

V2G-Strategies: Auswirkung verschiedener Elektromobilitätsszenarien auf die Spannungsqualität von Niederspannungsnetzen unter Betrachtung der Phasenunsymmetrie

12. Symposium Energieinnovation

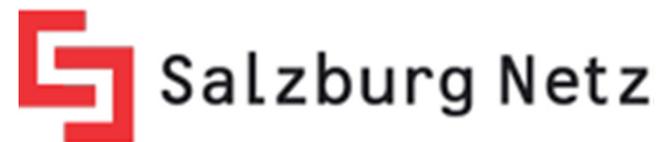
16.02.2012

Graz, Austria

Daniel Burnier de Castro, Rusbeh Rezania, Markus Litzlbauer



Das Projekt V2G-Strategien



Index

Definition der Elektromobilitätsszenarien

- Untersuchte Netzabschnitte**
- Erstellung der Haushaltlastprofile**
- Erstellung der Fahrzeuglastprofile**
- Die Elektromobilitätsszenarien**

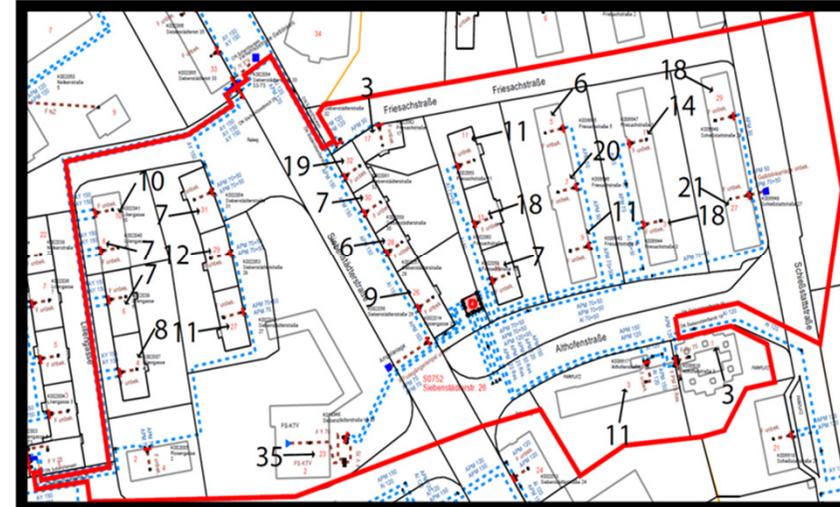
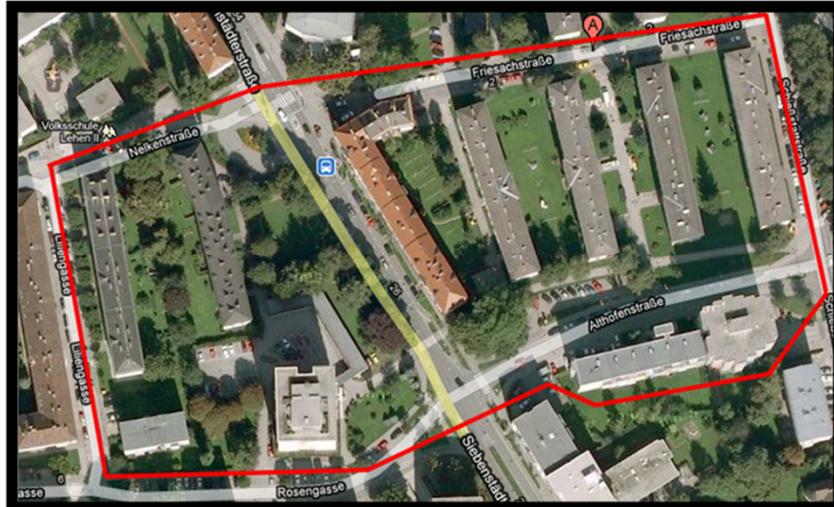
Auswirkung der Elektromobilität auf die Spannungsqualität

- Simulationsvorgang**
- Spannungsqualitätskriterium**
- Ergebnisse & Schlussfolgerungen**

Untersuchte Netzabschnitte

Gebiet	Lungau			Stadt Salzburg		
Netzbezeichnung	0222	0232	0249	S0752	S0978	S0998
Anzahl von Personen	169	179	114	312	79	181

Netzabschnitt S0752 (Stadt Salzburg)



