

# Infrastrukturplanung mit verkehrsbezogenen Flächennutzungsindikatoren

- Mobilität Infrastruktur (eLadestationen)

**Sujit Kumar Sikder**

**Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V.**

**Weberplatz 1, 01217 Dresden**



# Einleitung und Hintergrund

- Die Integration von Electric Vehicle (EV) – **Umweltherausforderungen und der Sicherung einer ökologischen Entwicklung** von Städten und Regionen
- Verbreitung von EV bereits als Schlüsselfaktor für **zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit Smart Grid, digitaler Infrastruktur** usw. erkannt (Wagner, et al., 2014; Wirges, et al., 2012)
- Allerdings ist der **Trend zur Einführung von EV durch die zur Verfügung stehende und zugängliche Ladeinfrastruktur**
- In der Realität muss Planung hier anpassungsfähiger sein. Durch die verteilte Art der ressourcenbeschränkten Umgebung und die dynamischen Eigenschaften, **stellen EV im Gegensatz zu unserem traditionellen Mobilitätssystem neue Verhaltensregeln** auf (Hess et al., 2012; Jia, et al., 2012).
- Für das **Landnutzungsmanagement** wird eine Reihe von neuen Zonierungsregelungen erforderlich sein. Tatsächlich bleibt der **POI – dort wo die höchste Auslastung der Ladepunkte erwartet wird – ein Schwerpunkt in der Raumordnung** (GRCC, 2016; NPE, 2015).

**Ziel:** die räumliche Variabilität von Mobilität Infrastruktur (Entwicklung von eLadestationen) zu analysieren

# Methodik und Daten

## Daten Ansätze

Ladestation Punkte  
für Elektrofahrzeuge

Verkehrsbezogenen  
Flächennutzungsindikatoren

## Explorativ Analyse

Verwaltungsebene: Kreis

Räumliche Muster

Hierarchical Cluster Analyse

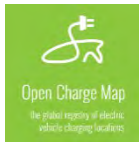
## Ergebnisse

Choroplethenkarten

Deskriptiv Statistik

Heatmap

## Open Data:



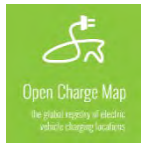
## Open Software:



# Methodik und Daten....

## OpenChargerMap

→ API-Abfrage



**Monitor**   
der Siedlungs- und Freiraumentwicklung

## IÖR-Monitor

→ Indikator: Verkehr

Beschrieben	Abkürzung	Nr.
Anzahl der E-Ladestationspunkte für Elektrofahrzeuge	ECP	1
Fahrwegenetzdichte in Gebietsfläche	FND	2
Gesamtkraftverkehrsnetzichte in Gebietsfläche	GND	3
Schienennetzdichte in Gebietsfläche	SND	4
Straßennetzdichte in Gebietsfläche	STND	5
Straßennetzdichte im Siedlungsraum	STNDS	6
Anteil Straßenverkehrsfläche an Gebietsfläche	SVF	7
Anteil Straßenverkehrsfläche an Siedlungs- und Verkehrsfläche	SVFSuV	8
Anteil Verkehrsfläche an Gebietsfläche	VF	9
Anteil Verkehrsfläche an Siedlungs- und Verkehrsfläche	VFSuV	10
Verkehrsflächennutzungsdichte	VFND	11

# OpenChargerMap API....

## Contents:

[The Open Charge Map API](#)

[Retrieving POI Data](#)

[Retrieving Core Reference Data](#)

[Add New Comment/Check-In](#)

[Linking to OCM Content and Features](#)



## The Open Charge Map API

Use of the OCM API is subject to **terms and conditions**. By using the API you indicate acceptance of these terms.

