



# Wärmeatlas Hessen

Wärmewende Forum Hessen

15. Juni 2023

Dipl.-Ing. (FH) Susanne Ochse  
GEF Ingenieur AG

# Auftraggeber und Konsortium

## Auftraggeber: LandesEnergieAgentur Hessen



- + Maßgeschneiderte Geo-Lösungen seit 1999
- + Geo-IT, Geodaten, Geo-Dienstleistungen (u.a. WebGIS)
- + 22 Mitarbeiter:innen
- + Branchen: Naturgefahren, Versicherungen, Telekommunikation, Ingenieurwesen, Energiewirtschaft, Luft- und Raumfahrt, Einzelhandel, Werbewirtschaft

- + Gemeinnütziges, unabhängiges Institut für umweltwissenschaftliche Forschung und Beratung
- + Seit über 40 Jahren am Markt
- + 50 Mitarbeiter:innen
- + Themenschwerpunkte sind u.a. der kommunale Klimaschutz und das Handlungsfeld „Gebäude“

- + B2B-Dienstleister im Bereich der leitungsgebundenen Wärmeversorgung seit 35 Jahren
- + Beratung, Konzeption von Energieversorgungssystemen u.a. mit Fokus auf Wärmenetzen
- + 55 Mitarbeiter:innen
- + Kompetenzen: Wärmekataster, kommunale Wärmeplanungen, Transformationspläne, etc.

# Gliederung

- 1) Der Wärmetlas Hessen
- 2) Evaluierung
- 3) Grundlagen des Modells
- 4) Anwendung



# Wärmeatlas Hessen - WebGIS

+ [www.waermeatlas-hessen.de](http://www.waermeatlas-hessen.de)