Erstellung der Haushaltlastprofile

- **Einsatz von gemessenen HH-Lastprofilen**
 - 32 Haushalte in Oberösterreich
 - Messungen im Winter und Sommer (je ~10 Tage)
 - 1-Sekunde-Auflösung (1-Minute wurde in den Simulationen verwendet)
 - Leistungswerte je Phase vorhanden (Anpassung der Netze → 4-Leiter Modell)
 - Die Lastprofile wurden so angepasst, dass sie jeweils mit demselben Wochentag (Montag) beginnen.
 - Profile wurden nach den Jahresenergieverbräuchen der betrachteten Netze zugeordnet
- **Standardisierte HH-Lastprofile mit 15-Min-Mittelwert für die Simulationen nicht geeignet.**

Erstellung der Fahrzeuglastprofile (TU Wien)

- **Durchdringungen der Elektrofahrzeuge** in Österreich: Das Fahrverhalten der Fahrzeugbesitzer (abgeleitet aus Daten der **Mobilitätserhebungen**) wurde berücksichtigt.
- Die Durchdringungswerte beziehen sich auf verschiedene **Batterietypen**

Anteil der EVs am Österr. PKW-Bestand		
Fahrzeugkategorien	Szenario 2030	Szenario 2050
PHEV 16kWh	8%	4%
BEV 16kWh	19%	50%
BEV 24kWh	7%	14%
BEV 48kWh	6%	31%

- Ladung erfolgt an **vorhandenen Hausladestationen** mit rund 4 kW_{el} (~1 phasig, 230V, 16A) und rund 11 kW_{el} (~3 phasig, 400V, 16A)
- Random Profilerstellung auf Basis der Mobilitätserhebung SBG 04: Je 7 Tage in Minutenwerten, **keine Unterschiede zwischen Wochentag- und Wochenend-Profilen**
- Zwei Ladestrategien: **Ungesteuertes** Laden & **Marktorientiertes** Laden

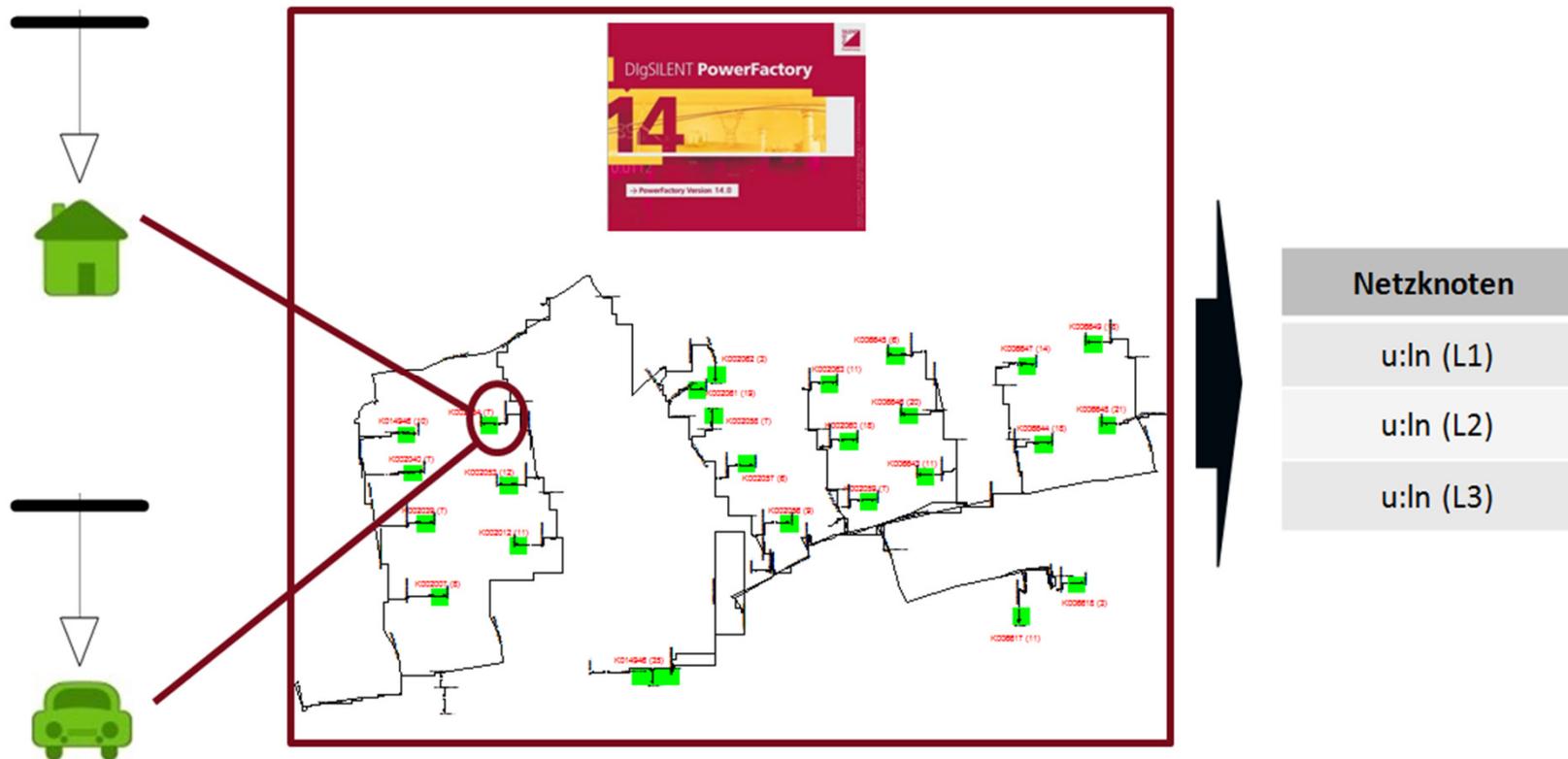
Quelle: M. Litzlbauer (ESEA, TU-Wien) basierend auf den Daten von M. Kloess (EEG, TU-Wien)