### Service Parameters:

Parameter	Description	Default
output	json, xml, kml. <i>JSON format is recommended as highest fidelity</i>	json
maxresults	limit on max number of results returned	100
countrycode	GB, US etc ISO Country Code.	(blank)
latitude	latitude reference for distance calculation	(blank)
longitude	longitude reference for distance calculation	(blank)
distance	return results based on specified distance from specified latitude/longitude	(blank)
distanceunit	Miles or KM	Miles
operatorid	exact match on a given EVSE operator id (comma separated list)	(blank)
connectiontypeid	exact match on a given connection type id (comma separated list)	(blank)
countryid	exact match on a given country id (comma separated list)	(blank)
levelid	exact match on a given charging level (1-3) id (comma separated list)	(blank)
minpowerkw	minimum output power in kW (this information is not known for many locations)	(blank)
usagetypeid	exact match on a given usage type id (comma separated list)	(blank)
statustypeid	exact match on a given status type id (comma separated list)	(blank)
dataproviderid	exact match on a given data provider id (comma separated list). <small>Use opendata=true for only OCM provided ("Open") data.</small>	(blank)
modifiedsince	POIs modified since the given date (UTC) e.g. 2016-09-15T09:30	(blank)
opendata	true or false. Set to true to include only Open Data licensed content, false to return only non-open licensed data. <small>By default all available data is returned. You should refer to the license of the original data provider in each case.</small>	(blank)
includecomments	true or false. Set to true to also include user comments and media items (photos) per charging location.	false
verbose	true or false. Set to false to get a smaller result set with null items removed.	true
compact	true or false. Set to true to remove reference data objects from output (just returns IDs for common reference data such as DataProvider etc).	false
camelcase	true or false. Set to true to get a property names in camelCase format.	false
callback	specify the name of the JSONP callback (if required), JSON response type only.	(blank)
chargepointid	exact match on a given POI id (comma separated list).	(blank)

Quelle: <https://openchargemap.org/site/develop/api>

# IÖR-Monitor Web Dienste

**Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor)**

**10 Verkehrsindikator**

**Gesamtkraftverkehrsnetzdichte in Gebietsfläche (2016) Krise in Deutschland**

**WFS Dienst**

Dieser WFS-Dienst steht Ihnen für die Verwendung der Karten in Ihrem eigenen GIS-System zur Verfügung.  
 Ich akzeptiere alle geltenden Nutzungsbedingungen  
 Die zu verwendende URL für den WFS-Dienst lautet:  
<http://maps.ioer.de/cgi-bin/WFS?MAP=V30DG>

**Legende**

Einheit: km/km<sup>2</sup>

- 7,00 - 10,00
- 5,00 - 7,00
- 4,00 - 5,00
- 3,00 - 4,00
- 2,00 - 3,00
- 1,00 - 2,00

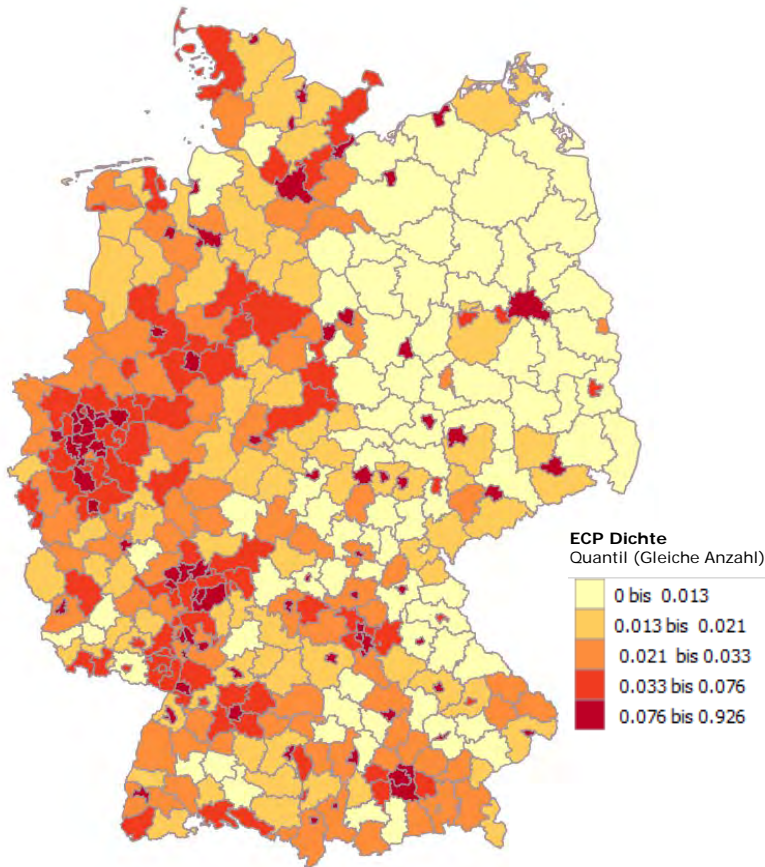
**Verkehr**

- Fahrgewegnetzdichte
- Gesamtkraftverkehrsnetzdichte
- Schiennetzdichte
- Straßennetzdichte
- Straßennetzdichte in Siedlung
- Straßenverkehrsfläche
- Straßenverkehrsfläche an SuV
- Verkehrsfäche

Id.Nr.	AGS	Gebietsname	Kreiswert (km/km <sup>2</sup> )	Mittlere Grundflächennr.
1	07131	Ahrweiler	2,7	3/2014
2	09771	Aichach-Friedberg	3,6	3/2016
3	08423	Alb-Donau-Kreis	4,5	9/2013
4	14077	Altenburger Land	3,1	9/2013
5	07102	Altenkirchen (Westerwald)	3,9	7/2014
6	15081	Altmarkkreis Salzwedel	1,1	3/2016
7	09173	Altötting	3,9	3/2016
8	07331	Alzey-Weins	8,8	11/2014
9	09561	Amberg	6,8	4/2016
10	09371	Amberg-Weizbach	3,4	2/2016
11	03451	Ammerland	2,9	1/2012
12	15092	Anhalt-Bitterfeld	2,4	2/2013
13	08561	Ansbach	3,9	11/2015
14	09571	Ansbach	3,7	12/2015
15	08471	Aschaffenburg	3,0	4/2016
16	09461	Aschaffenburg	6,7	11/2013
17	09772	Augsburg	4,0	3/2016
18	09761	Augsburg	6,6	3/2016
19	03402	Aurich	2,9	5/2012
20	07202	Bad Dürkheim	3,1	8/2013
21	06472	Bad Kissingen	4,1	3/2016
22	07122	Bad Kreuznach	3,2	6/2016
23	09372	Bad Tölz-Walchenseeuern	3,3	3/2016
24	08212	Baden-Baden	3,7	6/2016
25	09471	Bamberg	4,2	3/2016
26	08451	Bamberg	7,4	12/2013
27	12060	Barmen	2,1	3/2013
28	14623	Bautzen	2,8	2/2013
29	09472	Bayreuth	3,7	3/2016
30	09462	Bayreuth	6,6	4/2016
31	09172	Beckungsbereich Land	2,2	3/2016
32	06431	Bergstraße	4,9	4/2012
33	12000	Berlin	7,1	11/2013
34	07231	Berchtesgaden/Walch	3,2	8/2016
35	08426	Biberach	4,4	8/2014
36	05711	Bielefeld	6,8	10/2014
37	07154	Birkenfeld	2,9	5/2016
38	05911	Böblingen	9,0	4/2015
39	08431	Bödenseckreis	3,2	4/2013
40	05314	Bonn	8,1	9/2013
41	05524	Borken	4,3	10/2013
42	05512	Bottrop	6,4	11/2015
43	12051	Brandenburg an der Havel	2,3	11/2013
44	03101	Bräunschwieg	3,6	7/2013

Quelle: <https://monitor.ioer.de>

# Ergebnisse und Diskussion

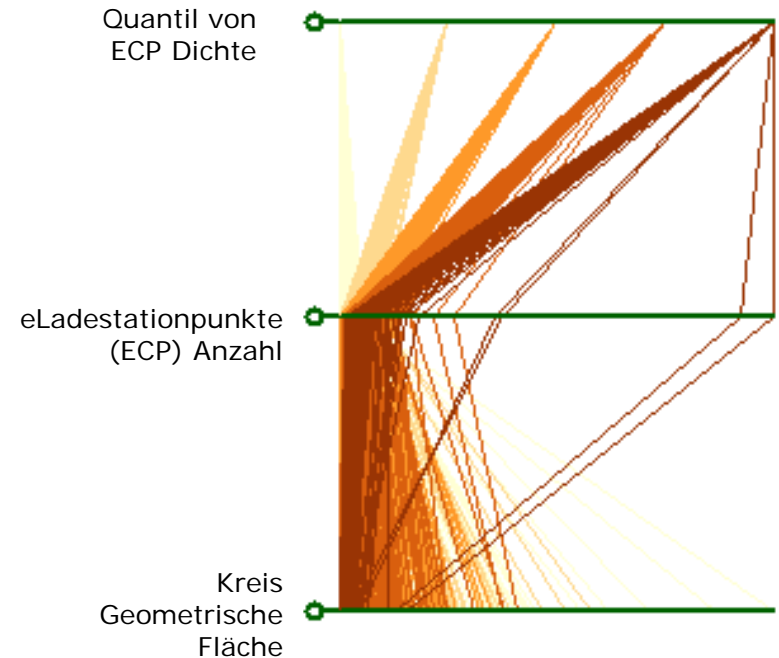


- Kreise ebene höchste Konzentration von ECP über 38 und die niedrigste Konzentration unter 8 liegt.
- die höchste Konzentration von EV-Ladestationen auf, die meist mit den großen Ballungsräumen (z.B. Frankfurt, München) überlagert sind.
- Die funktionale Siedlungsstruktur und die räumliches Muster (städtisch, ländlich) im Verhältnis zu den EV-Ladeinfrastrukturen ist jedoch schwer zu identifizieren.

Quelle: Geodäten & Statistik: VG25 © GeoBasis-DE/BKG, 2015; IÖR-Monitor, OCM, Karte: S. Sikder; © IÖR 2018

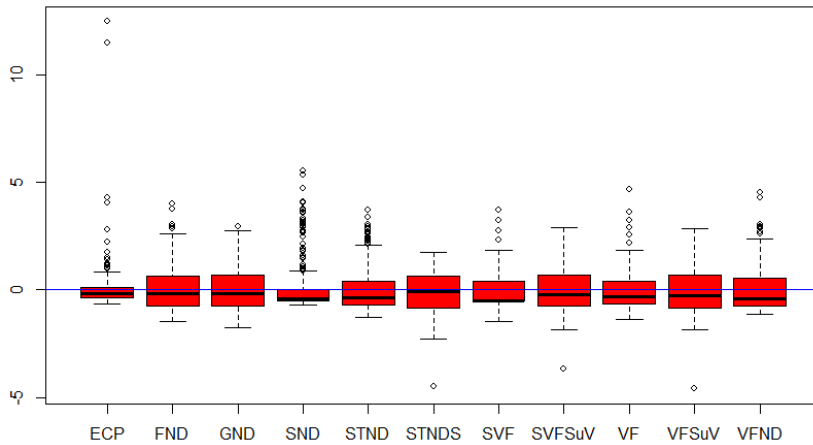
# eLadestationen Bezug zur Fläche

- anhand gleicher Kategorien wie in den Choroplethenkarten.
- das oberste Quantil (dunkelrot) unterscheidet sich stark von der Kreis ebene, wobei die Fläche eine nur schwache Beziehung zur ECP-Anzahl zeigt.



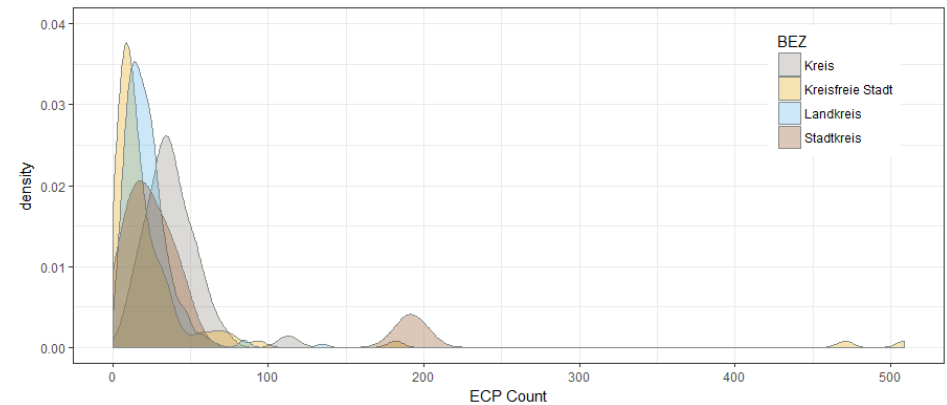


# Gesamtmuster der Indikatoren

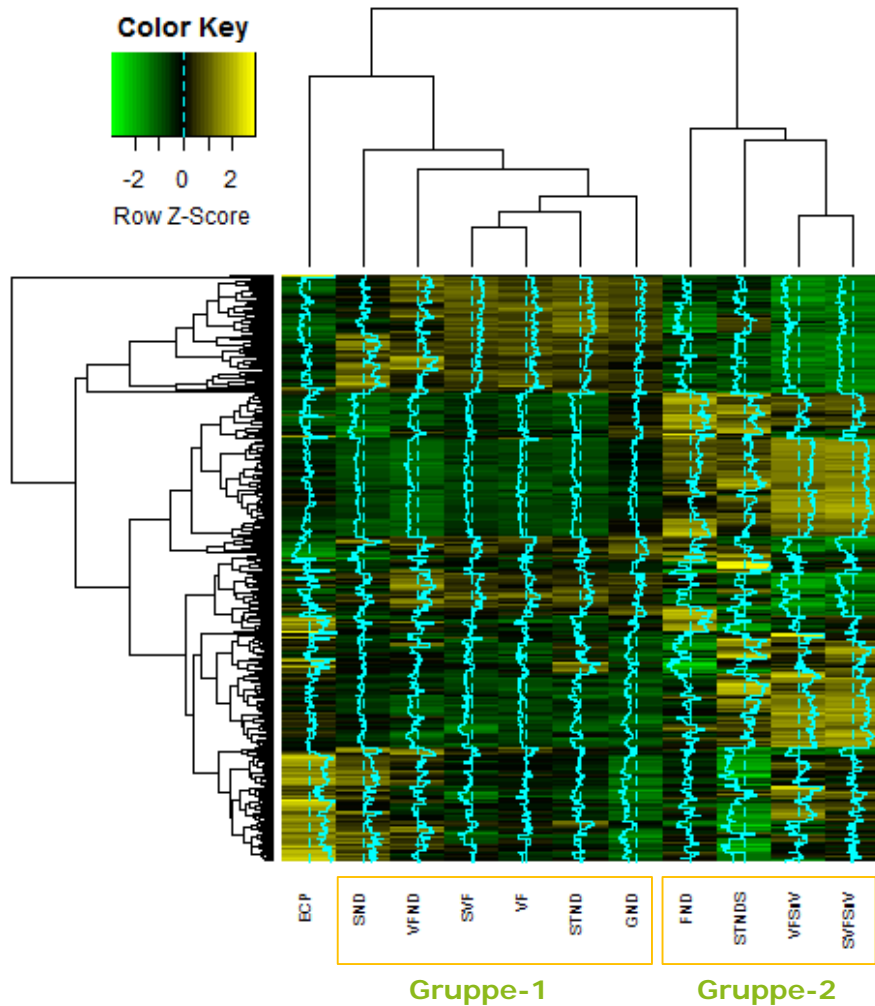


1. Anzahl der E-Ladestationspunkte für Elektrofahrzeuge
2. Fahrwegendichte in Gebietsfläche
3. Gesamtkraftverkehrsnetzdicke in Gebietsfläche
4. Schienennetzdicke in Gebietsfläche
5. Straßennetzdicke in Gebietsfläche
6. Straßennetzdicke im Siedlungsraum
7. Anteil Straßenverkehrsfläche an Gebietsfläche
8. Anteil Straßenverkehrsfläche an Siedlungs- und Verkehrsfläche
9. Anteil Verkehrsfläche an Gebietsfläche
10. Anteil Verkehrsfläche an Siedlungs- und Verkehrsfläche
11. Verkehrsflächennutzungsdichte

- Abbildung zeigt die Gesamtmuster der Indikatoren für einen festen Vergleich unter verschiedenen Einheiten von Indikatorwerten.
- Die Verteilung von ECP, SND, VFND liegt ebenfalls unterhalb des Medians (blaue Linie), aber gibt es auch vielen Outlinern außer STNDS.



# Hierarchische Clusteranalyse



Validität und Robustheit von prädiktiven Indikatoren:

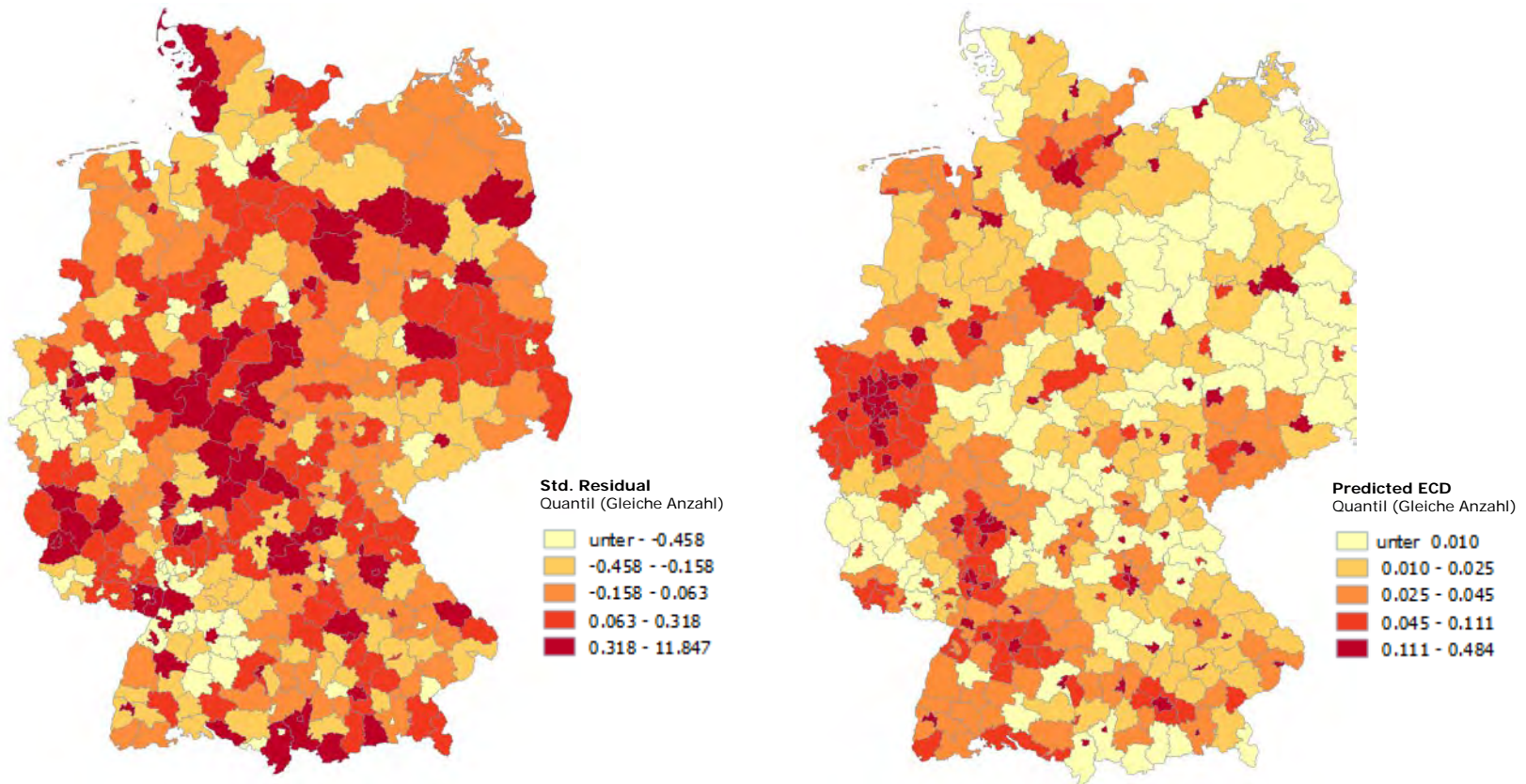
**Gruppe-1 :**

**GND,SND,SVF,STND,VF,VFND**  
(mit OLS:  $R^2 = 0,21$ ,  $F = 17,1$ );

Gruppe-2:

