

Erzeugung synthetischer Ladeprofile für Elektrofahrzeuge synchron zu synthetischen Haushaltslastprofilen

1. Aufgabenstellung
2. Datenerhebung
3. Charge Profil Generator eMobility
 - Funktionsweise CPGeM Mobility Behavior
 - Funktionsweise CPGeM SoC Simulation
4. Ergebnis
5. Analysemöglichkeiten
6. Fazit

- Die Elektromobilität nimmt „Fahrt“ auf
- Es gibt bereits 516.518 Elektroautos [1]
- Ladevorgänge belasten die Niederspannungsnetze
- Der Einfluss der Elektromobilität ist schwer vorhersehbar
- Dafür wurde der Charge Profil Generator eMobility entwickelt
 - Simulation synthetischer Ladeprofile
 - Vorhersage der Auslastung von Stromnetzes durch die E-Mobilität sowie den Haushaltslasten
 - Lastspitze
 - Mithilfe durch verschiedene Parameteranpassungen unterschiedliche Szenarien simulieren

[1] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/265995/umfrage/anzahl-der-elektroautos-in-deutschland/>

- **Mobilität in Deutschland 2017 (MiD2017)**
 - Befragung von 156.000 Haushalten bzgl. Ihres Verkehrsverhaltens
 - Definition verschiedener Haushalte anhand von Alter und Größe
 - Mobilitätsverhalten in unterschiedlichen Regionen
 - Mobilitätsverhalten verschiedener Haushalte
 - Mobilitätsverhalten nach dem Berufsstatus
 - ∅ Tagesstrecken nach Region
 - Wegstrecken für Hobbys, Arbeit, Einkäufe, Schule (Außerhausaktivitäten)

Mobilität in Deutschland – MiD



Abbildung 1: MiD 2017 Ergebnisbericht [2]

[2] http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf

- LoadProfileGenerator von Dr. Pflugradt
 - Synthetische Haushaltsprofile
 - Anhand der elektrischen Verbraucher
 - Und dem Verhalten der Haushaltsmitglieder

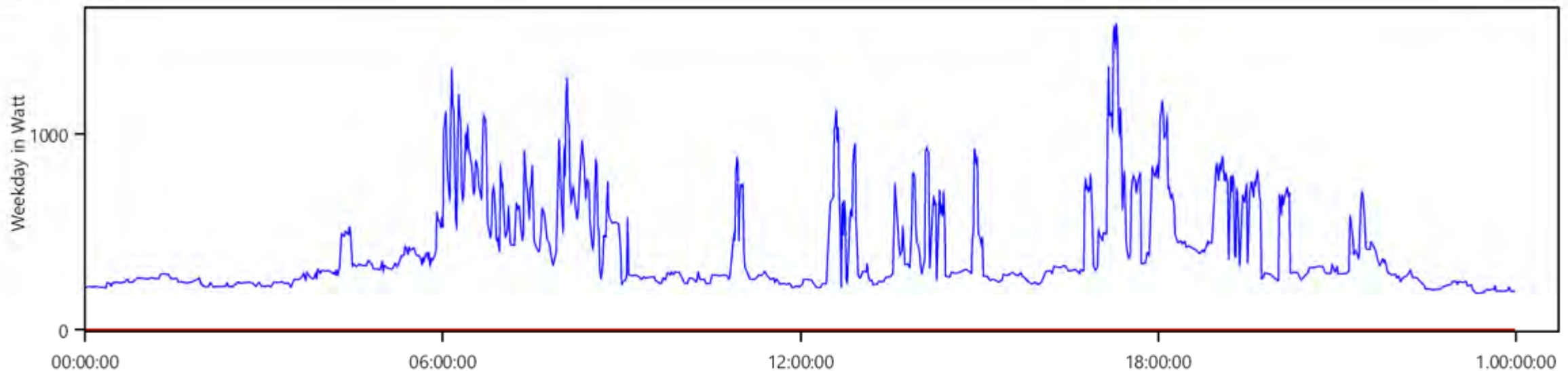


Abbildung 2: Erzeugtes Lastprofile mit dem LoadProfileGenerator von Dr. Pflugradt [3]

[3] Dr. Dipl.-Ing. Noha Daniel Pflugradt (2016). <https://www.loadprofilegenerator.de//download/>

- Lastprofile in minütlicher Auflösung
- Durchgeführte Aktivität jeder Minute jedes Haushaltsmitglieds

Kuchendiagramm mit dem anteiligem Aufenthaltsort in Prozent eines Haushaltsmitglieds

