

KielFlex - Kiel als Vorbild für intelligente Ladeinfrastruktur in einem flexiblen Stromnetz

Workshop LE Netzwerk, 22.11.2019

Sebastian Brüske



Chair of Power Electronics
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Kaiserstraße 2
24143 Kiel



KielFlex Projekt – NO₂-Reduzierung durch mehr Ladeinfrastruktur für Kiel



- Ziel: Reduktion der NO₂ - Emissionen in Kiel durch höhere Netzintegration von Ladeinfrastruktur mit minimalem Netzausbau
- Realisierung: Entwickeln eines intelligenten Netzmanagements und eines E-Mobility-Management Systems
- Projektvolumen: 6.6 Mio €
Laufzeit bis Sept. 2020
- Projektverlängerung: ~2.5 Mio €
Laufzeit bis Sept. 2022

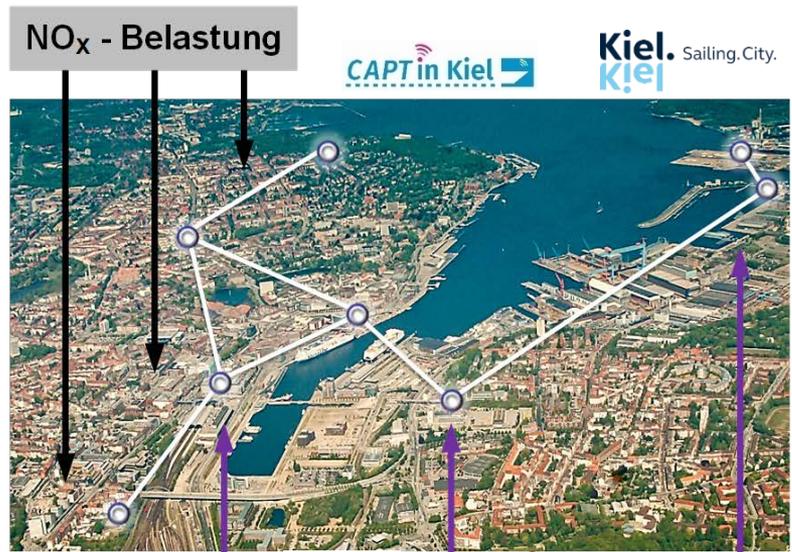


Individualverkehr

Nachrüstung an bestehenden Wohnquartieren

Bahnhof (Taxis)

