

Use Case Einspeisemanagement

Steckbrief

§14 EEG

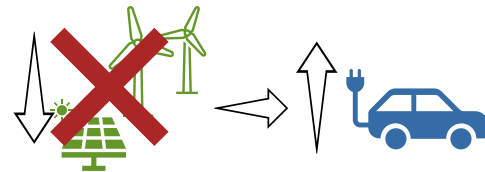
Use Case Beschreibung



Ziel:
Anpassung von Lade- oder Entladeleistung zur Behebung von regionalen Netzengpässen.

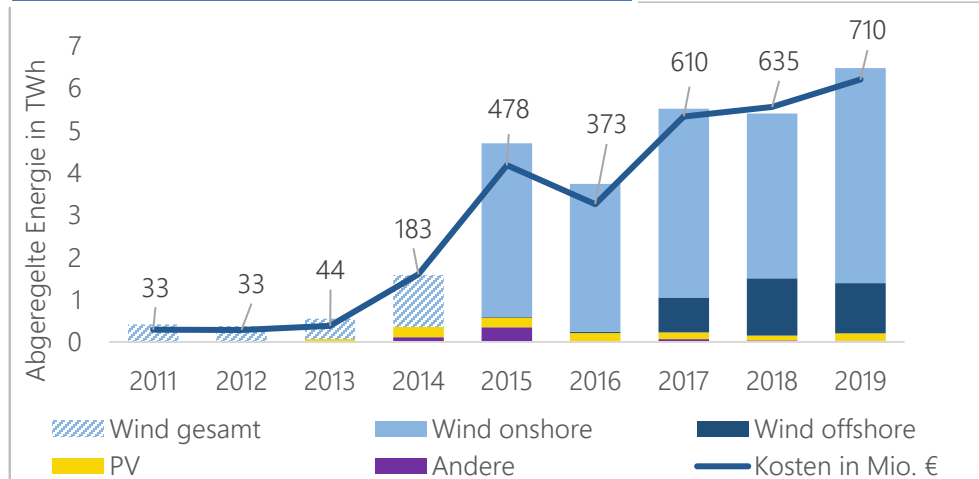
Motivation:

- Reduktion von kostenintensiven Einspeisemanagementmaßnahmen
- Laden von anderweitig abgeregeltem und emissionsfreien Strom aus Erneuerbaren Anlagen



Erlösquelle:
Mögliche Vergütung der Anpassung der Lade-/Entladeleistung durch den Übertragungsnetzbetreiber.

Historische Entwicklung Einspeisemanagement



Optimierungsziel

Die Ladezeitpunkte im Use Case Einspeisemanagement werden in jeder der betroffenen Region so verschoben, dass die abgeregelte Energie in den Fahrzeugen verwendet und die Abregelung so verhindert werden kann. Die Bewertung wird für das Jahr 2019 durchgeführt



Basiskonfiguration Simulationsparameter

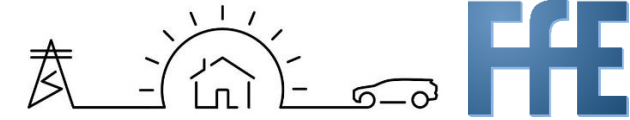
	Maximale Vollzyklenzahl keine Einschränkung
	Maximale Ladegleichzeitigkeit keine Einschränkung
	Anzahl Fahrzeuge 1000

	Batteriekapazität 60 kWh
	Ladewirkungsgrad 98 %
	Fahrzeugklasse Mittelklasse

	Ansteckwahrscheinlichkeit "immer Anstecken"
	Ziel/Sicherheits SOC 30 % / 70 %
	Nutzergruppe Alle Nutzergruppen

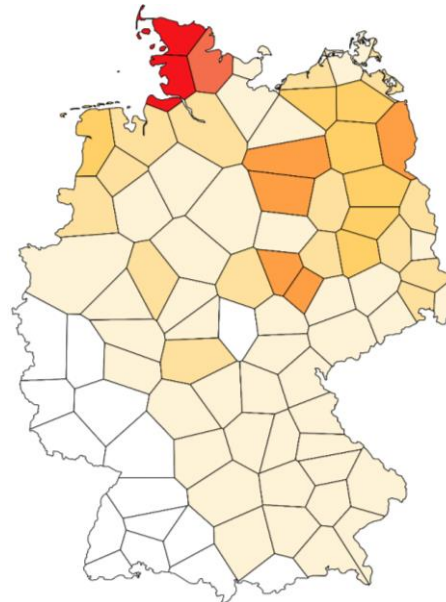
	Ladeort zu Hause
	Ladeleistung 11 kW
	Wirkungsgrad 94 %

