

Identifizierung typischer Energienetzstrukturen im Rahmen einer sektorenübergreifenden Clusterung

17. Symposium Energieinnovation

Patrick Wintzek
Graz, 17.02.2022

Agenda

Übersicht

1. Motivation und Zielsetzung
2. Datensatz
3. Ergebnisse der Clusterung
4. Zusammenfassung und Fazit

Motivation und Zielsetzung



Drei wesentliche Fragen

Motivation und Zielsetzung

Motivation/Fragestellung

Welche typischen **Netzstrukturen** gibt es im Sektor **Strom** sowie im Sektor **Gas**?

Gibt es **Korrelationen** zwischen der Mittel- und Niederspannungsebene bzw. zwischen der Strom- und der Gas-Clusterung?

Welche **Rückschlüsse** können vor dem Hintergrund einer **Elektrifizierung des Wärmesektors** getroffen werden?

Zielsetzung

Durchführung einer **Clusterung** für jeweils Strom- und Gasnetze sowie **Visualisierung** in einem Geoinformationssystem.

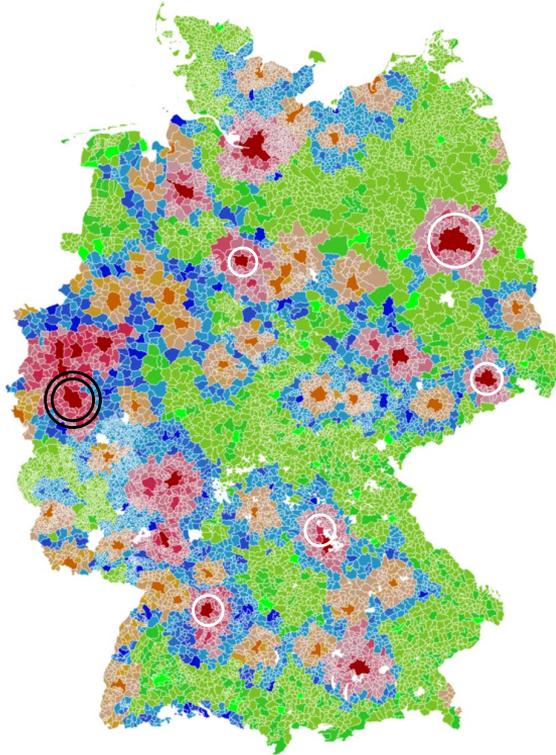
Spannungsebenen- und sektorenübergreifende Gegenüberstellung der durchgeführten Clusterungen der Energienetze.

Regionalisierung von elektrischen **Wärmepumpen** in ein Versorgungsgebiet und **sektorenübergreifende Analyse** hinsichtlich der Cluster.

Datensatz

Städtische und ländliche Strukturen in Deutschland

Datensatz



Metropolitane Stadtregion

- Metropole
- Großstadt
- Mittelstadt
- Städtischer Raum
- Kleinstädtischer dörflicher Raum

Regiopolitane Stadtregion

- Regiopole
- Mittelstadt
- Städtischer Raum
- Kleinstädtischer dörflicher Raum

städtische Netze

Stadtregionsnahe ländliche Region

- Zentrale Stadt
- Mittelstadt
- Städtischer Raum
- Kleinstädtischer dörflicher Raum

Periphere ländliche Region

- Zentrale Stadt
- Mittelstadt
- Städtischer Raum
- Kleinstädtischer dörflicher Raum

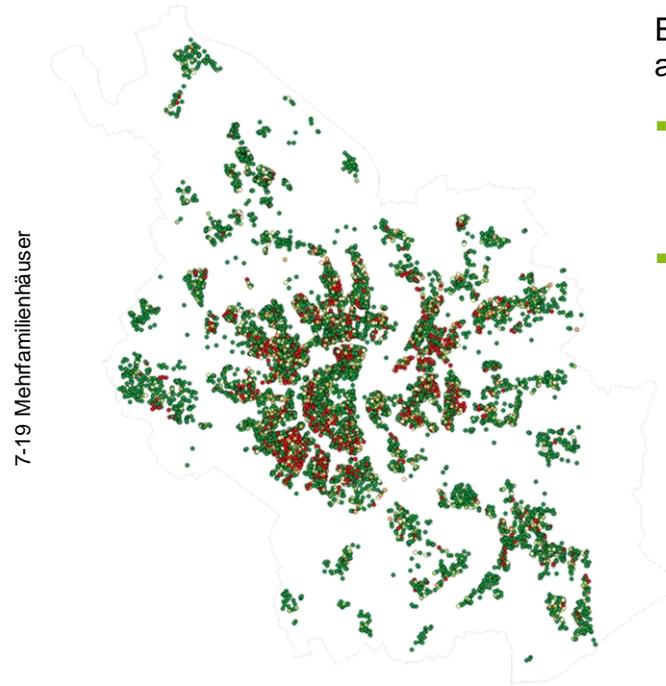
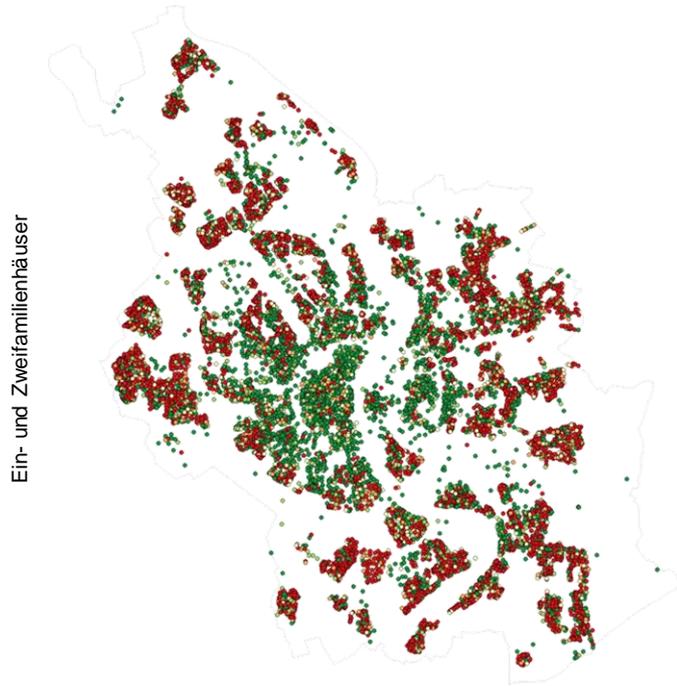
ländliche Netze

Identifizierung typischer Energienetzstrukturen im Rahmen einer sektorenübergreifenden Clusterung

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik | Patrick Wintzek | S. 6

Grundsätzliche Stadt- bzw. Gebäudestrukturen – Köln

Datensatz



Legende: ● ≤ 2 ● 3 ● 4 ● 5 ● > 5

Anmerkung: Ein Datenpunkt enthält Informationen zu mehreren Gebäuden

Erkenntnisse
aus Markt- und Geodaten:

- Ein- und Zweifamilienhäuser bilden eine Art „Ring“ um die jeweilige Stadt (Vorstadt)
- 7-19 Mehrfamilienhäuser stellen das „Negativ“ von Ein- und Zweifamilienhäusern dar und befinden sich hauptsächlich im städtischen und innerstädtischen Bereich

Datengrundlage für die Nieder- und Mittelspannungsebene

Datensatz

Niederspannung (NS):

- 6 Verteilnetzbetreiber (Köln, Berlin, Hannover, Dresden, Stuttgart, Erlangen)
- 4.207 NS-Netze
- Parameter über alle Netze: Leitungslänge, Hausanschlüsse, Zählpunkte

Mittelspannung (MS):

- 6 Verteilnetzbetreiber (Köln, Berlin, Hannover, Dresden, Stuttgart, Erlangen)
- 126 MS-Netze
- Parameter über alle Netze: Leitungslänge, Ortsnetzstationen, Hausanschlüsse, Zählpunkte

➔ Nutzung der Anschluss- und Lastdichte für die Clusterung

Methodische Vorgehensweise zur Clusterung im Stromnetz

Datensatz

Nutzung der Daten von sechs Verteilnetzbetreibern (VNB):

