EnInnov2014
13. Symposium Energieinnovation

AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY
TOMORROW TODAY

Betrachtung der Netzanschlussleistung eines Parkhauses bei kontrollierter Ladung von Elektrofahrzeugen

EnnInnov, Graz 2014

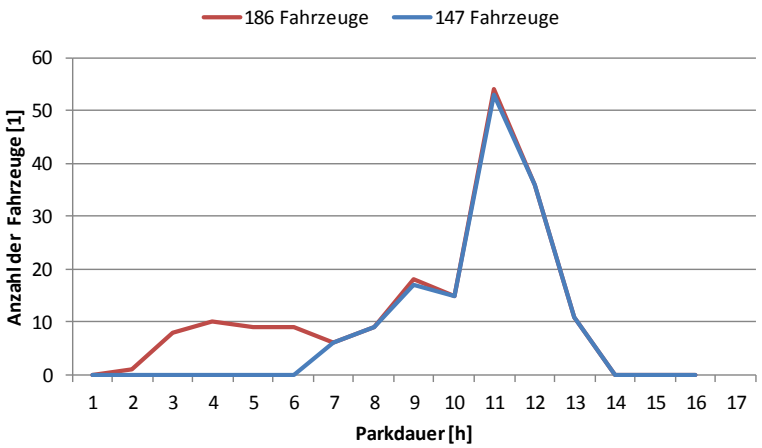
Andreas Pacher, Matthias Stifter, Übermasser Stefan, Benoît Bletterie

Content

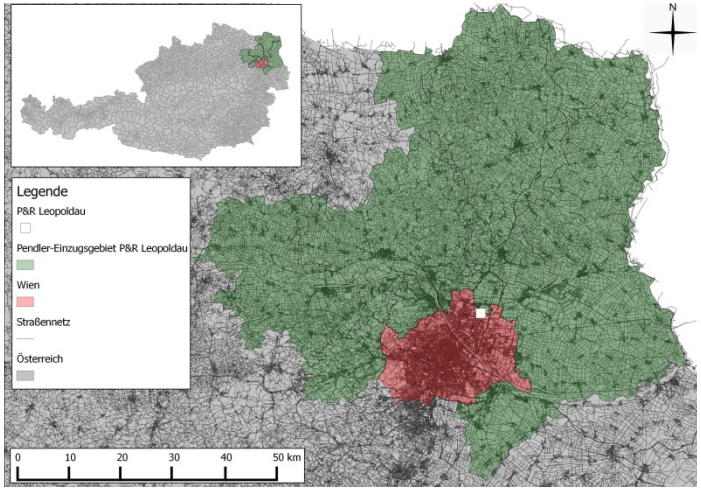
- **Einleitung**
  - P&R Anlage Leopoldau,
  - Bestimmung der Parkdauer
- **Modellierung und Simulation von Elektrofahrzeugen**
  - EVSim
- **Fallbeispiel Parkhaus Leopoldau**
  - Begrenzung der Netzanschlussleistung
  - Abschätzung der laufenden Kosten
- **Zusammenfassung**

Park & Ride Anlage Leopoldau

- Verteilung der Parkdauer und Einzugsgebiet



Verteilung der Parkdauer der 147 untersuchten Elektroautos (t=60min)



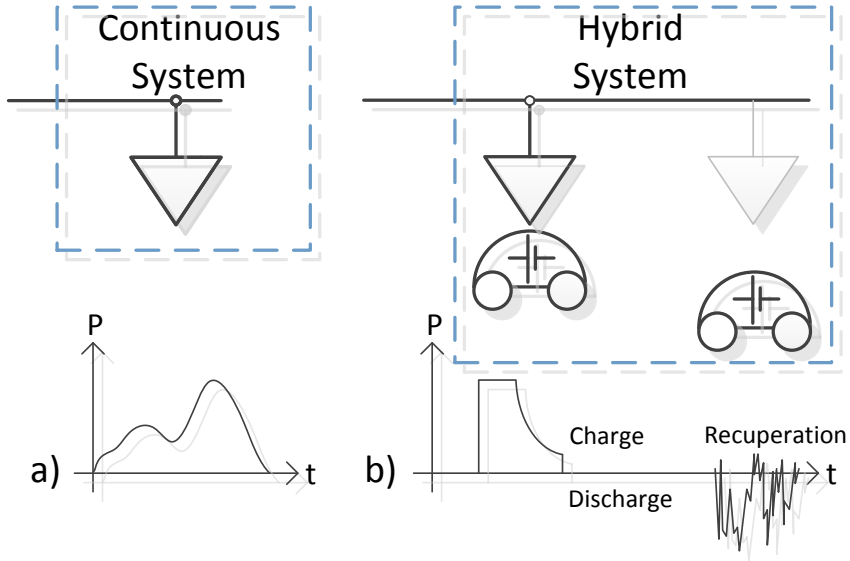
Herkunft der Pendler im Parkhaus Leopoldau

