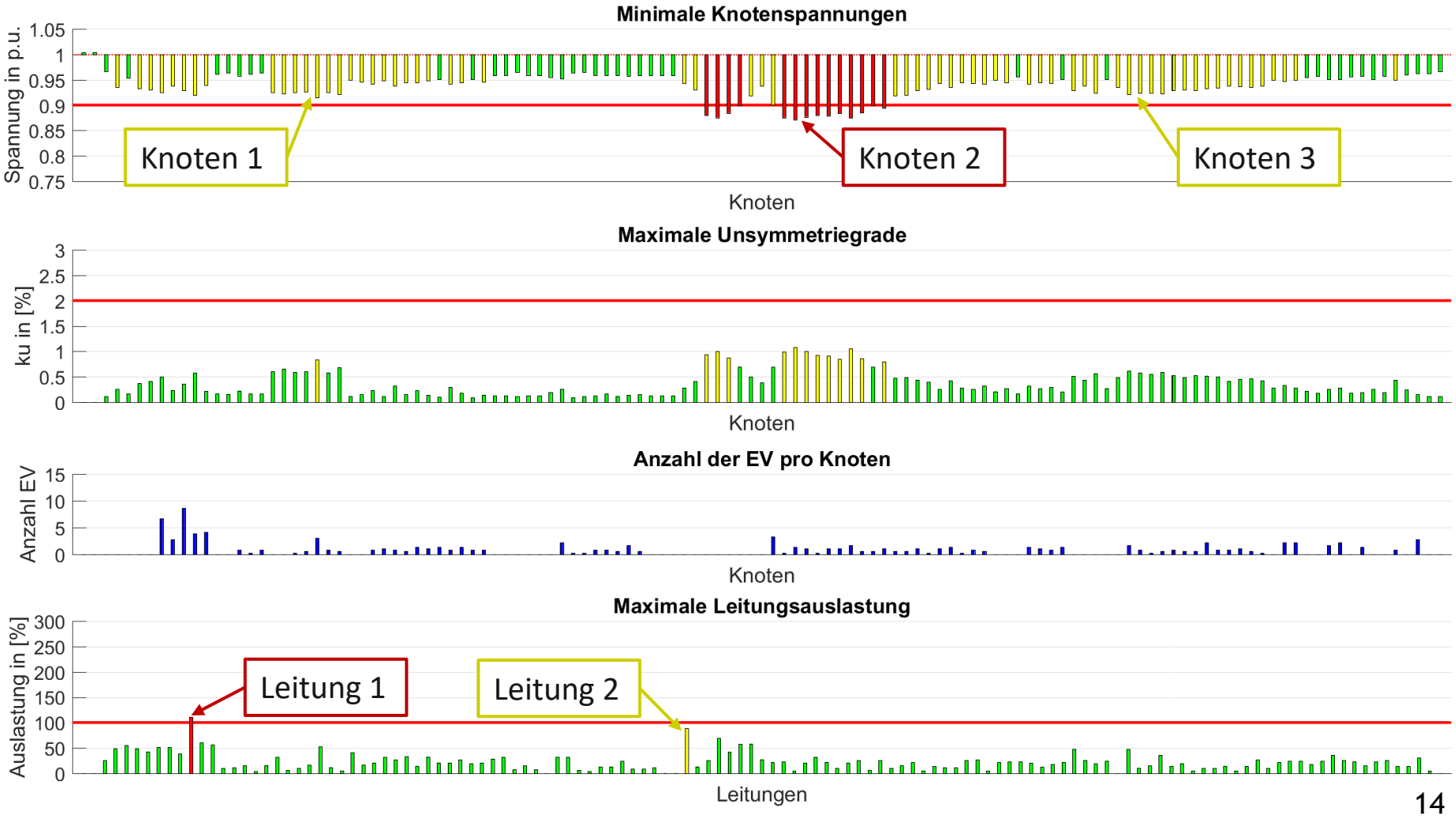
	Ladevorgang	GZF	EV Phase	Zusatz
S00: Keine EV	-	-	-	Referenz
S01: Worst-Case	simultan	real	1-phasig: verteilt	3.7 kW
S02: Worst-Case (L1)	simultan	real	1-phasig: alle L1	3.7 kW
S03: Worst-Case (GZF=1)	simultan	g = 1	1-phasig: verteilt	3.7 kW
S09: Worst-Case	simultan	real	3-phasig	11 kW
Lösungsstrategien				
S04: Versetztes Laden V1	Zeitlich versetzt	real	1-phasig: verteilt	Alle laden um 23:00
S05: Versetztes Laden V2	Zeitlich versetzt	real	1-phasig: verteilt	Zeitl. Taktung der EV
S06: Red. Ladeleistung	simultan	real	1-phasig: verteilt	10 A Ladestrom
S07: Speicher + PV	simultan	real	1-phasig: verteilt	Speicher + PV
S08: RONT	simultan	real	1-phasig: verteilt	Anhebung US um 2 %