1. Parameter für die Clusterung

– Anschlussdichte

- Hausanschlüsse pro Kilometer Niederspannungsleitung
- Ortsnetzstationen pro Kilometer Mittelspannungsleitung

– Lastdichte

- Zählpunkte pro Hausanschluss
- Zählpunkte pro Ortsnetzstation

2. Anwendung des *k-means-Algorithmus* zur Clusterung

3. Visualisierung im Geoinformationssystem

4. Datenanalyse und -auswertung

Methodische Vorgehensweise zur Clusterung im Gasnetz

Datensatz

Nutzung der Daten aus Köln:

1. Bilden von **Voronoi-Flächen** der Gasdruckregel- und Messstationen (GDRM)
2. Parameter für die Clusterung
 - **Anschlussdichte**
 - Hausanschlüsse pro Kilometer Gasleitung (Nieder-/Mitteldruckebene)
 - **Lastdichte**
 - Zählpunkte pro Hausanschluss
3. Anwendung des ***k-means*-Algorithmus** zur Clusterung
4. **Visualisierung** im Geoinformationssystem
5. **Datenanalyse und -auswertung**

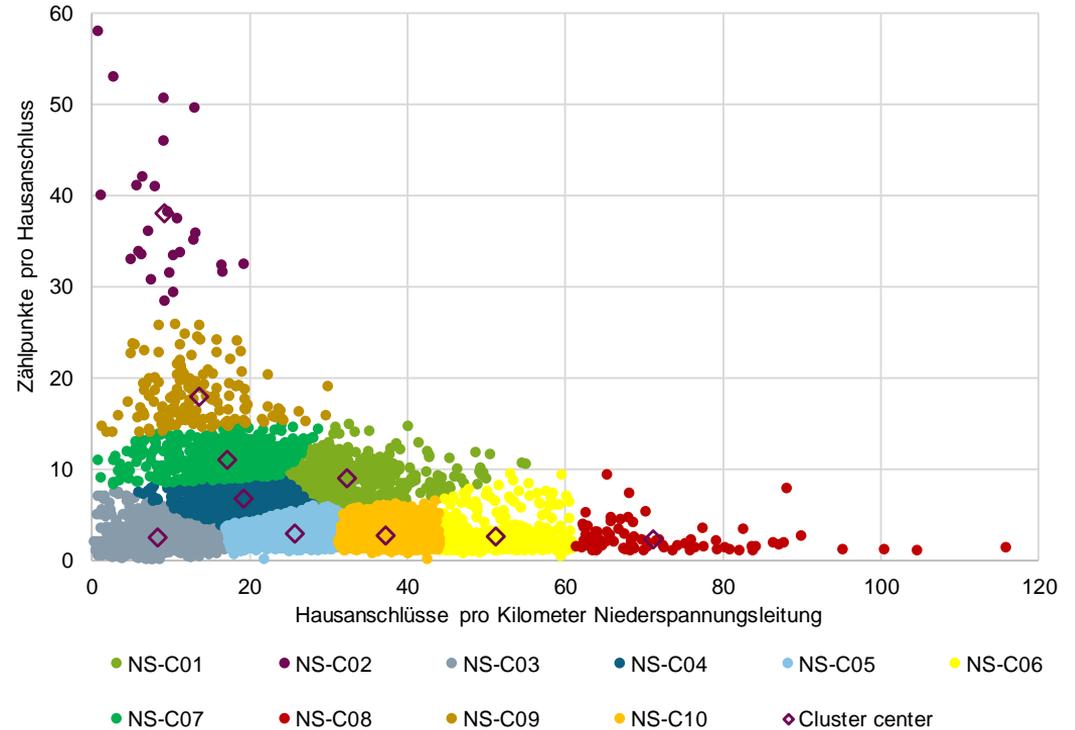
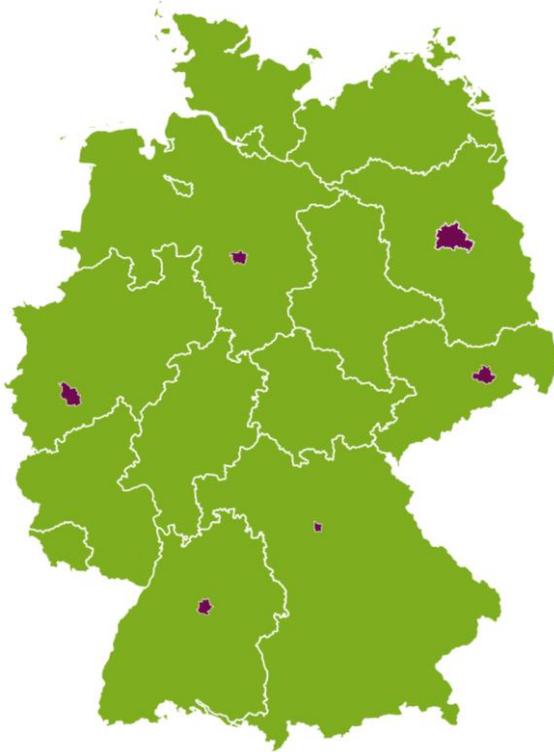
Ergebnisse der Clusterung



Stromnetz

Ergebnisse der NS-Clusterung – konsolidiert

Ergebnisse der Clusterung

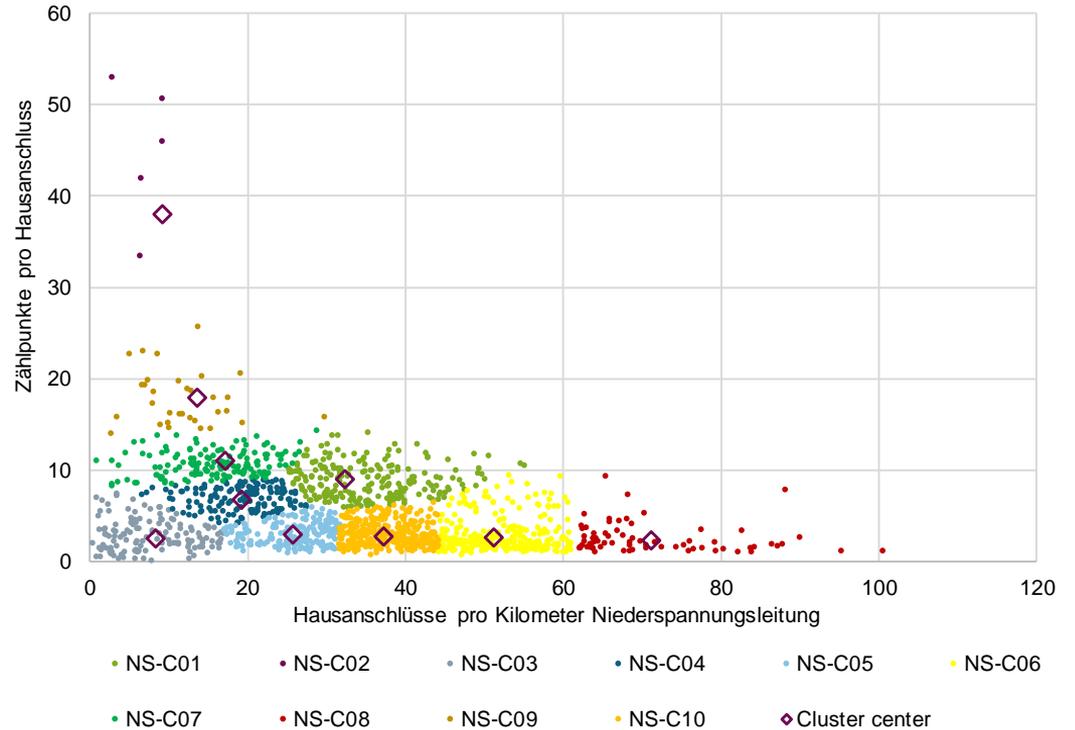
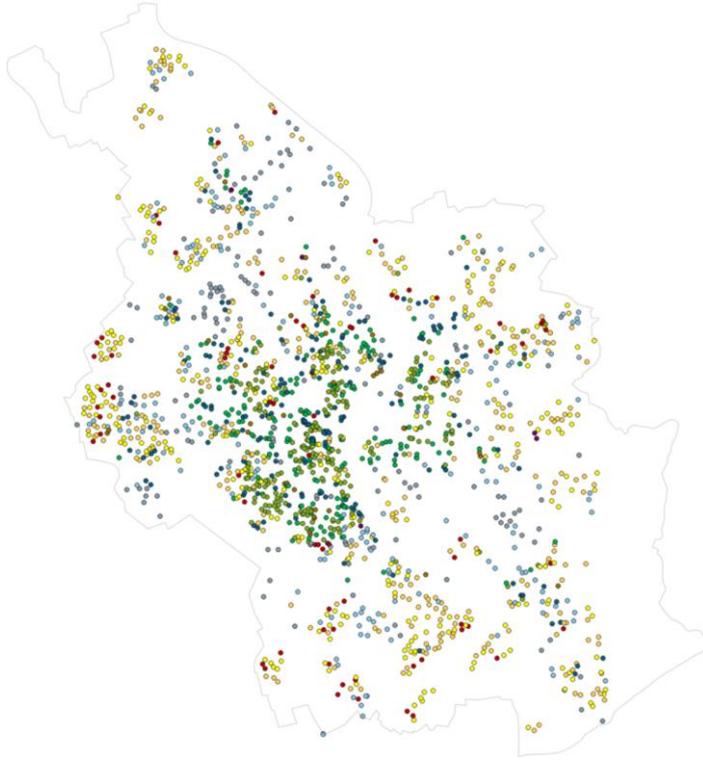


