Simulative Analyse der zukünftigen Netzbelastung – Interaktion von PV und Elektromobilität im urbanen Verteilnetz

Andreas Weiß, Adrian Ostermann, Valerie Ziemsky
Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) e.V.
Am Blütenanger 71, 80995 München
aweiss@ffe.de
www.ffe.de

München elektrisiert

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projekt „München elektrisiert“

Die Erhöhung der emissionsfreien Fahrzeuge ist eines der übergeordneten Ziele des *Sofortprogramms Saubere Luft 2017-2020*, in welchem die FfE im Rahmen des Förderprojekts *München elektrisiert* als wissenschaftlicher Partner mitwirkt (Förderkennzeichen: **01MZ18010B**). Das Sofortprogramm adressiert den Förderaufruf „Errichtung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge im engen Zusammenhang mit dem Abbau bestehender Netzhemmnisse sowie dem Aufbau von Low Cost-Infrastruktur und Mobile Metering-Ladepunkten“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vom 28. Dezember 2017. Das Projekt *München elektrisiert* nimmt sich insbesondere dem Auf- und Ausbau von Ladeinfrastruktur an, um die Elektromobilität sowohl für Privatpersonen als auch für Gewerbebetriebe attraktiver zu machen. Insgesamt zielt das Vorhaben darauf ab, in München **3.800 neue Ladepunkte** zu schaffen.

Projektziele der FfE

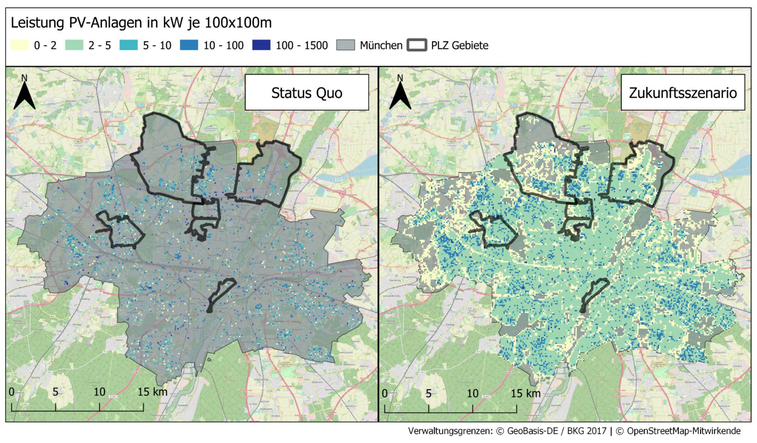
- Simulative Beurteilung des Status Quo der Netzbelastung mit dem Verteilnetzsimulationsmodell **„GridSim“**
- Analyse der Auswirkungen unterschiedlicher Ladeinfrastrukturarten (privates, öffentliches & halböffentliches Laden, Arbeitgeberladen) und deren Betriebsweisen
- Energiewirtschaftliche Bewertung von Ladevorgängen und Ableitung von Handlungsempfehlungen

Weitere Infos

scan me

Modellierung der zukünftigen Netzbelastung Münchens

- Erzeugung von charakteristischen Niederspannungs-Typnetzen in verschiedenen Postleitzahlgebieten der Stadt München
- Zuordnung verschiedener Komponenten zu Gebäuden anhand von Strukturparametern und Prognose der **Entwicklung bis 2030**:
  - PV-Anlagen: Bundesweit 52 GW installierte Gebäude PV-Leistung führt zu 142 MW auf 9.036 Gebäuden in München
  - Hausspeichersysteme: Bundesweit 530.000 Hausspeichersysteme davon 2.928 in München
  - Ele. Speicherheizungen: Jährliche Abnahmerate 1,1 % bzw. 0,9 % (in Ein- bzw. Mehrfamilienhäuser) führt zu 5.960 versorgten Gebäuden in München
  - Wärmepumpen: Bundesweiter Anteil von 15 % in 2030 führt zu 10.350 versorgten WP-Gebäuden in München
  - Elektrofahrzeuge: Bundesweit 10 Mio. Elektrofahrzeuge davon 71.163 in München
- Simulation der Netzbelastung von Postleitzahlengebieten Münchens im Modell „GridSim“ mittels Monte-Carlo-Verfahren