Inhalt

- Motivation und Ziele
- Datengrundlage
- Messung
- Simulation
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

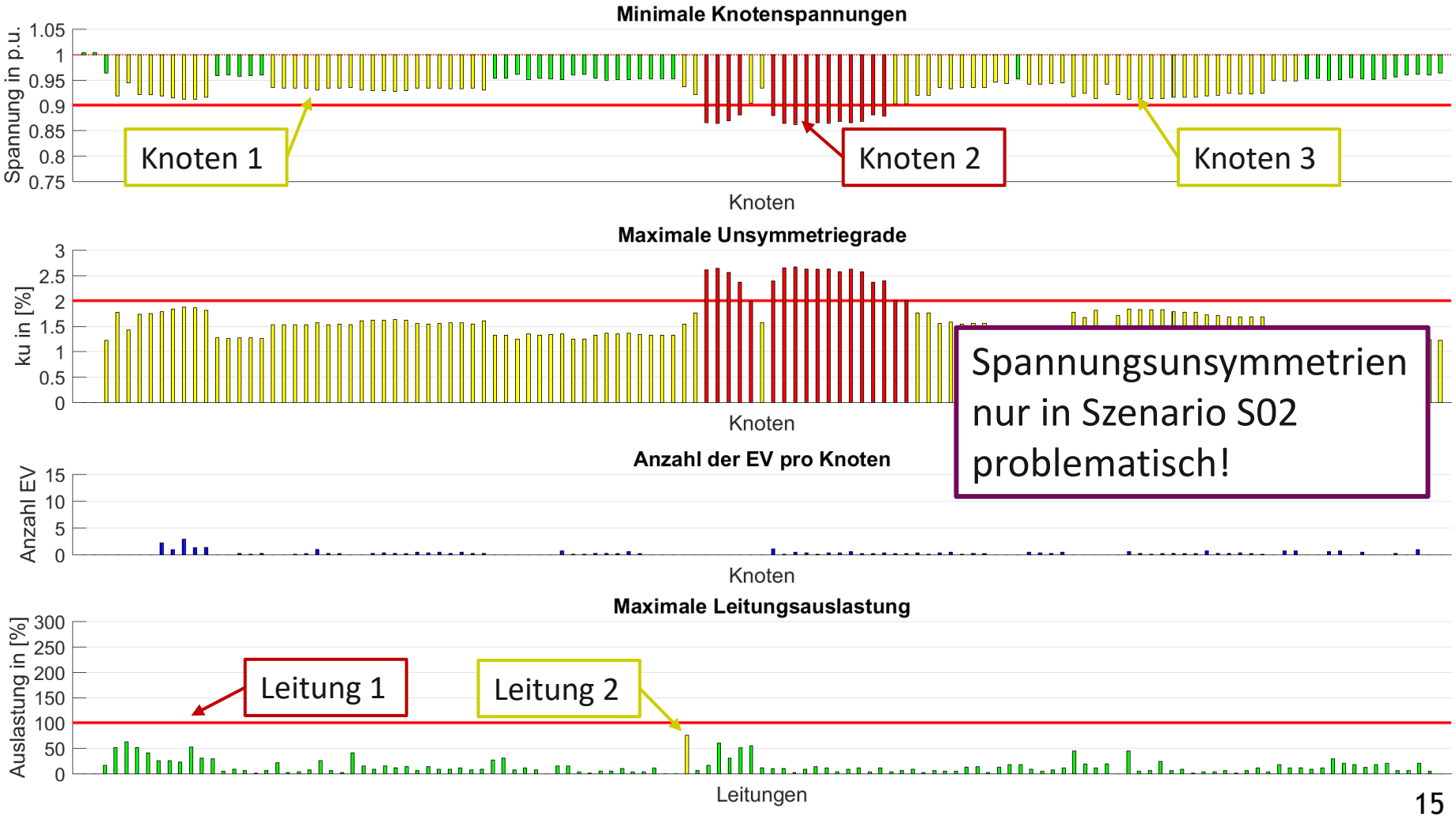
1-phasig: verteilt

Ergebnisse - Worst-Case (S01): 60 % DG



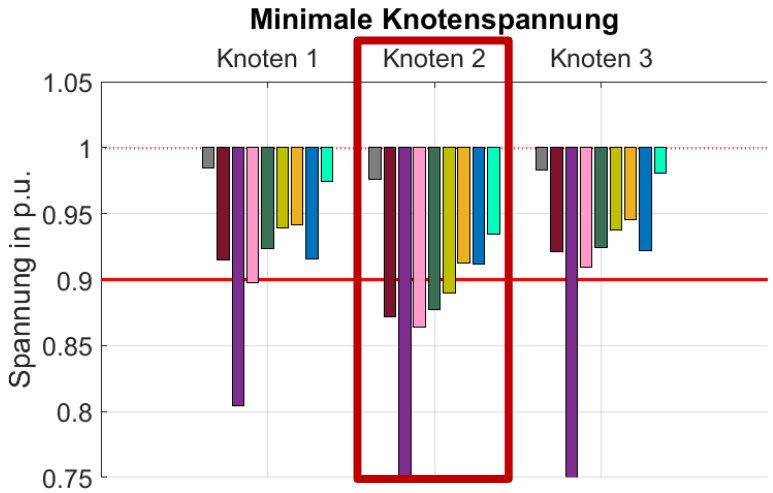