Auswertung der Ladesteuerung in Voronoi-Regionen um Netzknoten des Höchstspannungsnetzes in 2019

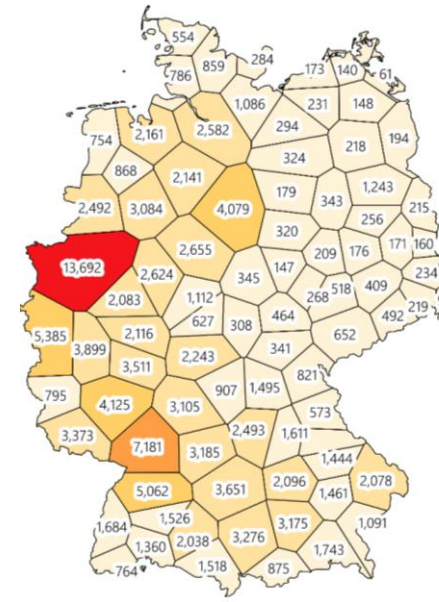


Regionalisierung Einspeisemanagement

- Die anlagenscharfen Daten zum Einspeisemanagement werden über die Anlagenstandorte, installierte Leistungen und MERRA-2 Wetterdaten der NASA in **regional aufgelöste Zeitreihen von abgeregelter Energie** überführt. Die Methodik wird in [1] beschrieben.
- Diese anlagenscharfen Zeitreihen werden anschließend auf **Voronoi-Regionen** um die Netzknoten des deutschen Höchstspannungsnetzes aggregiert und der Optimierung der Ladestrategien zur Verfügung gestellt.



Curtailed energy in GWh per Voronoi region



Electric vehicles in 2019 per Voronoi region



Regionalisierung Elektrofahrzeuge

- Die Regionalisierung der **136.617 Elektrofahrzeuge** die im Jahr 2019 nach KBA zugelassen waren erfolgt anhand von regional aufgelösten, charakteristischen und strukturellen Parametern. Die zugrundeliegende Methodik wird in [2] beschrieben.
- Die so auf Landkreisebene regionalisierte Zahl von Fahrzeugen wird anschließend auf **Voronoi-Regionen** um die Netzknoten des deutschen Höchstspannungsnetzes aggregiert und der Optimierung der Ladestrategien zur Verfügung gestellt.

Rein Einspeisemanagement-optimiertes Laden

Im rein Einspeisemanagement-optimierten Laden werden die Ladezeitpunkte der Fahrzeuge in jeder Region auf die Nutzung der anderweitig abgeregelten Energie hin optimiert. Die Ergebnisse werden bezüglich der reduzierten Abregelungen und der resultierenden betrieblichen Emissionen der Fahrzeuge ausgewertet.

Einspeisemanagement- und emissionsoptimiertes Laden

Das primäre Ziel dieser unidirektionalen und bidirektionalen Ladestrategie ist zunächst die Reduktion der abgeregelten Energie. Weiterhin wird hier jedoch zusätzlich ein emissionsoptimiertes Laden der Fahrzeuge abgebildet. Auch hier werden die Ergebnisse bezüglich der reduzierten Abregelungen und der resultierenden betrieblichen Emissionen der Fahrzeuge ausgewertet.

Untersuchte Ladesteuerungen

[1] Simon, Köppl et al.: *Congestion management and its interdependency with the energy system in Germany - an empirical analysis*. In: 19th International Workshop on Large-Scale Integration of Wind Power into Power Systems as well as on Transmission Networks for Offshore Wind Plants; München: FfE 2020.

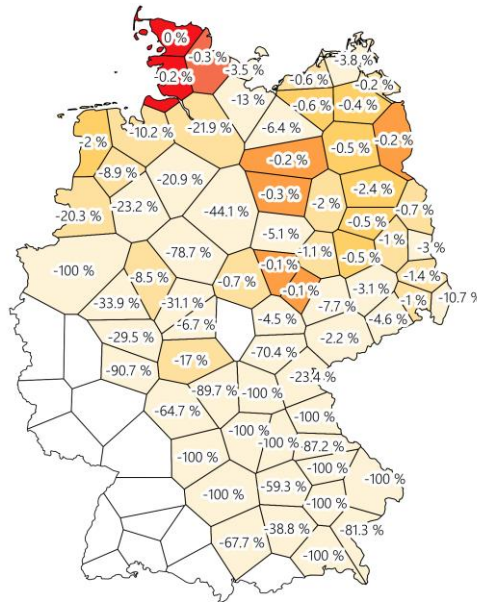
[2] Ebner, Michael et al.: *Kurzstudie Elektromobilität - Modellierung für die Szenarienentwicklung des Netzentwicklungsplans*. München, FfE 2019

Ergebnisse des unidirektionalen, rein Einspeise- management-optimierten Ladens im Jahr 2019

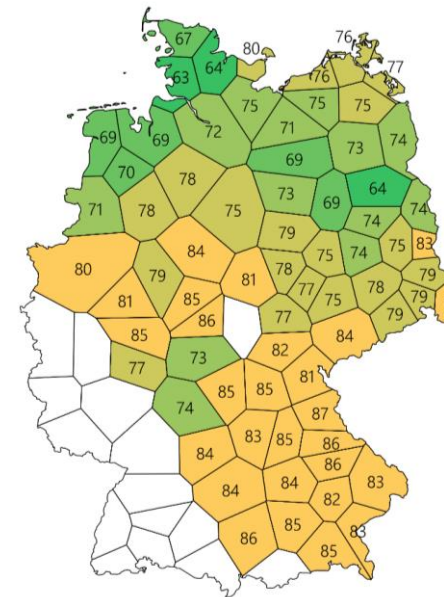
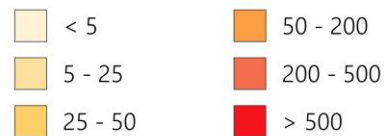


Reduktion des Einspeisemanagements

- Aufgrund der insgesamt **geringen Zahl von Fahrzeugen** kann nur **eine geringe Menge der Einspeisemanagement-Einsätze** reduziert werden (0,58 % bzw. 20,3 GWh). Insbesondere in den Regionen im Norden mit hohen Einspeisemanagement-Mengen befinden sich zudem noch sehr wenige Fahrzeuge.
- In Regionen mit geringer Abregelungsmenge und vielen Fahrzeugen kann jedoch die gesamte abgeregelte Energie durch die Fahrzeuge genutzt werden.