FND, STNDS, VFSuV, SVFSuV  
(OLS,  $R^2 = 0,02$ ,  $F = 2,95$ )

# Geographisch gewichtete Regression



$$ECD \sim GND + SND + SVF + STND + VF + VFND$$

Karte Quelle: Geodäten & Statistik: VG25 © GeoBasis-DE/BKG, 2015; IÖR-Monitor, OCM, Karte: S. Sikder; © IÖR 2018

# Schlussfolgerungen

- Großstädte und Ballungsräume (z. B. Berlin, Frankfurt, Hamburg, München und Stuttgart) **weisen erwartungsgemäß die höchste Konzentration von ECP** auf und treten als Ausreißer in Beobachtungen auf.
- Die **untere Verwaltungseinheit (d. h. die Kreisebene)** zeigt sowohl in der **visuellen als auch in der statistischen Analytik eine gewisse Variabilität**; die Ergebnisse könnten jedoch bei höherer Aktualisierungsrate des Indikatorwertes weiter verbessert werden (z. B. Mittlere Grundaktualität für die IÖR-Monitor-Indikatoren).
- Die EV-Ladepunkt-API der offenen Ladekarte ist eine **schnell wachsende, flexible, gut dokumentierte, aktive Plattform**; allerdings muss die Datenqualität noch tiefergehender geprüft werden (ggf. inkorrekte Geolokalisierung und Unvollständigkeit).

# Ausblick

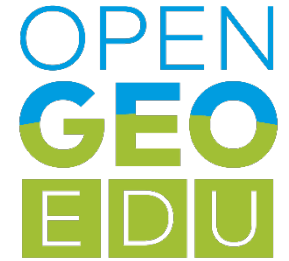
- Geolokationen der ECP sowie die verkehrsbezogenen (OCM), physischen Indikatoren (IÖR-Monitor). **Weiterführende Untersuchungen sollten weitere Indikatoren einbeziehen, beispielsweise hinsichtlich des Angebotes** (d.h. Umgang Flächennutzung, Ladefrequenz, Zugang, Stromnetz) sowie der Nachfrage (d. h. Arbeitsplatzdichte, Autobesitz).
- Die **Sensibilität für Datenqualitäten und Unsicherheiten sollte durch Ansätze wie Datenfusion und die Minimierung der Zeitspannen** zwischen offenen und amtlichen Datensätzen adressiert werden.

# Literatur

- ACEA. (2016). New Passenger Car Registrations by Alternative Fuel Type in the European Union [Press release]. Retrieved from <https://bit.ly/2ILfUJz#>
- BBD. (2009). Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung; 2009.
- Chakraborty, A., Wilson, B., Sarraf, S., & Jana, A. (2015). Open data for informal settlements: Toward a user friendly guide for urban managers and planners. *Journal of Urban Management*, 4(2), 74-91. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jum.2015.12.001>
- ElBanhawy, E., Dalton, R., & Nassar, K. (2013). Integrating space-syntax and discrete-event simulation for e-mobility analysis. In *AEI 2013: Building Solutions for Architectural Engineering* (pp. 934-945).
- GRCC. (2016). Genesee Region Electric Vehicle Charging Station Plan. Retrieved from <https://bit.ly/2ED8HZw>
- Hess, A., Malandrino, F., Reinhardt, M. B., Casetti, C., Hummel, K. A., & Barceló-Ordinas, J. M. (2012). Optimal deployment of charging stations for electric vehicular networks. Paper presented at the Proceedings of the first workshop on Urban networking.
- Jia, L., Hu, Z., Song, Y., & Luo, Z. (2012). Optimal siting and sizing of electric vehicle charging stations. Paper presented at the Electric Vehicle Conference (IEVC), 2012 IEEE International.
- Lam, A. Y., Leung, Y.-W., & Chu, X. (2014). Electric vehicle charging station placement: Formulation, complexity, and solutions. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5(6), 2846-2856. doi:10.1109/TSG.2014.2344684
- NPE. (2015). Charging Infrastructure for Electric Vehicles in Germany. Retrieved from <https://bit.ly/2mURRMO>
- OCM. (2018). The Open Charger Map API (OCM). Retrieved from <https://openchargemap.org/site/develop/api>
- Shao-yun, G., Liang, F., Hong, L., & Long, W. (2012). The planning of electric vehicle charging stations in the urban area. Paper presented at the Electric & Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT) Conference.
- Soylu, T., Anderson, J. E., Böttcher, N., Weiß, C., Chlond, B., & Kuhnimhof, T. (2016). Building Up Demand-Oriented Charging Infrastructure for Electric Vehicles in Germany. *Transportation Research Procedia*, 19, 187-198.