Identifizierung typischer Energienetzstrukturen im Rahmen einer sektorenübergreifenden Clusterung
Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik | Patrick Wintzek | S. 13



Ergebnisse der NS-Clusterung – Auszug Köln

Ergebnisse der Clusterung

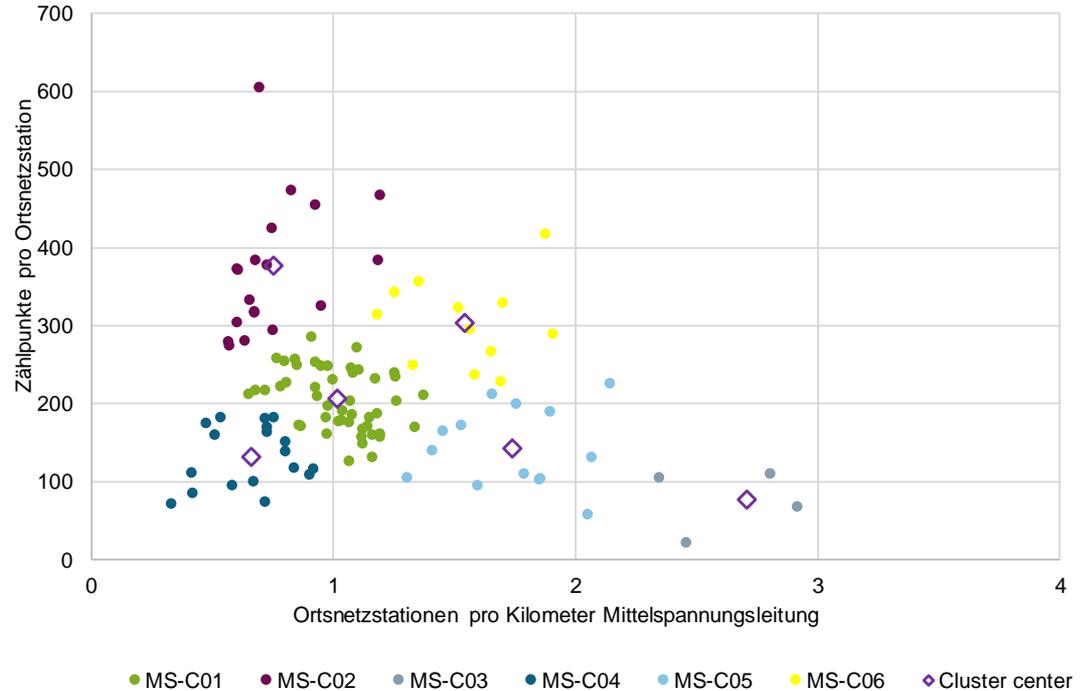
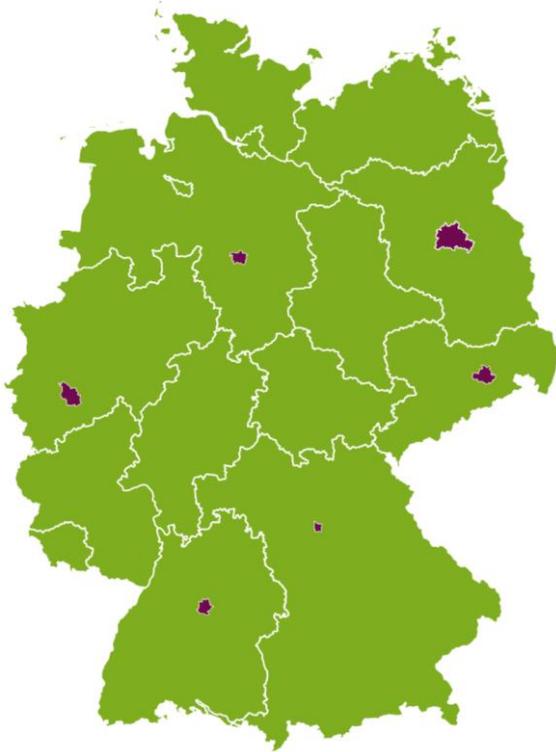


Identifizierung typischer Energienetzstrukturen im Rahmen einer sektorenübergreifenden Clusterung

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik | Patrick Wintzek | S. 14

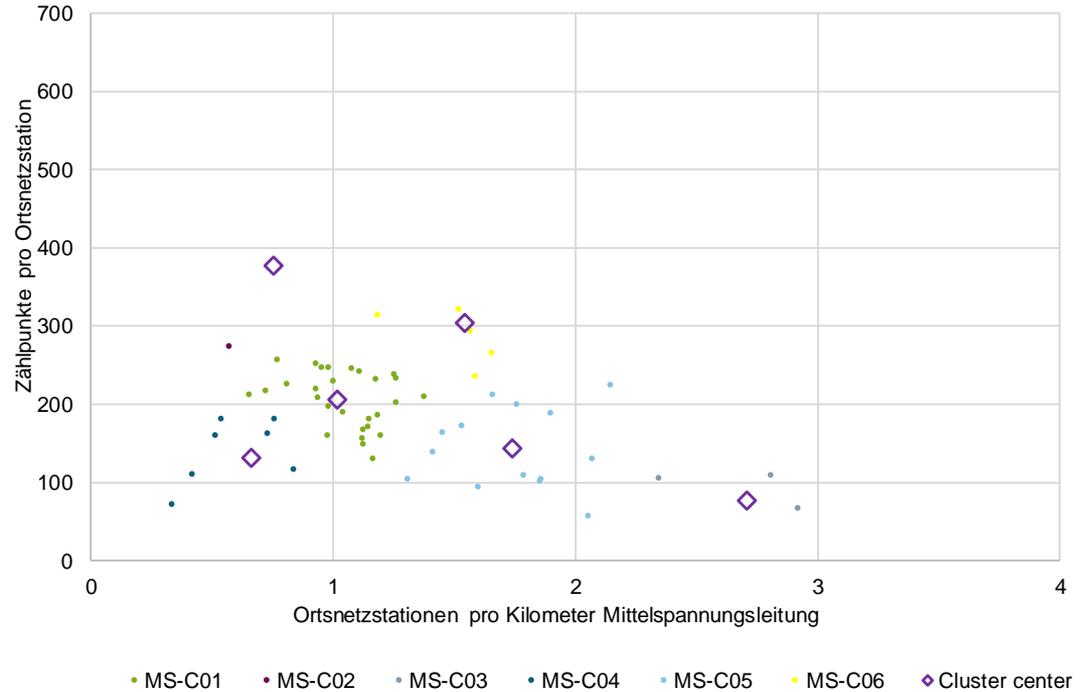
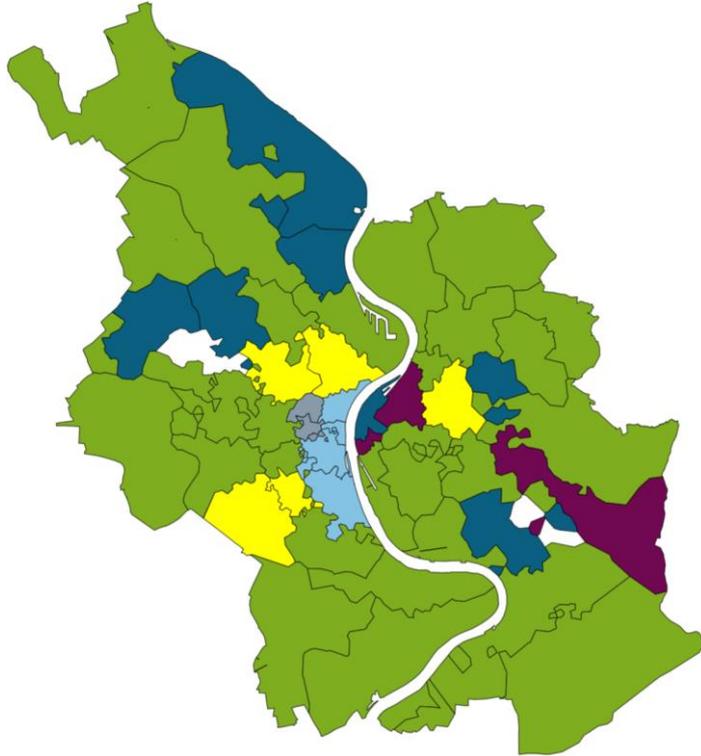
Ergebnisse der MS-Clusterung – konsolidiert

