

Karen Janßen, Dr. Lena Vorspel (Fraunhofer IFAM)
Florian Koch, Markus Noga, Christoph Tries (Mainova AG)

Kommunale Wärmeplanung Frankfurt am Main

Ergebnisse Bestandsanalyse

Ziel der Bestandsanalyse

Gemäß Leistungsverzeichnis

”

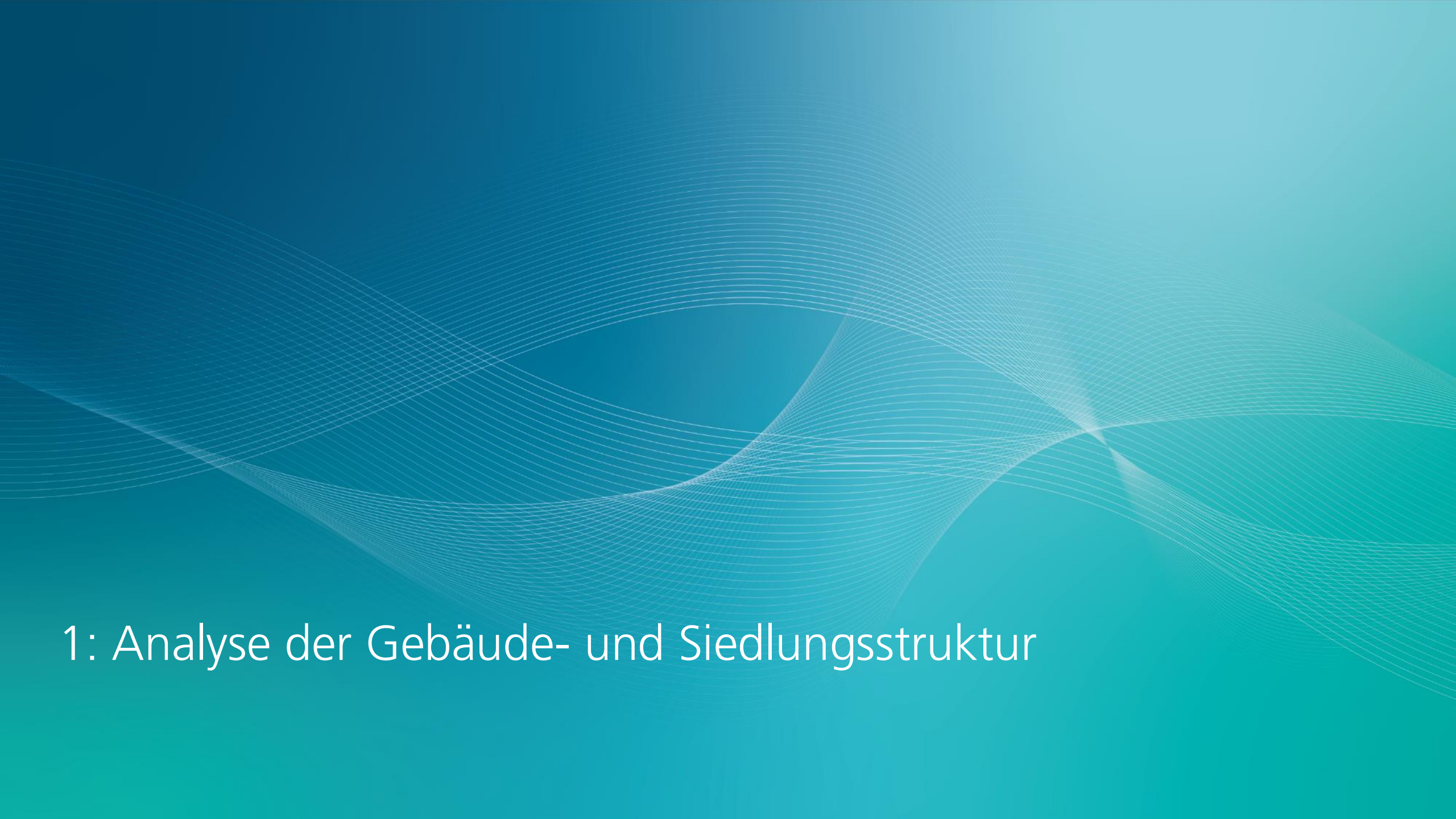
Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude.

“

Bestandsanalyse

Datengrundlagen

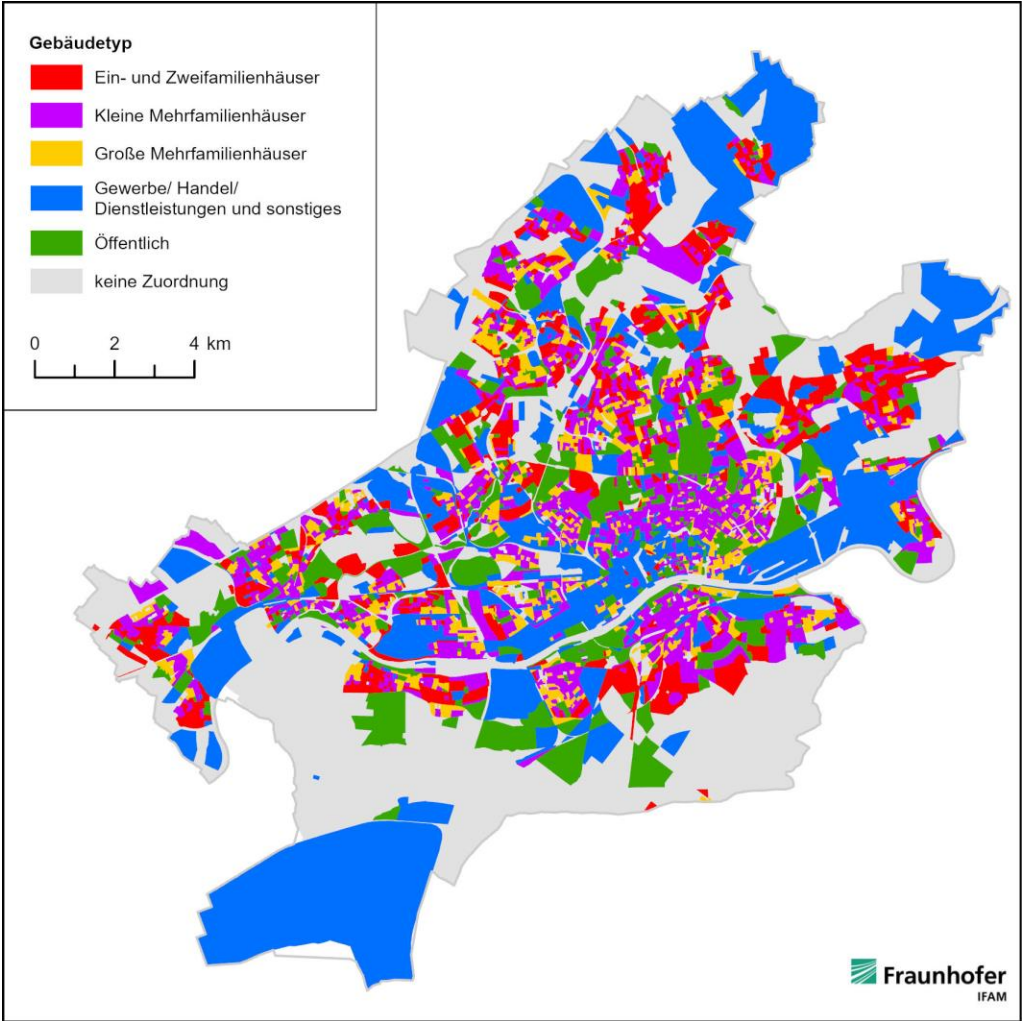
- Die Bestandsanalyse beruht im Wesentlichen auf dem **Energieentwicklungsplan (EEP) der Mainova AG**.
- Von der **Süwag Energie AG** wurden **Daten zu Wärmenetzen** bereitgestellt.
- Wenn weitere Daten genutzt wurden, werden diese Datenquellen gesondert genannt.
- Für die Analysen zur Energieinfrastruktur hätten die **Daten der Schornsteinfeger** grundsätzlich eine wertvolle Ergänzung dargestellt. Die Abstimmungen zwischen der Stadt Frankfurt am Main und den Schornsteinfegern verliefen konstruktiv, und es wurden Testdaten bereitgestellt. Bei der Prüfung zeigte sich, dass die Schornsteinfegerdaten in vielen Punkten mit bereits vorliegenden Informationen übereinstimmten. Vor diesem Hintergrund wurde **entschieden, die hohen Kosten für den flächendeckenden Erwerb der Schornsteinfegerdaten nicht zu investieren**, da der Mehrwert im Verhältnis zum finanziellen Aufwand nicht gegeben war.
- Um den Schutz personenbezogener Daten zu gewährleisten, werden einzelne Ergebnisse mit dem Hinweis auf den Datenschutz nicht dargestellt.



1: Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur

Überwiegender Gebäudetyp

Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur



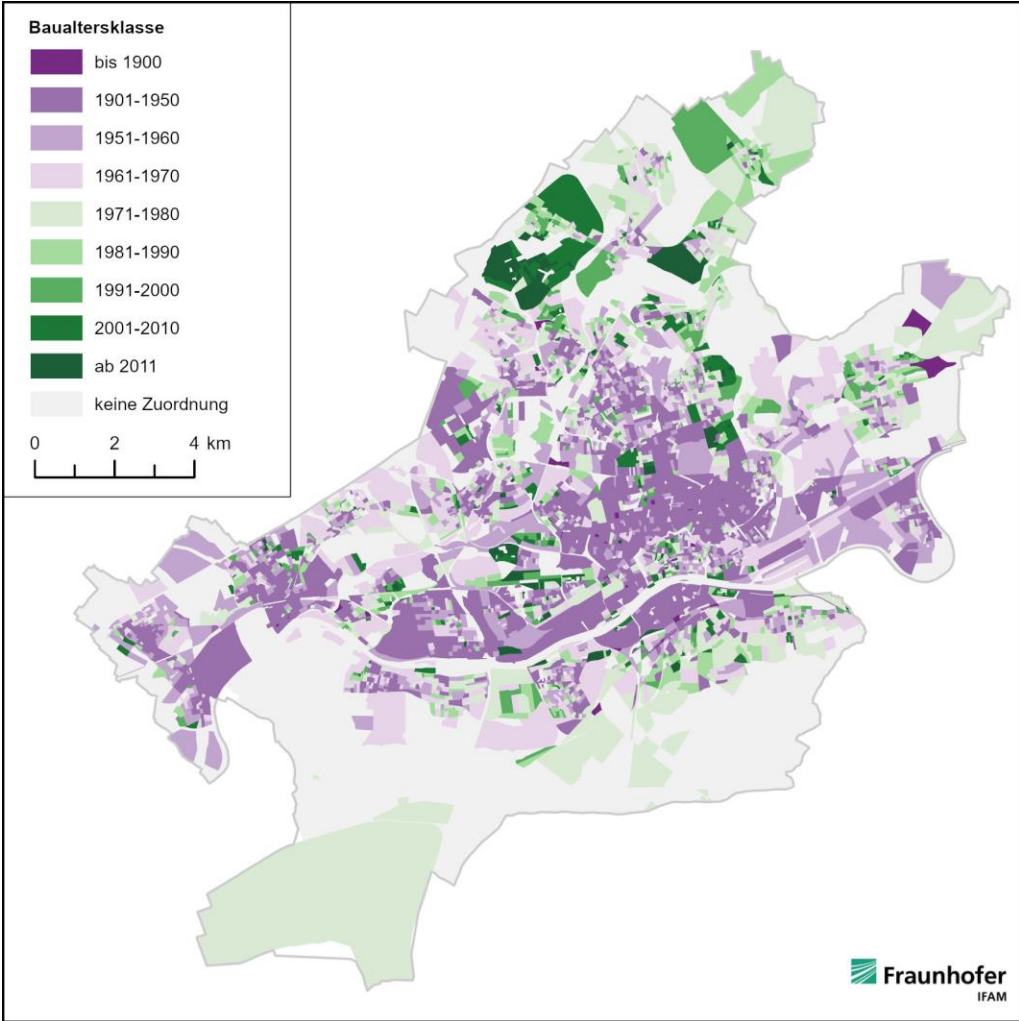
- Mögliche Gebäudetypen sind:
 - Wohngebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser, kleine und große Mehrfamilienhäuser)
 - Nichtwohngebäude (Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Sonstiges, öffentliche Gebäude)
 - Keine Zuordnung, wenn kein Wärmeverbrauch im Flurstück¹
- Für die Baublöcke² ergibt sich die folgende Verteilung:

Gebäudetyp	Anzahl
Ein- und Zweifamilienhäuser	1.287
Kleine Mehrfamilienhäuser	2.302
Große Mehrfamilienhäuser	1.345
Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Sonstiges	677
Öffentliche Gebäude	496
Keine Zuordnung	1.503

1 Ein Flurstück ist ein eindeutig gekennzeichnetes Grundstück.
2 Ein Baublock ist eine durch Straßen, bauliche oder natürliche Grenzen umschlossene städtebauliche Einheit aus mehreren Grundstücken.