Verwaltungsgrenzen: © GeoBasis-DE / BKG 2017 | © OpenStreetMap-Mitwirkende

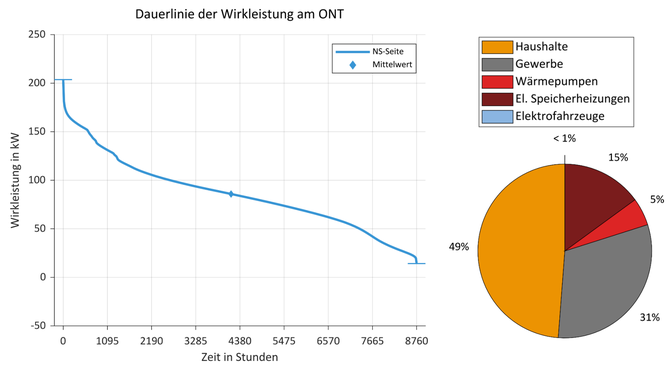
Entwicklung der Netzbelastung in PV geprägtem Untersuchungsgebiet

Netzbelastung im Status Quo

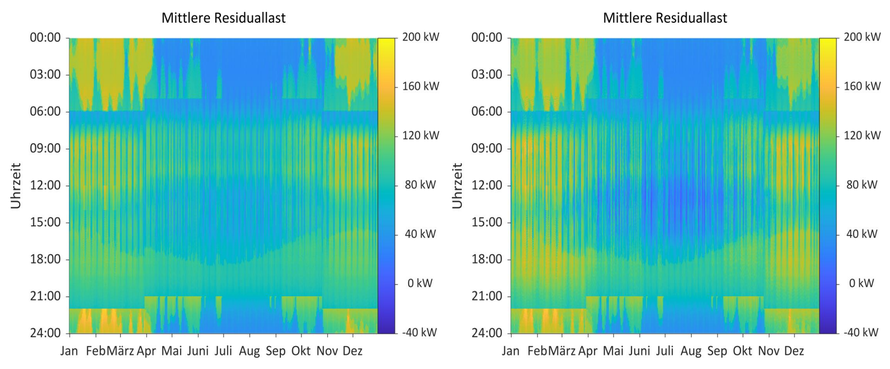
- Die Grundbelastung des Verteilnetzes variiert regional in Abhängigkeit der Siedlungsstruktur
- Die Netzbelastung ist durch Haushaltslasten bestimmt und wird durch Komponenten wie PV-Anlagen und Wärmepumpen nur geringfügig beeinflusst
- Ele. Speicherheizungen prägen die Spitzenlast im mittleren Verteilnetz während Elektrofahrzeuge und Hausspeichersysteme nur marginalen Einfluss nehmen
- Im mittleren Verteilnetz treten keine Überlastungen in Ortsnetztransformatoren oder Leitungen auf und die Grenzwerte des Spannungsbandes werden nicht über-/unterschritten

Netzbelastung 2030

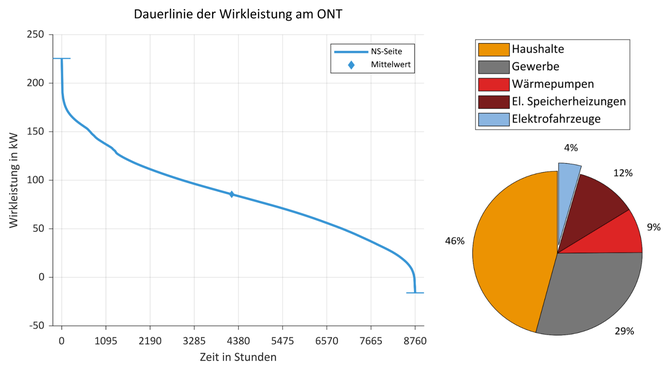
- Bei veränderten Komponenten bestimmen weiterhin Haushalte und Gewerbe die grundlegende Netzbelastung
- Höhere Belastungen im mittleren Verteilnetz treten in den Mittags- und Abendstunden im Winter durch die Kompensation von ele. Speicherheizungen durch Wärmepumpen sowie durch vermehrte, ungesteuerte Ladevorgänge der zusätzlich verteilten Elektrofahrzeuge auf (vgl. Heatmap-Darstellungen)
- Eine höhere Einspeiseleistung durch zugebaute PV-Anlagen führt zu Zeitpunkten im Jahr, in welchen Energie in das Mittelspannungs-Netz zurückgespeist wird



Mittleren Residuallast und Komponentenanteil am Strombezug im Status Quo



Vergleich der zeitlichen und saisonalen Verläufe der Residuallast im Status Quo (links) und Zukunftsszenario (rechts)



Mittleren Residuallast und Komponentenanteil am Strombezug im Zukunftsszenario (ungesteuerte Ladung der EFZ)