Simulation von Elektrofahrzeugen

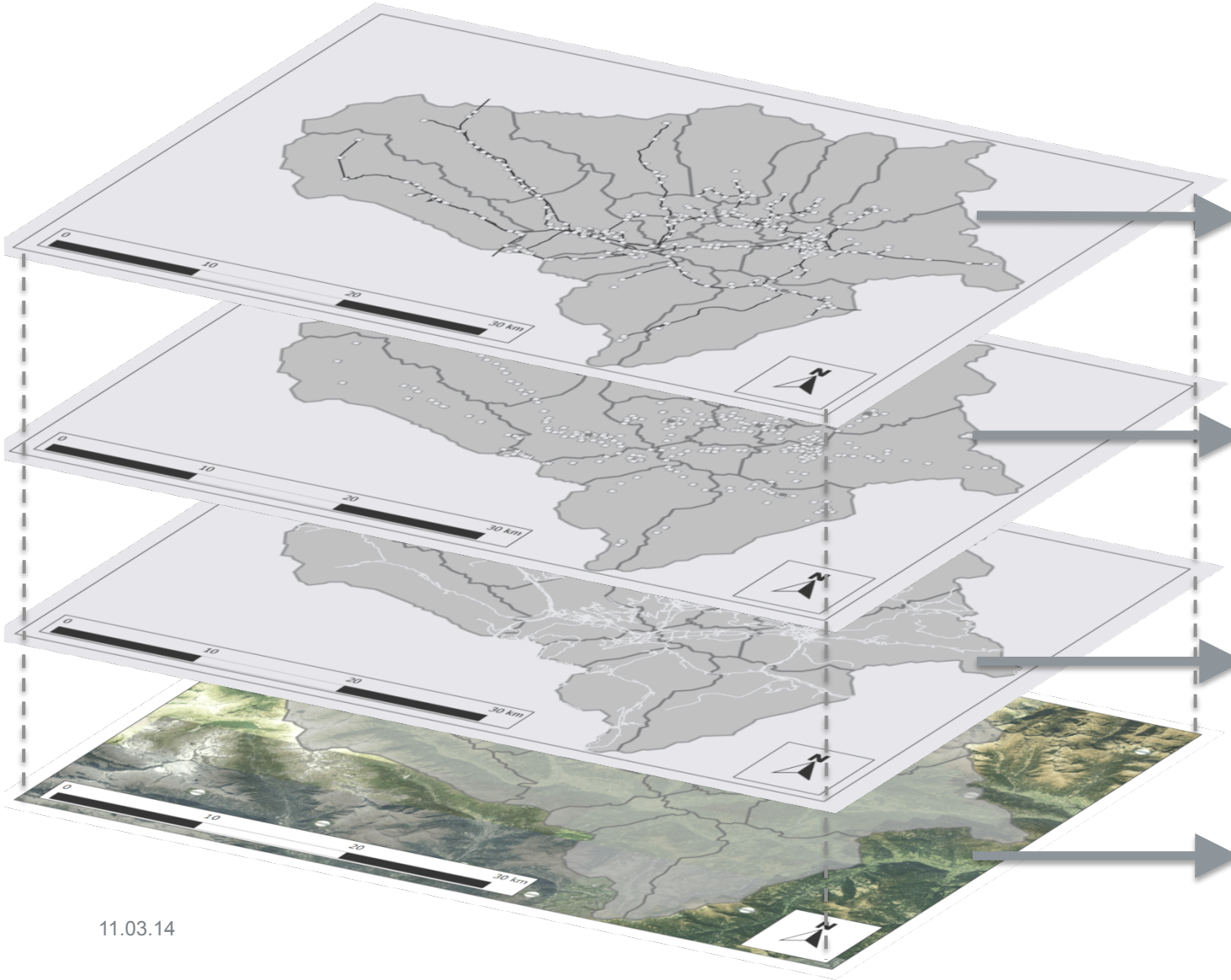
Anforderung an die Simulation

- Energiebedarf abhängig von der Fahrdauer, Distanz, Temperatur
- Gesteuertes Laden hat Einfluß auf Ladezustand der Batterie (Reichweite)

→ Simulation des Fahrt des Elektroautos
→ Modellierung der Ladung / Entladung (Batterie)
→ **Kopplung** der Netzsimulation mit der Simulation der Fahrten („Entladung“)



EV Simulation Environment



Results

Power Grid Simulation

power demand

CP & EV Simulation

trip data

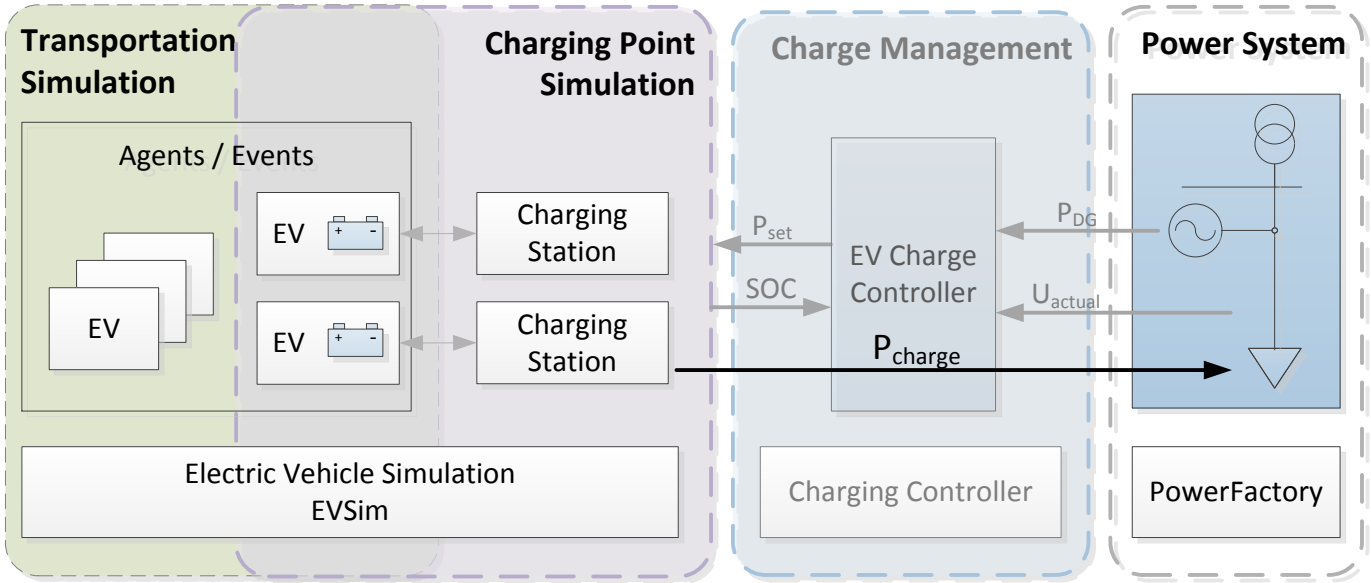
Mobility Simulation

traffic data

Scenario & Use-Case

EVSim - Architektur

Architektur



Spezifikation des Simulationsszenarios

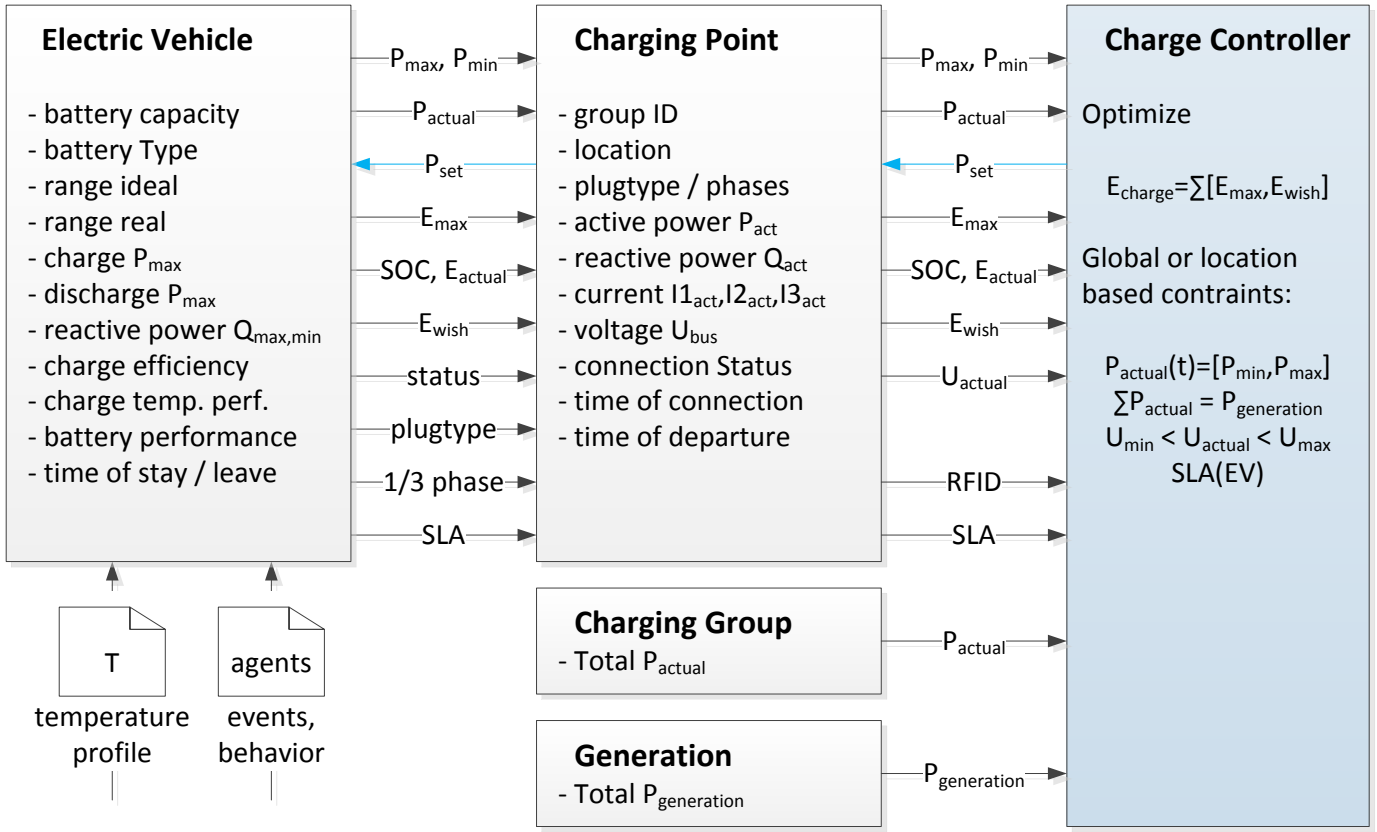
- Elektroautos, Batterietyp, Steckertyp, Effizienz, Verluste,
- Standorte, Ladestationen
- Verteilte Erzeugung

EVSim - Funktionalität

- **Konfiguration**
  - Simulationszeiten (Startzeit, Stoppzeit, Schrittweite, etc.)
  - Temperaturperformance
- **Ergebnisse, Ausgabe**
  - z.B.: SOC, Ladeleistung
- **Schnittstellen (Co-Simulation)**
  - OPC, OCPP (Open Charge Point Protocol)
- **Verhalten**
  - Ansteckvorgang und Zeiten, Autorisierung
- **Algorithmus für gesteuertes Laden**
  - G2V, V2G, Ladung mit erneuerbarer Energie

EVSim – Parameter und Schnittstelle

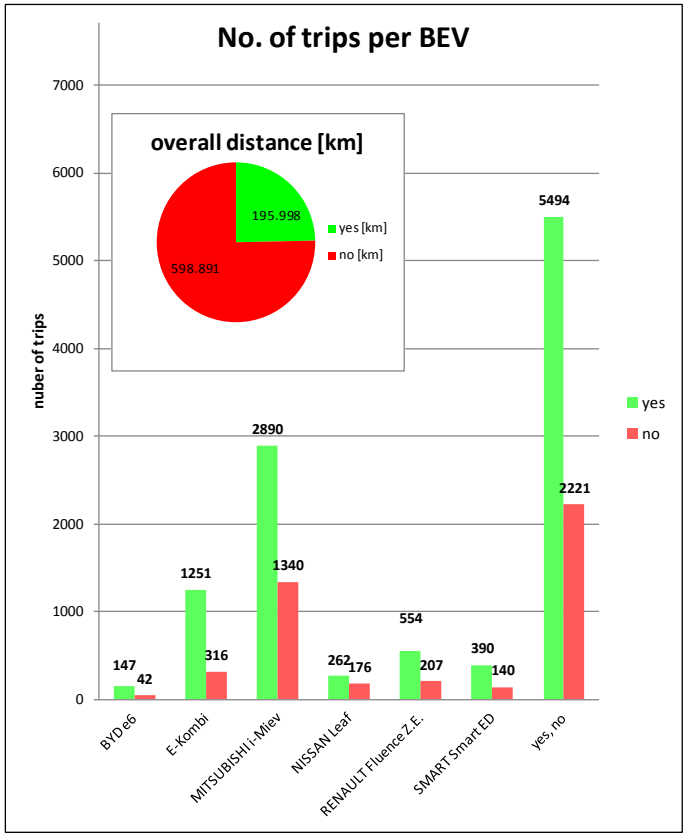
Interne Variablen und Parameter



Beispiel Applikationen

eCarSharing

- Auswirkung und Reichweite / Umsetzbarkeit von BEV
- Auswirkung der max. Anschlussleistung / Anzahl der Ladeleistungen



Max. charging power: 3,7 kW

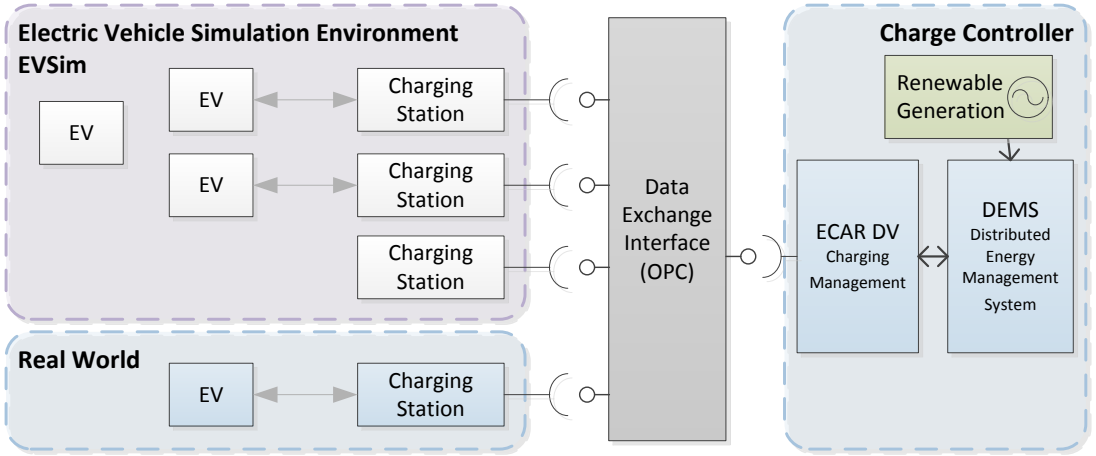
location	No. of vehicles at location	Max. simultaneously charging processes at 3,7 kW	Required power
Autofreie Musterstadt	1	1	3,7 kW
Columbuscenter	2	2	7,4 kW
Schwedenplatz	5	4	14,7 kW
Votivpark	4	5	18,4 kW
Westbahnhof	16	10	36,8 kW
WIFI	3	3	11,6 kW

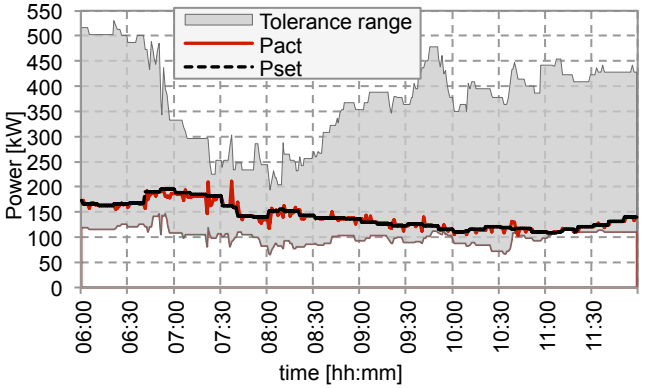
Max. charging power: 43,6 kW

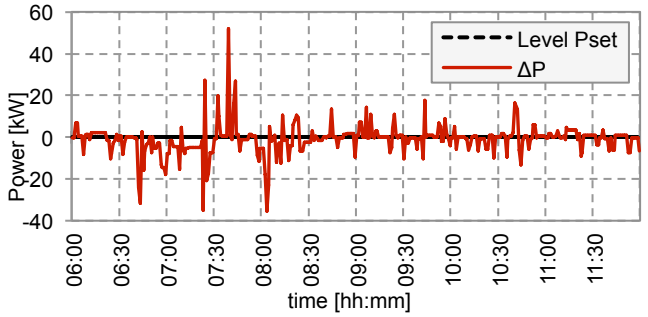
location	No. of vehicles at location	Max. simultaneously charging processes at 43,6 kW	Required power
Autofreie Musterstadt	1	1	43,6 kW
Columbuscenter	2	2	86,9 kW
Schwedenplatz	5	2	86,9 kW
Votivpark	4	2	86,9 kW
Westbahnhof	16	4	174 kW
WIFI	3	2	86,9 kW

Validierung intelligenter Ladesteuerung

- Reale und simulierte Elektroautos



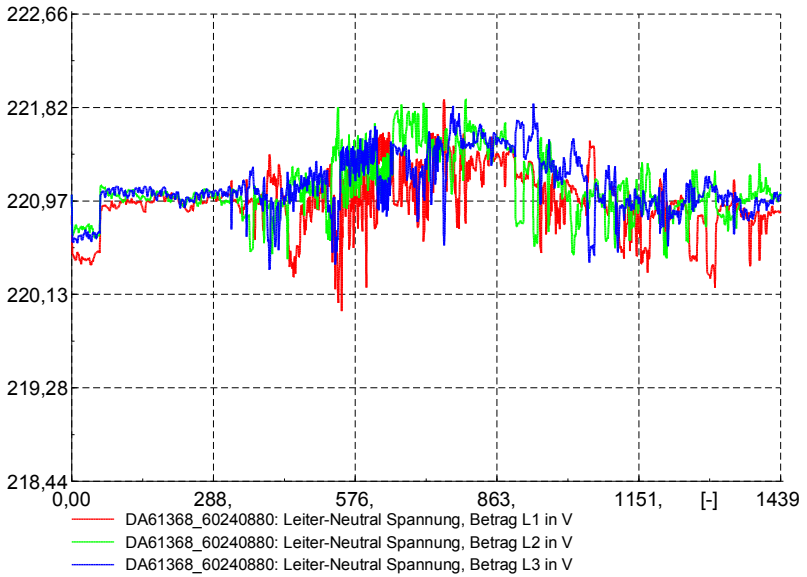




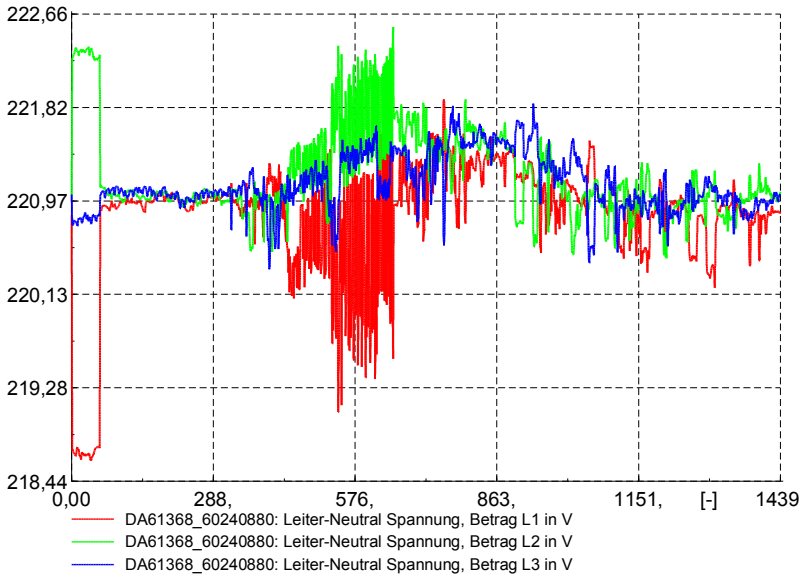
Tolerance range, P_{set} and P_{act} during simulation and deviation

Simulation der Auswirkung auf das elektrische Netz

- Auswirkung der Unsymmetrie auf das Niederspannungsnetz



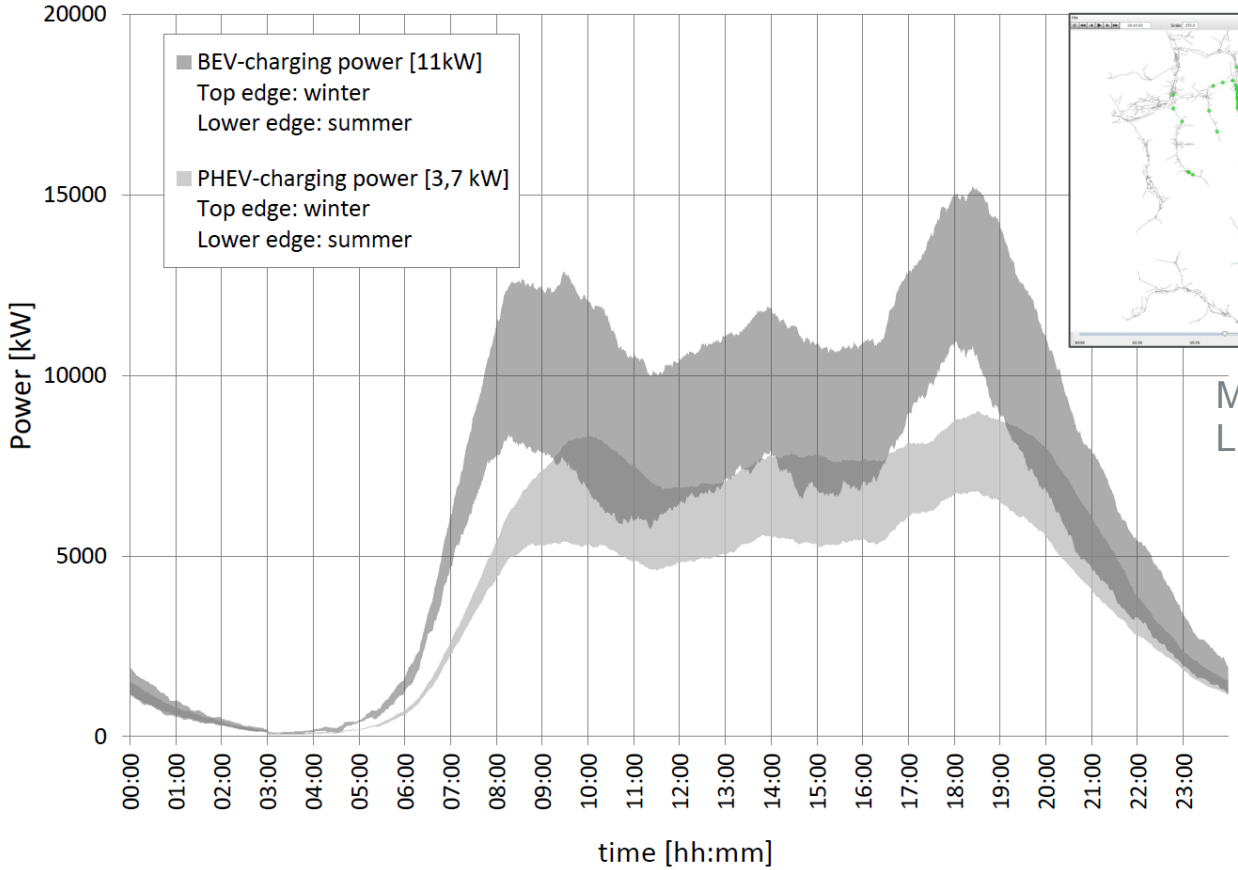
Voltages a the charging point for symmetrical loaded phases (3 times 3.68kW). Note the voltage rise due to PV generation

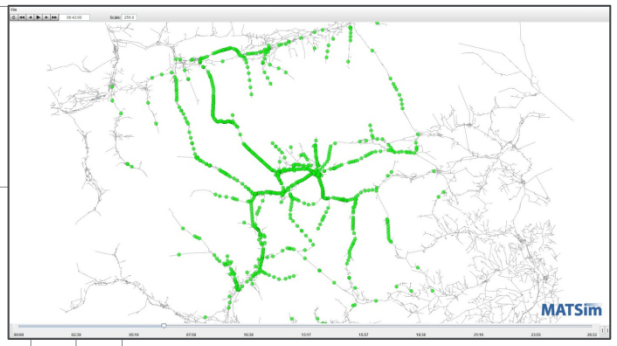


Voltages for unsymmetrical loaded phase (red: 11.04kW). Note the rise in the other phase (green) due to neutral point displacement.

Temperaturabhängigkeit

- Region Lungau (Upper Austria) – approx. 6000 EVs



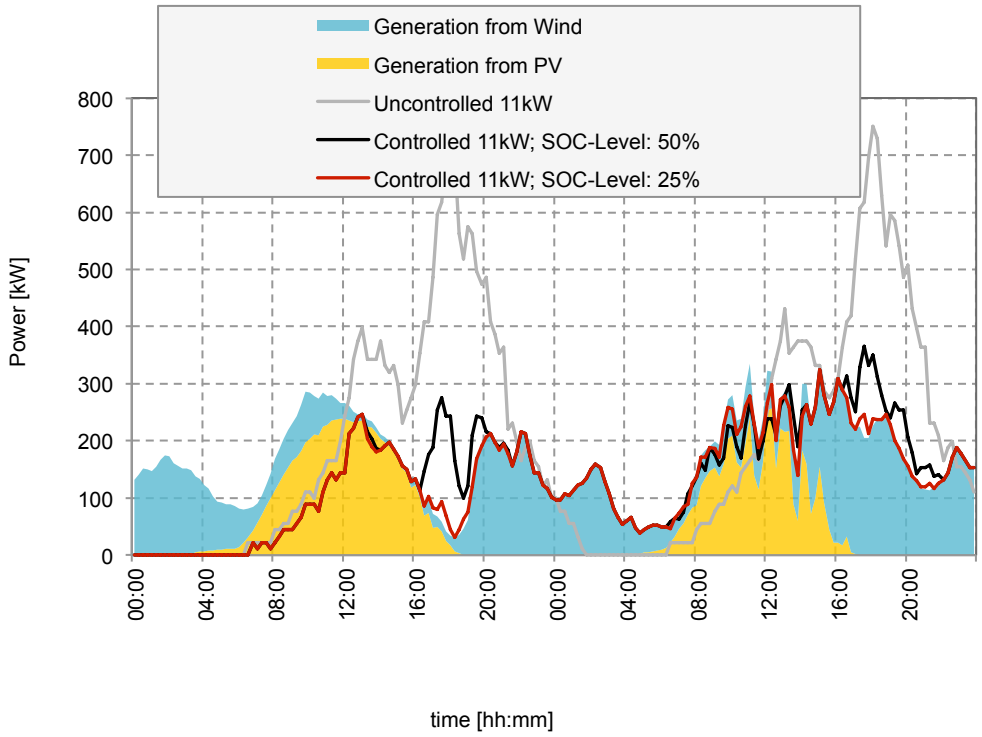


Micro-simulation of region Lungau, generating trip data

Charging power for opportunity charging on a winter and summer day

Simulation gesteuertes Laden mit Erneuerbaren

- Lokale Ladung in Mittelspannungsnetzen



Uncontrolled and controlled charging of 306 EVs with 11 kW during two summer days.
Note: wind is accumulated on top of PV generation

Two days simulation in summer

Charging Mode	empty EVs	P-peak [kW]	Charged Energy [kWh]	DER Energy [kWh]	DER Coverage [%]
uncontrolled 11kW	15	751	9964	8079	54%
controlled 11kW/SOC50	55	366	6832	8079	89%
controlled 11kW/SOC25	66	324	6229	8079	99%

Two days simulation in winter

Charging Mode	empty Evs	P-peak [kW]	Charged Energy [kWh]	DER Energy [kWh]	DER Coverage [%]
uncontrolled 11kW	135	883	12613	3971	26%
controlled 11kW/SOC50	197	552	7267	3971	50%
controlled 11kW/SOC25	218	353	5051	3971	71%

Auswirkung der Netzanschlussleistung

Berechnung der laufenden Kosten bei verschiedenen Anschlussleistungen

Berechnung der Netzanschlusskosten

- Abschätzung der Kosten für die Betreiber eines Parkhausladeinfrastruktur:
  - Regulierte Kosten
    - Netzbereitstellungsentgelt
    - Netznutzungsentgelt
    - Messleistungen
    - Steuern und Abgaben (Ökostrom, Verbrauchsabgaben)
  - Energiekosten / Arbeitspreis → Börsenpreis + 10%
    - Leistungspreis
    - Arbeitspreis Netz
    - Arbeitspreis Energie
  - Nicht berücksichtigt:
    - Netzzutrittsgebühren
    - Investitionskosten

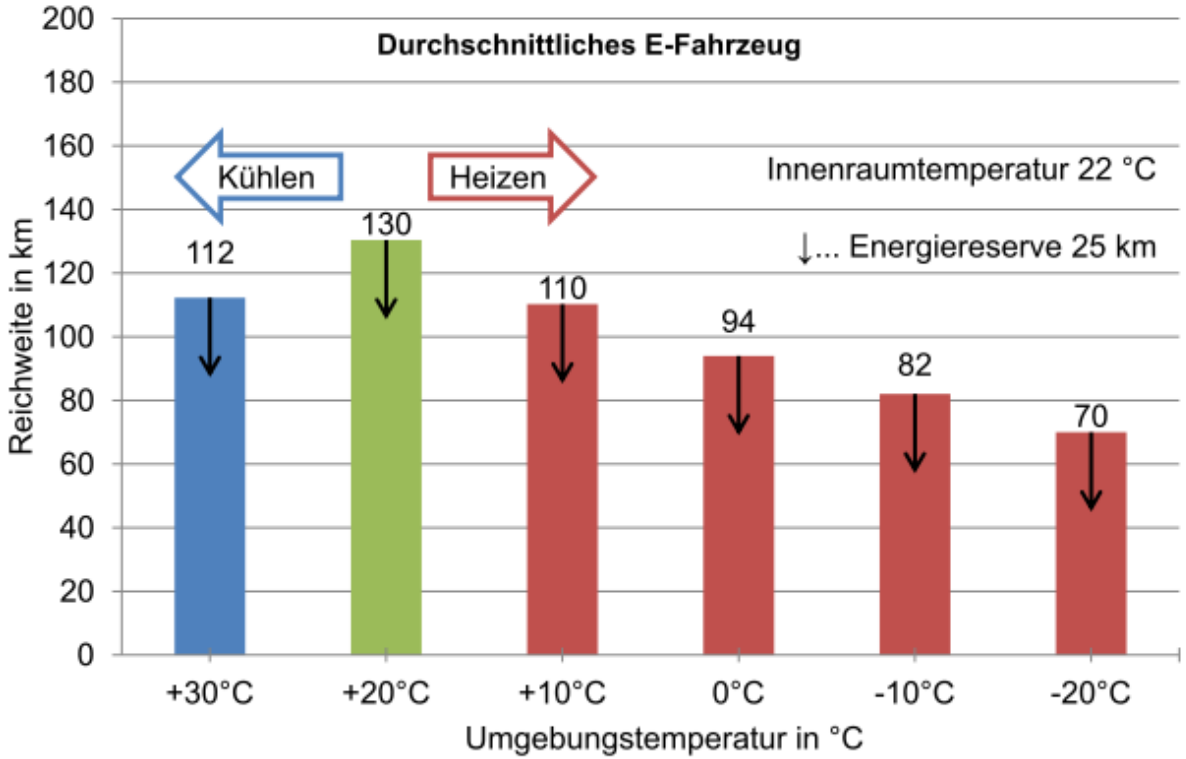
Fahrzeug und Batterietyp

- Durchschnittliches am Markt erhältliches Elektroauto basierend auf ÖVK Studie:

Batterietyp:	**Lithium-Ionen**
Batteriekapazität:	23 kWh
Maximale Reichweite:	130 km
Stecker-Typ:	Mennekes [X17]
Maximaler Ladestrom	16 A / dreiphasig (bei 230 V)
Maximale Ladeleistung	11 kW

Modellierung der Temperaturabhängigkeit

- Reichweite in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur



Batterieelektrische Fahrzeuge in der Praxis", ÖVK (Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik), Wien, 2012

Simulationsszenarien

- Abschätzung der Anteile von Elektroautos im Jahr 2013 und 2020

Jahr	Fahrten
2013	5
2014	147

- Ladesteuerung

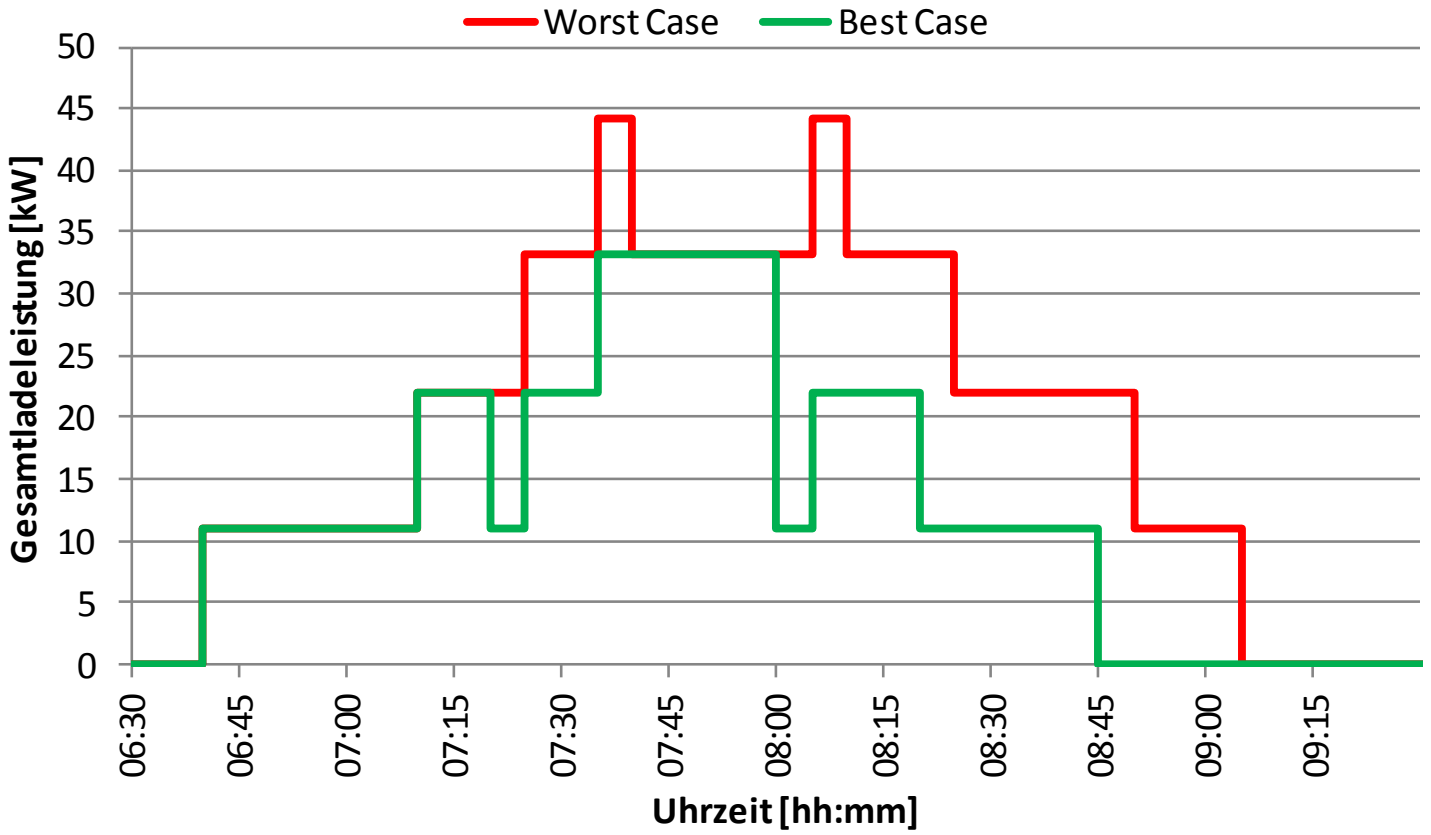
Ladevorgang	Fahrten
ungesteuert	Sofort nach Ankunft
gesteuert	Einhaltung der Leistungsbegrenzung, Ladung der Autos mit geringster Energie

- Best Case / Worst Case

Scenario	Tag
Worst Case	Kältester Wintertag (Jahr 2010)
Best Case	Frühlingstag – 20°C

Ungesteuertes Laden (2013)

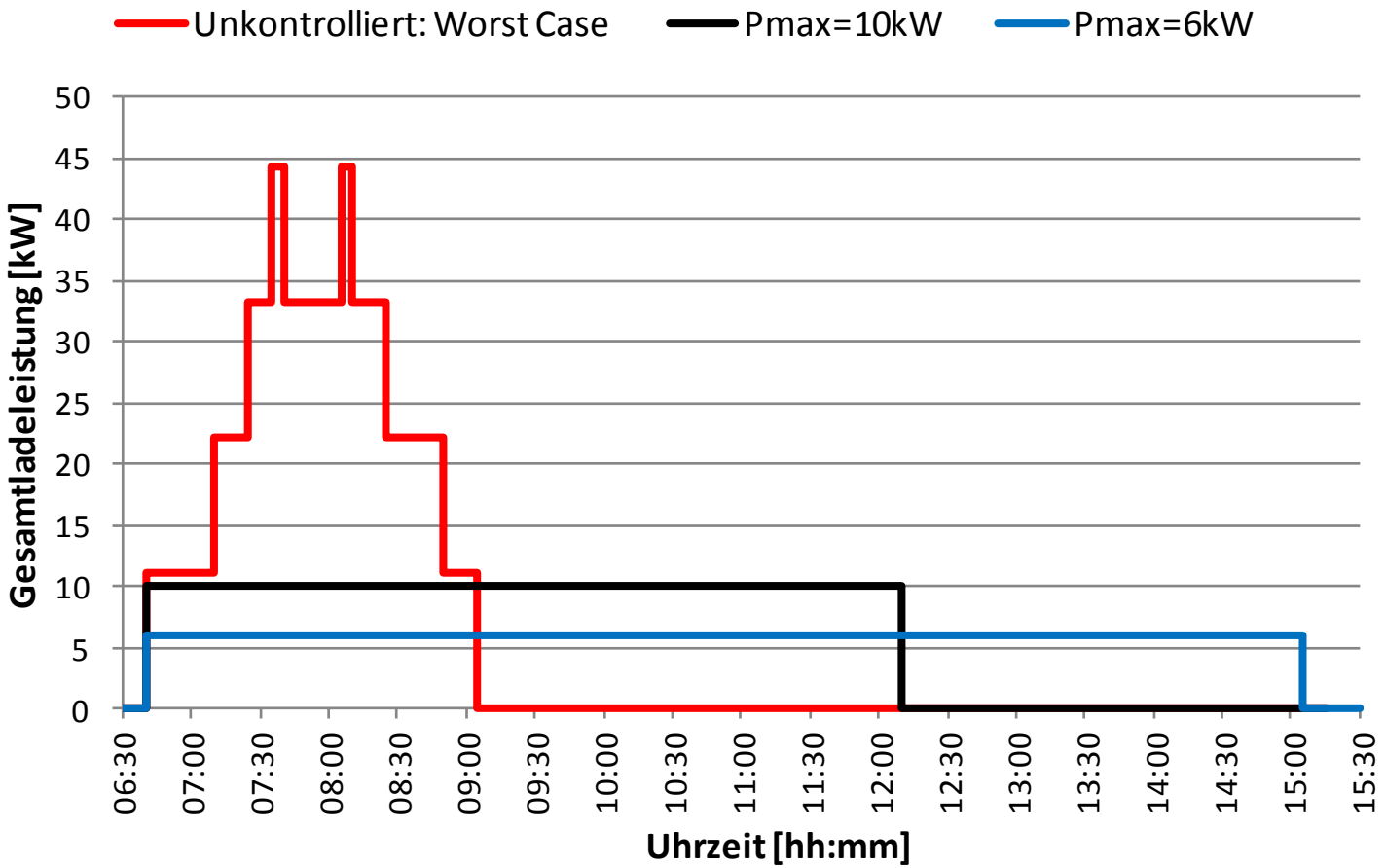
- 5 Elektroautos



Schrittweite der Simulation: 5 Minuten

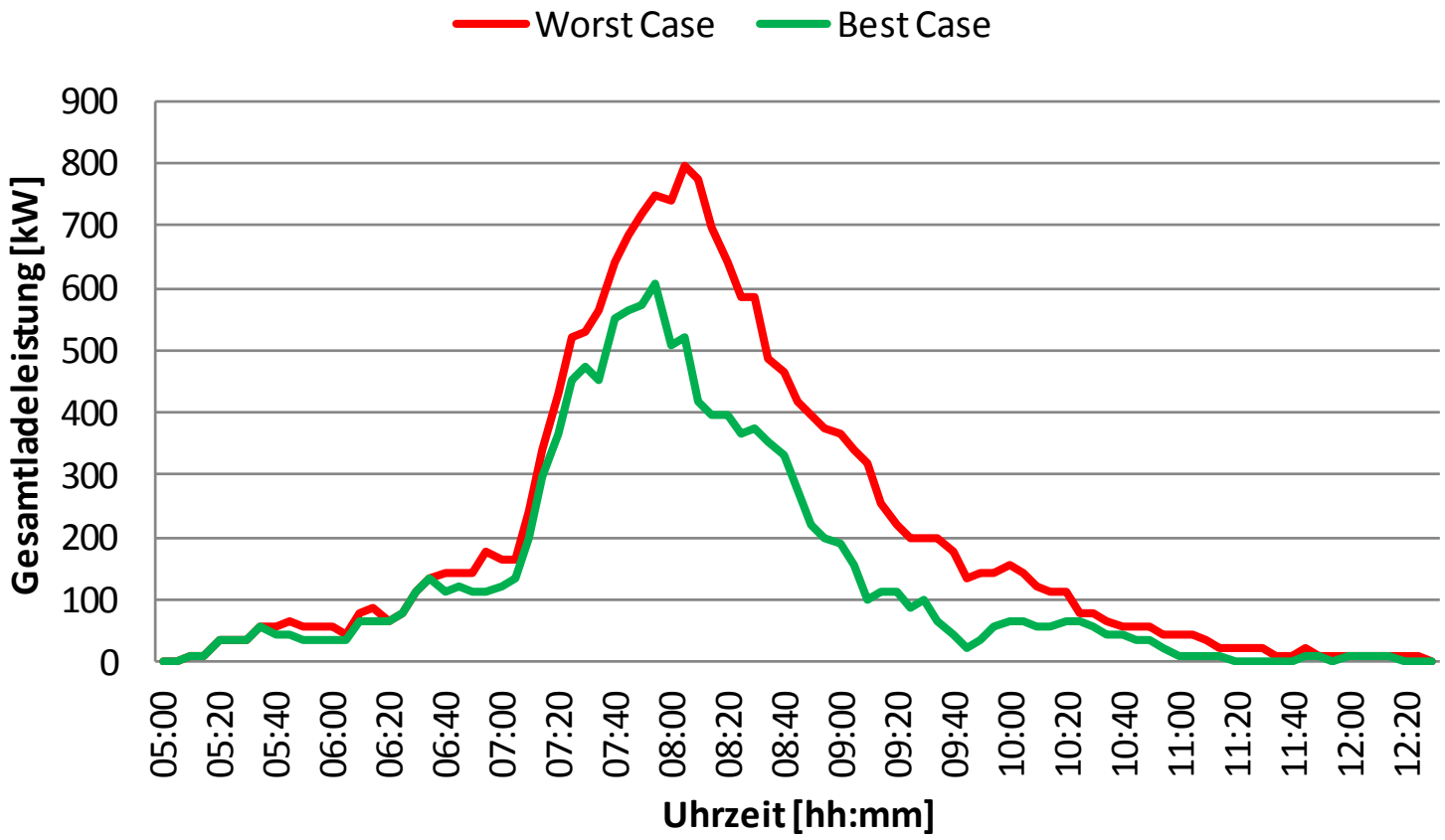
Gesteuertes Laden (2013)

- Begrenzung der Leistung auf 10kW und 6 kW (5 Elektroautos)



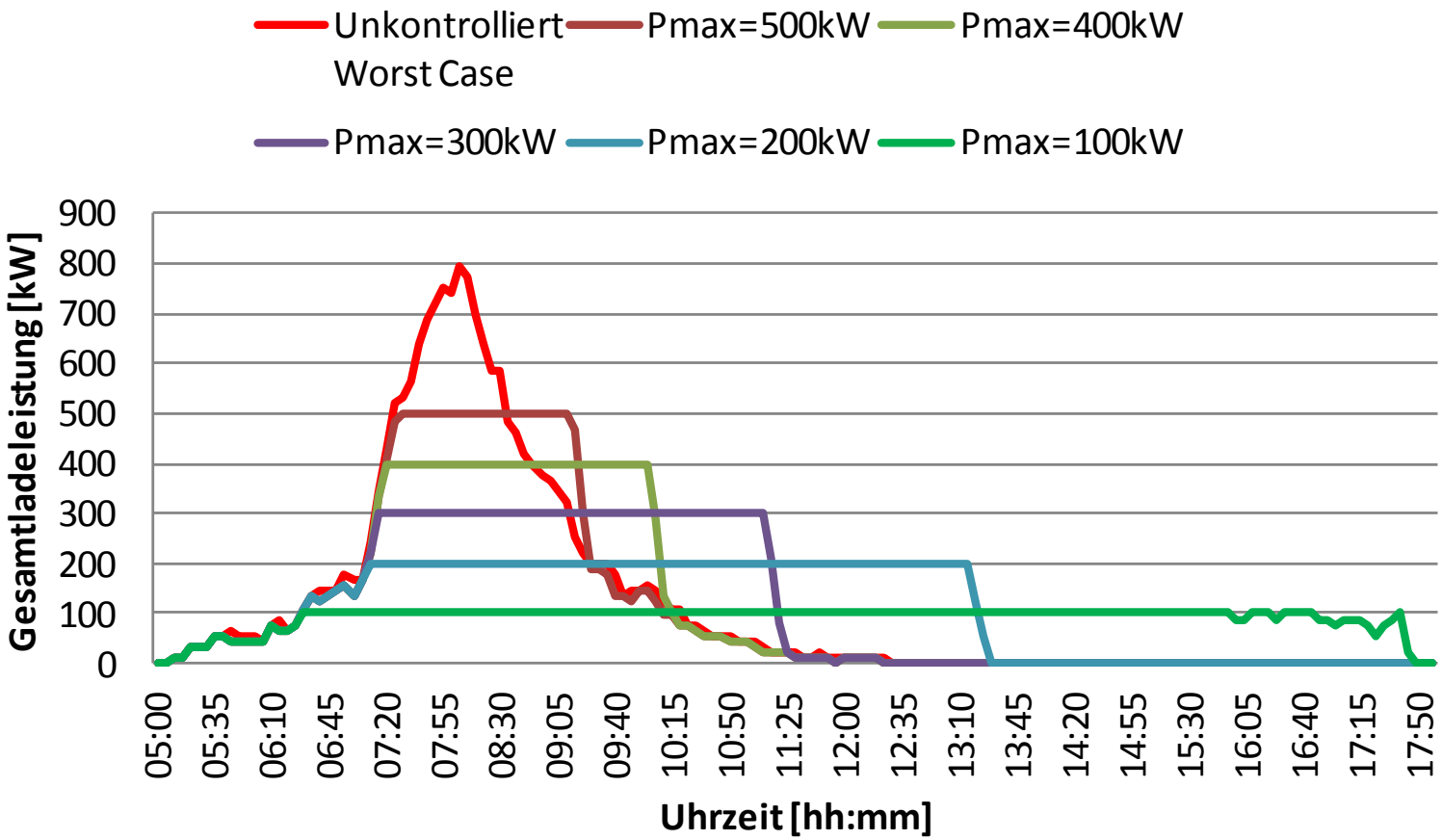
Ungesteuertes Laden (2020)

- Ladeleistung für best case / worst case (147 Autos)



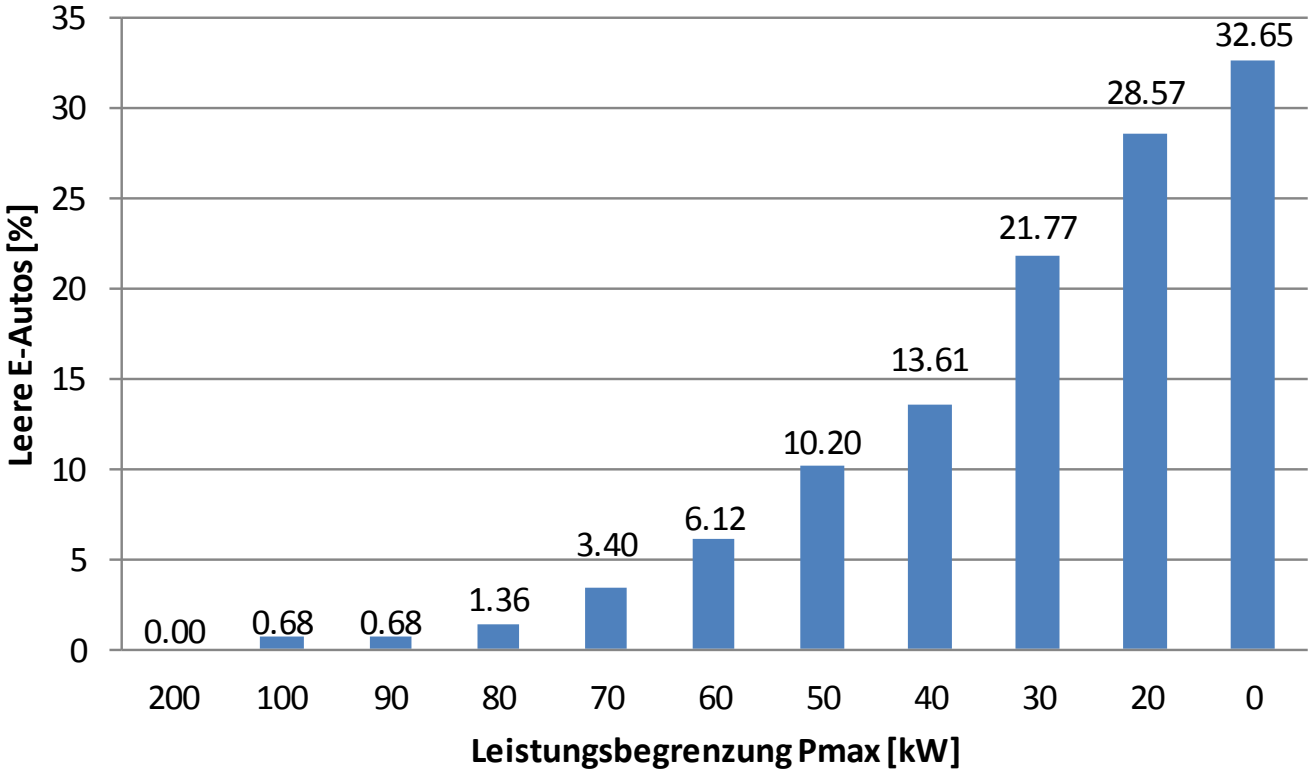
Gesteuertes Laden im Worst Case (2020)

- Ladeleistung für worst case (147 Autos)



Gesteuertes Laden im Worst Case (2020)

- Sensitivitätsanalyse (147 Autos)



Abschätzung der laufenden Kosten

Kostenabschätzung im 1. Betriebsjahr				
Quelle: Wien Energie, Stand 1.1.2013				
		Unkontrolliertes Laden, Netzebene 4	**Kontrolliertes Laden, Netzebene 6**	Annahmen
Ladeleistung	[kW]	769,12	90	
Ladeenergie	[kWh/Jahr]	383.479,92	383.479,92	konservative Abschätzung
Netzbereitstellungs-entgelt	[€/kW]	52,76	113,81	einmalige Kosten
Netznutzungsentgelt - Leistungspreis	[€/kW/Jahr]	26,52	44,88	
Netznutzungsentgelt - Arbeitspreis gemittelt	[€ct/kWh]	0,47	1,16	Winterbedarf doppelt so hoch wie im Sommer
Netzverlustentgelt	[€ct/kWh]	0,10	0,27	
Messleistung	[€/Monat]	50,00	50,00	
Elektrizitätsabgabe	[€ct/kWh]	1,5	1,5	
Ökostrompauschale	[€/Jahr]	35.000	320	
Ökoförderbeitrag - Leistung	[€/kW/Jahr]	8,858	8,542	
Ökoförderbeitrag - Arbeit	[€ct/kWh]	0,189	0,349	
Ökoförderbeitrag - Netzverluste	[€ct/kWh]	0,049	0,035	
Arbeitpreis Energie	[€ct/kWh]	4,5	4,5	konservative Abschätzung Börse plus Versorgeraufschlag
Gebrauchsabgabe Stadt Wien	[%]	6	6	vom Netto-Wert der zuvor gelisteten Positionen
Netzbereitstellungs-kosten	[€]	37.407,54	10.242,90	einmalig
Laufende Kosten	[€/Jahr]	94.265,82	37.842,82	jedes Jahr

Netznutzungsentgelt: Mittel der 3 höchsten 15 min Durchschnittswertes eines Monats

Kostenvergleich

- Vergleich für die ersten 5 Betriebsjahre

	Szenarien - kumulierte Kosten	
Jahr	Unkontrolliertes Laden Pmax = 800 kW	Kontrolliertes Laden Pmax = 90 kW
1	131.673	48.086
2	225.939	85.929
3	320.205	123.771
4	414.471	161.614
5	508.737	199.457

Zusammenfassung

- Analyse der Auswirkung der Begrenzung der Anschlussleistung auf die Reichweite der Elektroautos

- Methode anwendbar auf andere Parkhäuser, Ladestationen, CarSharing Modelle, etc.

- Fallbeispiel Parkhausanlage Leopoldau
  - Simulation auf Basis von Parkdaten und Temperaturdaten für Szenarien der Jahre 2013 und 2020.
  - Unterschied der laufenden Kosten beläuft sich jährlich auf mehr als 56 k € (exklusive Netzbereitstellungskosten) oder ca. 60%.

Szenario	Anschlussleistung	Laufende Kosten
Ungesteuertes Laden	770 kW	94,3 k€
Gesteuertes Laden	90 kW	37,8 k€

AIT Austrian Institute of Technology

your ingenious partner

Matthias Stifter

Energy Department

Complex Energy Systems

AIT Austrian Institute of Technology

Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria

T +43(0) 50550-6673 | M +43(0) 664 81 57 944 | F +43(0) 50550-6613

matthias.stifter@ait.ac.at | http://www.ait.ac.at