



AUSWIRKUNGEN EINER FLÄCHENDECKENDEN LADEINFRASTRUKTUR FÜR ELEKTROMOBILITÄT AUF DIE VERTEILNETZEBENE

15. Symposium Energieinnovation, 14.-16.02.2018, Graz/Austria

BMW-FÖRDERPROGRAMM (SINTEG)

"SCHAUFENSTER INTELLIGENTE ENERGIE - DIGITALE AGENDA FÜR DIE ENERGIEWENDE"

Wichtiger Beitrag zur Digitalisierung der Energiewende

- Ein Modell für intelligente Netze und Märkte
- Eine "Blaupause" für die Energiewende

Zentrale Themen

- Effizienter und sicherer Netzbetrieb bei hohen Anteilen EE
- Hebung Effizienz- und Flexibilitätspotenziale
- Interaktion von Netz und Markt



Ziel des Förderprogramms

- Lösungen für eine klimafreundliche, effiziente und sichere Energieversorgung mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien sollen entwickelt und großflächig demonstriert werden.

SINTEG in Zahlen

- Über 200 beteiligte Unternehmen
- Ein Fördervolumen von ca. 230 Mio. Euro
- Die Laufzeit beträgt 4 Jahre

GLIEDERUNG

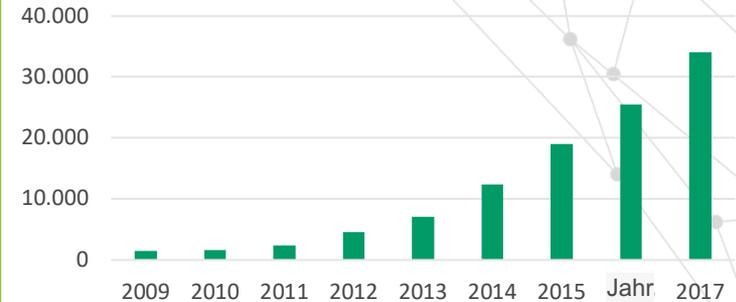
1. **Hintergrund und Motivation**
2. **Methodisches Vorgehen**
 - Identifikation von Standorten für Ladeinfrastruktur
 - Generierung synthetischer Zeitverläufe für Ladevorgänge
3. **Ergebnisse**
 - Szenarien im Projekt Designetz
 - Vorstellung der Untersuchungsregion
 - Auswirkungen der Ladeinfrastruktur auf das Verteilnetz
4. **Fazit und Zusammenfassung**

ELEKTROMOBILITÄT UND LADEINFRASTRUKTUR

- Starker Anstieg der Anzahl an E-KFZ erwartet
 - Politische Ziele: Bis 2030 sechs Millionen E-KFZ
 - Förderprogramme für E-KFZ und Ladeinfrastruktur
- Integration der Ladeinfrastruktur in die Verteilnetze
- Ladeinfrastruktur hauptsächlich in Nieder- und Mittelspannungsebene angeschlossen
- Auswirkungen auf Netzplanung/-betrieb zu untersuchen
- Im Projekt Designetz Untersuchung exemplarischer Netze
 - Identifikation mögl. Standorte für Ladeinfrastruktur
 - Generierung realitätsnaher Lade-Zeitreihen
 - Simulation der Auswirkungen auf das Netz

Bestandsentwicklung Elektrofahrzeuge in DE

(Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Stand: 1. Januar 2017)