Ergebnisse der Clusterung



Ergebnisse der MS-Clusterung – Auszug Köln

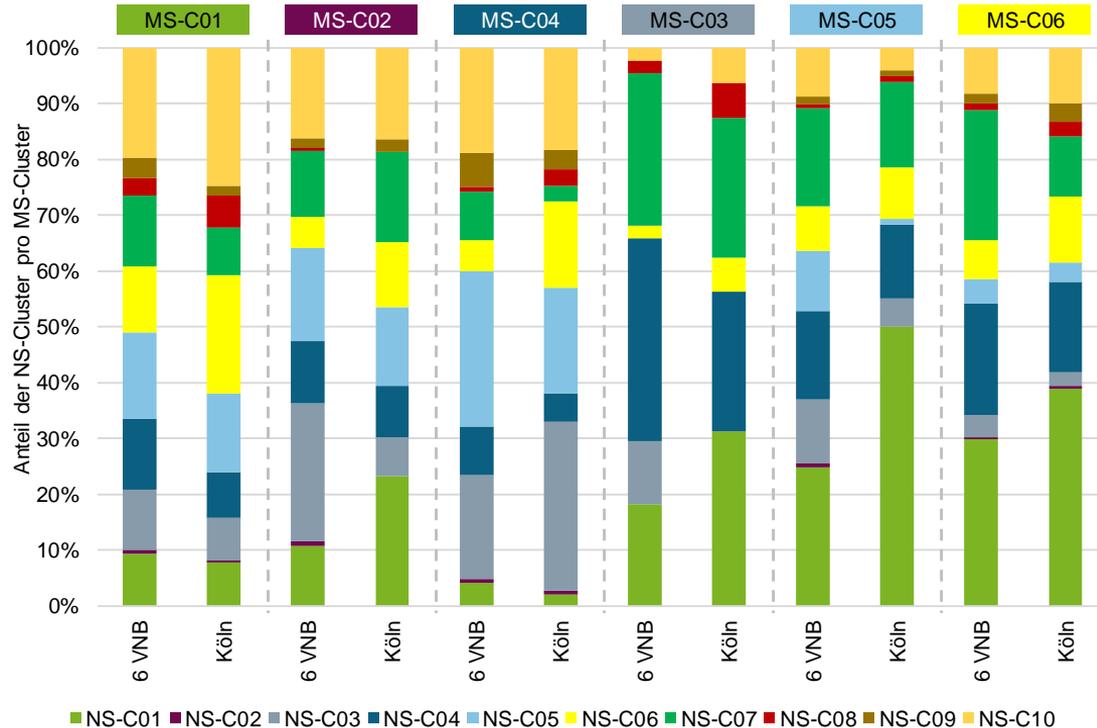
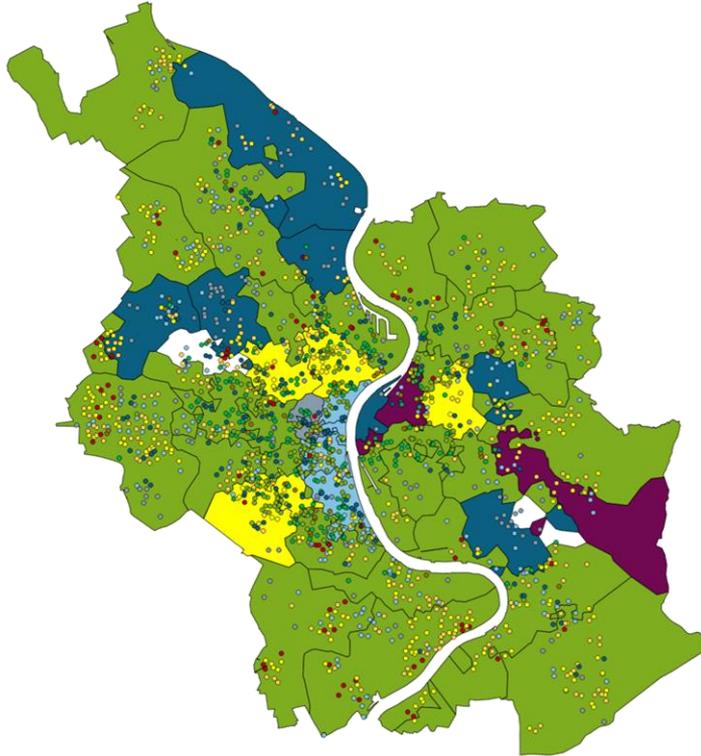
Ergebnisse der Clusterung



Korrelation zwischen zwei Spannungsebenen

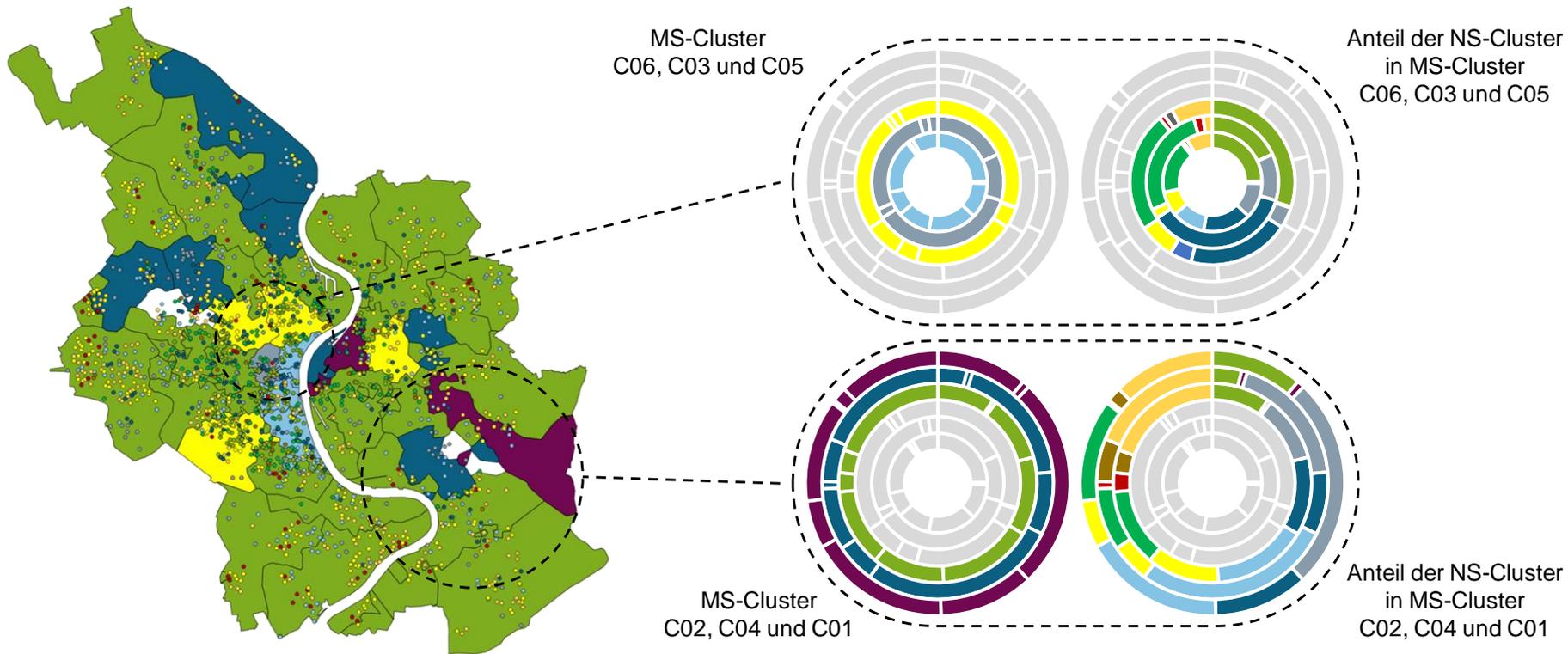
Korrelation zwischen MS- und NS-Gebieten in Köln