- + Wärmebedarfsdichten
- + Industrielle Abwärme
- + Dokumentation

+ Verschiedene Hintergrundkarten auswählbar

+ Adresssuche

+ Ebenen

+ Analysetool

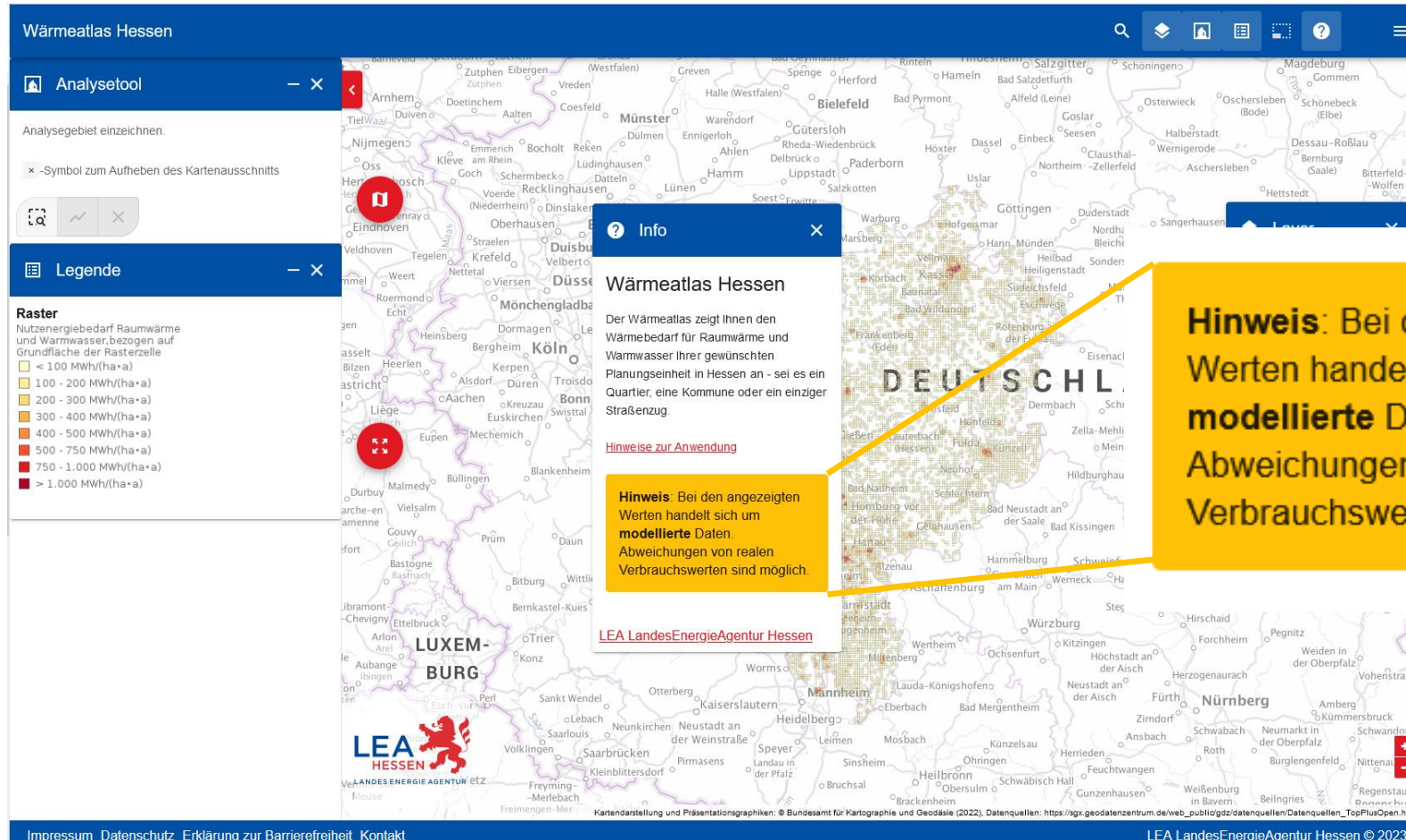
+ Legende

+ Messwerkzeug

+ Infotext

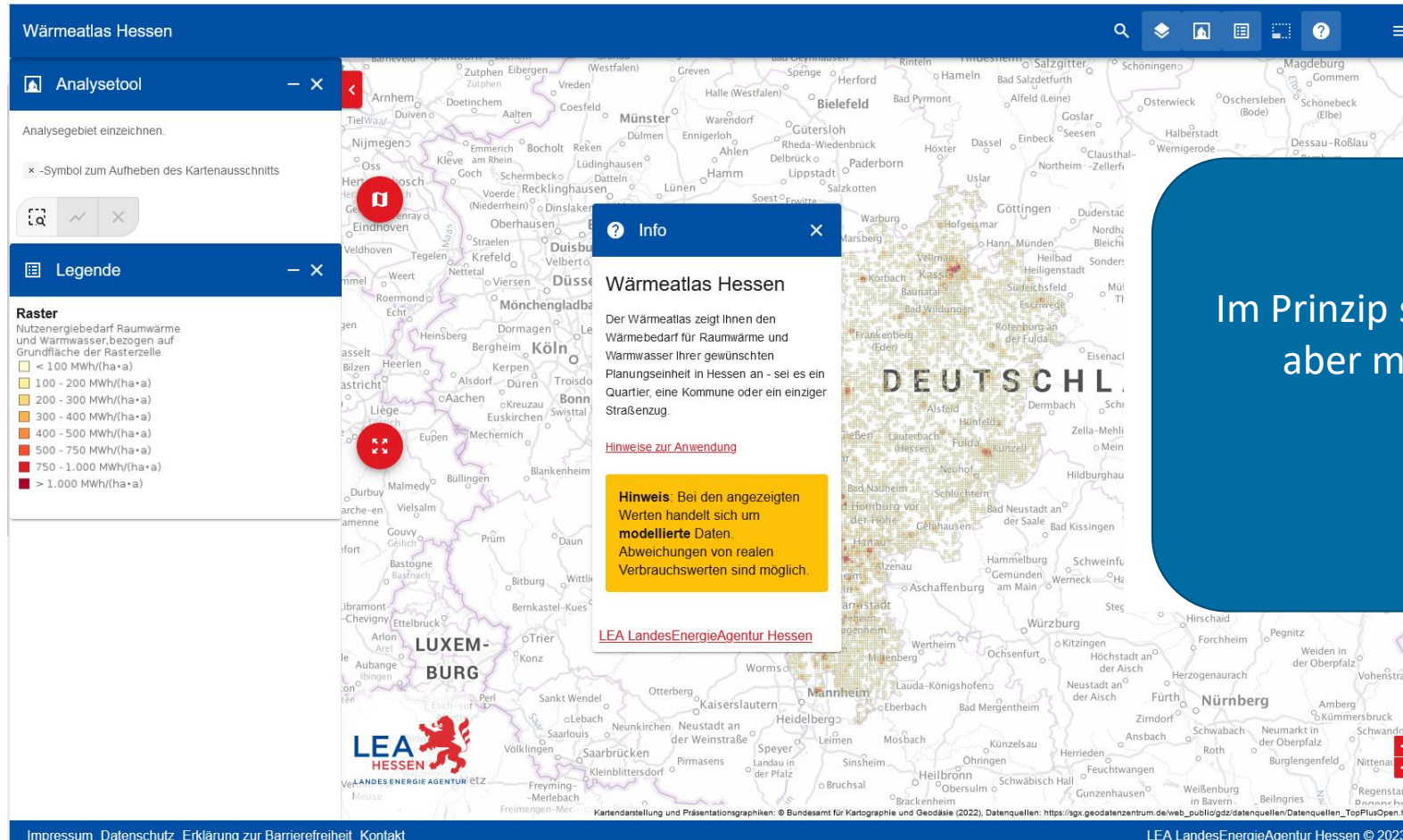


# Wärmeatlas Hessen – Modellierete Daten



**Hinweis:** Bei den angezeigten Werten handelt sich um **modellierete Daten**. Abweichungen von realen Verbrauchswerten sind möglich.

# Wärmeatlas Hessen - Modelle



Im Prinzip sind alle Modelle falsch,  
aber manche sind nützlich.

George Box, Statistiker

# Wärmeatlas Hessen - Layer

Layer
✕

Wärmebedarfsdichte ^

- Straßen
- Baublöcke
- Raster
- Gemeinden

Kartendarstellungen und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022).  
Datenquellen: [https://sgx.geodatenzentrum.de/web\\_public/gdz/datenquellen/Datenquellen\\_TopPlusOpen.html](https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.html)

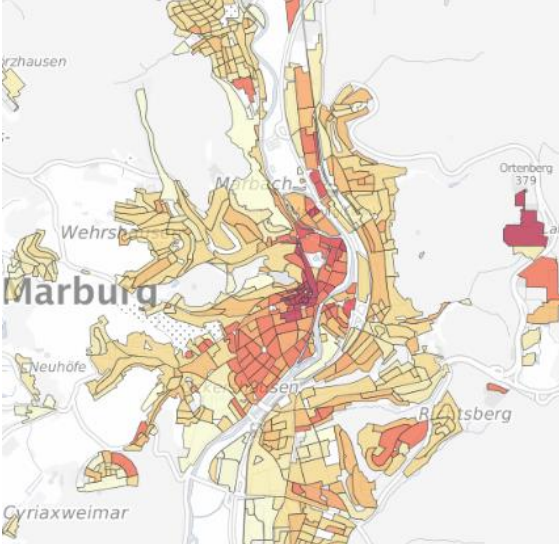
Aggregation auf  
Straßenabschnitte  
(Liniendichten)

# Wärmeatlas Hessen - Layer

Layer

Wärmebedarfsdichte

- Straßen
- Baublöcke
- Raster
- Gemeinden

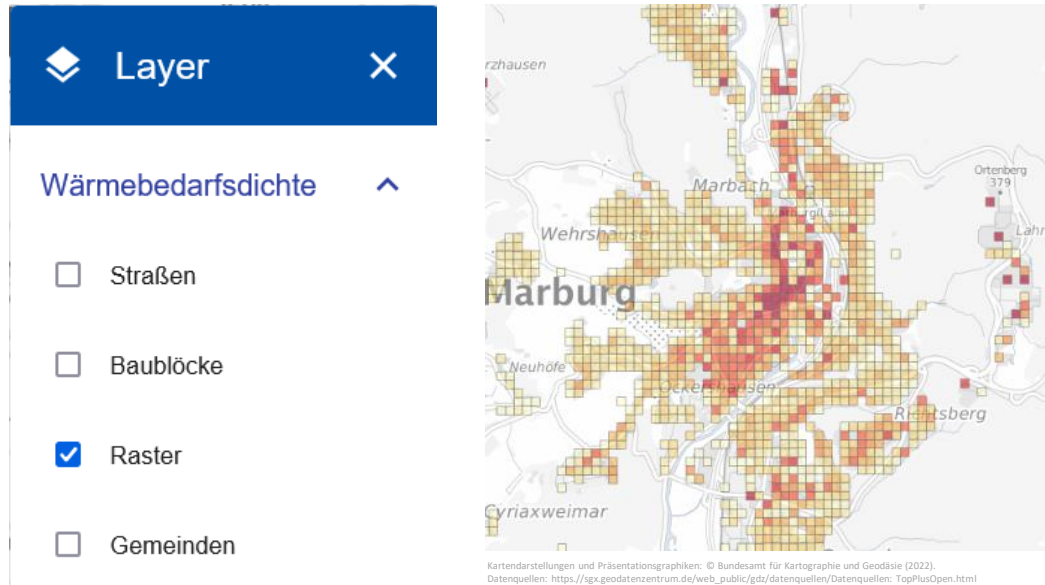


Kartendarstellungen und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022).  
Datenquellen: [https://sgx.geodatenzentrum.de/web\\_public/gdz/datenquellen/Datenquellen\\_TopPlusOpen.html](https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.html)

Aggregation auf  
Baublöcke



# Wärmeatlas Hessen - Layer



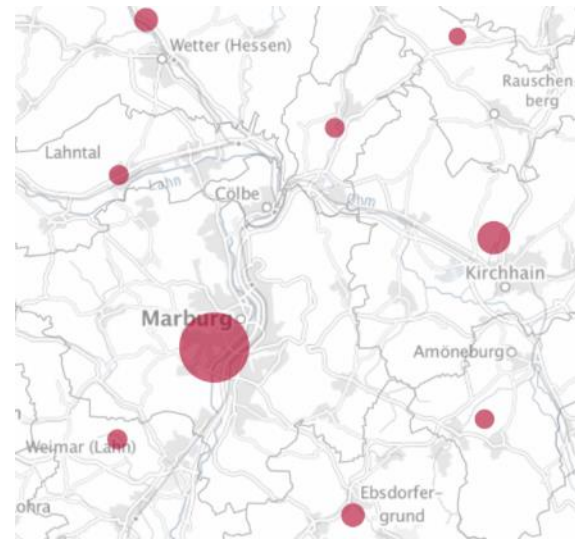
Aggregation auf  
Rasterzellen (1 km<sup>2</sup> und 1 ha)