Überwiegende Baualtersklasse

Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur



■ Für die Baublöcke ergibt sich die folgende Verteilung:

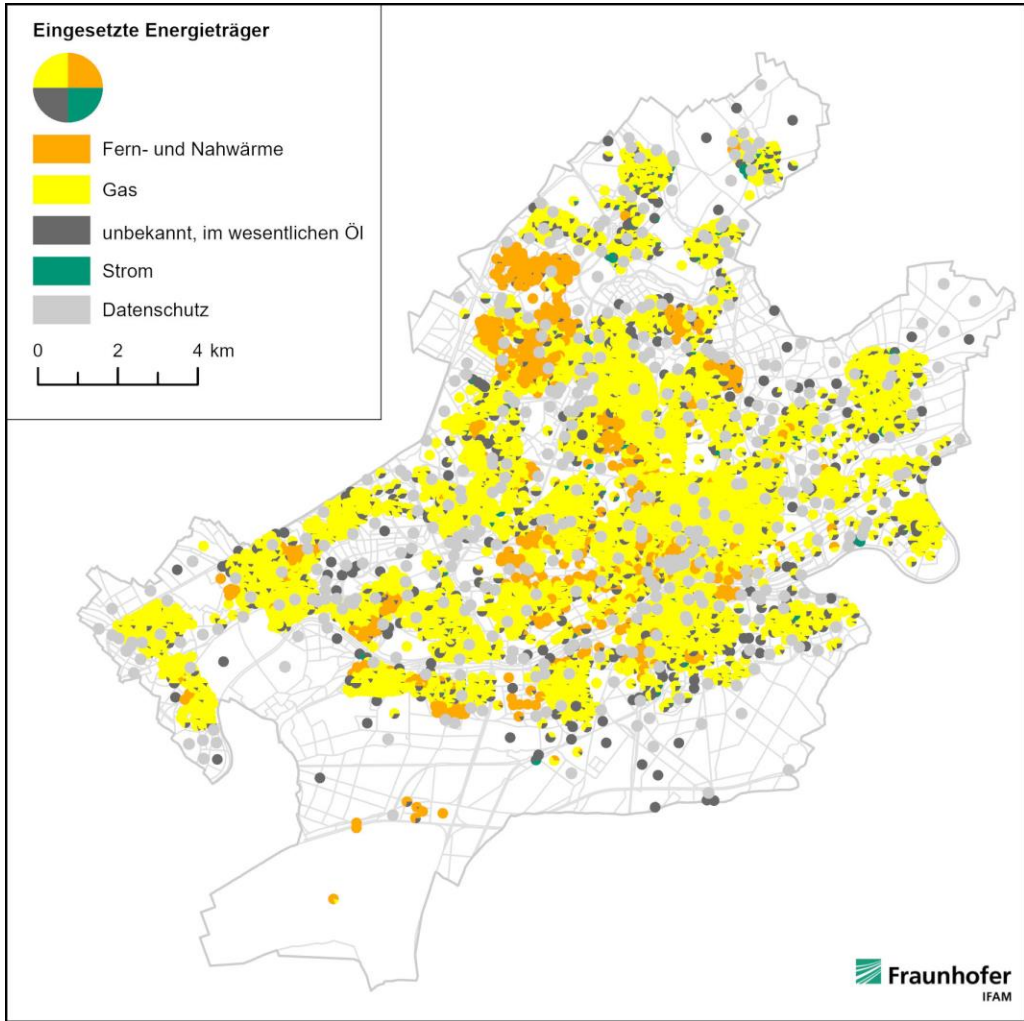
Baualtersklasse	Anzahl
Bis 1900	33
1901 – 1950	2.192
1951 – 1960	1.027
1961 – 1970	989
1971 – 1980	732
1981 – 1990	410
1991 – 2000	272
2001 – 2011	320
Ab 2011	132
Keine Zuordnung	1.503



2: Analyse der Energieinfrastruktur

Dezentrale Wärmeerzeuger und eingesetzte Energieträger

Analyse der Energieinfrastruktur

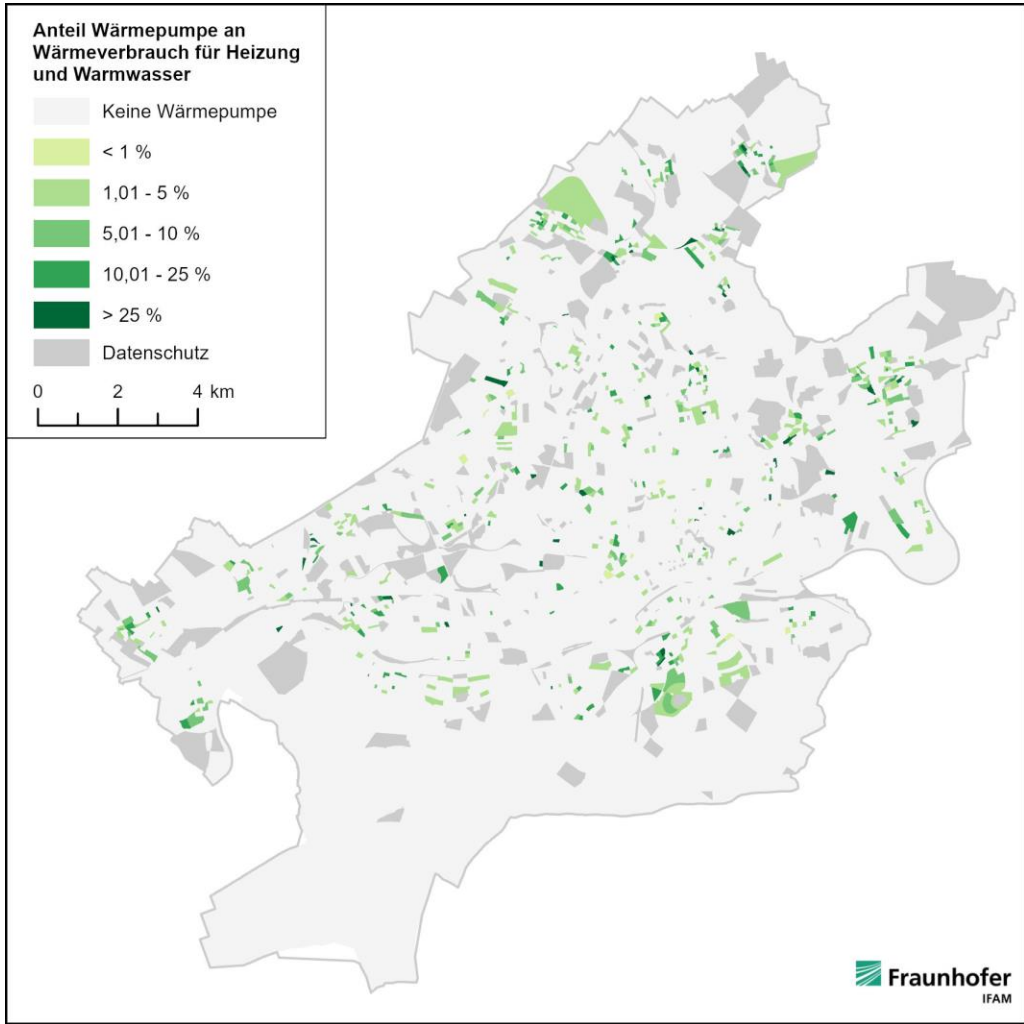


- Die Energieträger der dezentralen Wärmeerzeuger werden, soweit möglich, aus dem EEP abgeleitet.
- Fehlende Daten werden als Energieträger „Unbekannt“ mit einer Einheit pro Flurstück gewertet.
- Die Gesamtzahl wird daher leicht unterschätzt.
- Die Wärmeerzeuger nach eingesetzten Energieträgern:

Energieträger	Anzahl dezentrale Wärmeerzeuger/ Hausübergabestationen
Fern-/Nahwärme	8.136
Gaskessel	138.810
Strom	1.231
Unbekannt, im wesentlichen Ölkessel	9.077
Summe	157.254

Anteil bestehender Wärmepumpen

Analyse der Energieinfrastruktur



- Über die Kennung vorhandener Wärmepumpen auf Flurstücksebene wird der Anteil des Wärmeverbrauchs¹, der über Wärmepumpen je Baublock gedeckt wird, berechnet.
- Die Auswertung berücksichtigt sowohl Flurstücke mit Wärmepumpen allein als auch Flurstücke mit einer Kombination aus Wärmepumpe und Gaskessel.
- Für die Baublöcke ergibt sich die folgende Verteilung:

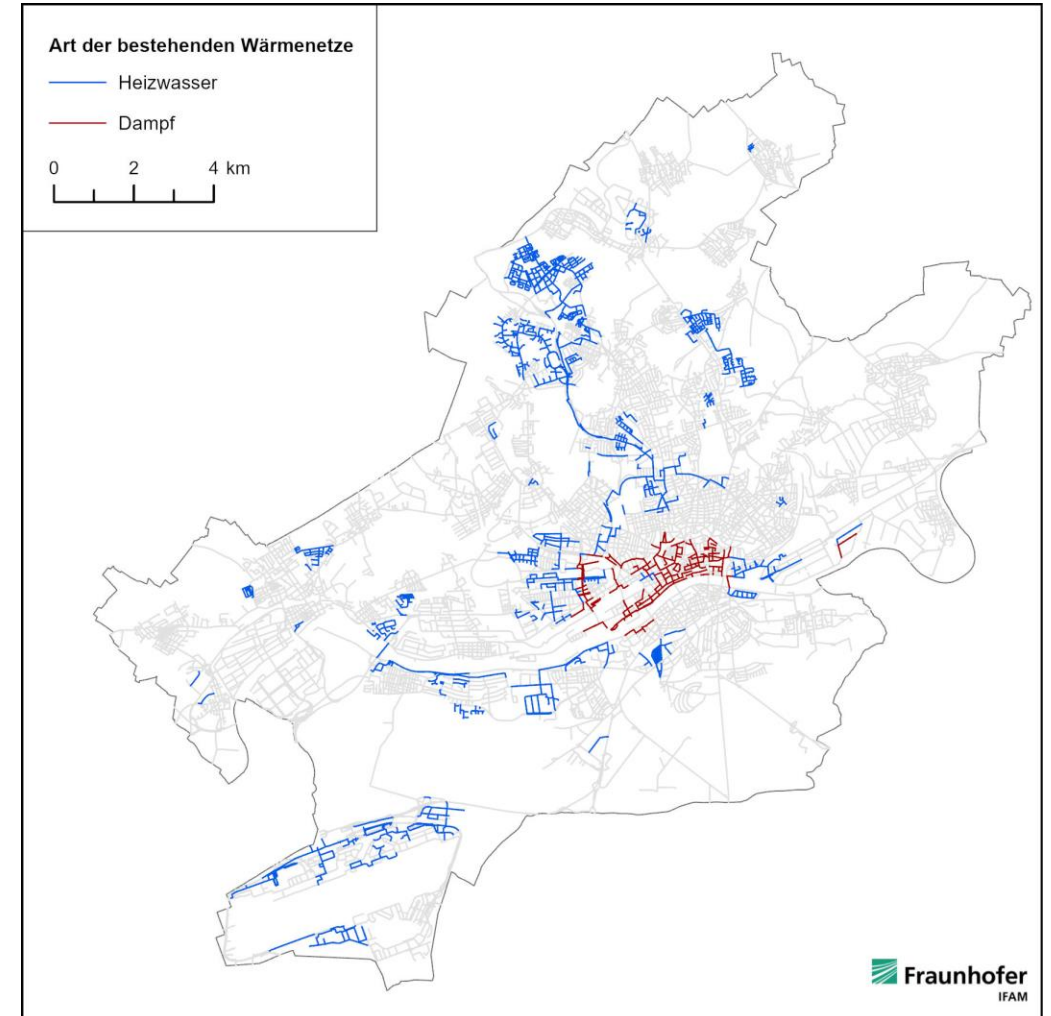
Anteil Wärmepumpen an Wärmeverbrauch ¹	Anzahl Baublöcke	Wärmeverbrauch ¹ Wärmepumpen (GWh/a)	Wärmeverbrauch ¹ gesamt (GWh/a)
< 1 %	10	0,12	18,96
1,01 – 5 %	204	7,82	276,19
5,01 – 10 %	136	8,09	116,09
10,01 – 25 %	105	9,66	67,72
> 25 %	52	12,45	26,41
Keine Wärmepumpe	7.103	0	6.089,12
Gesamt	7.610	38,15	6.594,48

3: Analyse bestehender Netze

Wärmenetze – Lage und Art

Analyse bestehender Netze

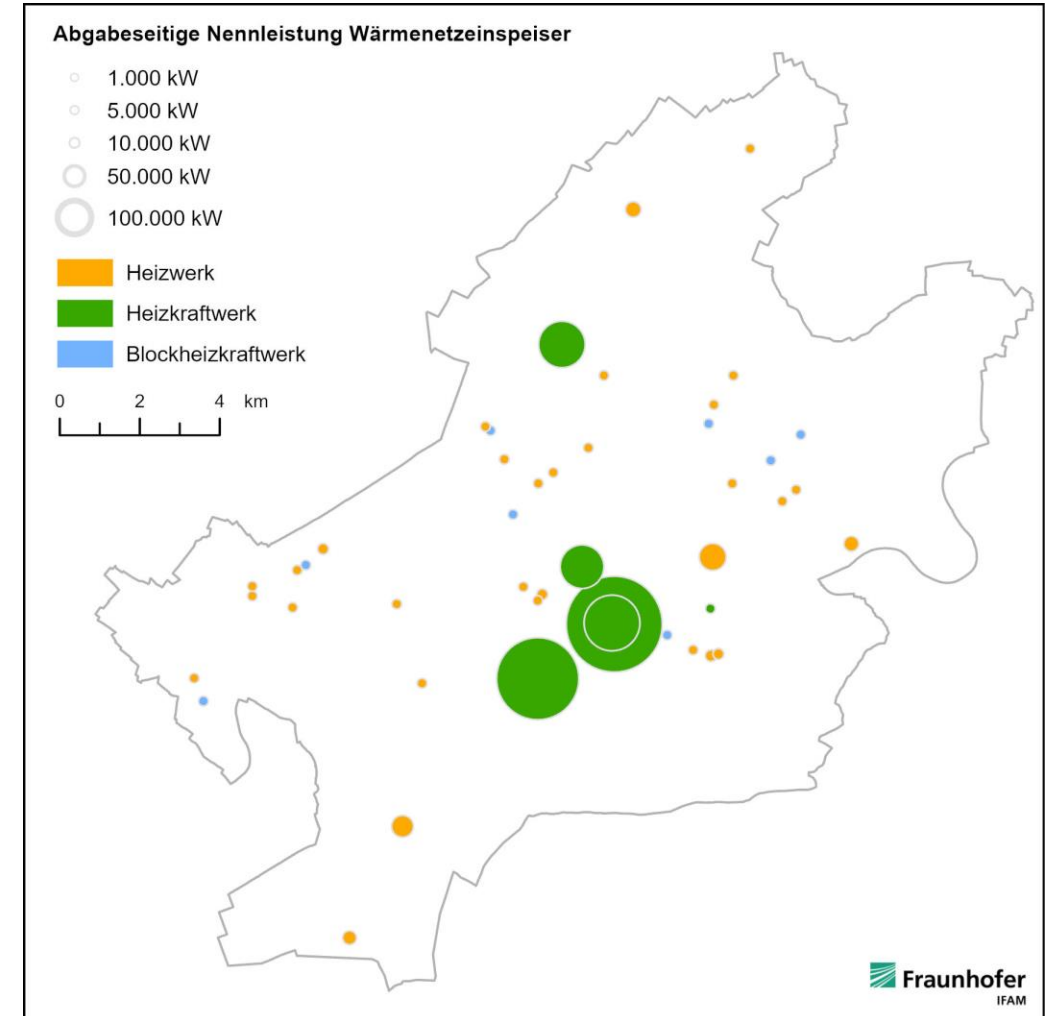
- Lage und Art der Wärmenetze (Dampf / Heizwasser) sind straßenabschnittsweise dargestellt.
- Abgebildet sind sowohl das zentrale Fernwärmenetz der Mainova AG als auch Nahwärmenetze der Mainova und Süwag Energie AG.
- Ein Straßenabschnitt gilt als „versorgt“, wenn:
 - ein Großteil der angrenzenden Gebäude angeschlossen ist oder
 - das Netz überwiegend entlang der Straße verläuft.
- Bei Leitungen, die quer über Grundstücke verlaufen (nicht entlang der Straße), können Lücken in der Darstellung entstehen – trotz durchgehendem Netz.
- Die Darstellung bedeutet nicht automatisch einen Anschluss oder die Anschlussmöglichkeit für jedes Gebäude im Straßenabschnitt.



Wärmeerzeugungsanlagen – Leistung

Analyse bestehender Netze

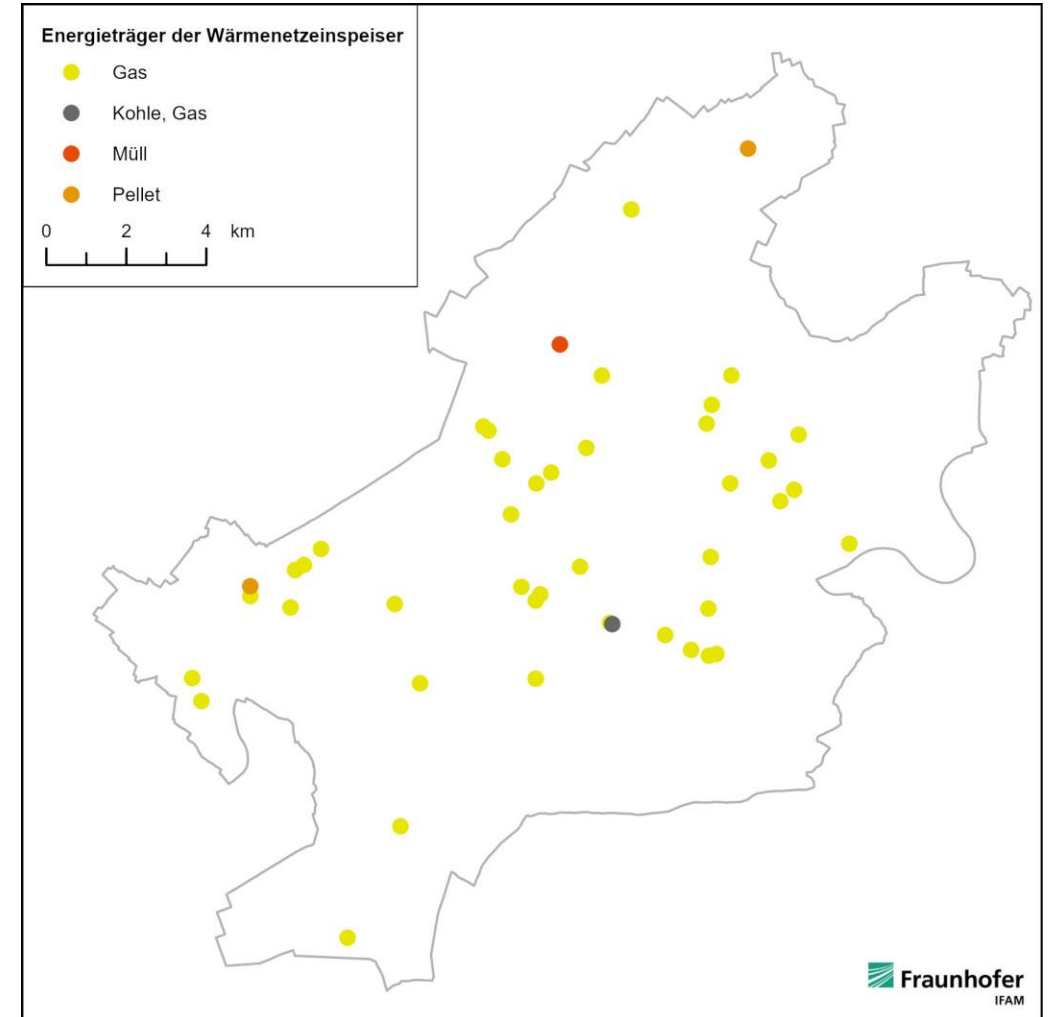
- Die Abbildung zeigt Lage, Typ und Nennleistung der Wärmenetzeinspeiser.
- Insgesamt bestehen 45 Einspeiser mit einer installierten Leistung von 1.111 MW.
- Deutlich sichtbar sind die großen Heizkraftwerke der Mainova:
 - Heizkraftwerk West (zwei Heizkraftwerke: Kohle und Gas)
 - Müllheizkraftwerk Nordweststadt
 - Heizkraftwerk Niederrad
 - Heizkraftwerk Messe



Wärmeerzeugungsanlagen – Energieträger

Analyse bestehender Netze

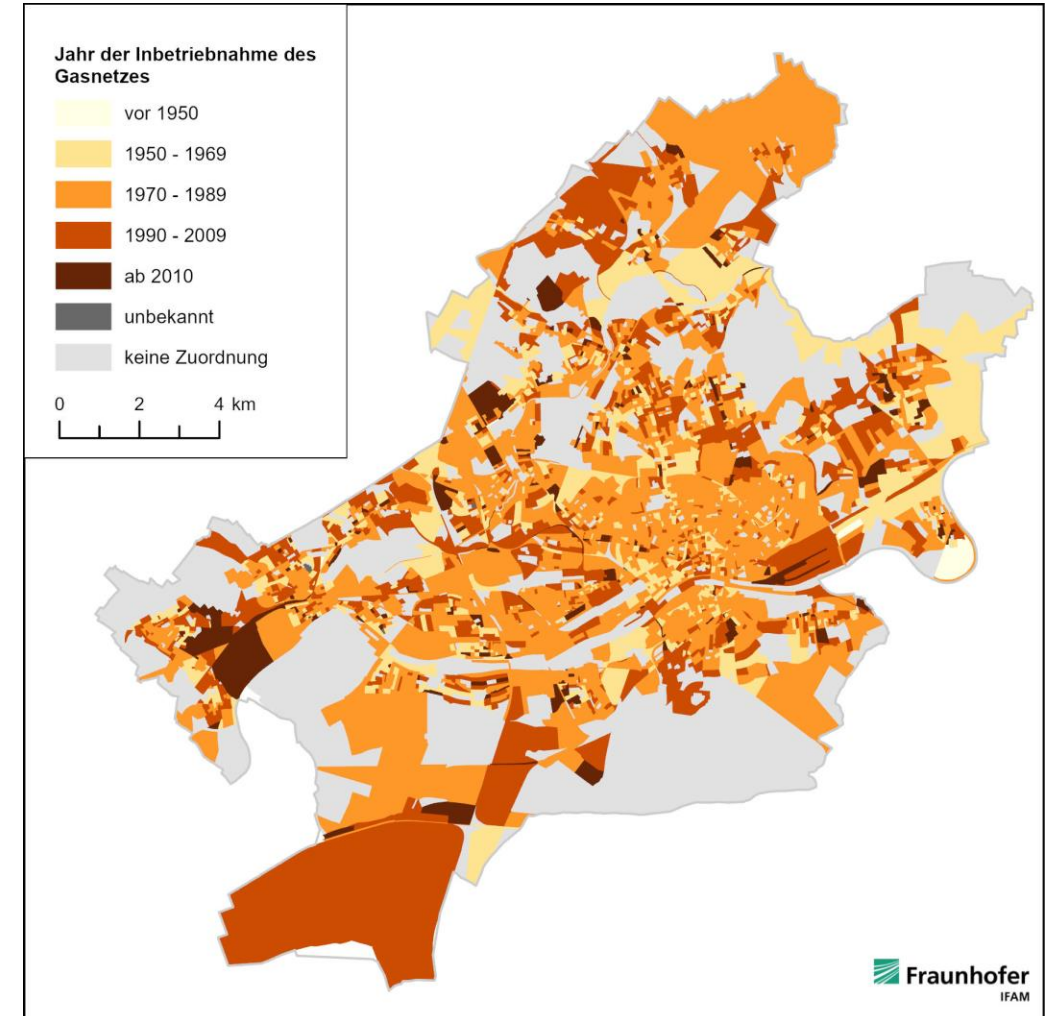
- Die Abbildung zeigt die Energieträger der 45 Einspeiser in Wärmenetze.
- Aktuell ist eine deutliche Dominanz fossiler Energieträger erkennbar.



Gasnetze – Jahr der Inbetriebnahme

Analyse bestehender Netze

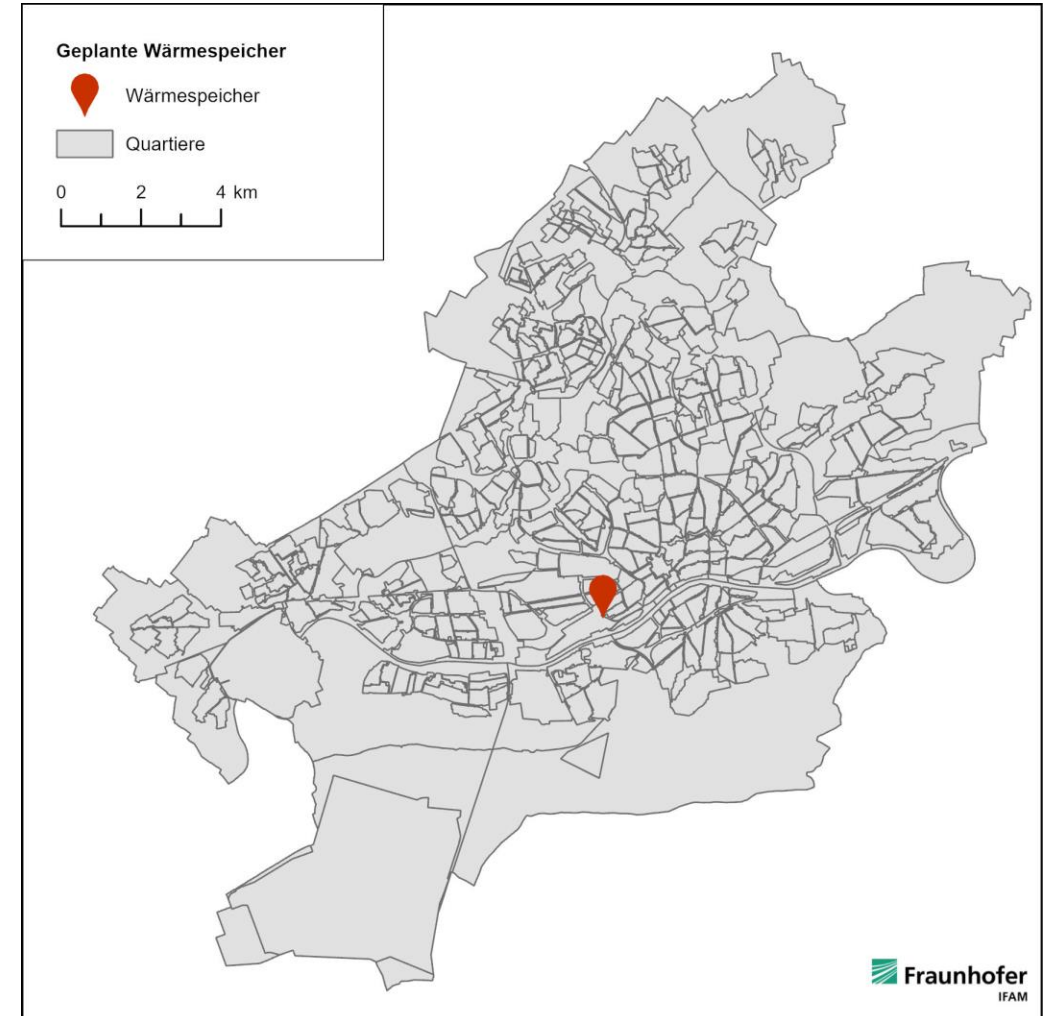
- Auf der Abbildung ist das Jahr der Inbetriebnahme des Gasnetzes auf Ebene der Baublöcke zu sehen.
- Für jeden Baublock wurde das überwiegende Jahr der Inbetriebnahme der vorliegenden Gasnetzabschnitte ermittelt.
- Ein Großteil des Netzes wurde bereits vor 1990 in Betrieb genommen.
- Die Stadt ist nahezu flächendeckend mit Gas erschlossen – es gibt nur wenige Baublöcke ohne Netz.
- Durch das Gasnetz wird ausschließlich Methan geleitet.



Wärme- und Gasspeicher

Analyse bestehender Netze

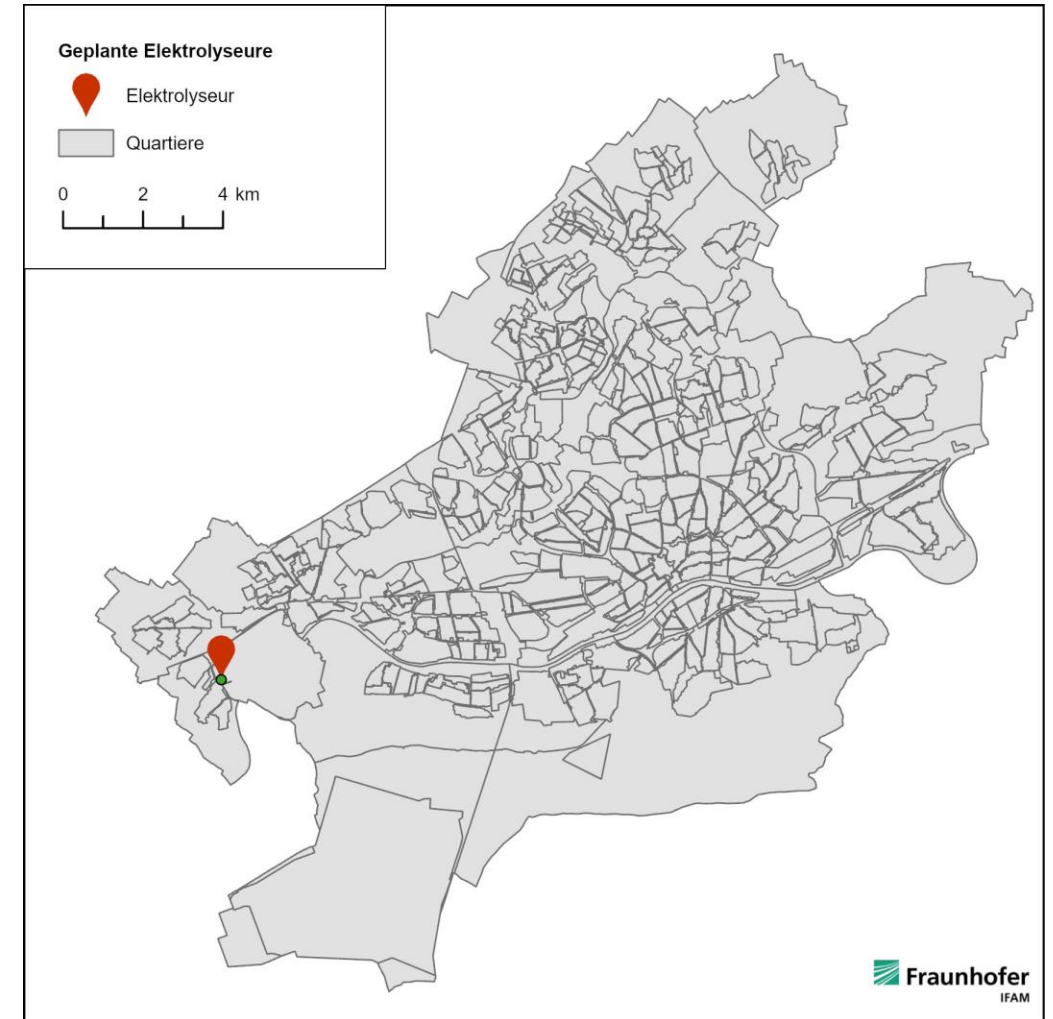
- Zurzeit ist ein Wärmespeicher am HKW West geplant:
 - Inbetriebnahmejahr: ca. 2028
 - Größe: 1.750 MWh
 - Nutzbares Speichervolumen: > 35.000 m³
- In Frankfurt gibt es keine Gasspeicher.



Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Analyse bestehender Netze

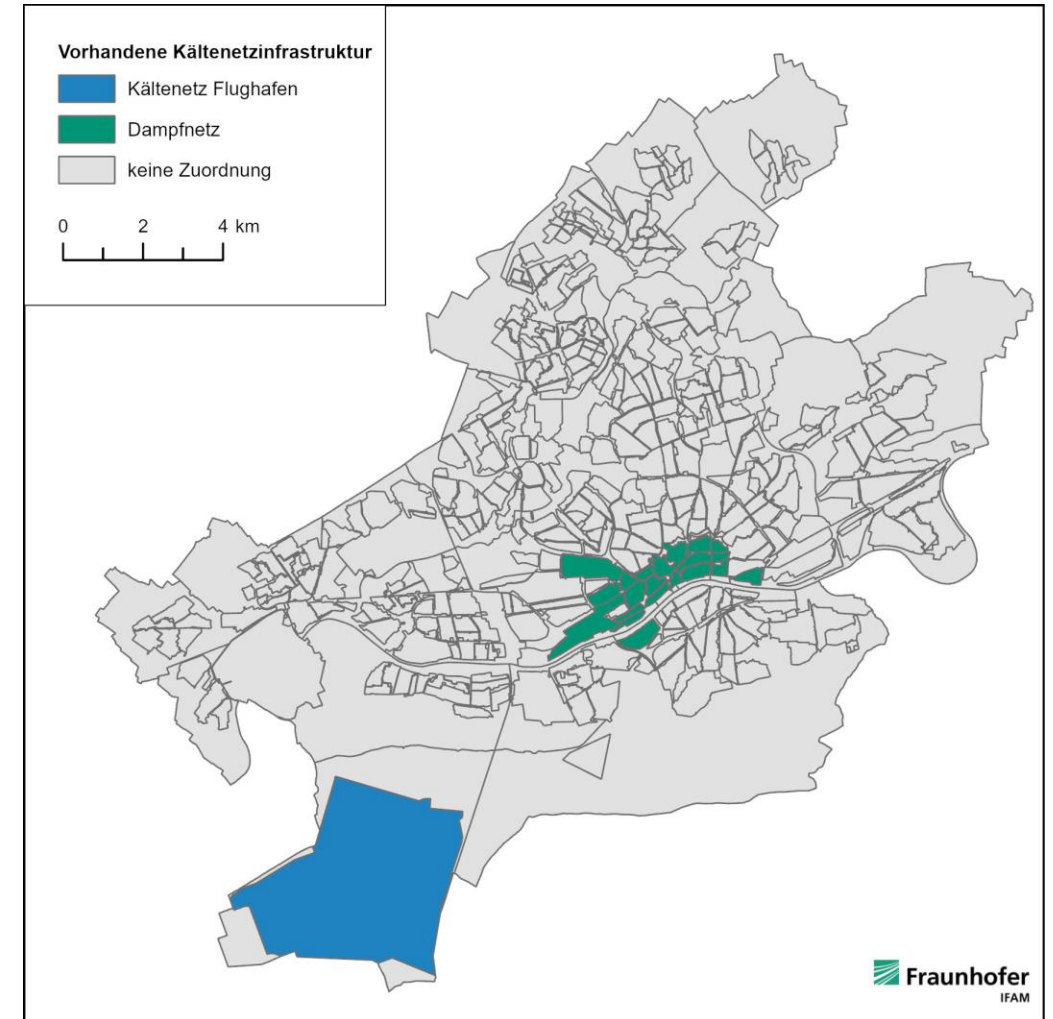
- Zurzeit existiert ein PEM-Elektrolyseur mit 1 MW Leistung (bis zu 2 MW im Überlastbetrieb) im Industriepark Höchst.
- Ein weiterer PEM-Elektrolyseur mit 5 MW Leistung, ebenfalls im Industriepark Höchst, ist geplant.



Kälteinfrastruktur

Analyse bestehender Netze

- Am Flughafen Frankfurt ist ein Kältenetz mit einer Leistung von 67,4 MW in Betrieb.
- Weitere Kältenetze sind derzeit nicht bekannt.
- In einigen Bereichen des Dampfnetzes erfolgt Kältebereitstellung über Absorptionskälteanlagen.





4: Ermittlung der Energiemenge im Bereich Wärme

Energiemengen

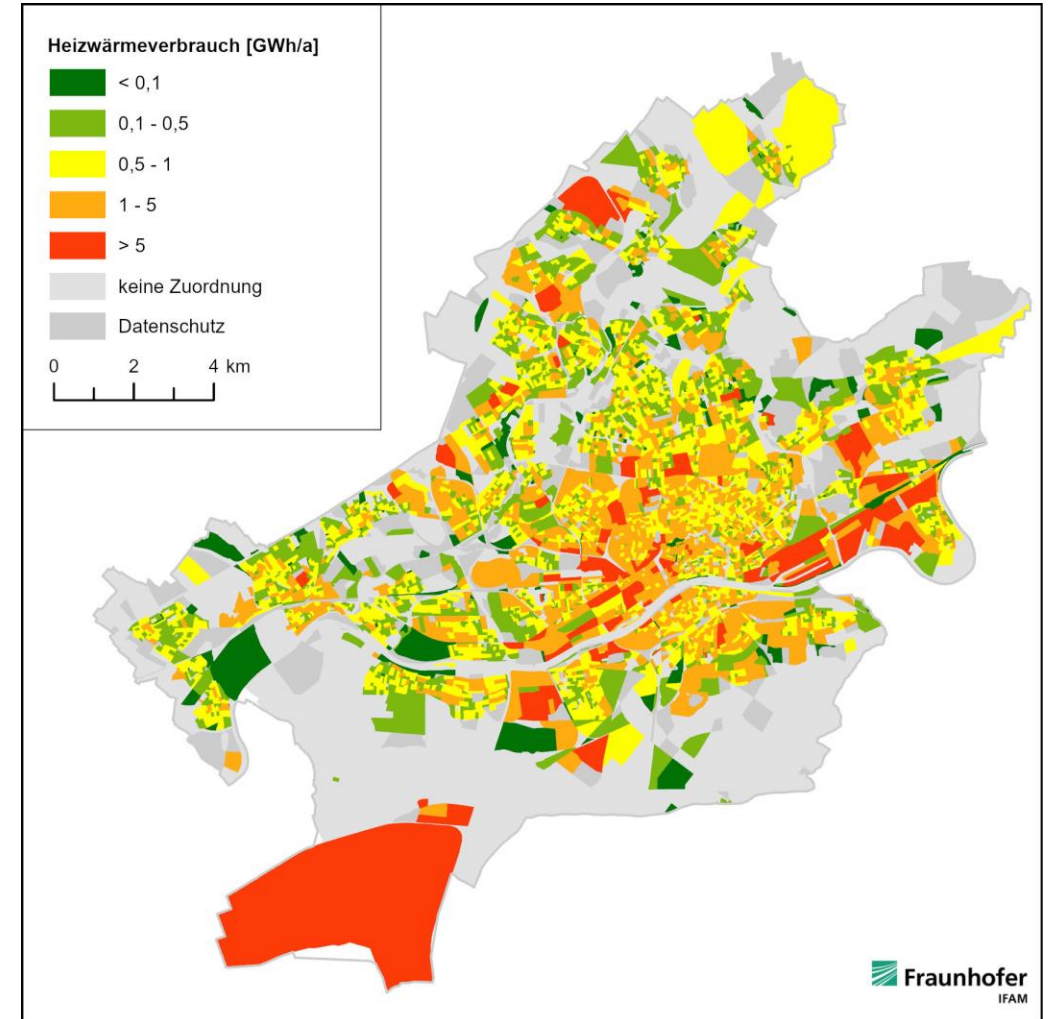
Datengrundlagen für Wärmeverbrauch und Endenergie

- **Wärmeverbrauch:** Theoretisch berechnete Nutzenergie für Heizung, Warmwasser und Prozesswärme, kalibriert anhand realer Verbrauchsdaten (Gas, Fernwärme).
 - Theoretischer Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser ermittelt durch das TABULA-Verfahren auf Basis von Gebäudegeometrie und Baujahr.
 - Auch für Nichtwohngebäude angewendet mangels alternativer Typologie.
 - Prozesswärme bei Industriegebäuden aus Gasverbrauchsdaten abgeleitet.
 - Vergleich mit Verbrauchsdaten (Gas, Fernwärme), bei starken Abweichungen erfolgt Anpassung über Korrekturfaktor.
 - Liegt kein Verbrauchswert vor, wird der theoretische Bedarf angenommen.
- **Endenergie:** Energiemenge, die vom Energieträger bereitgestellt werden muss.
 - Berechnung über energieträgerspezifische Umrechnungsfaktoren.
 - Berücksichtigt Verluste bei Erzeugung und Zuwächse aus Umweltwärme (z. B. höhere Endenergie bei Gasheizung vs. Wärmepumpe).

Wärmeverbrauch nach Anwendung – Heizwärme

Ermittlung der Energiemengen Wärme

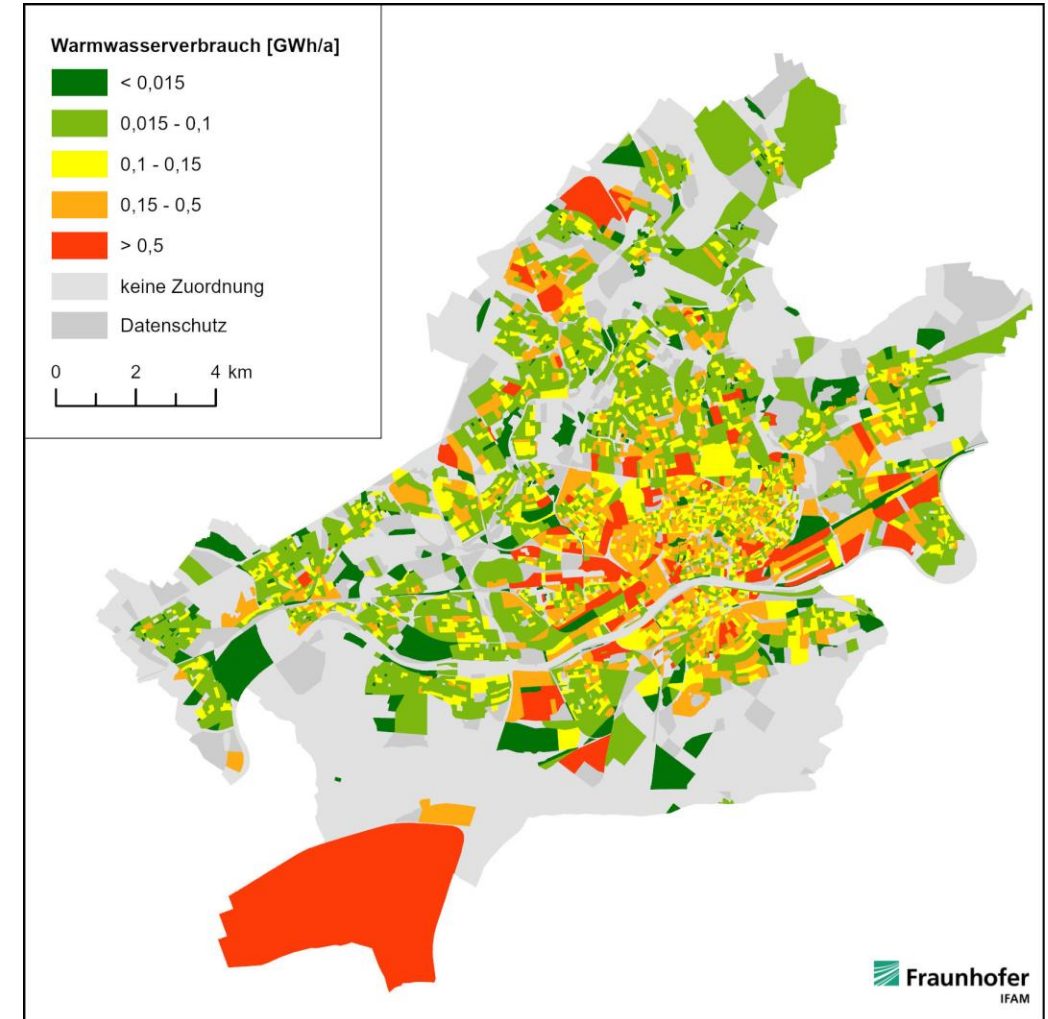
- Der Heizwärmeverbrauch ergibt sich als Differenz von Gesamtwärmeverbrauch minus Warmwasser- und Prozesswärmeverbrauch.
- Der Heizwärmeverbrauch in Frankfurt liegt bei 5.834 GWh/a.