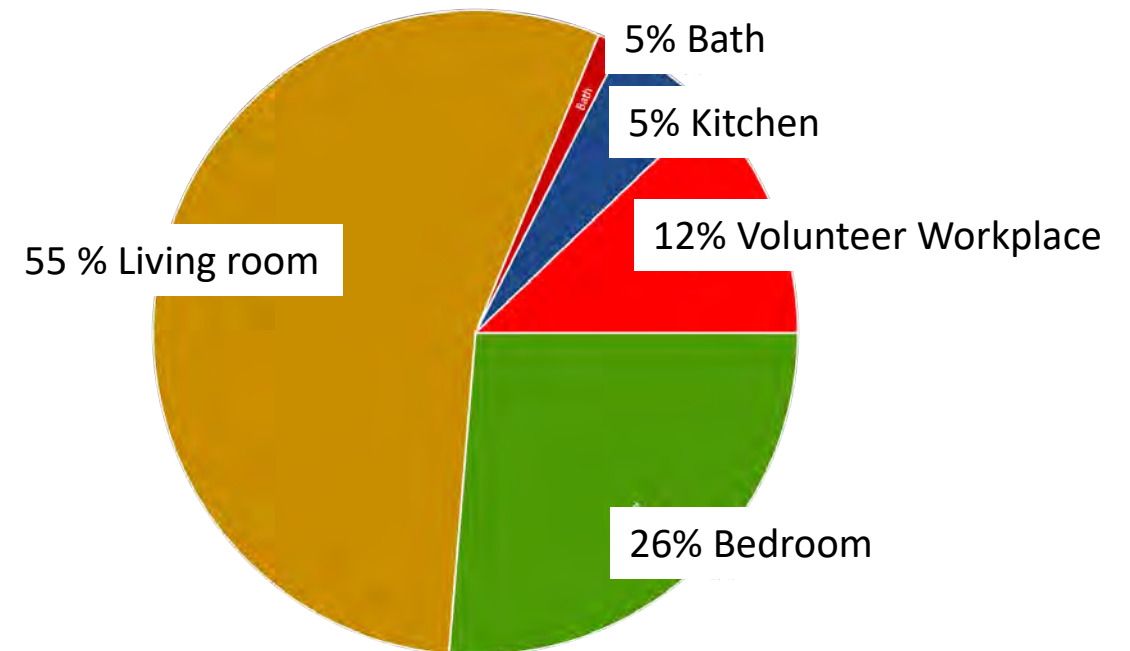


Abbildung 3: Kuchendiagramm zeigt den Aufenthaltsort in Prozent eines Haushaltsmitglieds erstellt mit dem LoadProfileGenerator von Dr. Pflugradt

- Durch die Datenerhebung dem LoadProfileGenerator von Dr. Pflugradt konnte
 - Der Energieverbrauch einzelner Haushalte simuliert werden
 - Das Bewegungsmuster der einzelnen Haushaltsmitglieder bestimmt werden in minütlicher Auflösung
- Und mithilfe der Studie „Mobilität in Deutschland“ konnte Regions- und Haushaltsabhängig
 - Das Mobilitätsverhalten analysiert werden
 - Die Verwendung eines E-Autos und zurückgelegte Kilometer für eine Außerhausaktivität simuliert werden

Ergebnis ist ein synthetisches Mobilitätsverhalten

Struktureller Aufbau

Mobilitätsverhalten
CPGeM Mobility Behavior

- CSV Dateien einlesen
- Haushaltseigenschaften und Kategorisierung
- Zuweisung der Mobilität
- Berechnung der Tagesstrecken pro Haushaltsmitglied
- Zuordnung der Wege pro Außerhausaktivität

Ladeverhalten
CPGeM SoC Simulation

- CSV Dateien einlesen
- Zuweisung der Wallboxen und eAutos
- Berechnung SoC und Ladeleistung in minütlicher Auflösung
- Berechnung der Haushaltsprofile
- Berechnung der Haushaltsprofile mit eMobilität
- Ausgabe der Ergebnisse

Mobilität in Deutschland 2017

Statistiken, Gewichtungsfaktoren,
Regions- und Haushaltstypabhängig

LoadProfileGenerator (Pflugradt)