# Wärmeatlas Hessen - Layer

Layer
✕

Wärmebedarfsdichte ^

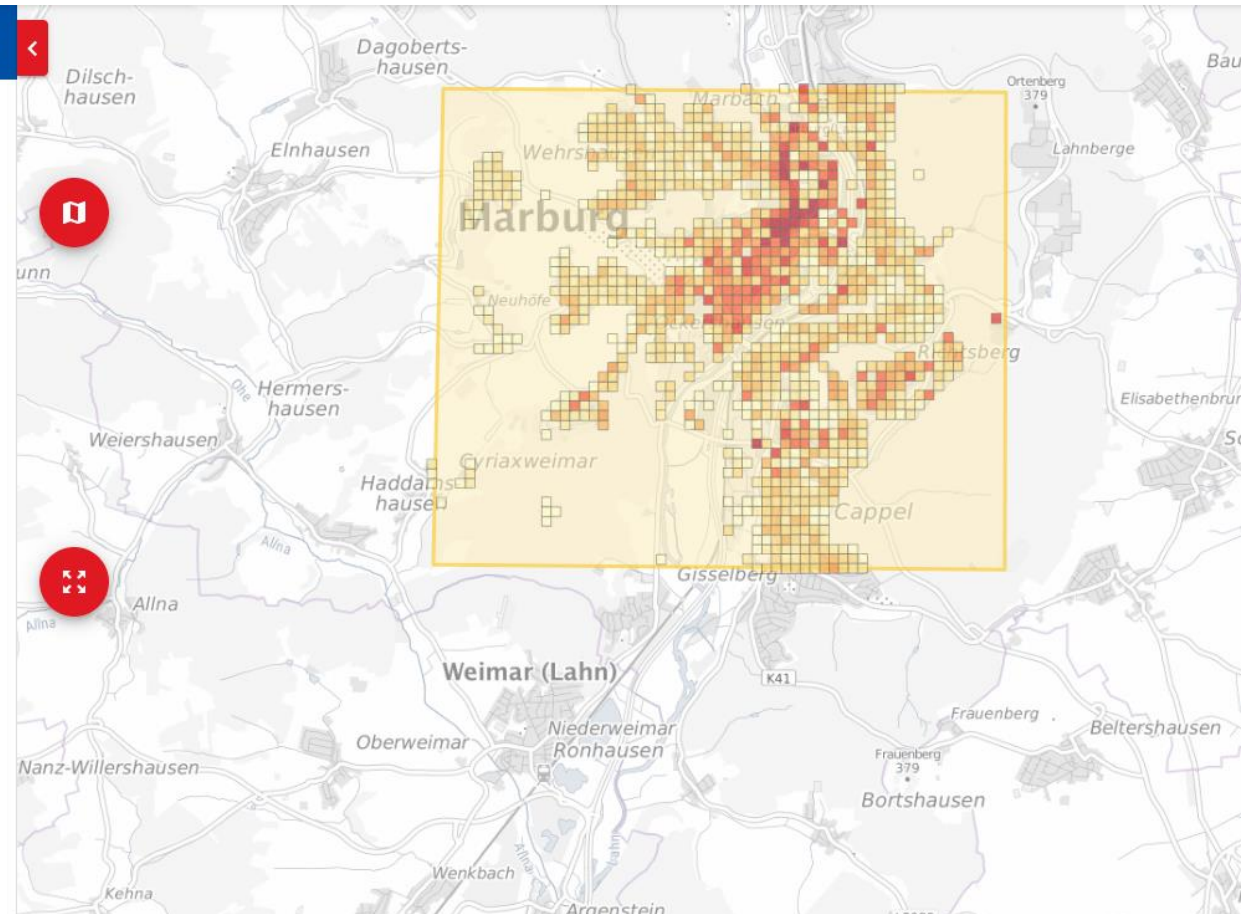
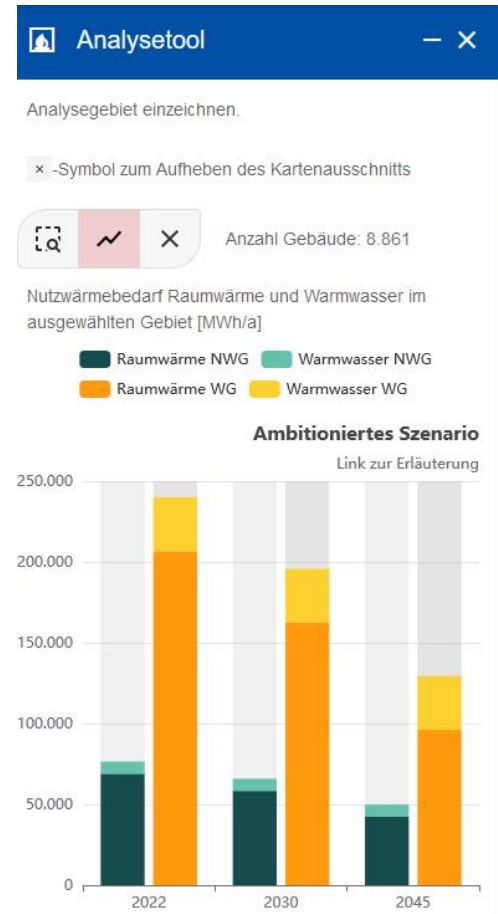
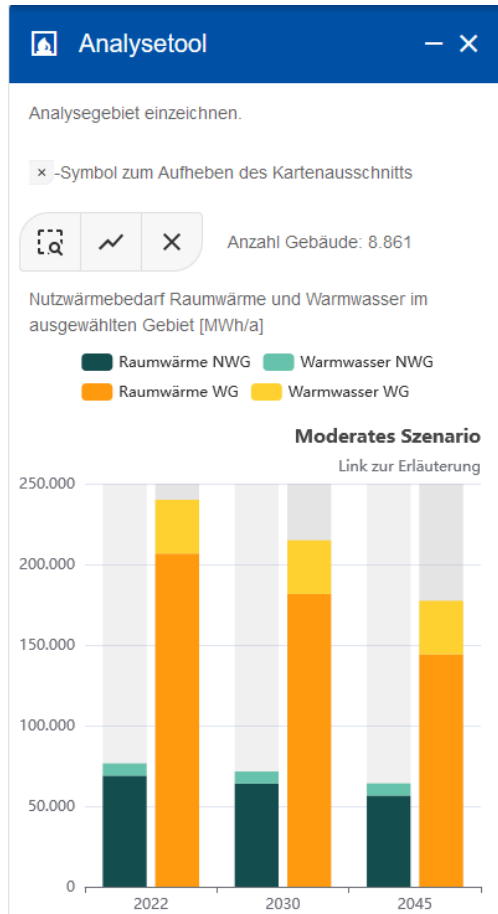
- Straßen
- Baublöcke
- Raster
- Gemeinden



Kartendarstellungen und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022).  
Datenquellen: [https://sgx.geodatenzentrum.de/web\\_public/gdz/datenquellen/Datenquellen\\_TopPlusOpen.html](https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.html)

## Aggregation auf Kommunen

# Wärmeatlas Hessen - Analysetool



Kartendarstellungen und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022). Datenquellen: [https://sgx.geodatenzentrum.de/web\\_public/gdz/datenquellen/Datenquellen](https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen); TopPlusOpen.html

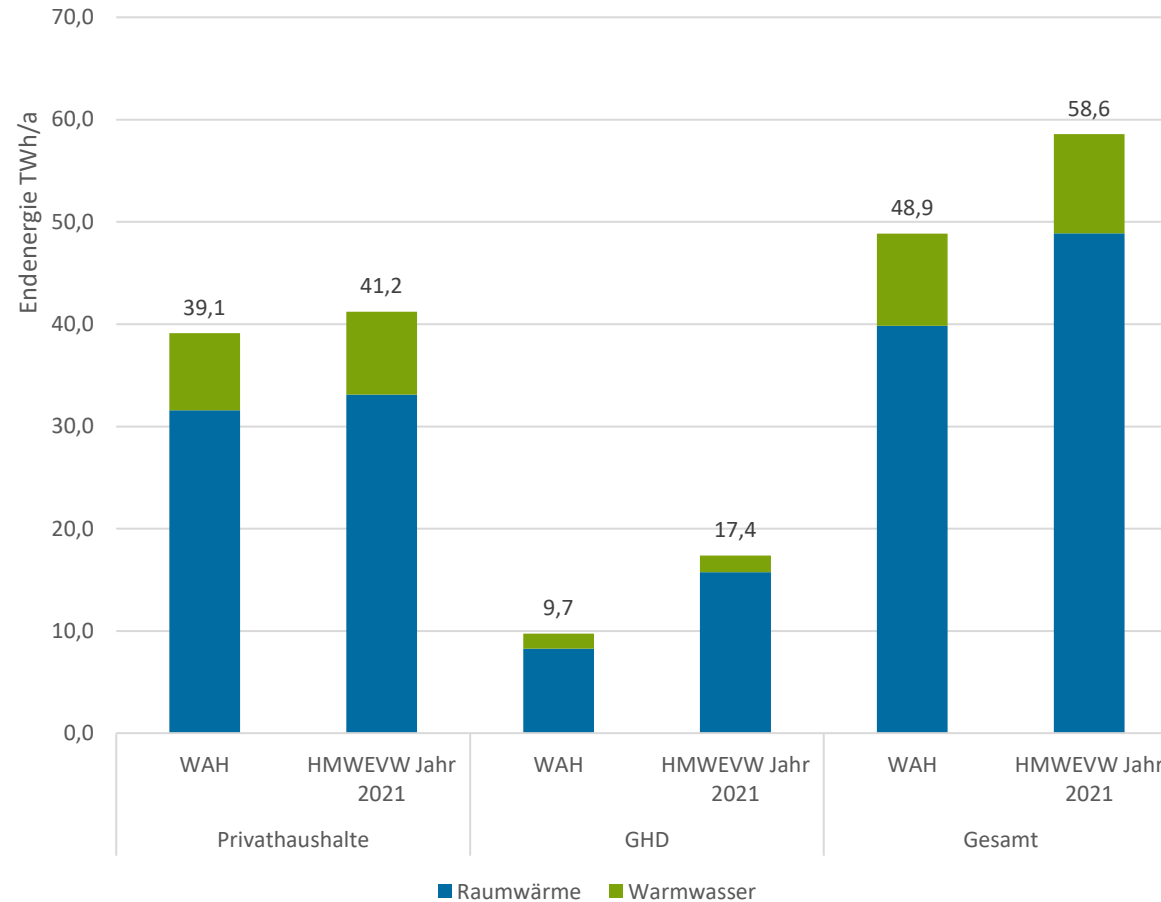
# Wärmeatlas Hessen - Doku

# Gliederung

- 1) Der Wärmetlas Hessen
- 2) **Evaluierung**
- 3) Grundlagen des Modells
- 4) Anwendung



