

**FFE**

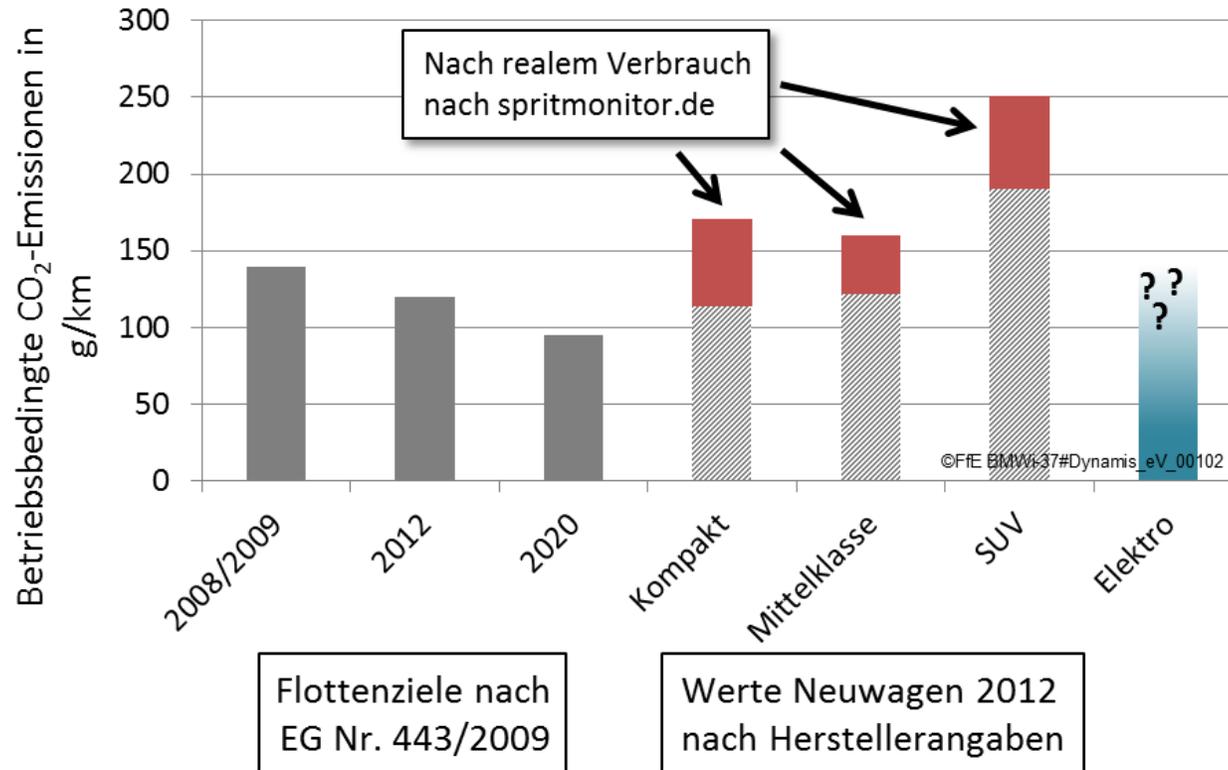
# Potenzialanalyse zur Ladesteuerung von Elektrofahrzeugen im Engpassmanagement