1-phasig: alle L1

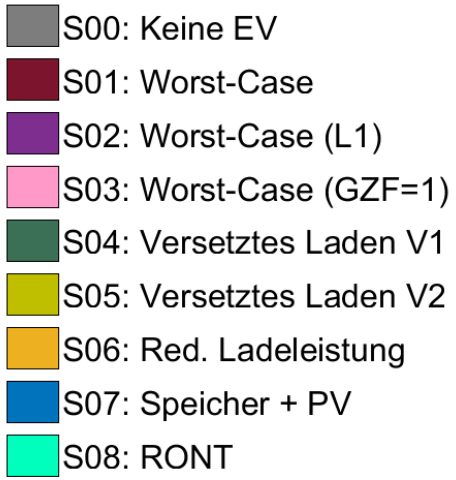
Ergebnisse - Worst-Case (S02): 20 % DG

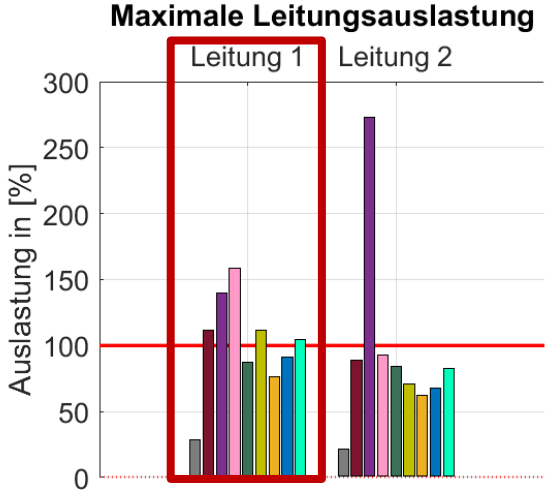


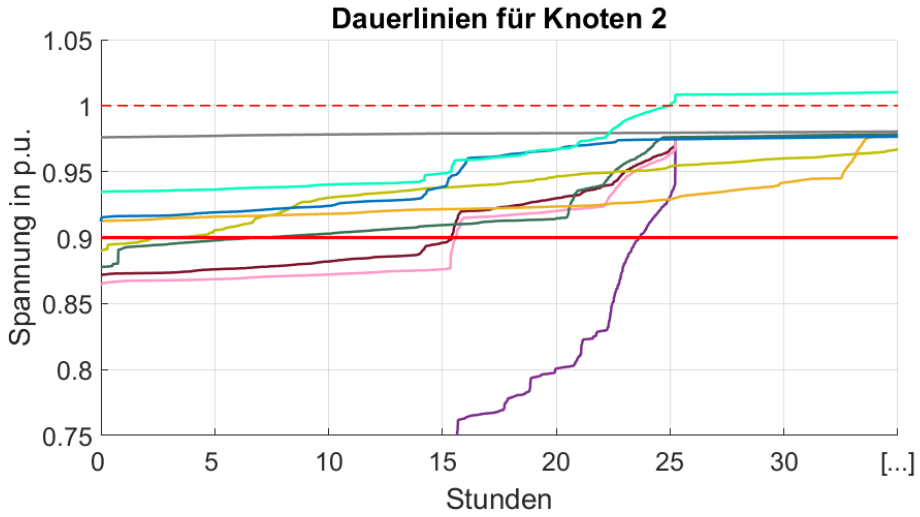
Spannungsunsymmetrien nur in Szenario S02 problematisch!