Wohnungsneubau



ÖPNV

Busendhaltstelle

KVG Betriebshof

E-Mobility-Management System

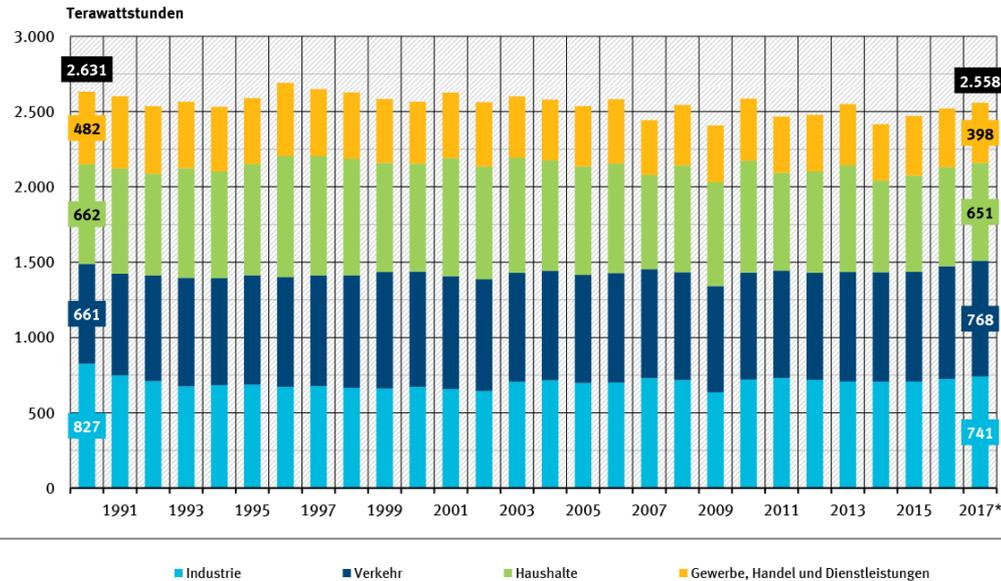


Intelligentes Netzmanagement

Verhindern von Netzausbauhemmnissen



Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren

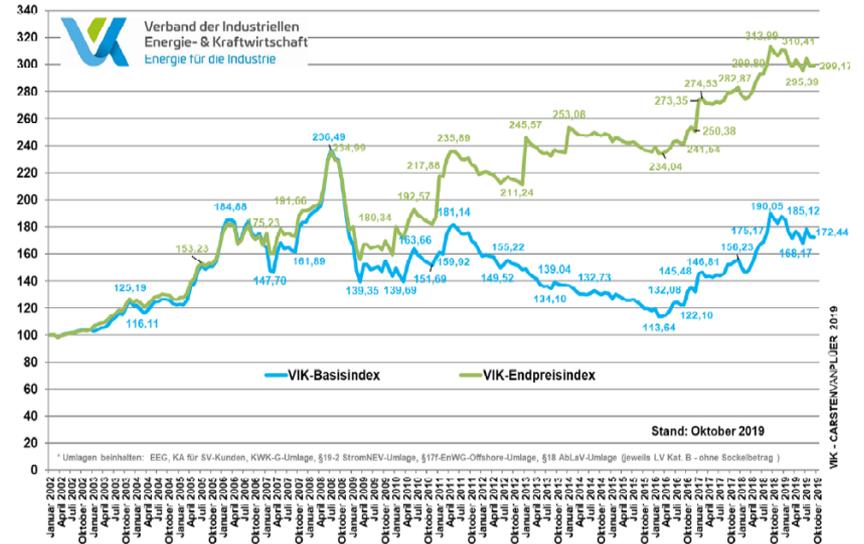
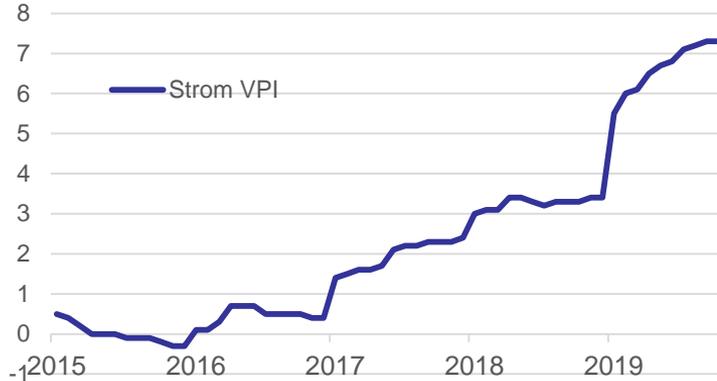


* vorläufige Angaben

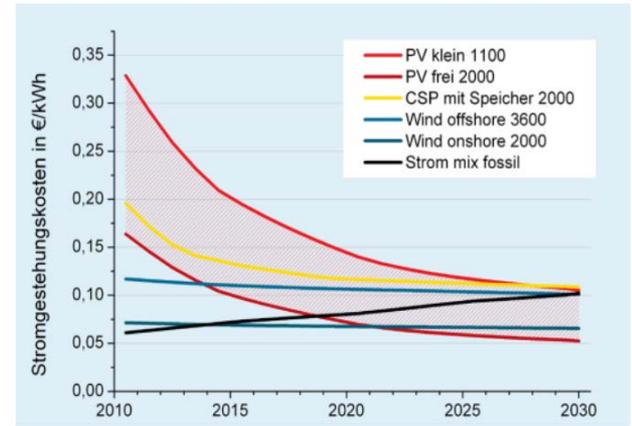
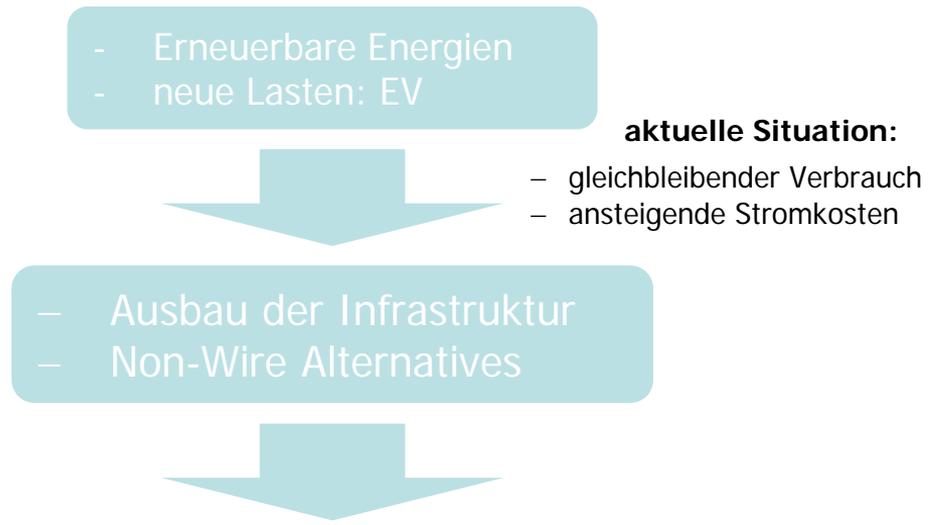
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2017, Stand 07/2018

Non-Wire Alternatives

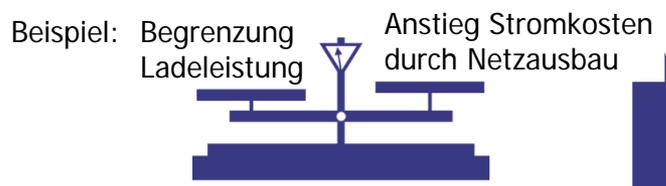
Verbraucherpreisindex Strom Deutschland,
Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019



Non-Wire Alternatives – Weshalb?



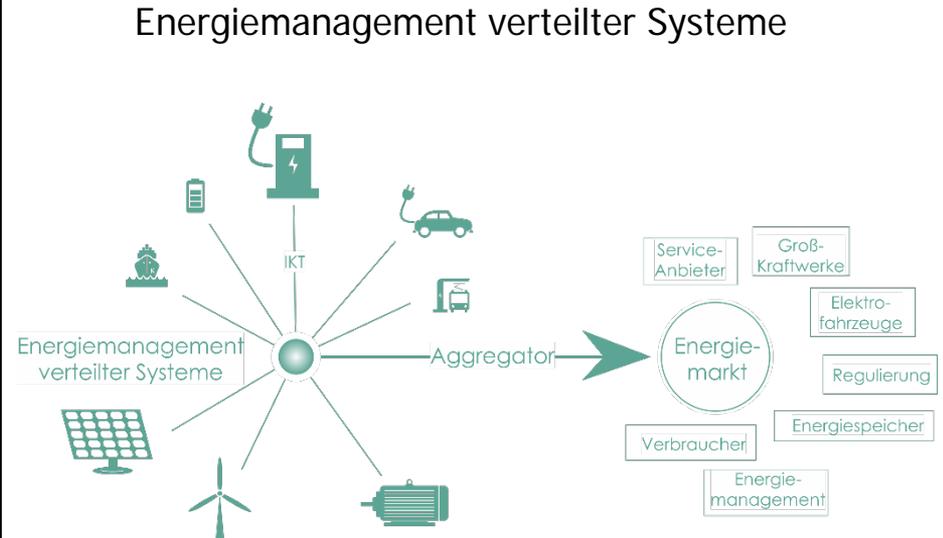
Quelle: © Fraunhofer ISE



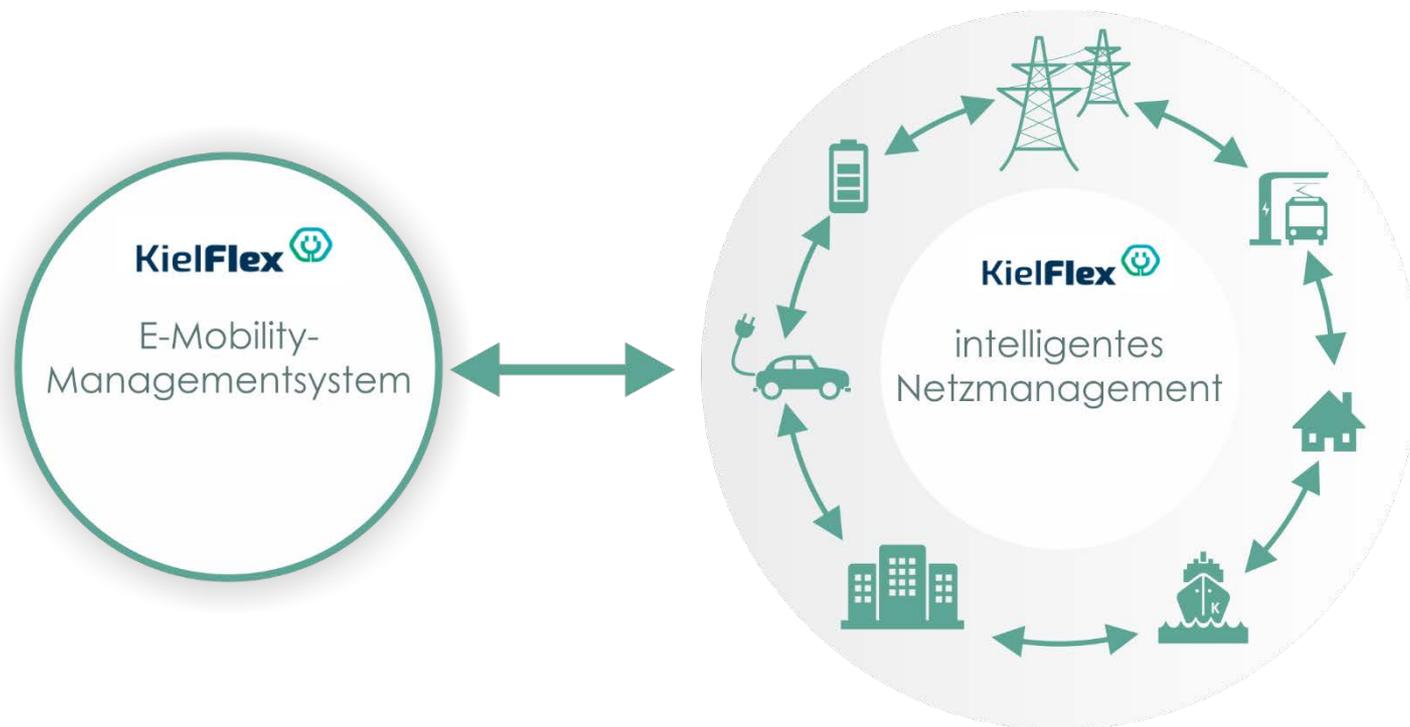
- Steigerung der Energieeffizienz
 - Einsatz von LED Leuchtmitteln etc.
- Intelligentes DER Management (distributed energy resources)
 - Integration von PV, Wind, Energy Storage etc.
- Intelligentes Lastmanagement
 - Peak Shaping, zeitliche Lastverschiebung, Netzstützung etc.



Energiemanagement verteilter Systeme (virtuelles „Kraftwerk“)



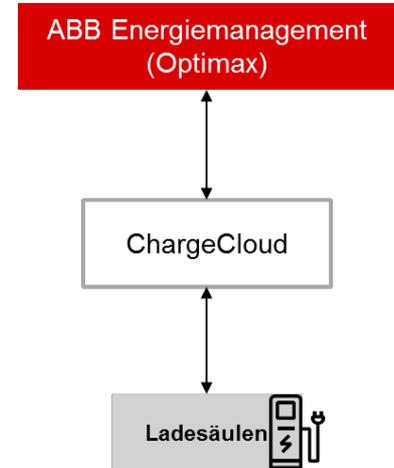
Non-Wire Alternatives – E-Mobility-Management in KielFlex



Non-Wire Alternatives – LIS Ladestrategien in KieFlex

Abhängig von gewünschter Anwendung können unterschiedliche Strategien für das Lastmanagement angewendet werden

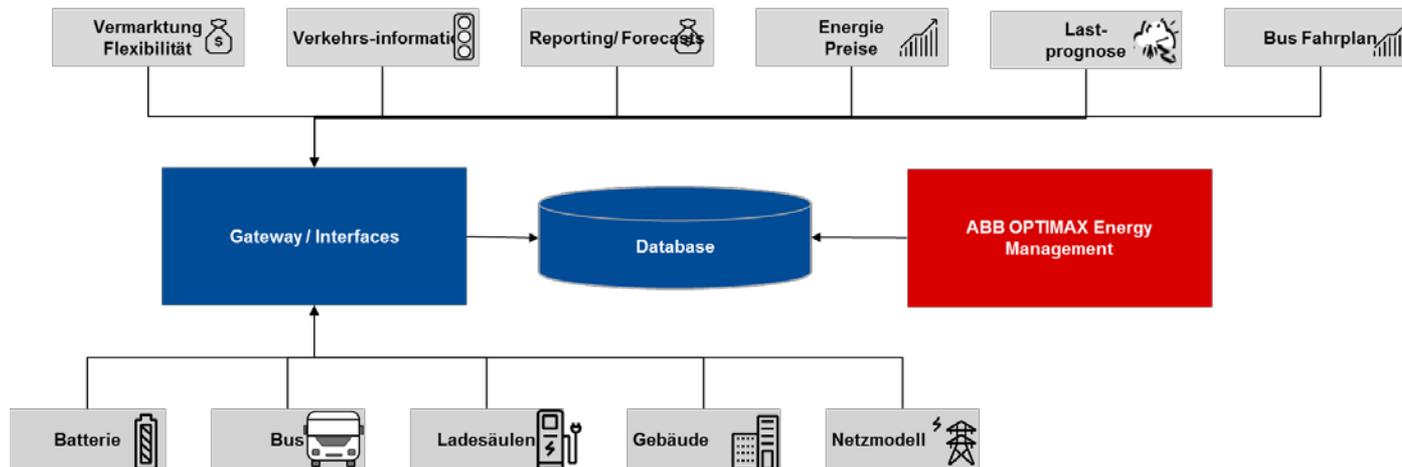
- **Statisches Lademanagement** – fest verfügbares Limit an Strom, welches auf Fahrzeuge aufgeteilt wird
- **Dynamisches Lademanagement** – Ladeleistung ändert sich je nach verfügbarem Strom („Peak Shaping“, priorisierte Leistungsbegrenzung)
- **Optimiertes Laden** – unter Berücksichtigung von Fahrplänen und Energiepreisen



Non-Wire Alternatives – Energiemanagement-Systeme in KielFlex

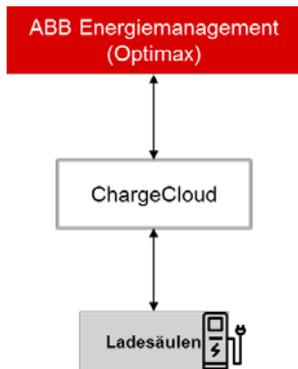
Einbindung der technischen Einheiten via Standardschnittstellen

● IFF
● ABB

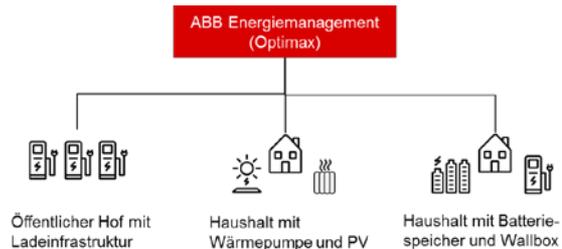


Non-Wire Alternatives – Anwendungsfälle in KieIFlex

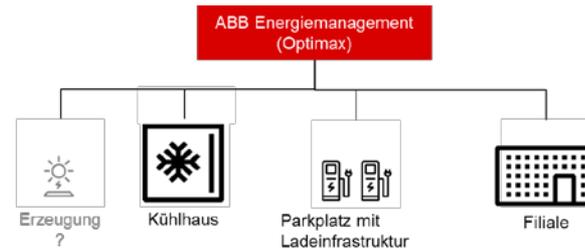
Betriebshof



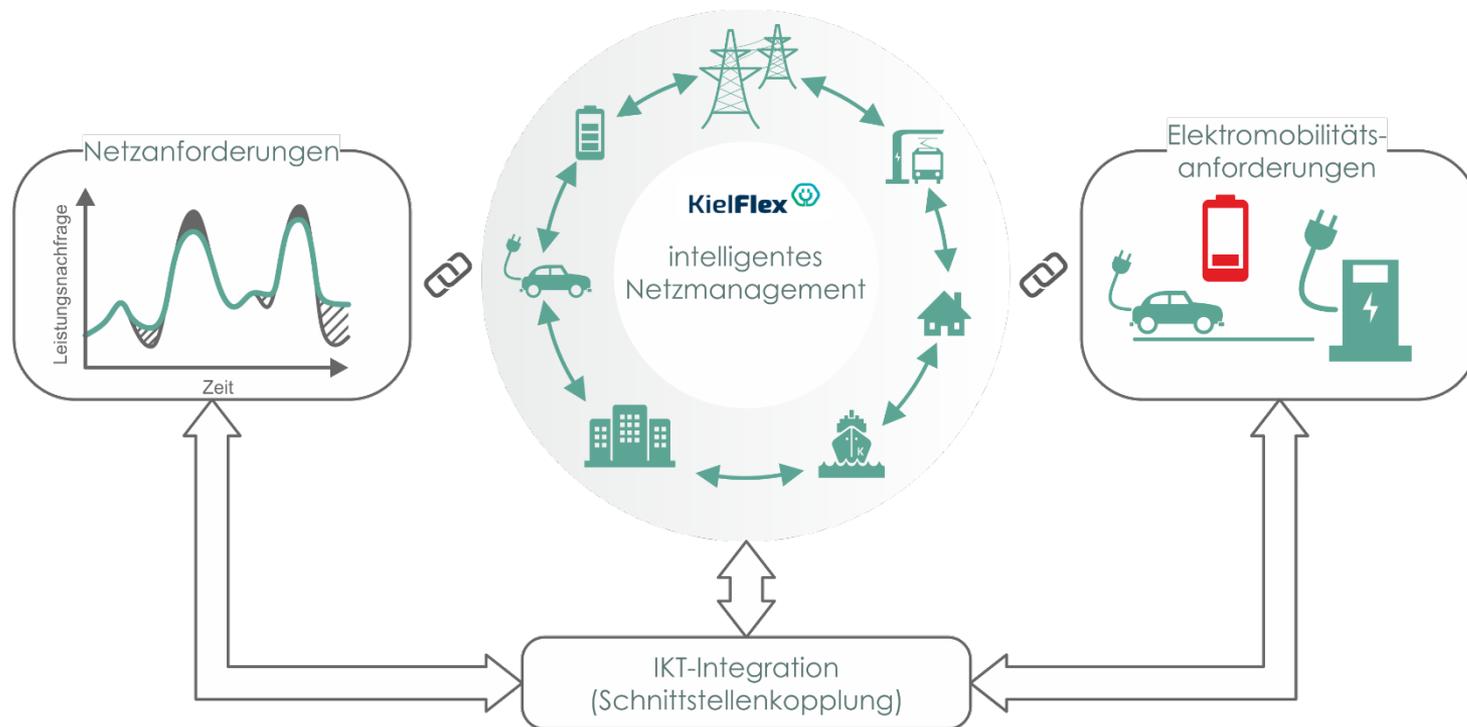
Stadtquartier



Supermarkt



Intelligentes Netzmanagement durch LIS



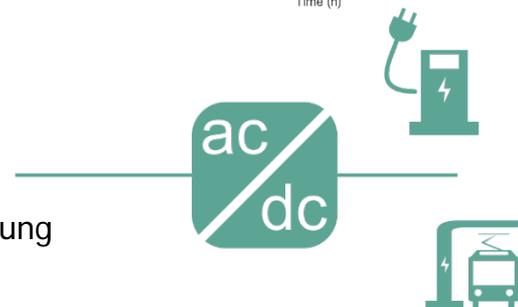
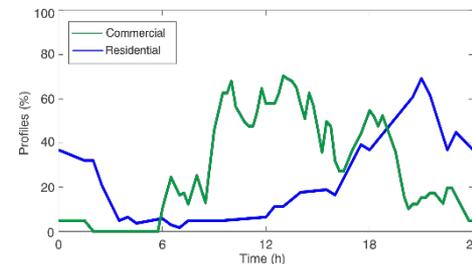
max. Ladeleistung wird nicht dauerhaft abgerufen (Ladeprofil, unbelegte LIS)

1. Lastmanagement

- Reduktion der Spitzenlast: Verringerung der Lastvariabilität
- Reduktion der Scheinleistung: Erhöhung der Hosting-Kapazität des Netzes

2. Spannungsregelung

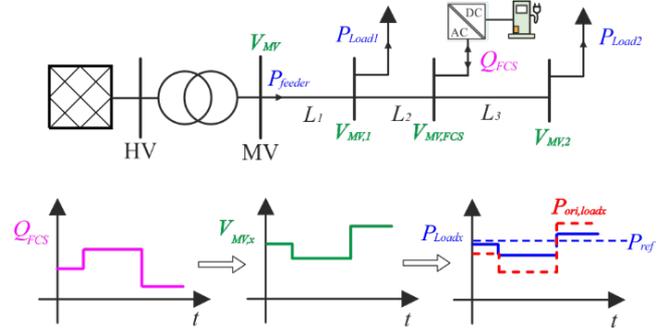
- Netzspannung sinkt bei hoher Ladeleistung ab
- Spannungsregelung muss Vorgaben der Netzanschlussregeln berücksichtigen
- Blindleistungssteuerung durch Ladeinfrastruktur unterstützt die Spannungsregelung



Intelligentes Netzmanagement durch LIS – Bereitstellung von Netzservices

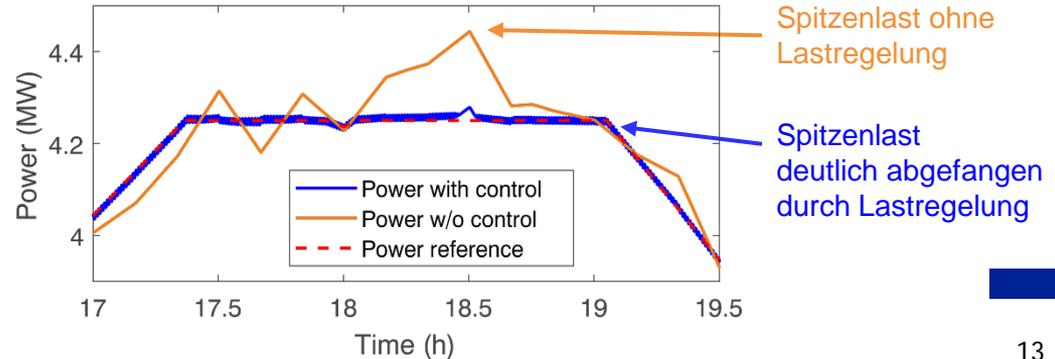
1.a) Verringerung der Lastvariabilität

- Einspeisung von Blindleistung ermöglicht die Regelung der Spannung
- Der Leistungsverbrauch ändert sich aufgrund der Netzspannungs-Variation



Regelung des Leistungsverbrauches durch Blindleistungseinspeisung

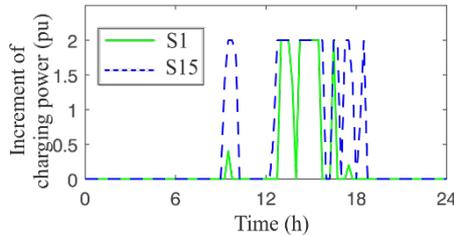
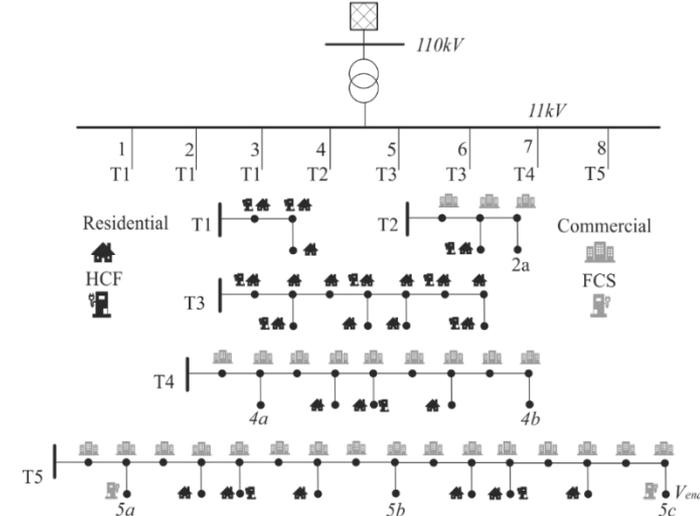
Prinzip des Lastmanagements mit LIS



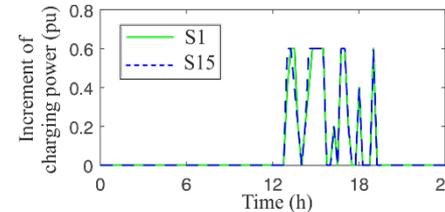
Platzierung von LIS als Optimierungsproblem

Ziel: Erhöhung der Ladeenergie für „Home-Charger“ durch gesteuerte Ladestationen

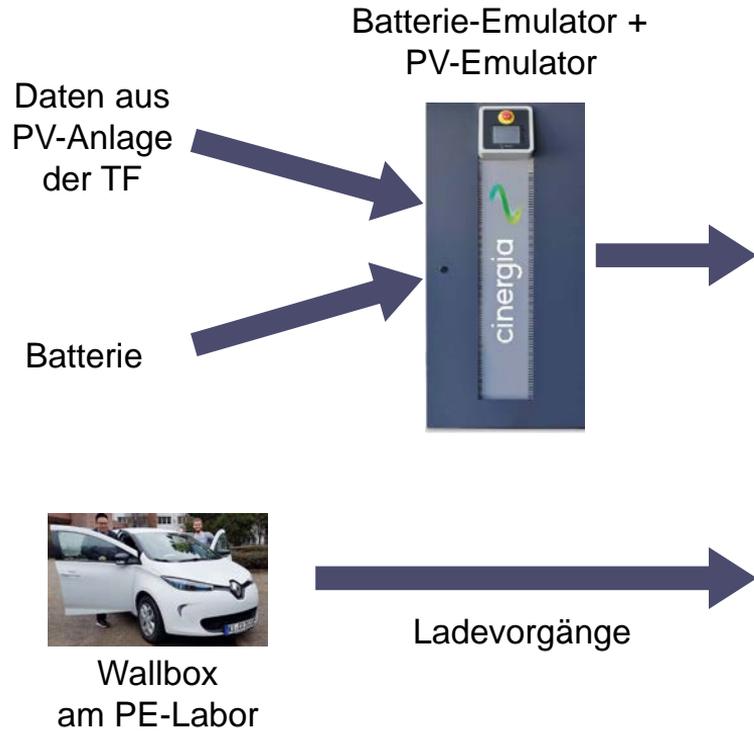
- Optimierungs-Algorithmus zur Identifikation geeigneter Anschlusspunkte
 - zuvor bspw. Identifikation möglicher Anschlusspunkte durch Verfahren, die POI (point of interest) berücksichtigen
- Bewertungsfunktion nach der Optimierung: $F_{obj} = \mu v f_v + \mu i f_i$
 - f_v f_i : Optimierungsfunktion bzgl. der Über-/Unterspannung und Strombelastbarkeit
 - μ : Gewichtungen der jeweiligen Funktion



Erhöhung der Ladeenergie um 12,9% - 31,5% im 24h-Profil



Erhöhung der Ladeenergie um 4,3% - 4,6% im 24h-Profil



Power Hardware-in-the-Loop Setup



Microgrid Testumgebung



Netz-Simulator

Any Questions?