Simulation von Synthetischen
Haushaltsprofilen

CC/CV-Ladealgorithmus

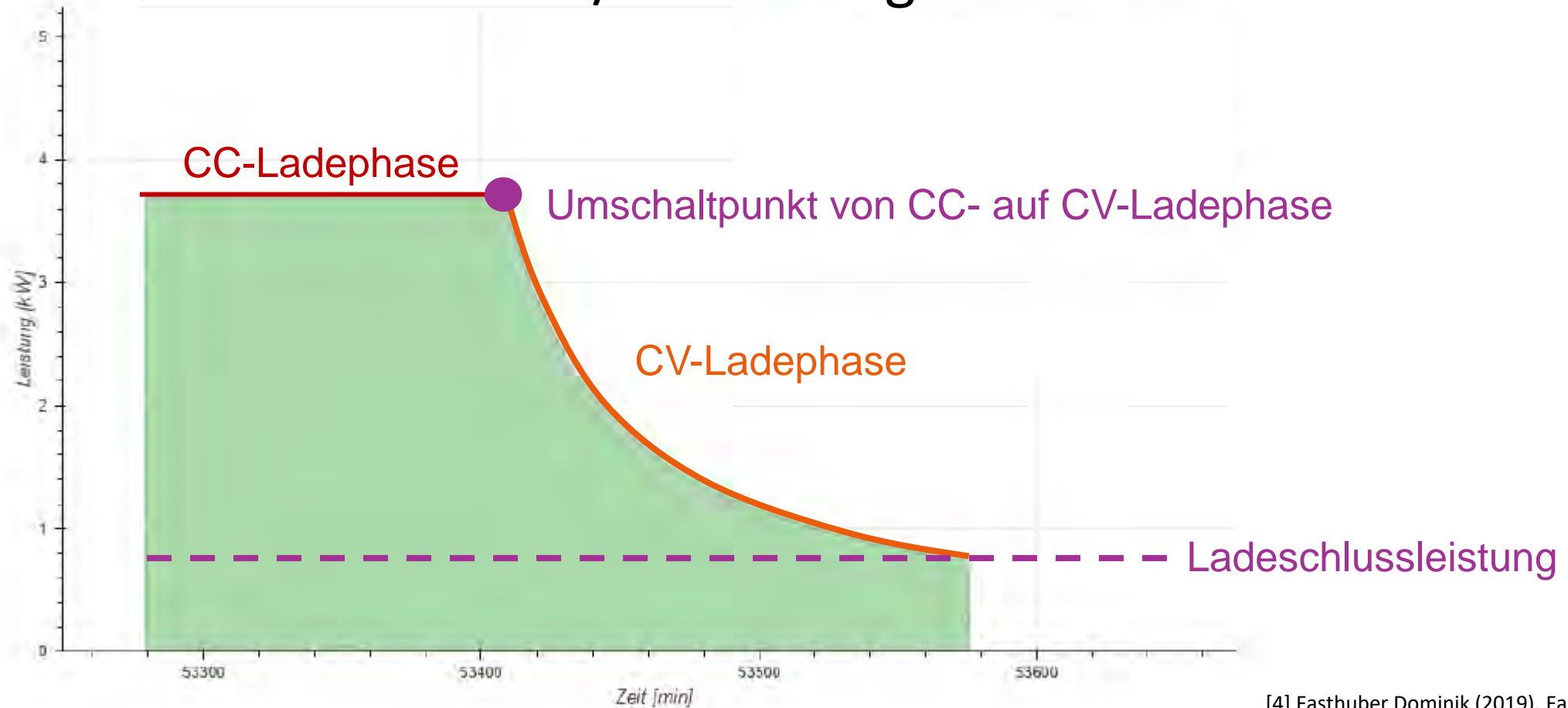


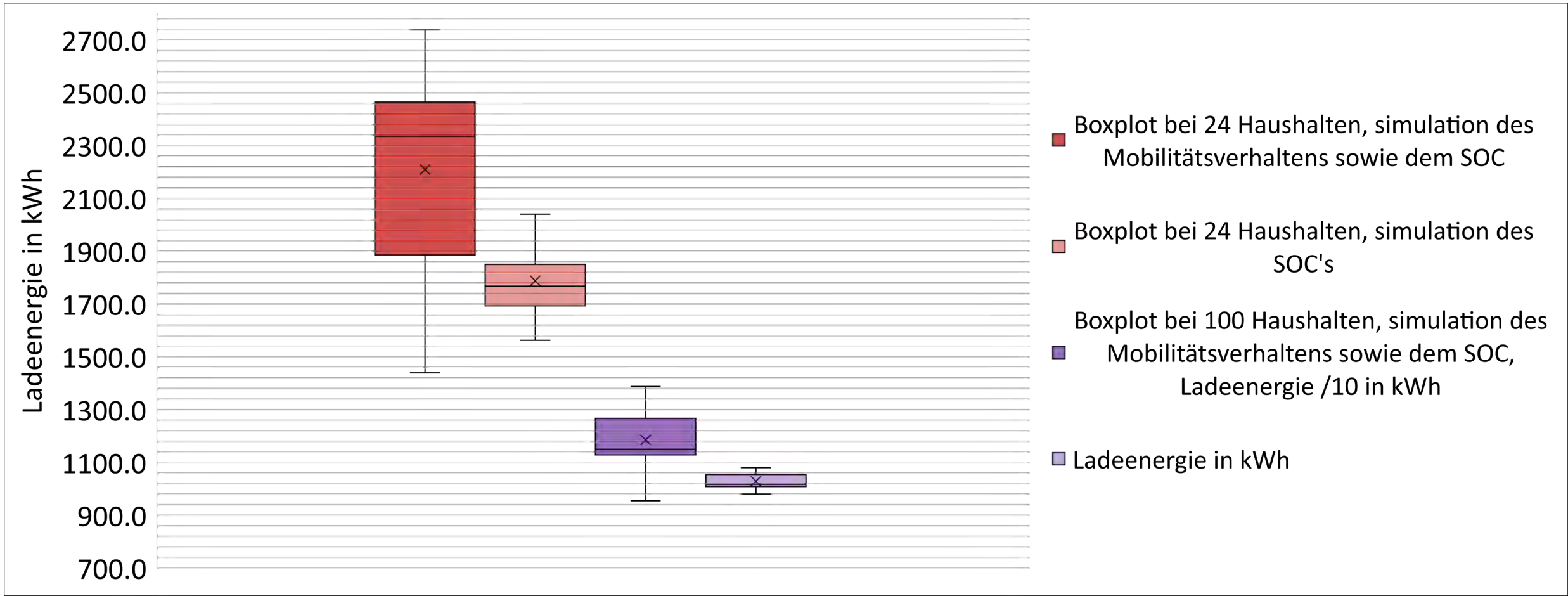
Abbildung 4: Ladekurve eines Elektroautos mit CC/CV-Ladealgorithmus [4]

[4] Fasthuber Dominik (2019). Fasthuber Dominik - 2019 - Auswirkungen und Potentiale der Integration von.pdf.

- Programmoberfläche als Excel Arbeitsmappe

net summary	yes
wallbox charging profiles	yes
sorted net summary	yes
percentage share of energy by household	no
statistic mobility behavior	no
percentage share ooha, mobile member	no

Boxplot Diagramm Simulation einer zentralen Stadt, Energiebedarf in kWh von 20 Simulationsergebnissen