Ergebnisse der Clusterung



Korrelation zwischen MS- und NS-Gebieten in Köln

Ergebnisse der Clusterung



Identifizierung typischer Energienetzstrukturen im Rahmen einer sektorenübergreifenden Clusterung

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik | Patrick Wintzek | S. 19

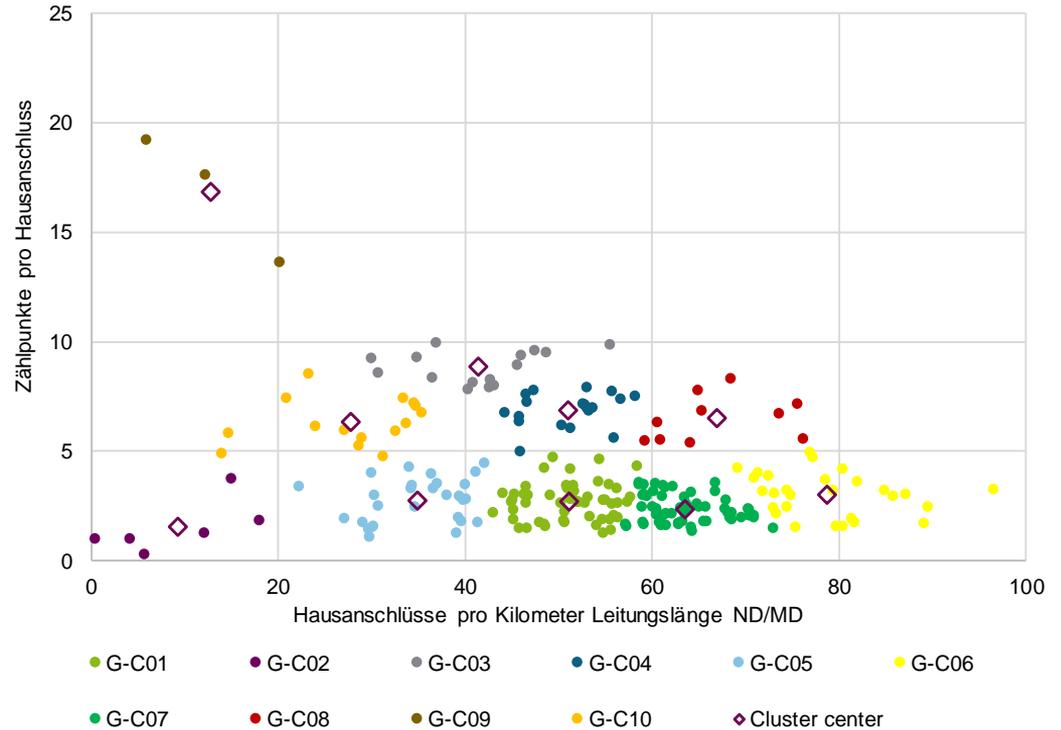
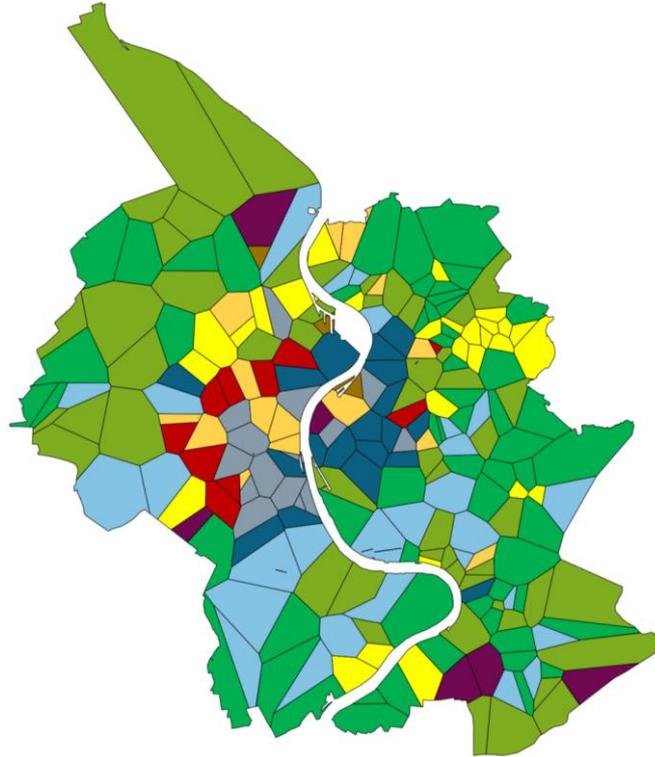


BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Gasnetz

Gas-Clusterung der GDRM-Gebiete – Köln

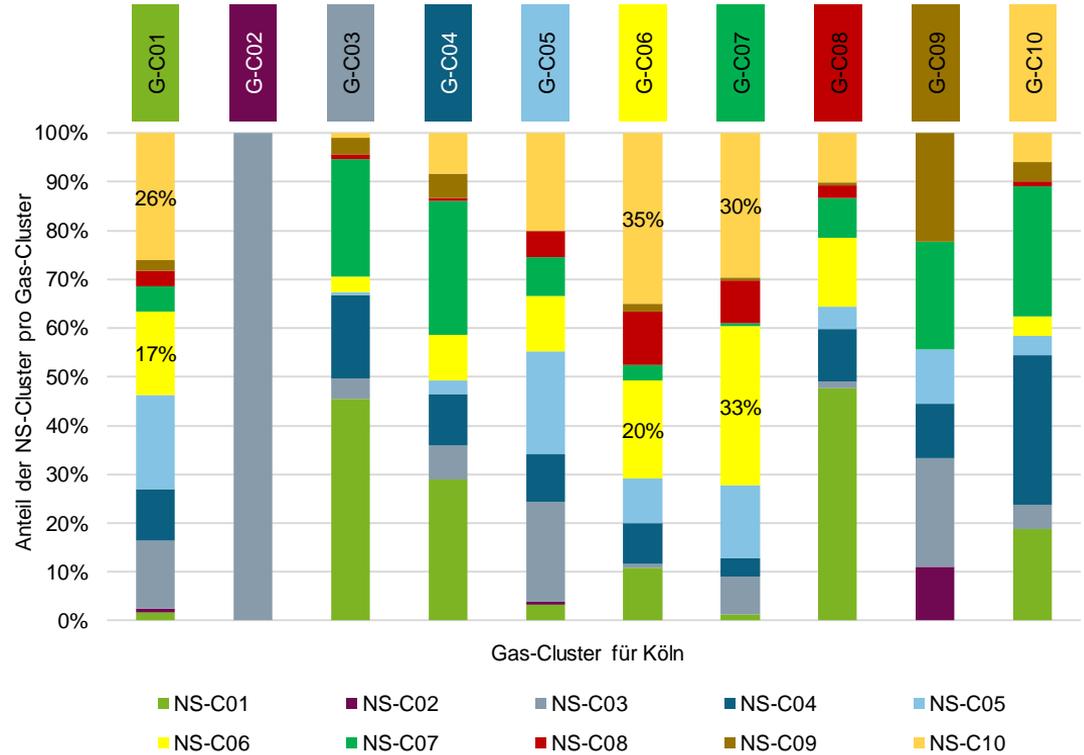
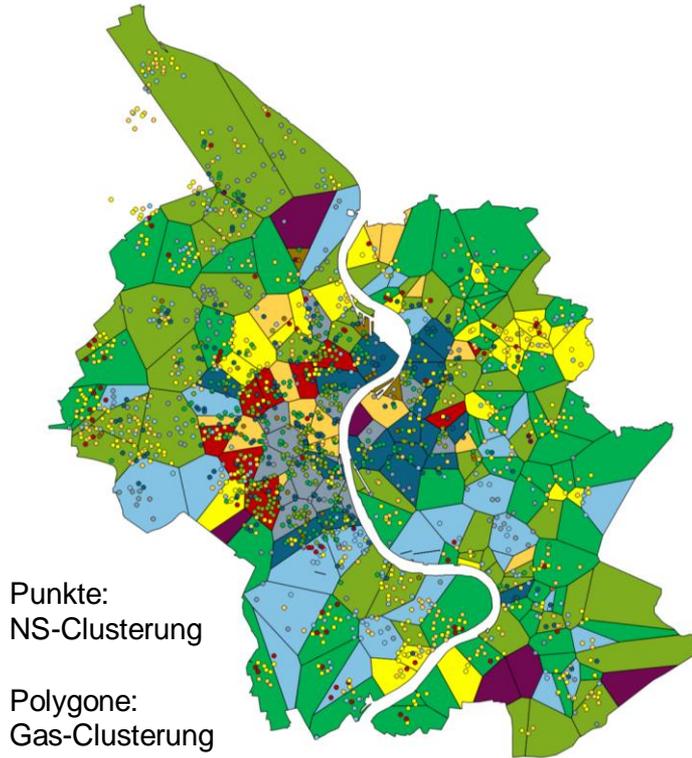
Ergebnisse der Clusterung



