



Der Puls unserer Stadt

SW//M

Data Week Leipzig

# Modell München: Ein gebäudescharfes Geoinformationssystem für die kommunale Wärmeplanung

Maik Günther, 16. April 2024





# Phasen der kommunalen Wärmeplanung und Modell München

## ► Eignungsprüfung

## ► Bestandsanalyse

- Gebäudedaten (beheizte Fläche, Nutzungsart, Baujahr, Denkmalschutz, Shapes, ...)
- Energieträger sowie gemessene & errechnete Verbräuche je Gebäude bekannt
- Flurstücke, Baublöcke, Netzverläufe ... inkl. Shapes, Alter der Wasserleitung

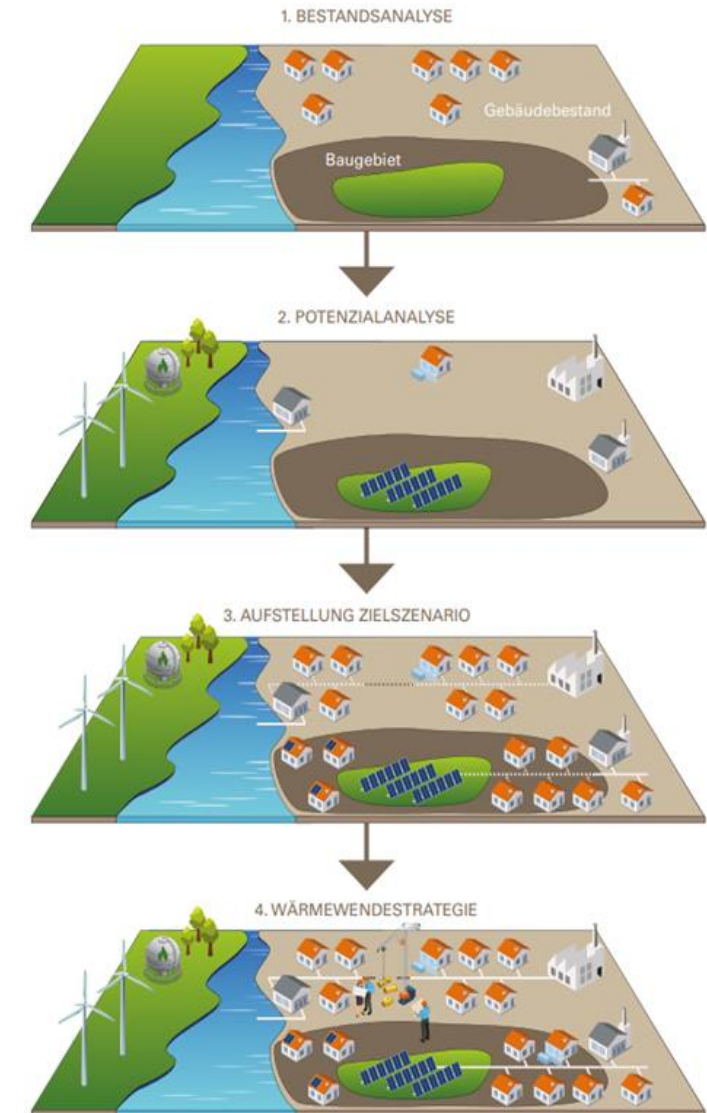
## ► Potenzialanalyse

- Verdichtung und Ausbau der Fernwärme (Trafoplan)
- Luftwärmepumpen, Oberflächennahe Geothermie
- Abwärmepotenziale
- PV- und Solarthermie-Potenziale

## ► Wärmeversorgungsgebiete und Zielszenario

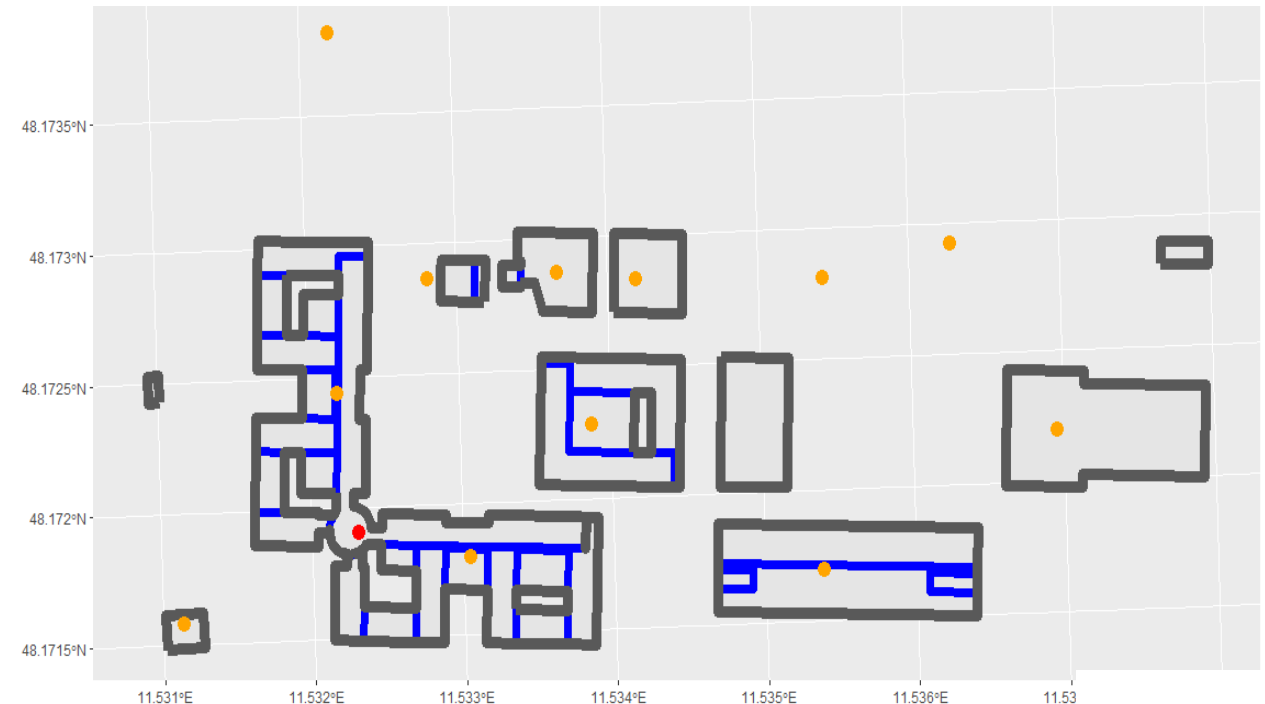
- Identifikation von Eignungsgebieten
- Multiagentensystem für gebäudescharfe Simulationen