Interaktion von PV-Anlagen und Elektromobilität

Netzbelastung durch PV-Anlagen und Elektromobilität

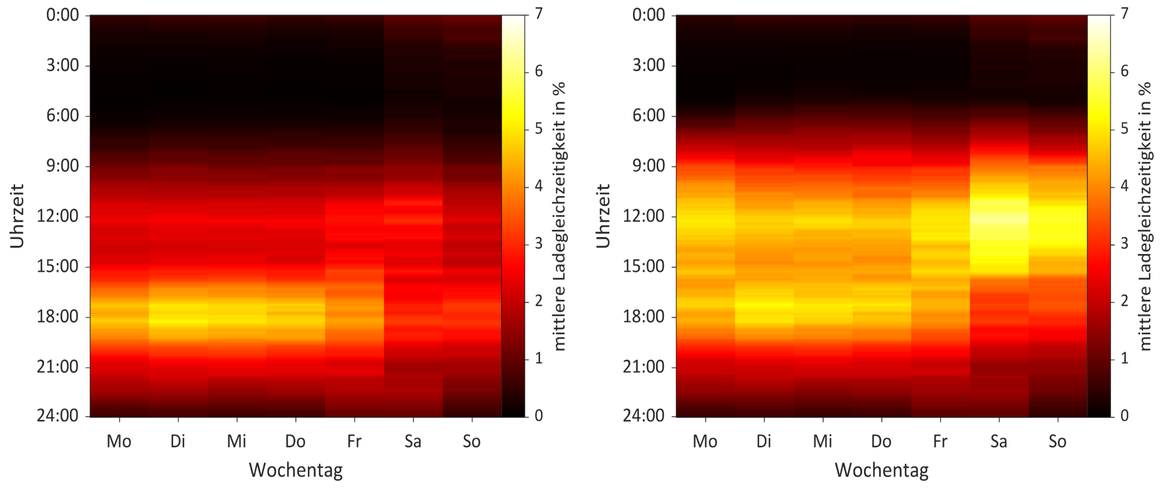
- Geringfügige Änderung der absoluten Netzbelastung durch Wechsel zu eigenverbrauchoptimierten Laden
- Keine Überlastung der Betriebsmittel bei in der Spitze gleichbleibenden Ladegleichzeitigkeiten (vgl. Abbildung)
- Zeitliche Änderung der maximalen Ladegleichzeitigkeit (vgl. Abbildung)

Interaktion von PV-Anlagen und Hausspeichersystemen

- Deutlich erhöhter Eigenverbrauchsanteil bei Gebäuden mit Elektrofahrzeug und Hausspeichersystem
- Deutlich erhöhter Eigenverbrauchsanteil bei eigenverbrauchoptimierten Laden der Elektrofahrzeug im Vergleich zu ungesteuertem Laden – mit und ohne Hausspeichersystem
- Der Eigenverbrauchsanteil aus der PV-Energie kann durch Kombination von PV-Anlage, Hausspeichersystem und Elektrofahrzeug auf über 90 % erhöht werden

Auswirkung von PV-Anlagen auf EFZ-Kennwerte

- Auf das Jahr bezogen resultieren minimal geringerer mittlerer Ladezustände (SOC) und Anteile der vollelektrischer Fahrten durch eigenverbrauchoptimiertes Laden
- Der Anteil vollelektrischer Fahrten wird nur geringfügig von PV-Anlagen und Hausspeichersytemen beeinflusst



Vergleich der mittleren Ladegleichzeitigkeit bei ungesteuertem Laden (links) und eigenverbrauchoptimiertem Laden (rechts)

Fazit

Der Einfluss von PV-Anlagen, Elektrofahrzeugen und Hausspeichersystemen auf die mittleren Verteilnetze einer Region wurde durch Simulation der Netzbelastung für verschiedene Szenarien analysiert. Sowohl im Status Quo als auch im Projektionsjahr 2030 treten im mittleren Verteilnetz der untersuchten Region weder durch ungesteuertes noch durch eigenverbrauchoptimiertes Laden von EFZ Grenzwertüberschreitungen oder Überlastungen von Betriebsmitteln auf. Die Kombination aus PV-Anlage, Hausspeichersystem und eigenverbrauchoptimiert ladenden Elektrofahrzeug führt im Mittel zu sehr hohen Eigenverbrauchsanteilen. Kommende Simulationen werden insbesondere höhere Durchdringung von EFZ unter der Berücksichtigung verschiedener Ladesteuerungen betrachten, um den Einfluss größerer Fahrzeugflotten oder Aggregatoren sowie die Potenziale möglicher Geschäftsmodelle zu ermitteln.