Korrelation zwischen dem Stromnetz und dem Gasnetz

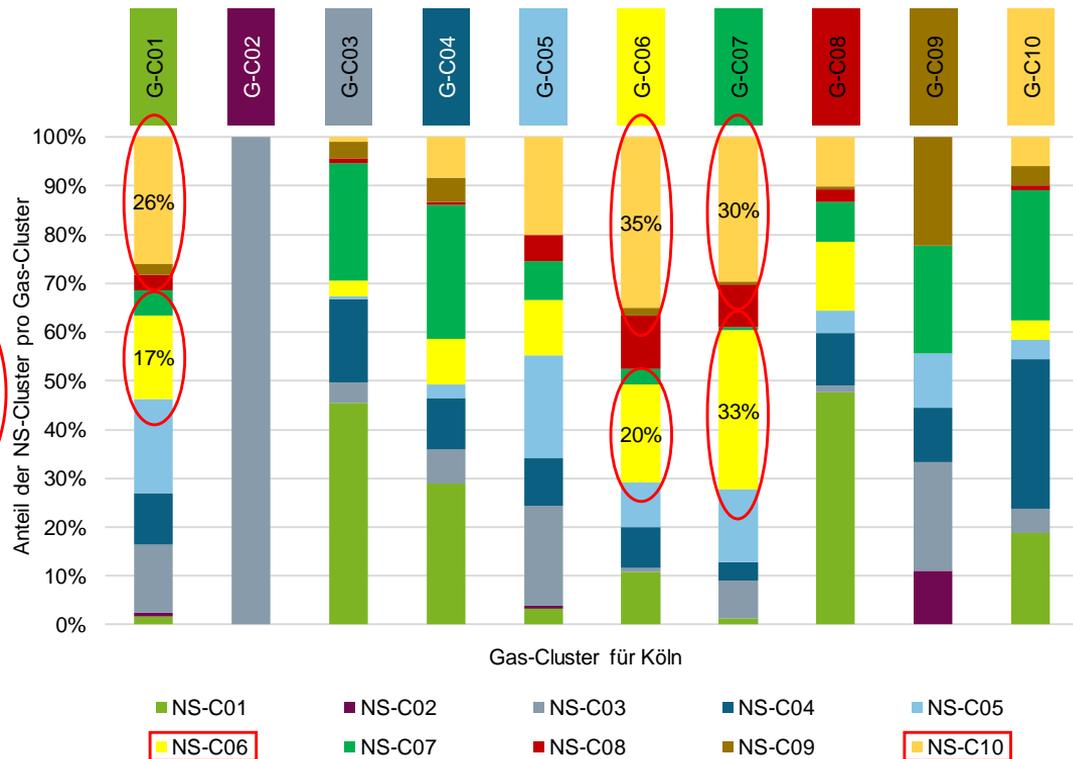
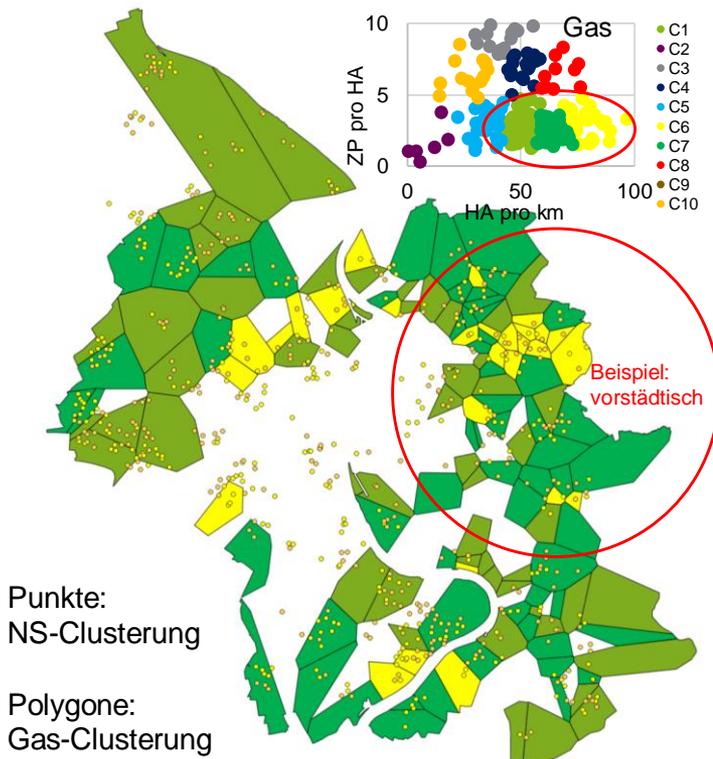
NS-Cluster pro Gas-Cluster – Köln