## ► Umsetzungsmaßnahmen und Wärmewendestrategie



# Modell München – Geoinformationssystem mit konsistentem Datensatz

- ▶ **Ursprünglich ausschließlich für die SWM entwickelt (SWM-Digitalisierungsstrategie)**
  - Transformationsplan Fernwärme, Stromnetz (eMobilität & Wärmepumpen), Tunnelthermie, Kältebedarf, Wasserverluste, ...
- ▶ **Referat für Klima- und Umweltschutz (RKU) ist planungsverantwortliche Stelle der kommunalen Wärmeplanung**
  - Zuarbeit durch die SWM. Die SWM machen NICHT die kommunale Wärmeplanung!
  - Das RKU spielt eigene Daten / Ergebnisse in das Modell München ein und macht Vorgaben zu Parametern
- ▶ Berücksichtigung von Unbundling, Datenschutz, Betriebsgeheimnis, kritische Infrastruktur, ...
- ▶ **Datenquellen (Auszug)**
  - ▶ Netzinformationssystem
  - ▶ SAP
  - ▶ Gebäudedatenbank der LHM
  - ▶ OpenStreetMap
  - ▶ Eigene Recherchen (z.B. Strukturtypen der Baublöcke)
  - ▶ Simulationsergebnisse der TU Wien
  - ▶ ..., Befliegungsdaten, KfZ-Bestand, Denkmäler, Baumkataster, ...



# Genutzte Tools und gewähltes Vorgehen

- Datenbank: PostGIS



- Verarbeitung der Daten: R und Python



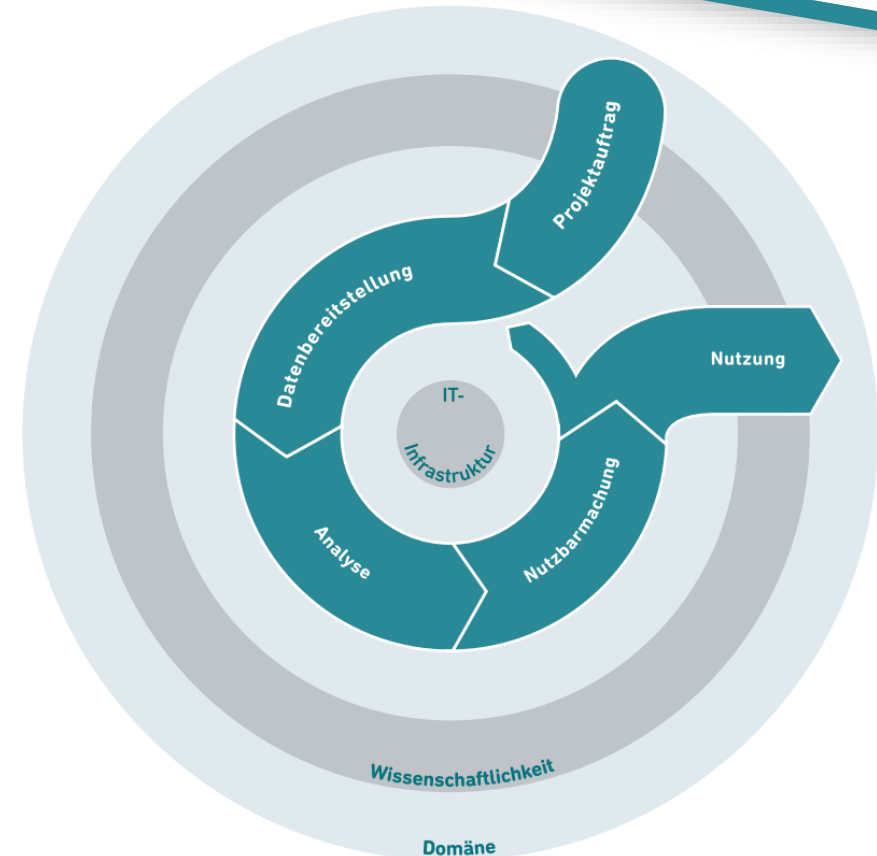
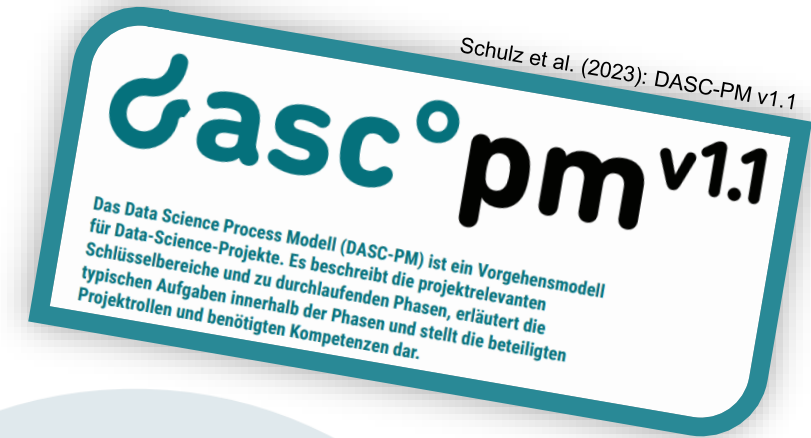
- Nutzung der Daten und Ergebnisse: Tableau, QGIS, Integrationsplattform 360, ... CSV, ...