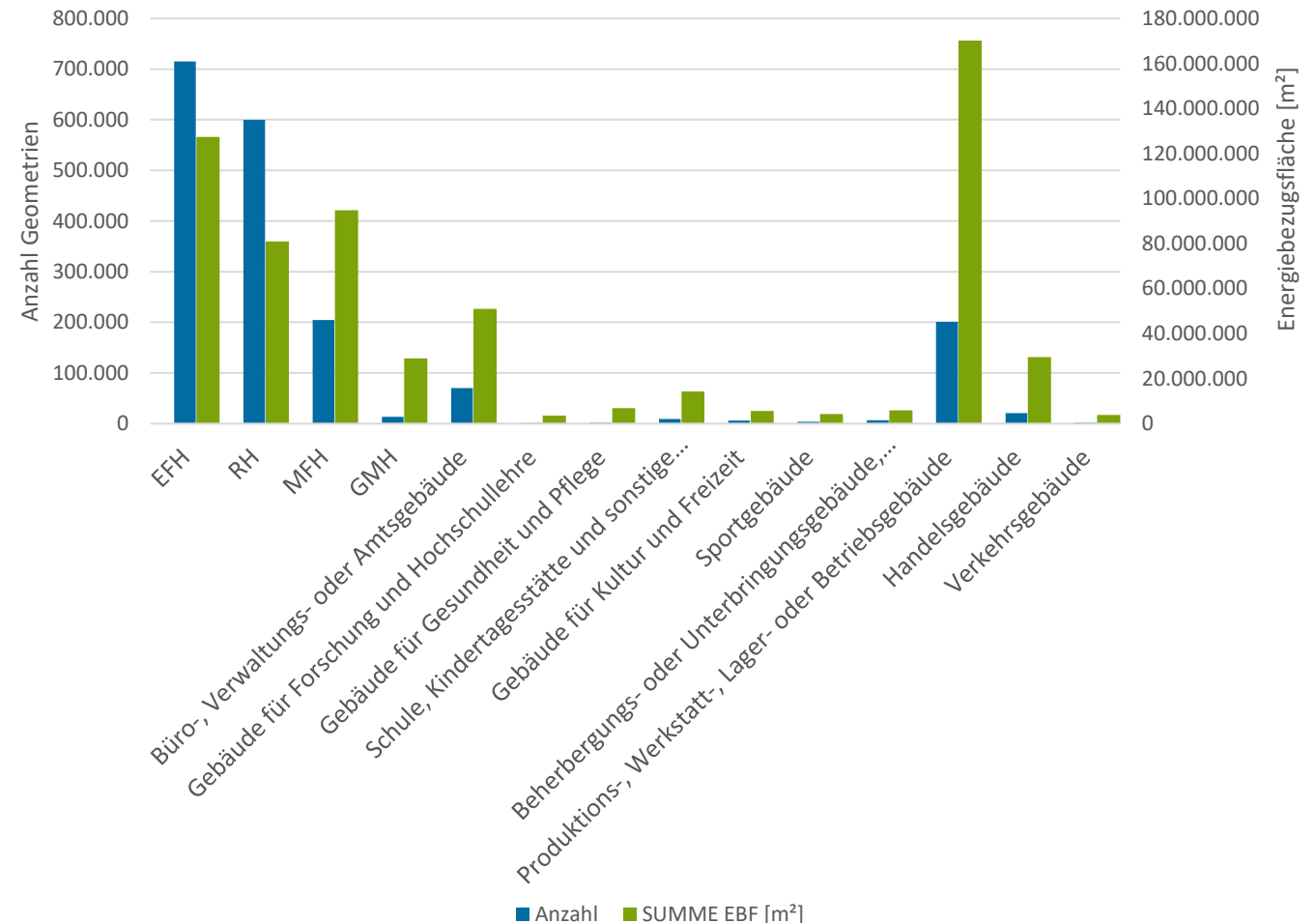
# Wärmeatlas Hessen: Abgleich mit Landesstatistik Energieverbrauch



- + Wohngebäude:  
sehr hohe Übereinstimmung
- + Nichtwohngebäude:  
45% niedrigerer Wärmebedarf im WAH  
v.a. durch fehlende Daten zur  
Gebäudenutzung
  - + Einstufung vieler Geometrien als GEG-relevant:  
„unklar“

# Wärmeatlas Hessen: Statistik Gebäudemodell

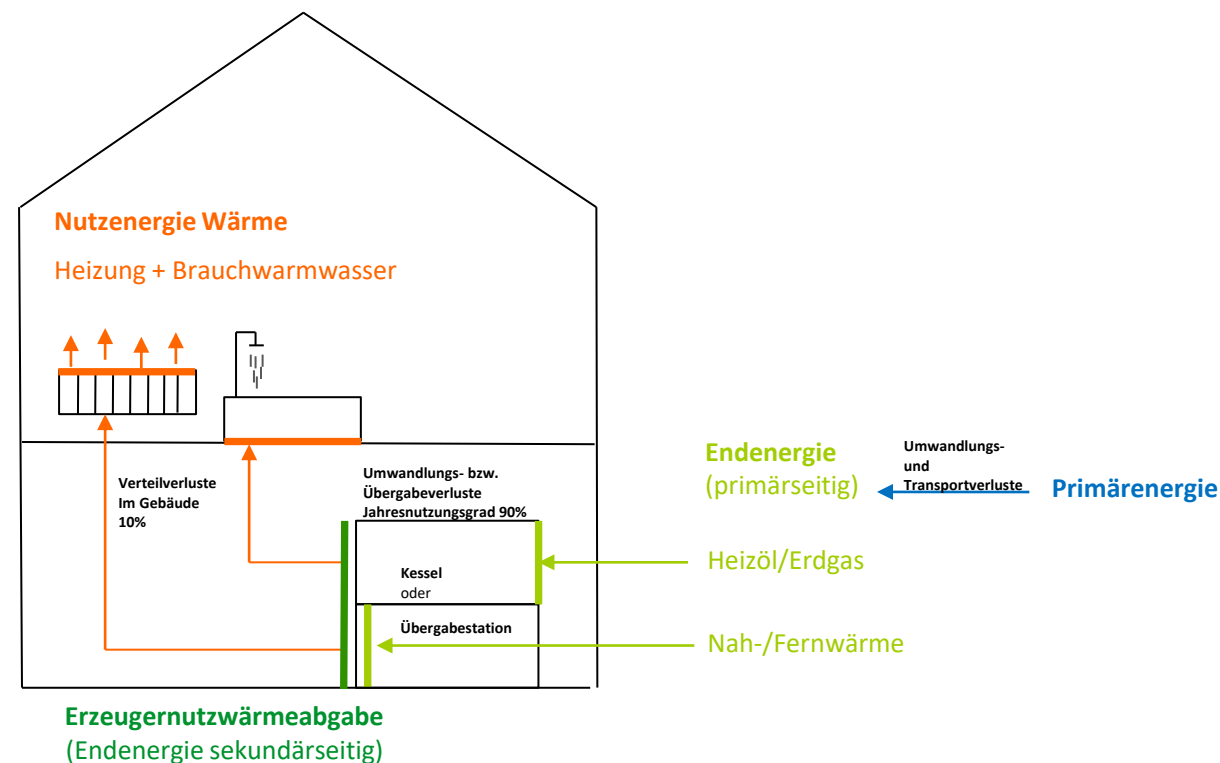
- + Sehr hohe Übereinstimmung mit Wohnflächenstatistik auf Landesebene (-4%)
- + Die meisten Nichtwohnnutzungen werden ebenfalls plausibel abgebildet
- + Geometrien werden mit dem Attribut GEG-relevant eingestuft:
  - „nicht relevant“
  - „unklar“
  - „relevant“



# Evaluierung anhand von Verbrauchsdaten

## Input-Daten = zählerscharfe Gasverbräuche

- Fokus auf Wohnbebauung
- Witterungsbereinigung
- Umrechnung Brennwert in Heizwert mit Faktor 0,9
- Umrechnung Endenergie in Erzeugernutzwärmeabgabe mit Faktor 0,9
- Umrechnung Erzeugernutzwärmeabgabe in Nutzenergie mit Faktor 0,9
- Berechnung von spez. Wärmebedarfen bzgl. der Energiefläche des WAH
- Plausibilisierung der Gasverbrauchswerte durch Aussortieren von Ausreißern (Verbräuche  $< 60 \text{ kWh/m}^2$  und  $> 300 \text{ kWh/m}^2$ )
- Vergleich umgerechnete Verbrauchsdaten und Bedarfsdaten Wärmeatlas Hessen



Darstellung nach Hausladen. Leitfaden Energienutzungsplan



# Vergleich für vier Gemeinden

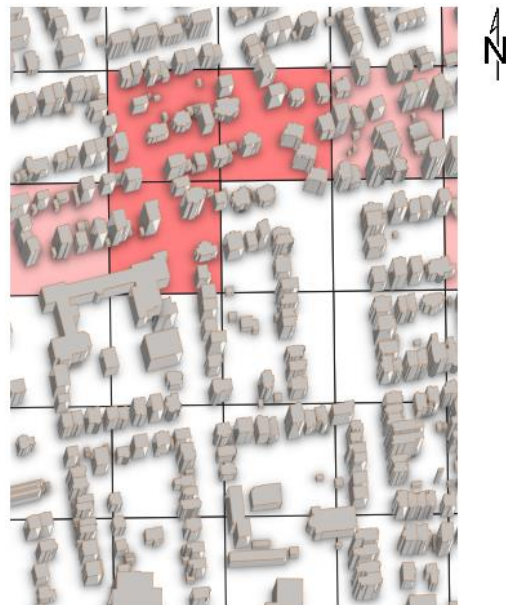
Private Haushalte Datensätze relevant PHH mit spezifischem Verbrauch zwischen 60 und 300 kWh <sub>NE</sub> /m <sup>2</sup> WAH	Anzahl Datensätze	Median Gasverbrauch	Median Wärmeatlas Hessen	Vergleich Gas = 100%
		kWh <sub>NE</sub> /m <sup>2</sup>	kWh <sub>NE</sub> /m <sup>2</sup>	Anteil
Gemeinde 1	< 10.000	141	86	61%
Gemeinde 2	< 5.000	123	100	81%
Gemeinde 3	< 1.000	103	102	99%
Gemeinde 4	< 1.000	104	101	97%

- + Für die stark schwankenden Abweichungen zwischen den Gasverbräuchen und den modellierten Daten des Wärmeatlas Hessen konnte keine systematische Erklärung gefunden werden. Ohne Hinweise auf eine systematische Ursache ist eine Anpassung des Modells nicht sinnvoll
- + Eine Auswertung über nur vier Gemeinden ist nicht repräsentativ, trotzdem ermöglicht der Vergleich den Nutzern eine Einschätzung, mit welcher Unsicherheit die Bedarfsdaten behaftet sind.
- + Diese Einschätzung sollte bei der Anwendung beachtet werden.

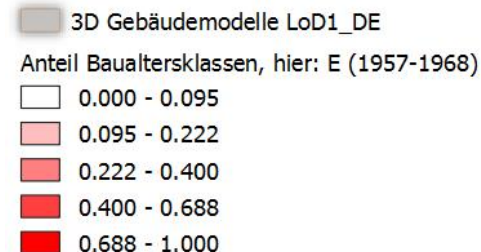
# Gliederung

- 1) Der Wärmetlas Hessen
- 2) Evaluierung
- 3) Grundlagen des Modells
- 4) Anwendung





0 50 100 150 m



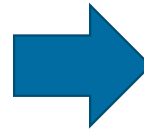
- + 3D-Gebäudemodell im Level-of-Detail 1 (LoD\_1)
  - + Geometrien werden von den Vermessungsämtern Objektnutzungsschlüssel zugeordnet
  - + 3D-Geometrien als Grundlage für Abschätzung einer Energiebezugsfläche
- + Daten zur Gebäude- und Flächennutzung OpenStreetMap & BEAM<sup>1</sup>
- + Baualtersklassen Wohngebäude aus der Gebäude- und Wohnungszählung 2011 auf Hektarraster
- + Klimazonen DIN-V-18599

<sup>1</sup> BEAM: Basic European Assets Map (<https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSN076/ALL>)

# Wärmeatlas Hessen: Erfassung der Gebädefunktion

## Ausgangsdaten LoD1

ALKIS Gebäude-funktion	ALKIS Beschreibung	Anzahl Geometrien	Anteil an Geometrien
31001_1000	Wohngebäude	3.958.621	80,84%
31001_2000	Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	672.368	13,73%
31001_3000	Gebäude für öffentliche Zwecke	129.412	2,64%
31001_2460	Gebäude zum Parken	51.975	1,06%
31001_9998	Nach Quellenlage nicht zu spezifizieren	43.952	0,90%
31001_2523	Umformer	21.051	0,43%
31001_2513	Wasserbehälter	5.034	0,10%
31001_3041	Kirche	3.528	0,07%
31001_2740	Treibhaus, Gewächshaus	2.939	0,06%
31001_3281	Schutzhütte	1.999	0,04%
31001_2512	Pumpstation	1.489	0,03%
31001_3051	Krankenhaus	1.018	0,02%
...			



### Aufbereitungsschritte:

- Anreicherung Gebädefunktion aus Sekundärdaten (OSM/BEAM)<sup>1</sup>
- Zusammenführung von Grundflächen

68 Gebädefunktionen mit starker Aggregation

## Aufbereitet für Gebäudemodell

ALKIS Gebäude-funktion	ALKIS Beschreibung	Anzahl Geometrien	Anteil an Geometrien
31001_1000	Wohngebäude	1751080	40,27%
31001_2723	Schuppen	816931	18,79%
31001_2463	Garage	798921	18,37%
51009_1610	Überdachung	283801	6,53%
31001_2000	Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe	187597	4,31%
31001_1500	Nebengebäude	167266	3,85%
31001_2460	Gebäude zum Parken	44443	1,02%
31001_2700	Gebäude für Land- und Forstwirtschaft	40698	0,94%
31001_3000	Gebäude für öffentliche Zwecke	37094	0,85%
31001_1120	Wohngebäude mit Handel und Dienstleistungen	32641	0,75%
31001_2020	Bürogebäude	23684	0,54%
31001_2523	Umformer	21034	0,48%
31001_1313	Gartenhaus	19740	0,45%
31001_2054	Laden	11706	0,27%
31001_2010	Gebäude für Handel und Dienstleistungen	8714	0,20%
31001_2100	Gebäude für Gewerbe und Industrie	7492	0,17%
31001_3021	Allgemein bildende Schule	6297	0,14%
31001_2140	Gebäude für Vorratshaltung	6223	0,14%
31001_1310	Gebäude zur Freizeitgestaltung	5303	0,12%
31001_2513	Wasserbehälter	4362	0,10%
...			

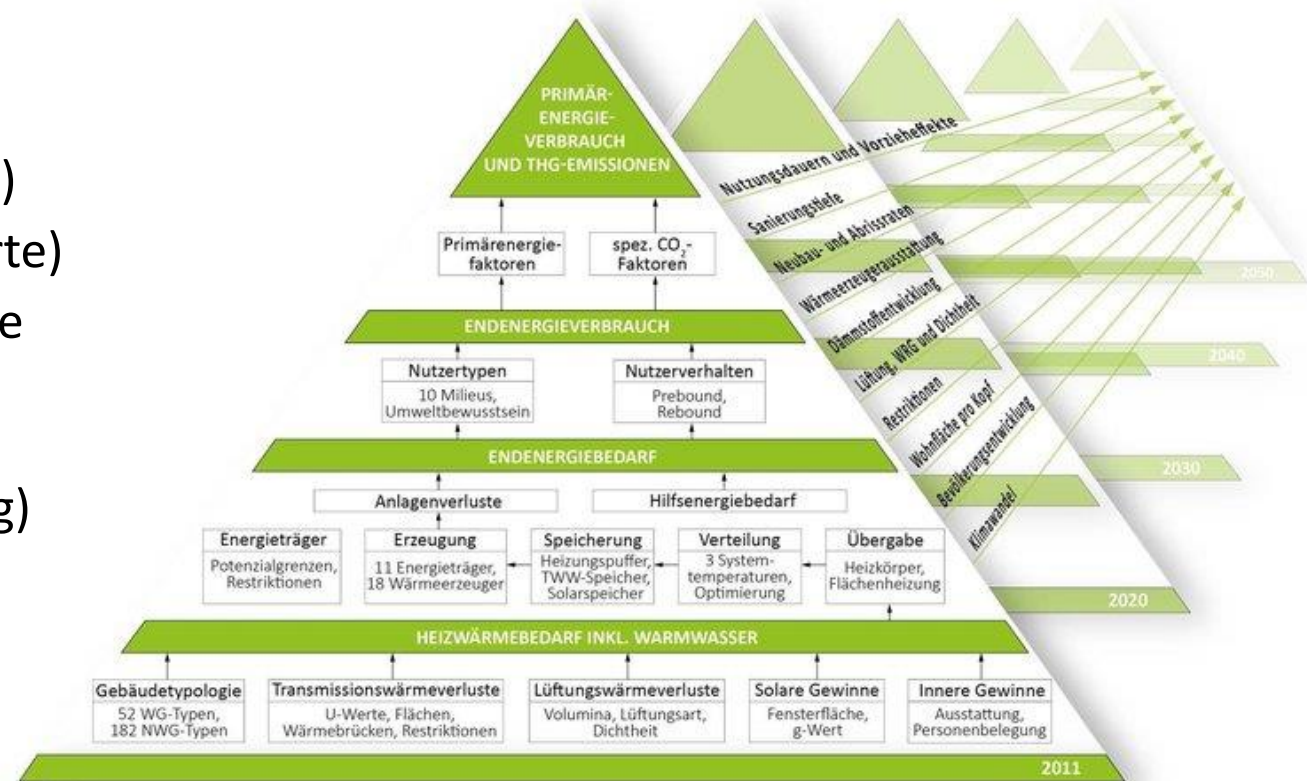
166 Gebädefunktionen mit höherer Differenzierung

<sup>1</sup> BEAM: Basic European Assets Map (<https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSN076/ALL>)

# Wärmebedarfsbilanzierung für Gebäudebestände

- + Energetische Gebäudetypologie(n) als Hilfsmittel
- + Typische Werte:
  - + Geometrie (Bauteilflächen / Volumina)
  - + Energetische Qualität Bauteile (U-Werte)
  - + Innentemperaturen & Lüftungsverluste (u.a. nutzerabhängig)
  - + Standortabhängige Klimadaten (Außentemperaturen, solare Strahlung)
  - + Brauchwarmwasserbedarf [kWh/m<sup>2</sup>a]
  - + Innere Gewinne [kWh/m<sup>2</sup>a]
  - + ...

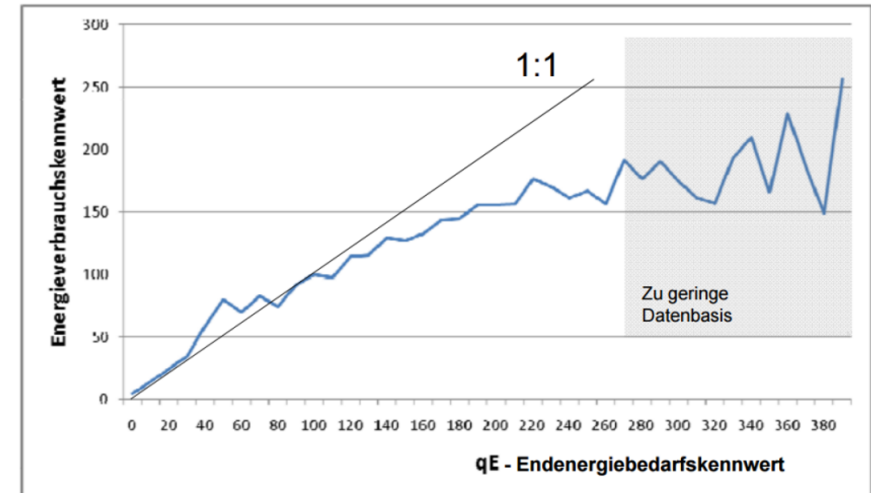
## ifeu-Gebäudesimulationsmodell GEMOD



<https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/gebauedemodell/>

# Wärmebedarf vs. Wärmeverbrauch

- + **Der Verbrauch** ist eine empirische Messgröße und spiegelt individuelles Nutzerverhalten und ggf. Witterungseffekte wider. Verbrauchsdaten liegen nicht flächendeckend vor und müssen für Vergleiche, Analysen und Hochrechnungen aufbereitet werden.
- + **Der Bedarf** ist das Ergebnis einer Berechnung anhand bekannter bauphysikalischer Daten mit standardisierten Annahmen zum Nutzerverhalten und zur Witterung. Bedarfsberechnungen eignen sich als Vergleichsgröße für Gebäudeeffizienz und als Grundlage für Prognosemodelle.
- + Der Wärmeatlas Hessen enthält eine **Abschätzung des verbrauchskalibrierten Nutzenergiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser** für einzelne Wohn- und Nichtwohngebäude

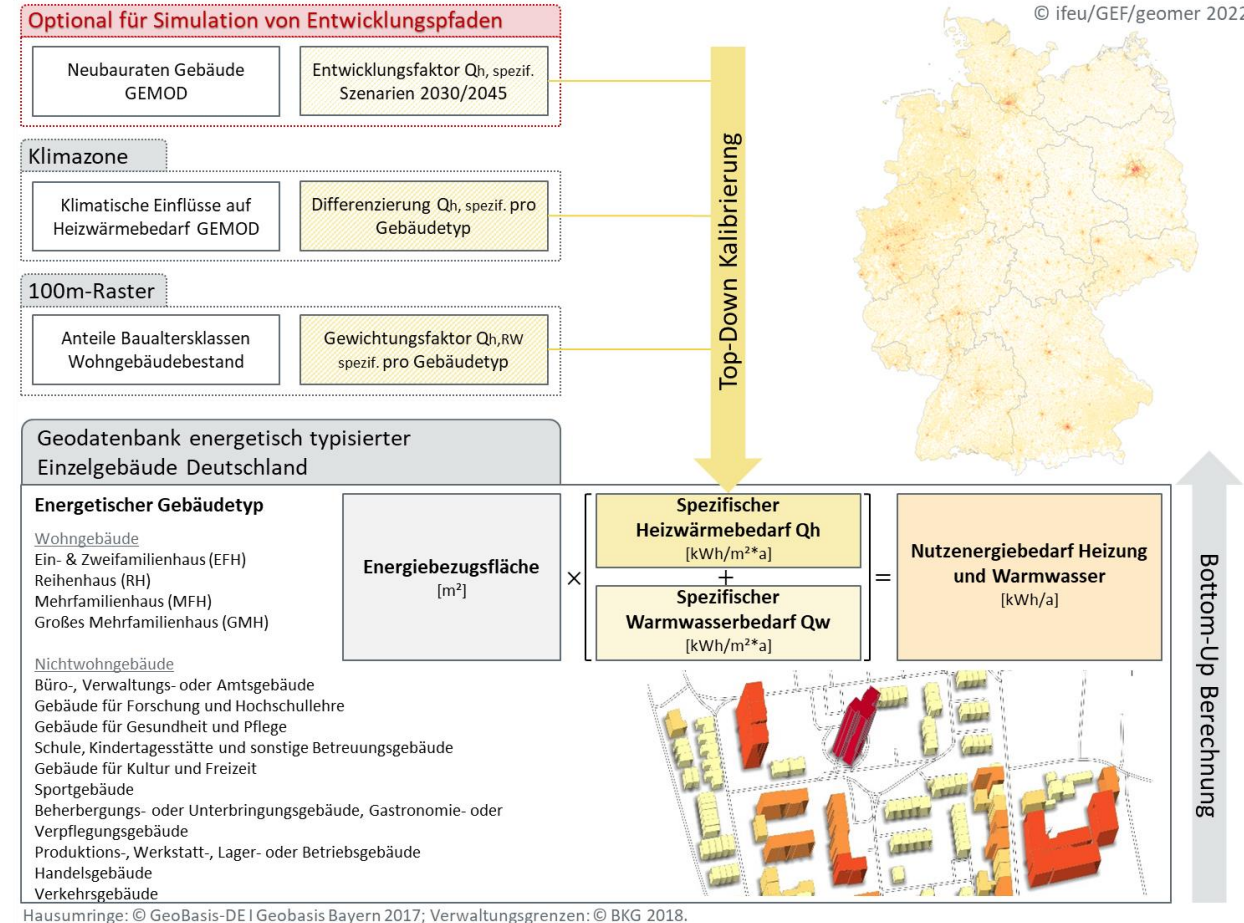


Quelle: dena, Bigalke 2012

Werte jeweils in kWh/(m²a), Basis: ca. ca. 900 Ausweise mit gleichzeitigem Bedarfs- und Verbrauchskennwert

# Wärmeatlas Hessen: Wärmebedarfsmodell

- + Wärmebedarfsberechnung erfolgt auf Basis des ifeu-Gebäudesimulationsmodells GEMOD
- + bauteilbasierte Berechnung des Heizwärmebedarfs gemäß Monatsbilanzverfahren für Typgebäude
- + Übertragung von Energiekennzahlen in die räumliche Datengrundlage differenziert nach:
  - + Energetischem Gebäudetyp
  - + Baualtersklasse
  - + Klimazone



# Gliederung

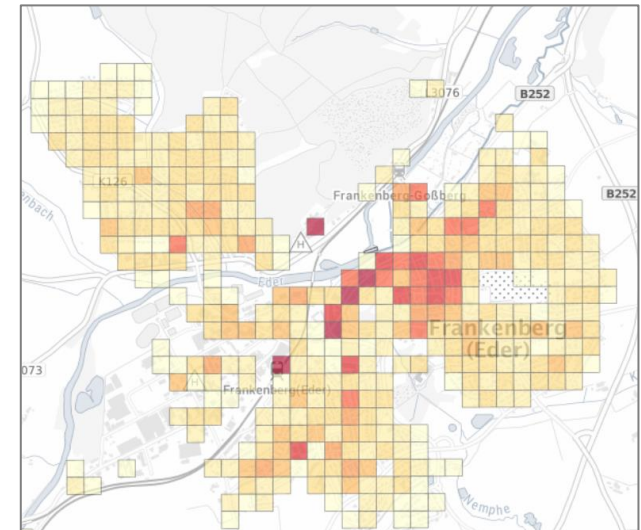
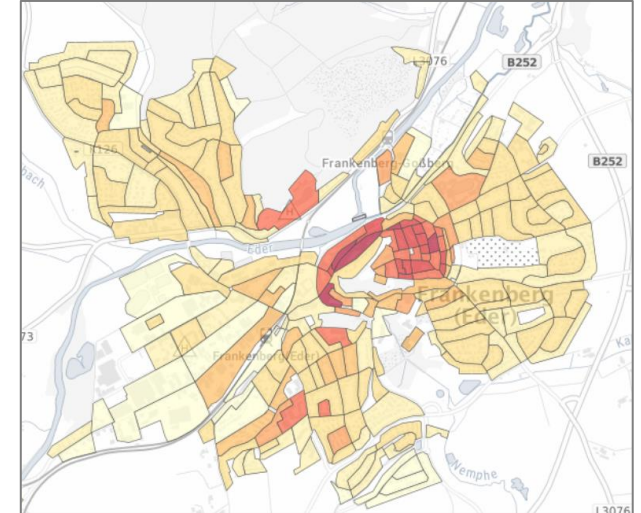
- 1) Der Wärmetlas Hessen
- 2) Evaluierung
- 3) Grundlagen des Modells
- 4) Anwendung





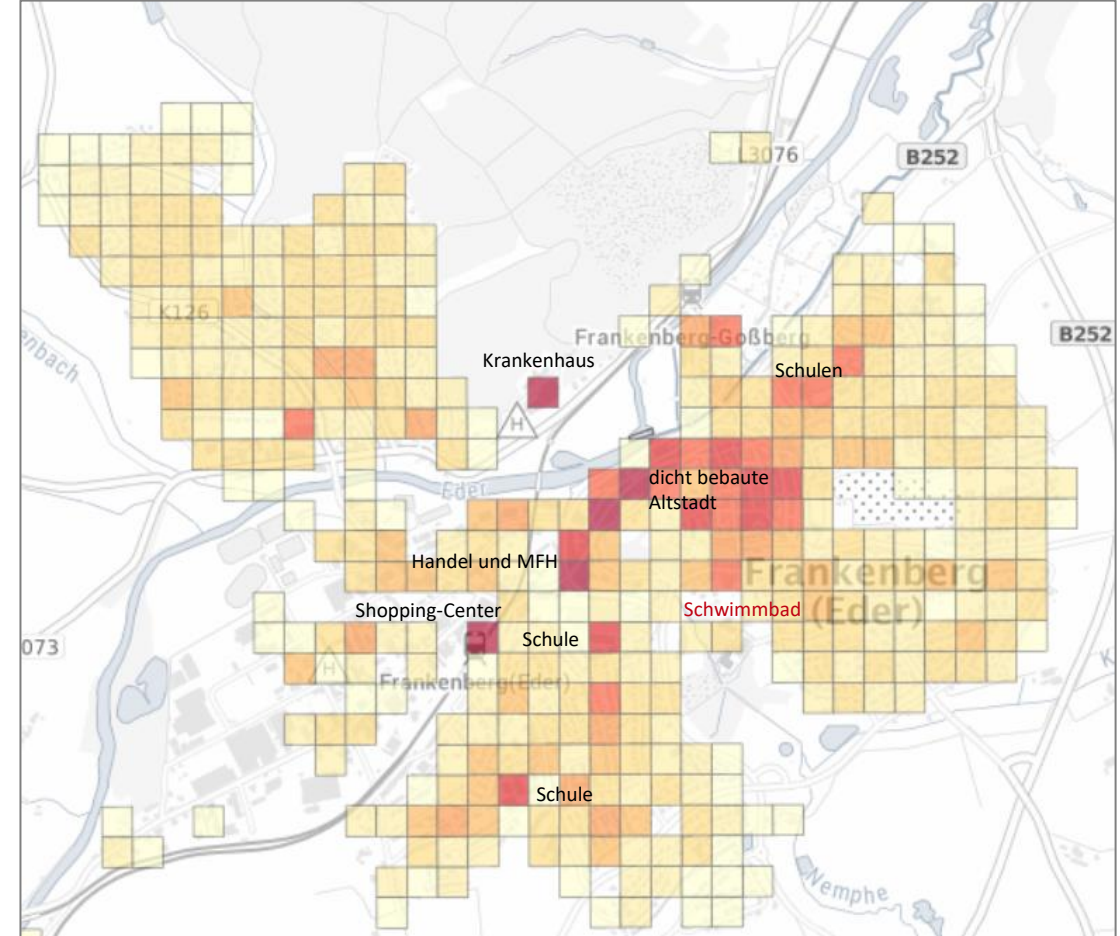
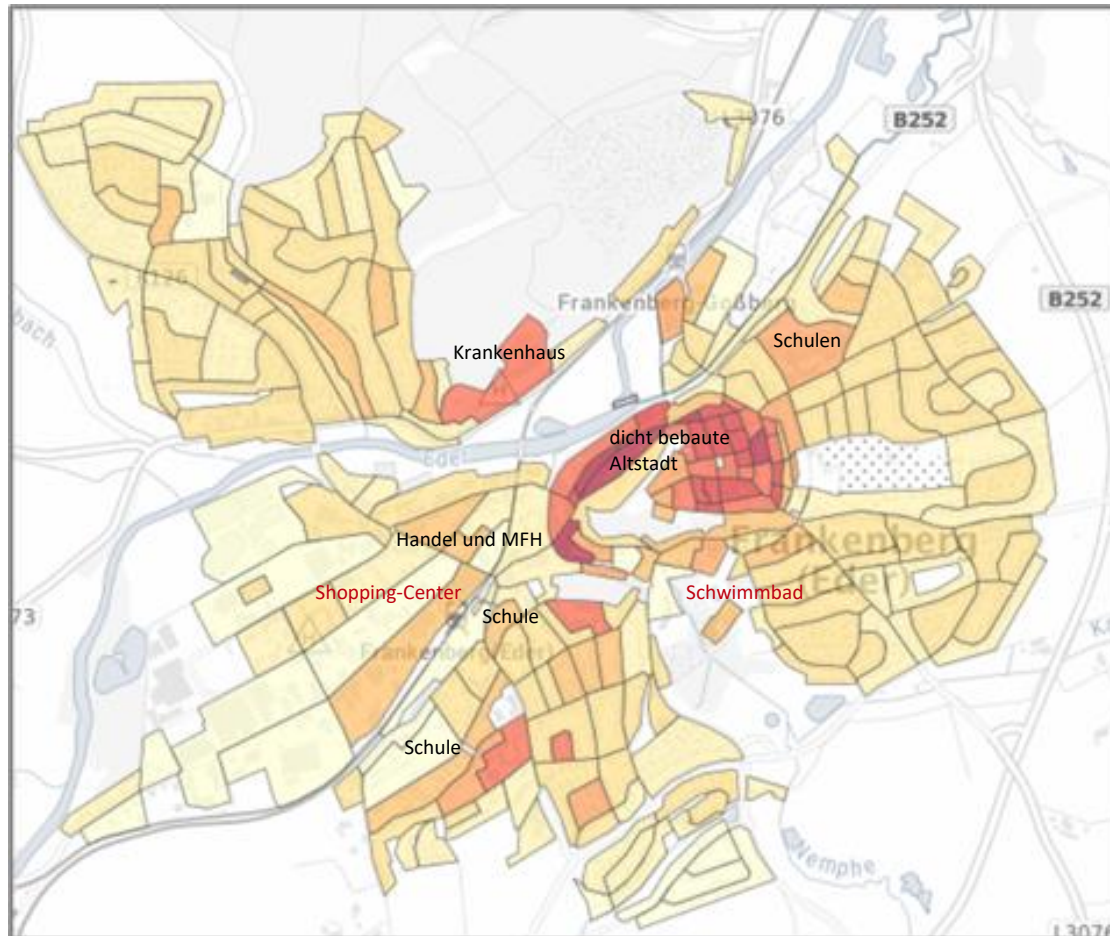
## Best-Practice Datengrundlage, wenn keine Verbrauchsdaten zur Verfügung stehen

- Einteilung von Eignungsgebieten für die kommunale Wärmeplanung
- Identifikation von Ankerkunden für mögliche Wärmenetze
- Verschneidung mit lokalen, adressscharfen Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (Fernwärme, Gas, Strom) und zu dezentralen Heizungen aus Schornsteinfegerdaten (Heizöl, Biomasse)
- Abgleich ermöglicht Bereinigung und Auffüllen von Lücken (Ausreißeranalyse, Identifikation mitversorgter Gebäude, Korrektur Anwendungsbereiche Endenergie z.B. bei Erdgasverbrauch in KWK-Anlagen)
- Sorgfältig abwägen, ob die Nutzung für Quartierskonzepte sinnvoll ist, speziell im Zusammenhang mit Planungsprozessen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen



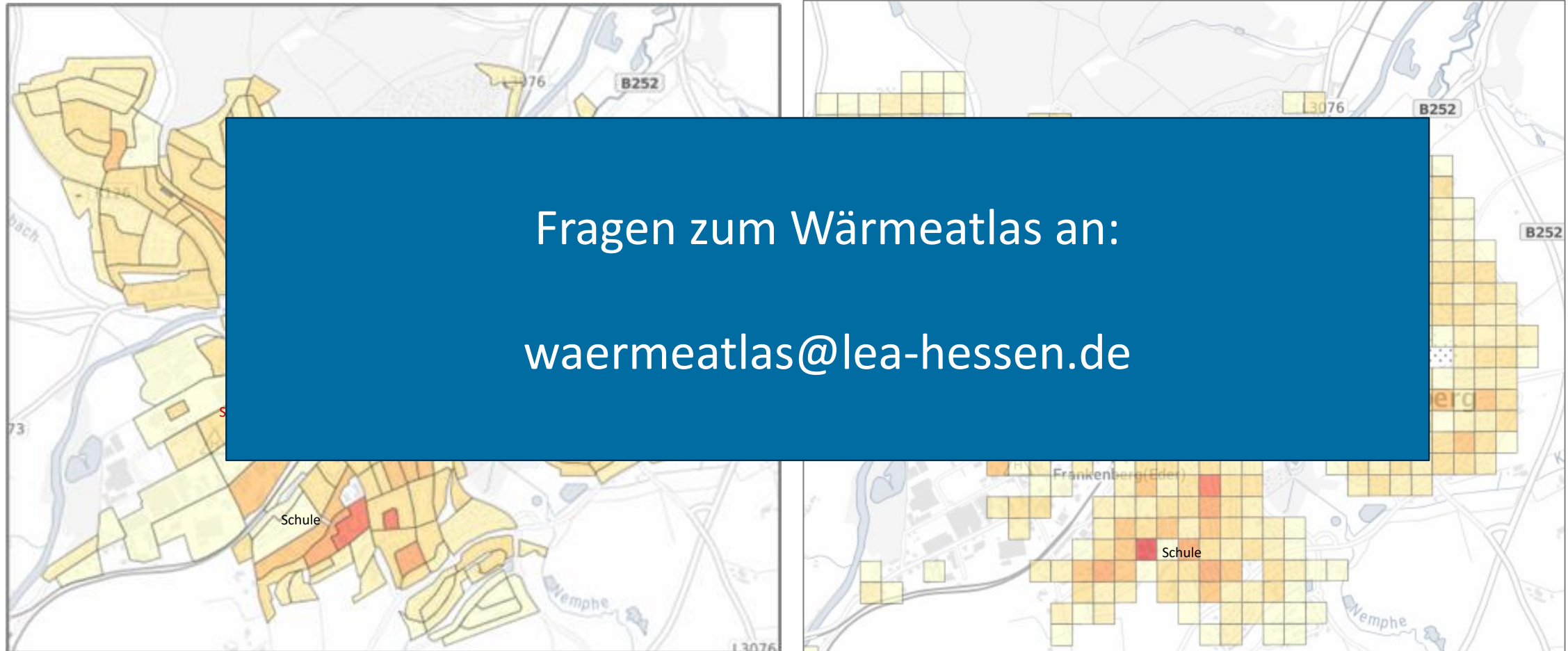
Kartendarstellungen und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022).  
Datenquellen: [https://sgx.geodatenzentrum.de/web\\_public/gdz/datenquellen/Datenquellen\\_TopPlusOpen.html](https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.html)

# Identifikation von Gebieten mit hohen Wärmedichten und möglichen Ankerkunden für Wärmenetze



Kartendarstellungen und Präsentationsgraphiken: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2022). Datenquellen: [https://sdx.geodatenzentrum.de/web\\_public/gd/datenquellen/Datenquellen: TopPlusOpen.html](https://sdx.geodatenzentrum.de/web_public/gd/datenquellen/Datenquellen: TopPlusOpen.html)

# Identifikation von Gebieten mit hohen Wärmedichten und möglichen Ankerkunden für Wärmenetze



Fragen zum Wärmeatlas an:  
[waermeatlas@lea-hessen.de](mailto:waermeatlas@lea-hessen.de)



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

GEF: Susanne Ochse  
susanne.ochse@gef.de

Geomer: Dr. Stefan Jäger  
sj@geomer.de

ifeu: Sebastian Blömer  
sebastian.bloemer@ifeu.de

# BACK-UP

# Abwärmekataster aus dem Forschungsprojekt „NENIA“



## NENIA Abwärme



Der graue Kreisring gibt den Anteil der Betriebsstunden an

- + Theoretische Potenziale sensibler Abwärme in gefassten Abgasströmen
- + Nutzbar als erste Indikation für mögliche netzgebunden nutzbare Potenziale
- + Datengrundlagen:
  - + Emissionserklärungen genehmigungsbedürftiger Anlagen nach 11. Bundesimmissionschutzverordnung im Berichtsjahr 2012
  - + European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)
  - + Unternehmensangaben zu thermischen Prozessstromeinsätzen

Weitere Informationen zum Datensatz:

[https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Schlussbericht\\_EnEffW%C3%A4rme-NENIA.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Schlussbericht_EnEffW%C3%A4rme-NENIA.pdf)