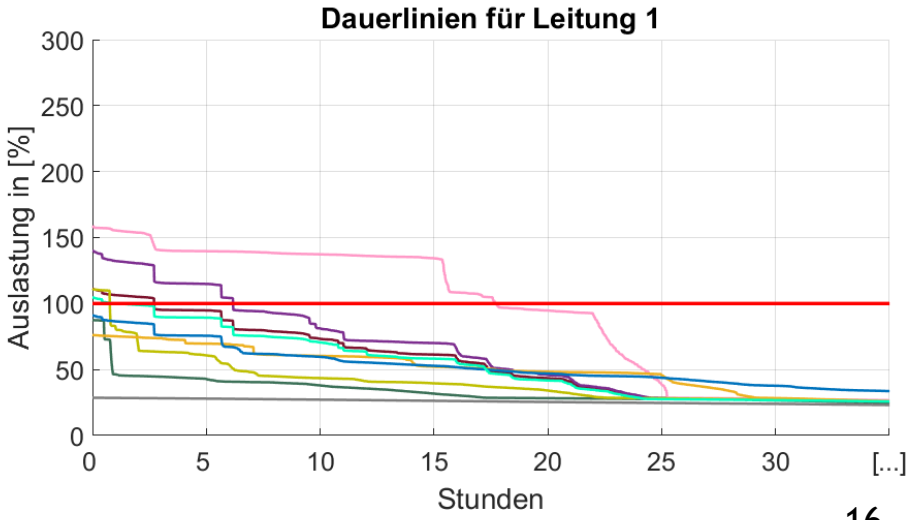
Ergebnisse – 60 % DG (100 EV)