Die Elektromobilitätsszenarien

Fahrzeuglastprofile	Beschreibung
Kein FZ	Kein FZ (Fahrzeug) wird in den Simulationen betrachtet (Vergleichszweck)
2030_1ph_4kW_L1	Szenario 2030, Einphasiges Laden, max. Ladeleistung 4 kW _{el} , Jedes FZ wird nur an der Phase L1 geladen. <i>(Worst-Case-Szenario)</i>
2030_1ph_4kW_L1-3	Szenario 2030, Einphasiges Laden, max. Ladeleistung 4 kW _{el} , Die einzelnen FZ werden gleichverteilt zwischen den drei Phasen <i>(Best-Case-Szenario)</i>
2030_3ph_11kW_L1-3	Szenario 2030, Dreiphasiges Laden, max. Ladeleistung 11 kW _{el} Die Ladeleistung jedes FZ wird symmetrisch auf die drei Phasen aufgeteilt.
2050_1ph_4kW_L1	Szenario 2050, Einphasiges Laden, max. Ladeleistung 4 kW _{el} , Jedes FZ wird nur an der Phase L1 geladen. <i>(Worst-Case-Szenario)</i>
2050_1ph_4kW_L1-3	Szenario 2050, Einphasiges Laden, max. Ladeleistung 4 kW _{el} , Die Ladeleistung jedes FZ wird symmetrisch auf die drei Phasen aufgeteilt. <i>(Best-Case-Szenario)</i>
2050_3ph_11kW_L1-3	Szenario 2050, Dreiphasiges Laden, max. Ladeleistung 11 kW _{el} Die einzelnen FZ werden gleichverteilt zwischen den drei Phasen

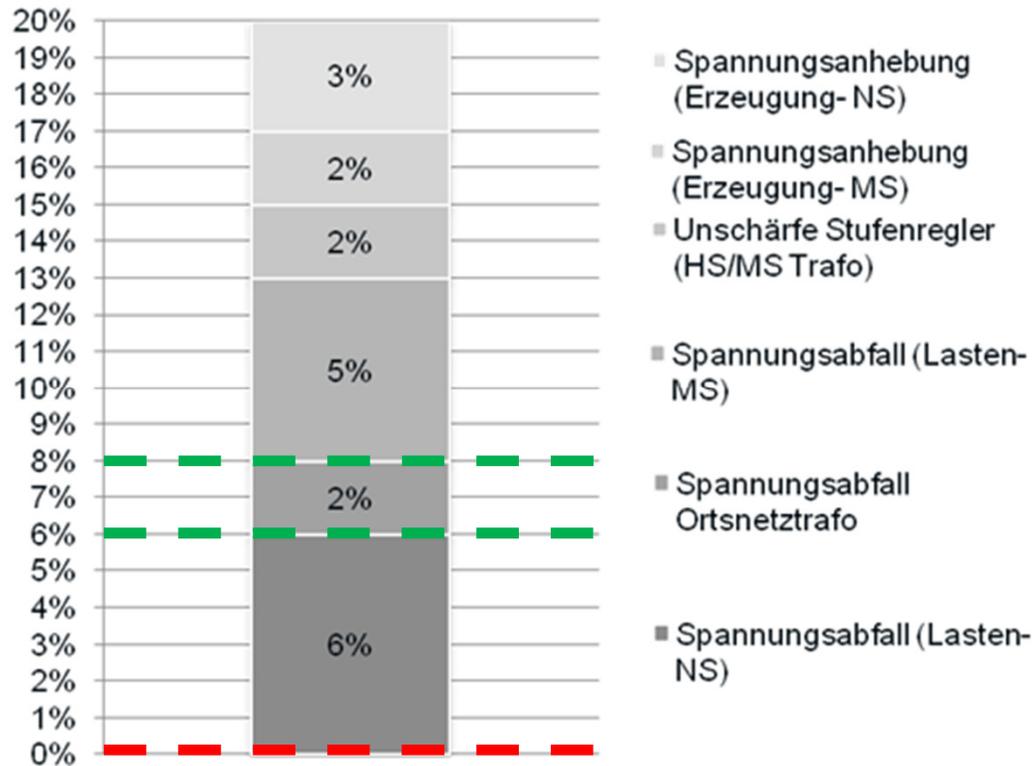
→ 78 Simulationen wurden durchgeführt!