Steffen Fattler – IEWT 2019 - Wien

13.02.2019

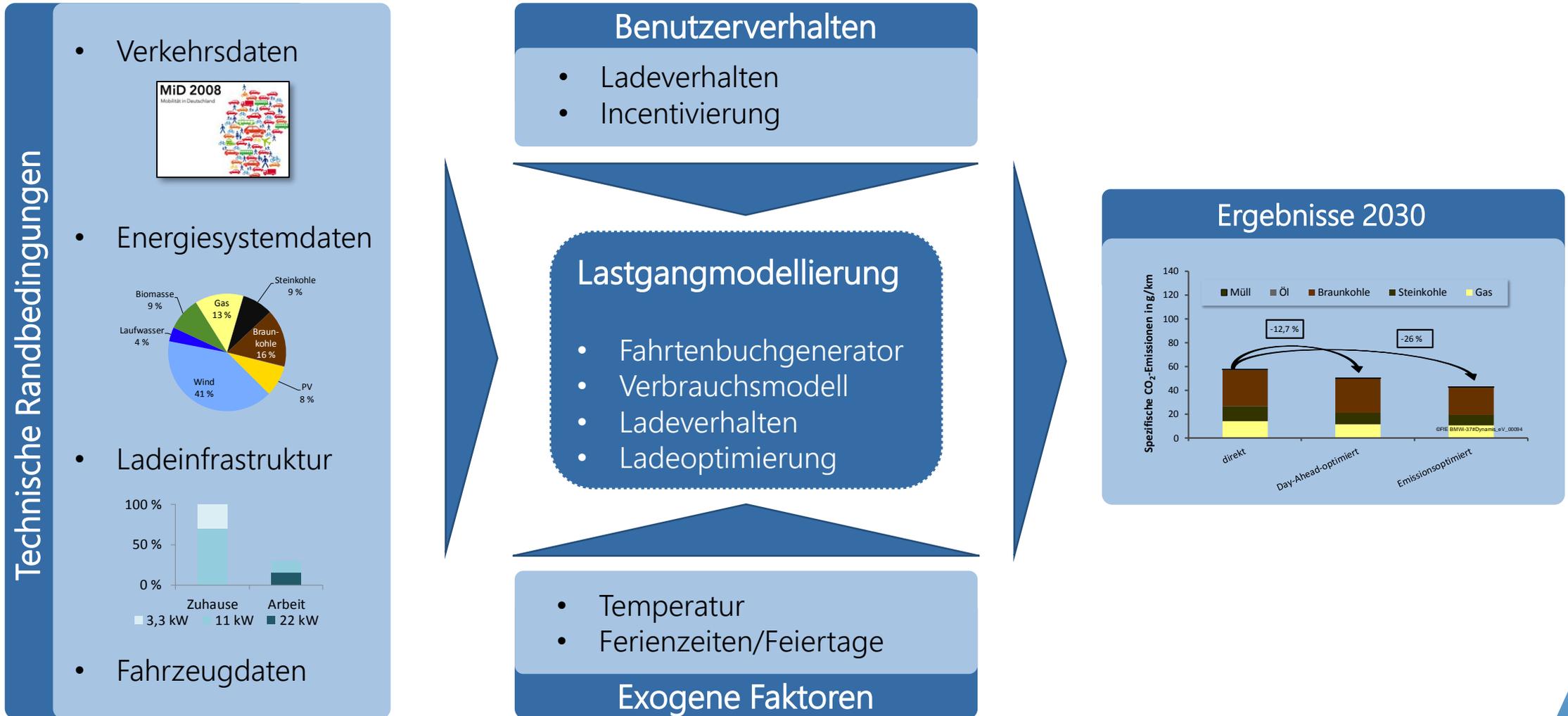
2019

# Rückblick: Fragestellung IEWT 2017



Wie wirken sich verschiedene Ladesteuerungen auf die betriebsbedingten Emissionen von Elektrofahrzeugen aus?

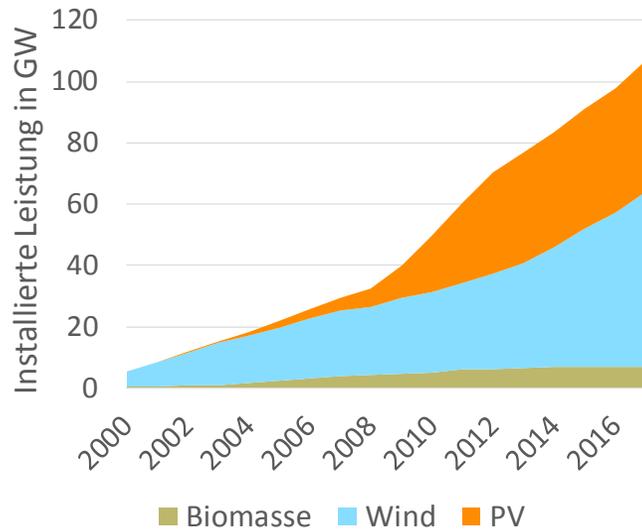
# Rückblick: Grundlegende Methodik



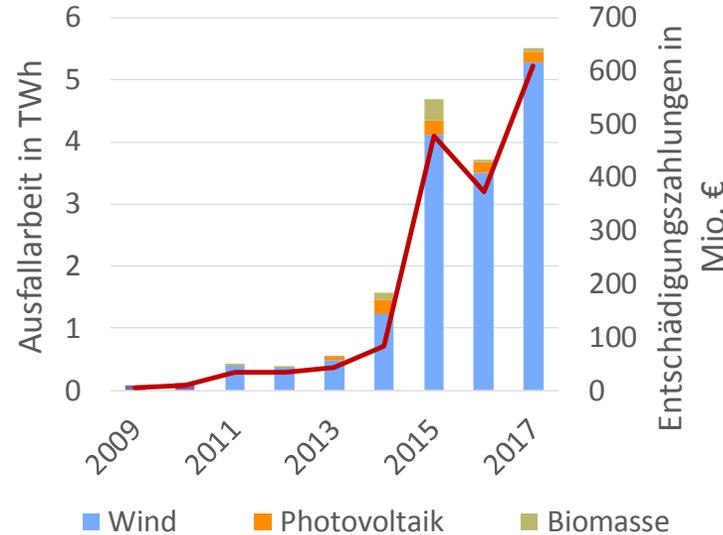
→ Umfassende Lastgangmodellierung von Elektrofahrzeugen

# Aktuelle Herausforderung: Netzengpässe

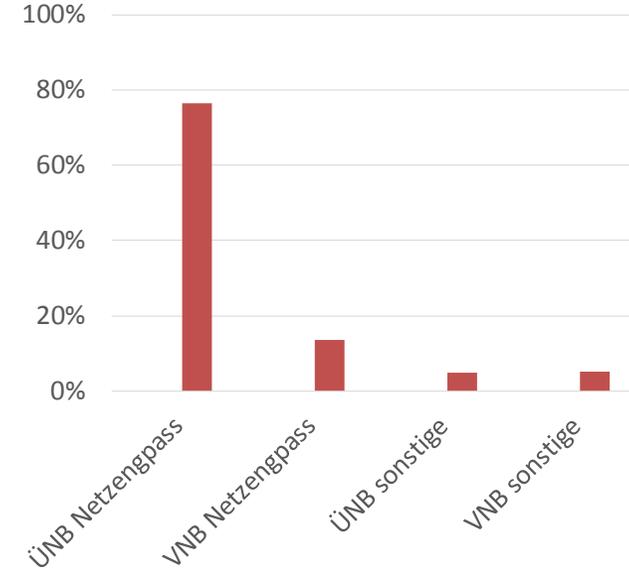
## Installierte EE-Leistung



## Einspeisemanagement



## Einspeisemanagement Ursachen

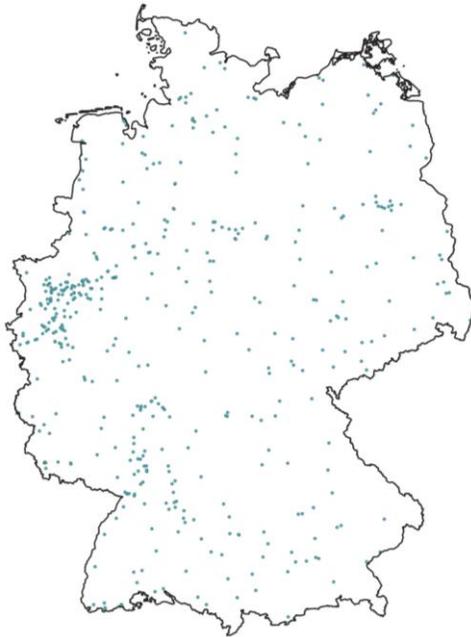


## Gedankenspiel:

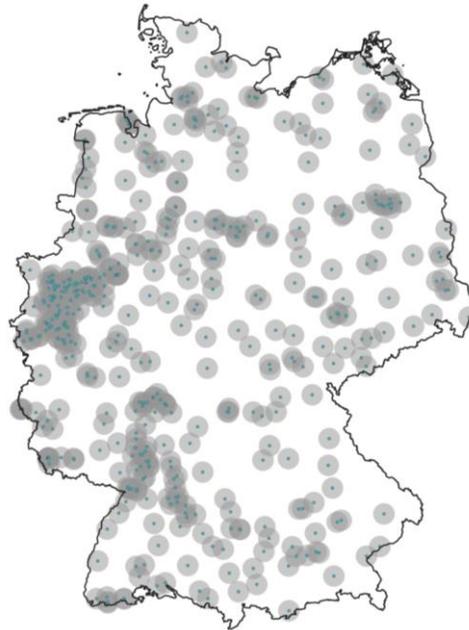
Welchen Beitrag könnten Elektrofahrzeuge hier leisten?

# Von Netzknoten zu Voronoi-Regionen

450 Netzknoten



Pufferzonen



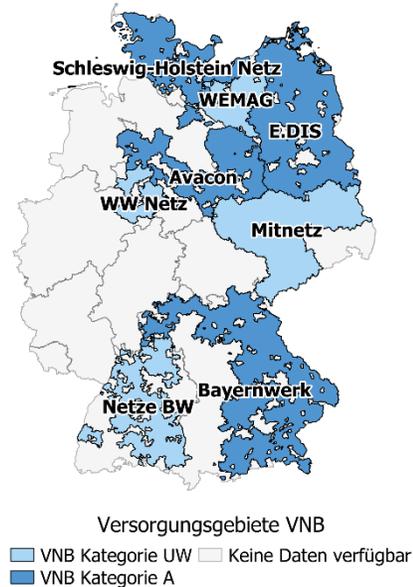
85 Voronoi-Regionen



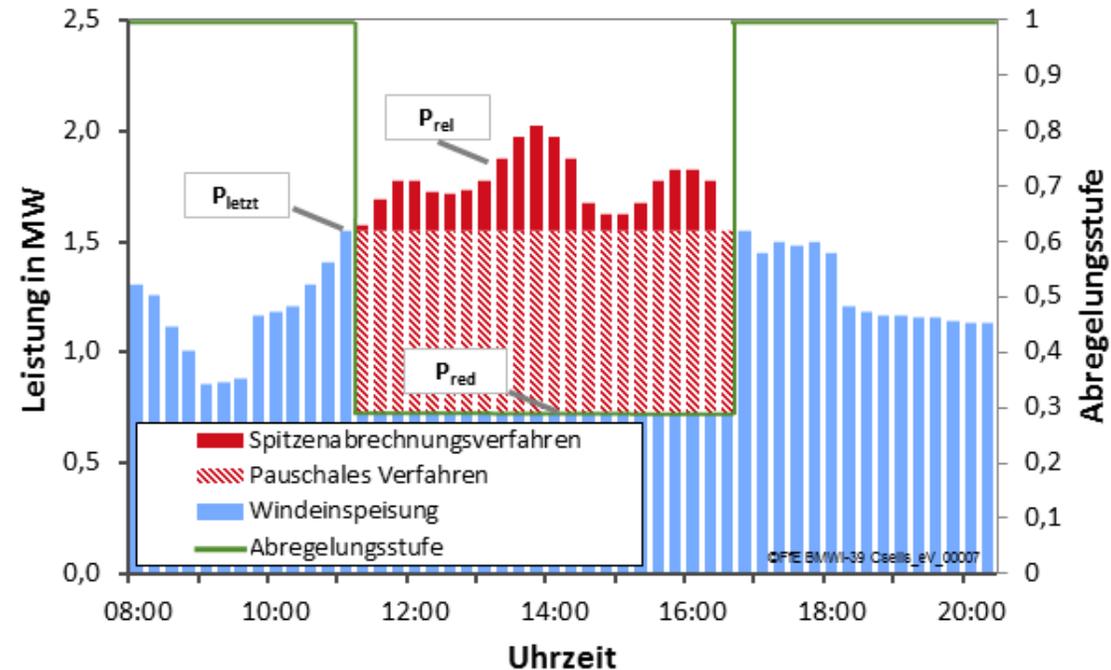
**Annahme:** Ausfallarbeit kann im näheren Umfeld der Höchstspannungsnetzknotten genutzt werden

# Einspeisemanagement – regional und zeitaufgelöst!

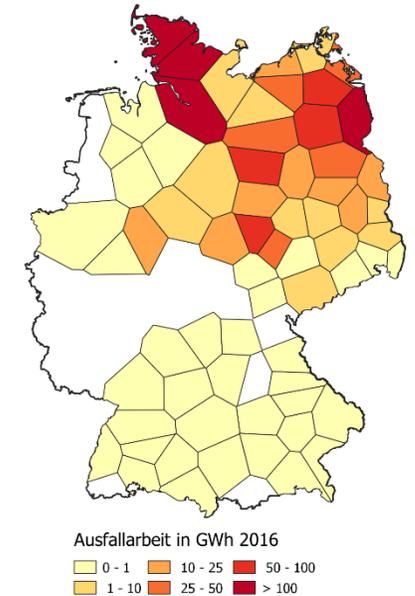
## Anlagenscharfe EinsMan-Einsätze



## EinsMan-Modellierung



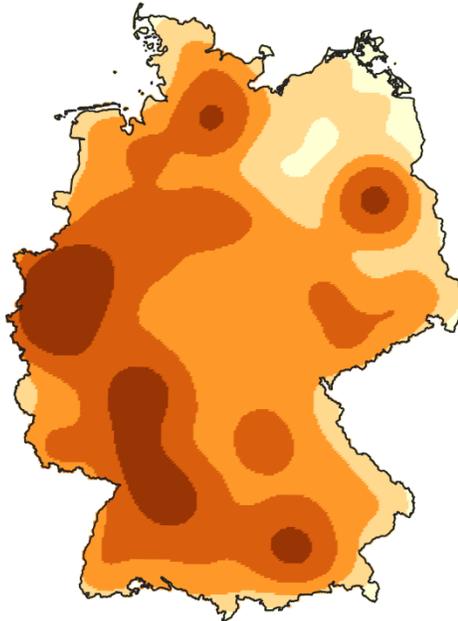
## EinsMan-Zeitreihen nach Voronoi



Methodik erzeugt zeitlich hochaufgelöste und anlagenscharfe  
Einspeisemanagementzeitreihen

# Drei Millionen Elektrofahrzeuge – verteilt nach Bestand

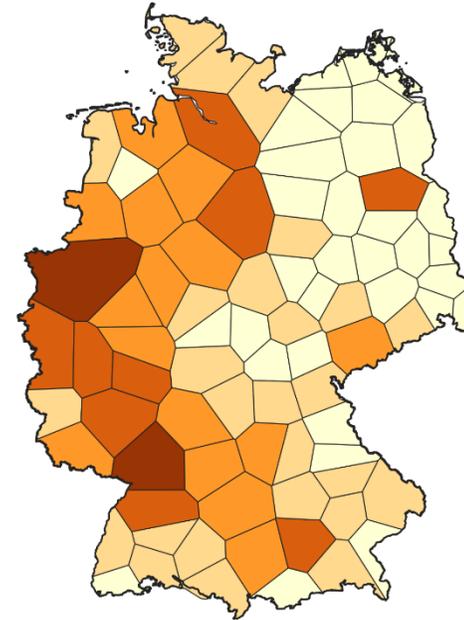
46,6 Mio. PKW nach Kraftfahrzeugbundesamt



Zugelassene Fahrzeuge nach KBA

0 - 250.000	1 Mio. - 2 Mio.
250.000 - 550.000	2 Mio. - 5,5 Mio.
550.000 - 1 Mio.	

Drei Millionen Elektrofahrzeug nach Voronoi



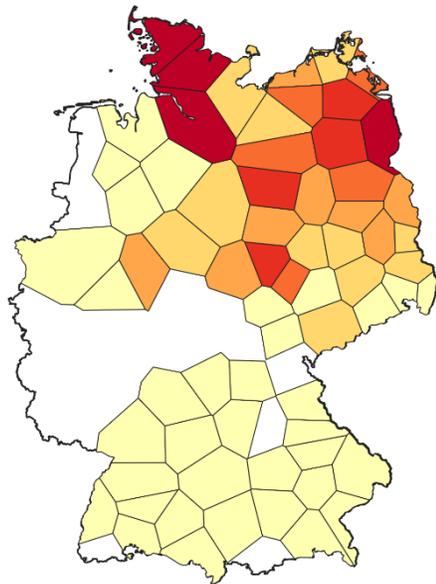
Verteilung Elektrofahrzeug (3 Mio.)

0 - 35.000	120.000 - 250.000
35.000 - 70.000	250.000 - 700.000
70.000 - 120.000	

**Annahme:** Bei einer Durchdringung von drei Millionen Fahrzeugen entspricht die Verteilung der heutigen Verteilung konventioneller PKW

# Optimierung der Ladezeitpunkte zur Reduktion der Ausfallarbeit

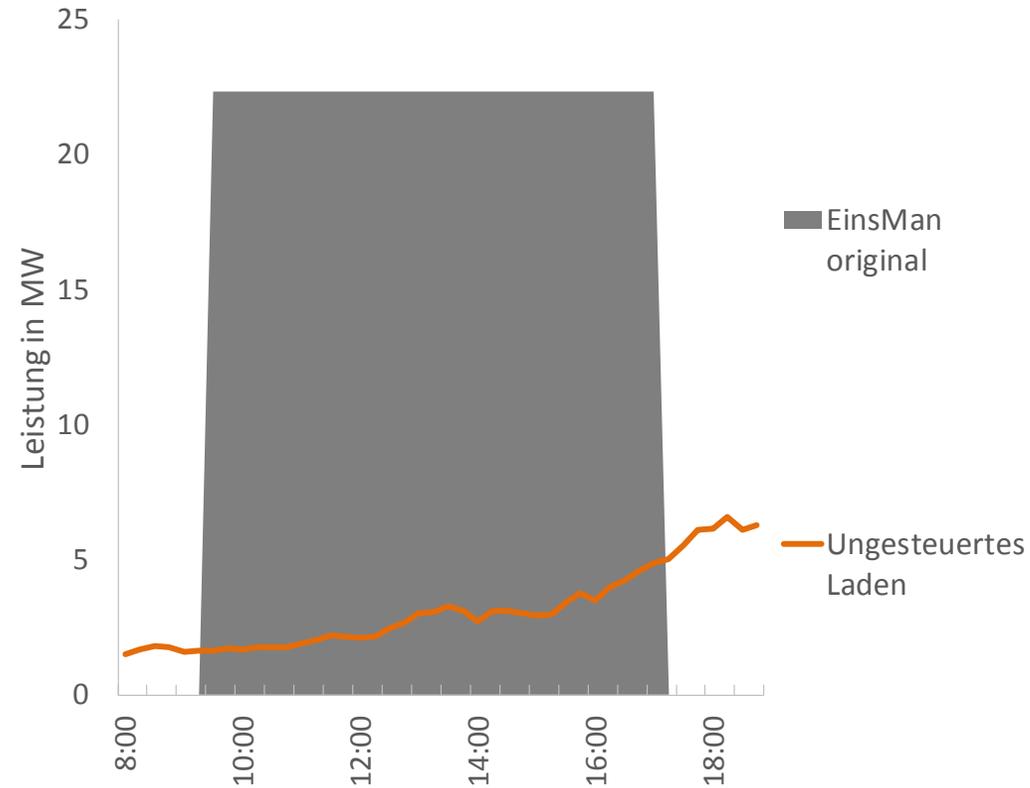
## EinsMan nach Voronoi



Ausfallarbeit in GWh 2016

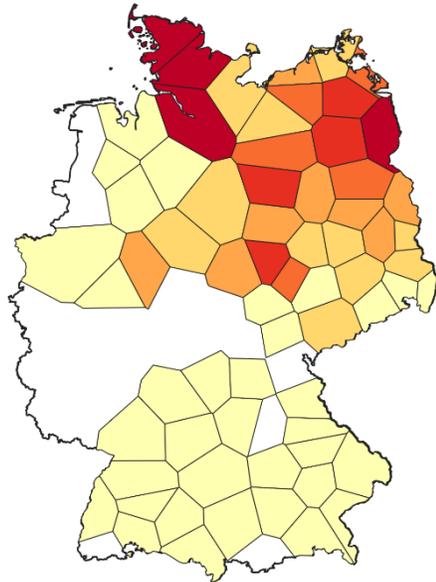
0 - 1	10 - 25	50 - 100
1 - 10	25 - 50	> 100

## Beispiel Ladeoptimierung



# Optimierung der Ladezeitpunkte zur Reduktion der Ausfallarbeit

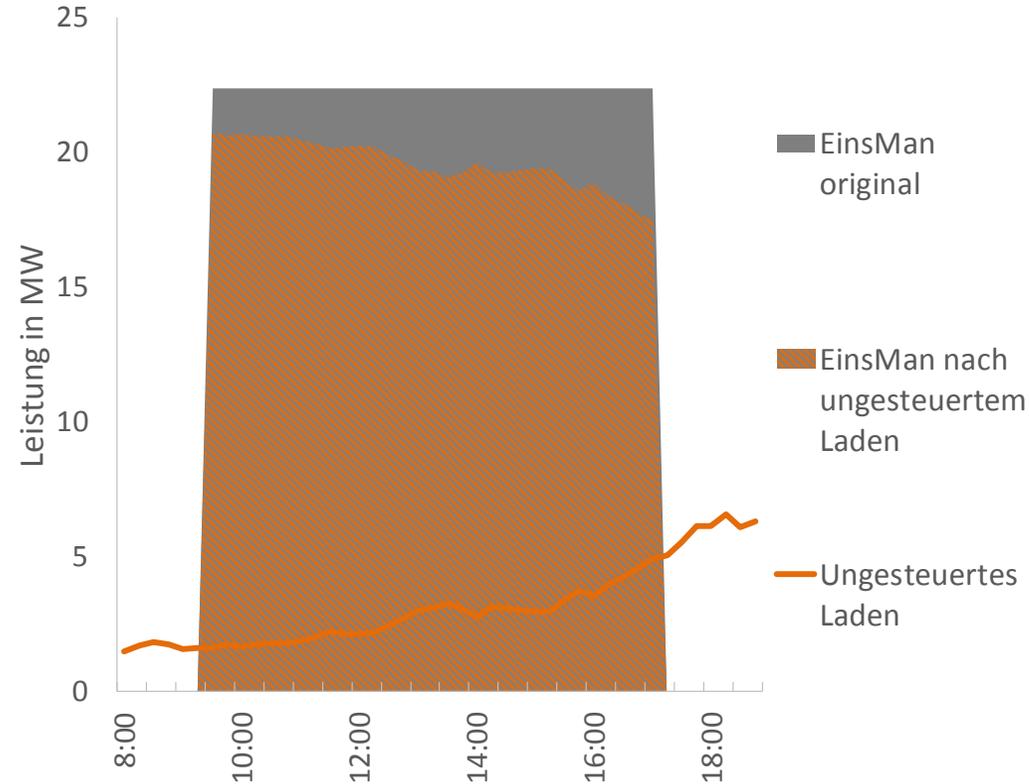
EinsMan nach Voronoi



Ausfallarbeit in GWh 2016

0 - 1	10 - 25	50 - 100
1 - 10	25 - 50	> 100

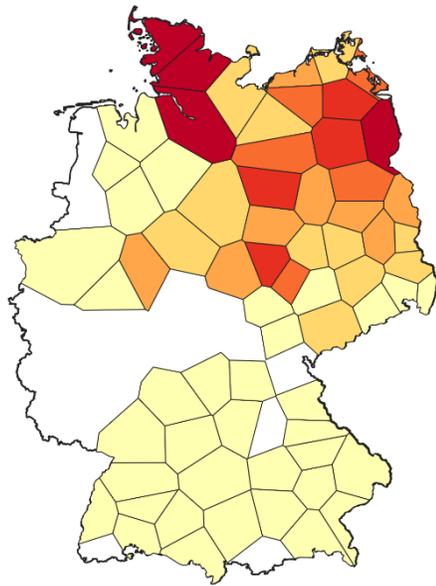
Beispiel Ladeoptimierung



„Neue“ Ausfallarbeit berücksichtigt die zusätzliche Last der Fahrzeuge

# Optimierung der Ladezeitpunkte zur Reduktion der Ausfallarbeit

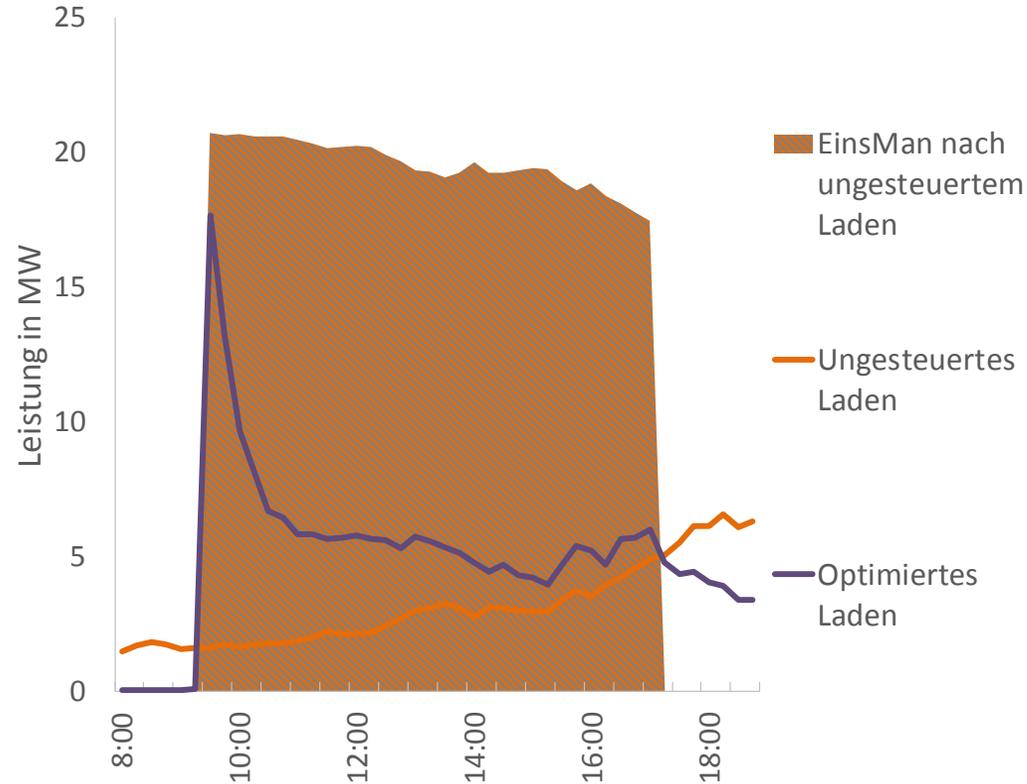
EinsMan nach Voronoi



Ausfallarbeit in GWh 2016

0 - 1	10 - 25	50 - 100
1 - 10	25 - 50	> 100

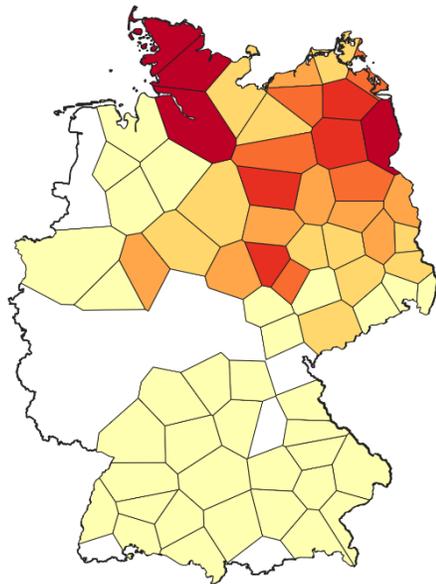
Beispiel Ladeoptimierung



Optimierung der Ladezeitpunkte erfolgt auf Basis dieser Zeitreihe

# Optimierung der Ladezeitpunkte zur Reduktion der Ausfallarbeit

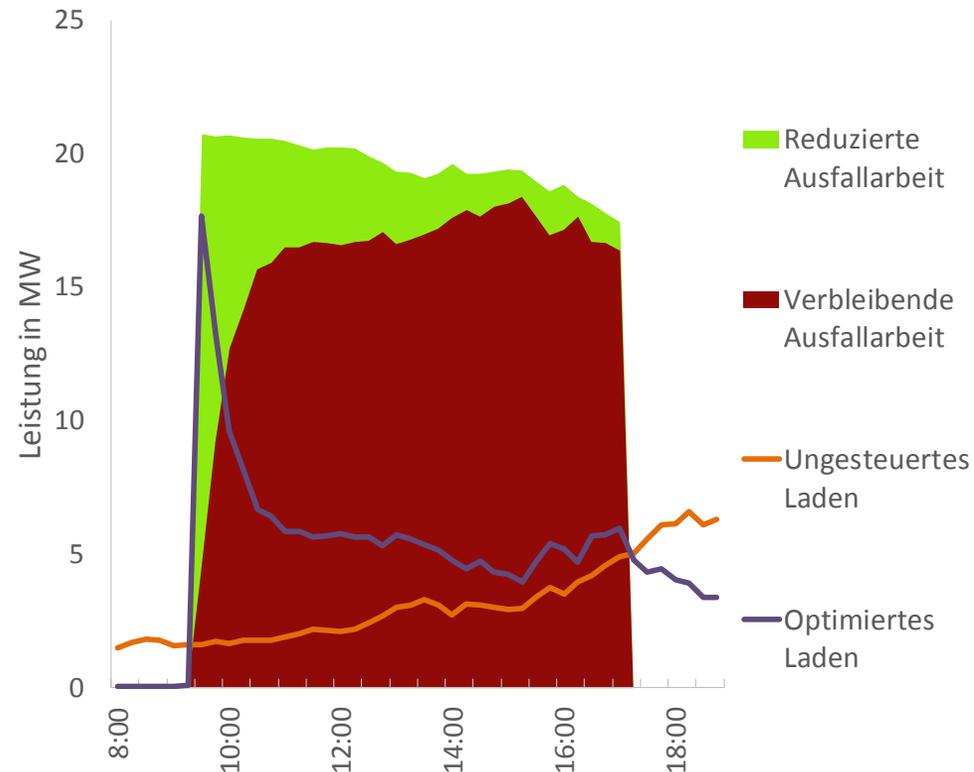
## EinsMan nach Voronoi



Ausfallarbeit in GWh 2016

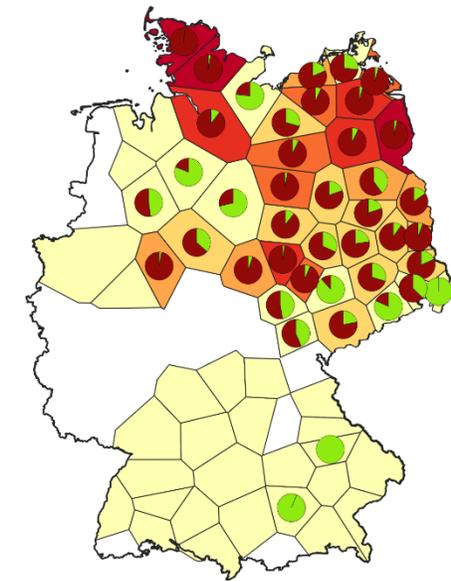
0 - 1	10 - 25	50 - 100
1 - 10	25 - 50	> 100

## Beispiel Ladeoptimierung



■ Reduzierte Ausfallarbeit  
■ Verbleibende Ausfallarbeit  
— Ungesteuertes Laden  
— Optimiertes Laden

## EinsMan nach Optimierung

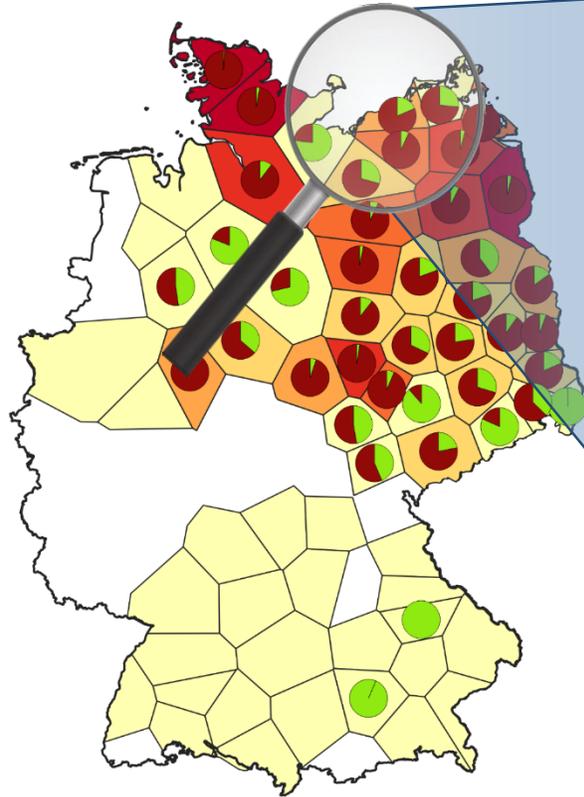


Ausfallarbeit nach Optimierung in GWh

0 - 1	25 - 50	■ Verbleibende Ausfallarbeit
1 - 10	50 - 100	■ Reduzierte Ausfallarbeit
10 - 25	> 100	

Je Region wird darauf aufbauen die durch die Optimierung reduzierte und die verbleibende Ausfallarbeit berechnet

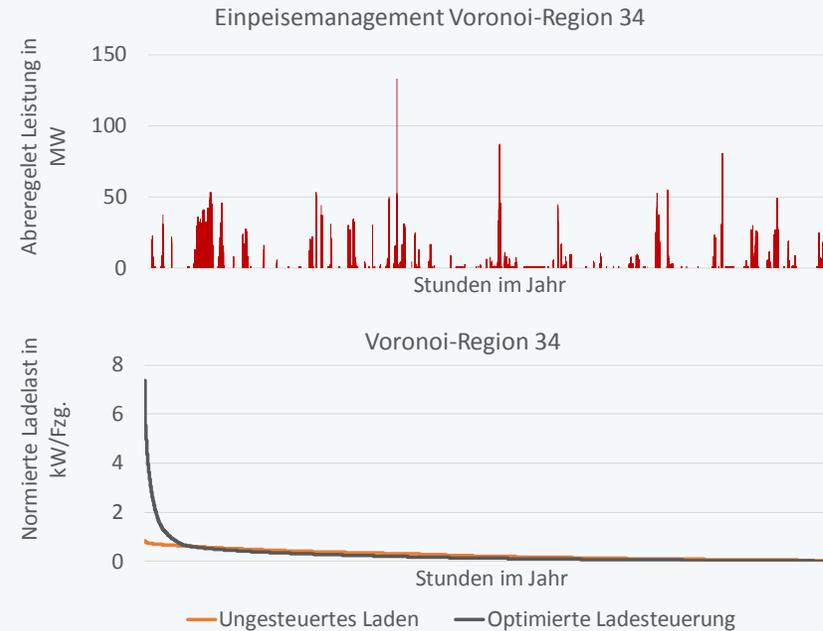
# Beispielhafte Auswertung für Region 34



Ausfallarbeit nach Optimierung in GWh

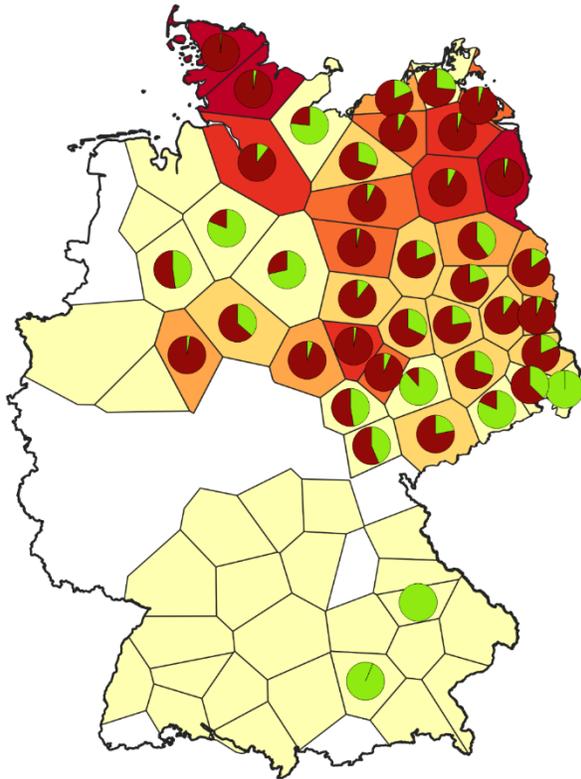


- Simulierte Fahrzeuge: 9.855
- Ausfallarbeit vor Optimierung: 13,7 GWh
- Ausfallarbeit nach Optimierung: 11,2 GWh
- Reduktion um 18 %
- Spitzenlasterhöhung um rund 800 %!



Gleichzeitigkeit führt in ausgewählten Regionen zu ausgeprägte Lastspitzen!

# Zusammenfassung und Ausblick



Ausfallarbeit nach Optimierung in GWh



## Zusammenfassung

- Je nach Region und Anzahl der Fahrzeuge deutliche Reduktion der Ausfallarbeit erreichbar (durchschnittlich etwa 4 %)
- Optimierung führt zu ausgeprägten Lastspitzen!

## Ausblick

- Sensitivitätsanalysen bzgl. verfügbaren Ladeorten/ Ladeleistungen/ Ansteckverhalten...
- Verminderung von Ladespitzen durch „intelligente“ Ladesteuerung
- Integration von Redispatch
- Integration Bewertung von Vehicle-to-Grid

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Steffen Fattler

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Tel.: +49(0)89 15 71 21 – 57

Email: [sfattler@ffe.de](mailto:sfattler@ffe.de)



Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.

Am Blütenanger 71

80995 München

Tel.: +49(0)89 15 71 21 – 0

Email: [info@ffe.de](mailto:info@ffe.de)

Internet: [www.ffe.de](http://www.ffe.de)

Twitter: @FfE\_Muenchen