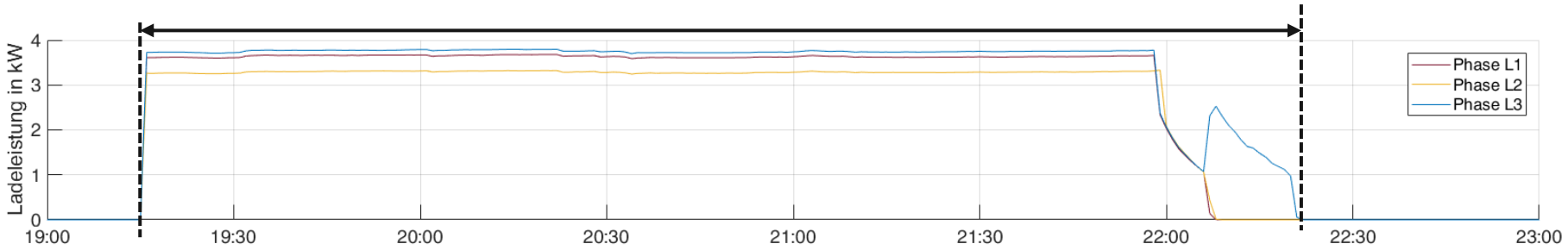


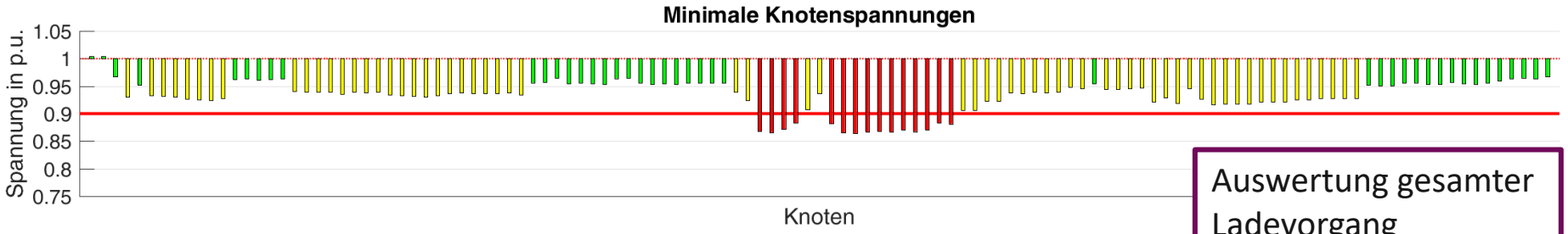




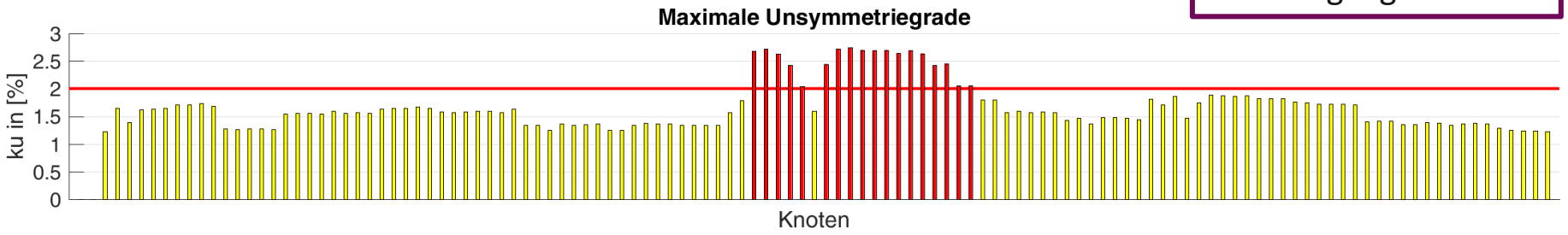
3-phasig: 11 kW

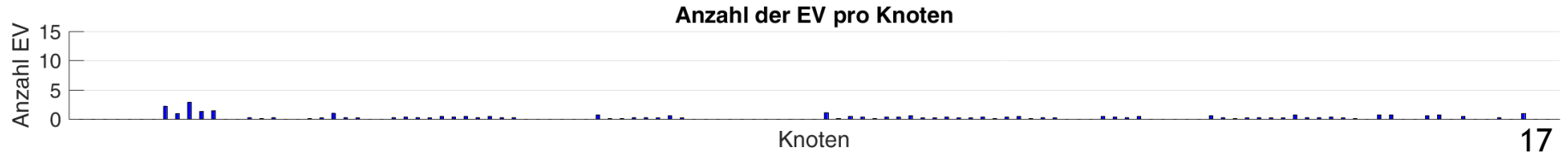
Ergebnisse – Worst-Case (S09): 20 % DG





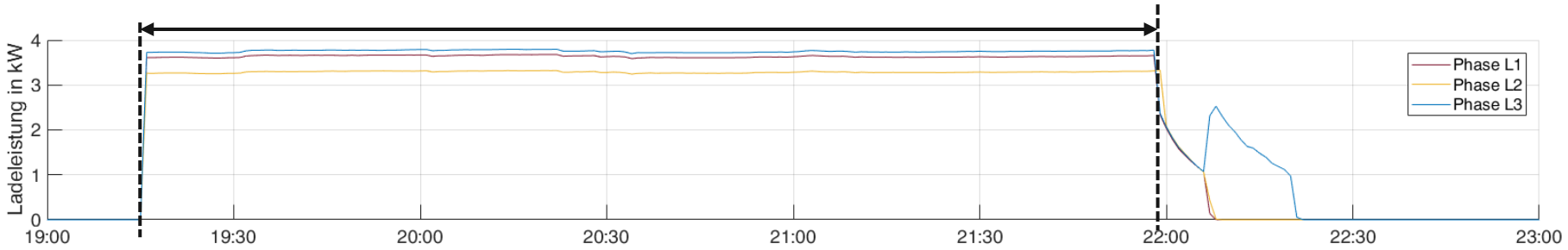
Auswertung gesamter Ladevorgang

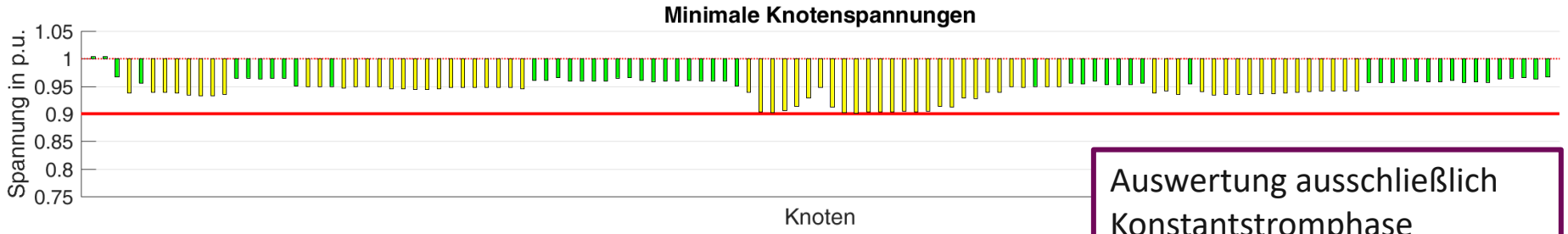




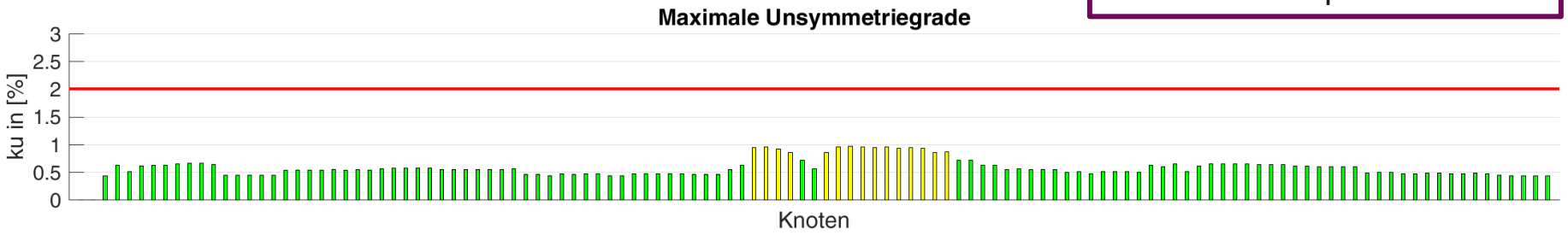
3-phasig: 11 kW

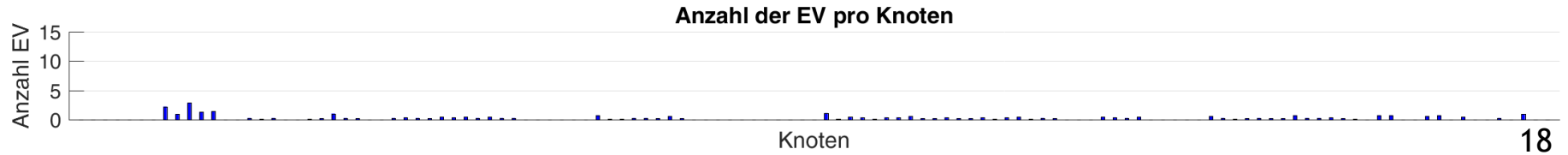
Ergebnisse – Worst-Case (S09): 20 % DG





Auswertung ausschließlich Konstantstromphase





Inhalt

- Motivation und Ziele
- Datengrundlage
- Messung
- Simulation
- Ergebnisse
- Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Vermeidung von **Unsymmetrie** durch Phasenverteilung
- **Spannungsbandverletzungen** an langen Netzausläufern ab 60 % DG
- **Leitungsüberlastung** aufgrund hoher Anzahl an EV ab 60 % DG
- Dreiphasiges Laden mit hoher Ladeleistung kann ebenfalls zu Unsymmetrie führen

Zusammenfassung

Lösungsstrategien:

- **PV-Einspeisung und Speicher** verlangt sehr hohe Speicherkapazitäten
- Einfluss eines **RONT** auf Leitungen gering
- Entlastung kritischer Netzbereiche durch **zeitlich versetztes Laden** und der **Reduktion der Ladeleistung**

	DSM	Speicher + PV	RONT
Knoten			
Leitung			

EVT

Energieverbund TECHNIK

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Referenzen:

[1] Energienetze Steiermark GmbH

[2] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie et al.: Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung - Österreich unterwegs 2013/2014. Wien, Juni, 2016

[3] Verkehrplus GmbH: Mobilitätsdaten Leoben im Rahmen des Projekts „move2grid". 2017

[4] ZAMG: Einstrahlungsmessdaten und Temperaturmesswerte des Jahres 2014

[5] Magistrat Graz/Stadtvermessung: Solardachkataster der Landeshauptstadt Graz

DEPARTMENT FÜR

Umwelt- & Energieverfahrens TECHNIK

MONTAN UNIVERSITÄT

WWW.UNILEOBEN.AC.AT