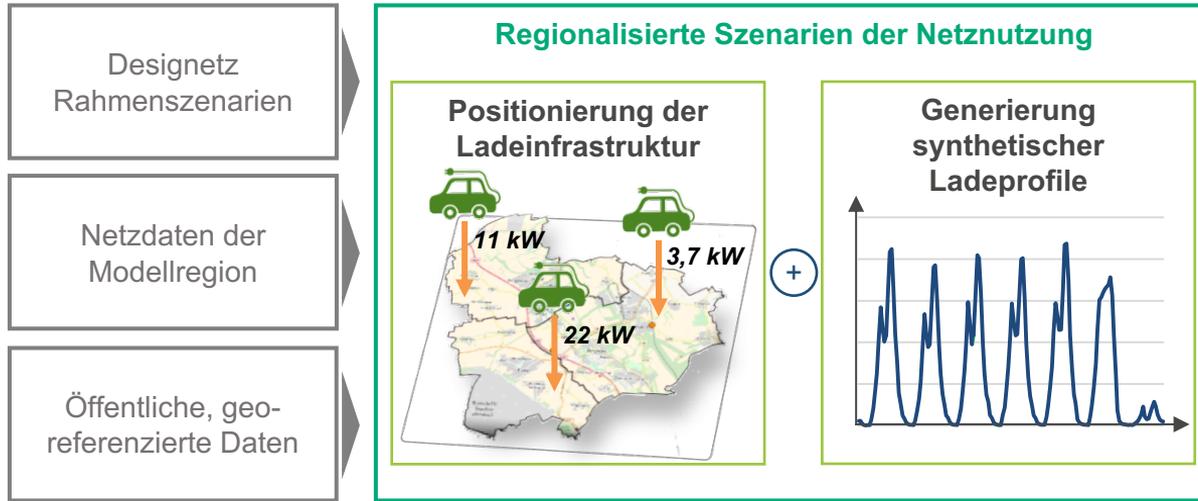


Maßnahmen für Markthochlauf der Elektromobilität

(Quelle: Nationale Plattform Elektromobilität, 2016)



ÜBERSICHT

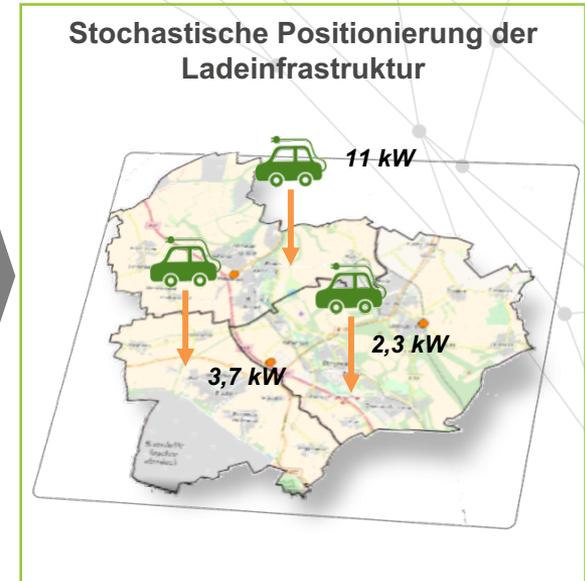
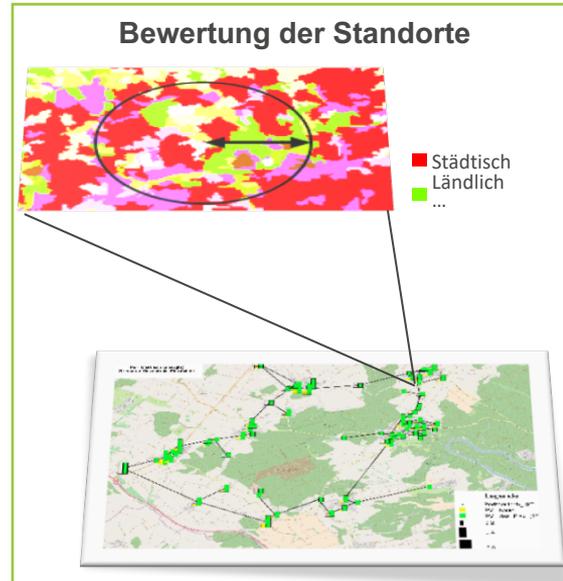


Simulation der Netzbelastung je Szenario

- Berücksichtigung von Steuerungseingriffen in Ladeprofile (*Abh. von simulierten Flexibilitätsoptionen*)
- Leistungsflusssimulation in stündlichem Zeitraster
 - Bestimmung kritischer Betriebsmittelbelastungen
 - Bestimmung kritischer Knotenspannungen

STANDORTE FÜR LADEINFRASTRUKTUR

- Verteilung privater Ladeinfrastruktur auf bestehende Netzkunden
- Analyse der Flächennutzung (städtisch, ländlich, gewerbl.) über CORINE Landcover
- Stochastische Positionierung der Ladeinfrastruktur nach Güte der Flächennutzung
- Stochastische Zuordnung der Ladenennleistungen



ÖFFENTLICHE LADEINFRASTRUKTUR

- Identifikation von Parkplätzen im Netzgebiet über Open-Street-Map (OSM)
- Zuordnung des Flächenschwerpunkts zu Netzknoten mit kürzester Distanz
- Fläche des Parkplatzes als potentielle Eignung des Standorts bei Regionalisierung
- Zuordnung von dreiphasigen Ladesäulen und Schnellladestationen