Curtailed energy in GWh per Voronoi region

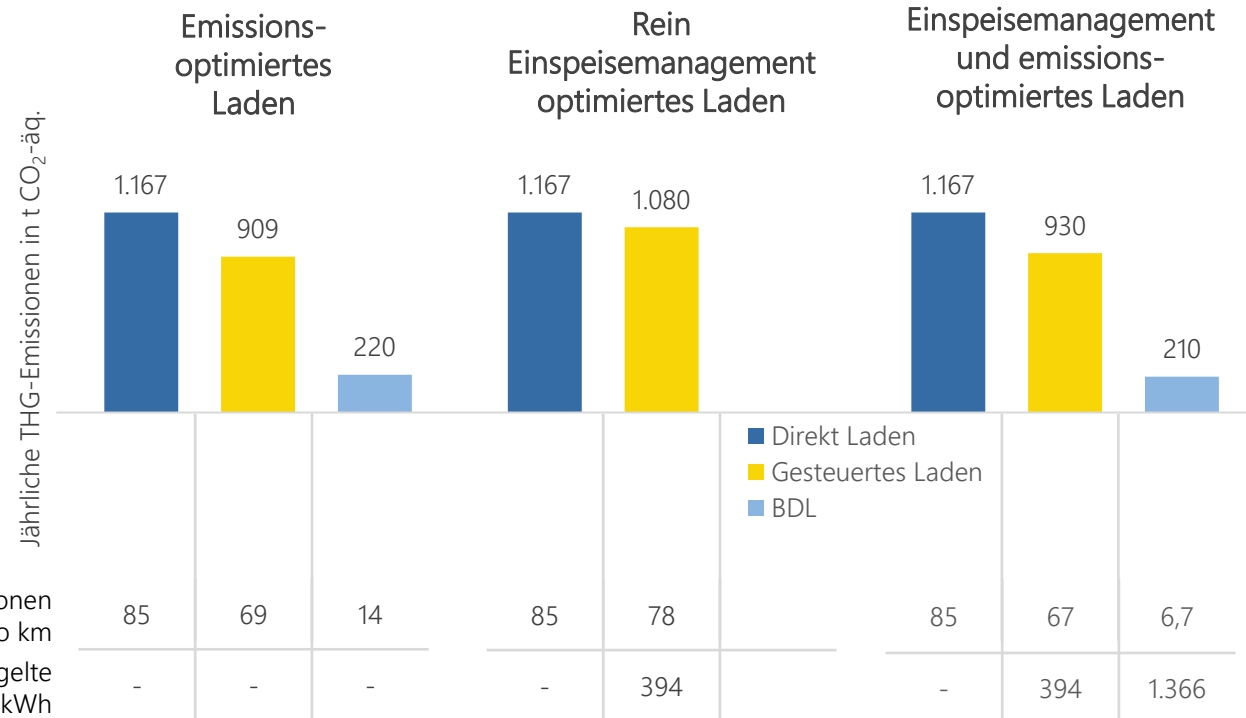


Betriebliche Emissionen der
Fahrzeuge in g CO₂-äq./km
(ungesteuert: 85 g CO₂-äq./km)

Reduktion der betrieblichen Emissionen

- Je nachdem wieviel anderweitig abgeregelter und damit emissionsfreier Strom durch die Ladesteuerung genutzt werden kann, unterscheiden sich die resultierenden **betrieblichen Emissionen der Fahrzeuge** sehr stark.
- In Regionen mit hohen Mengen abgeregelter Energie und zusätzlich geringer Zahl von Fahrzeugen sind **beträchtliche Reduktionen der betrieblichen Emissionen** möglich. Zum Vergleich: die durchschnittlichen betrieblichen Emissionen im ungesteuerten Laden belaufen sich auf 85 g CO₂-äq./km

Emissionsreduktionen durch Engpassmanagement-optimiertes Laden im Jahr 2019



Kernergebnisse

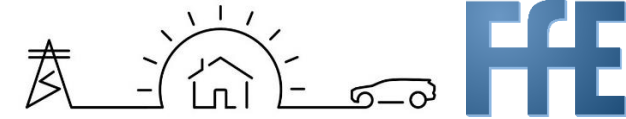
- Die Nutzung von anderweitig abgeregeltem und damit emissionsfreiem Strom aus Erneuerbaren Energien führt in allen Fällen zu einer **Reduktion der betrieblichen Emissionen**. Dieser Effekt hängt allerdings von der abgeregelten Energiemenge und der Zahl der Fahrzeuge und damit der Region ab, in der die Fahrzeuge sich befinden. So können bei der unidirektional rein Einspeisemanagement-optimierten Ladestrategie **im Bundesdurchschnitt nur verhältnismäßig geringe Emissionsreduktionen** erzielt werden.
- Die Berücksichtigung der Emissionsfaktoren als sekundäres Optimierungsziel führt zu einer signifikanten zusätzlichen Reduktion der betrieblichen Emissionen. Bei Betrachtung der **bidirektionale Ladesteuerung** kann die Nutzung von emissionsfreier, anderweitig abgeregelter Energie sogar noch erhöht werden und damit sogar **geringere Emissionen als beim rein emissionsoptimierten Laden** erzielt werden.
- Die dargestellten Ergebnisse beruhen auf einem vereinfachten Ansatz der keine Rückwirkungen der Ladestrategien auf die tatsächliche Netzbelastung abbildet und dienen der Potenzialabschätzung. Weitergehende Untersuchungen sollten unter Anwendung entsprechender Lastflusssimulationen erfolgen.

Herausforderungen

Der aktuelle regulatorische Rahmen sieht den Einsatz von dezentralen Flexibilitäten wie Elektrofahrzeugen zur Behebung von Netzengpässen nicht vor. Zudem **fehlt ein entsprechendes Vergütungsmodell** bzw. eine **Marktlogik für dezentrale Flexibilitäten**, um dem Fahrzeugnutzer einen Anreiz für die Bereitstellung dieser Flexibilität zu bieten.

Das unbeschränkt optimierte Laden führt zu einer deutlichen Erhöhung der **Ladegleichzeitigkeiten**. Das unbeschränkte **bidirektionale Laden** der Fahrzeuge in der Basiskonfiguration der Simulationsparameter führt zudem zu einer starken **Erhöhung der Vollzyklen**. Die Begrenzung dieser Parameter reduziert das mögliche Potenzial deutlich.

Use Case Einspeisemanagement



Fazit

- Die Untersuchungen zeigen, dass Elektrofahrzeuge durch eine entsprechende Ladesteuerung genutzt werden können, um anderweitig aufgrund von Netzengpässen abgeregelte Strommengen aus Erneuerbaren Energien zu laden.
- Die **geringe Zahl von Elektrofahrzeugen** im Jahr 2019 kombiniert mit einer geringen räumlichen Korrelation von Elektrofahrzeugen und Einspeisemanagementeinsätzen führt insgesamt nur zu einer **geringen Reduktion der Einsätze** (0,58 % bzw. 20,3 GWh im Falle der unidirektionalen Ladesteuerung).
- Die Nutzung von anderweitig abgeregelten und damit emissionsfreien Strommengen aus **Erneuerbaren Energien reduziert die betrieblichen Emissionen** der Fahrzeuge und leistet gleichzeitig einen Beitrag zur effizienten Systemführung.
- Die **betrieblichen Emissionen** können insbesondere durch die **bidirektionale Ladesteuerung** unter Berücksichtigung des sekundären Optimierungsziels der Emissionsreduktion noch **weiter reduziert** werden.
- Die Ergebnisse sind stark von der jeweiligen Region abhängig in der sich die Fahrzeuge befinden und werfen somit **weiteren Forschungsbedarf** auf.

Use Case Beschreibung

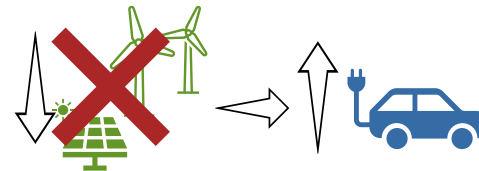


Ziel:

Anpassung von Lade- oder Entladeleistung zur Behebung von regionalen Netzengpässen.

Motivation:

- Reduktion von kostenintensiven Einspeisemanagementmaßnahmen
- Laden von anderweitig abgeregeltem und emissionsfreien Strom aus Erneuerbaren Anlagen



Erlösquelle:

Mögliche Vergütung der Anpassung der Lade-/Entladeleistung durch den Übertragungsnetzbetreiber.

Handlungsempfehlungen

- Um die Nutzung von Elektrofahrzeugen zur Behebung von Netzengpässen zu ermöglichen sollte ein regulatorischer Rahmen und ein entsprechendes Vergütungsmodell geschaffen werden um die für die Bereitstellung der Flexibilität nötigen Anreize zu schaffen.
- Aus der uneingeschränkten Optimierung der Ladezeitpunkte innerhalb der Flotte entstehen hohe Ladegleichzeitigkeiten und eine entsprechende Belastung in den unteren Spannungsebenen des Stromnetzes. Entsprechende Ladestrategien sollten deshalb in enger Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Netzbetreibern erarbeitet und umgesetzt werden.

Herausforderungen

- Aktuell **fehlt ein entsprechender regulatorischer Rahmen** für die Nutzung von kleinteiligen, dezentralen Flexibilitäten wie Elektrofahrzeugen.
- Neben der regulatorischen Definition von Elektrofahrzeugen als flexible Speicher **fehlen** außerdem **Vergütungsmodelle** bzw. entsprechende **dezentrale Marktstrukturen**, die dem Fahrzeugnutzer einen Anreiz bieten diese Flexibilität anzubieten.
- Im bidirektionalen Fall hängt die **Realisierbarkeit** des Use Cases von der Befreiung von entsprechenden **Strompreisbestandteilen** ab. Der Strombezugspreis eines Haushalts wird mit über 80 % durch Abgaben und Umlagen geprägt. Die entscheidende regulatorisch noch ungeklärte Frage ist, ob bidirektionale EVs für zwischengespeicherten Strom von Netzentgelten, EEG-Umlage und Stromsteuer befreit werden.