Ergebnisse der Clusterung



NS-Cluster pro Gas-Cluster – Fokus Vorstadt

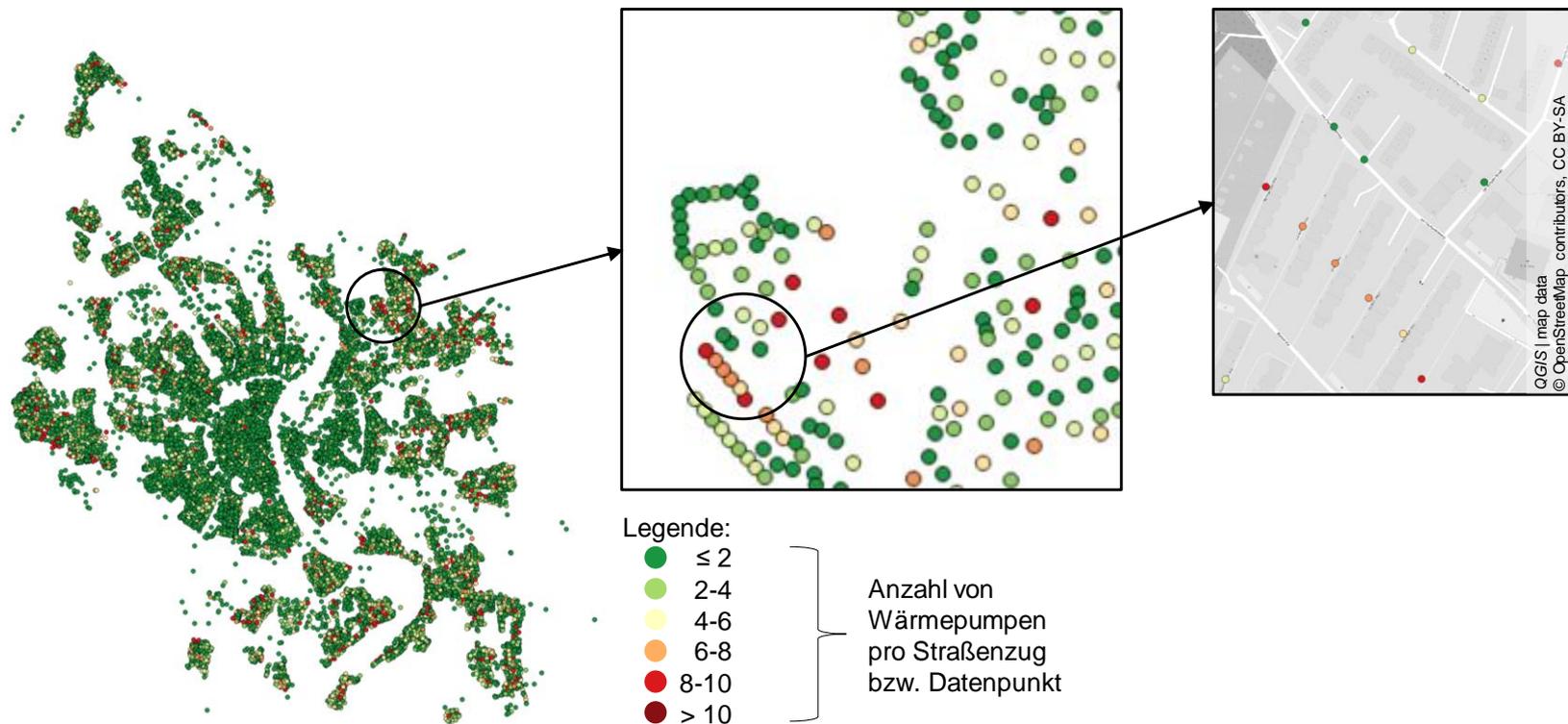
Ergebnisse der Clusterung



Berücksichtigung von Wärmepumpen

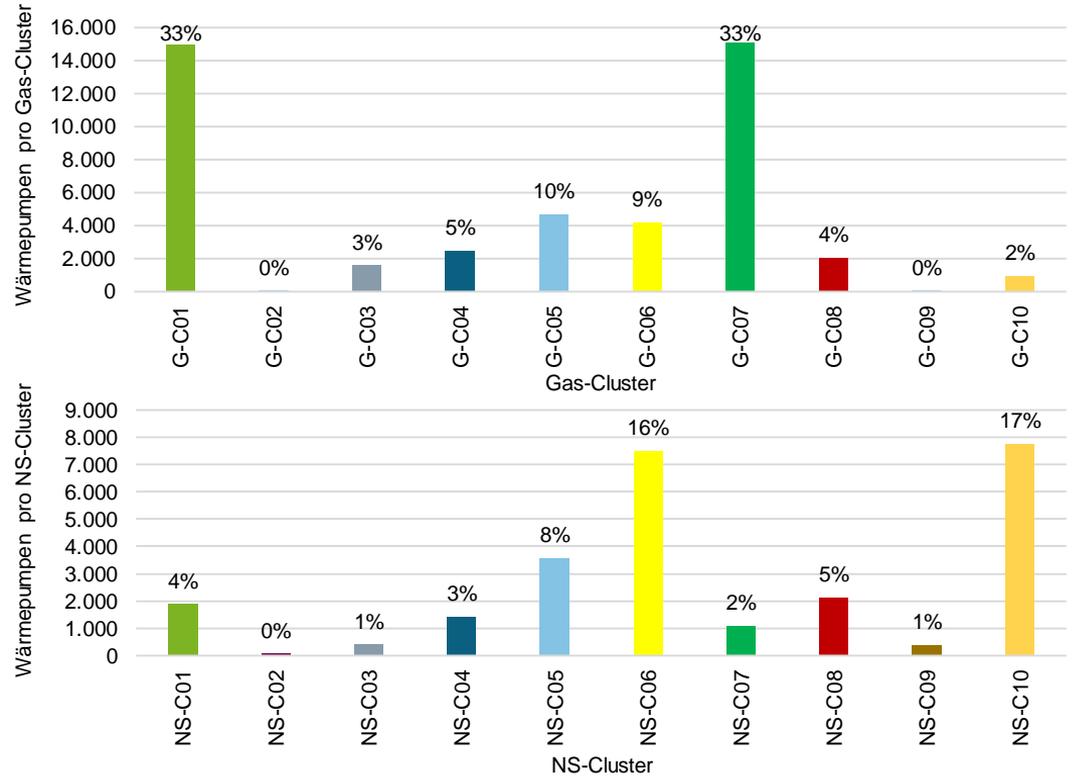
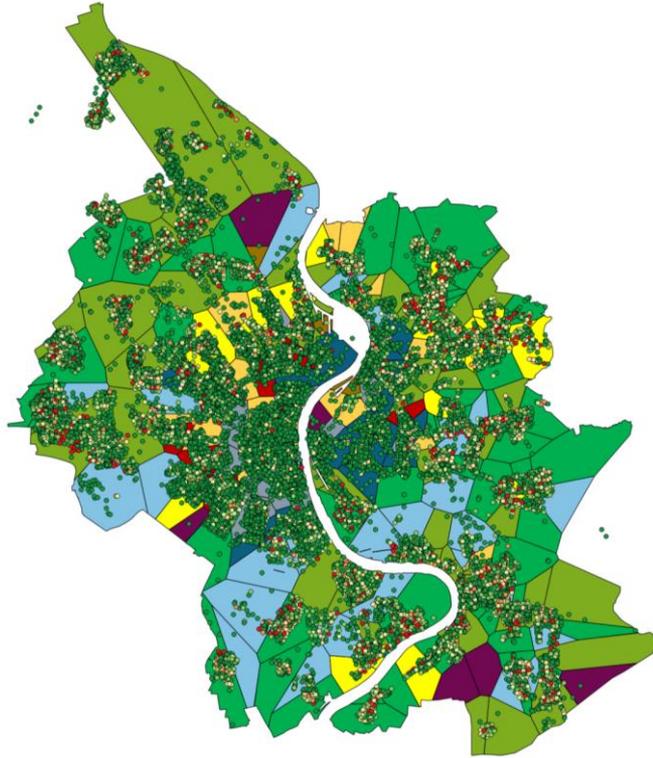
Regionalisierung von Wärmepumpen – Köln

Ergebnisse der Clusterung



Wärmepumpen pro Gas- und NS-Clusterung – Köln

Ergebnisse der Clusterung

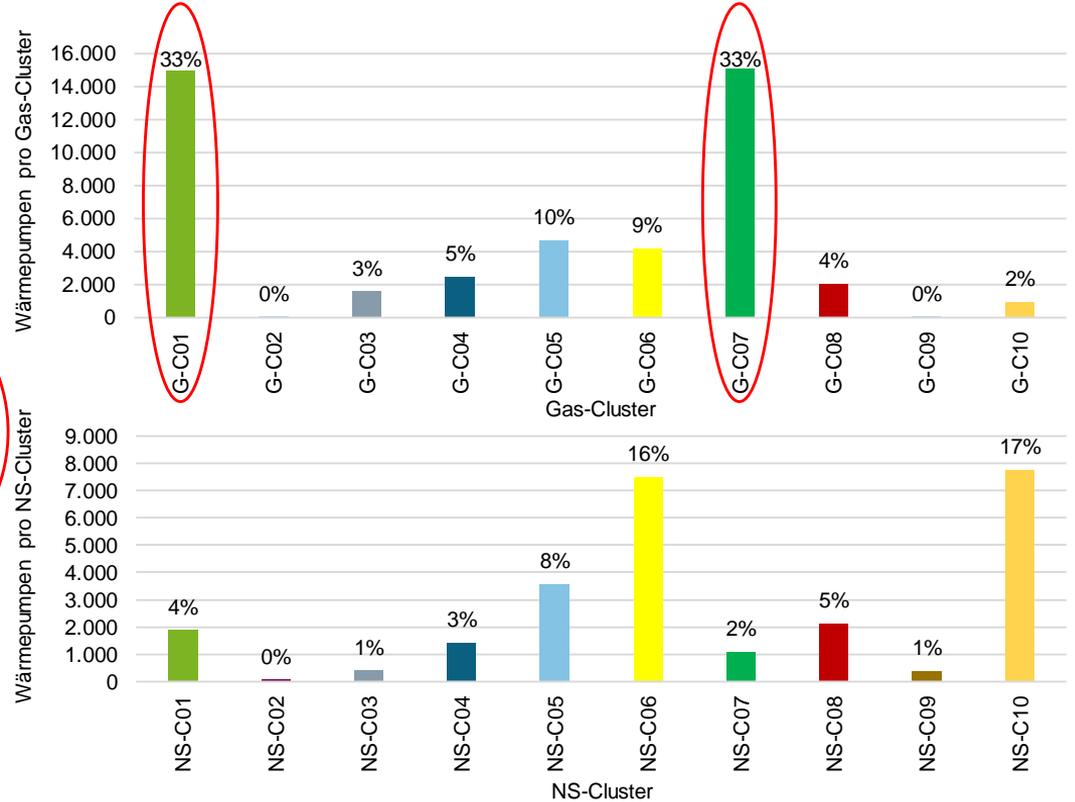
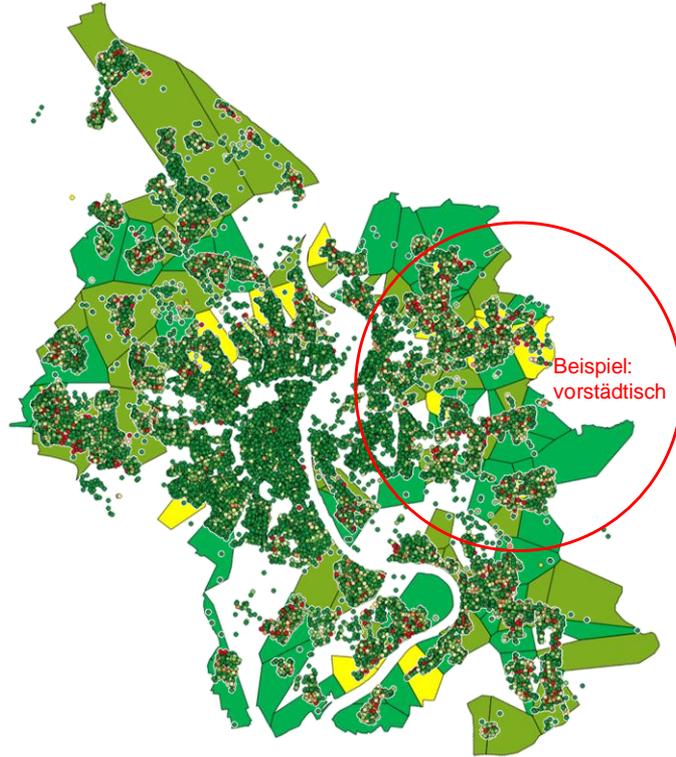


Identifizierung typischer Energienetzstrukturen im Rahmen einer sektorenübergreifenden Clusterung

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik | Patrick Wintzek | S. 27

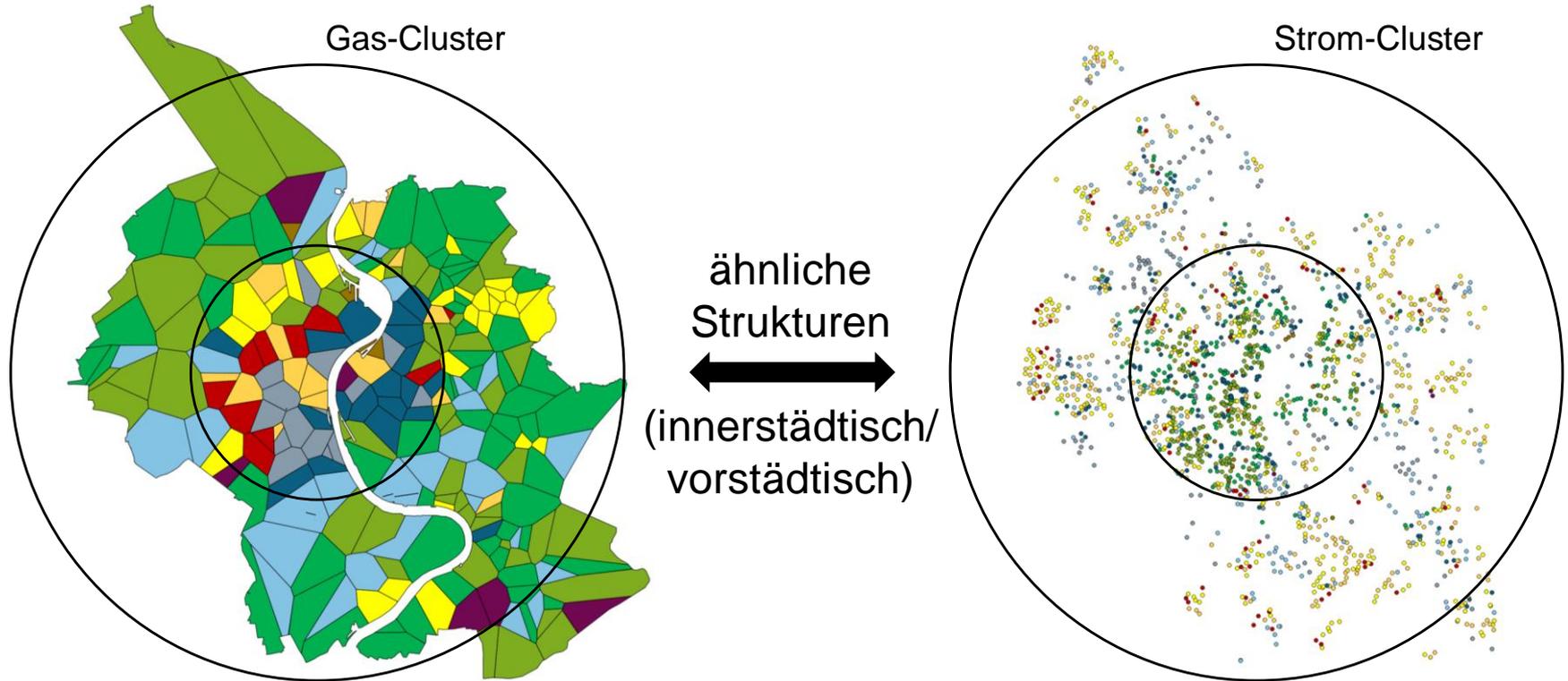
Wärmepumpen pro Gas- und NS-Clusterung – Fokus Vorstadt

Ergebnisse der Clusterung



Visueller Abgleich der Gas- und Strom-Cluster

Ergebnisse der Clusterung



Zusammenfassung und Fazit

Drei wesentliche Erkenntnisse

Zusammenfassung und Fazit

1.

Es besteht eine **deutlich erkennbare Korrelation** zwischen der MS- und der NS-Clusterung sowie zwischen der Gas-Clusterung und der Strom-Clusterung.

2.

Die Clusterung des Gasnetzes zeigt **grundsätzlich ähnliche Strukturen** wie die Clusterung des Stromnetzes und eine Regionalisierung von Wärmepumpen zeigt einen erhöhten Anteil in bestimmten Clustern.

3.

Auf Basis der durchgeführten Analysen wird daher empfohlen, im Rahmen der Elektrifizierung des Wärmesektors die bestehenden **Energienetzstrukturen gemeinsam und sektorenübergreifend zu betrachten.**

➤ Kontakt

Patrick Wintzek, M. Sc., M. Eng.
Forschungsgruppe Netzstrukturen und Netzplanung

📍 Bergische Universität Wuppertal
Rainer-Gruenter-Str. 21, 42119 Wuppertal
Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik

✉ patrick.wintzek@uni-wuppertal.de





BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL