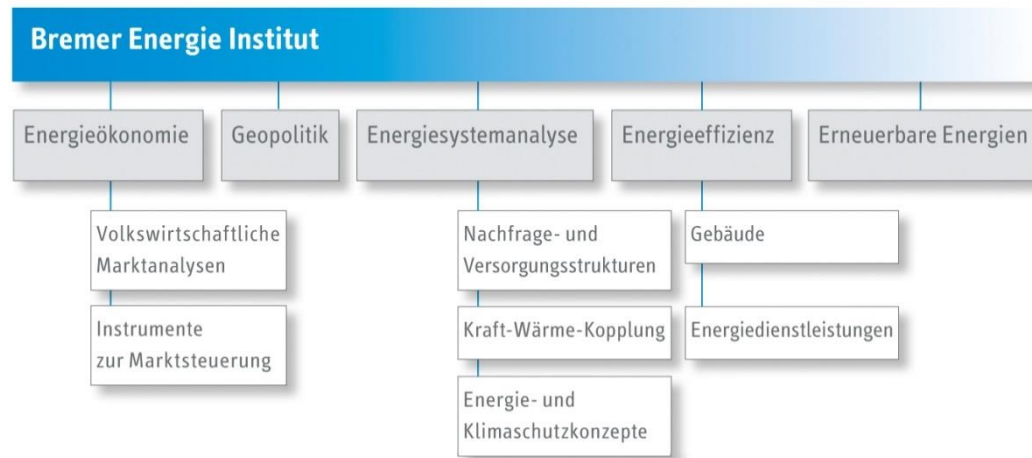

DIGITALE WÄRMEBEDARFSKARTEN: EIN KOMMUNALES INSTRUMENT FÜR DIE ENERGETISCHE STADTENTWICKLUNG

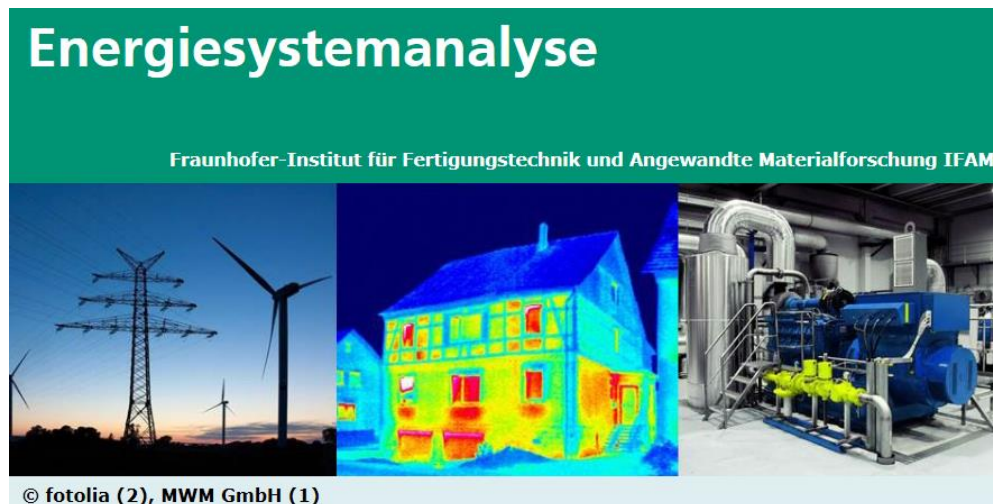
Dr. Bernd Eikmeier

8. Sächsischer Klimakongress 2014,
Dresden, 24.11.2014

Integration Bremer Energie Institut in Fraunhofer-IFAM



01.09.2013: Integration des BEI ins IFAM
(550 Mitarbeiter) als neue Abteilung
„Energiesystemanalyse“



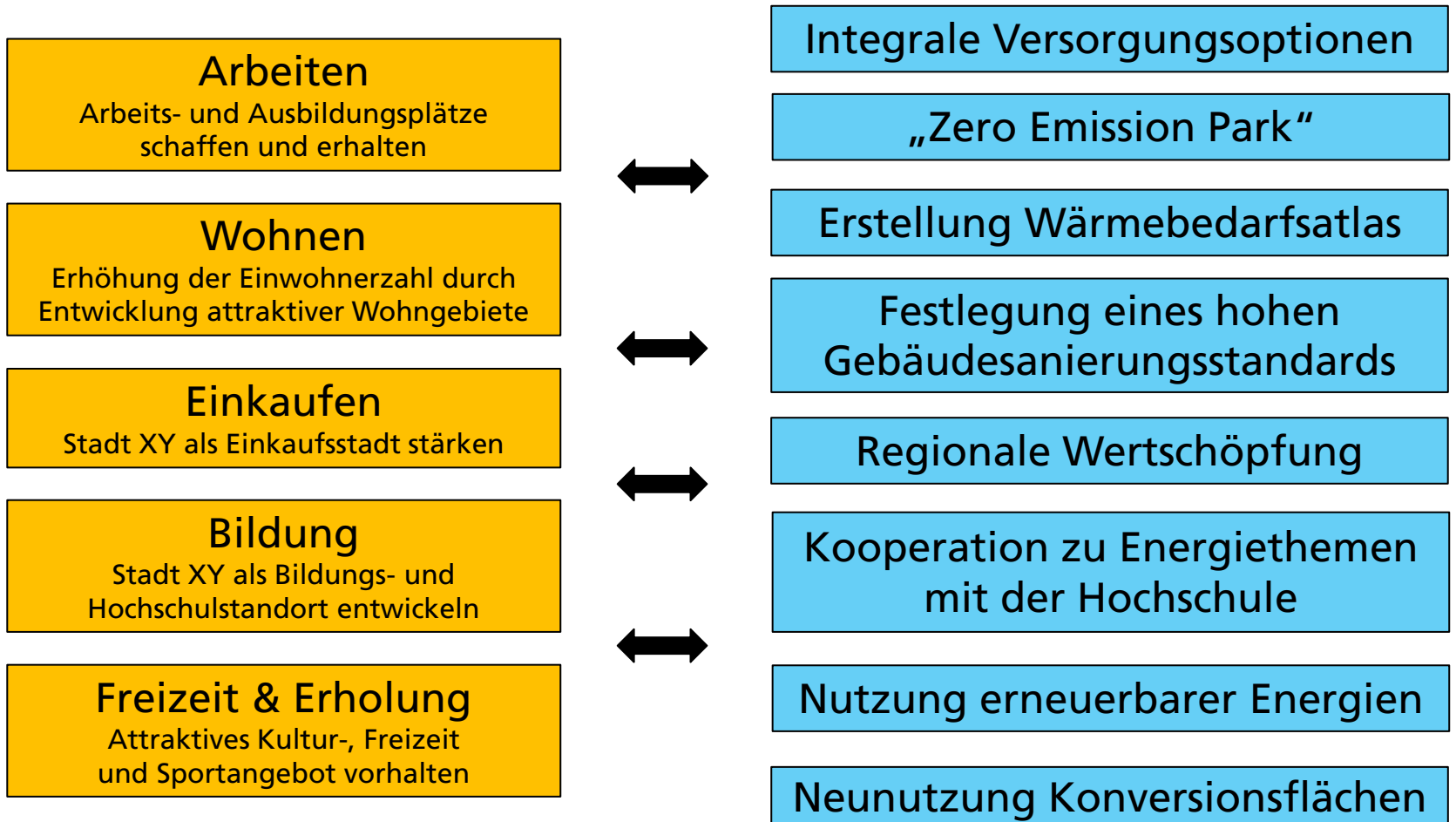
Inhalt

- Einleitung:
 - Elemente von energetischen Stadtentwicklungskonzepten
 - Warum eine digitale Wärmebedarfskarte erstellen?

- Digitale Wärmebedarfskarte:
 - Datengrundlage und Erstellung
 - Anwendungs- und Projektbeispiele

- Fazit:
 - Optionen und Vorteile einer digitalen Wärmebedarfskarte als kommunales Instrument zur energetischen Stadtplanung

Stadt-Beispiel: Strategische Ziele der Stadt / Energiekonzept



Energie ist bei den strategischen Zielen der Stadt nicht erwähnt

Was können mögliche Bausteine des Energiekonzepts zu den strategische Zielen beitragen?

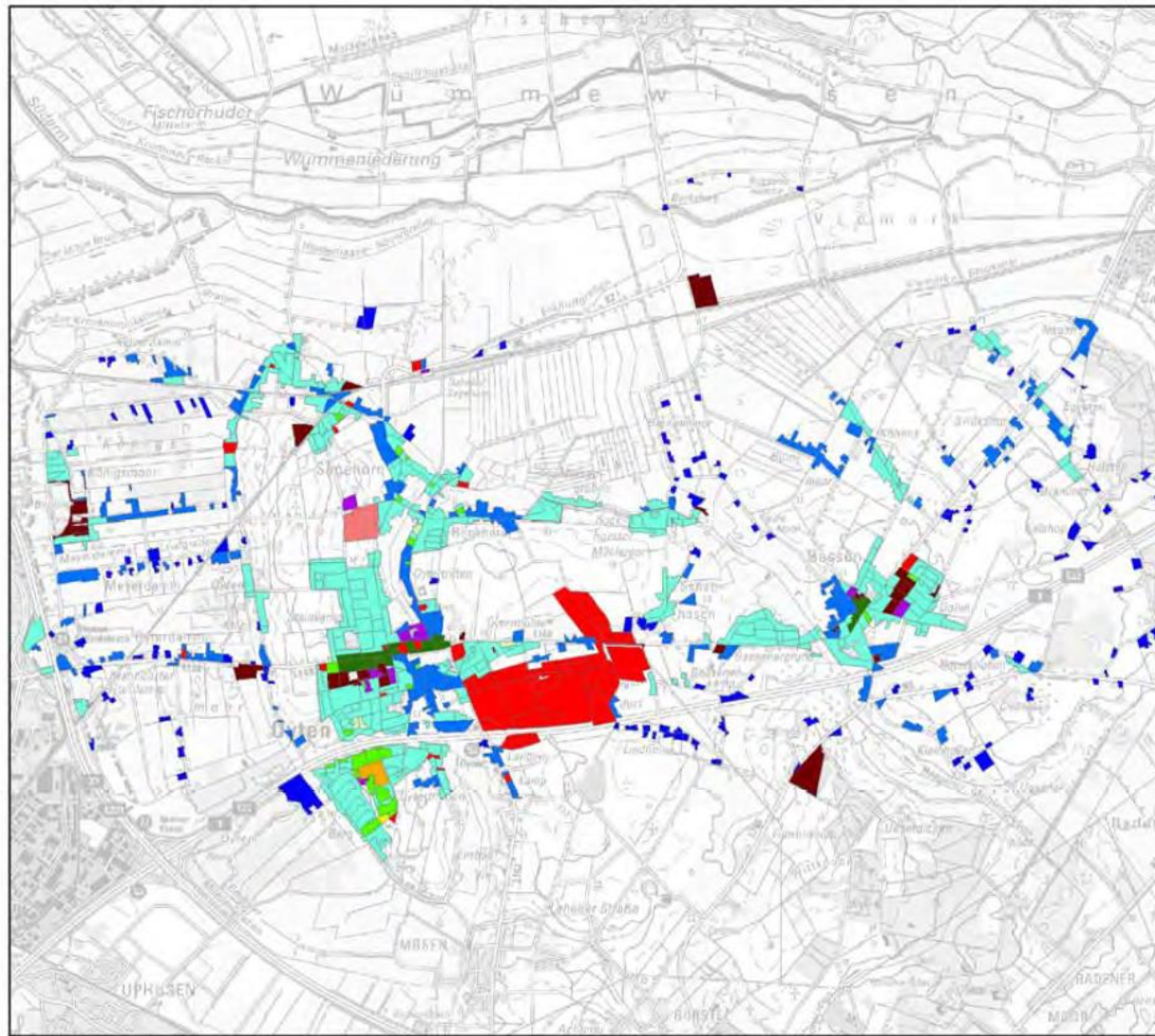
Typische Elemente energetischer Stadtentwicklungs- oder Energieversorgungskonzepte

- Ermittlung des Status quo: Energie- und CO₂-Bilanz
- Szenarienrechnungen für die Wärmebedarfsentwicklung
- Konzepte für die energetische Gebäudesanierung
- Quartierskonzepte
- Ausbaupotenziale und -optionen Wärmenetze und KWK
- Nutzung erneuerbarer Energien / Elektromobilität
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- CO₂-Wirksamkeit von Maßnahmen, CO₂-Einsparpotenziale
- Bewertung von Handlungsoptionen
- Informationsbereitstellung und Motivation von relevanten Akteuren
- Nutzung von Fördergeldern

Methoden zur Ermittlung des Ist-Wärmebedarfs (Auswahl)

- **Auflösung nach Teilflächen: Anwendung einer Siedlungstypologie**
 - Erfordert Detailanalyse (pauschale Aufteilung „ersetzt nur Würfeln“)
- **Auflösung nach Gebäuden**
 - **Gebäudetypologie**
 - Meist Auflösung nach Gebäudetypp und Baualtersklasse
 - Spezifische Wärmebedarfswerte für jeden Gebäudetypp
 - Jedes Gebäude muss einem Typologiegebäude zugeordnet werden
 - **Nutzung von Kaminkehrerdaten**
 - Angaben zur installierten Leistung (Auflösung straßenweise)
 - Aus Ansatz von Volllaststunden ergibt sich der Bedarfswert
 - Keine Angaben zu Einzel- und Zentralfeuerstätten, Spitzen- und Reservekesseln → Hohe Unsicherheiten
 - **Nutzung von Verbrauchsdaten**
 - Verfügbarkeit oft nicht gegeben (Datenschutzaspekte)
 - Erheblicher Aufwand
 - Führt zum besten Ergebnis

Beispiel Oyten: Siedlungstypologie vs. Gebäudetypologie



Oyten
Wärmebedarf

Siedlungstyp

- freies Einzelgebäude 0
- Streusiedlung 1
- Ein-, Zweifamilienhaus 2
- ländlicher Dorfkern 3b
- Reihenhaus 4
- kleines MFH 5a
- großes MFH 5b
- Hochhaus 6
- große öffentl. Sonderb. 10a
- kleine öffentl. Sonderb. 10b
- gewerbl. Sonderb. 11b
- sonst. Vers. Geb. 12

Quelle:
Bewertung nach
Blesl et al. (2009)
Kartengrundlage:
ATKIS-Basis-DLM (LGLN)
TK 100 (LGN)

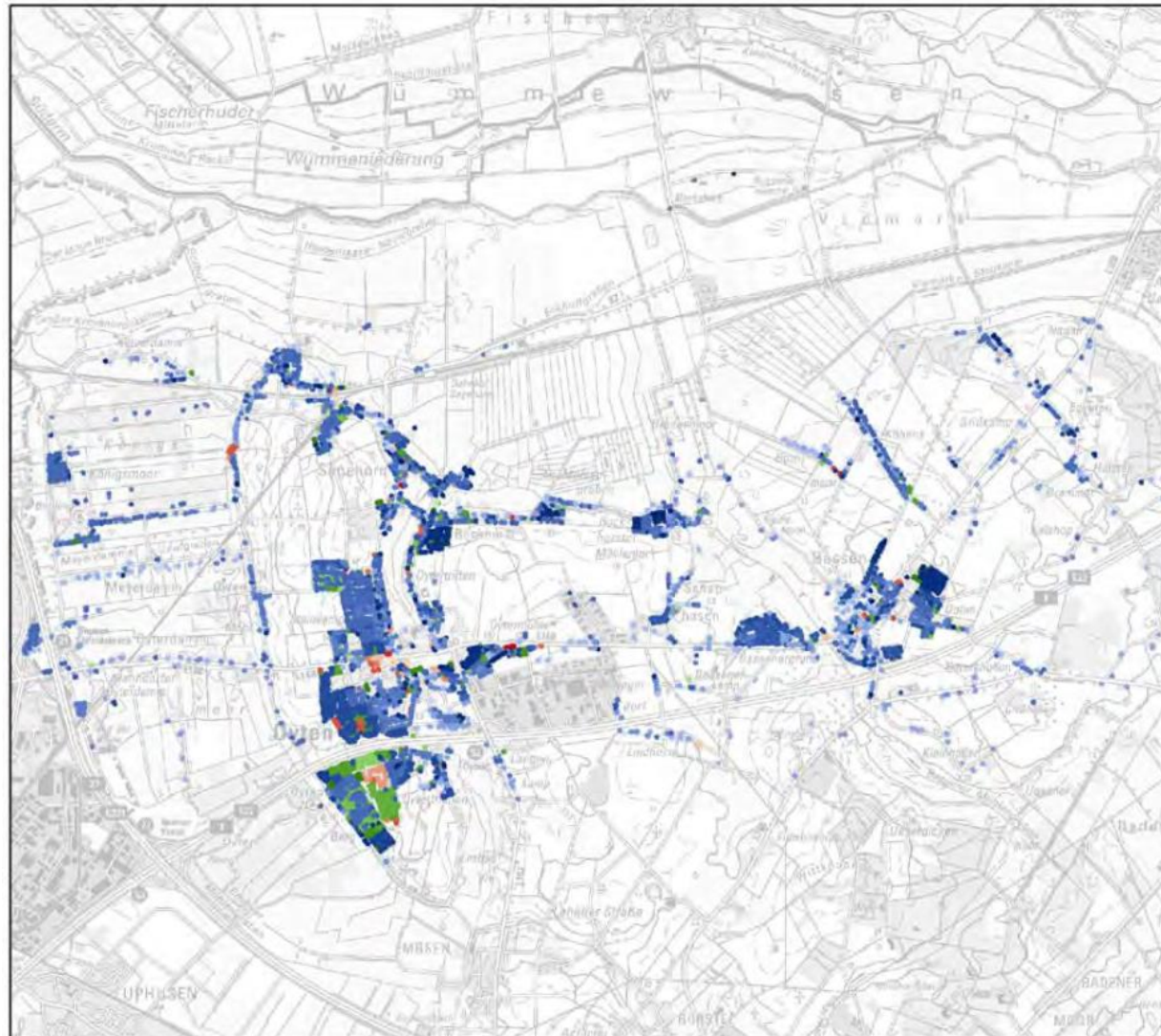
0 250 500 1.000 1.500 2.000
Meter

1:50.000



Quelle: Erstellung eines Wärme- und Kälteatlas für die Metropolregion Bremen Oldenburg – Pilotvorhaben Oyten, Bericht Januar 2014

Beispiel Oyten: Siedlungstypologie vs. Gebäudetypologie



Oyten Wärmebedarf

Wärmebedarf
[GWh_{th}/a]

	EFH	RH	MFH
1859	11.99	0.07	0.76
1860-1918	11.99	0.07	0.76
1919-1948	10.19	0.29	0.99
1949-1957	7.85	0.32	0.57
1958-1968	15.61	3.15	5.00
1969-1978	37.14	6.76	1.31
1979-1983	9.19	4.19	0.45
1984-1994	15.76	7.38	2.48
1995-2001	1.80	1.63	0.23
2002-2009	4.32	1.30	0.18
nach 2009	4.32	1.30	0.18

Quelle:
Bewertung nach
Blesl et al. (2009)
Kartengrundlage:
ATKIS-Basis-DLM (LGLN)
TK 100 (LGN)

Gebäudetyp EFH umfasst
auch andere Gebäudetypen

0 250 500 1.000 1.500 2.000
Meter

1:50.000



Quelle: Erstellung eines Wärme- und Kälteatlas für die Metropolregion Bremen Oldenburg – Pilotvorhaben Oyten, Bericht Januar 2014

Flächenspezifische Werte nach Typologiemethode

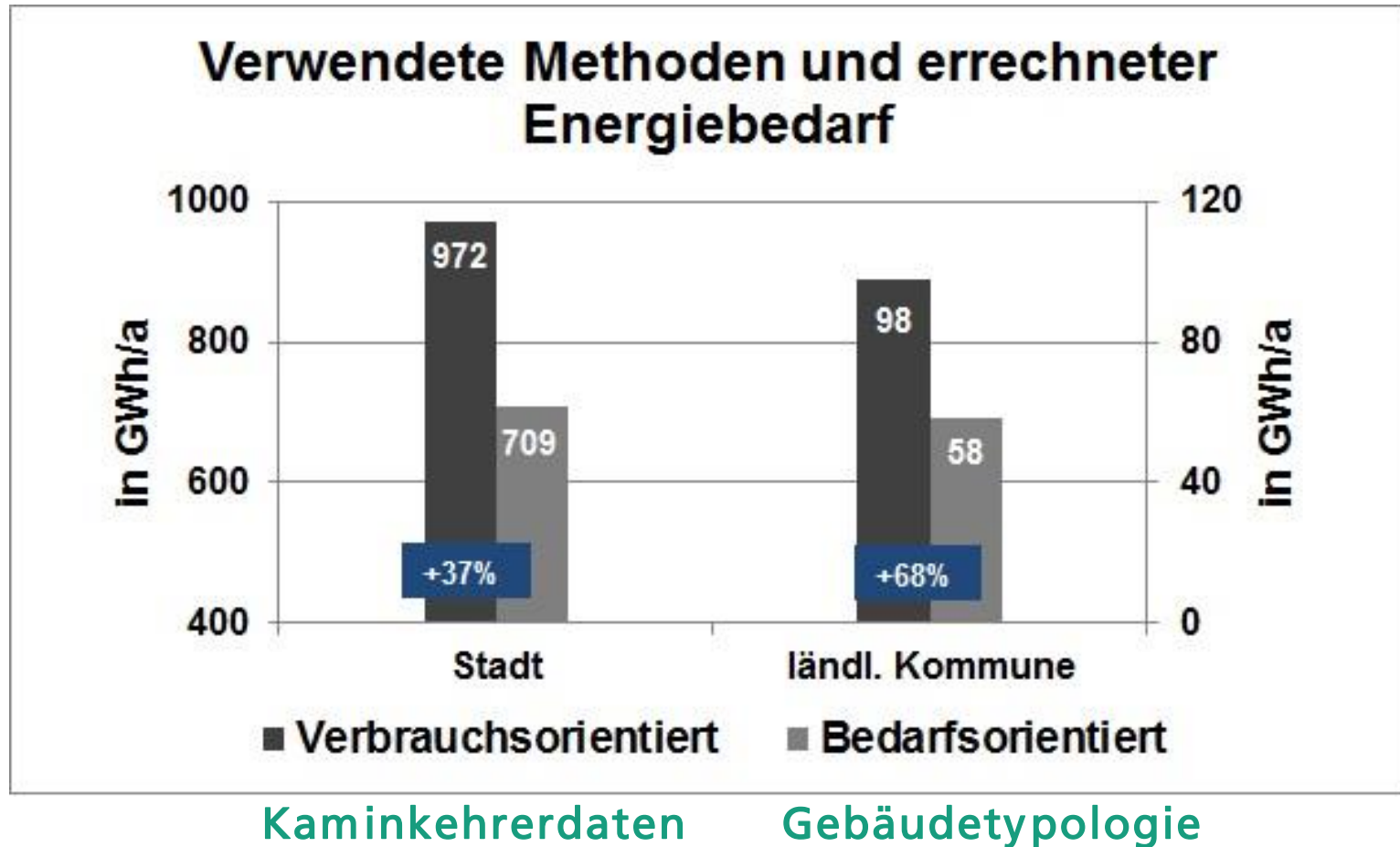
- Nutzwärmebedarf Gesamt:
 - nach Siedlungstypologie: 150 GWh/a
 - nach Gebäudetypologie: 120 GWh/a (20 % weniger)

- Detailbetrachtung einer Fläche:
 - über Siedlungstyp: 930 MWh/a
 - über Einzelgebäude: 1.400 MWh/a (51 % mehr)
→ keine ausreichende Basis für Quartierskonzepte o.ä.

Quelle: *Erstellung eines Wärme- und Kälteatlas für die Metropolregion Bremen Oldenburg – Pilotvorhaben Oyten*, Bericht Januar 2014

Beispiel 2: Gebäude-Auflösung: Methodenvergleich

- Stadt mit 45.000 Einwohnern, ländliche Kommune mit 7.000 Einwohnern



Quelle: P. Denk et al.: *Auf die Methodik kommt es an*, BWK 9/2014

Aufbau einer digitalen Wärmebedarfskarte

Gebäudedaten



- Gebäudegrundflächen
- Gebäudehöhen
- Geschosszahl
- Nutzungsart
- ...

ggfs. 3D-
Laserscanningdaten



Verbrauchsdaten



- Jahreswerte
- Energieträger
- ggfs. Tarifinformationen
- ...

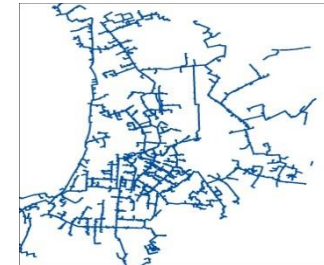
Ziel: Integrale Betrachtung
von Versorgungsaspekten

**Digitaler
Wärmeatlas**

Zusatzdaten, z.B.:

- Baualter
- Sanierungszustand
- Eigentümer
- Flächennutzungsplan
- Solardachkataster
- ...

Netzdaten



- Anschlusszuordnung
- ggfs. Mitversorgung
- ...

Zentrale Arbeitsschritte Erstellung Wärmebedarfskarte

- Prüfung, Korrektur und Ergänzung von Daten
- Herausfiltern von nicht wärmerrelevanten Gebäuden (Nutzung von Schrägluftaufnahmen)
- Hinzufügen und Zuordnen von Zusatzdaten (z.B. Baualtersklasse, FW-/Gas-Anschlussinformationen)
- Berücksichtigung von Mitversorgungsfällen
- Zuordnung von Verbrauchsdaten (nach Klimakorrektur)
- Berechnung spezifischer Werte, Plausibilitätsprüfungen
- Erstellung einer individuellen Gebäudetypologie
- Zuordnung von Bedarfswerten bei Gebäuden ohne Verbrauchswert
- Vielfältige Ergebnisdarstellungen

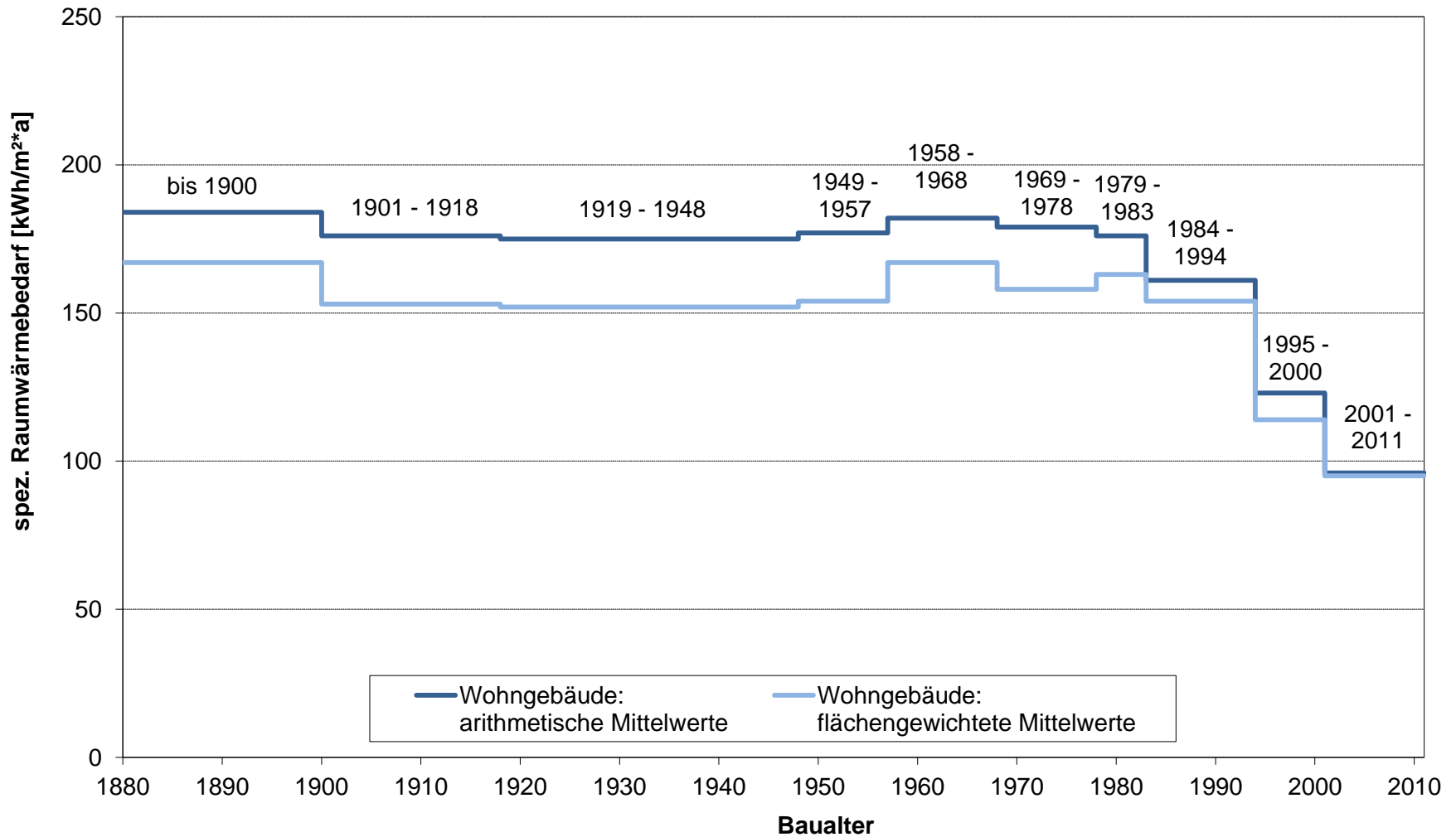
- Auflösung: nach Einzelgebäuden bzw. Gebäudeteilen

Berechnung A^*/V : Berücksichtigung reales Siedlungsumfeld

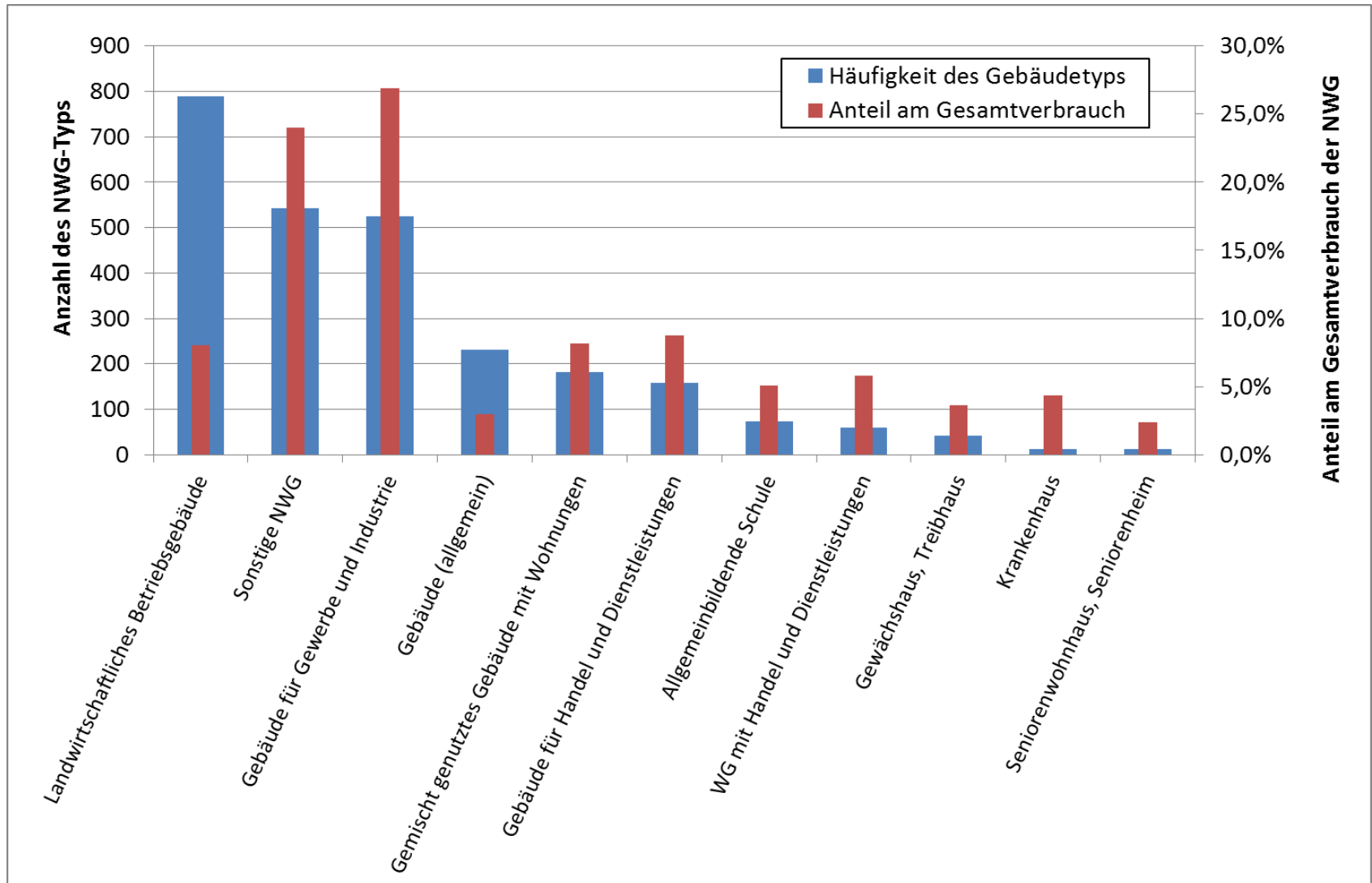
- Wärmeabgabe an Wänden, die an beheizte Nachbargebäude (blau) angrenzen, ist viel geringer als bei „kalten“ Außenwänden (rot)
 - Der Flächenanteil der „warmen“ Wände geht bei jedem Gebäude in die Berechnung des A^*/V -Verhältnisses ein, unterschiedliche Gebäudehöhen werden berücksichtigt
- bei WG keine starre Gebäudetypologie, sondern individuelle Berücksichtigung der realen Siedlungsgegebenheiten



Beispiel: spezifischer Wärmebedarf der Wohngebäude

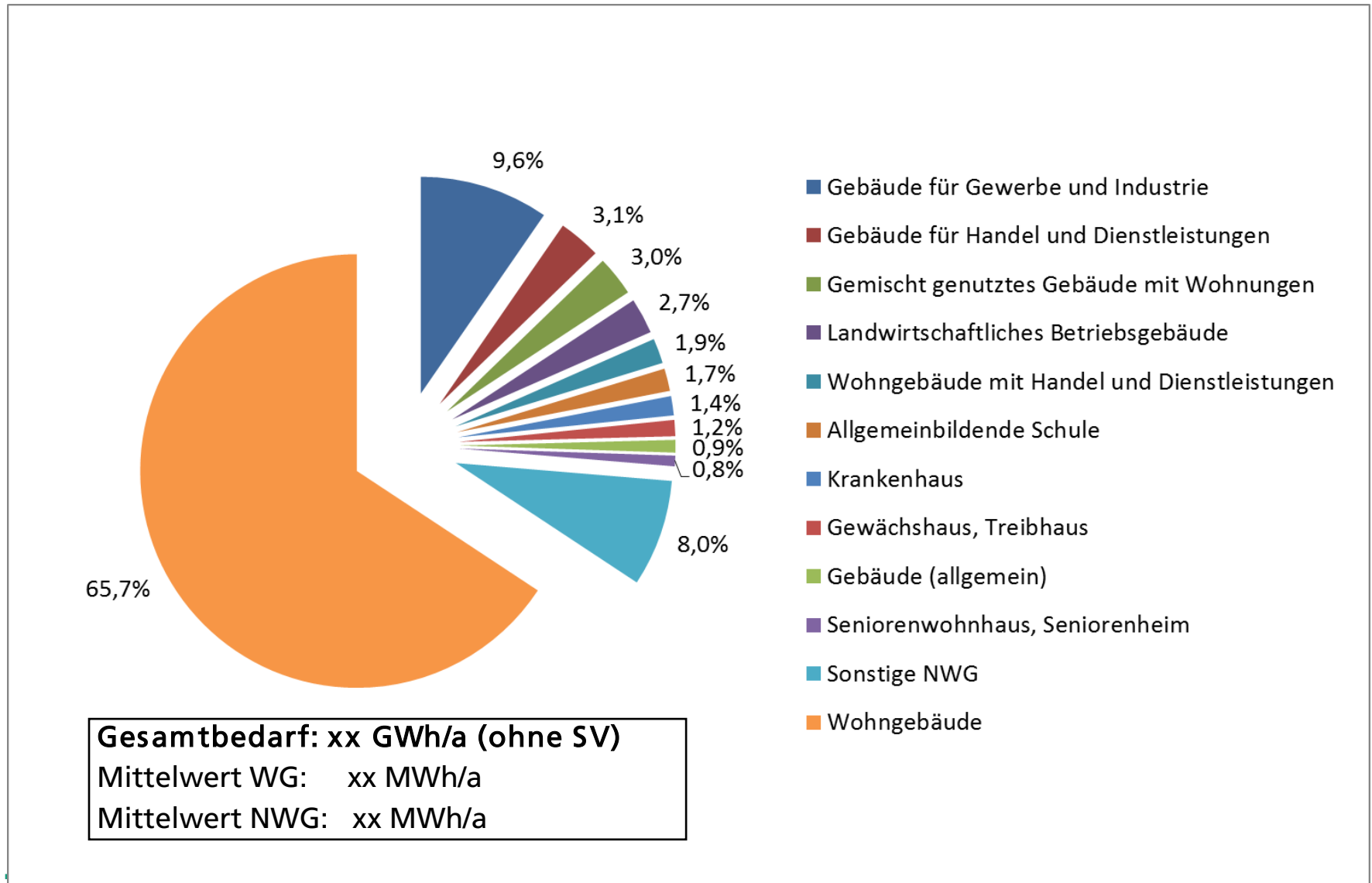


Beispiel: Wärmebedarf der Nicht-Wohngebäude



■ Vergleich mit anderen Städten ist hilfreich

Beispiel: Struktur des Wärmebedarfs (Nutzenergie)



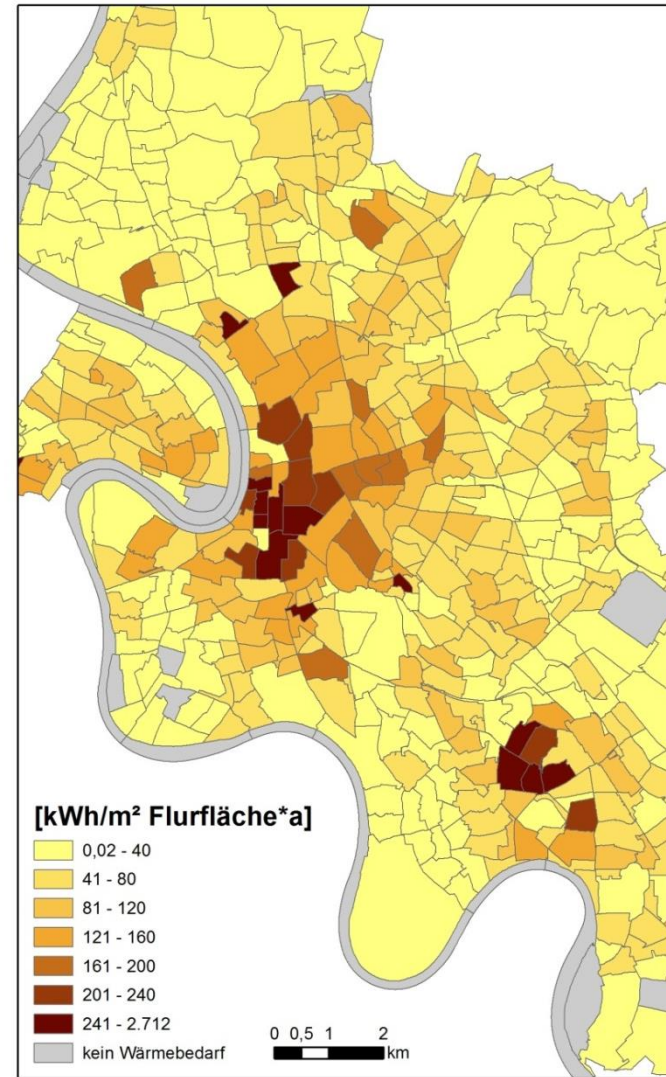
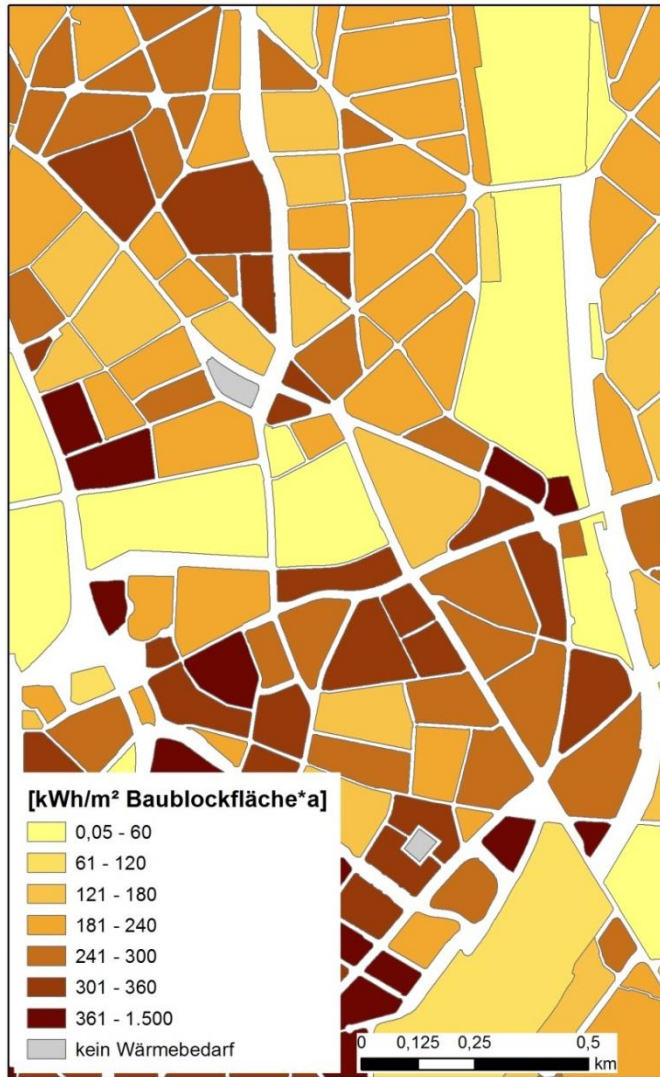
Wärmebedarfskarte: Auflösung nach Objekten (Ausschnitt)



Hinweis: Lageungenauigkeiten resultieren aus Projektionsunterschieden der Datenquellen

Auf Basis exemplarischer Werte

Wärmedichte nach Baublöcken / Fluren



Anwendungsbeispiele der Wärmekarte

- Vielfältige Auflösungsoptionen
- Darstellung und Filterung nach Einzelgebäudemerkmalen, z.B.:
 - Höhe des Wärmebedarfs
 - Energieträger
 - Gebäudeeigentümer (z.B. Wohnungsbaugesellschaft)
 - Nutzungsart
- Szenarienrechnung, z.B. Sanierungsauswirkungen auf den Bedarf
- Clusteranalysen, z.B.
 - Höhe des Wärmebedarfs
 - Anteil von Einzelmerkmalen (z.B. Erdgas-Anschlussquote)
 - Wärmedichten / mittlere Wärmelinienindichten
 - Netzlängen(bedarf)
 - Weitergehende Auswertung (z.B. KWK-Potenziale)→ gut geeignet für eine Vorauswahl / Rankingbildung
- Raster-/ Dichtekarte
- Bufferanalysen zum Netzausbau
- Datenübernahme in weitere Tools, z.B. für Wirtschaftlichkeitsanalysen
- Ergebnisvisualisierung

Einzelobjektscharfe Auswertungen und Filterungen

- Herausfiltern von Gebäuden mit überdurchschnittlich hohem Wärmebedarf möglich (ggfs. für ein sehr homogenes Teilkollektiv)

→ sehr interessante Optionen für die Stadt (lohnenswerte Gebäudesanierungen), für Energieversorger (bspw. für Contracting-Aktivitäten)



Red outline: + 150% Abweichung vom mittleren Bedarfswert

Fiktive Werte

[kWh/m²*a]

<50

<50 bis 80

<80 bis 110

<110 bis 150

<150 bis 200

>200

Andere Gebäude

GEBÄUDETYP:

- Baualtersklasse 1945 bis 1960

- Energieträger Gas

- A/V-Verhältnis zwischen 0.35 und 0.45

= mittlerer Raumwärmebedarf

bei 105 kWh/m²*a

Szenarienrechnungen zur Wärmebedarfsentwicklung

Wärmebedarf



Sanierung „Trend“ 2020



Sanierung „Trend“ 2030



Sanierung „Spar“ 2030



Beispiele
auf Basis
exemplar.
Werte

Göttingen: Historisches Stadtquartier

Wärmebedarf Ist-Zustand



Wärmebedarf nach Sanierung



Gebäudetyp bzgl. Denkmalschutz

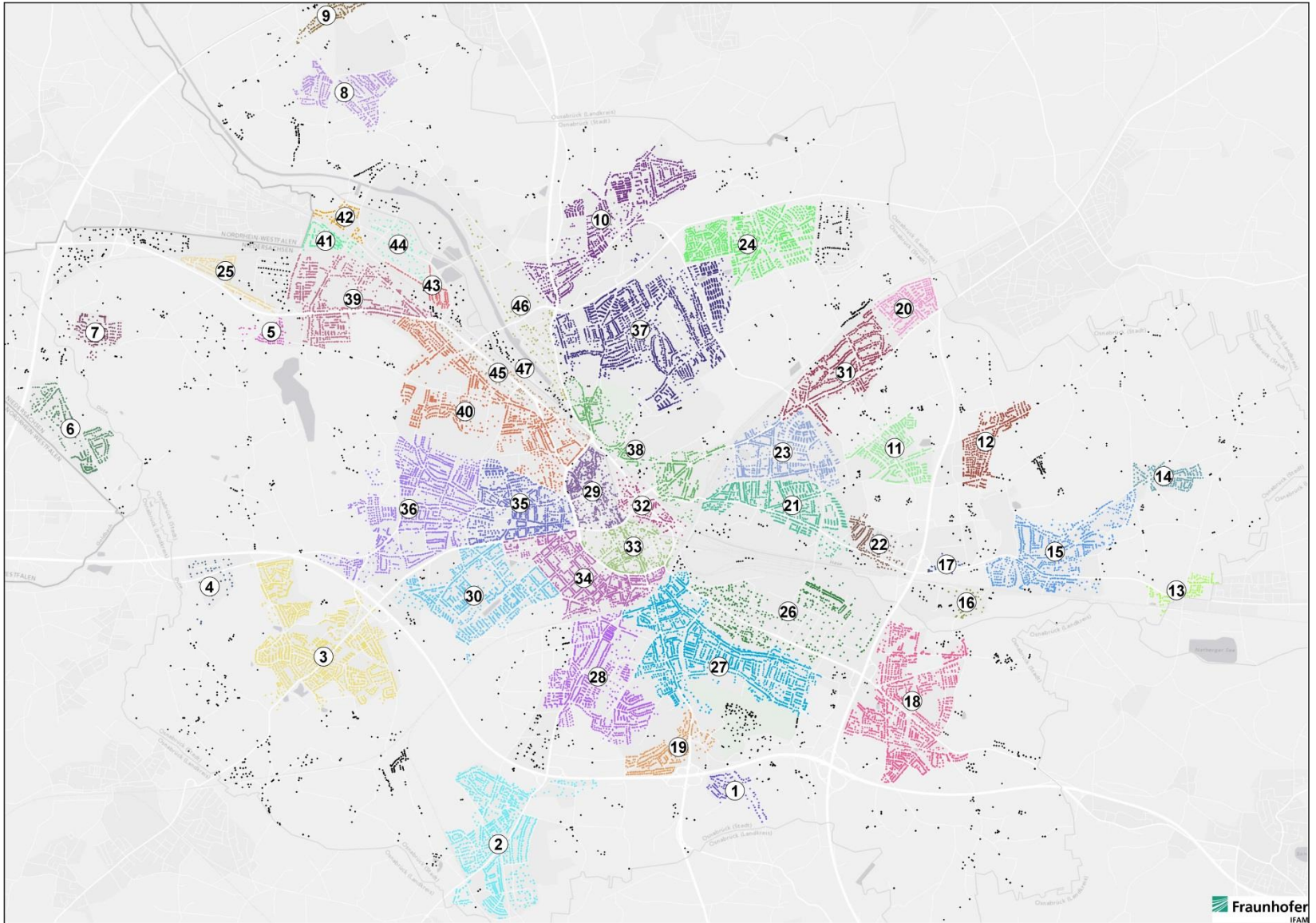


Energieträger

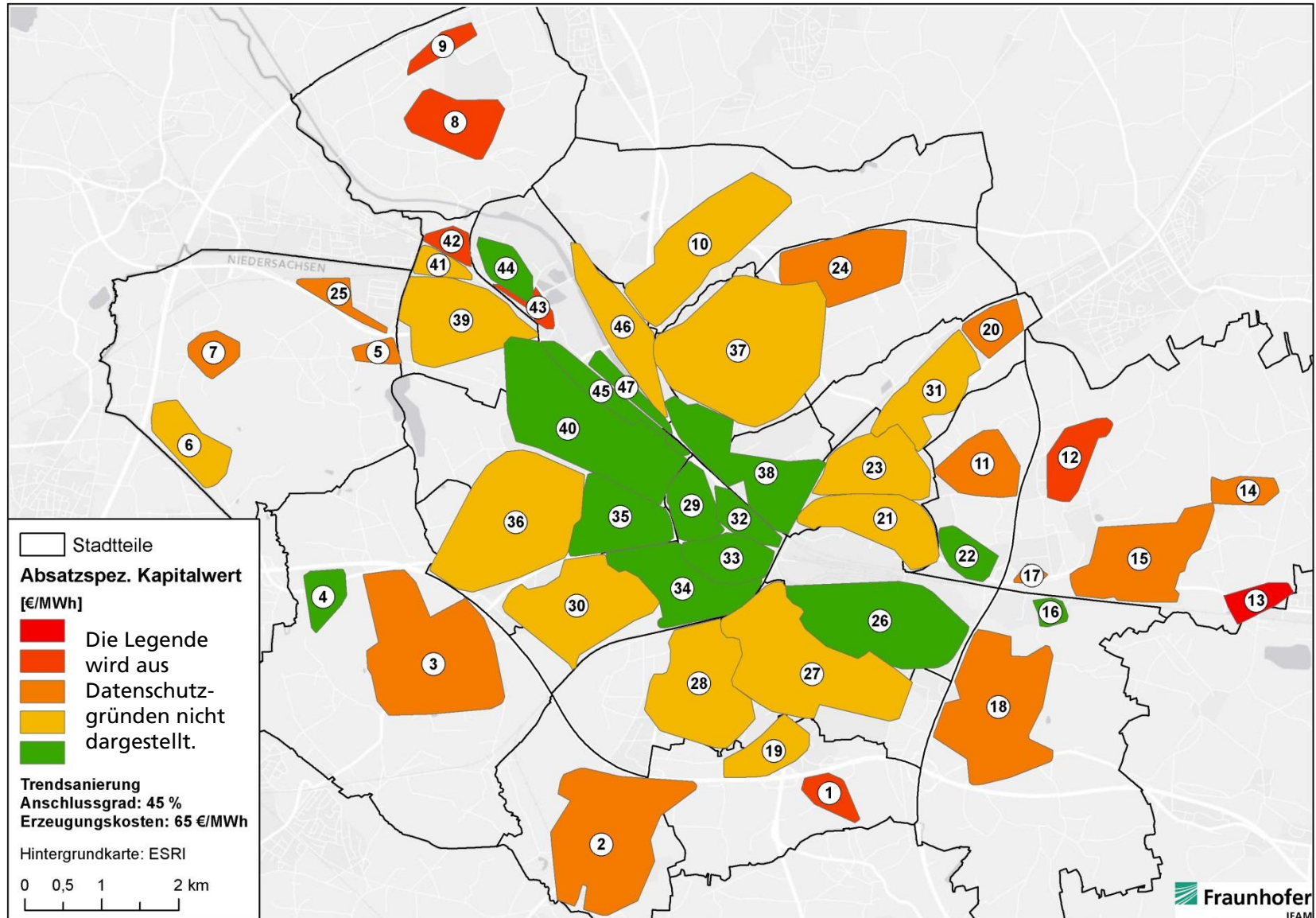


Die Legenden der Abbildungen werden aus Datenschutzgründen nicht dargestellt.

Clustering eines Untersuchungsgebietes

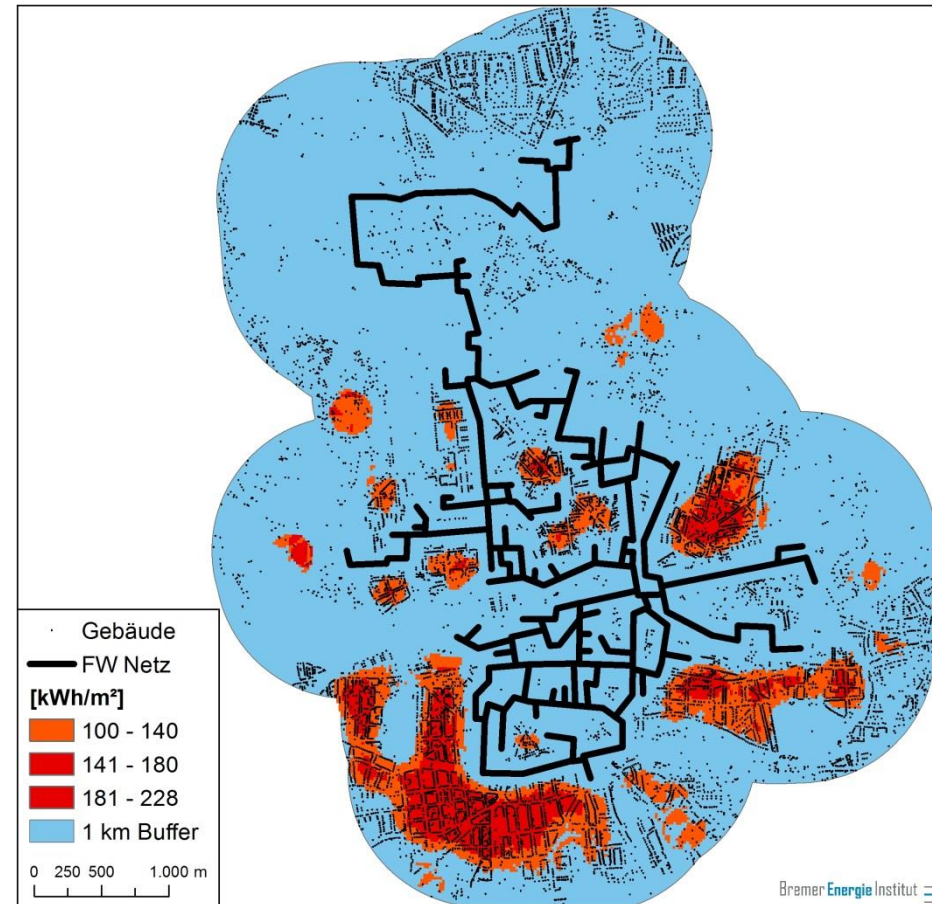


Ergebnisse einer KWK-Wirtschaftlichkeitsrechnung

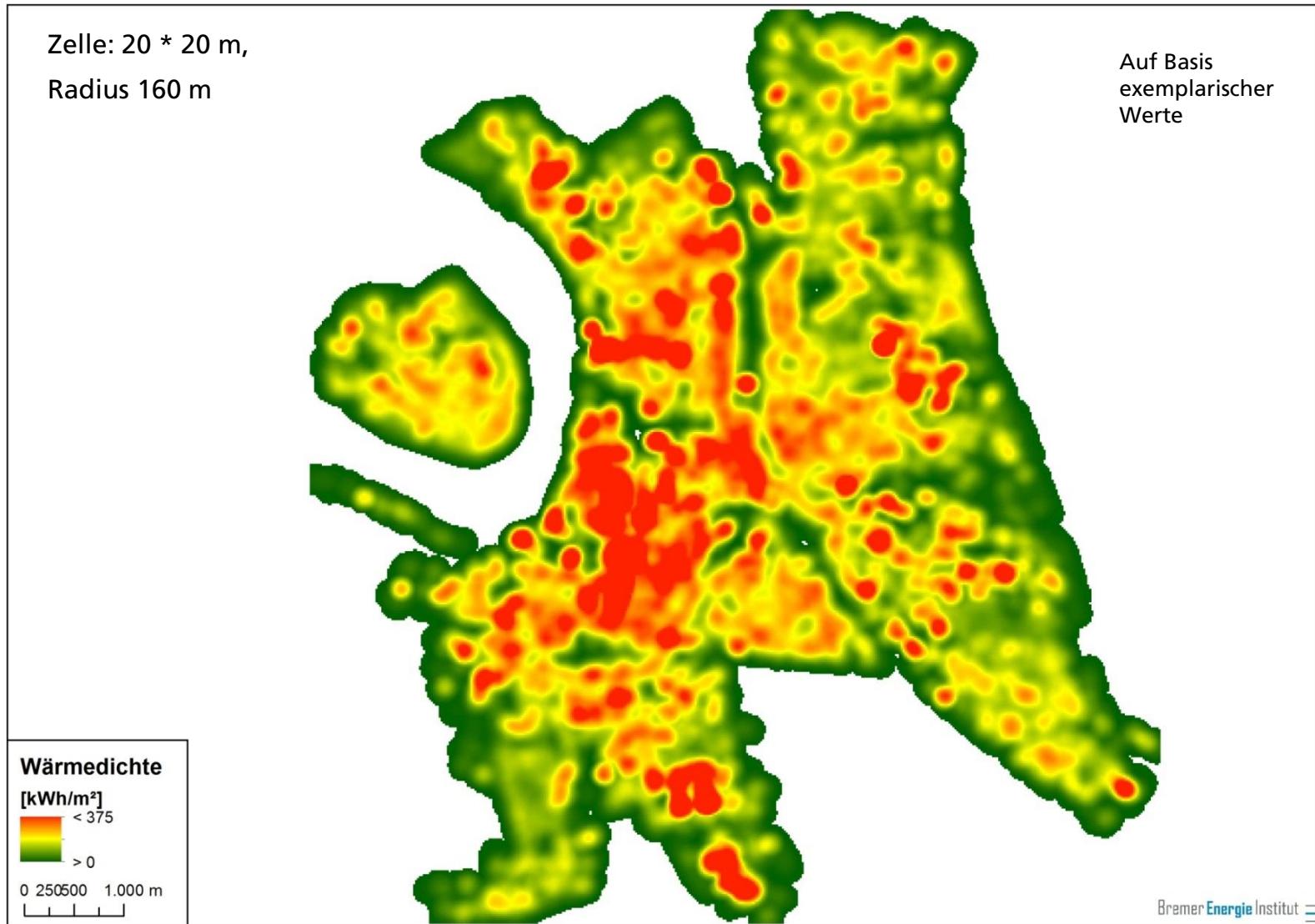


Dortmund: Dichtekarte / Ausfilterung von Clustern

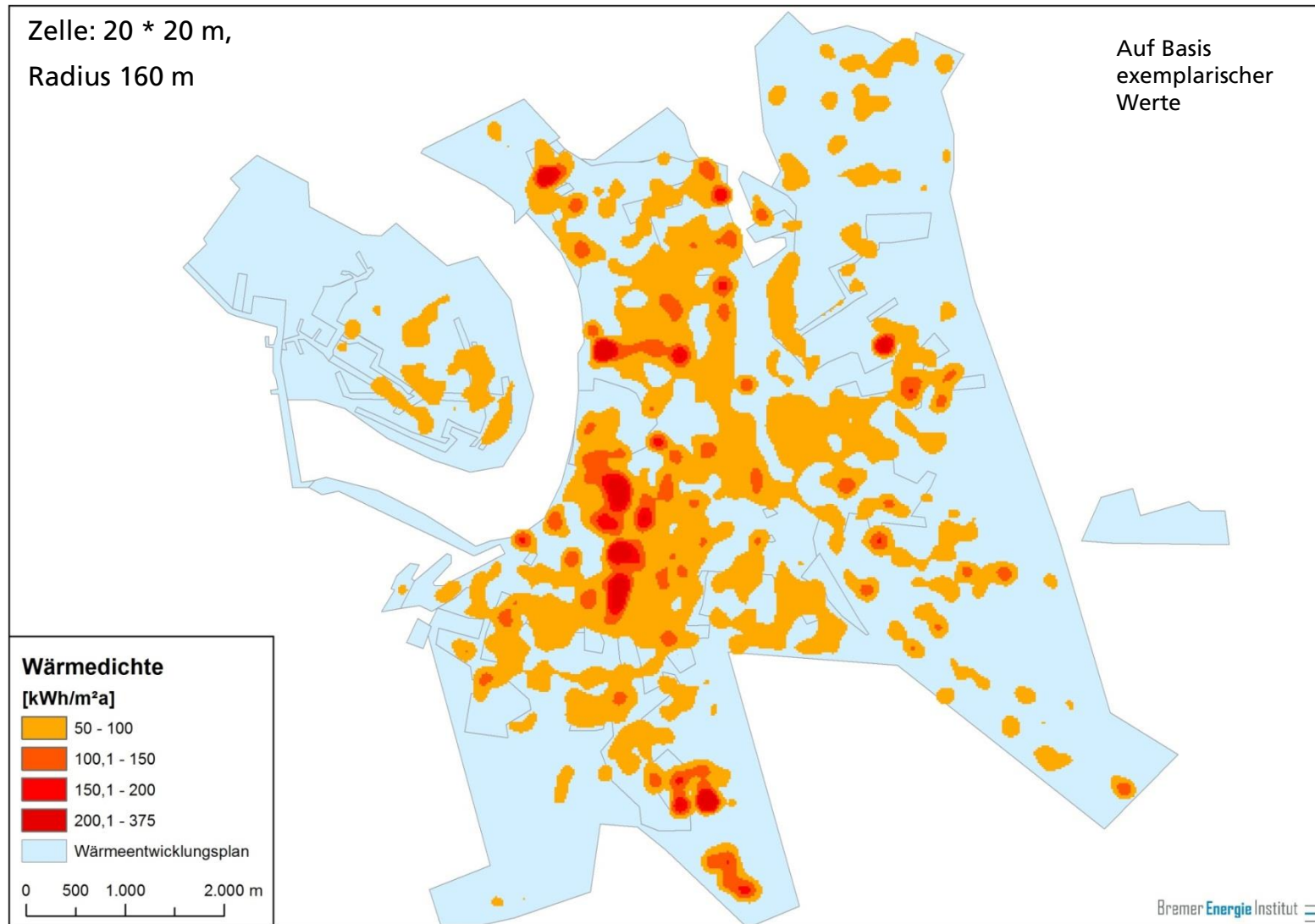
Zelle: 20 * 20 m, Radius 160 m



Düsseldorf: Wärmedichtekarte der Anschlusschance



Wärmedichtekarte der Anschlusschance: Filterung



Wärmelinienichten und Netzlängen

- Das Straßennetz wird in Abschnitte, begrenzt durch die nächsten Straßeneinmündungen, aufgeteilt und die Länge aller Straßenabschnitte wird berechnet
- Alle Hausanschlüsse werden dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugewiesen und die Hausanschlusslänge wird aus dem Abstand der vorderen Hauskante zur Straßenmitte berechnet
- Erfolgreiche Validierung der beiden Längenberechnungs-Verfahren an unterschiedlichen Siedlungsstrukturen: Abweichung $< 10\%$
- Für jeden Straßenabschnitt wird der Wärmebedarf der zugeordneten Objekte bzw. Mitversorgungsfälle addiert und der linienspezifische Wärmebedarf ermittelt (Wärmebedarfssumme / Straßenabschnittlänge)
- Für jeden Straßenabschnitt sind Varianten und Details möglich:
 - Einbeziehung der Hausanschlusslängen,
 - Differenzierung nach ein- und zweiseitiger Leitungsverlegung,
 - nur bislang nicht angeschlossene Objekte
 - Aufwand für eine Verlegung etc.

Darstellung von Wärmelinienendichten



SWB WÄRMEBEDARF GEOMETRY1 PUNKT B	Auto sub_style_code
Kein Wert	0
< 750 kWh/m	1
750 - 1499	2
1500 - 1999	3
2000 - 2499	4
2500 - 2999	5
3000 - 3499	6
3500 - 3999	7
4000 - 4499	8
4500 - 4999	9
> 5000	10

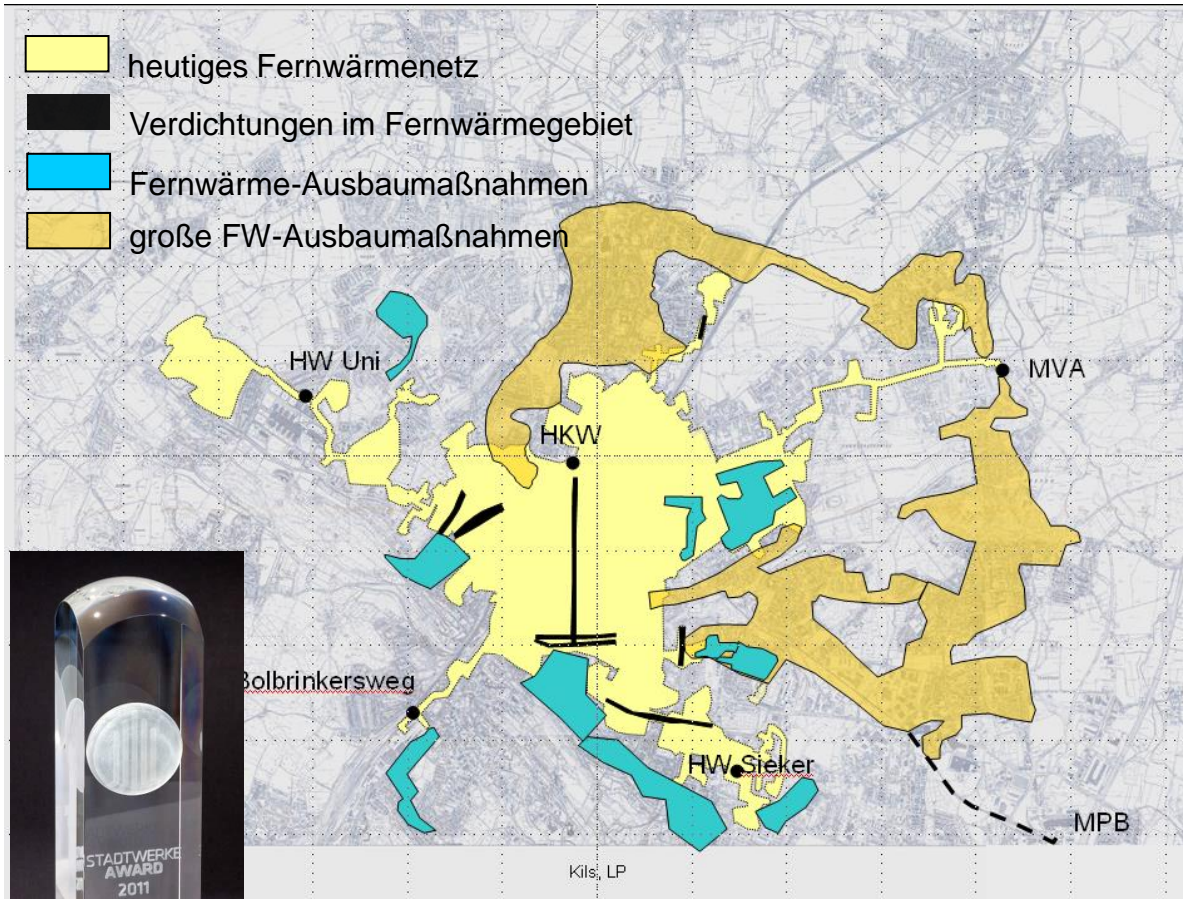
Quelle:
Stadtwerke Bielefeld

Wärmelinienichten: Ausschnittsbeispiel



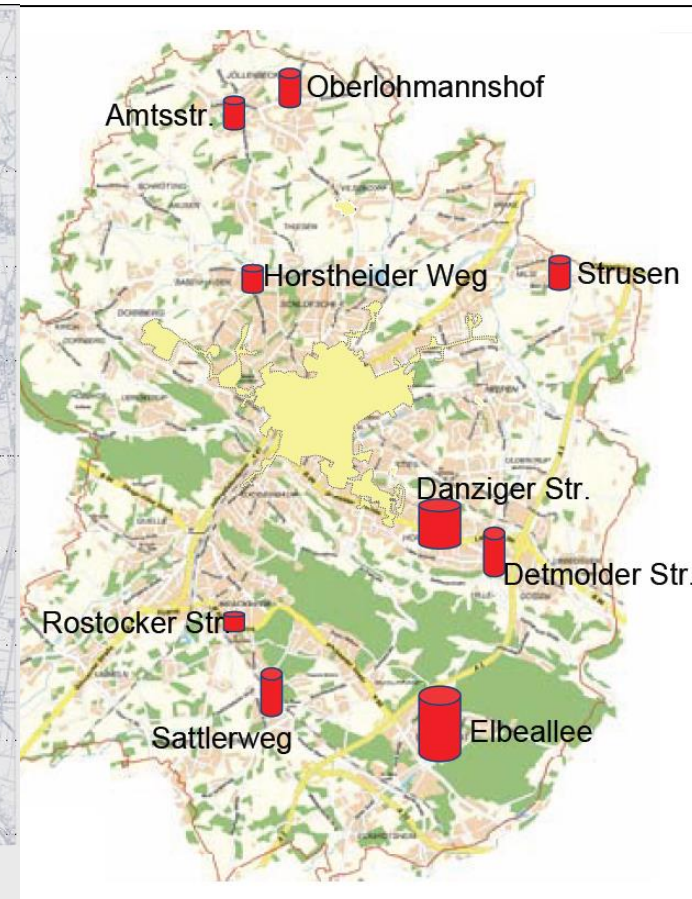
Bielefeld: „Ausgezeichnete“ Anwendung

Fernwärme-Optionen



Stadtwerke-Award 2011

Nahwärme-Optionen



Quelle: Stadtwerke Bielefeld

Wärmebedarfskarte als kommunales Planungsinstrument

- Genaue Erfassung des Status quo
 - Basis für realistische Entwicklungskonzepte und Einsparziele
- Ausschnitt, Dateninput und Auflösung kann Projektziel angepasst werden
 - lokal/regional unterschiedlicher Erfassungs-/Detaillierungsgrad
- Verbindung mit sozioökonomischen Daten ist möglich (z.B. Kaufkraft, Bevölkerungsentwicklung von Stadtteilen)
- Einfache Datenübernahme aus GIS in Wirtschaftlichkeitsrechnungen
- Erleichtert die Zusammenarbeit von Akteuren, Bsp. Düsseldorf:
 - Anschluss von städtischen Liegenschaften an Fernwärme-KWK
 - Versorgungsoptionen von Neubaugebieten
- Aktualisierbarkeit ist gegeben
 - als Controllinginstrument nutzbar (z.B. Effekte der Gebäudesanierung)
- „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“:
 - Eine Ergebnisvisualisierung über GIS-Karten hat eine sehr hohe Bedeutung für die interne und externe Kommunikation (Lage der Gebäude ist sichtbar, sonst häufig nur Statistik-Tabellen)

Kontakt Daten

Dr. Bernd Eikmeier

Projektleiter Energiesystemanalyse

Fraunhofer-IFAM

Wiener Straße 12

28359 Bremen

Tel.: 0421 / 2246 – 7023

Email: bernd.eikmeier@ifam.fraunhofer.de