Parkplätze gemäß OSM



Zuordnung zu Netzknoten



■ Parkplatzfläche (OSM)

• Flächenschwerpunkt

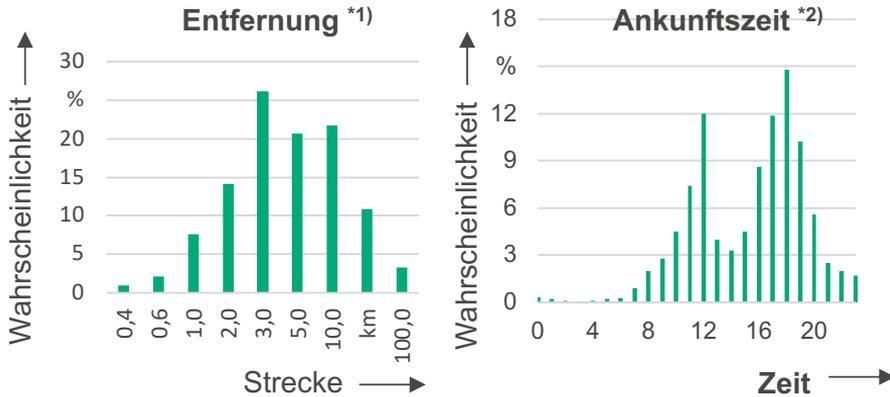
● Netzknoten

— Zuordnung Parkplatz zu Netzknoten

ZEITVERLÄUFE DER LADEVORGÄNGE

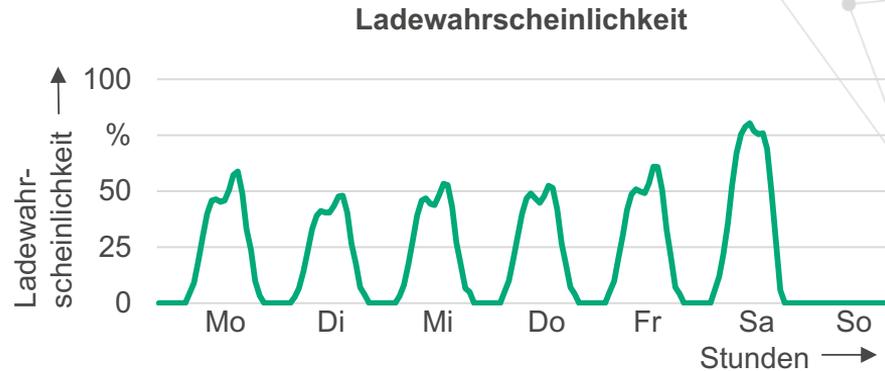
Privates Laden

- Modellierung verschiedener Fahrertypen (Pendler, Gelegenheitsfahrer, Gewerbe)
- Bestimmung des ungest. Ladeverhaltens über Entfernung und Ankunftszeit



Laden im öffentlichen Raum *3)

- Ableitung der Auslastung öffentlicher Ladeinfrastruktur auf Parkplätzen über zeitlichen Verlauf der Auslastung von Einzelhandelsgeschäften der Region



*1) Mobilität in Deutschland, 2008 /INFAS-01 10/

*2) Commissariat Général au Développement Durable, Les véhicules électriques en perspective, 2011

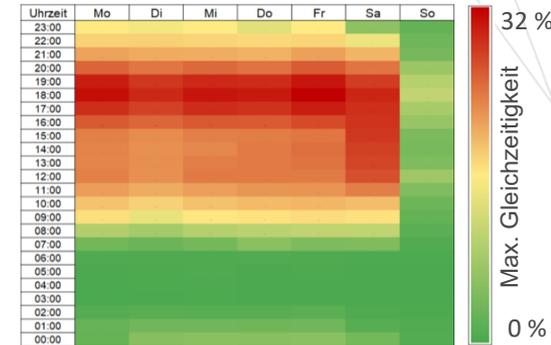
*3) Google

GENERIERUNG SYNTHETISCHER LADEPROFILE

- Bei mehreren Ladesäulen an einem Netzkunden oder einer unterlagerten Netzebene werden die Ladeprofile aggregiert



- Anwendung des Modells für nachfolgend betrachtetes MS-Netz
- Maximale Gleichzeitigkeiten von ca. 31 % (*Zeitpunkt: Freitag 18 Uhr*)
- Abgleich mit anderen Studien zeigt vergleichbare Gleichzeitigkeiten
 - 25 % in Dissertation Nobis, 2016, TU München *1)
 - 33 % in Untersuchungen des Netzbetreibers Avacon *2)



