



## 3. Konferenz zur Norddeutschen Wärmeforschung

# Aggregation von Eingangsdaten für die Optimierung der Wärmeversorgung von Stadtteilen

Patrik Schönfeldt, Elif Turhan

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Vernetzte Energiesysteme

# Zielsetzung: Automatisierter Prozess

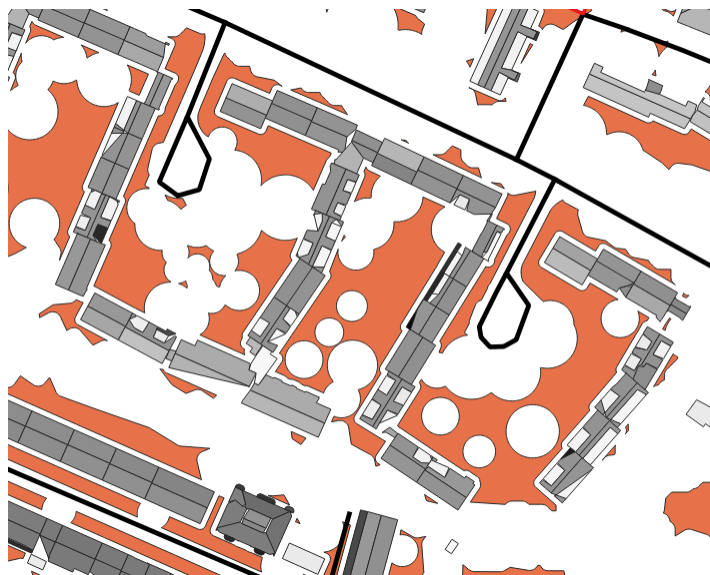
Geodaten

+

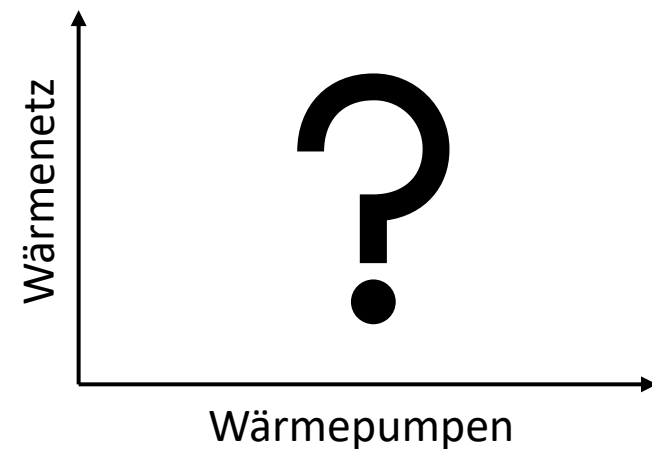
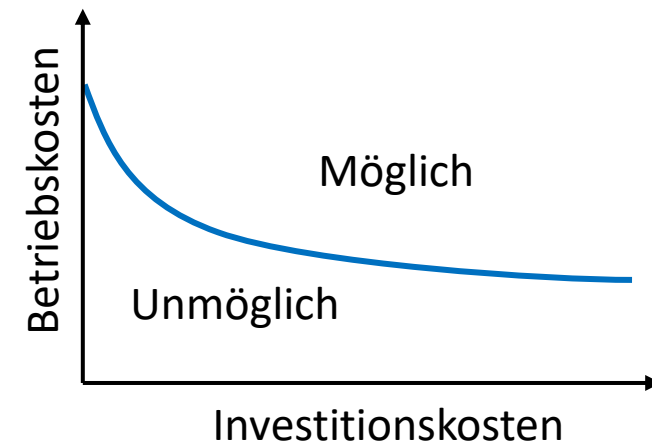
Ziele

=

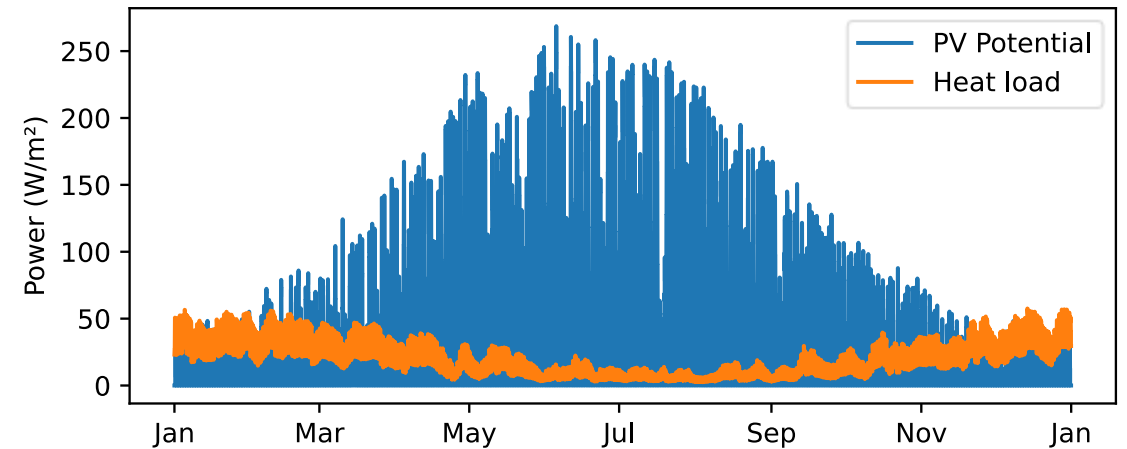
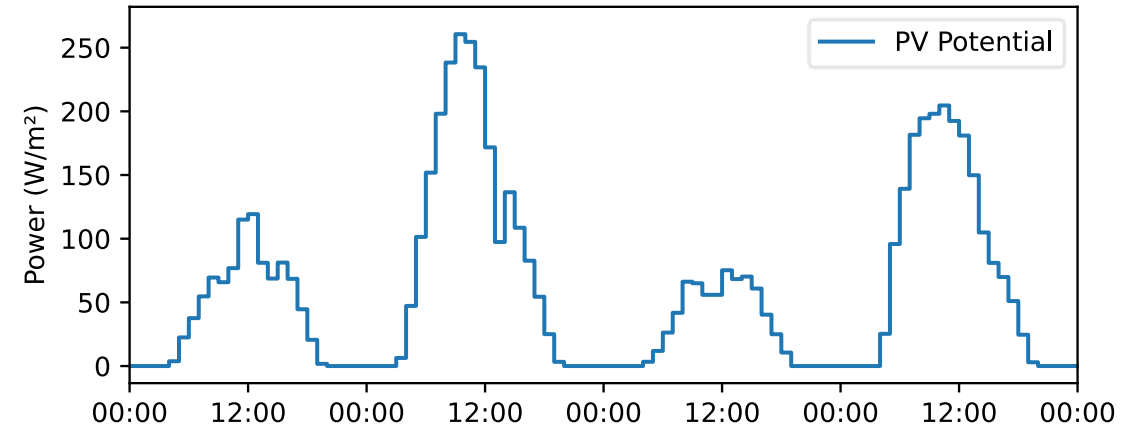
Möglichkeiten

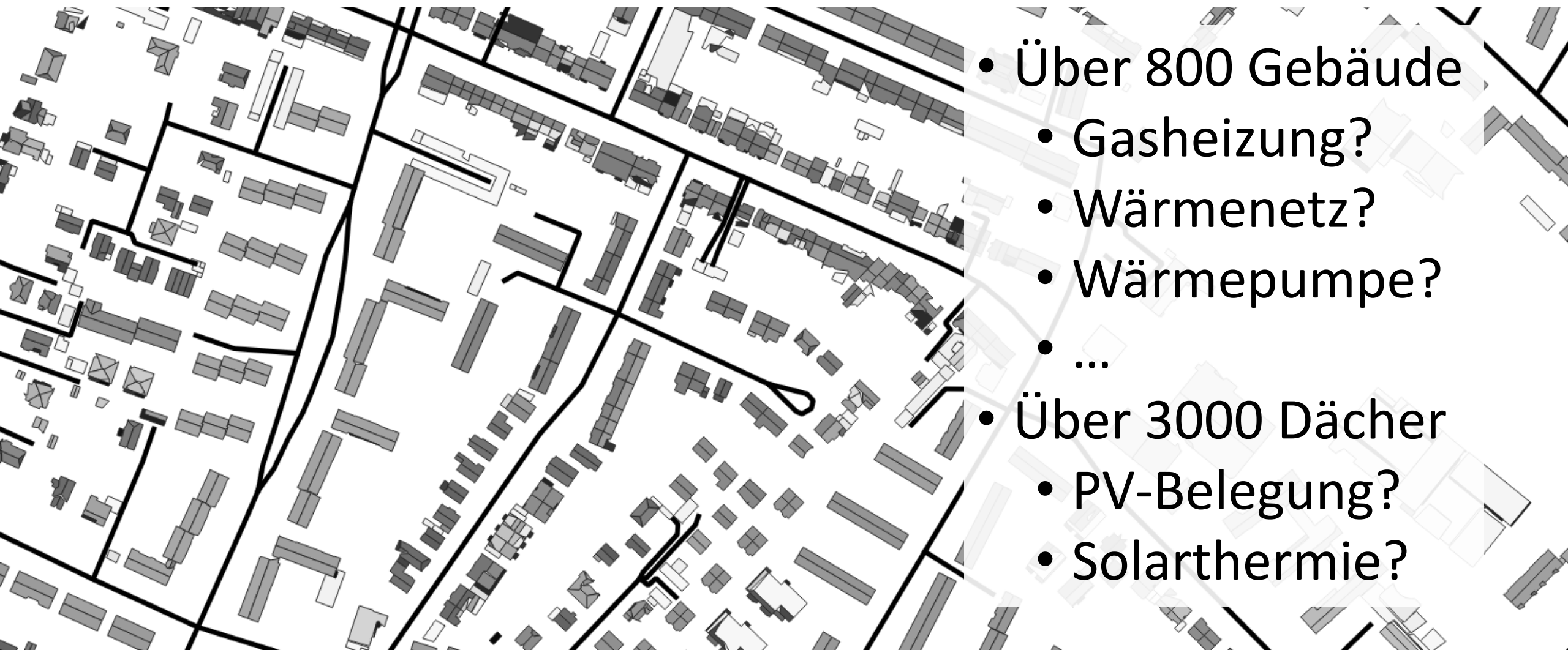


- ☐ Kostengünstig
  - ↓ Investitionen (€)
  - ↓ Wärmegestehungskosten (€/a)
    - ↓ Annuität der Investition (€/a)
    - ↓ Betriebskosten heute (€/a)
  - ↓ Betriebskosten fossilfreie „Electric World“ (kWh/a)
- ☐ Ökologisch
  - ↓ Aktuelle Emissionen (t/a)
  - ↓ Emissionen insgesamt (t)
- ☐ Systemverträglich
  - ↑ Autarkie (%)
  - ↓ Spitzenlast (kW)



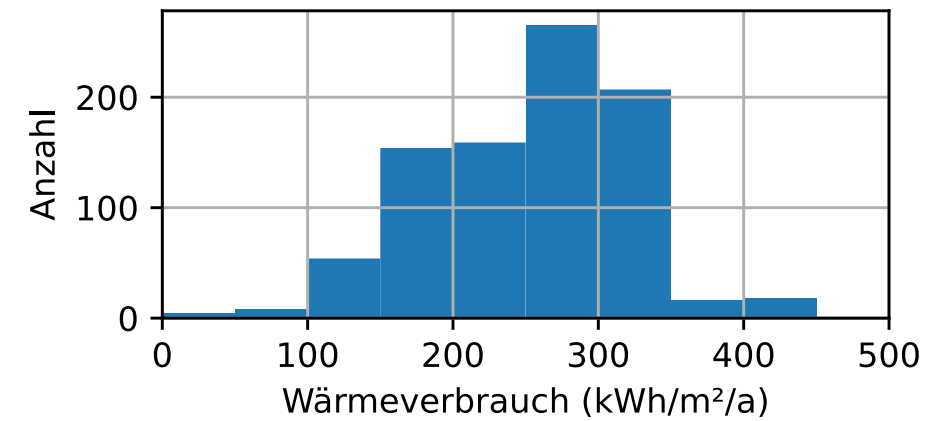
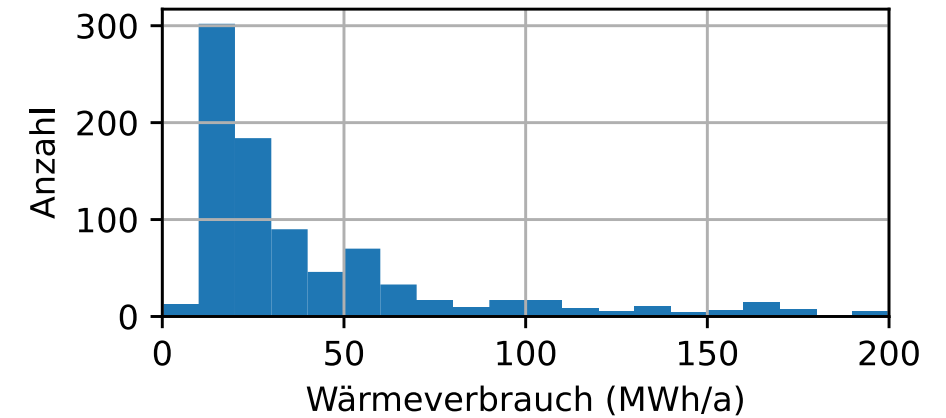
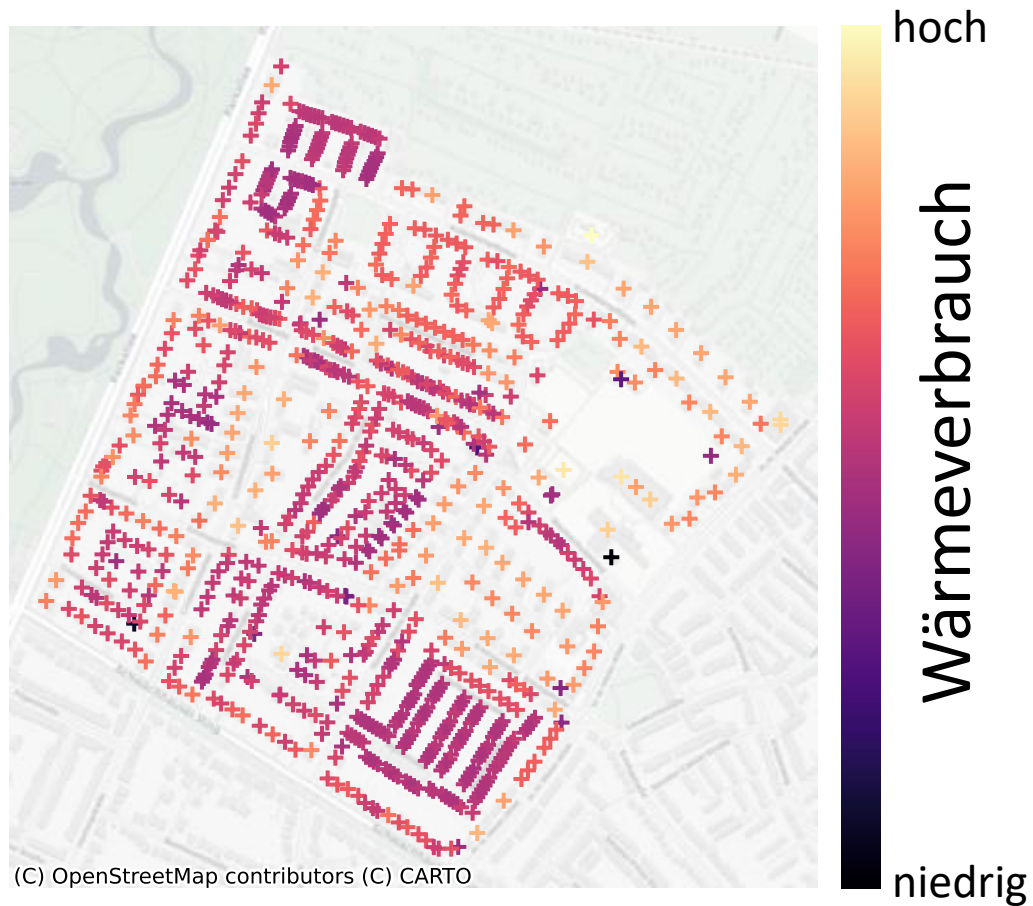
- Zeitliche Information
  - Untertägige Abläufe
  - Saisonale Abläufe
- Räumliche Information





- Über 800 Gebäude
  - Gasheizung?
  - Wärmenetz?
  - Wärmepumpe?
  - ...
- Über 3000 Dächer
  - PV-Belegung?
  - Solarthermie?

# Verteilung Wärmeverbrauch



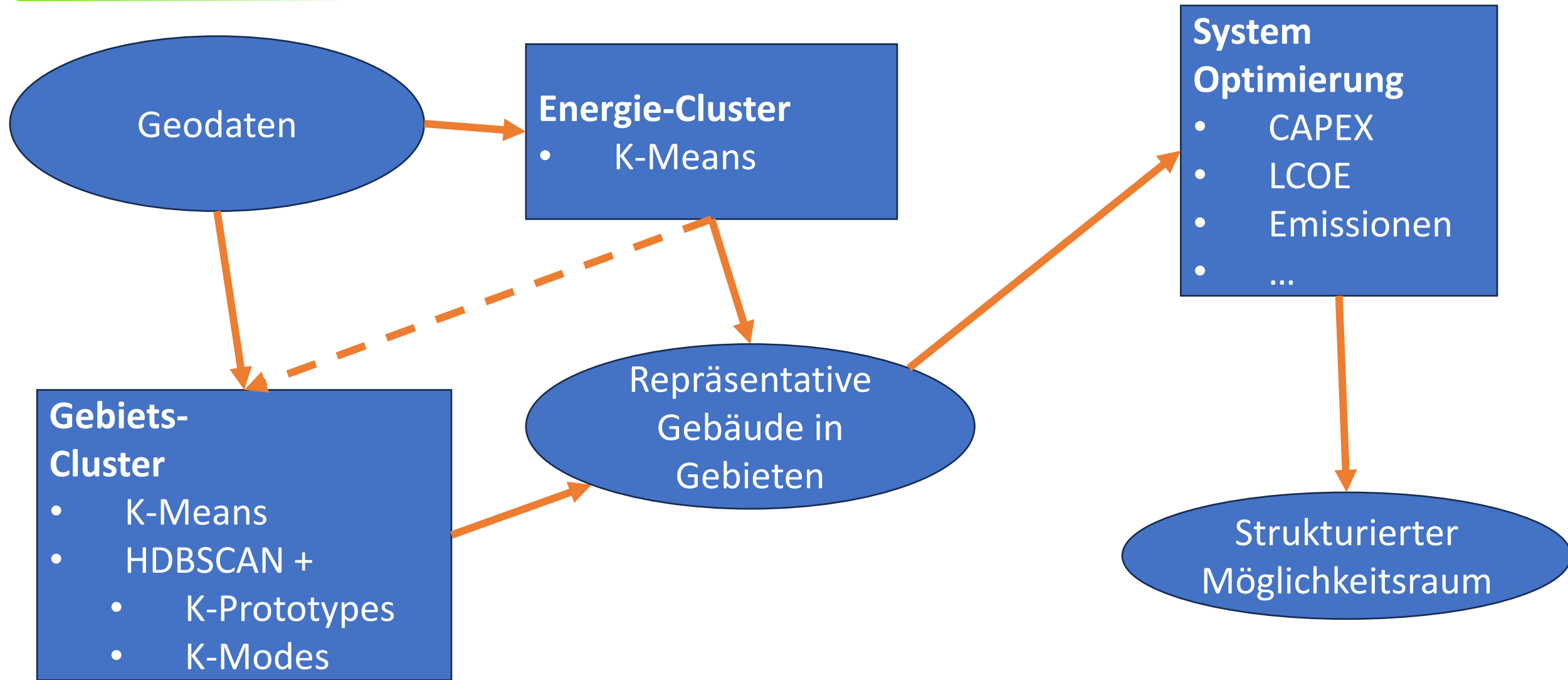
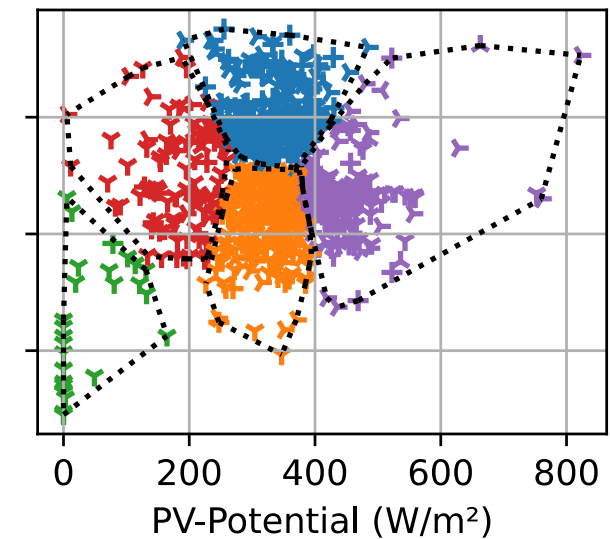
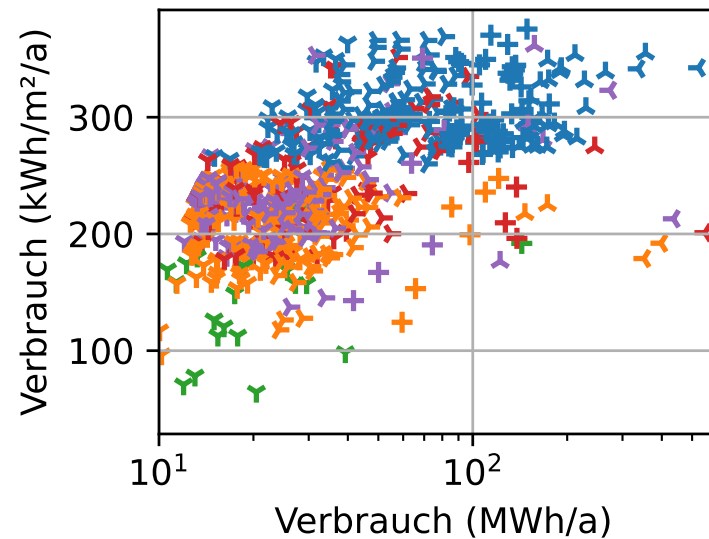
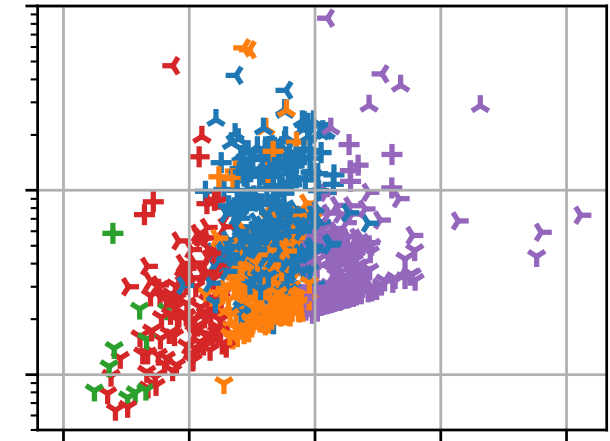
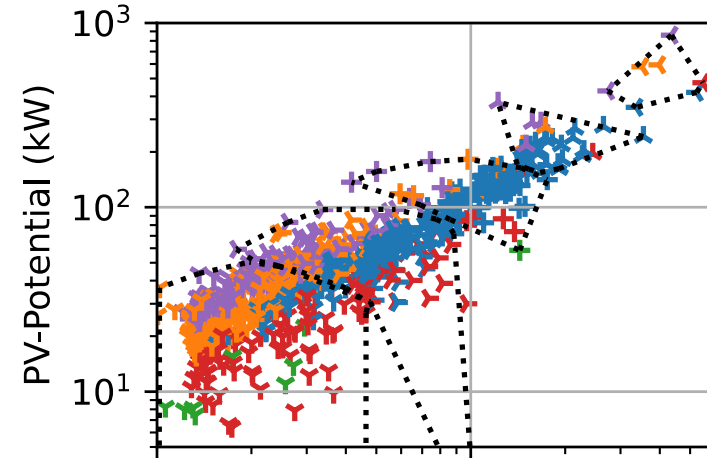


Abbildung durch fünf  
repräsentative Gebäude

- Symbole: Cluster auf  
Energiekennwert des  
Gebäudes
- Farben: Cluster auf  
spezifischen ( $1/\text{m}^2$ )  
Energiekennwert



# Gebietscluster (Beispiele)



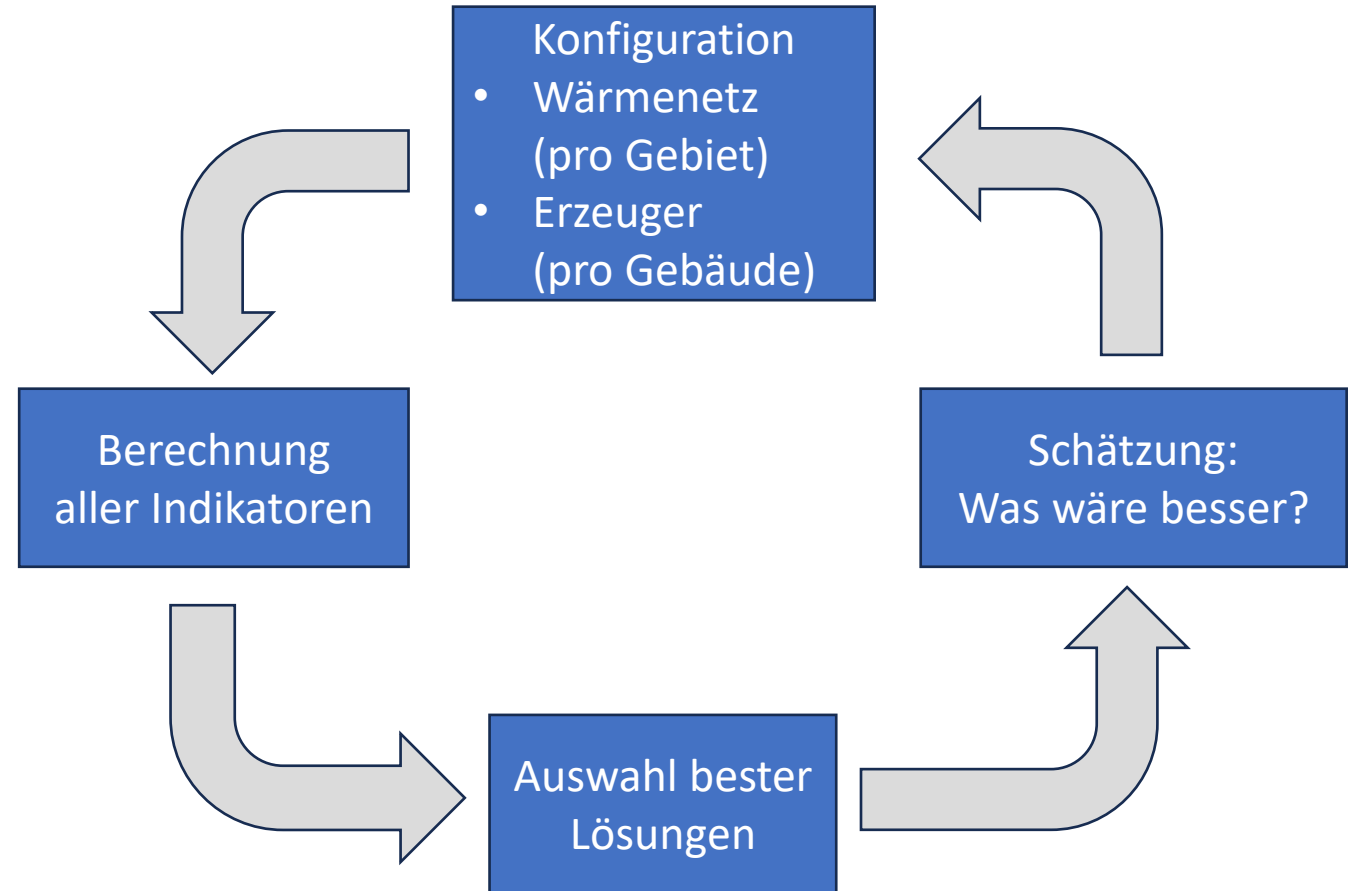
K-Means auf Gebäudekoordinate  
Fokus: Geografische Lage



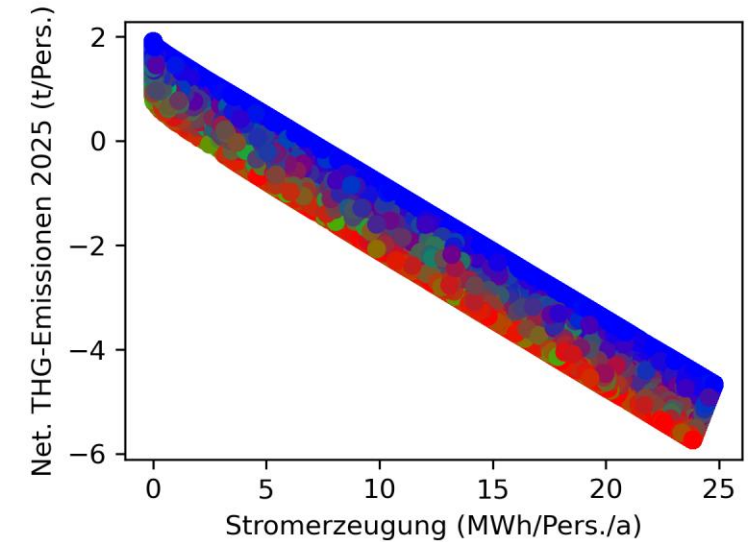
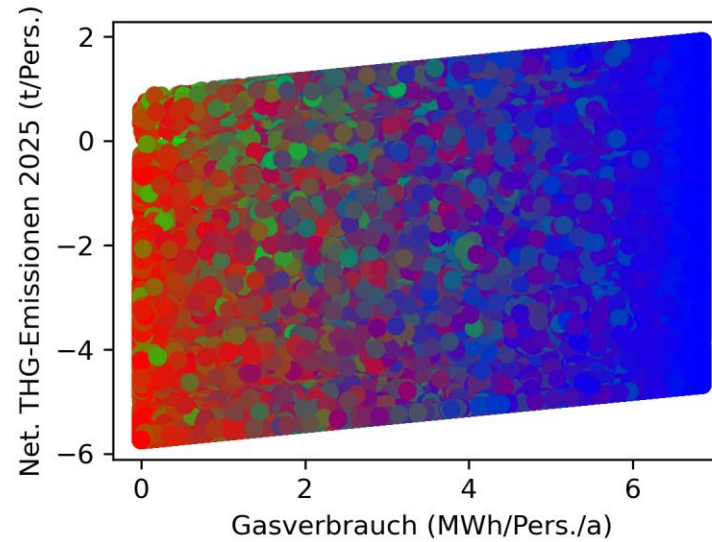
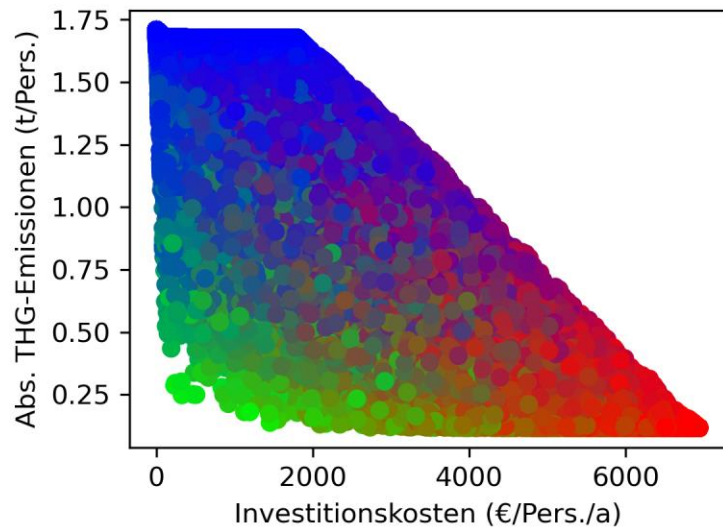
K-Modes nach HDBSCAN  
Fokus: Ähnliche Gebäude

## Indikatoren und Zielgrößen

- ☐ Kostengünstig
  - ↓ Investitionen (€)
  - ↓ Annuität der Investition (€/a)
  - ↓ Betriebskosten heute (€/a)
  - ↓ Betriebskosten fossilfreie „Electric World“ (kWh/a)
- ☐ Ökologisch
  - ↓ Aktuelle Emissionen (t/a)
  - ↓ Emissionen insgesamt (t)
- ☐ Systemverträglich
  - ↑ Autarkie (%)
  - ↓ Spitzenlast (kW)

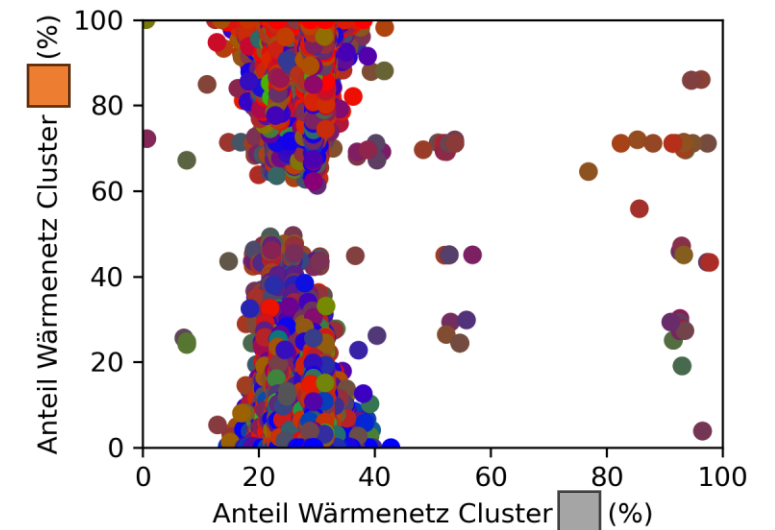
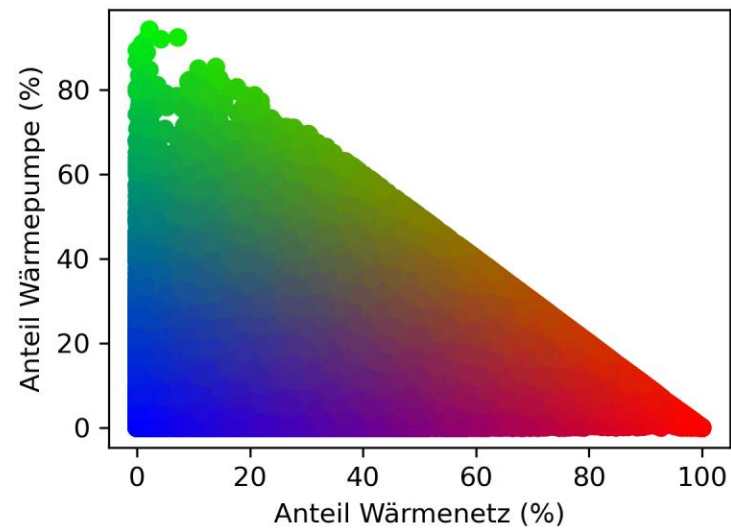
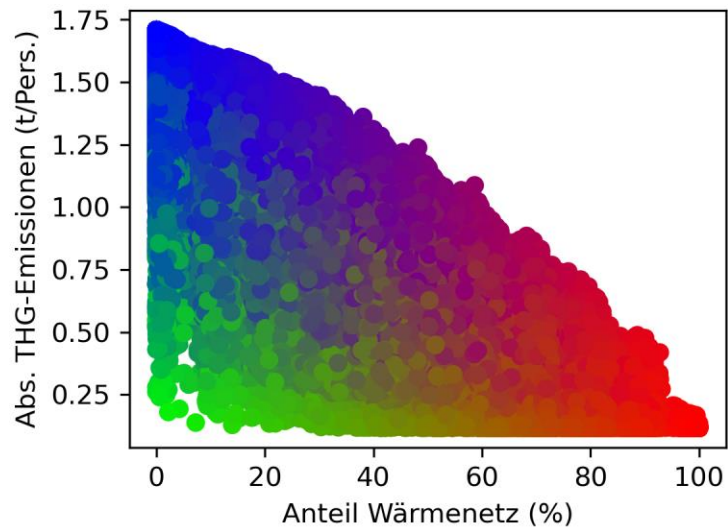


# Möglichkeitsraum (Abwägung Zielgrößen)



- Wärmepumpe
- Gasheizung
- Wärmenetz

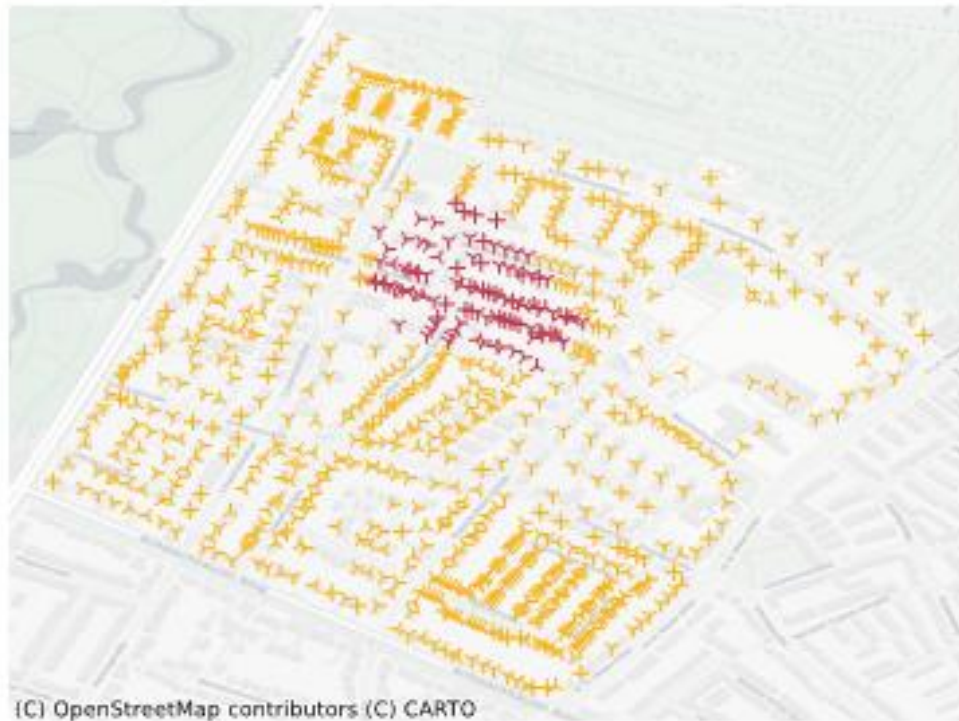
# Möglichkeitsraum (Wärmenetzausbau)



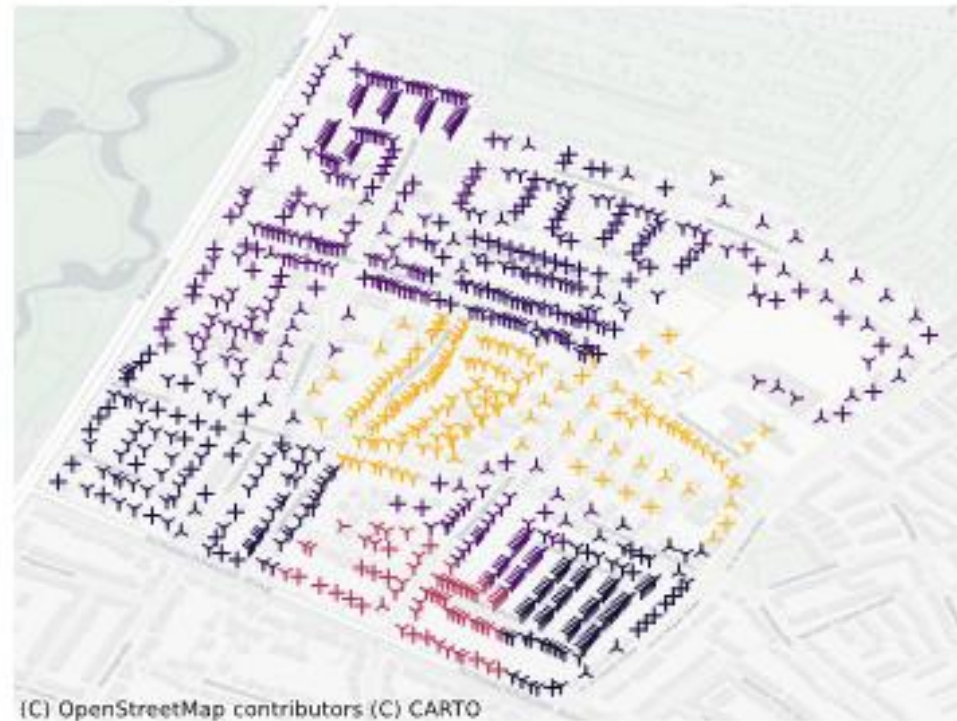
- Wärmepumpe
- Gasheizung
- Wärmenetz

# Sensitivität (Weitere Ergebnisbeispiele)

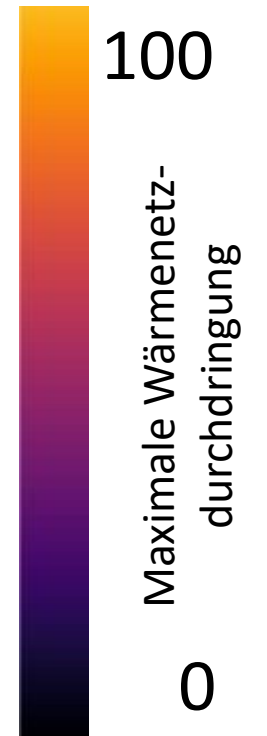
Zuvor: 100 % Wärmenetz war Option  
Andere Wahl der Aggregation liefert andere Ergebnisse



Absolute Energiewerte  
(3 Zielgrößen)

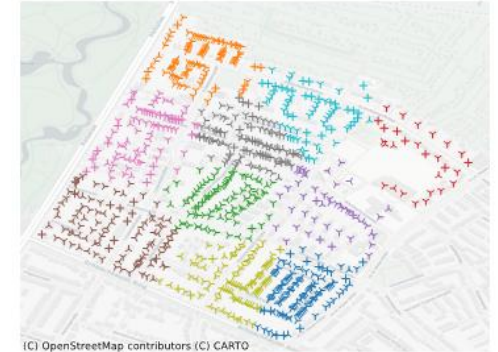
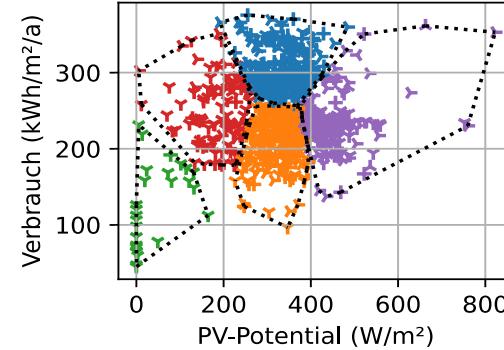


Relative Energiewerte  
(3 Zielgrößen)

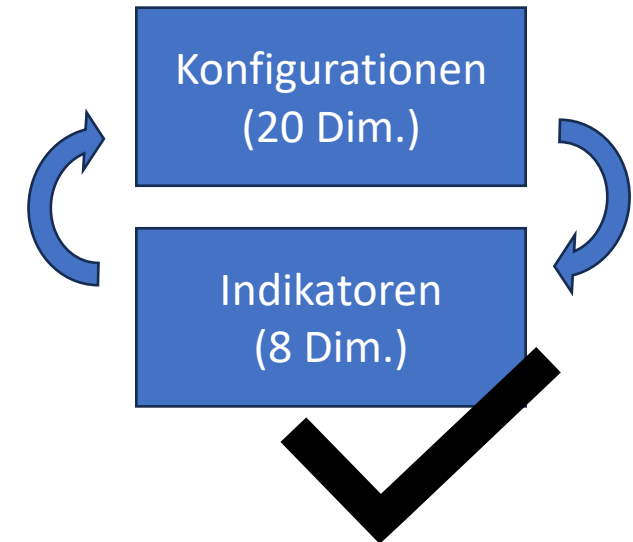


# Zusammenfassung und Ausblick

- Zweistufiges Verfahren zur Aggregation:
  1. Energetisch repräsentative Gebäude
  2. Zusammenhängende Gebiete
- Ermöglicht Optimierung unter Berücksichtigung der Energiedaten
- Wahl der Parameter beeinflusst Ergebnis
  - Spezifische und absolute Kennwerte
  - Berücksichtigung der Energie für Auswahl der Gebietsgrenzen
- Datenanalyse im Detail schwierig

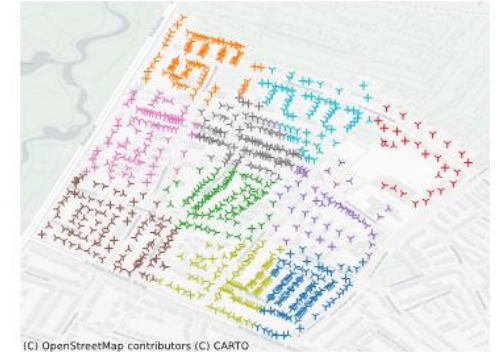
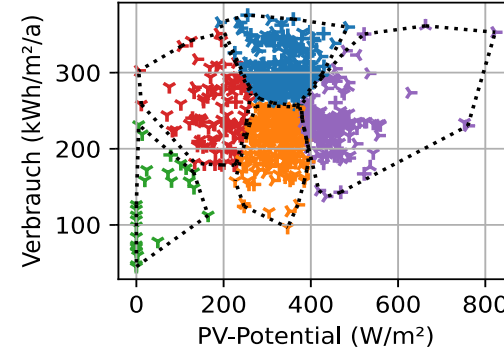


- Verbesserungspotential
  - Update der Aggregation bei Optimierung  
→ Ergebnis unabhängig von Startwert (?)
  - Hilfsfunktionen für Datenanalyse

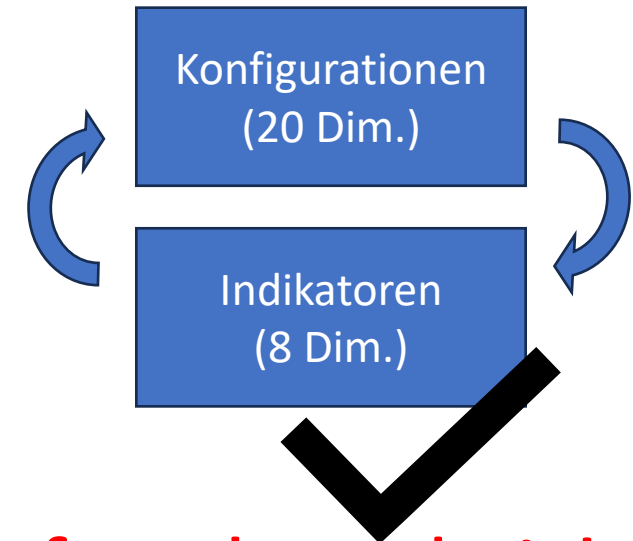


# Zusammenfassung und Ausblick

- Zweistufiges Verfahren zur Aggregation:
  1. Energetisch repräsentative Gebäude
  2. Zusammenhängende Gebiete
- Ermöglicht Optimierung unter Berücksichtigung der Energiedaten
- Wahl der Parameter beeinflusst Ergebnis
  - Spezifische und absolute Kennwerte
  - Berücksichtigung der Energie für Auswahl der Gebietsgrenzen
- Datenanalyse im Detail schwierig



- Verbesserungspotential
  - Update der Aggregation bei Optimierung  
→ Ergebnis unabhängig von Startwert (?)
  - Hilfsfunktionen für Datenanalyse



**Danke für die Aufmerksamkeit!**

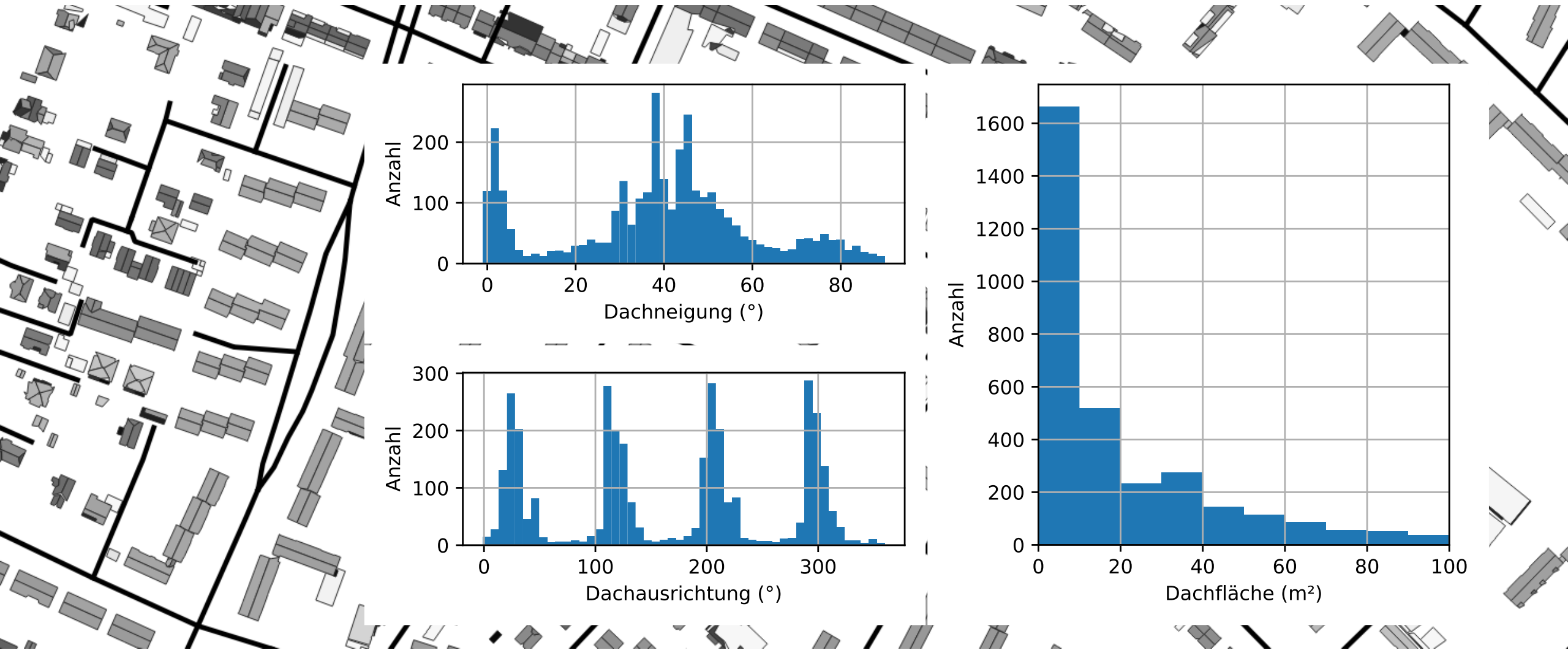


# Backup

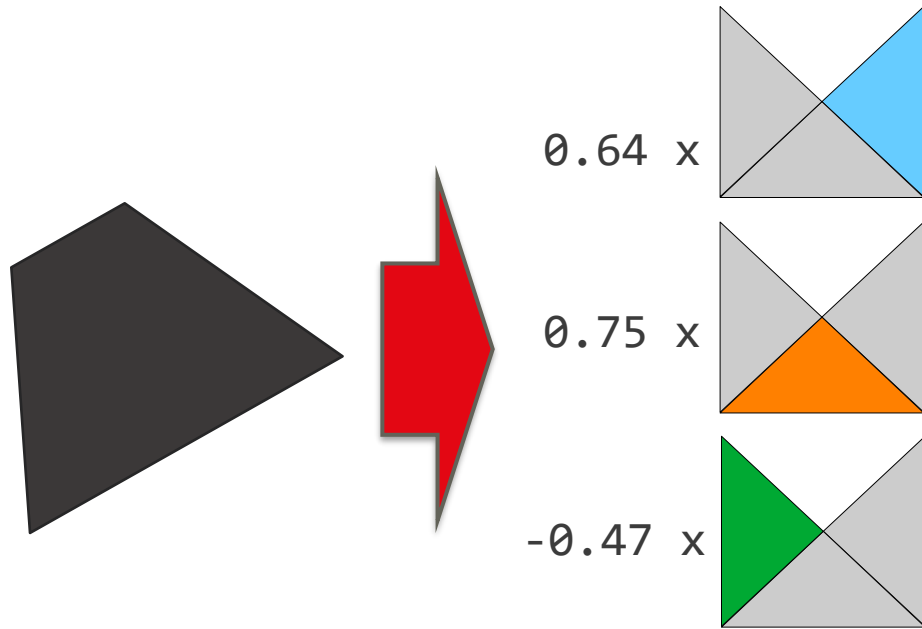
Patrik Schönfeldt



# Aggregation Solarpotential – Dachfläche

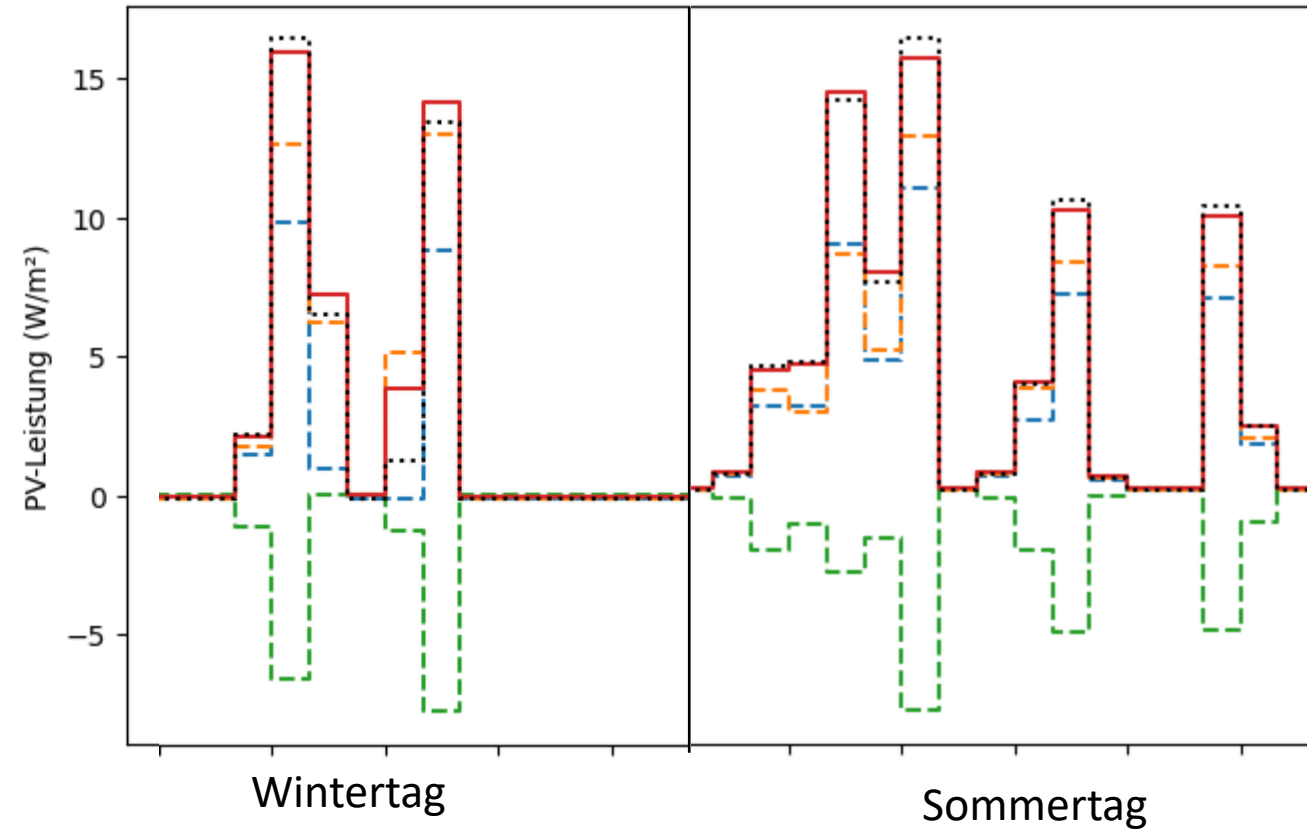


# Näherung durch repräsentative Dächer



Parameter pro Gebäude:

- PV 09:00 (W)
- PV 12:00 (W)
- PV 15:00 (W)



[P. Vachhani (2025), Influence of spatial clustering on the result of heat supply system optimization, MSc thesis, <https://elib.dlr.de/212738/>]



# Aggregation Solarpotential – Dachfläche

