



## Berücksichtigung von Energiekennzahlen bei der Aggregation von Eingangsdaten für die Optimierung der Wärmeversorgung von Stadtteilen

Patrik Schönfeldt<sup>1</sup>, Elif Turhan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Vernetzte Energiesysteme

### Situation und Fragestellung

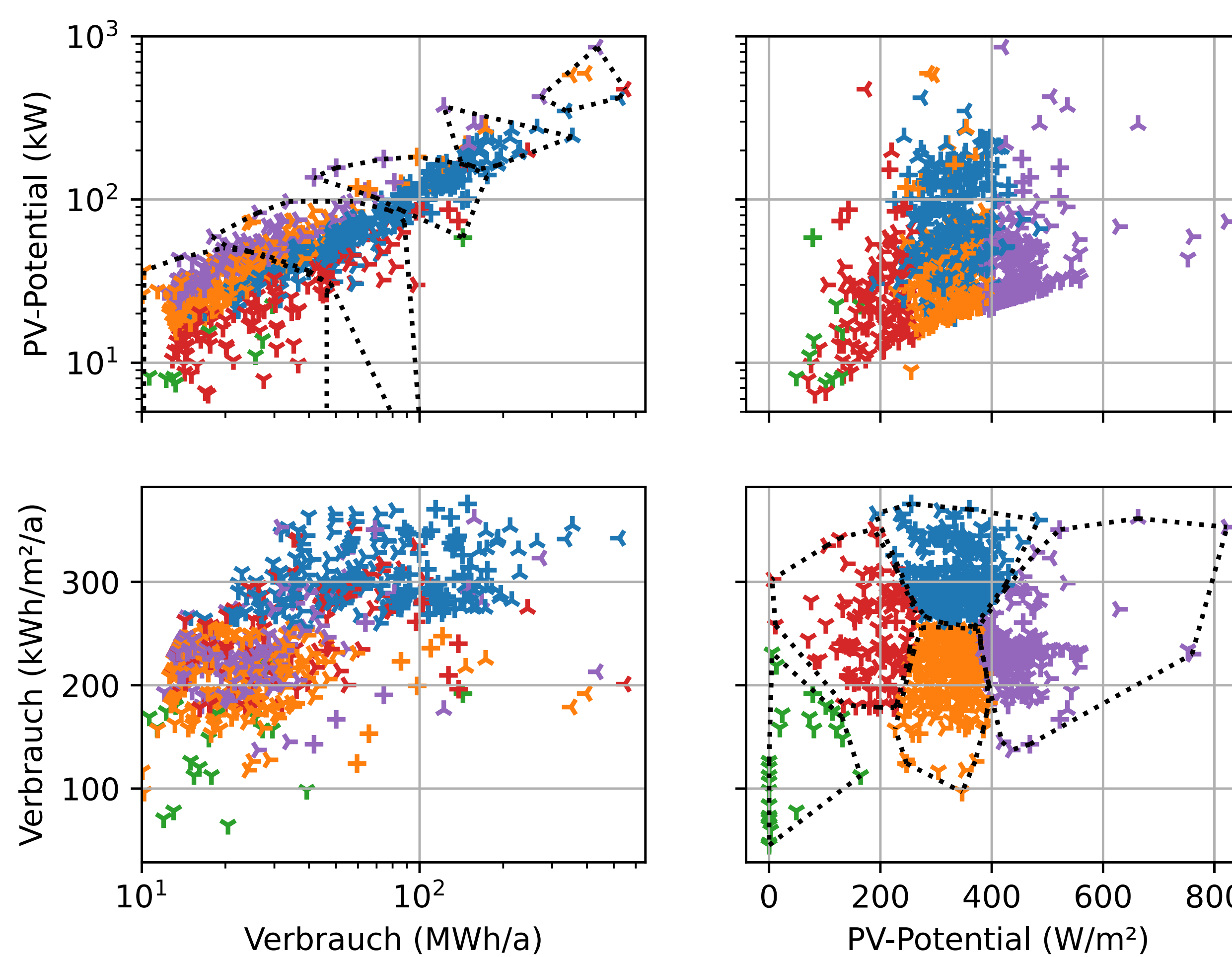
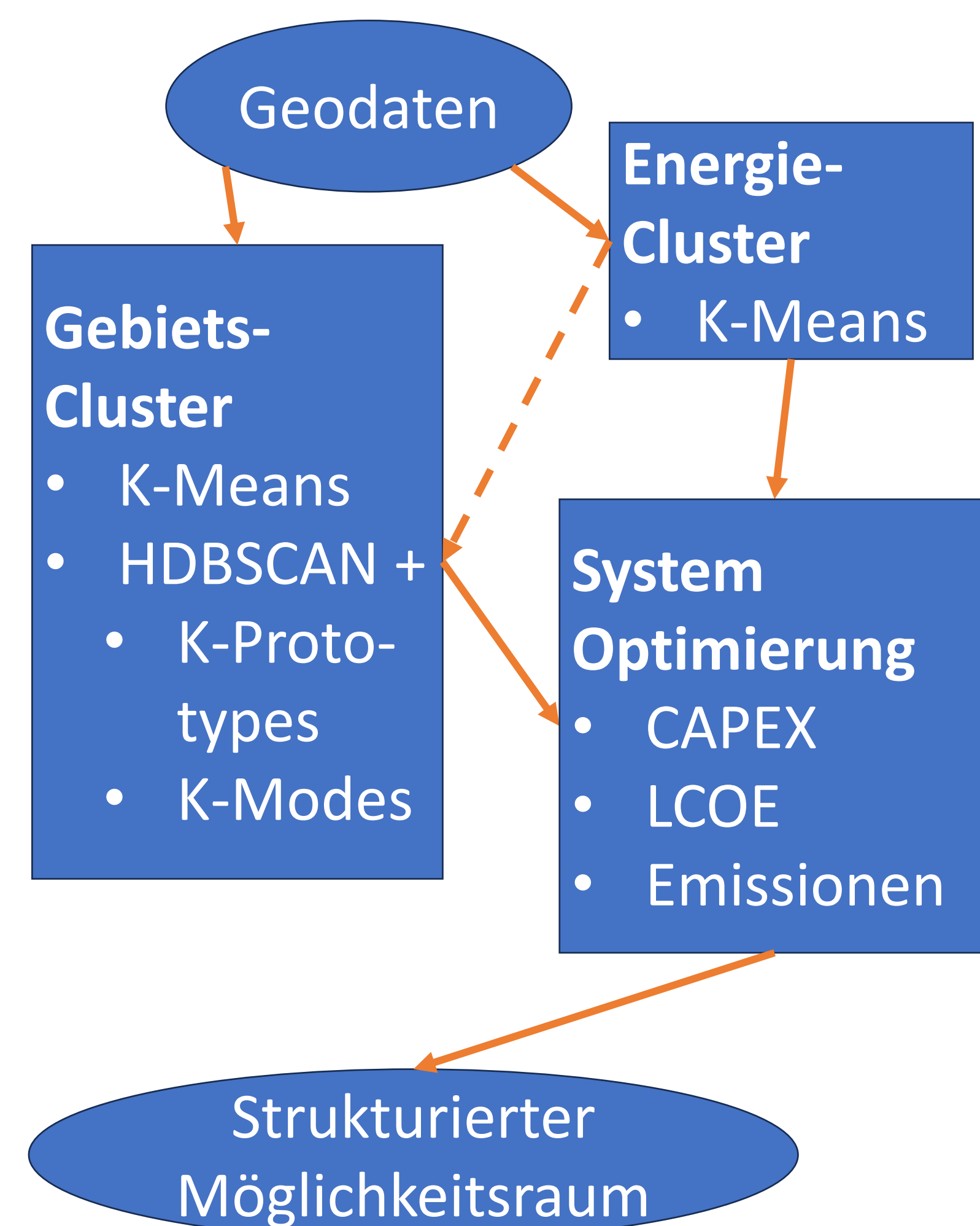
Bei der Wärmeleitplanung müssen viele Ziele gegeneinander abgewogen werden. Gleichzeitig fehlt Personal für rasche manuelle Planungsprozesse. Durch automatische Vorplanung können Planungsressourcen effizienter eingesetzt werden. Für Ansätze, die auf Optimierung beruhen, stellt die Menge der zu berücksichtigenden Daten eine Herausforderung dar, die Datenaggregation erforderlich macht. Faktisch findet diese jedoch auch – z.B. durch Zusammenfassung von Baublöcken – in der manuellen Wärmeleitplanung statt. So stellen sich die Fragen:

1. Wie lassen sich Gebäude in automatischen Workflows sinnvoll gruppieren?
2. Welchen Einfluss hat die Auswahl der Aggregationsmethode auf die späteren Ergebnisse?

In der vorliegenden Arbeit wird automatisch der Pareto-optimale „Möglichkeitsraum“ aufgespannt, der sich durch Rahmenbedingungen und Zielkonflikte ergibt.

### Methodik

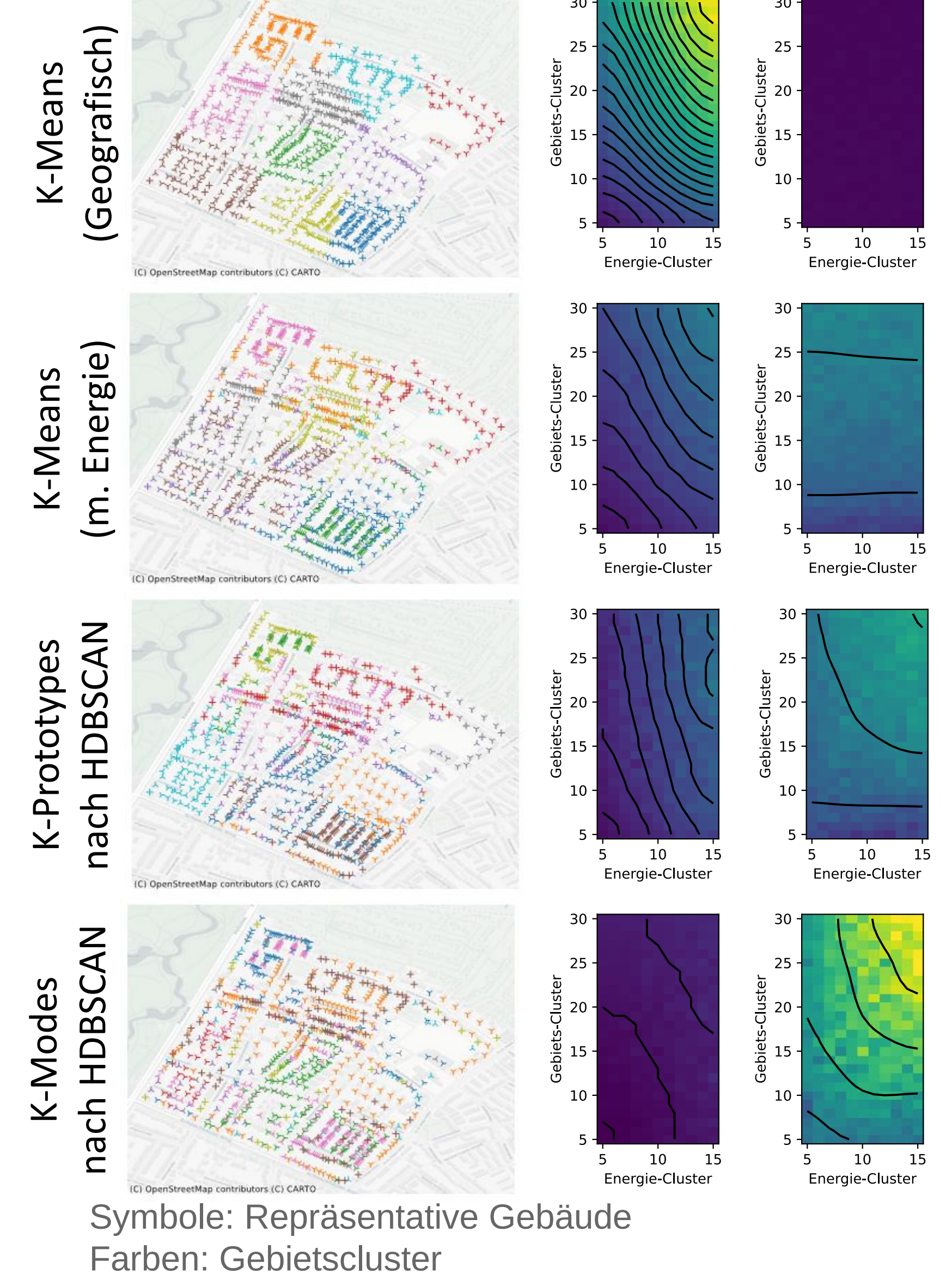
Die Optimierung erfolgt auf Basis repräsentativer Gebäude, die jeweils einen Energiecluster abbilden. Entscheidungen über zentrale Wärmeversorgung werden über die geografischen Cluster gefällt. Annahme für den Start: Alle Gebäude mit Gasheizung.



Symbole: Cluster auf Energiekennwert des Gebäudes  
Farben: Cluster auf spezifischen Energiekennwert  
Gestrichelte Linien: Eingrenzung der Cluster

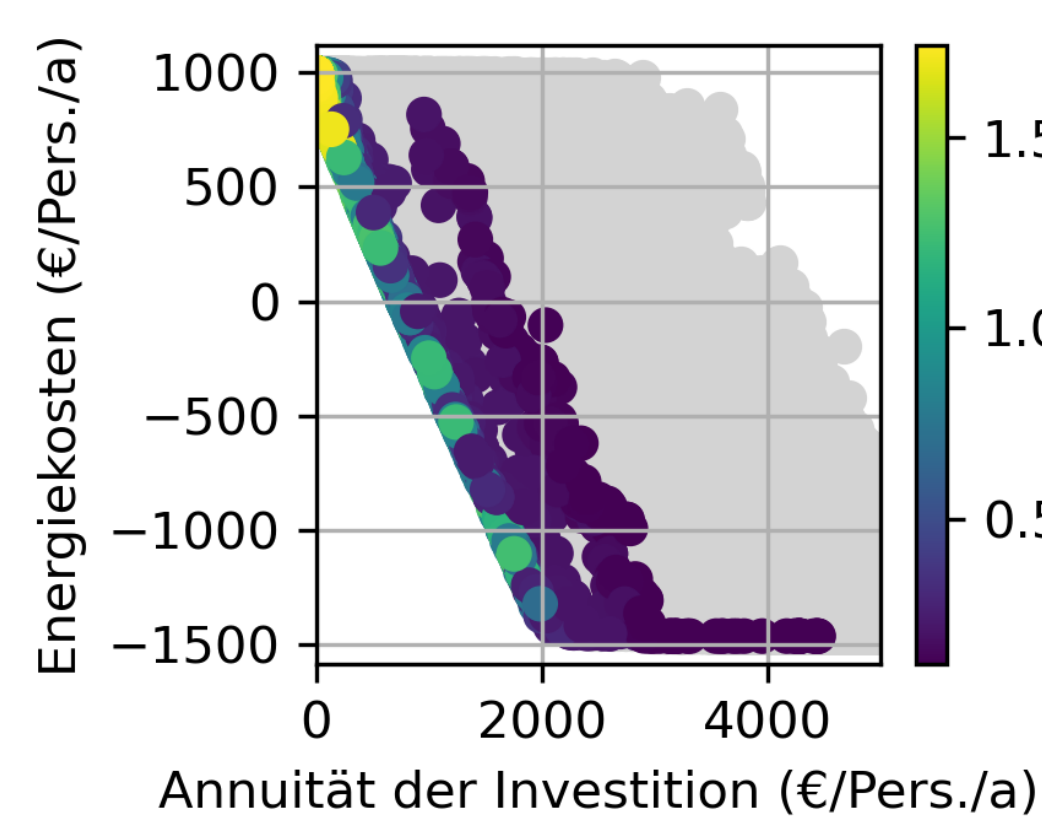
Cluster auf Basis  
Spez. Energiewerte

Kombinationen  
10 270  
Wärmenetz  
(m/Gebäude)  
30 100



### Ergebnisse

Möglichkeitsraum  
der Abwägung  
der Zielkonflikte



Das Ergebnis der Methode ist eine Auswahl aller Pareto-optimalen technischen Optionen unter Berücksichtigung der Zielkonflikte. Dieser Möglichkeitsraum kann zur Orientierung für weitere Planungen dienen, weil gewisse Lösungen klar ausgeschlossen und No-Regret-Optionen identifiziert werden können. Alternativ kann nachträglich eine Gewichtung der Zielgrößen gewählt und eine Lösung ausgewählt werden. Die Studie zeigt auch eine starke Abhängigkeit der Resultate von der Wahl der repräsentativen Gebäude und der Raumaufteilung. Rechts zu sehen ist die jeweils minimal mögliche Wärmenetzdurchdringung für verschiedene Cluster-Methoden.

Minimale Wärmenetzdurchdringung im optimalen Möglichkeitsraum

Spezifisch + K-Means

Spezifisch + K-Modes

Absolut + K-Means



### Zusammenfassung und Ausblick

Geschickte Berücksichtigung der Energiekennwerte bei der Aggregation kann Komplexität des Problems deutlich reduzieren. Hierdurch ergeben sich jedoch (zumindest initial) eine Überschätzung der benötigten Leitungslängen für ein Wärmenetz. Durch Normierung der Energiekennwerte auf die Gebäudefläche lassen sich diese in die selbe Größenordnung bringen, wodurch weniger Cluster zur Abbildung nötig werden. Die Entscheidung über Wärmenetzanschlüsse erfolgt über räumliche Cluster, ist daher auch mit normierten Gebäuden möglich. Jedoch wirkt sich auch diese Wahl auf die Clustergrenzen aus.

Die Abhängigkeit der Ergebnisse von der Wahl der Aggregationsmethode lässt sich gegebenenfalls durch dynamische Berechnung der Kosten reduzieren, die aktuell als konstante Werte angenommen werden. So könnten z.B. die Länge des Wärmenetzes oder die Investitionskosten jeweils nichtlinear auf Basis der gewählten Technologieentscheidungen erfolgen.

### (Weiterführende) Quellen

- Vachhani, P. U. (2025). Influence of spatial clustering on the result of heat supply system optimization.
- Huang, Z. (1998). Extensions to the k-means algorithm for clustering large data sets with categorical values.
- Campello, R. J. G. B., Moulavi, D., and Sander, J. (2013). Density-based clustering based on hierarchical density estimates.
- Winter, W., Haslauer, T., and Obernberger, I. (2001). Untersuchungen der Gleichzeitigkeit in kleinen und mittleren Nahwärmenetzen