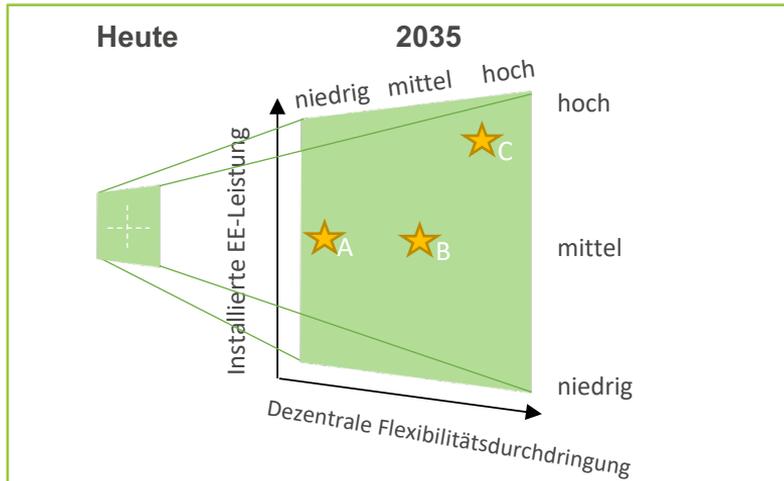
*1) Nobis, Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Analyse der Netzstabilität in Wohngebieten mit Elektrofahrzeugen, Hausspeichersystemen und PV-Anlagen, Dissertation München, 2016

*2) Lehde, Autos im Stromnetz von morgen – Was wissen wir schon heute?, 2016

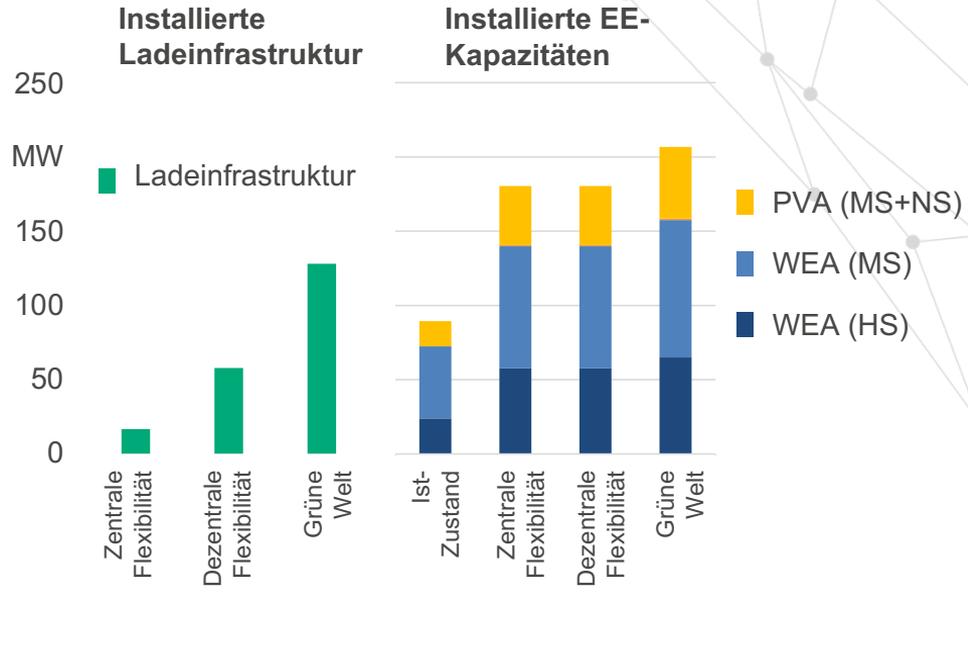
SZENARIEN IM PROJEKT DESIGNETZ

Drei DESIGNETZ Rahmenszenarien

- A: Zentrale Flexibilität / Referenz
- B: Dezentrale Flexibilität / Best-Guess
- C: Grüne Welt / Beschleunigte Energiewende

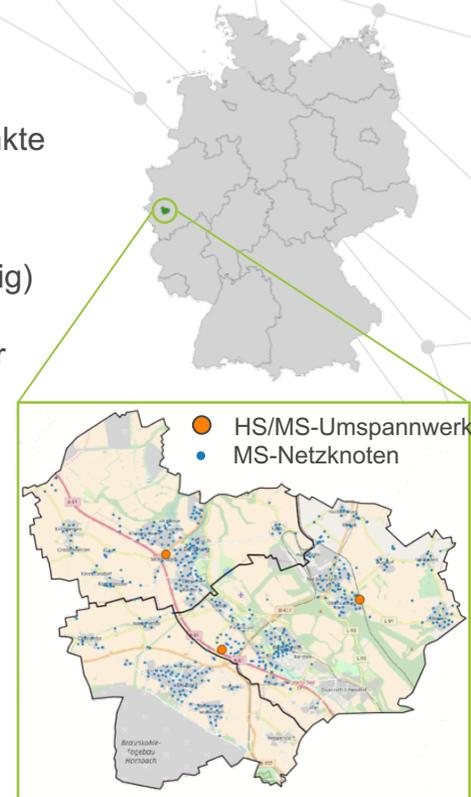


Betrachtetes Netzgebiet

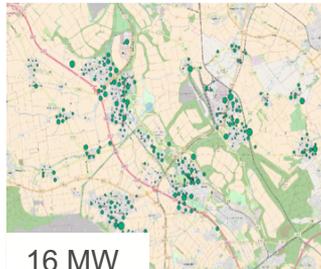


VORSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSREGION

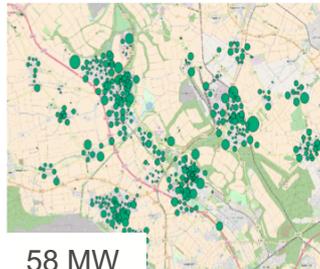
- Mittelspannungs-Netzgebiet umfasst drei Gemeinden
 - Fläche von ca. 243 km² mit ca. 106 Tsd. Einwohnern
 - ca. 600 MS-Anschlusspunkte (Kunden/Ortsnetzstationen), ca. 30.000 NS-Anschlusspunkte
- Ladeinfrastruktur in der Untersuchungsregion je Szenario
 - Nennleistungen einzelner Ladepunkte: 2,3 kW und 3,7 kW (einphasig), 11 kW (dreiphasig) sowie 50 und 150 kW Schnellladestationen
 - (Vor)Städtische Ladepunkte vor allem mit Profilen für Pendler und Gelegenheitsfahrer
 - Industriell/landwirtschaftlich geprägte Gebiete: verstärkt gewerbliche Ladeprofile
 - Schnellladestationen nur im öffentlichen Raum angenommen



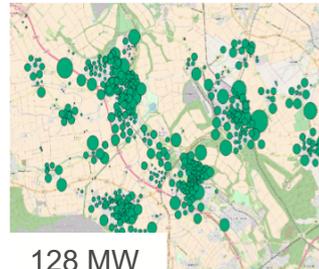
Zentrale Flexibilität



Dezentrale Flexibilität

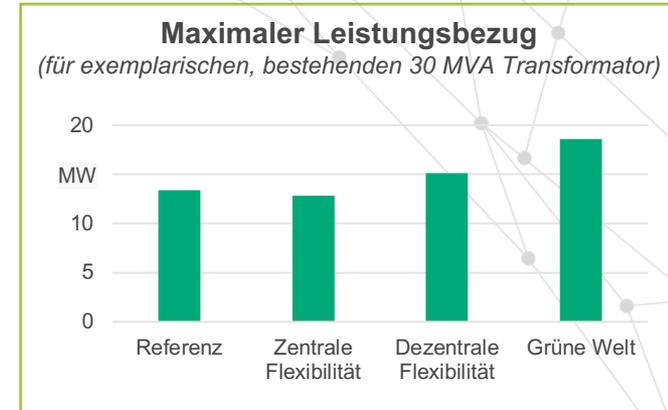


Grüne Welt



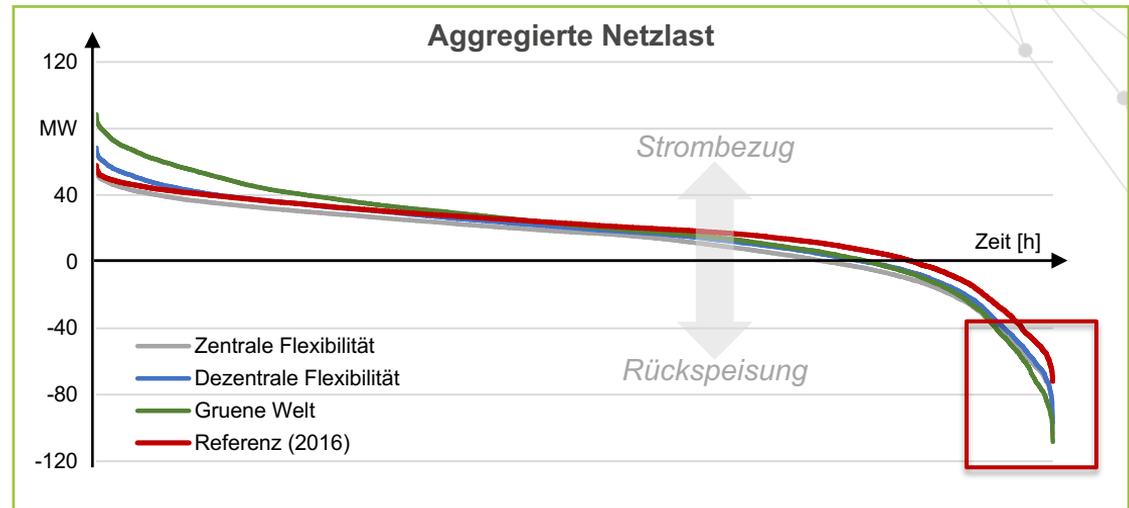
AUSWIRKUNGEN AUF DAS VERTEILNETZ

- Je Szenario Simulation des ungestörten Betriebs
 - Lastflussberechnungen für ein Jahr in stündlichem Zeitraster
 - Referenzrechnung: Ist-Zustand ohne E-KFZ
- Spannungen im MS-Netz im ungestörten Betrieb unkritisch (Minimale Spannung sinkt von 20,1 kV auf 19,8 kV)
 - Effekt der Ladevorgänge auf die NS-Ebene wird im weiteren Projektverlauf untersucht
- Keine (n-1)-Sicherheit in Szenarien „Dezentrale Flexibilität“ und „Grüne Welt“ für max. Leistungsbezug
 - Maßnahmen durch den Netzbetreiber werden erforderlich
 - Ausbau des Netzes gemäß aktueller Planungsgrundsätze
 - Alternativ ist ein Einsatz netzdienlicher Ladestrategien für E-KFZ denkbar



AUSWIRKUNGEN AUF DAS VERTEILNETZ

- Auswertung der aggregierten Leistungsflüsse über alle bestehenden HS/MS-Transformatoren
(Nicht enthalten sind Einspeisungen aus neuen Windparks mit eigenen HS/MS-Transformatoren)
- Situationen mit hoher EE-Einspeisung (zumindest ohne Einspeisemanagement) zukünftig die auslegungsrelevante Situation für viele Betriebsmittel
- Wechselwirkung zwischen steuerbaren Lasten und Integration weiterer EE-Anlagen zu untersuchen



FAZIT

Motivation

- Untersuchung der Auswirkungen einer massiven Integration von Ladeinfrastruktur für E-KFZ in der Nieder- und Mittelspannungsebene auf Netzplanung und Netzbetrieb

Methodisches Vorgehen

- Identifikation von Standorten für Ladeinfrastruktur auf Basis öffentlich zugänglicher Daten
- Generierung realitätsnaher Zeitreihen für Ladevorgänge

Exemplarische Ergebnisse *(für untersuchtes Mittelspannungsnetz)*

- Deutlich erhöhte Auslastungen einzelner Betriebsmittel durch Ladevorgänge
- Zukünftig jedoch EE-Einspeisung häufig auslegungsrelevante Größe

Ausblick

- Untersuchung intelligenter Alternativen zu konventionellen Netzausbaumaßnahmen
 - Anwendung intelligenter Steuerungsstrategien des Netzes, netzdienliche Ladestrategien, etc.
- Ausweitung der Untersuchungen auf exemplarische NS-Netze

KONTAKT

M.Sc. Jan Kellermann

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW), RWTH Aachen University

Tel: +49 (0)241 80-96718
E-Mail: km@iaew.rwth-aachen.de
Website: <http://www.iaew.rwth-aachen.de>

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser

M.Sc. Lukas Lühr

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW), RWTH Aachen University

Tel: +49 (0)241 80-96713
E-Mail: lo@iaew.rwth-aachen.de
Website: <http://www.iaew.rwth-aachen.de>

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser