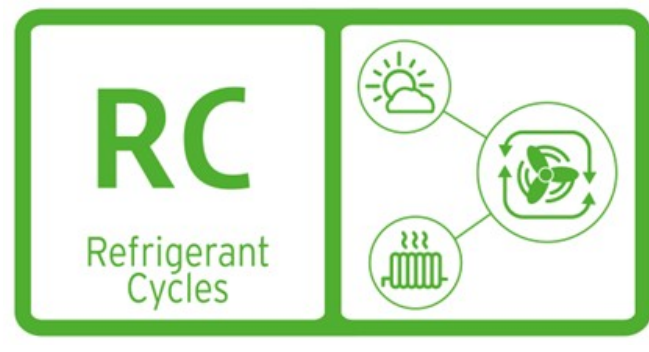
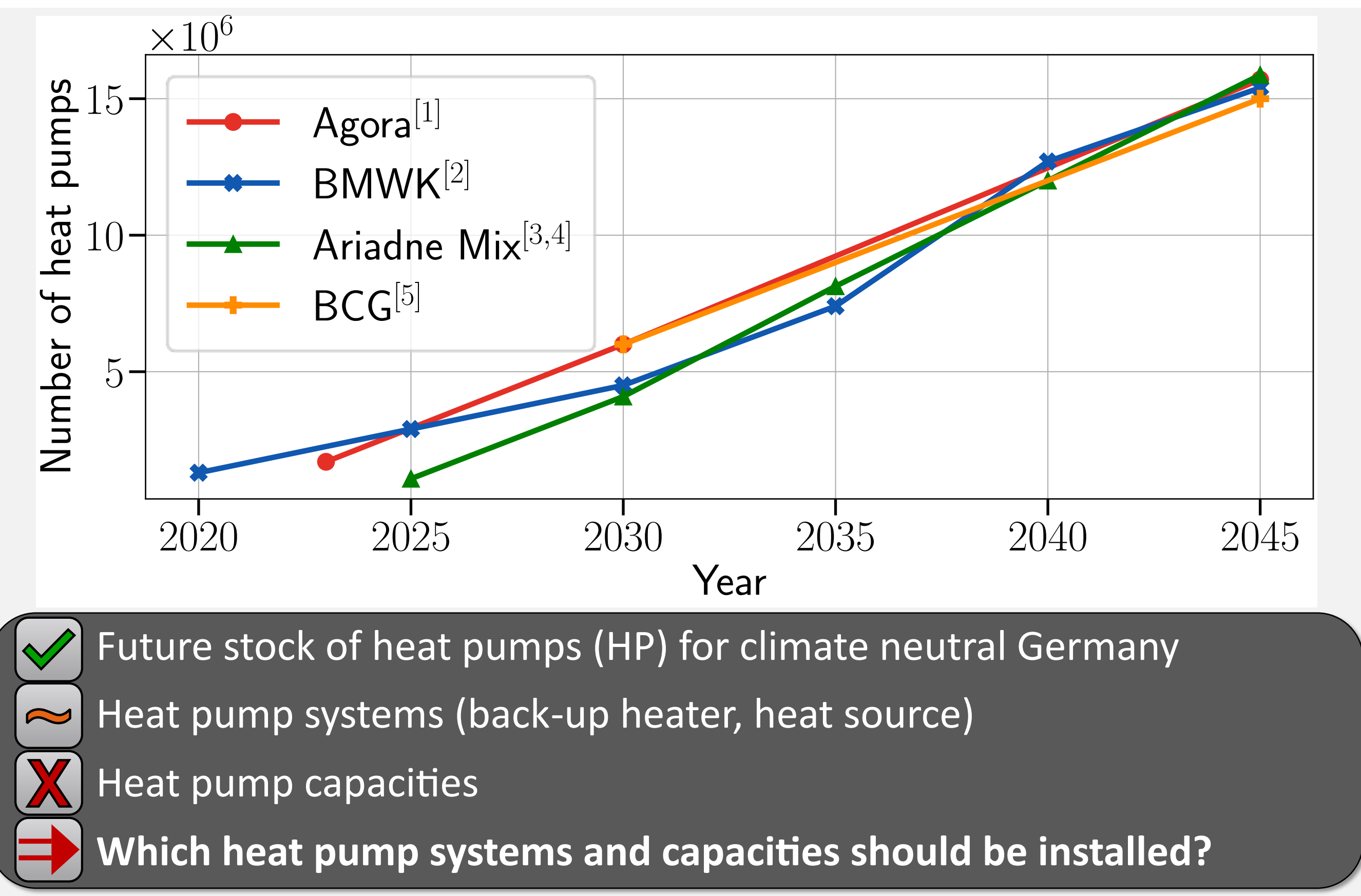




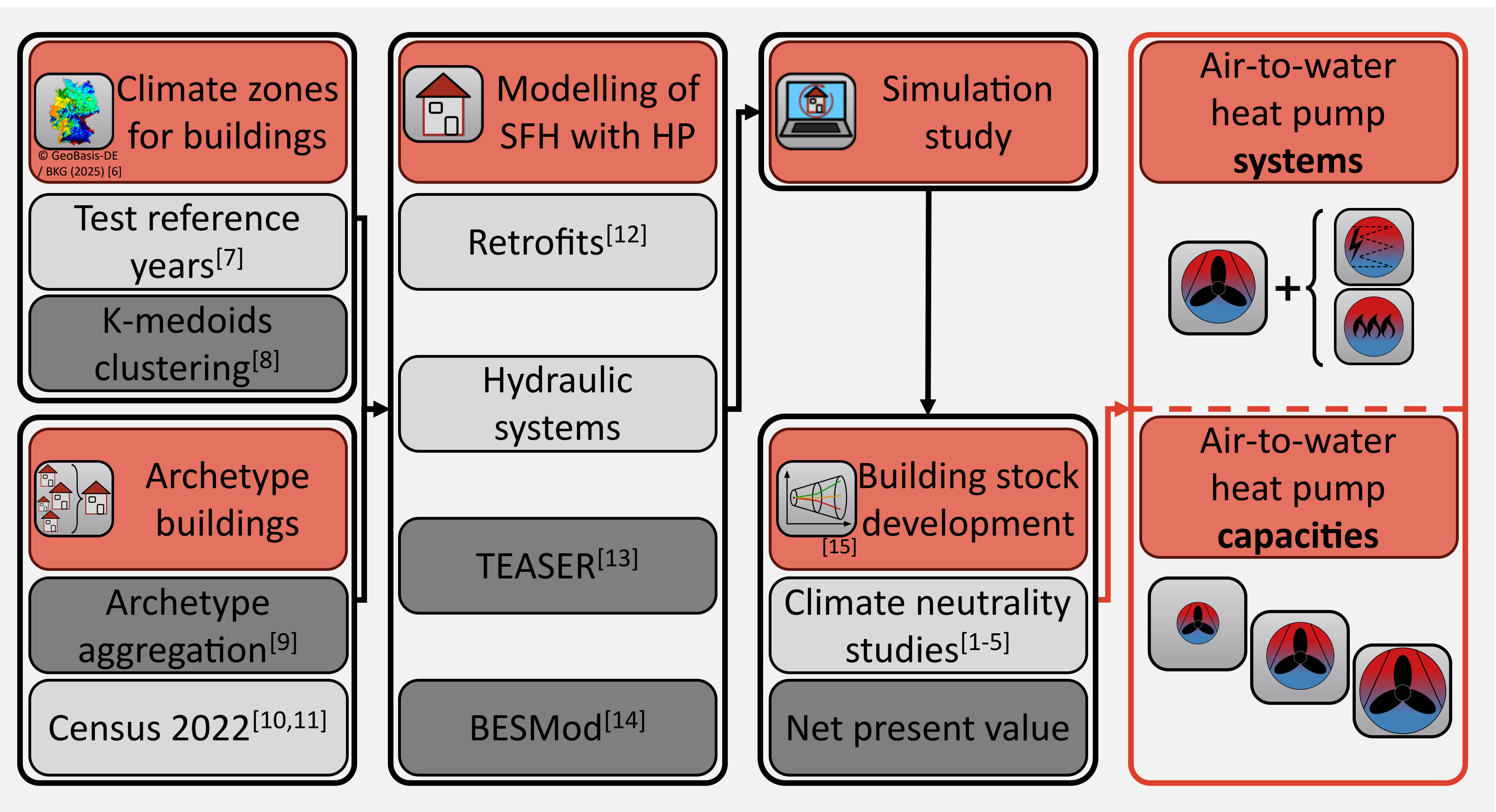
Which system, which capacity? Evaluation of the expansion potential of air-to-water heat pumps for single-family houses in Germany

Jonas Klauke, Moritz Beckschulte, Niclas Kalter, Christian Vering, Dirk Müller

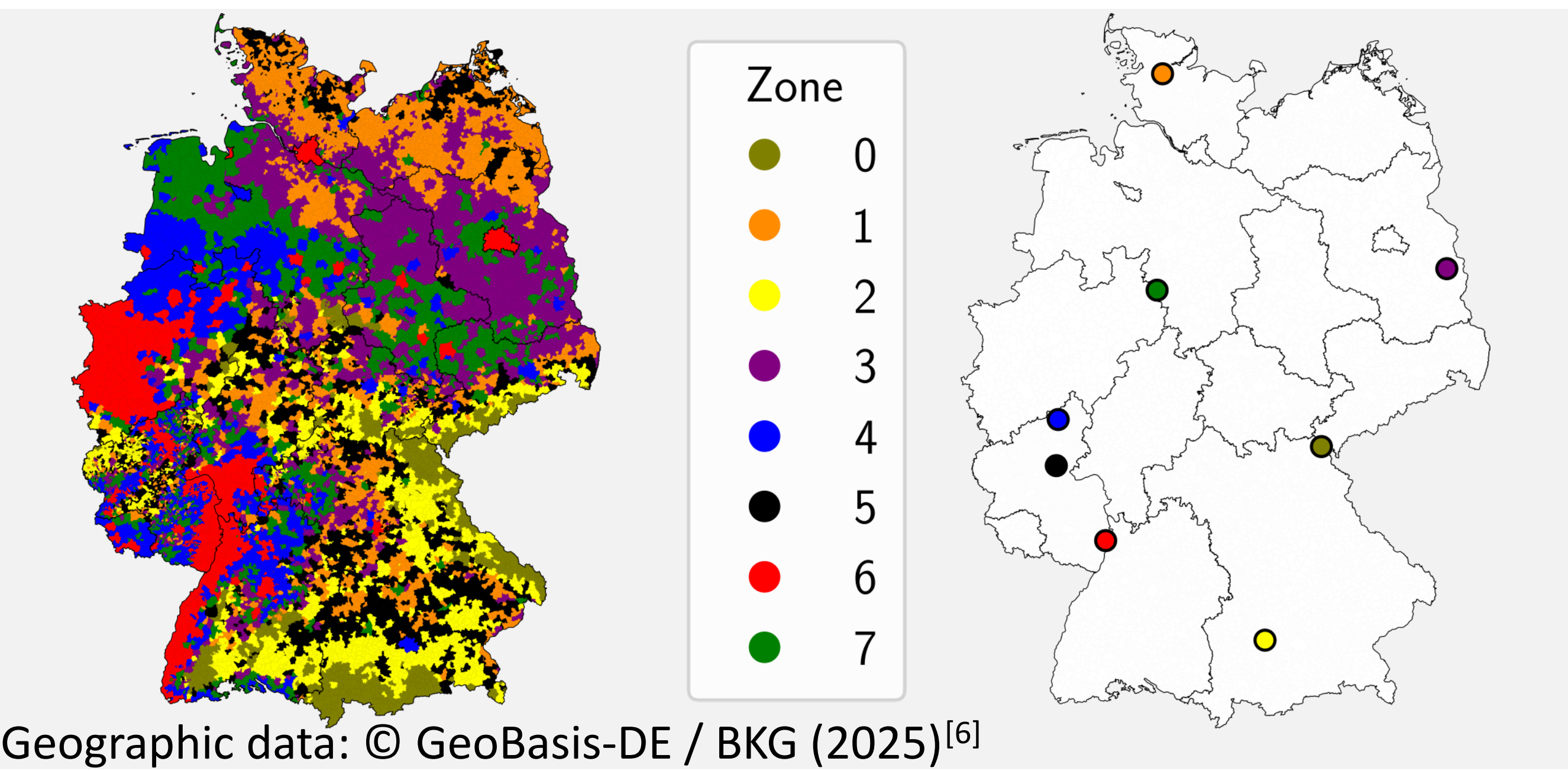
1) Heat pumps in climate neutrality studies for Germany



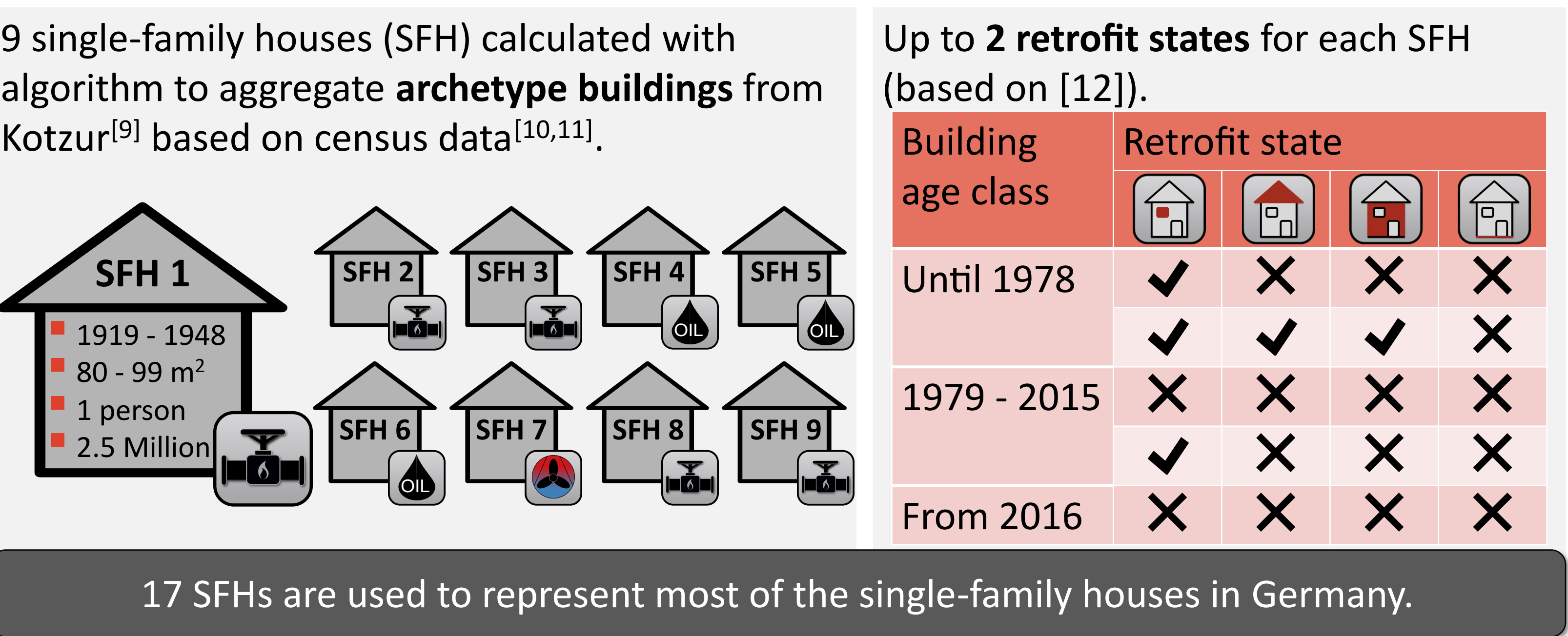
2) Methodologies to determine heat pump systems and capacities



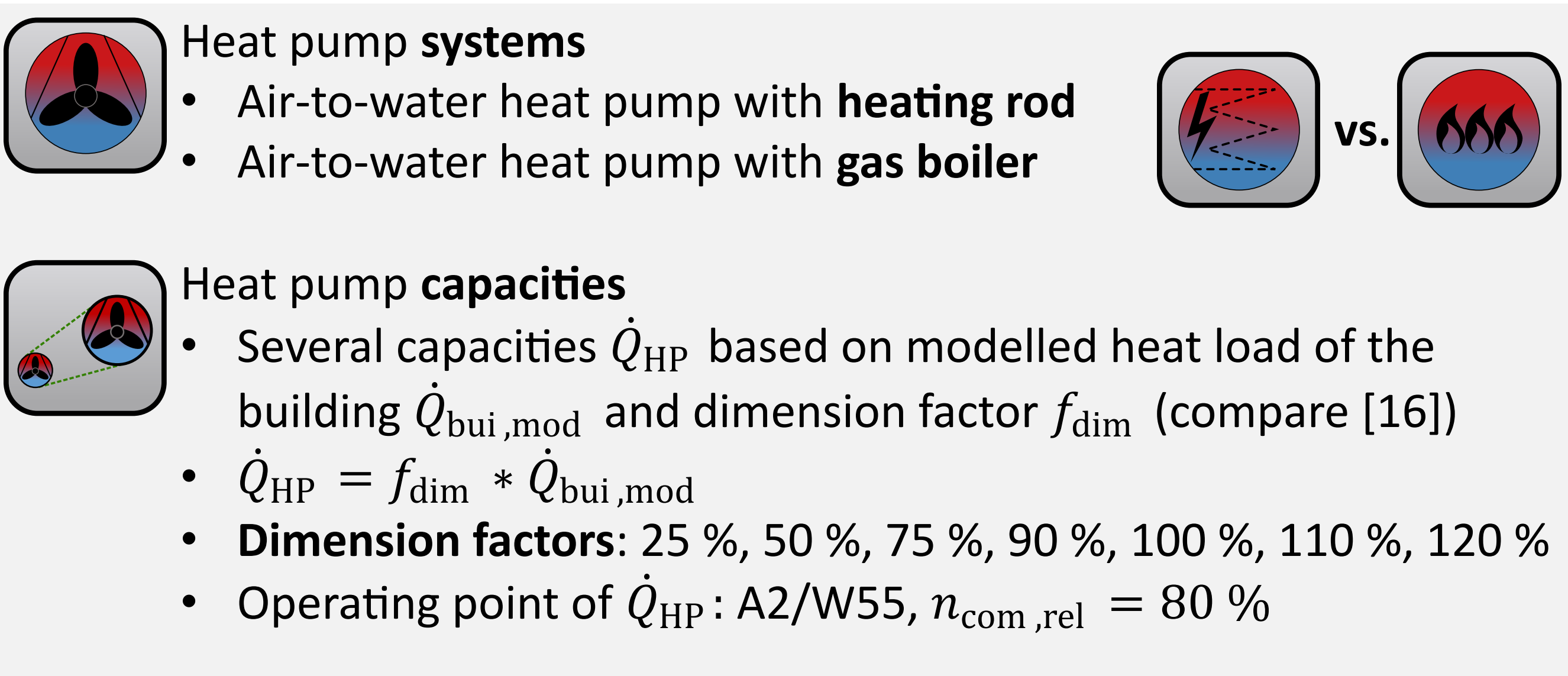
3) Clustering climate zones for building simulations



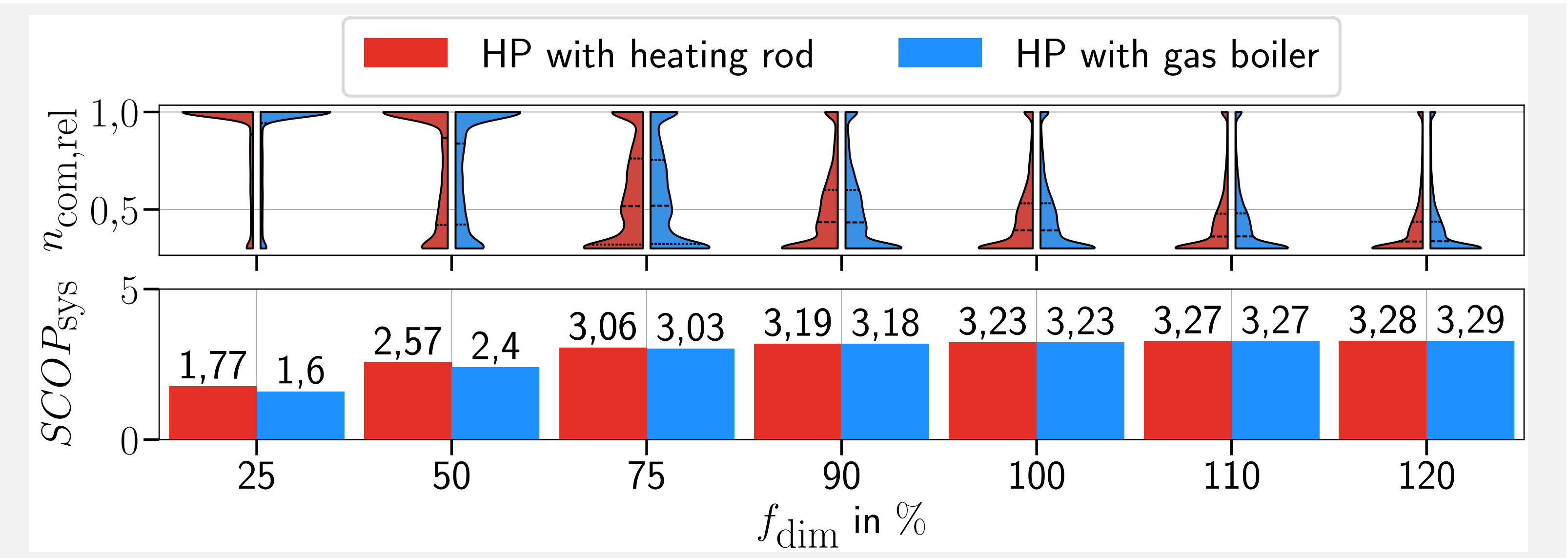
4) Aggregating the building stock to archetype single-family houses



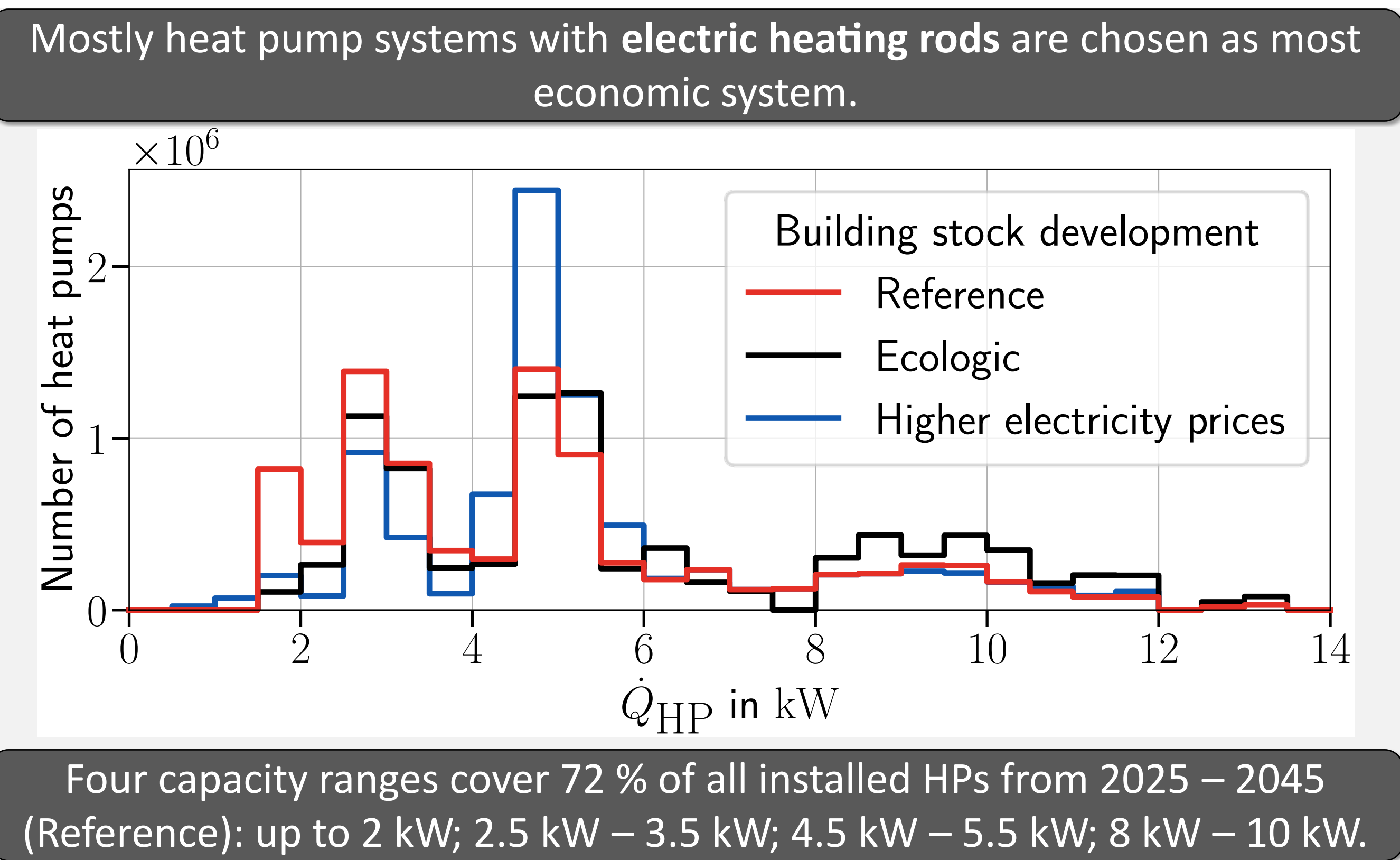
5) Modelling the heat pump systems



6) Simulation results for single-family house 1 in climate zone 3



7) Results of three calculated building stock developments



8) Outlook

- Only **air-to-water heat pumps** → other heat sources for HPs should be considered.
- Only **single-family houses in Germany** → the methodology could be adapted for **two-family houses, terraced houses and multi-family houses as well as other countries.**

Sources

[1] Agora Think Tanks: Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung / Agora Think Tanks. Berlin, 2024

[2] Consenteck GmbH ; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI ; Ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; Technische Universität Berlin; Langfristige Szenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3 / on behalf of Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Version: July 2024. https://langfristigszenarien.de/energie-explorer-w/Assets/docs/20240924_Gebäudebericht.pdf. Heidelberg, July 2024

[3] Gunnar Luderer (Hrsg.); Frederike Bartels (Hrsg.); Tom Brown (Hrsg.); Clara Aulich; Falk Benke; Tobias Fleiter; Fabio Frank; Helen Ganai; Julian Geis; Norman Gerhardt; Tili Gnann; Alyssa Guntermann; Robin Hasse; Andrea Herbst; Sebastian Herkel; Johanna Hoppe; Christoph Kost; Michael Krahl; Michael Lindner; Marius Neuwirth; Hannah Nöte; Robert Plotz; Patrick Plotz; Matthias Rehfeldt; Felix Schreyer; Toni Seibold; Charlotte Senkpiel; Dominika Sörgel; Daniel Speth; Bjarne Steffen; Philipp C. Verpoort. Die Energiewende kosteneffizient gestalten: Szenarien zur Klimaneutralität 2045. Kopernikus-Projekt Ariadne / Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Potsdam, March 2025. <https://doi.org/10.46485/pik.2025.003>

[4] Luderer, Gunnar; Bartels, Frederike; Brown, Thomas: Ariadne 2 Daten. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.15174592>. Version: May 2025 – v1.0

[5] Boston Consulting Group: Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft / Bundesverband der deutschen Industrie, 2021

[6] GeoBasis-DE / Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: Dokumentation. Verwaltungsgebiete 1 : 250 000 VG250 und VG250-EW. <https://www.zensus2022.de/DE/Presse/Grafik/shapefile.html>. September 2022

[7] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) ; Deutscher Wetterdienst (DWD): Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse / Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und Deutscher Wetterdienst (DWD). Version: July 2017. https://www.bbr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2013/testreferenzjahre/zy-handbuch.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Offenbach, July 2017

[8] The scikit-learn-extra development team: Scikit-Learn-Extra - A set of useful tools compatible with scikit-learn. <https://github.com/scikit-learn-contrib/scikit-learn-extra>. Version: March 2023. – v0.3.0

[9] Kotzur, Leander: Future grid load of the residential building sector. Jülich, RWTH Aachen, Diss., 2018. <http://dx.doi.org/10.18154/RWTH-2018-231872>

[10] Statistische Ämter des Bundes und der Länder; Statistisches Bundesamt: Ergebnisse des Zensus 2022 - Gebäude- und Wohnungszählung. Version: June 2024. https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html

[11] Statistische Ämter des Bundes und der Länder; Statistisches Bundesamt: Ergebnisse des Zensus 2022 - Haushalte und Familien. Version: June 2024. https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html

[12] Stein, Britta; Loga, Tobias; Müller, André: Repräsentative Typgebäude als Erweiterung der deutschen Wohngebäude typologie. S. schlussbericht / Institut Wohnen und Umwelt. Version: 2025. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.15482864>. Darmstadt, 2025

[13] Remmen, Peter; Lauster, Moritz; Mans, Michael; Fuchs, Marcus; Osterhage, Tanja; Müller, Dirk: TEASER: an open tool for urban energy modelling of building stocks. In: Journal of Building Performance Simulation 11 (2018), Nr. 1, S. 84 – 98. <http://dx.doi.org/10.1080/19401493.2017.1283539> – ISSN 1940-1493

[14] Wüllhorst, Fabian; Maier, Laura; Jansen, David; Kühn, Larissa; Hering, Dominik; Müller, Dirk: BESMod - A Modelica Library providing Building Energy System Modules. In: Proceedings of the American Modelica Conference 2022, Dallas, Texas, USA, October 26-28, 2022, S. 9 – 18. DOI: 10.3384/ECP211869

[15] Reim, Jürgen: Erfolgsrechnung - Wertsteigerung durch Wertschöpfung. Grundlagen, Konzeption, Instrumente. 2. Springer Fachmedien, 2022. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-33686-8> – ISBN 978-3-658-33686-8

[16] Vering, Christian: Optimale Auslegung von Wärmepumpensystemen für Bestandsgebäude. Aachen, Germany, E.ON Energy Research Center, RWTH Aachen University, Diss., 2023. DOI: 10.18154/RWTH-2023-04070



Jonas Klauke
Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate
E.ON Energy Research Center
RWTH Aachen University
Mathieustraße 10 | 52074 Aachen

jonas.klauke@eonerc.rwth-aachen.de