Simulationsvorgang



→ Lastflusssimulationen von einer Woche im Winter mit 1 Minute Auflösung.

Spannungsqualitätskriterium



Region	u (OS)	u (US)
Lungau	30 kV	0,4kV
Stadt Salzburg	10 kV	0,4kV

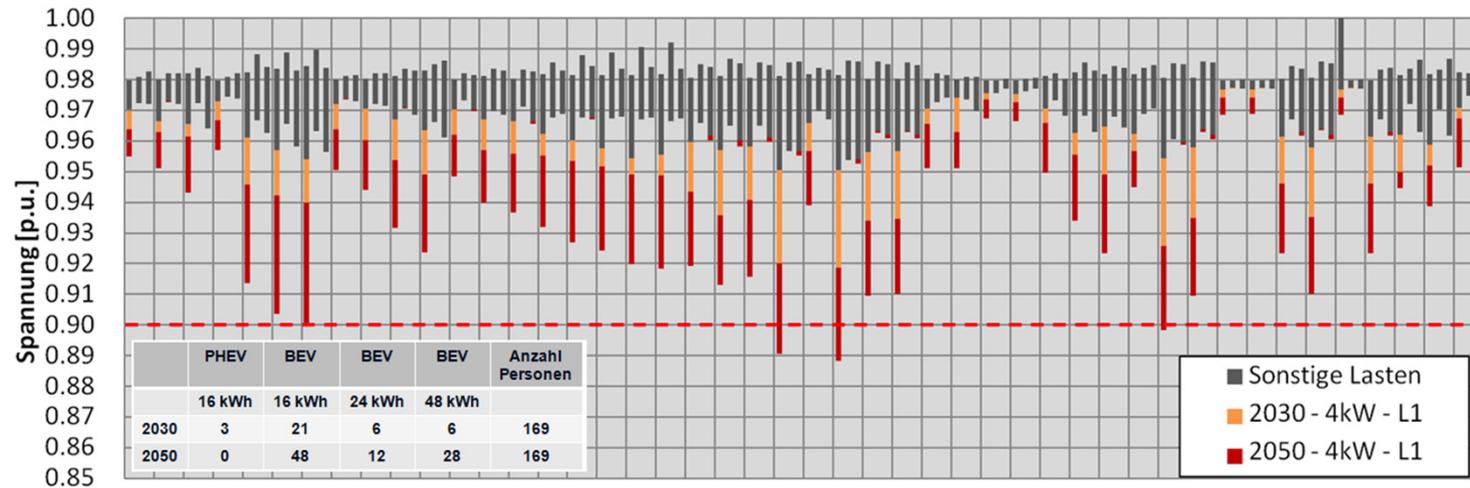
EN 50160: Merkmale der Spannung in öffentlichen Versorgungsnetzen (MS & NS) unter normalen Betriebsbedingungen

Norm EN 50160 (NS)		
	[-10% +10%]	[-15% +10%]
10min Mittelwert	>= 95% der Zeit	= 100% der Zeit