Wärmeverbrauch nach Anwendung – Warmwasser

Ermittlung der Energiemengen Wärme

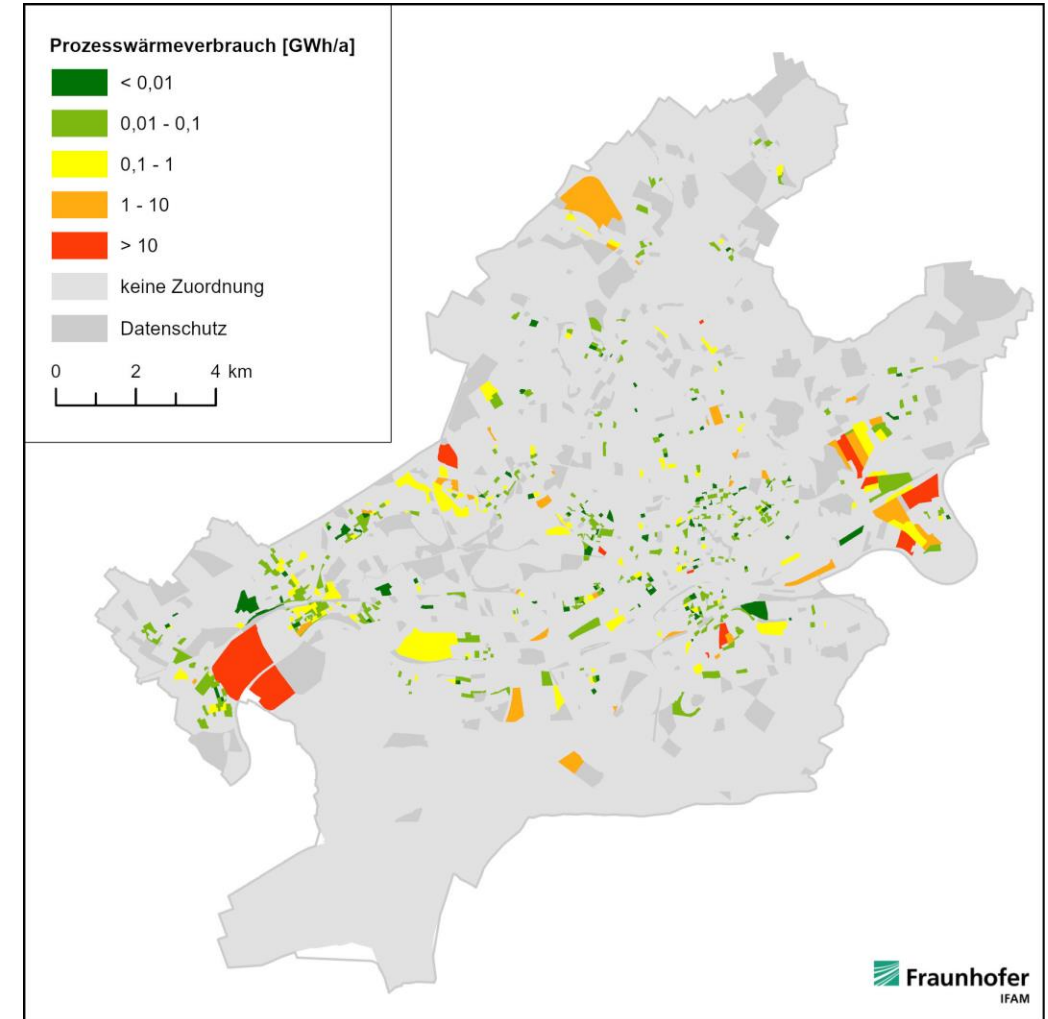
- Der Warmwasserverbrauch wurde je Gebäude gemäß Gebäudegruppe¹ ermittelt.
- Der Warmwasserverbrauch in Frankfurt liegt bei 762 GWh/a.



Wärmeverbrauch nach Anwendung – Prozesswärme

Ermittlung der Energiemengen Wärme

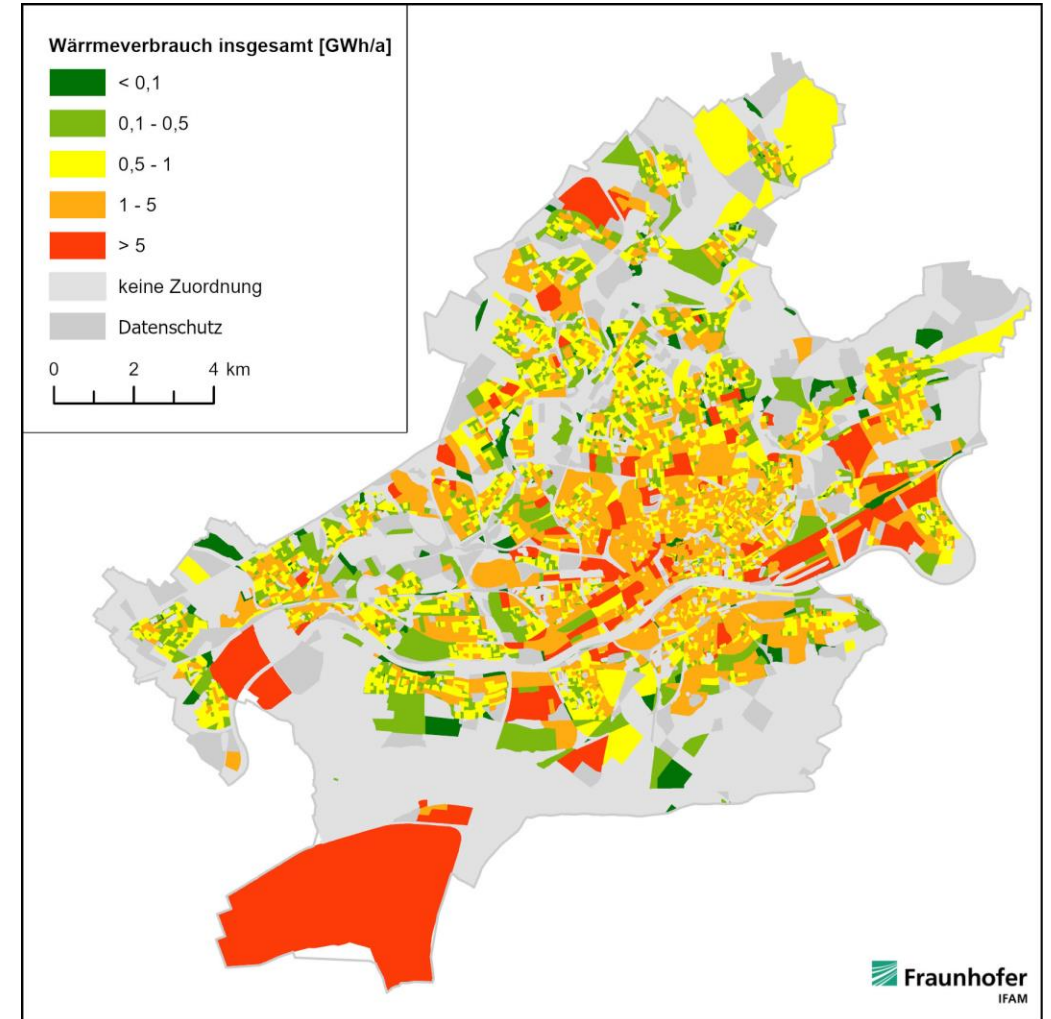
- Der Prozesswärmeverbrauch wurde anhand des Gasverbrauchs in Flurstücken mit Industriekennung ermittelt. Die Eigenerzeugung im Kraftwerkspark des Industrieparks Höchst (Quelle: Klimabilanz der Stadt Frankfurt) wurde als weiterer Prozesswärmeverbrauch berücksichtigt.
- Der Prozesswärmeverbrauch liegt bei 3.408 GWh/a.



Wärmeverbrauch nach Anwendung – Gesamt

Ermittlung der Energiemengen Wärme

- Dargestellt ist die Summe der Wärmeverbräuche für Heizung, Warmwasser und Prozesswärme.
- Der Gesamtwärmeverbrauch für Frankfurt beträgt 10.005 GWh/a.

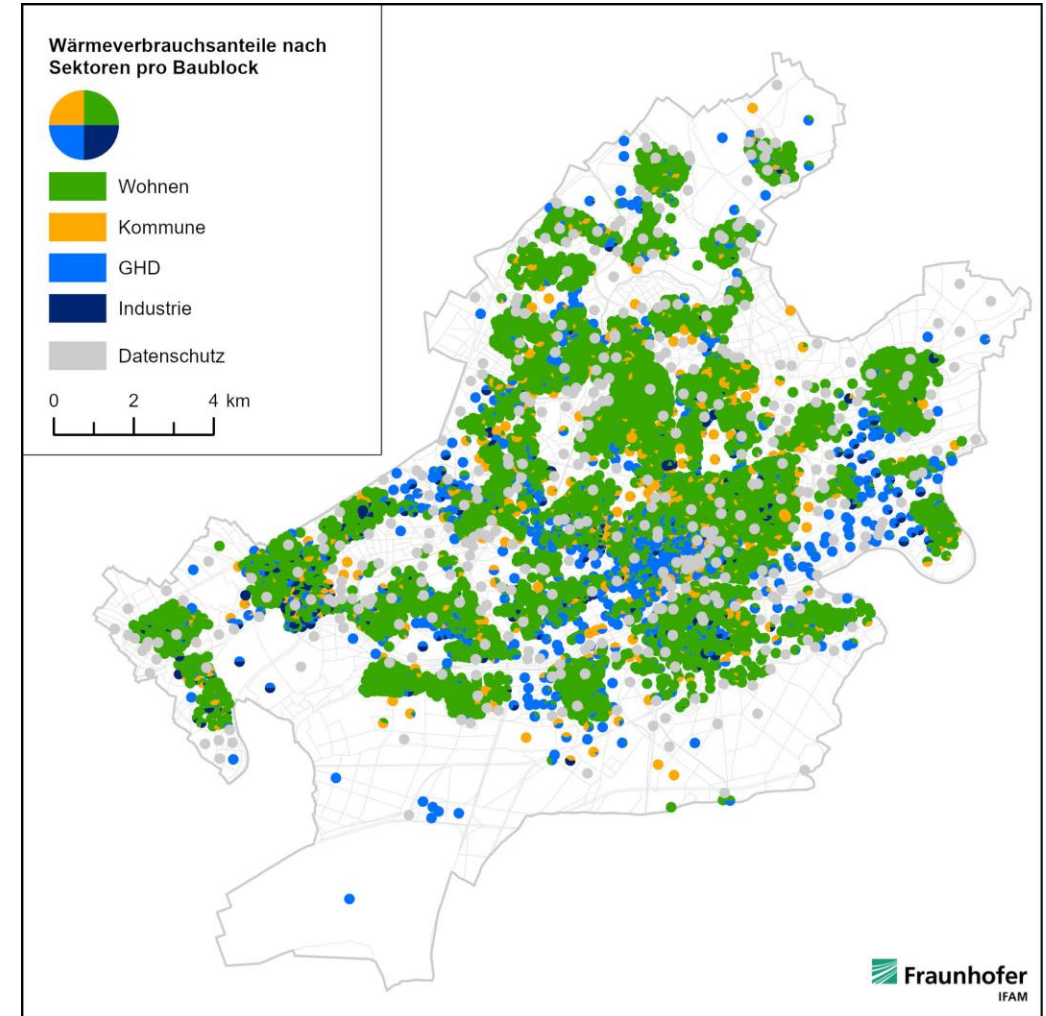
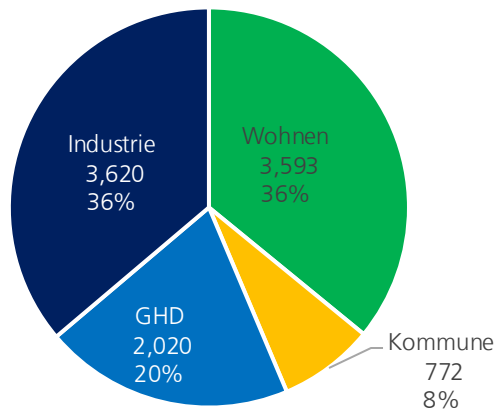


Wärmeverbrauch nach Sektor – Gesamt

Ermittlung der Energiemengen Wärme

- Der **Wärmeverbrauch von insgesamt 10.005 GWh/a** wird den Sektoren Wohnen, GHD, Industrie und Kommune zugeordnet.
- Dargestellt ist der Wärmeverbrauch nach Sektoren pro Baublock.
- Obwohl Wohnen flächenmäßig dominiert, ist der Industriesektor gleichauf beim Verbrauch – v. a. durch Prozesswärme.
- Haupttreiber: Industriepark Höchst mit ca. 3.000 GWh/a auf nur zwei Baublöcken.

Wärmeverbrauch nach Sektoren (GWh/a)

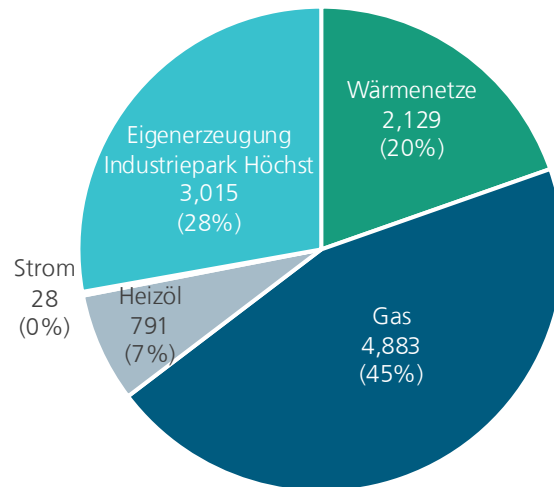


Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträger und Sektor

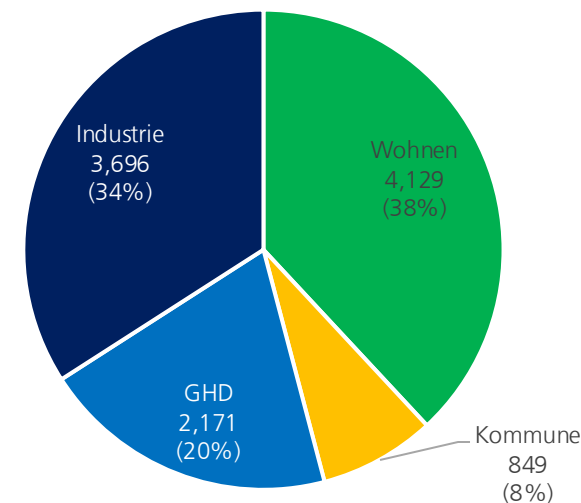
Ermittlung der Energiemengen Wärme

- Der **Endenergieverbrauch Wärme beträgt 10.845 GWh/a**.
- Bei den Energieträgern dominieren das Gas (45 %), die Eigenerzeugung im Industriepark Höchst (28 %) sowie die Wärmenetze (20 %).
- Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs Wärme entfällt mit ca. 4.100 GWh/a (38 %) auf den Sektor Wohnen, gefolgt von der Industrie mit 3.700 GWh/a (34 %) und GHD mit knapp 2.200 GWh/a (20 %). Die Kommune verbraucht rund 850 GWh/a (8 %).

Endenergie nach Energieträgern (GWh/a)



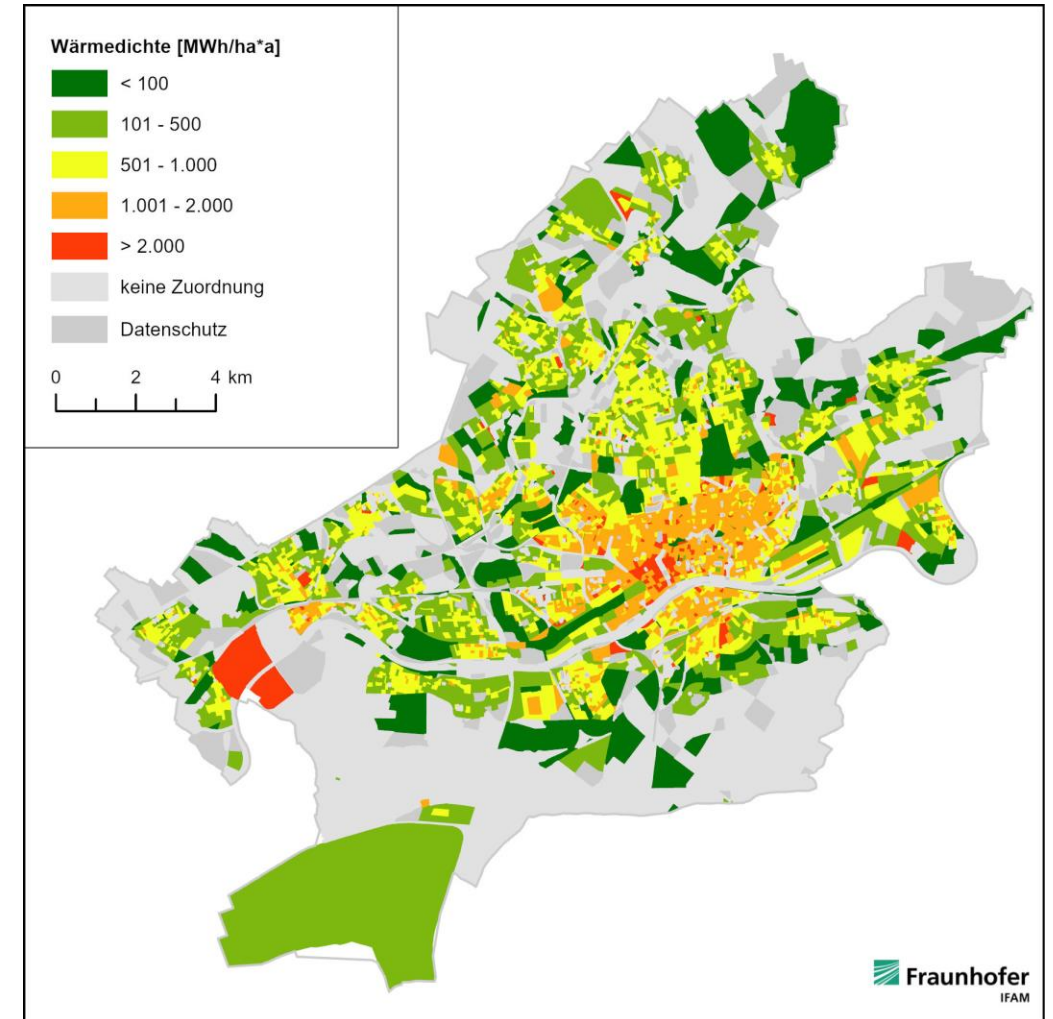
Endenergie nach Sektoren (GWh/a)



Wärmeflächendichte – Gesamt

Ermittlung der Energiemengen Wärme

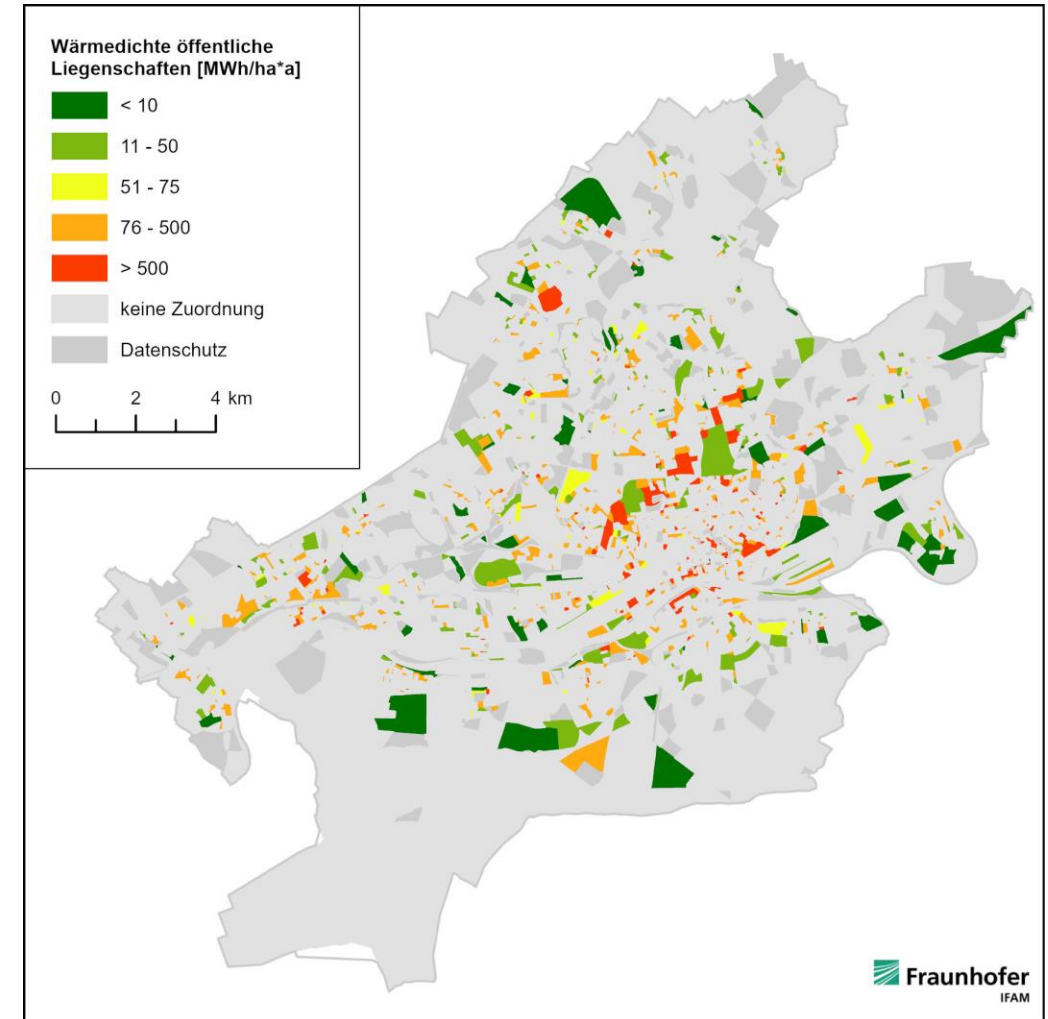
- Die Abbildung zeigt die Wärmeflächendichte der Baublöcke in Frankfurt, dargestellt als Wärmeverbrauch (Heizwärme, Warmwasser und Prozesswärme) pro Hektar Baublockfläche.



Wärmeflächendichte – Öffentliche Liegenschaften

Ermittlung der Energiemengen Wärme

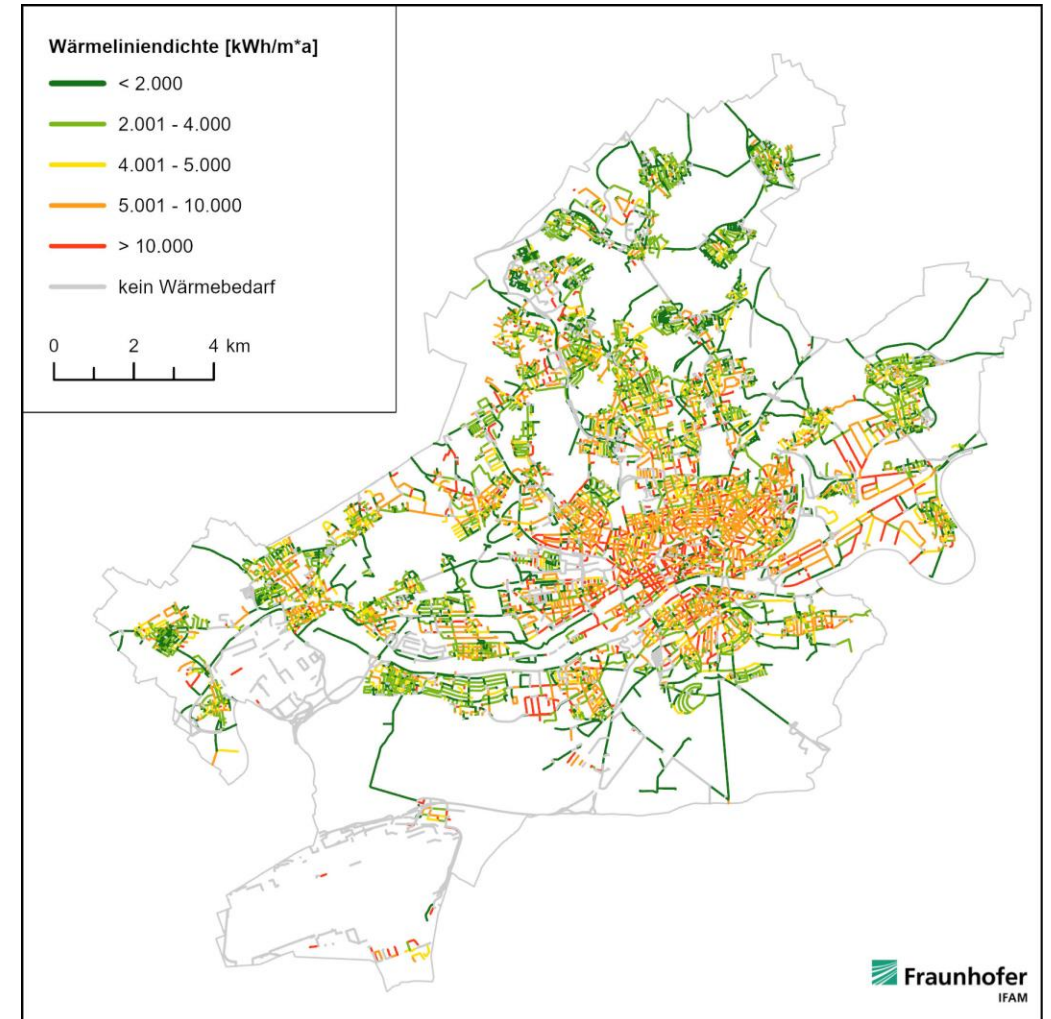
- Die Abbildung zeigt die Wärmedichte der Baublöcke in Frankfurt, basierend auf dem Wärmeverbrauch öffentlicher Liegenschaften (Heizwärme, Warmwasser und Prozesswärme) pro Hektar Baublockfläche.



Wärmeliniendichte – Gesamt

Ermittlung der Energiemengen Wärme

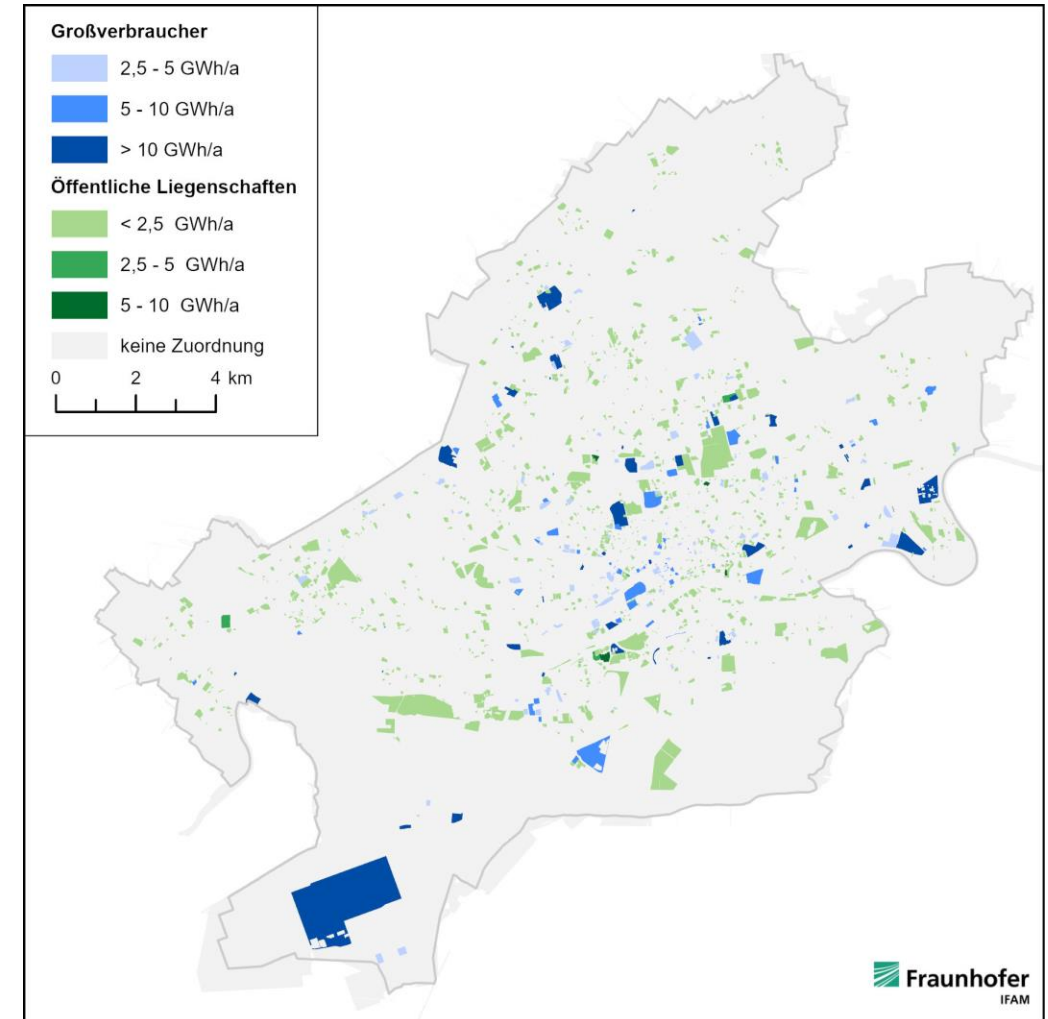
- Wärmeliniendichten eignen sich gut zur Beurteilung der Eignung für Wärmenetze.
- Wärmeliniendichte = Wärmemenge je Straßenabschnitt / Länge des Abschnitts (Kreuzung zu Kreuzung)
- Einheit: kWh pro Meter und Jahr
- In weiten Teilen Frankfurts sehr hohe Wärmeliniendichte → sehr gute Eignung für Wärmenetze



Potenzielle Großverbraucher (inkl. öffentliche Liegenschaften)

Ermittlung der Energiemengen Wärme

- Dargestellt sind potenzielle Großverbraucher von Wärme und Gas, ermittelt auf Basis der Endenergieverbräuche und eingeteilt in drei Größenklassen:
 - 2,5–5 GWh/a
 - 5–10 GWh/a
 - über 10 GWh/a
- Ergänzend zeigt die Abbildung öffentliche Liegenschaften.



Emissionsfaktoren der Energieträger

Ermittlung der Energiemengen Wärme

- Berechnung der Emissionen: Endenergieverbrauch Wärme × Emissionsfaktor (in g CO₂-Äqu./kWh)
- Emissionsfaktoren: energieträgerspezifisch, siehe Tabelle

Energieträger	Emissionsfaktor (g CO ₂ -Äqu./kWh)	Quelle
Gas	221	Technikkatalog des Bundes ¹ ; umgerechnet auf Hs
Heizöl	310	Technikkatalog des Bundes ¹
Strom	499	Technikkatalog des Bundes ¹ für das Jahr 2022
Fernwärme	134	Zertifikat Fernwärmeverbundsystem Mainova AG
Nahwärme (Gas-Heizwerk)	260	Technikkatalog Baden-Württemberg; https://www.kea-bw.de/waermewende/angebote/downloads
Eigenerzeugung Infraserv	260	Die Eigenerzeugung im Industriepark Höchst entspricht funktional einer KWK-Anlage. Daher wurde der Durchschnittswert großer KWK-Anlagen aus dem Technikkatalog Baden-Württemberg verwendet (siehe oben).

Treibhausgas-Emissionen durch Wärme

Ermittlung der Energiemengen Wärme

- Gesamtemissionen durch Wärme für Frankfurt am Main:
2,4 Mio. t CO₂-Äqu./a
- Jeweils 38 % der Treibhausgas-Emissionen entfallen auf die Sektoren Wohnen und Industrie, gefolgt von GHD mit 17 % und der Kommune mit 7 %.

Emissionen nach Sektoren (t CO₂-Äqu./a)

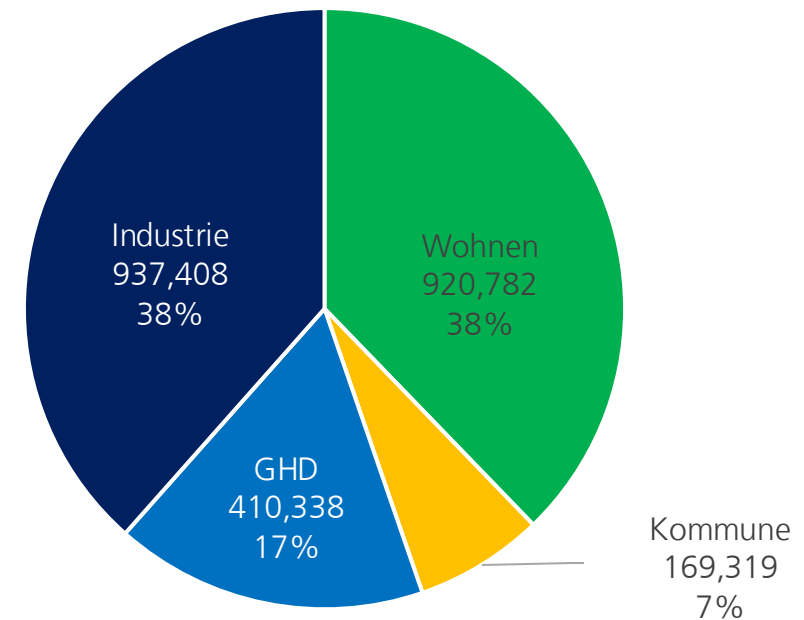




Foto: J. Leoni

Ihre zentrale Anlaufstelle zu allen Klimafragen der Stadt Frankfurt am Main: Das Klimareferat

Klimareferat Stadt Frankfurt am Main

Solmsstraße 18

60486 Frankfurt am Main

kwp@stadt-frankfurt.de

069 212 39193

frankfurt.de/klimareferat

<https://klimaschutz-frankfurt.de/kommunale-waermeplanung>