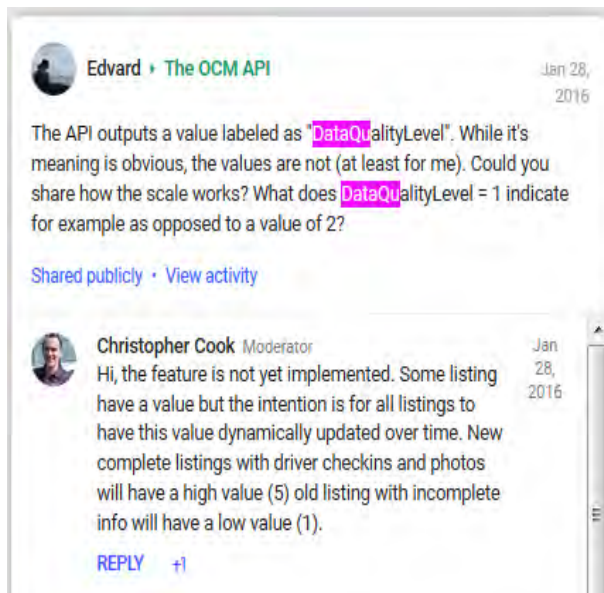
# Vielen Dank



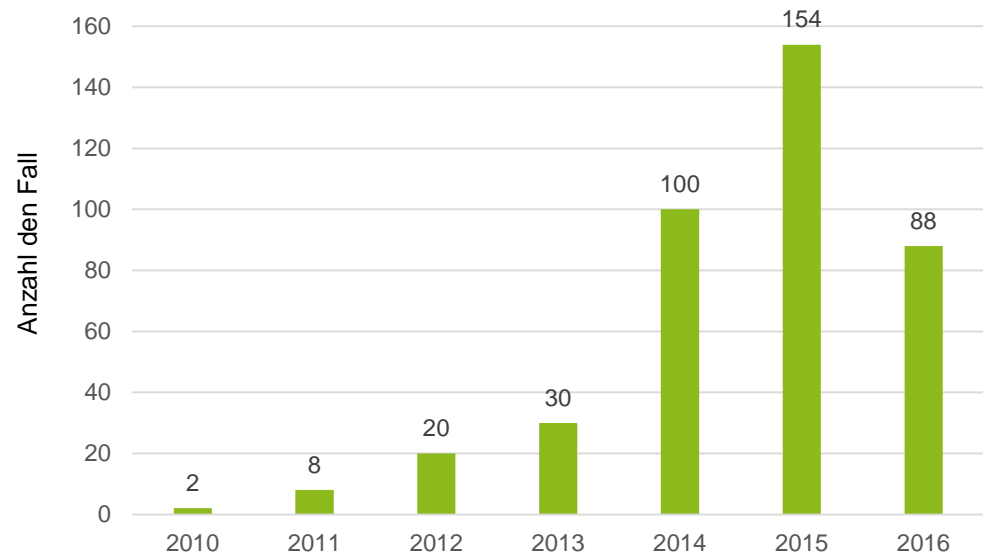
[s.sikder@ioer.de](mailto:s.sikder@ioer.de)

# Daten Qualität

## OCM API



## IÖR-Monitor



Mittlere Grundaktualität: Verkehrsflächennutzungsdichte (Kreis)



# Paar weise Vergleich