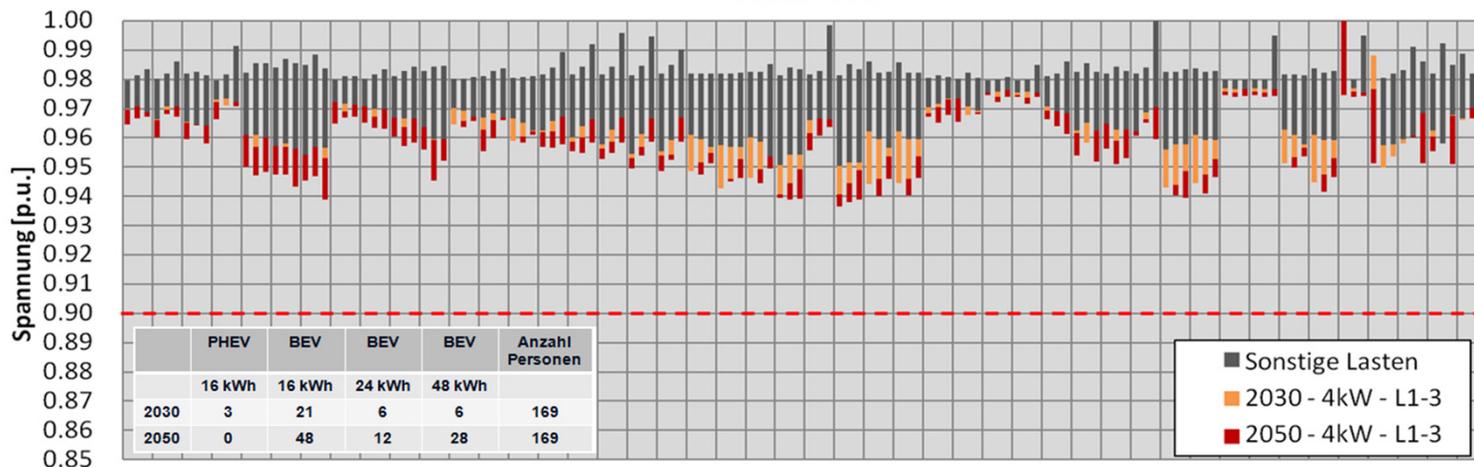
- **Leerlauf:** Spannungsniveau (MS-Seite) = Spannungsniveau (NS-Seite): **0,98 p.u.**
- Spannungsniveau (NS-Seite): **0,96 p.u.**
 - Bei 2% Spannungsabfall am Ortsnetztrafo → „**Worst-Case: Starklast**“
- **u < 0,90** (10 Min-Mittelwert) p.u. → **Können Unterspannung entsprechen**

Spannungsänderung aufgrund der Elektromobilität

- Beispiel: Netz 0222, Ungesteuertes Laden (Einphasiges Laden: „Worst & Best Case“)



Netzknoten



Netzknoten

Zusammenfassung der Simulationsergebnisse

- **U:** Ungesteuertes Laden
- **M:** Marktorientiertes Laden

	Lungau						Stadt Salzburg					
	0222		0232		0249		S0752		S0978		S0998	
	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M
Kein FZ												
2030_1ph_4kW_L1							A,B	A, B				
2030_1ph_4kW_L1-3												
2030_3ph_11kW_L1-3												
2050_1ph_4kW_L1				A			A, B	A, B				A, B
2050_1ph_4kW_L1-3								A				
2050_3ph_11kW_L1-3								A				

	Kein Spannungswert unter 0,9 p.u.
	Spannungswerte unter 0,9 p.u. (laut EN 50160 ok)
A	Nicht 100% der Zeit zwischen [-15% +10%]
B	Nicht mindestens 95% der Zeit zwischen [-10% +10%]

Schlussfolgerungen

- Es wurde angenommen, dass die Spannungssenkung an der Trafostation 2% ist → „**Worst-Case**“
- Das „**Worst-Case-Szenario**“ beim einphasigen Laden führt zu den meisten Spannungsprobleme (jedoch nur temporär an einzelnen Netzknoten)
- Optimal („**Best-Case-Szenario**“) wäre eine gleichmäßige Aufteilung des einphasigen Ladens von den verschiedenen Fahrzeugen auf die drei Phasen → **Die Realität liegt zwischen diesen zwei Szenarien**
- Beim marktorientierten Laden kommt es häufiger zur Verletzung der Normbedingungen → Alle Fahrzeuge werden zu den Zeitpunkten geladen, zu denen die Strompreise am günstigsten sind (**Gleichzeitigkeitsfaktor ~ 1**)
- In dem Projekt werden noch folgende Punkte analysiert:
 - Fahrzeugprofile werden angepasst
 - V2G
 - PV-optimiertes Laden
 - Auswirkung der Elektromobilität auf einen Mittelspannungsnetzabschnitt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