- Releasemanagement/Dokumentation: Jira

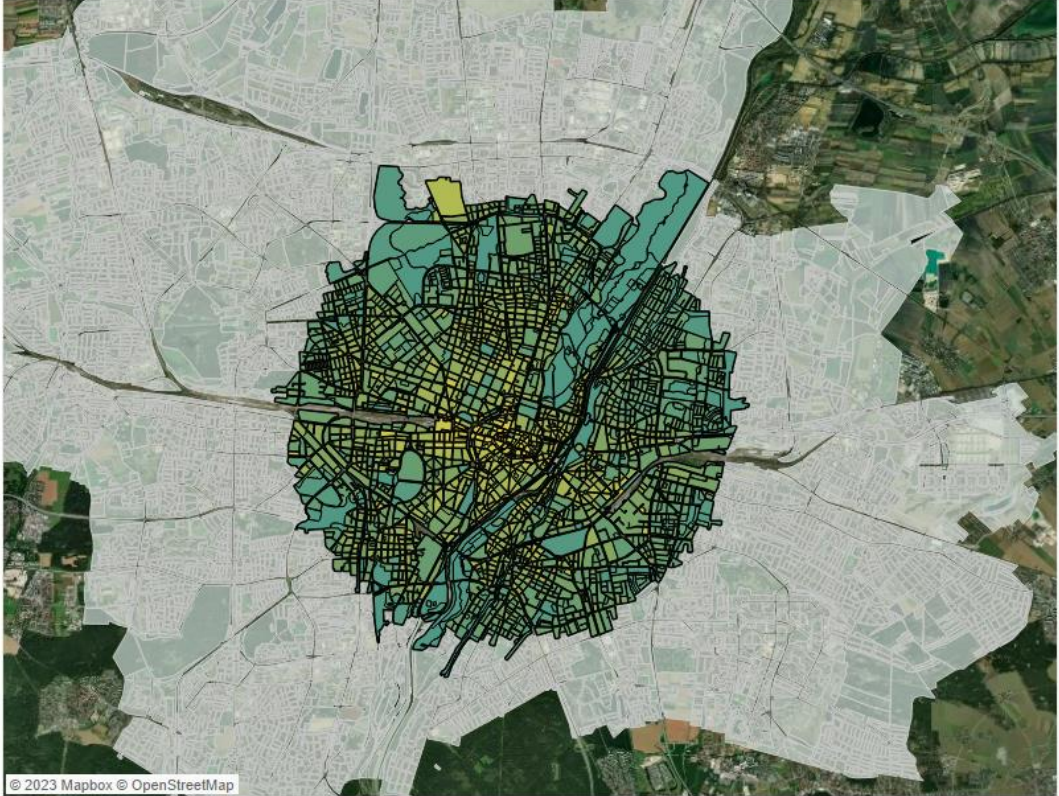
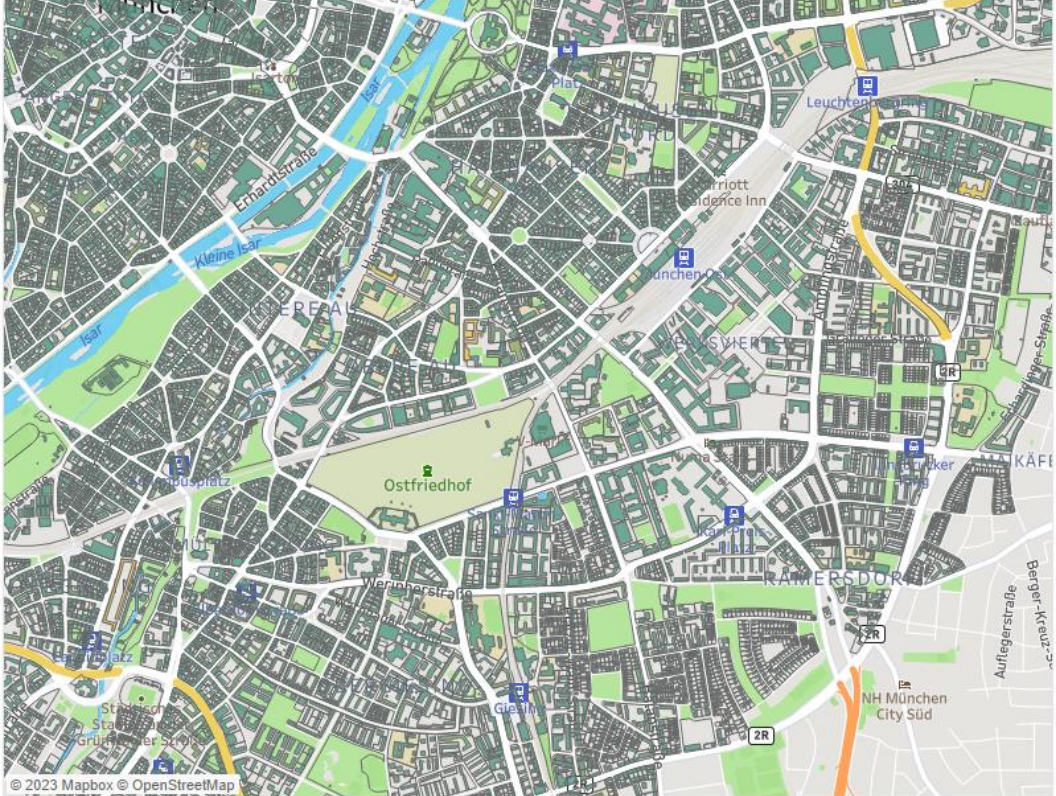


- Cloud: Azure



**Kommunale Wärmeplanung  
ist ein Data Science Projekt**





Stadtbezirk  
(Mehrere Werte)

Stadtbezirksviertel  
(Alle)

Gebäudestatus  
fertig

Baublock - Statistik  
Arbeit kWh: 4.950.003.683  
  
Anteil bebaut: 0,40  
Fläche Baublock m²: 48.270.343  
Anzahl Gebäude: 63.603  
Anzahl Wohneinheiten: 353.248  
  
Bevölkerung: 611.102  
Bevölkerung / m²: 0,0241  
Haushalte: 356.968  
Haushalte / m²: 0,0144  
  
Median Ersterstellungsjahr: 1950  
Median Fertigstellungsjahr: 1963  
Median Geschosszahl: 2,8  
Mean Geschosszahl: 2,6

- Gebäudeeigenschaften
- ☐ Erstellungsjahr
  - ☐ Fertigstellungsjahr
  - ☐ Anzahl Geschosse
  - ☒ Anzahl Wohneinheiten
  - ☐ Denkmalschutz
  - ☐ Ensembleschutz
  - ☐ Gesamtkosten EUR
  - ☐ Energiekosten EUR
  - ☐ CO2 t
  - ☐ Lieferenergie RW + WW kWh
  - ☐ Leistung kW
  - ☐ Leistung kW/m²
  - ☐ Beheizte Fläche m²
  - ☐ Nutzenergie kWh
  - ☐ Nutzenergie kWh/m²

Gebäudeeigenschaften

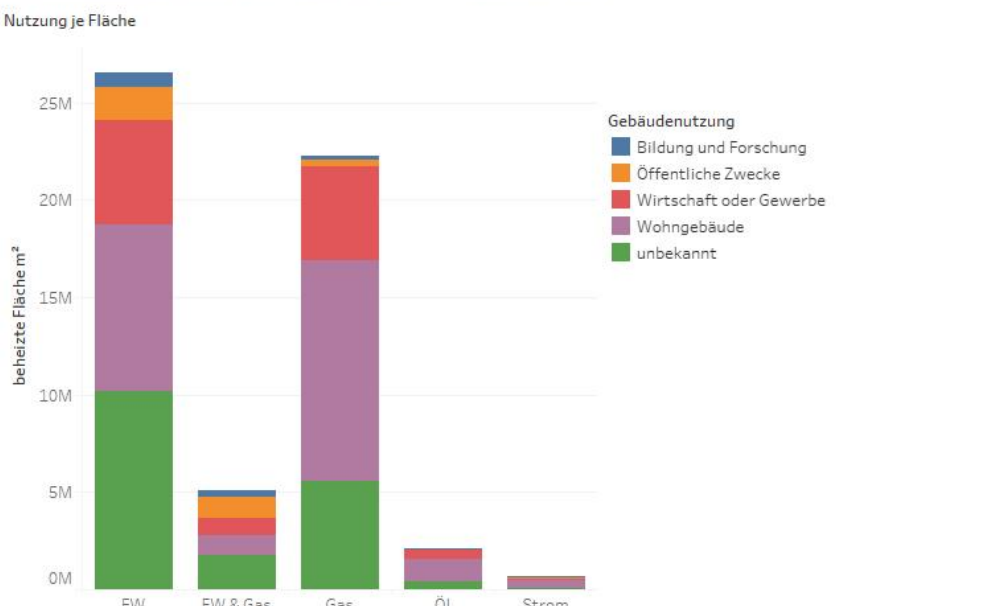
0,0 655,0

- ☒ Null
- ☒ FW
- ☒ FW & Gas
- ☒ Gas
- ☒ Öl
- ☒ Strom
- ☐ unbeheizt

Gebäudenutzung

- ☒ Bildung und Forschung
- ☒ Öffentliche Zwecke
- ☒ Parken
- ☒ unbekannt
- ☒ Wirtschaft oder Gewerbe
- ☒ Wohngebäude

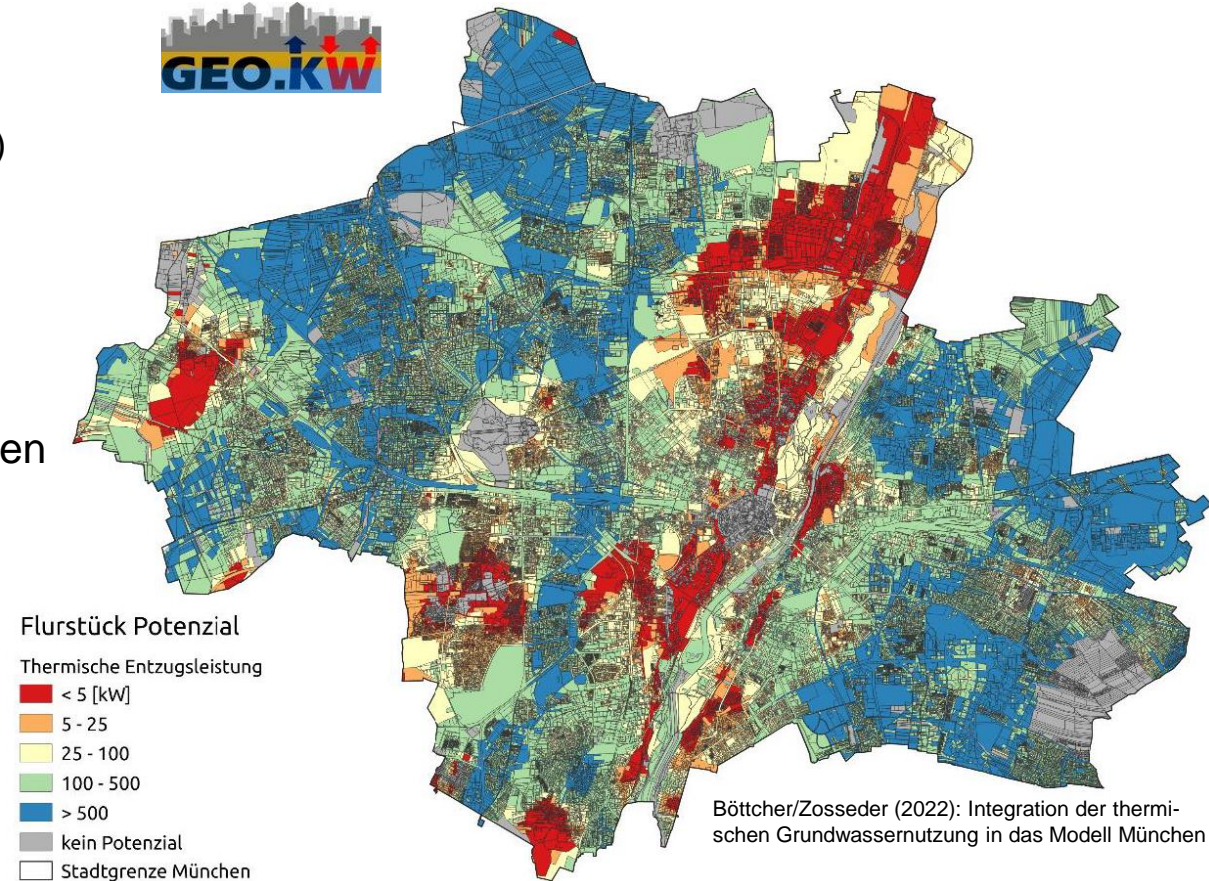
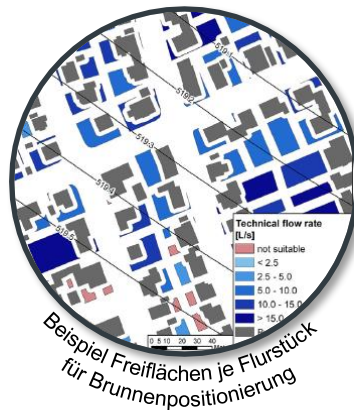
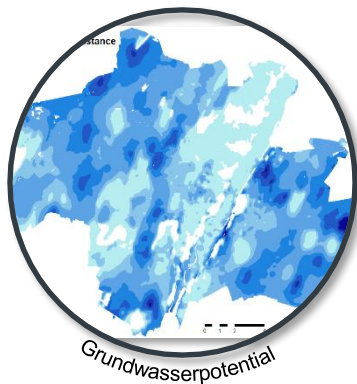
- Baublockeigenschaften
- 0,0 1,8
- Nutzung je Fläche
- Baublockeigenschaften
- ☐ Bevölkerung
  - ☐ Median Erstellungsjahr
  - ☐ Median Fertigstellungsjahr
  - ☐ Mean Geschosse
  - ☐ Median Geschosse
  - ☐ Anzahl Wohneinheiten
  - ☐ Beheizte Fläche
  - ☐ Anteil beheizte Fläche Denkmalschutz
  - ☒ Anteil Bebaut
  - ☐ Lieferenergie HW + RW kWh
  - ☐ Anteil FW
  - ☐ Anteil Gas
  - ☐ Anteil Öl
  - ☐ Anteil Strom
  - ☐ Leistung kW je beheizte Fläche m²





# Grundwasser-Wärmepumpen für die dezentrale sowie netzbasierte Versorgung

- ▶ **Thermische Entzugsleistung unter Berücksichtigung von**
  - ▶ Temperatur, Fließrichtung, Fließgeschwindigkeit, ... des Grundwassers
  - ▶ Brunnenpositionen (Weißflächen: Abstände, Tiefgaragen, Leitungen, ...) (Weißflächen auch für Grabenkollektoren relevant)
  - ▶ Gegenseitige Behinderung (Projekt Geo.KW)
- ▶ **Betrachtung je Flurstück** (individuelle Lösung)
- ▶ **Betrachtung je Baublock** (dort, wo man sich zusammenschließen müsste wg. zu geringer Brunnenabstände auf Flurstücken)



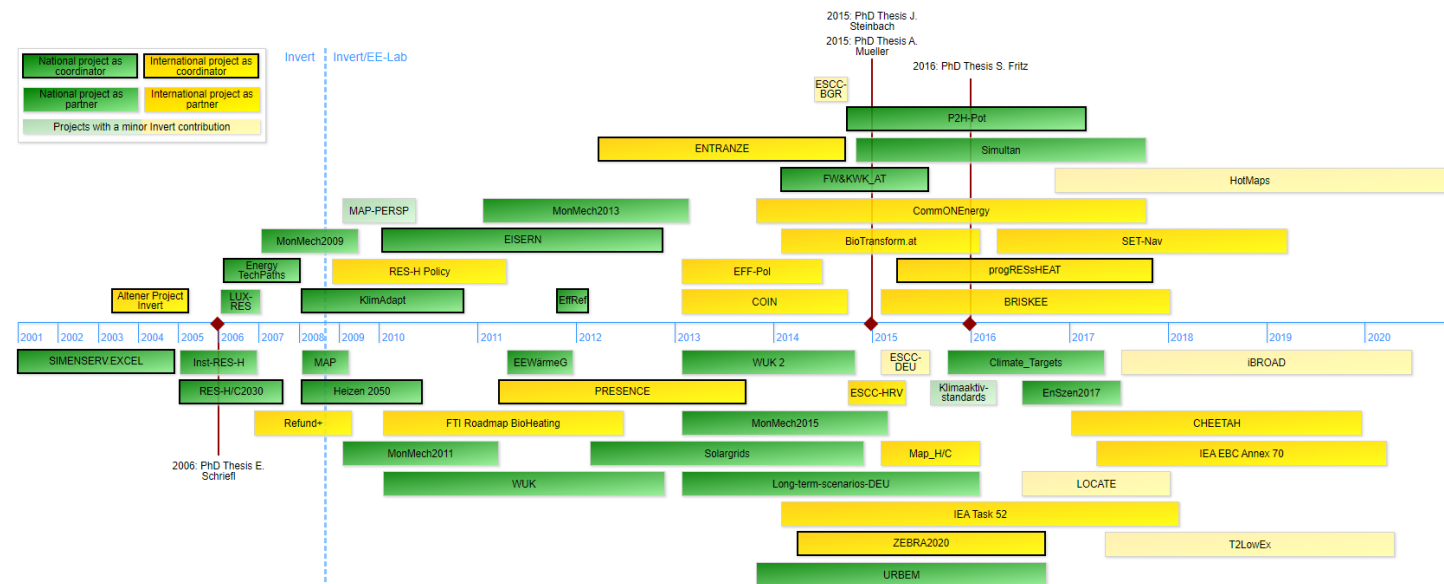
Böttcher/Zosseder (2022): Integration der thermischen Grundwassernutzung in das Modell München

## Zukunftsprojektionen für Sanierung und Heizungsarten

- ▶ Jedes Gebäude wird durch einen Agenten repräsentiert, der Entscheidungen zur Sanierung und Heizungsart trifft
- ▶ Bauteile eines Gebäudes altern  
→ Entscheidungen über Abriss, Sanierung & Sanierungstiefe sowie zur Heizungsart
- ▶ Integriertes Gebäudesimulationsmodell (Temperaturszenarien, Wandstärken, Gebäudeausrichtung, opake Fläche, Dämmstandards ... bis hin zu x cm Dämmstärke an der Fassade)
- ▶ Berücksichtigung von Fördermaßnahmen, CO<sub>2</sub>-Bepreisung, Energiekosten, Sanierungskosten, regionale Potenziale, ...

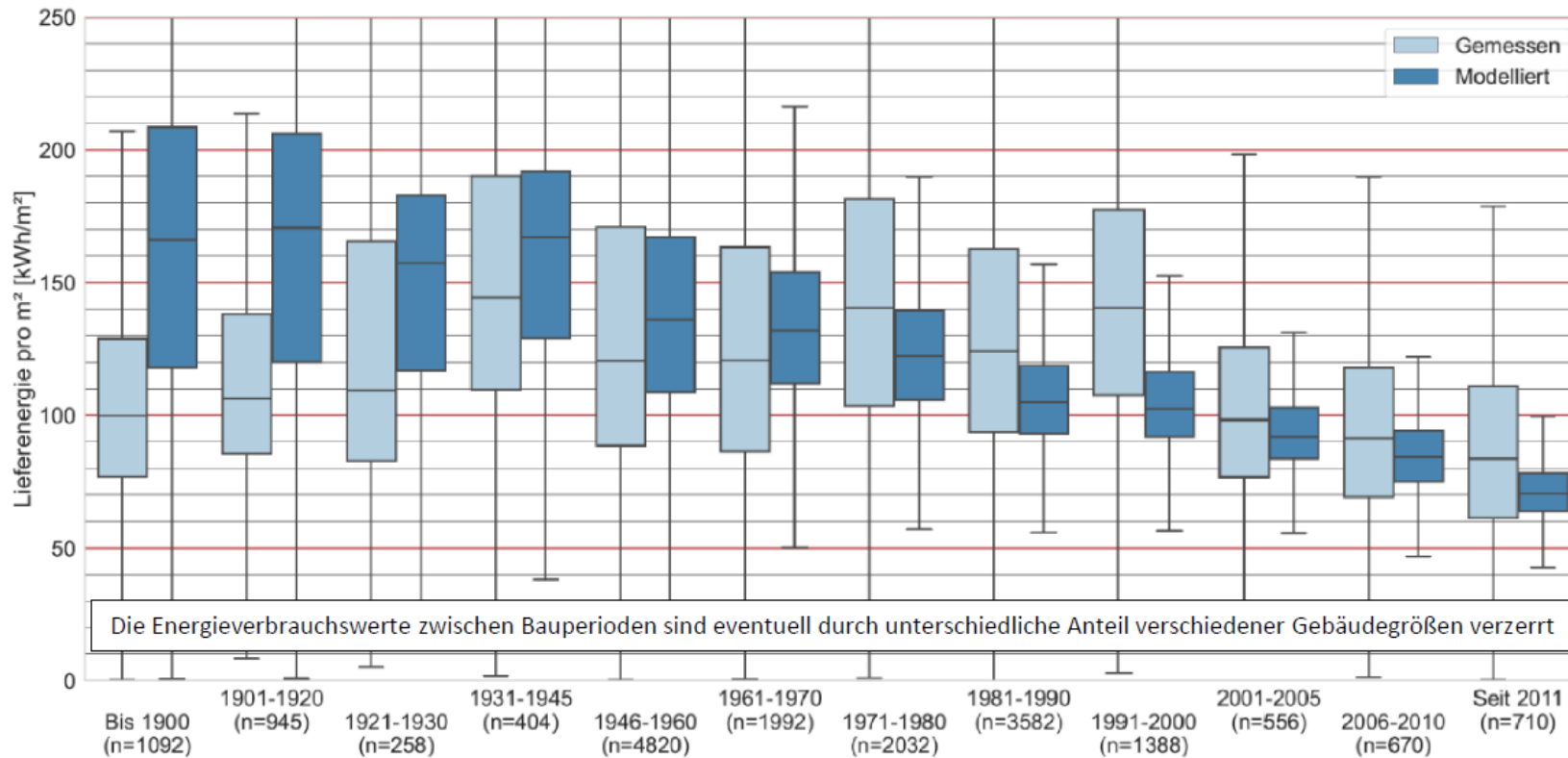
- ▶ **Ergebnis für jedes Gebäude für 2022, 2025, 2030, 2035, ...**

Wahrscheinlichkeit für Zustandsübergänge  
(z.B. Gebäude in der Musterstr. 1 in 2030 zu  
70% Fernwärme, 28% Gas, 2% abgerissen)



# Gemessene vs. berechnete Lieferenergie für Gas und FW (mit Standardannahmen)

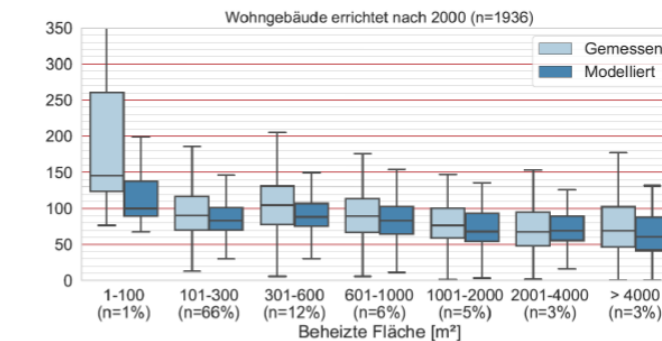
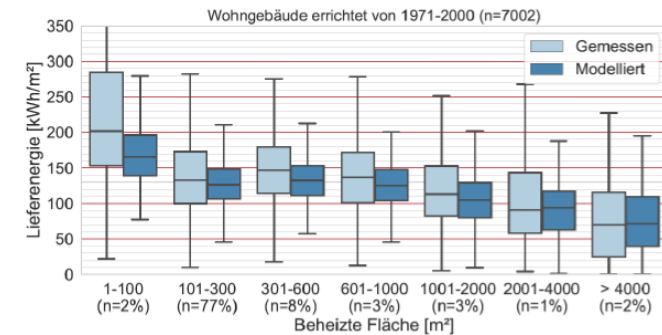
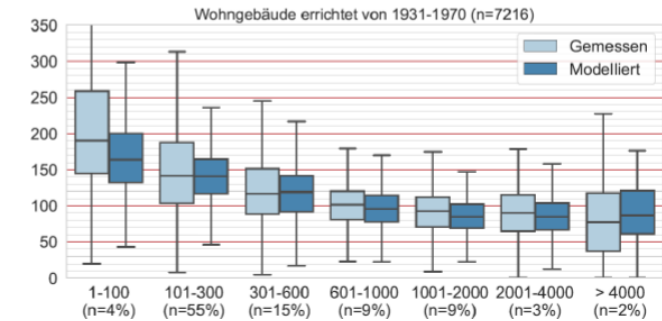
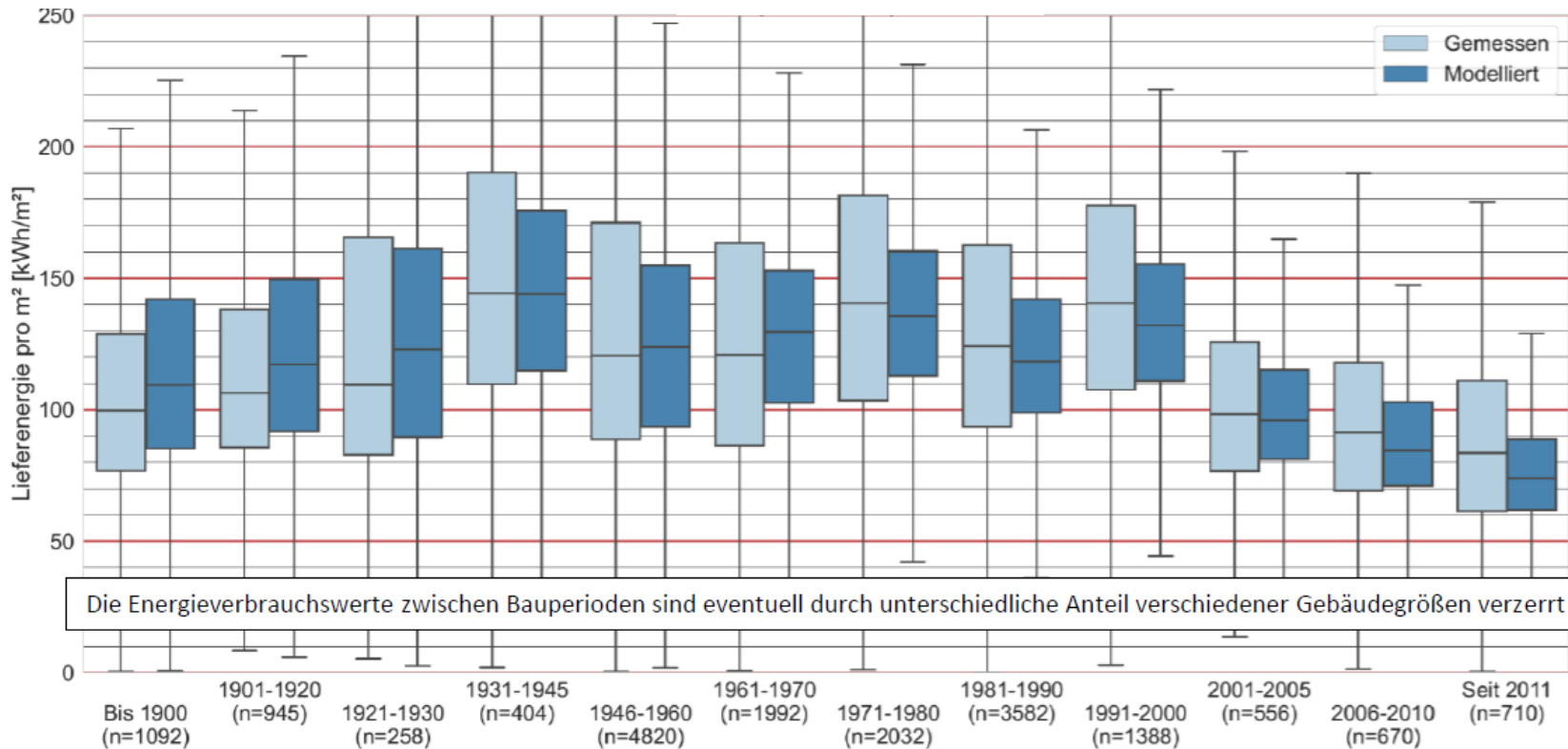
- ▶ Rebound-Effekt bei neueren Gebäuden
- ▶ Minderbeheizung und höhere Qualität der Gebäudesubstanz in älteren Baualtersklassen





# Energiebedarf nach der Kalibrierung

- U.a. wurden U-Werte der Bauteile angepasst, Rauminnentemperaturen, beheizte Flächen
- Plausibilisierung auch anhand sog. "Zwillingsgebäude", um das individuelle Nutzerverhalten abzuschätzen



# Kommunale Wärmeplanung: Herausforderungen

- Erkennung unbeheizter Gebäude (z.B. Garagenerkennung)
- Bestimmung beheizter Flächen (vor allem bei größeren Gebäuden, Gewerbeobjekten, Hallen, ...)
- Sanierungsstand (kein Zugriff auf Energieausweise und Daten von Immobilienportalen)
- Keine Standards für die Datenübergabe/Schnittstellen (das Wärmeplanungsgesetz macht keine Vorgaben)
- Keine Qualitätskriterien (z.B. Checkliste) für gute Wärmepläne, Modelle, Vorgehensweisen
- Viele Unternehmen entwickeln derzeit ähnliche Dinge, z.B. Zuweisung von Adressen zu Gebäuden; Potenzial für Luft-WP, ...
- Updates werden herausfordernd sein, da sich Baublöcke, Flurstücke, Gebäude inkl. der IDs mit der Zeit ändern können  
→ Der Lebenszyklus derartiger Datenobjekte ist zu berücksichtigen (z.B. Bau, Nutzung, Umbau, Abriss bei Gebäuden)
- Datenschutz und Unbundling: Wie sollen 5 Adressen oder Zählpunkte bei Einfamilienhäusern aggregiert werden? ...  
→ Derartige Fragestellungen kosten extrem Zeit; kaum Ressourcen bei kleinen Städten
- Fehlendes Know-how ist generell ein Problem: Datenschutz, Methodik zur Wärmeplanung, Data Engineering/Geodaten, ...





Der Puls unserer Stadt

**SW//M**

Vielen Dank!

**SW//M**

**MVG**

**M**.net

muenchen.de