Simulationsergebnisse zwei Simulationen mit gleichen Eingabeparametern

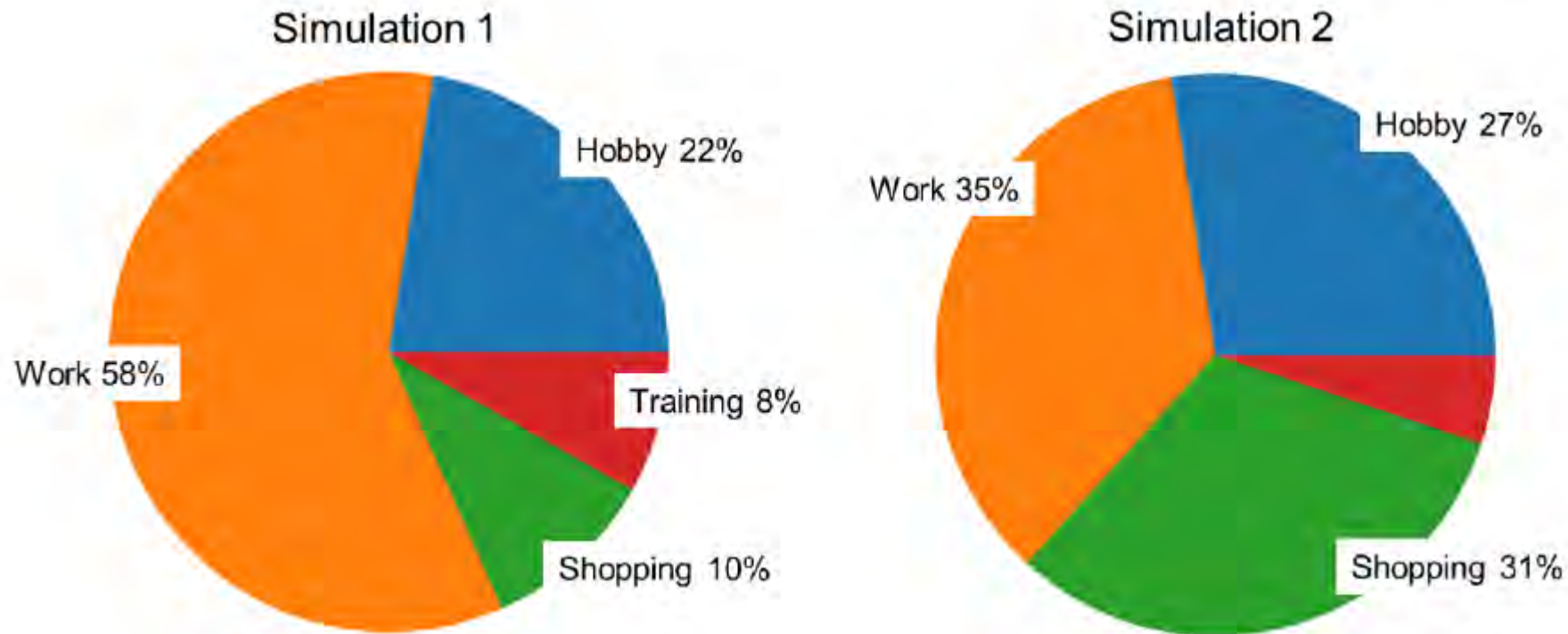


Abbildung 5: Außerhausaktivitäten welche mit dem Elektrofahrzeug angefahren wurden. Prozentualer Anteil der unterschiedlichen Kategorien zweier Simulationen mit gleichen Eingabeparametern. Erzeugt mit dem CPGeM

Mittlerer Energiebedarf von 100 Haushalten aus 20 Simulationen

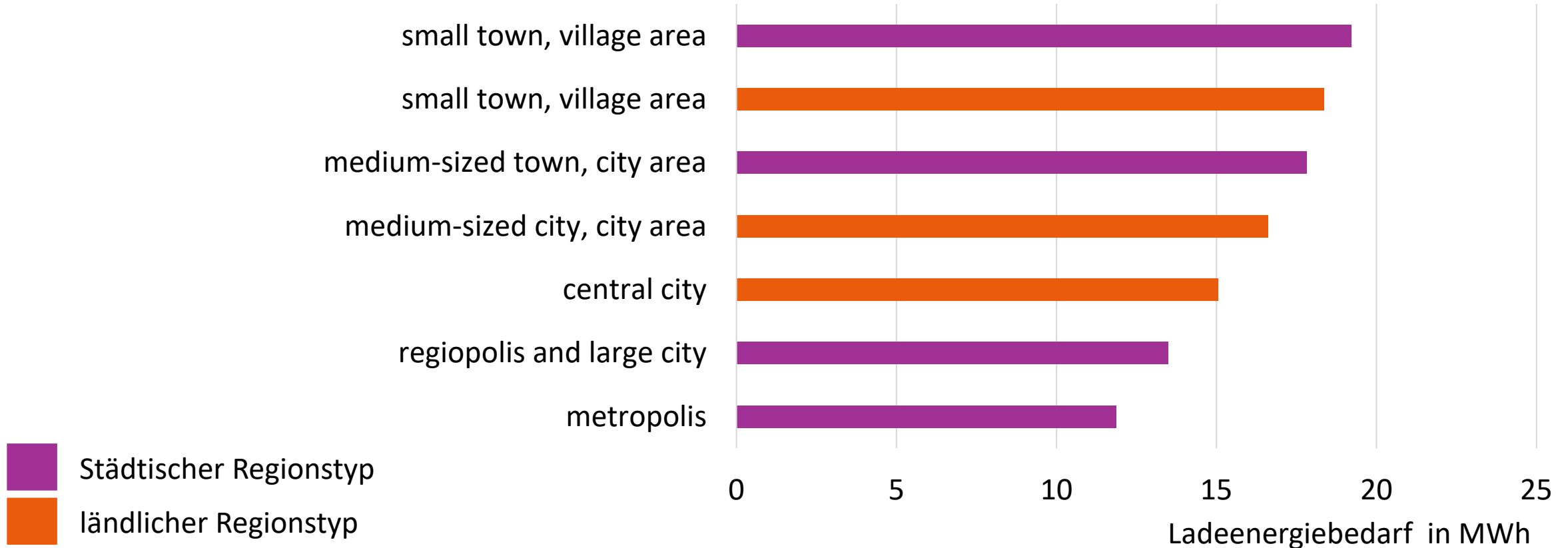


Abbildung 6: Mittelwert des Energiebedarfs aus 20 Simulationen, aufgeteilt in 7 Stadtregionen

- Metropole
- 24 Haushalte mit jeweils einem eAuto
- Nachttäler
- Abendspitzen

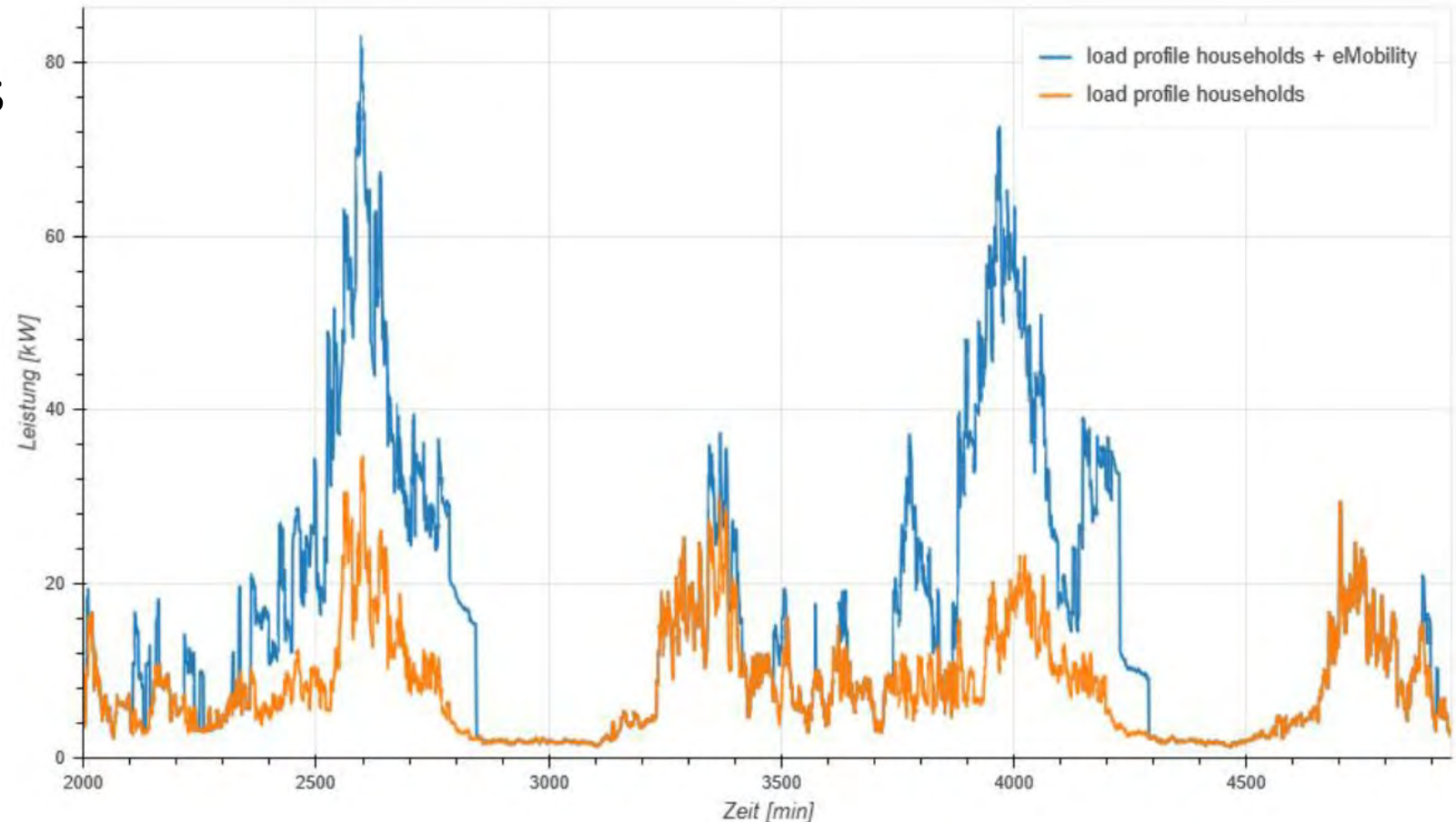


Abbildung 7: Synthetisches Lastprofil über zwei Tage

- Metropole
- 12 Haushalte mit jeweils einem eAuto
- Vergleich mit einem Pilotprojekt aus Wien
- 12 Wohneinheiten
- 11 kW Wallboxen
- Pilotzeitraum 6 Wochen
- Ein eAuto pro Wohneinheit

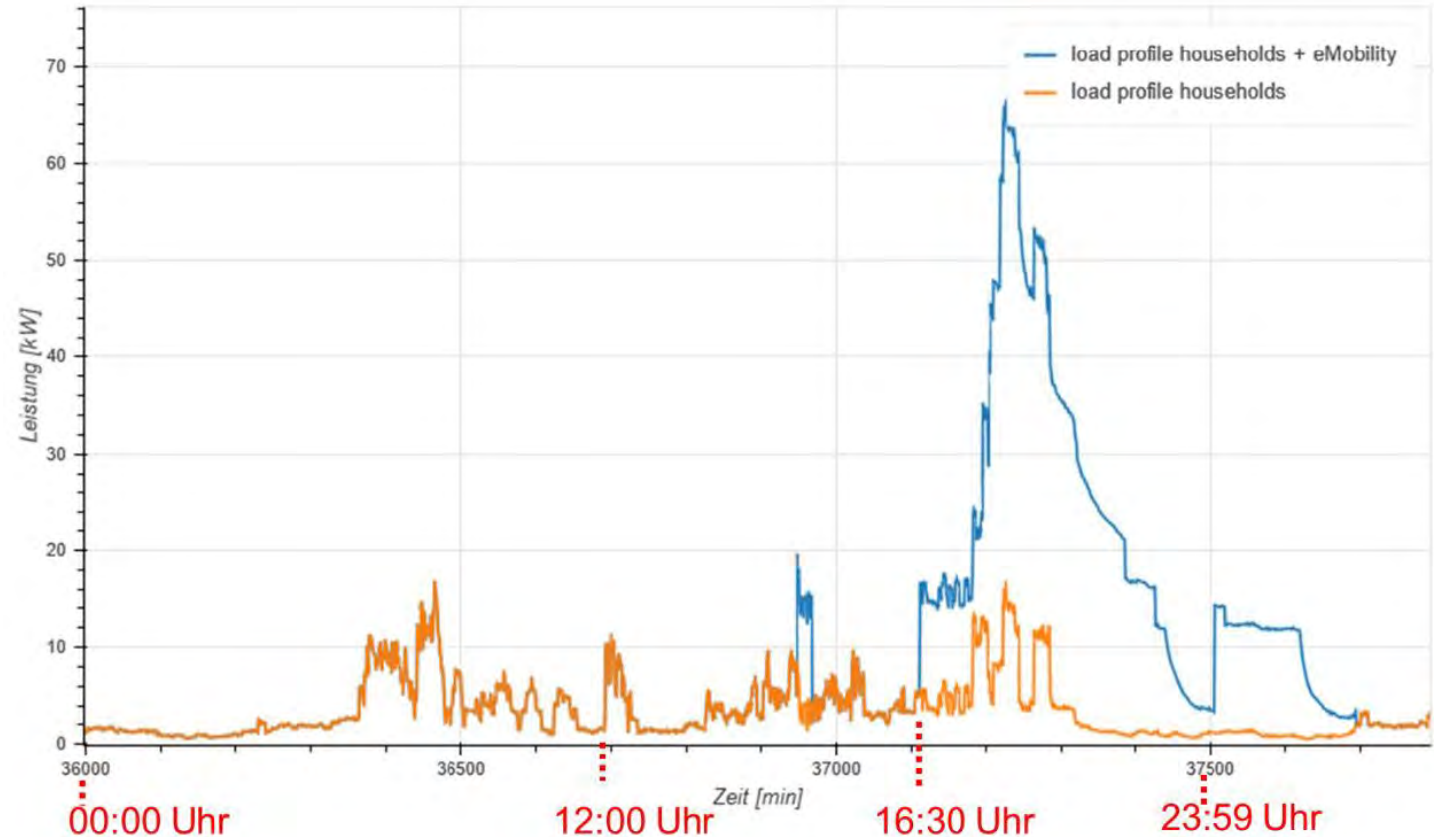


Abbildung 8: Synthetisches Lastprofil von einem Tag

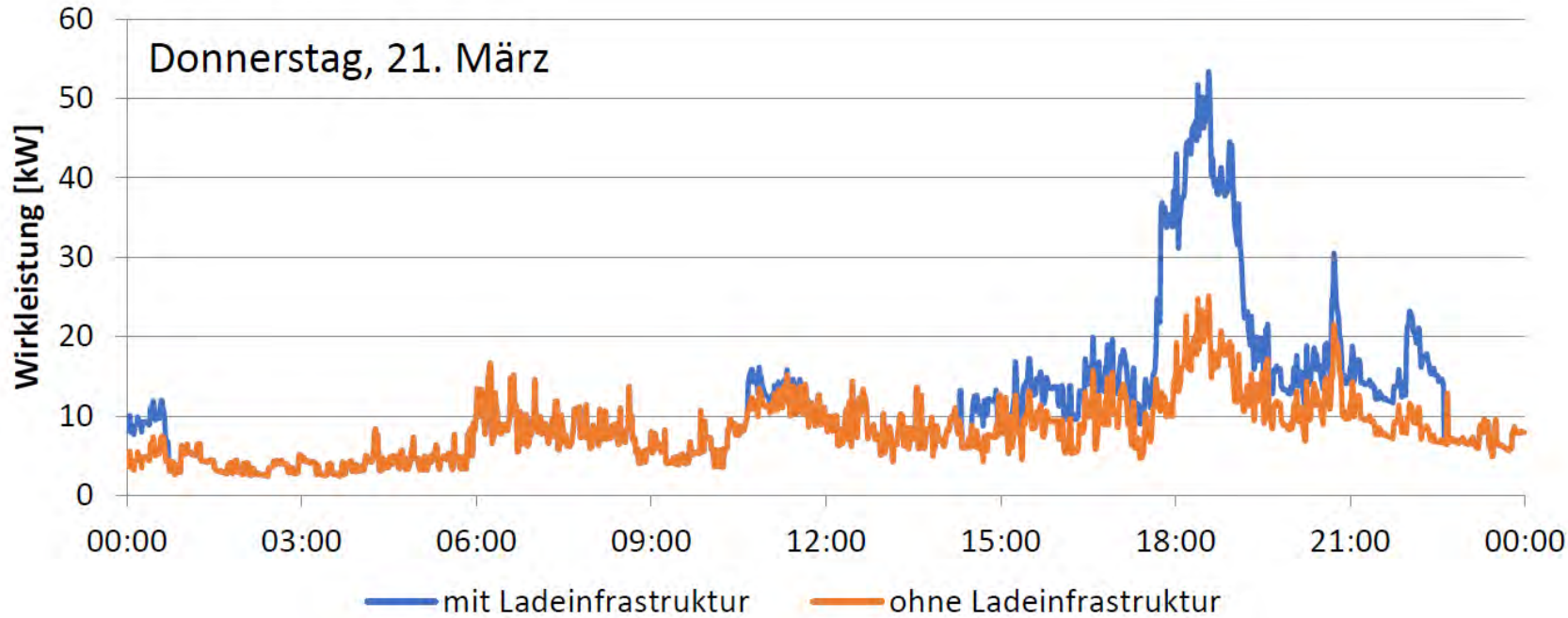


Abbildung 9: Synthetisches Lastprofil von einem Tag aus dem Pilotprojekt Wien [3]

- Gleicher Lastverlauf

[5] Pilotprojekt Elektromobilität 2030, Augdoppler August 2019, S.43), https://www.e-sieben.at/de/projekte/18056_Pilotprojekt_Elektromobilitaet_2030.php

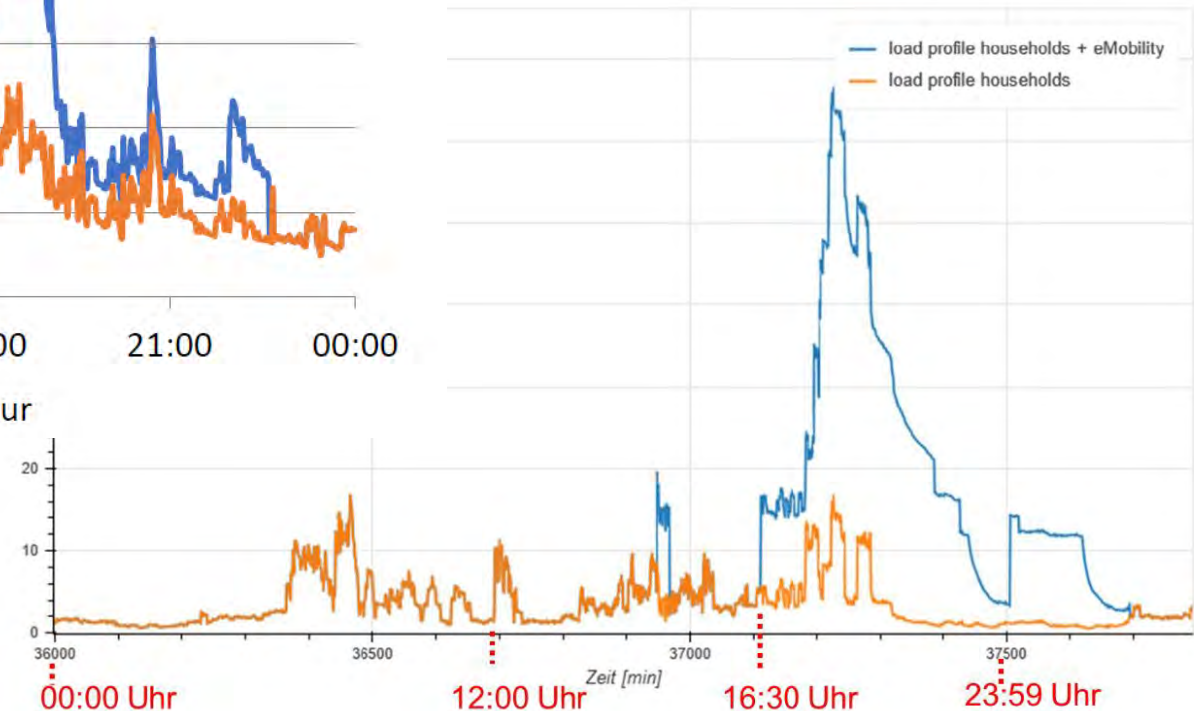


Abbildung 8: Synthetisches Lastprofil von einem Tag

Analysemöglichkeiten:

- Ladezeitraum
- Belastungsart
- Lastspitzen
- Netzbelastungen über einen Zeitraum
- Ladenergiebedarf
- Gesamtenergiebedarf

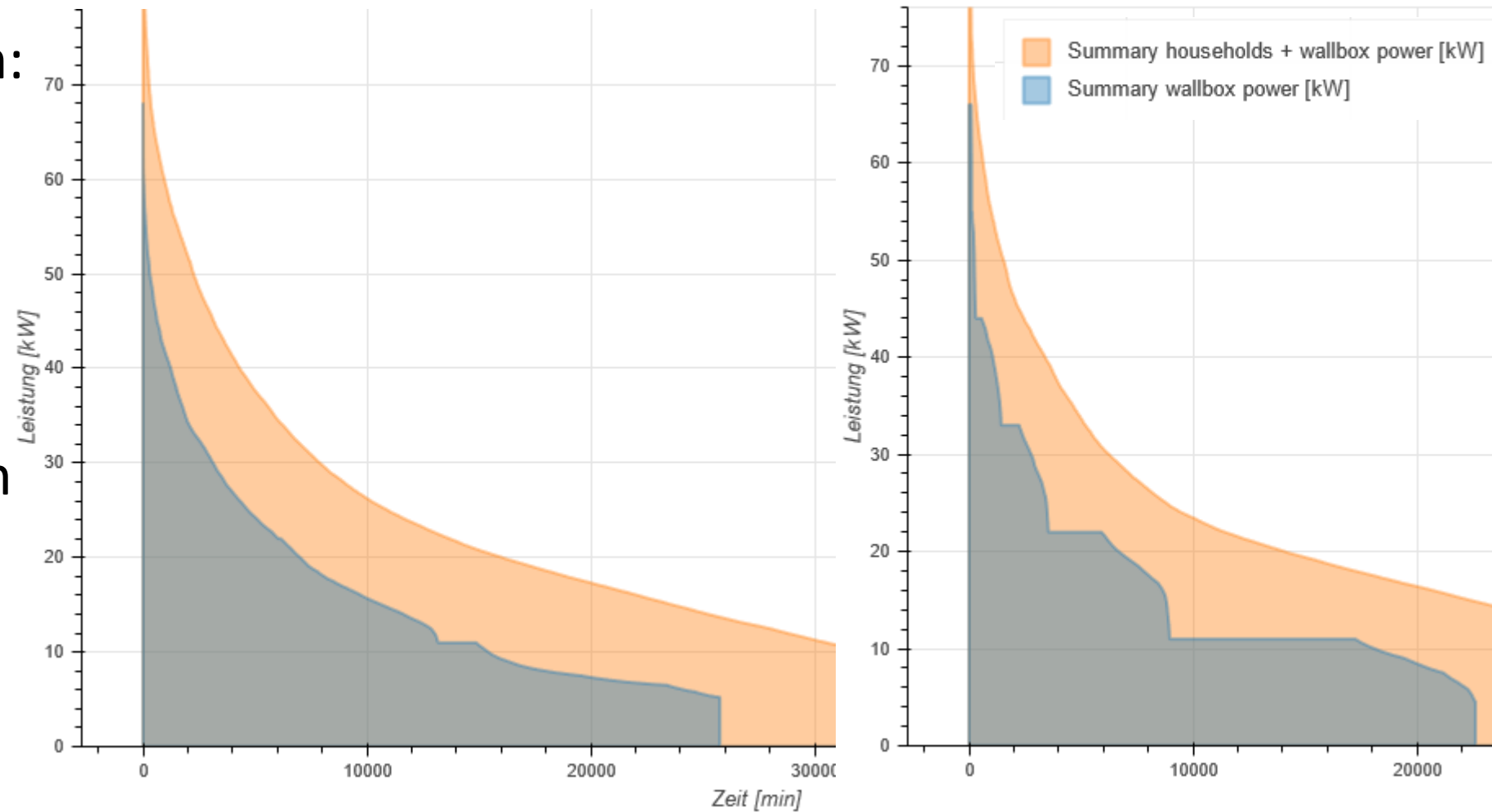


Abbildung 10: Geordnetes Dauerlastdiagramm

Analysemöglichkeiten:

- Gleichzeitigkeit
- Ausnutzungsfaktor
- Kurze Ladevorgänge Lastspitzen
- Netzbelastungen über einen Zeitraum

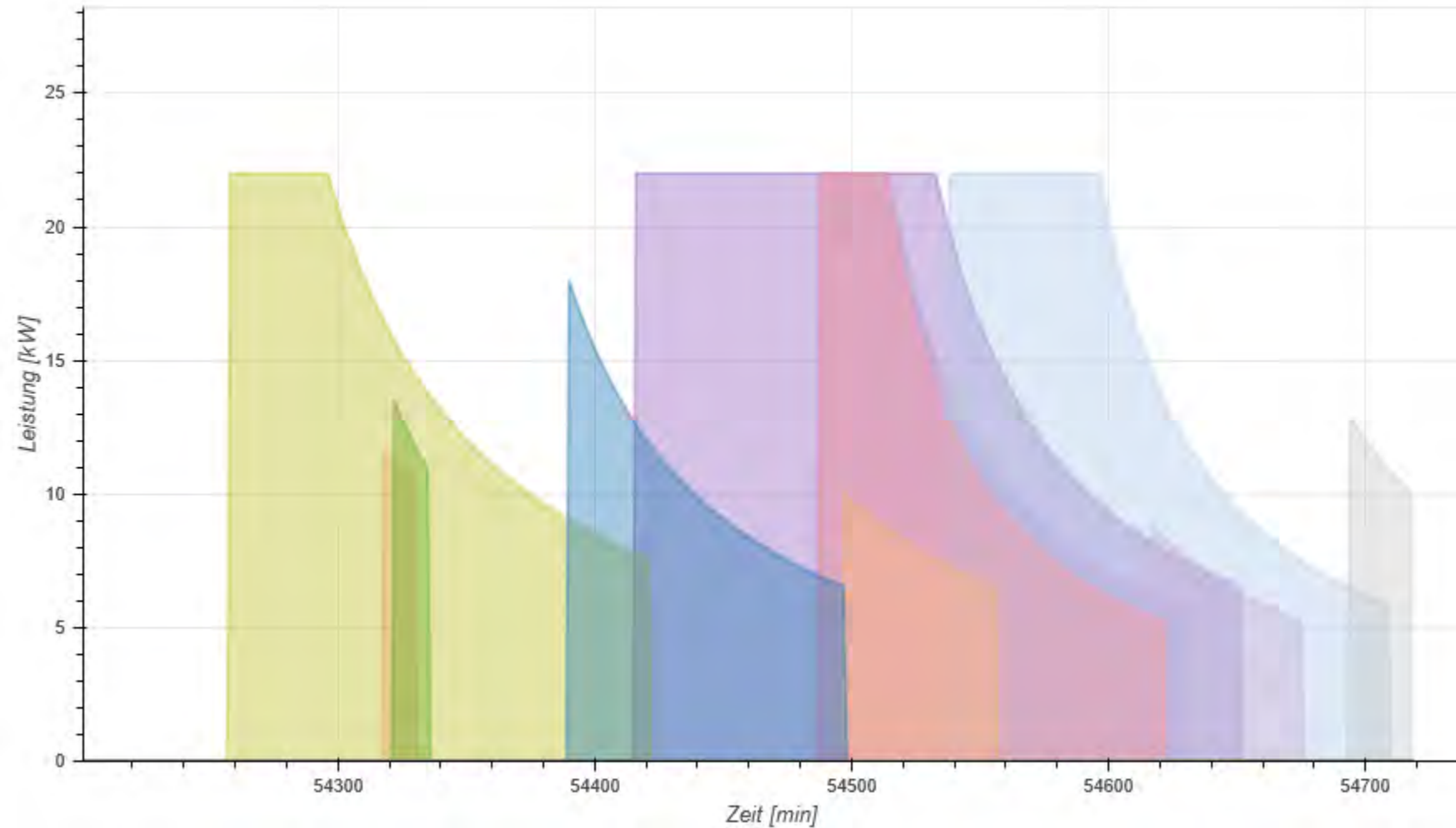


Abbildung 11: Ladekurve eines eAutos bei 22 kW Ladeleistung

- Mithilfe der MiD2017 sowie dem LoadProfileGenerator konnte ein Mobilitätsverhalten sowie ein Ladeverhalten dem CPGeM implementiert werden
- Es könnten synthetische Ladeprofile synchron zur Haushaltsprofilen simuliert werden
- Für die simulation können unterschiedliche Regionen berücksichtigt werden. Die größten Unterschiede sind zwischen Metropolen und Dörfern zu erkennen
- Die Abweichung zum Mittelwert der simulierten Ergebnisse sinkt mit steigender Anzahl der simulierten Haushalte.
- Mit dem implementierten CC/CV-Ladeverhalten können Ladekurven simuliert werden
- Mit den Ergebnissen der Diagramme sowie dem Gleichzeitigkeitsfaktor, Ausnutzungsfaktor, Energiebedarf, Ladeenergiebedarf, Lastspitzen und Ladelastspitzen kann ein synthetisches Netz analysiert und vorhersagen getroffen werden über die zukünftige Netzbelastung von Niederspannungsnetzen.

[1] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/265995/umfrage/anzahl-der-elektroautos-in-deutschland/>

[2] http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf

[3] Herr Dr. Dipl.-Ing. Noha Daniel Pflugradt (2016). Modellierung von Wasser und Energie-verbräuchen in Haushalten. Dissertation. Chemnitz, Technische Universität Chemnitz. Online verfügbar unter <https://www.loadprofilegenerator.de/references/> (abgerufen am 22.02.2021).

[4] Fasthuber Dominik (2019). Fasthuber Dominik - 2019 - Auswirkungen und Potentiale der Integration von...pdf. Wien, TU Wien. Online verfügbar unter <https://repositorium.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/4439/2/Fasthuber%20Dominik%20-%202019%20-%20Auswirkungen%20und%20Potentiale%20der%20Integration%20von...pdf> (abgerufen am 24.09.2021).

[5] Pilotprojekt Elektromobilität 2030, Augdoppler August 2019, S.43), https://www.e-sieben.at/de/projekte/18056_Pilotprojekt_Elektromobilitaet_2030.php