



# Wärmeatlas Baden-Württemberg - Praxisanwendung des Leitfadens für die Stadt Rottenburg am Neckar

S. Kempe, M. Ohl, M. Blesl, U. Fahl,  
C. Kruck, M. Härdtlein, L. Eltrop

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)  
Universität Stuttgart

11. März 2009



## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- Erfassung der Siedlungsstruktur
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs des Nichtwohnbereichs
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung



## Motivation und Ziele

- Informationen über den Wärmebedarf von Siedlungsgebieten, in denen derzeit keine leitungsgebundene Energieversorgung vorliegt, sind aufwendig zu bestimmen.
- Ziel des Leitfadens *Wärmeatlas Baden-Württemberg* ist es, durch Kombination verschiedener Auswerteverfahren und -routinen den Nutzwärmebedarf einer Siedlungsfläche zu bestimmen und das Potenzial der erneuerbaren Energien für die Wärmebereitstellung zu ermitteln.
- Die dabei erstellte Datenbank des Siedlungsgebietes kann als Grundlage für die lokale Planung der Energieversorgung verwendet werden.



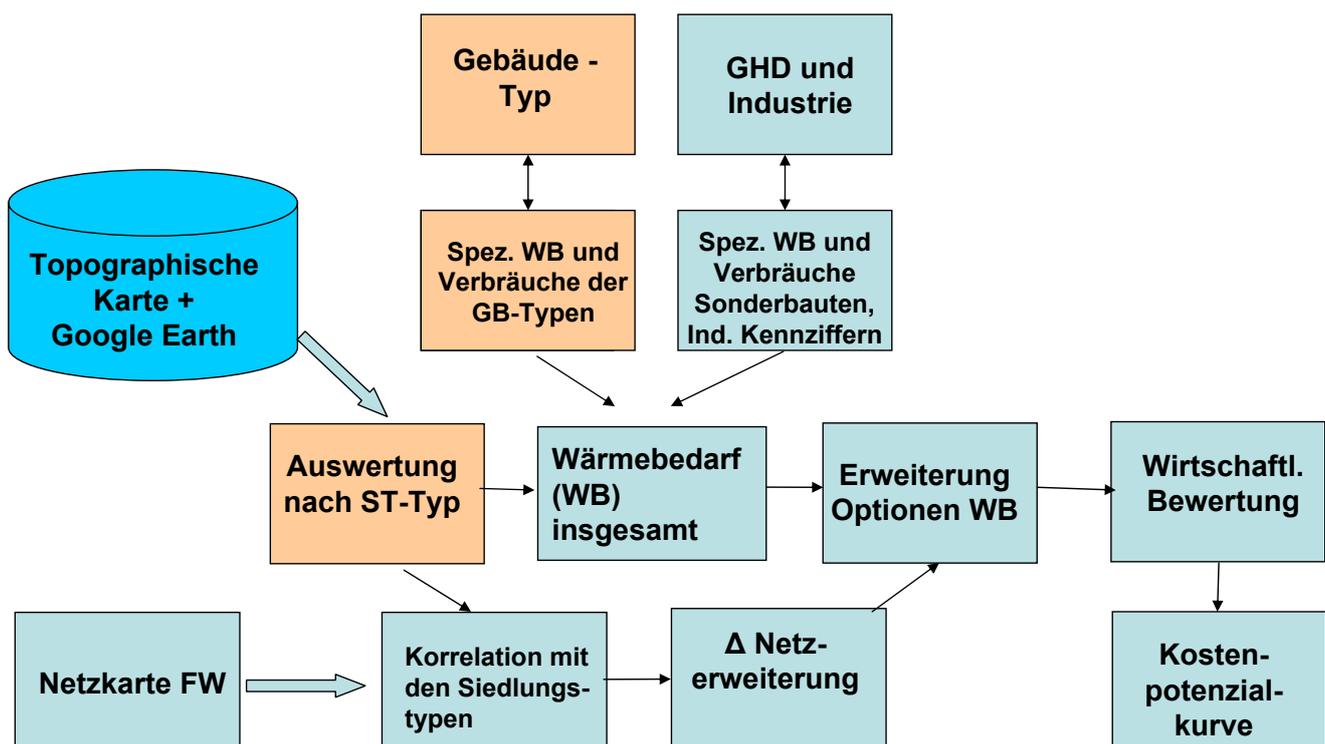
## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- Erfassung der Siedlungsstruktur
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs des Nichtwohnbereichs
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung

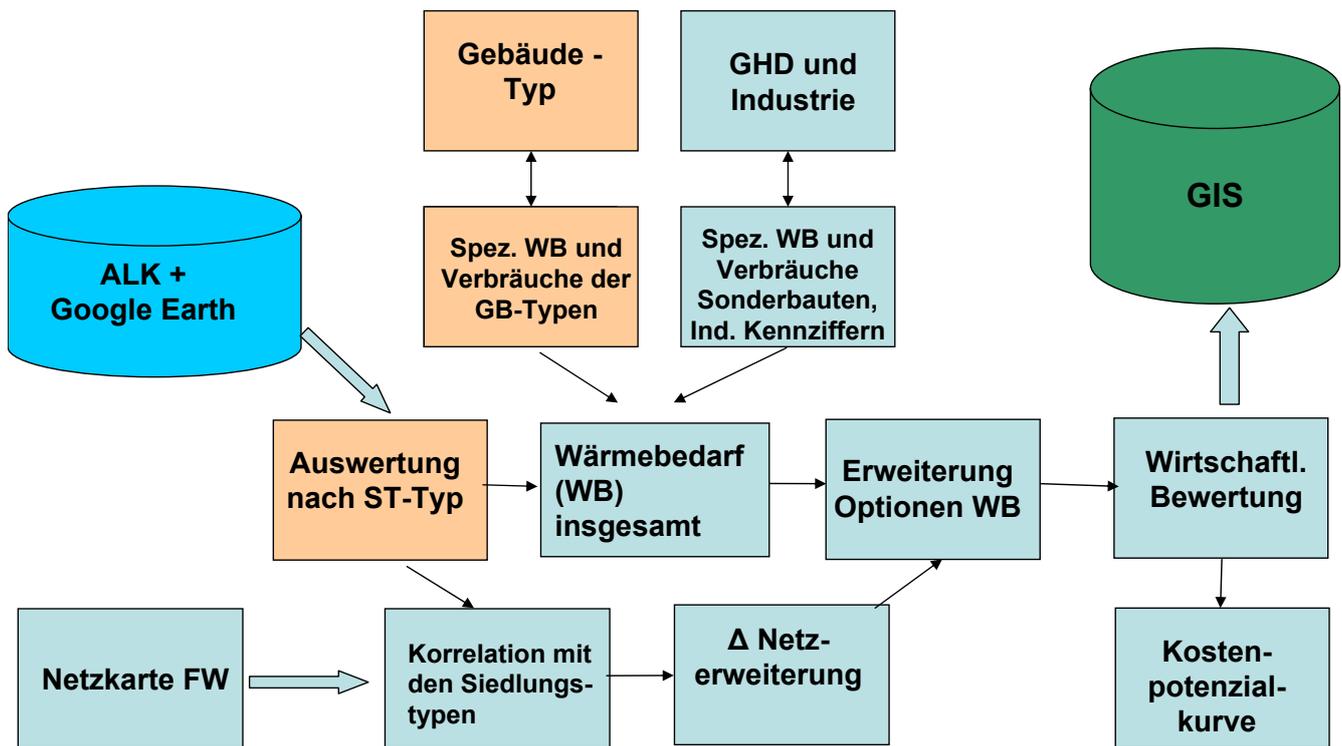
# Verfahren zur Ermittlung des Wärmebedarfs und des Fernwärmepotenzials im Siedlungsbereich

Verfahren	Ausgangsdaten Wärmebedarf	Fernwärmenetzdaten	
<b>1. Statistik</b>	Topgraphische Karten + Auswertung mittels Google Earth	Fernwärmenetzkarte – Unternehmensbroschüre bzw. GIS- Daten des EVU	
<b>2. Semi- Statistik</b>	ALK-Daten + Google Earth	GIS- Daten	Ohne Verbrauchsdaten u. Straßen- / Hausnummernverzeichnis
			Mit Verbrauchsdaten u. Straßen- / Hausnummernverzeichnis
<b>3. EVU- Statistik</b>	ALK-Daten + Verbrauchsdaten EVU + Google Earth	GIS- Daten mit Abnehmer + Hausnummer	
<b>4. Semi- automatik</b>	Laserscanning + Google Earth	GIS- Daten mit Abnehmer- + Hausnummer	

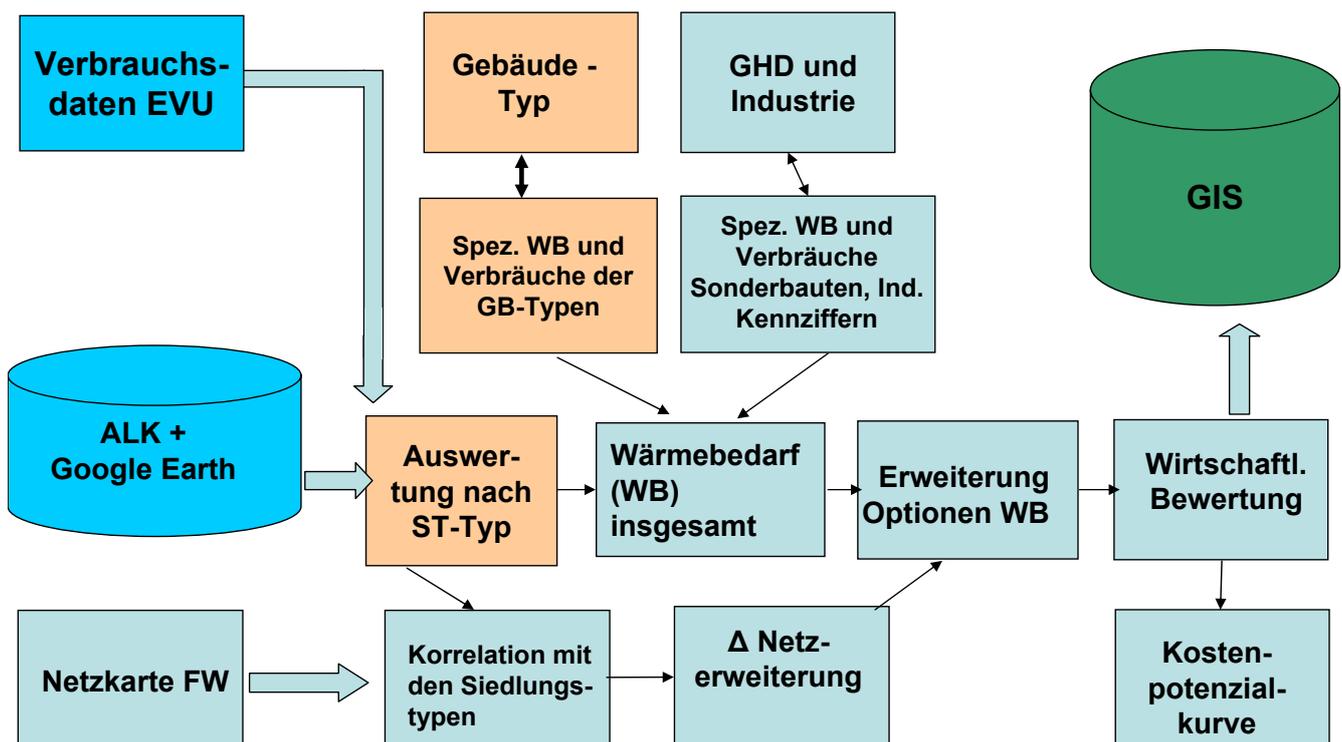
## Vorgehensweise: Verfahren 1 – Statistik



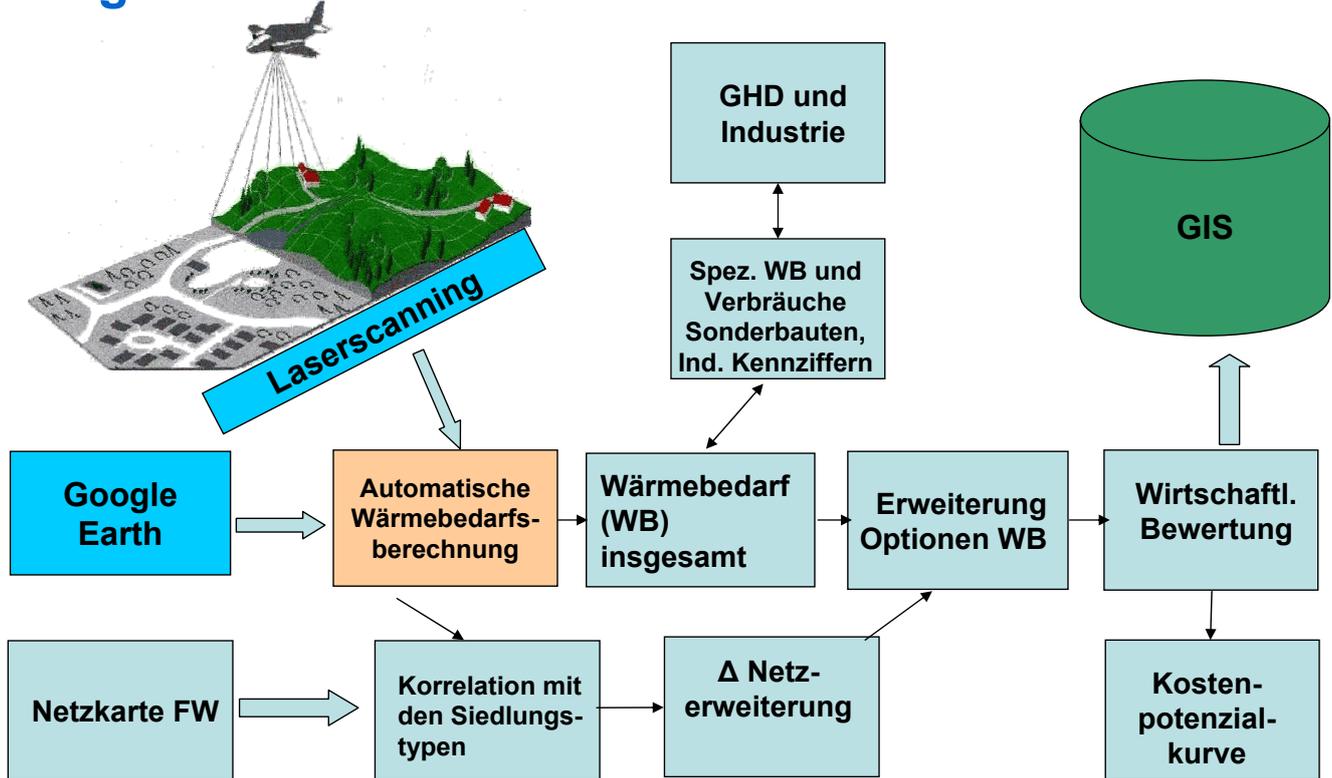
## Vorgehensweise: Verfahren 2 – Semi-Statistik



## Vorgehensweise: Verfahren 3 – EVU-Statistik



## Vorgehensweise: Verfahren 4 – Semiautomatik



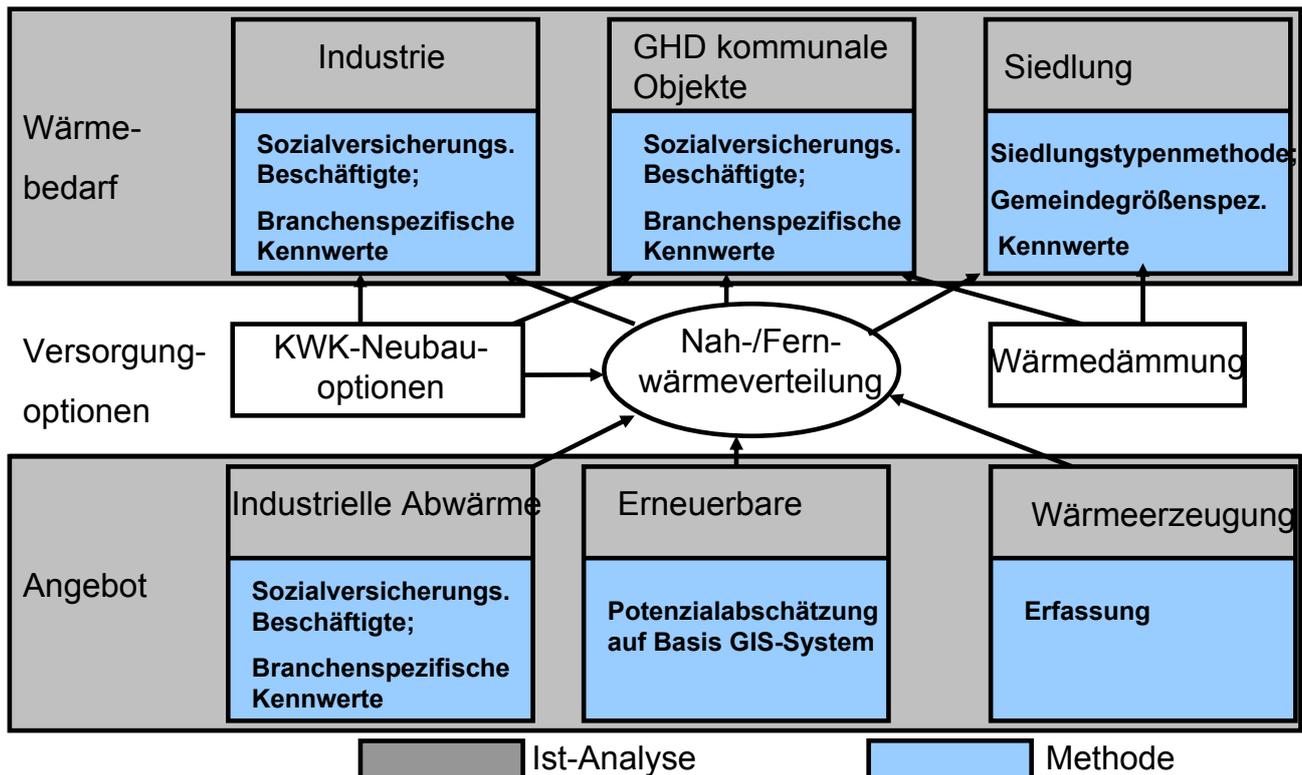
## Bewertung der Verfahren zur Ermittlung des Wärmebedarfs und des Fernwärmepotenzials im Siedlungsbereich

Verfahren	Nachteile	Vorteile
1. Statistik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grobes Verfahren</li> <li>- Keinen Anhaltspunkt bzgl. der konkreten Ungenauigkeit</li> <li>- Approximation des Fernwärmepotenzials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mit geringen Mitteln zu realisieren</li> </ul>
2. Semi-Statistik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grober Anhaltspunkt bzgl. der konkreten Ungenauigkeit</li> <li>- Approximation des Fernwärmepotenzials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weiterverarbeitung der GIS-Daten möglich</li> </ul>
3. EVU-Statistik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ungenauigkeiten der nicht FW-versorgten Gebäude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genaue Kenntnis der Ist-Situation der FW-Versorgung</li> <li>- Weiterverarbeitung der GIS-Daten möglich</li> </ul>
4. Semiautomatik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Approximation des Fernwärmepotenzials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genau Kenntnisse der Raumvolumina</li> <li>- Weiterverarbeitung der GIS-Daten möglich</li> </ul>

## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- Erfassung der Siedlungsstruktur
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte
- Bestimmung des Nutzwärmebedarf des Nichtwohnbereichs
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung

## Gewählte Vorgehensweise auf Basis der Semi-Statistik



# Bestimmung des Wärmebedarfs in Siedlungen - Siedlungstypmethode

**Zerlegung in Siedlungstypen**

ST 0 ST 1 ST 2 ST 3a ST 3b  
ST 4 ST 5a ST 5b ST 6 ST 7a  
ST 7b ST 8 ST 9 ST 10a ST 11b

**Hochrechnung des Wärmebedarfs auf Basis der Flächen**

**Gebäudetypen**

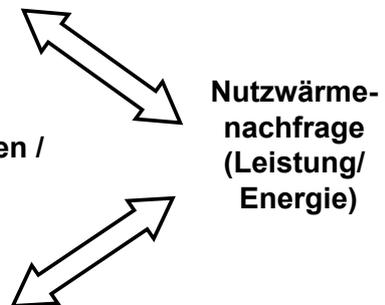
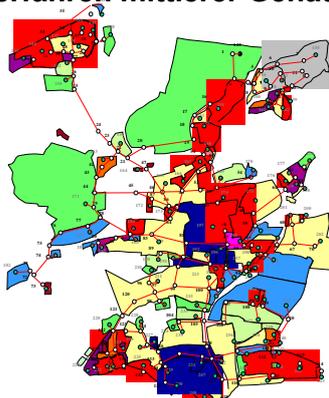
	1-Familienhaus	Reihen-doppelhaus	Kleines Mehrfamilienhaus (bis 6 WE)	Mehrfamilienhaus (bis 12 WE)	Hochhaus / Blockbau
Baujahr					
bis 1918	212,0		180,0	187,1	-
1918-48	204,7	178,3	167,5	184,9	-
1949-57	260,3	212,9	139,3	169,5	-
1958-68	163,5	202,3	190,9	141,2	112,6
1969-78	170,2	191,8	169,1	152,7	117,3
1979-83	165,5	171,4	125,2	115,8	-
1984-94	135,7	129,1	101,4	95,1	-
ab 1995	101,3	89,2	93,7	72,8	-

# Bestimmung des Wärmebedarfs in Siedlungen

**1.) Hochrechnung des Wärmebedarfs mittels pauschaler Aufteilung der Siedlungsgebietes / Verfahren geringer bis mittlerer Genauigkeit**

$$\sum_{i=1}^{12} (\text{Siedlungsfläche der Gemeinde}[\text{km}^2] \cdot \text{Anteil der Siedlungstypfläche}_i [-] \cdot \text{Spezifischer Wärmebedarfskennwert des Siedlungstyp}_i [\text{MWh}/\text{km}^2]) = \text{Nutzwärmebedarf für Raumwärme und Brauchwarmwasser} [\text{MWh}]$$

**2.) Hochrechnung des Wärmebedarfs auf Basis der Flächen / Verfahren mittlerer Genauigkeit**





## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- **Erfassung der Siedlungsstruktur**
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs des Nichtwohnbereichs
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung



## Datengrundlage – Sanierungsmaßnahmen und Fernwärmeversorgung

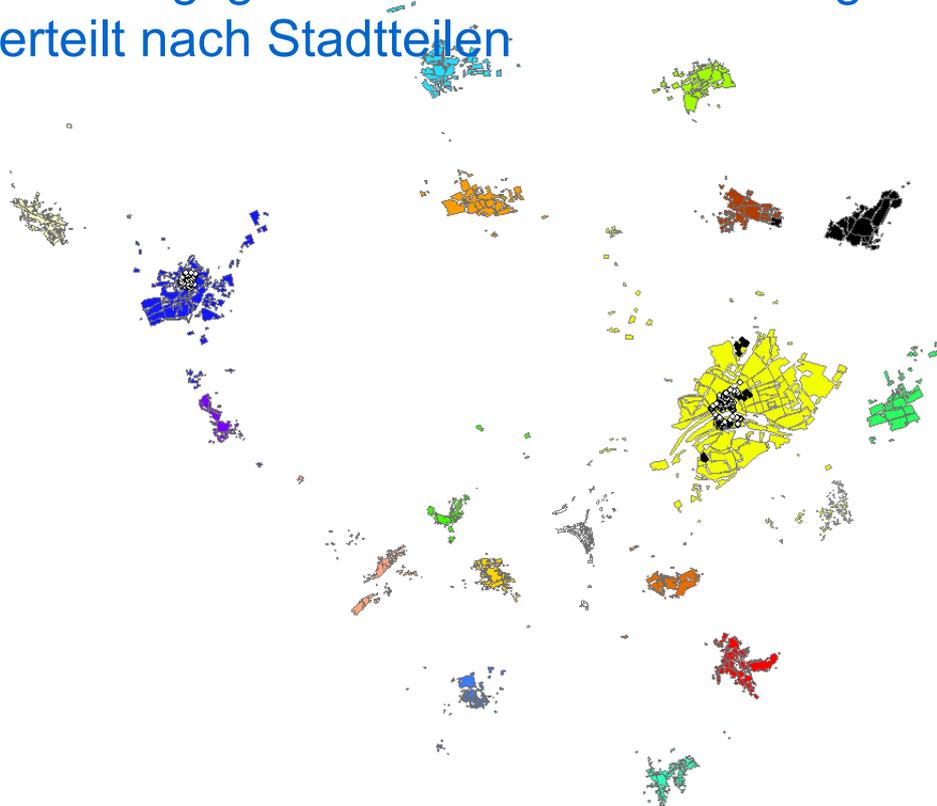
- Siedlungsfläche der Stadt Rottenburg am Neckar:  
Wohnbaufläche und gemischte Baufläche: 738,2 ha.
- Sanierungsmaßnahmen: Informationen ausschließlich für das Teilgebiet Kernstadt und die Teilgemeinde Ergenzingen.  
Erfasst sind:
  - Private Sanierungsmaßnahmen: 166
  - Öffentliche Sanierungsmaßnahmen: 34
- Fernwärmeversorgung findet in der Kernstadt in Form eines Nahwärmenetzes und als dezentrale Inselnetze statt.

# Gesamtes Siedlungsgebiet der Stadt Rottenburg am Neckar unterteilt nach Stadtteilen

- FW-Versorgung
- Sanierung
- Fernwärmeleitung

## Stadtteile

- Bad Niedernau
- Baisingen
- Biringen
- Dettingen
- Eckenweiler
- Ergenzingen
- Frommenhausen
- Hailfingen
- Hemmendorf
- Kiebingen
- Obernau
- Oberndorf
- Rottenburg
- Schwalldorf
- Seebronn
- Weiler
- Wendelsheim
- Wurmlingen



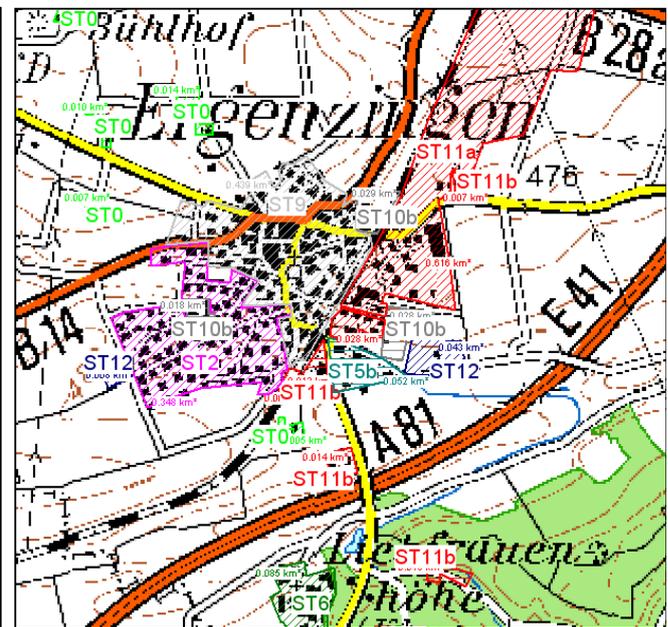
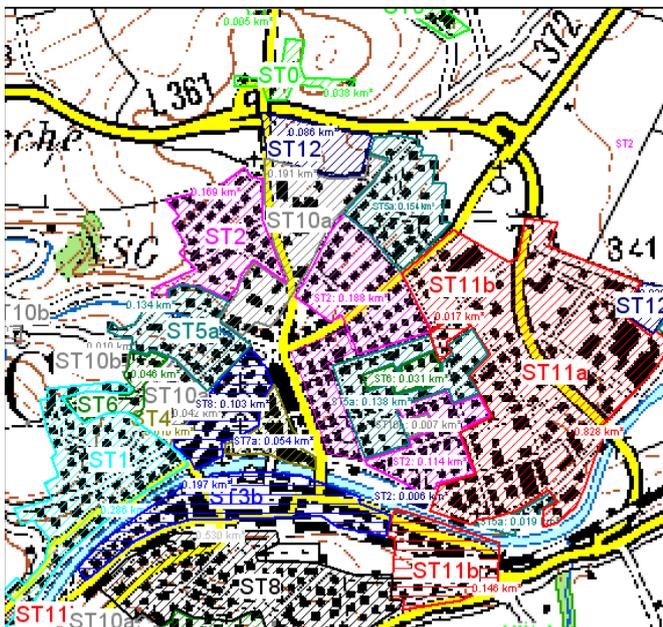
# Spezifizierung von 16 Siedlungstypen (I)

ST	Bezeichnung	Beschreibung
ST0	Freistehendes Einzelgebäude	Einzelgebäude oder Gebäudekomplex in Wald- oder landwirtschaftlicher Nutzfläche, in größerer Entfernung zu besiedeltem Gebiet.
ST1	Streusiedlung	Lockere unregelmäßige Bebauung, an Stadträndern und langgezogenen Straßendörfern.
ST2	Einfamilienhäuser und Doppelhäuser-Siedlung	Vorortgemeinde, häufig mit dichtem geometrisch angelegtem Erschließungsnetz.
ST3	Dorfkern	Dichte Bebauung mit kleinen Häusern, Häuser konzentriert an Durchgangsstraßen, ohne Vorgärten, auch historische Dorfkerne in Randgemeinden, häufig mit eigenen Ortsnamen.
ST4	Reihenhäuser	Reihenhaussiedlung engmaschig geometrisch erschlossen.
ST5a	Siedlung kleiner Mehrfamilienhäuser	Kleine Mehrfamilienhäuser, häufig mit dichtem geometrisch angelegtem Erschließungsnetz, entstanden ab Mitte der 80er Jahre, oft Dachgauben, fast quadratische Grundfläche.
ST5b	Zeilenbebauung mit kleinen und großen Mehrfamilienhäusern	Überwiegend mittelgroße Wohnbebauung, relativ geringer Gebäudeabstand, Erschließungsnetz relativ grobmaschig, typische Nachkriegsbauten, vorwiegend an Stadträndern, kleine Zeilenbauten.
ST6	Zeilenbebauung mit großen Mehrfamilienhäusern oder Hochhäusern	Große Mehrfamilienhäuser / Hochhäuser gekennzeichnet durch große Gebäudeabstände, grobmaschiges Erschließungsnetz, meist in Randlage von Städten gelegen (Trabantstädte), Wohncluster, Scheibenhäuser, große Zeilenbauten.

## Spezifizierung von 16 Siedlungstypen (II)

ST	Bezeichnung	Beschreibung
ST7	Blockbebauung	Meist nur in Großstädten, oft Stadtrandbebauung, regelmäßiges Straßennetz
ST8	Citybebauung	Citybebauung meist aus der Zeit der Jahrhundertwende, Häuser nach dem 2. Weltkrieg wiederaufgebaut, meist mit überbauten Innenhöfen, sehr hohe Bebauungsdichte, Gebäude enthalten vorwiegend Büros und Geschäfte, meist an historische Altstadt angrenzend.
ST9	Historische Altstadt	Mittelalterlicher Stadtkern, hohe Bebauungsdichte, zentrale Lage, geschlossene Bebauung, verwinkelte Straßen, zahlreiche Kirchen.
ST10a	Große öffentliche Sonderbauten	Große Einzelbauten, ungewöhnliche Grundrissformen, meistens freistehend, oft in Großstädten (z. B. Universität, große Kliniken, Museen, Forschungseinrichtungen), Gebäudegrundfläche $\geq 2.500 \text{ m}^2$ .
ST10b	Kleine öffentliche Sonderbauten	Kleinere Einzelgebäude (Schulen, Kindergärten, Stadtverwaltung, Kirchen, Hallenbäder, kleine Kliniken), Grundfläche des Gebäudes $\leq 2.500$ .
ST11a	Industriebauten	Industriebauten mit unregelmäßigen Grundrissen, meist in verkehrsgünstiger Lage gelegen (Bahnanschluss), Prozesswärmebedarf.
ST11b	Gewerbe- und Dienstleistungsgebäude	Industriebauten mit unregelmäßigen Grundrissen ohne Prozesswärmebedarf.
ST12	Sonstige Versorgungsgebäude	Meist Einzelgebäude in Stadtrandlage mit zugehöriger großer Sonderfläche (z.B. Sportgelände, Gärtnerei).

## Unterteilung der Siedlungsfläche in Siedlungstypen anhand topologischer Karten

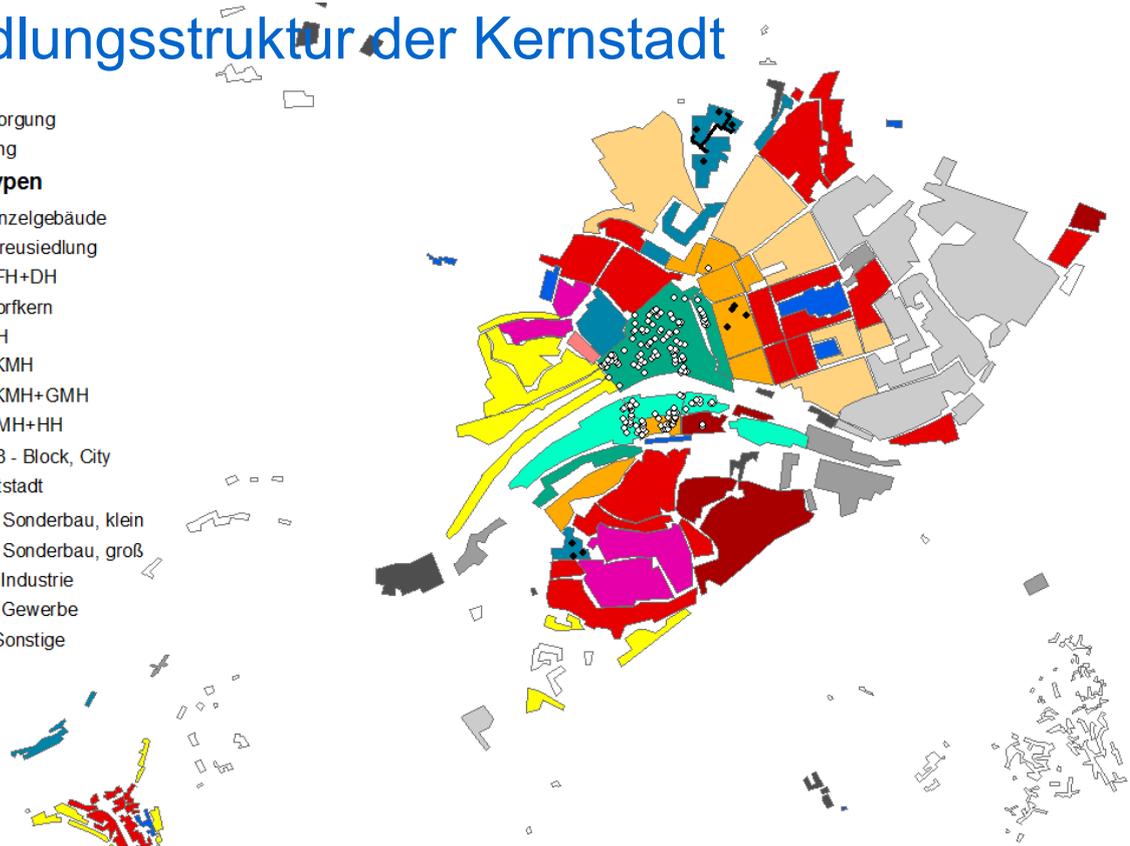
**Kernstadt**
**Ergenzingen**


# Siedlungsstruktur der Kernstadt

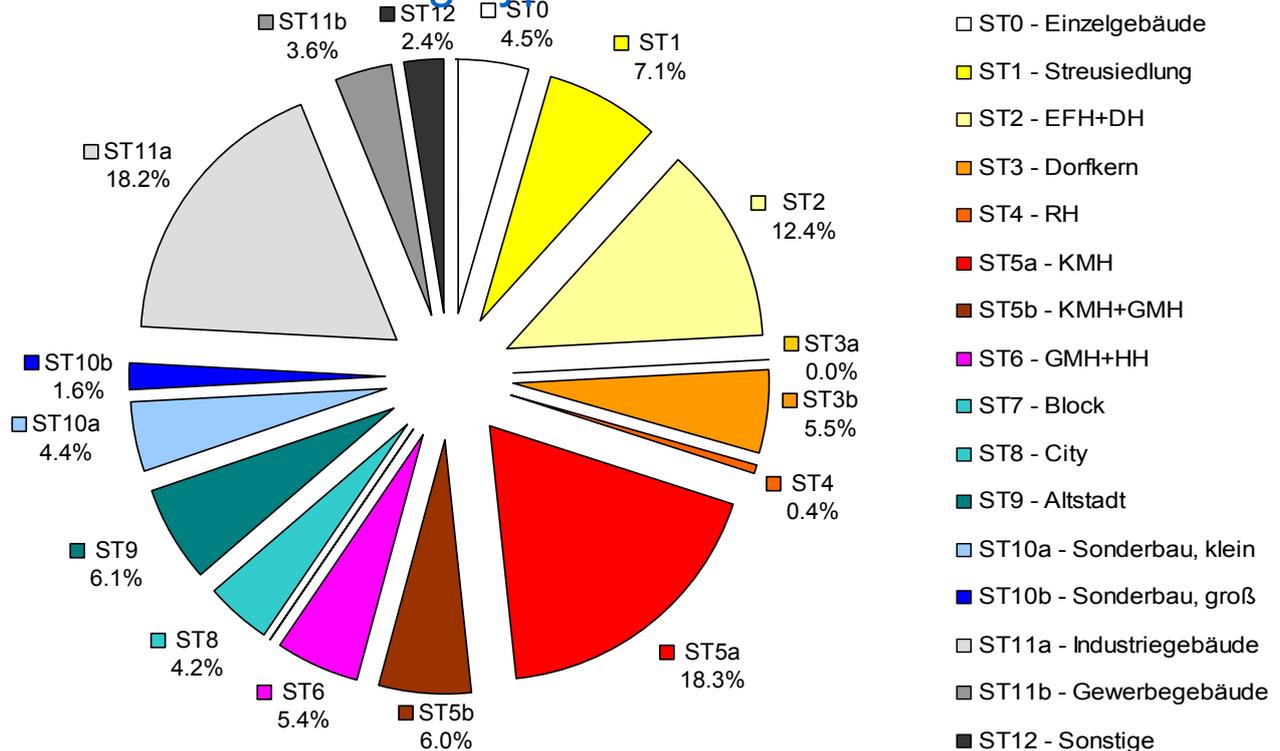
- FWVorsorgung
- ◊ Sanierung

## Siedlungstypen

- ST0 - Einzelgebäude
- ST1 - Streusiedlung
- ST2 - EFH+DH
- ST3 - Dorfkern
- ST4 - RH
- ST5a - KMH
- ST5b - KMH+GMH
- ST6 - GMH+HH
- ST7-ST8 - Block, City
- ST9 - Altstadt
- ST10a - Sonderbau, klein
- ST10b - Sonderbau, groß
- ST11a - Industrie
- ST11b - Gewerbe
- ST12 - Sonstige

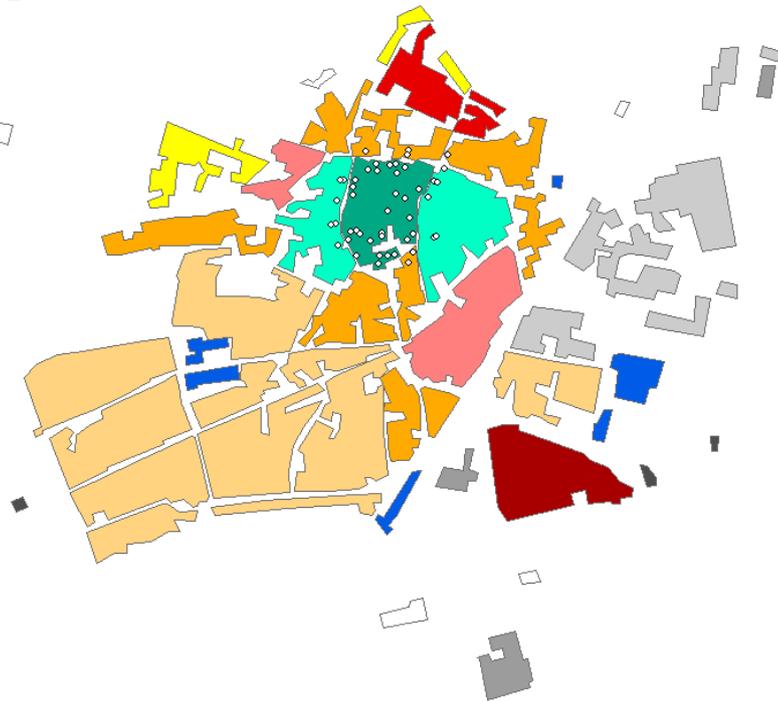


# Anteile der Siedlungstypen in der Kernstadt

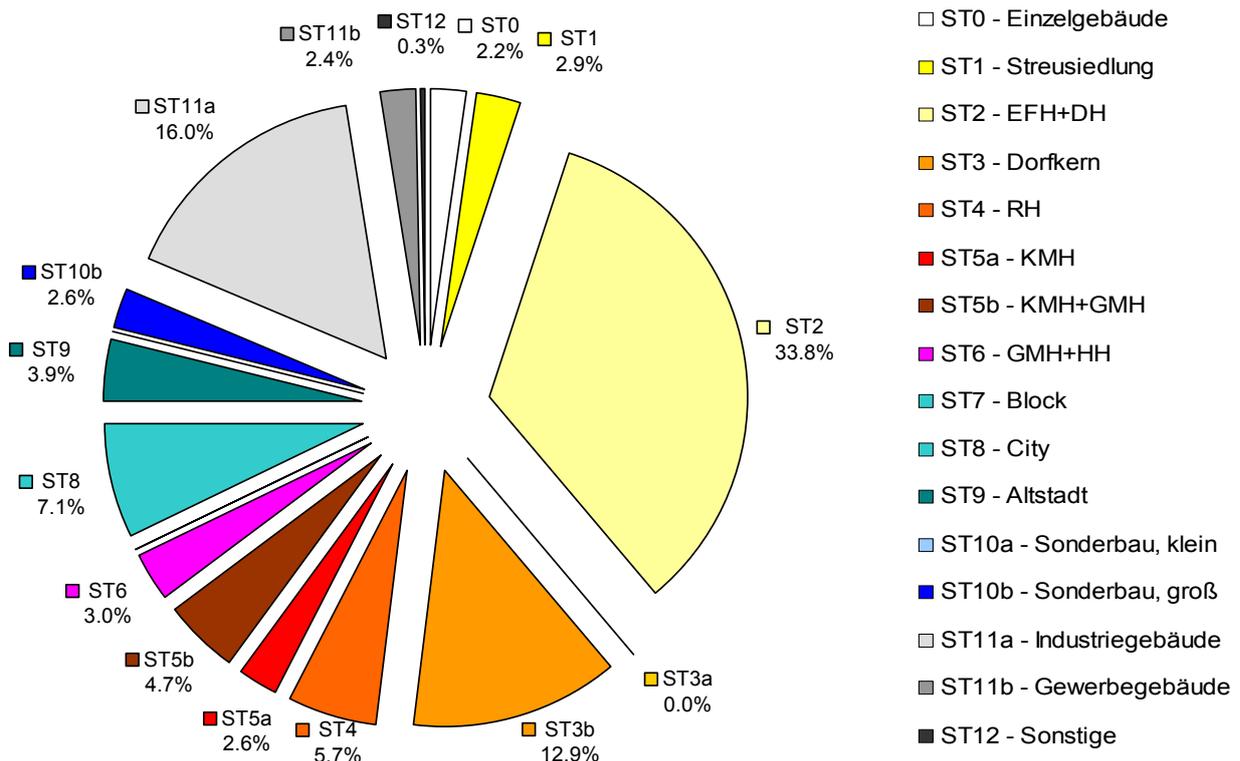


# Siedlungsstruktur des Stadtteils Ergenzingen

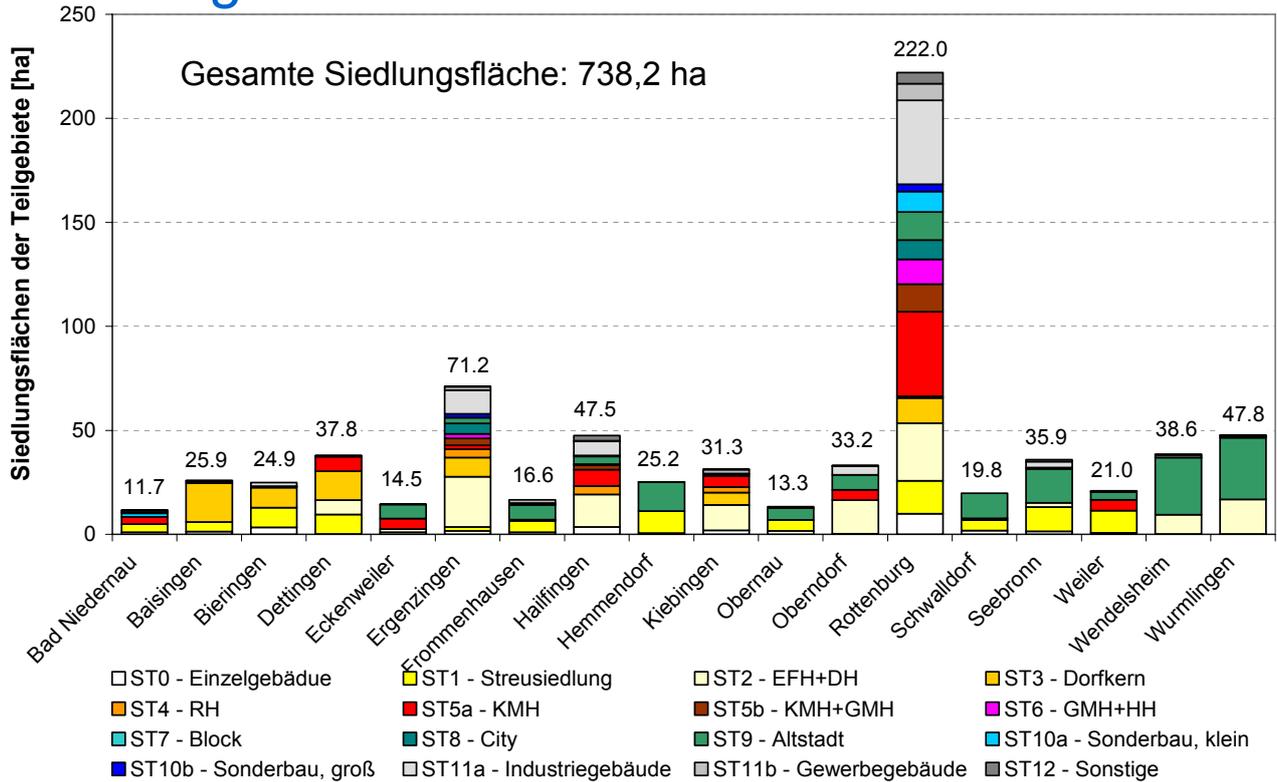
- FWVersorgung
  - ◊ Sanierung
- Siedlungstypen**
- ST0 - Einzelgebäude
  - ST1 - Streusiedlung
  - ST2 - EFH+DH
  - ST3 - Dorfkern
  - ST4 - RH
  - ST5a - KMH
  - ST5b - KMH+GMH
  - ST6 - GMH+HH
  - ST7-ST8 - Block, City
  - ST9 - Altstadt
  - ST10a - Sonderbau, klein
  - ST10b - Sonderbau, groß
  - ST11a - Industrie
  - ST11b - Gewerbe
  - ST12 - Sonstige



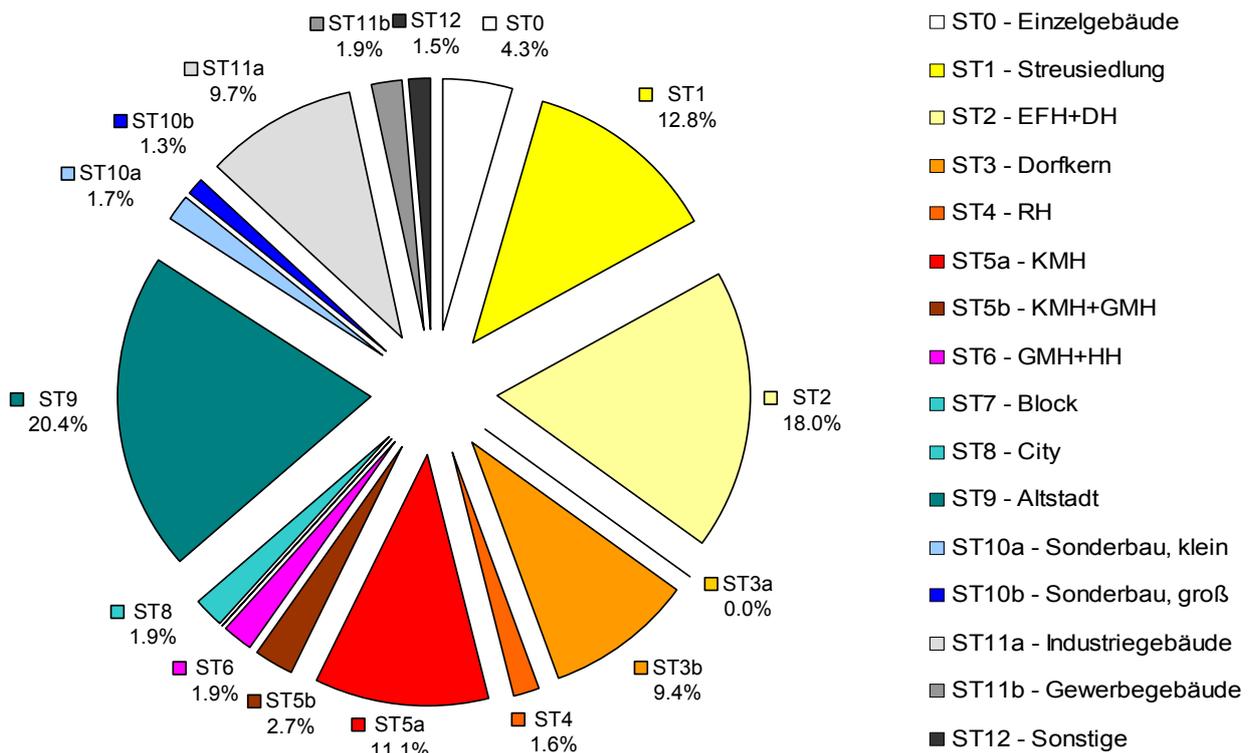
# Anteile der Siedlungstypen im Stadtteil Ergenzingen



# Siedlungsflächen nach Stadtteilen



# Anteile der Siedlungstypen in Rottenburg a. Neckar



## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- Erfassung der Siedlungsstruktur
- **Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte**
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Nichtwohngebäude
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung

## Spezifischer Nutzwärmebedarf pro Siedlungstyp

Bezeichnung des Siedlungstyps	Einheit	Frei-stehende Einzelgebäude	Lockere offene Bebauung (Streusiedlung)	Einfamilienhäuser- u. Doppelhäuser-Siedlung	Dorfkern	Reihenhäuser	Siedlung kleiner Mehrfamilienhäuser	Zeilenbebauung mit kleinen und großen Mehrfamilienhäuser	Zeilenbebauung mit großen Mehrfamilienhäuser oder Hochhäuser	Blockbebauung	Citybebauung	Historische Altstadt
Kurzbezeichnung	-	ST 0	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 5a	ST 5b	ST 6	ST 7	ST 8	ST 9
<b>Beschreibung Gebäude</b>												
Anzahl der Gebäude pro km <sup>2</sup>	[1/km <sup>2</sup> ]	5	766	1257	1555	1767	1524	1172	720	1513	901	2293
Vollbenutzungsstunden	[h/a]	1900	2000	2000	1950	2000	1900	1900	1900	1900	1800	2000
Gleichzeitigkeitsfaktor	[-]	1.00	0.90	0.85	0.80	0.85	0.80	0.75	0.70	0.80	0.70	0.80
Höchsteleistung der Wärmebedarfsdichte	[MW <sub>th</sub> /km <sup>2</sup> ]	0.16	8.6	11.0	17.7	14.6	30.1	33.8	42.5	47.7	55.9	48.8
Max. Wärmeverbrauchsichte	[GWh/km <sup>2</sup> a]	0.31	19	26	43	34	72	86	115	113	144	122

- Sanierete Gebäude gehen mit verminderten Bedarfswerten in die Rechnung ein.
- Öffentliche Sonderbauten, Industriebetriebe und Dienstleistungsbauten (ST 10 – ST 12) werden gesondert erfasst und sind in dieser Darstellung nicht mit enthalten.

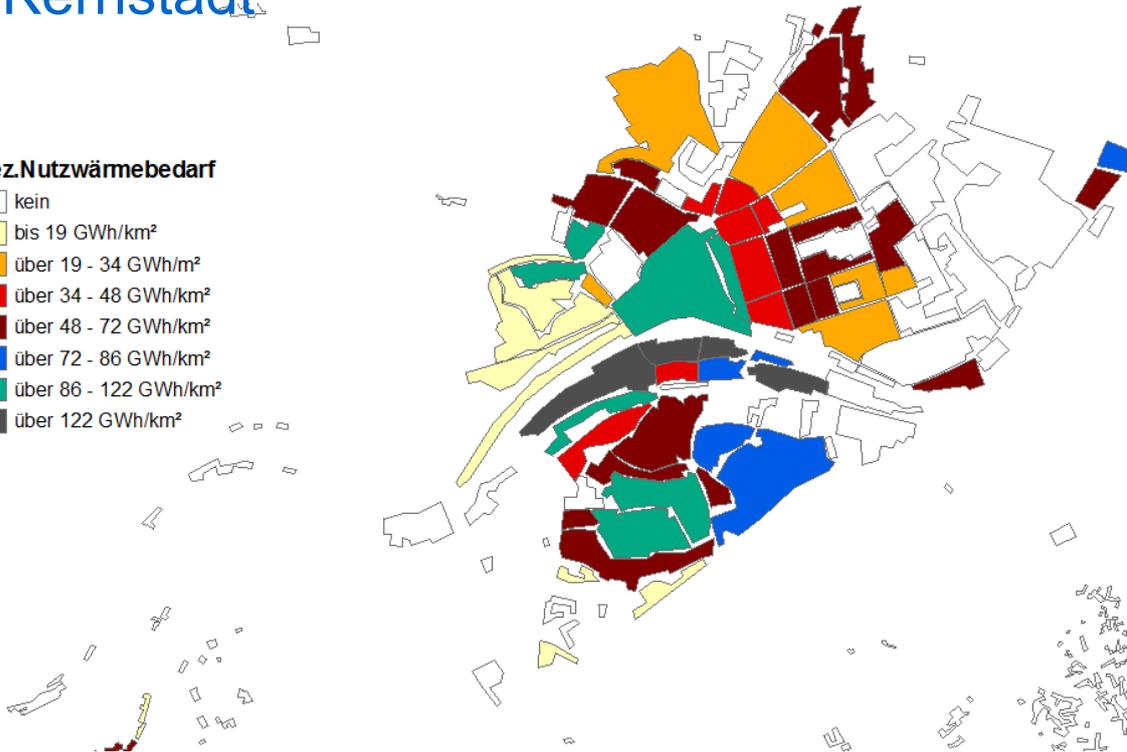
Quelle: Wärmeatlas Baden-Württemberg, Eigene Berechnungen.



# Spez. Wärmebedarf der Siedlungsflächen in der Kernstadt

## Spez. Nutzwärmebedarf

- kein
- bis 19 GWh/km<sup>2</sup>
- über 19 - 34 GWh/km<sup>2</sup>
- über 34 - 48 GWh/km<sup>2</sup>
- über 48 - 72 GWh/km<sup>2</sup>
- über 72 - 86 GWh/km<sup>2</sup>
- über 86 - 122 GWh/km<sup>2</sup>
- über 122 GWh/km<sup>2</sup>

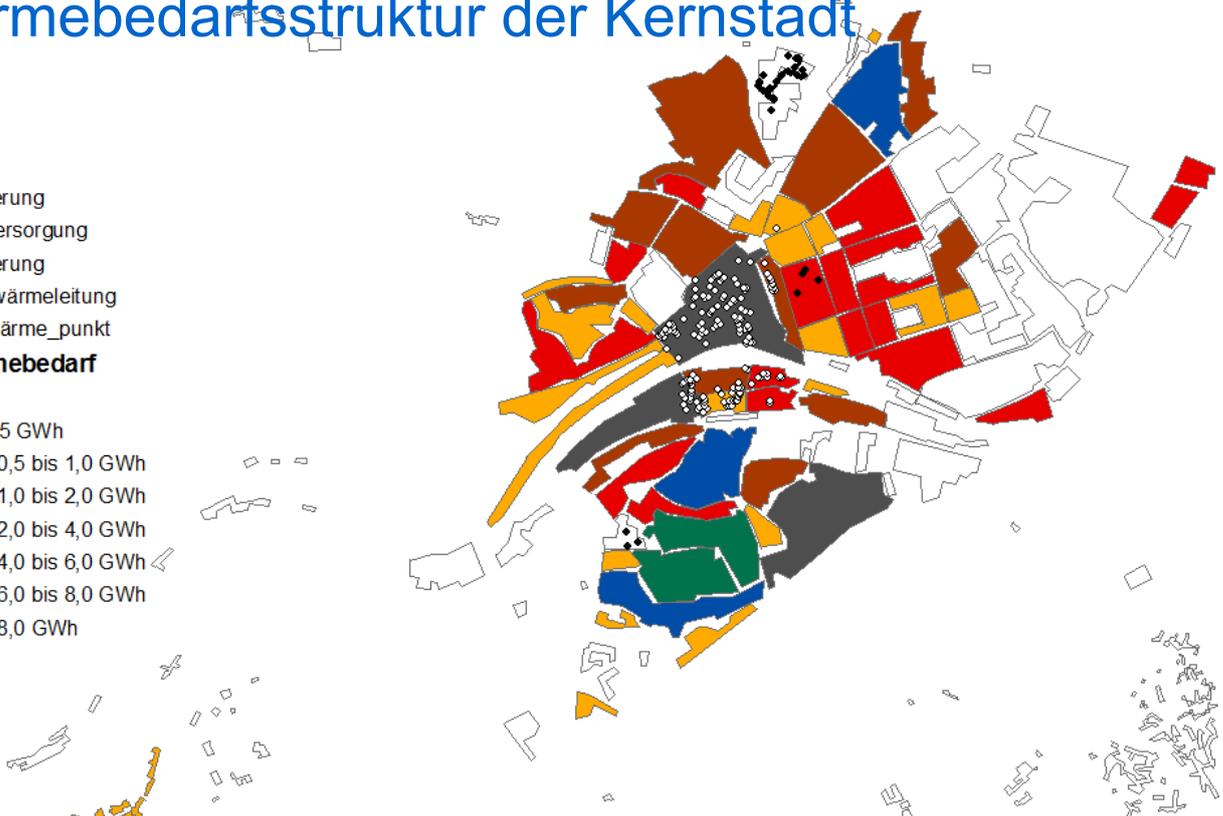


# Wärmebedarfsstruktur der Kernstadt

- ◊ Sanierung
- FWVersorgung
- ◊ Sanierung
- Fernwärmeleitung
- fernwärme\_punkt

## Nutzwärmebedarf

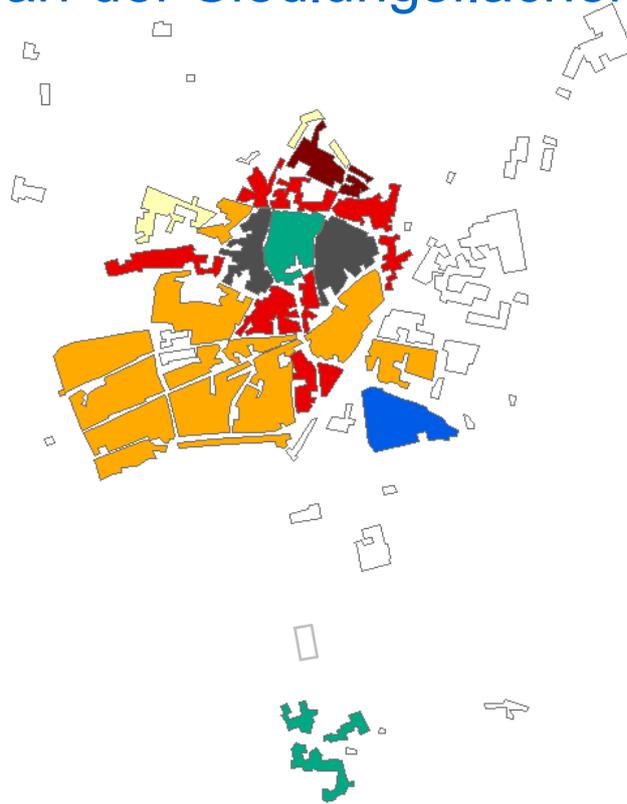
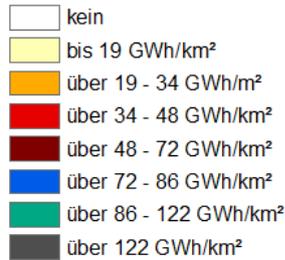
- kein
- bis 0,5 GWh
- über 0,5 bis 1,0 GWh
- über 1,0 bis 2,0 GWh
- über 2,0 bis 4,0 GWh
- über 4,0 bis 6,0 GWh
- über 6,0 bis 8,0 GWh
- über 8,0 GWh





# Spez. Wärmebedarf der Siedlungsflächen in Ergenzingen

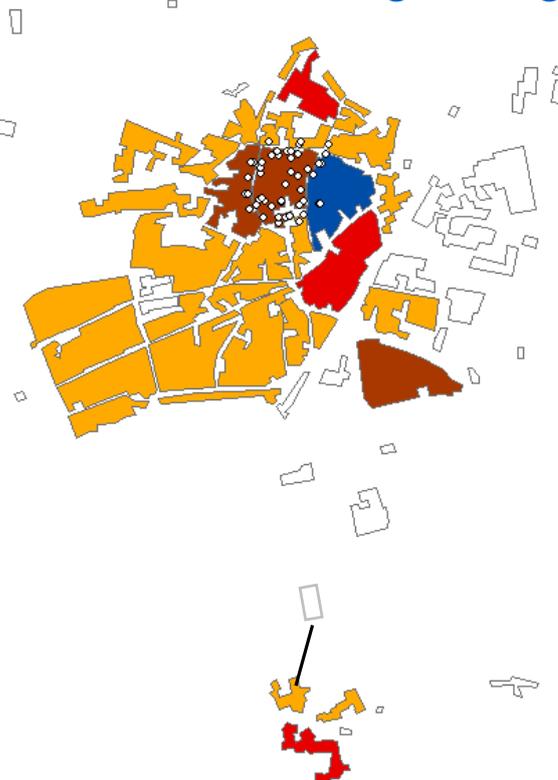
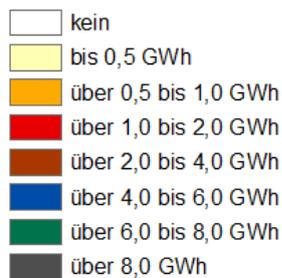
## Spez.Nutzwärmebedarf



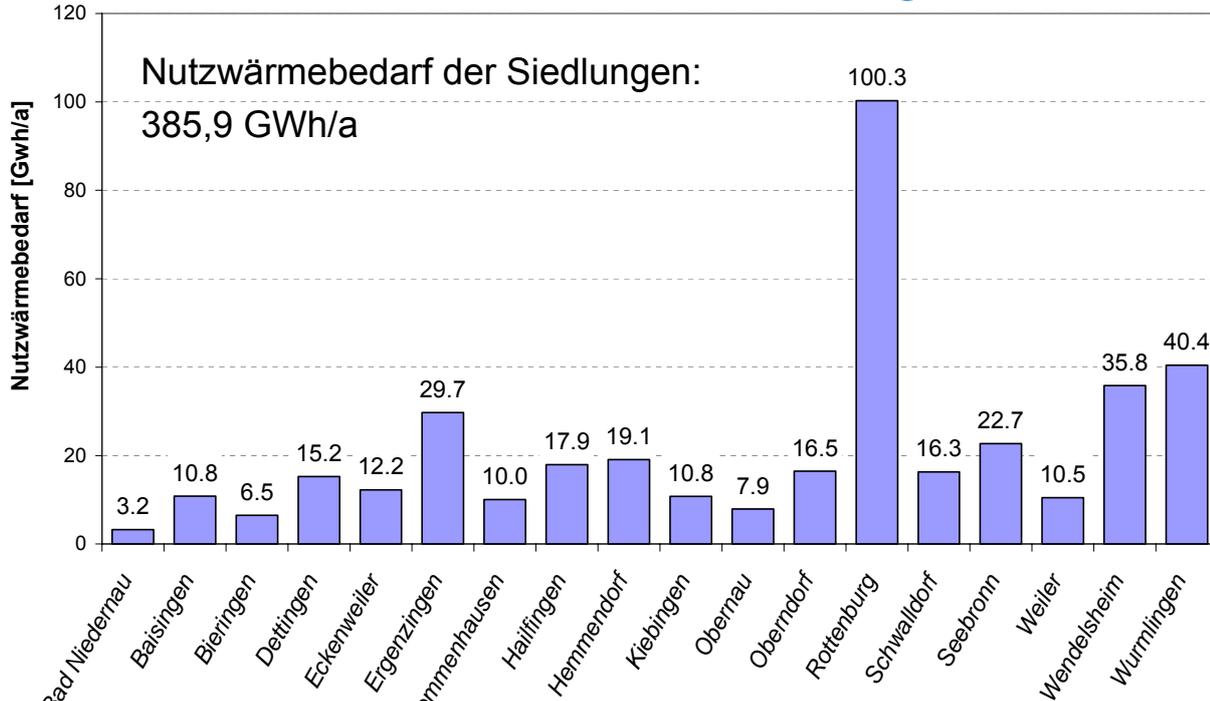
# Wärmebedarfsstruktur des Stadtteils Ergenzingen

- ◇ Sanierung
- ◆ FWVversorgung
- ◇ Sanierung
- Fernwärmeleitung
- ◆ fernwärme\_punkt

## Nutzwärmebedarf



## Nutzwärmebedarf der Stadt Rottenburg am Neckar



- Zum Vergleich: Endenergieverbrauch der 28 öffentlichen Gebäude, die im Energiebericht erfasst sind: 4,98 GWh/a.

## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- Erfassung der Siedlungsstruktur
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte
- **Bestimmung des Nutzwärmebedarfs des Nichtwohnbereichs**
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung



## Wärmebedarfsermittlung des Nichtwohnbereichs

- Der Nichtwohnbereich umfasst die Bereiche kommunale Dienste, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) und Industrie.
- Die Genauigkeit der Wärmebedarfsermittlung ist abhängig von der Verfügbarkeit der Eingabedaten (Messwerte, Flächen- und Mitarbeiterdaten).
- Daten zur ortsteilspezifischen Beschäftigungssituation nach Sektoren können bei der Bundesarbeitsagentur kostenpflichtig bezogen werden.
- Für die Bereiche kommunale Dienste und GHD ist der Nutzwärmebedarf in die Bereiche Raumwärme und Warmwasserbereitung unterteilt.
- Für die Industrie ist eine zusätzliche Unterteilung des Prozesswärmebedarfs in Anwendungs- und Temperaturklassen (NT, MT und HT) möglich.



## Methoden der Wärmebedarfsermittlung im Nichtwohnbereich - Industrie

- Mitarbeiterbezogene Methode (geringe Genauigkeit):** für verschiedene Industriebranchen sind mitarbeiterspezifische Wärmebedarfswerte hinterlegt. Durch Kombination von Branche und Mitarbeiterzahlen ist der Nutzwärmebedarf nach Temperaturklassen bestimmt. Bei nicht branchenspezifisierten Daten ist ein Durchschnittswert pro Mitarbeiter angesetzt.
- Prozessspezifische Methode (mittlere Genauigkeit):** In Abhängigkeit der Produktionsmenge ist der Wärmebedarf für Einzelprozesse für verschiedene Betriebe in Abhängigkeit der Prozesstemperatur definiert.
- Messwerte (hohe Genauigkeit):** Der Wärmebedarf für einzelne Betriebe kann aus Messwerten entnommen werden.



## Methoden der Wärmebedarfsermittlung im Nichtwohnbereich – GHD, kommunale Objekte

- i. Mitarbeiterbezogene Methode (geringe Genauigkeit):** Es sind Verteilungswerte für unterschiedliche Typgebäude (z. B. Bürogebäude, klein, mittlere Altersklasse) und mitarbeiterspezifische Flächen- und Wärmebedarfswerte für verschiedene Gemeindegrößenklassen definiert (Statistikdaten, Literaturwerte, etc.). Die Wärmebedarfsermittlung erfolgt unter Vorgabe sektorspezifischer Mitarbeiterzahlen.
- ii. Flächenspezifische Methode (mittlere Genauigkeit):** In Abhängigkeit der beheizten Nutzfläche ist der Nutzwärmebedarf für die Gebäudeklassen eines Betriebs über einen gebäude- und flächenspezifischen Wärmebedarf pro Typgebäude ermittelt.
- iii. Messwerte (hohe Genauigkeit):** Der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude kann aus Messwerten entnommen werden.



## Eingesetzte Methoden zur Wärmebedarfsermittlung im Nichtwohnbereich von Rottenburg am Neckar

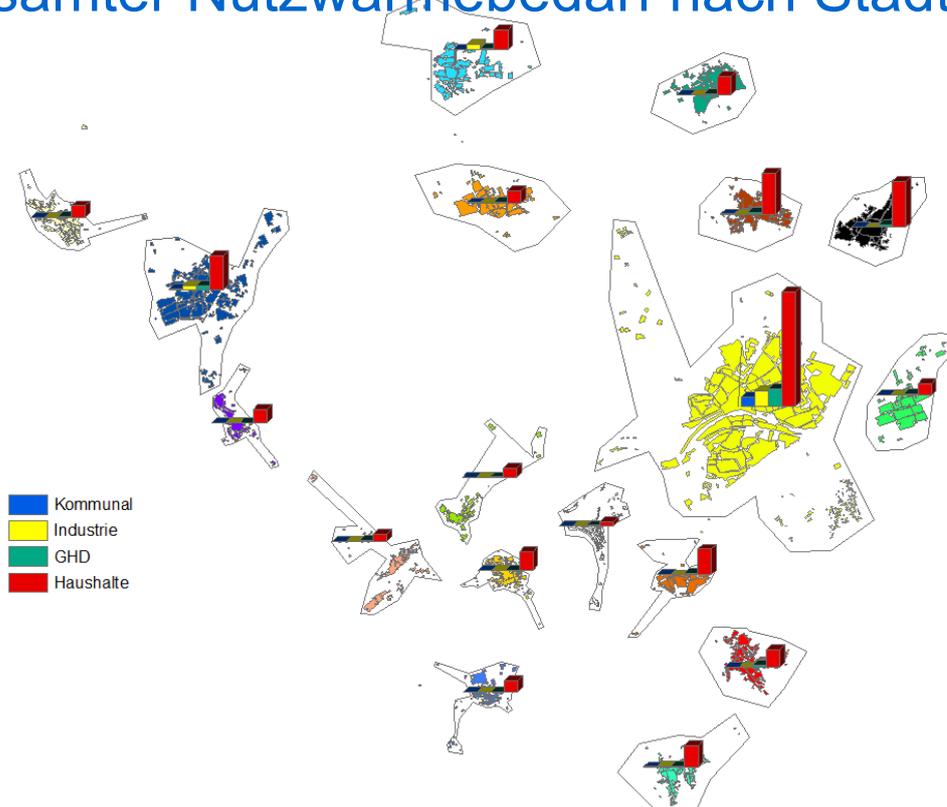
- **Kommunale Objekte:** Die messwertbasierte Ermittlung und die flächenbasierte Methode (ohne Baualtersangaben) finden Anwendung.
- **GHD:** Mitarbeiterspezifische Ermittlung und Umrechnung auf die Stadtteile in Relation zum Einwohnerverhältnis.
- **Industrie:** Mitarbeiterspezifische Ermittlung ohne branchen- und produktionsmengenspezifische Betrachtung.

## Wärmebedarf des Nichtwohnbereichs nach Stadtteilen

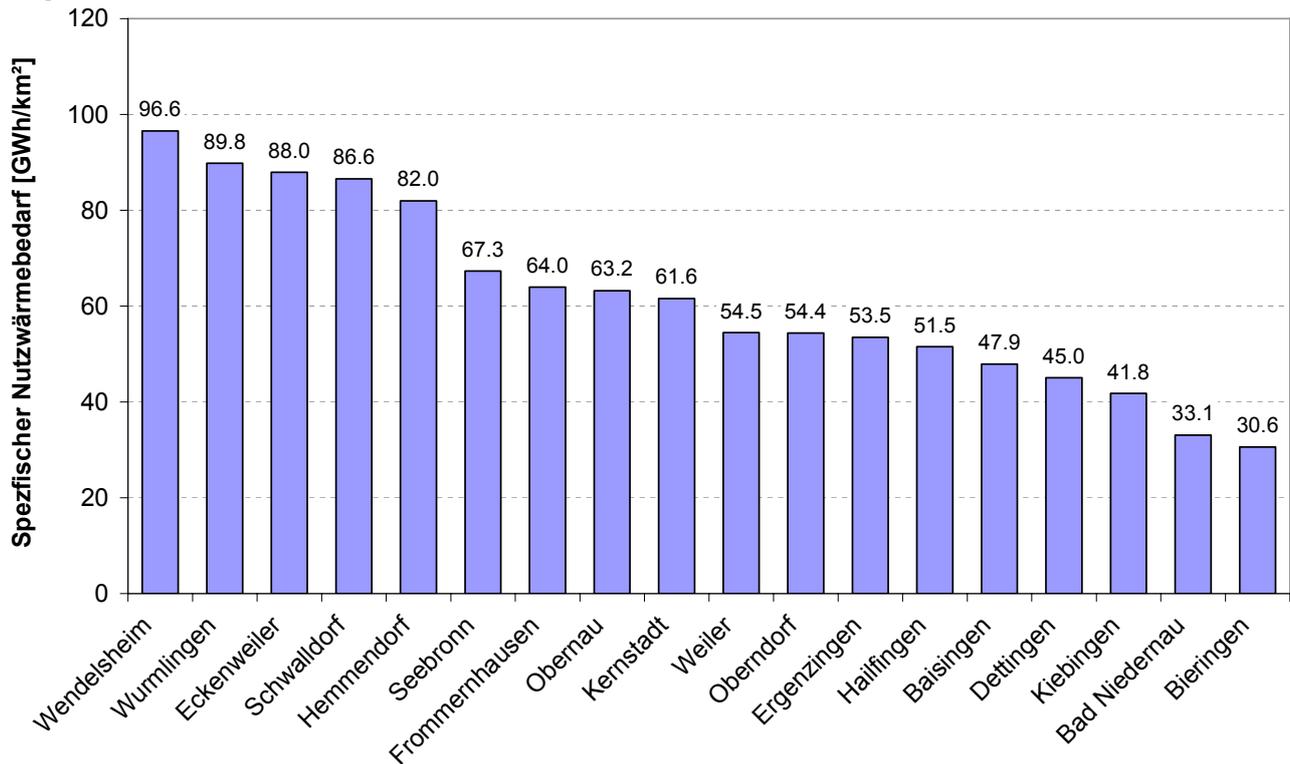
- Gesamtwärmebedarf des Nichtwohnbereichs: 70,7 GWh<sub>th</sub>/a

Stadtteil	Einwohner	Beschäftigte	Wärmebedarf			
		Industrie	kommunal	Industrie	GHD	Summe
		[-]	[MWhth/a]	[MWhth/a]	[MWhth/a]	[MWhth/a]
Kernstadt	19.256	817	7.961	13.088	15.290	36.339
Bad Niedernau	569	0	199	0	452	651
Baisingen	1.281	1	529	27	1.017	1.573
Bieringen	683	16	204	419	542	1.165
Dettingen	1.766	8	197	210	1.402	1.809
Eckenweiler	507	0	101	0	403	504
Ergenzingen	4.160	273	1.160	3.893	3.303	8.356
Frommernhausen	472	0	192	0	375	567
Hailfingen	1.602	287	264	5.003	1.272	6.539
Hemmendorf	847	1	253	681	673	1.607
Kiebingen	2.011	2	644	52	1.597	2.293
Obernau	498	0	151	0	395	546
Oberndorf	1.475	26	300	96	1.171	1.567
Schwalldorf	792	0	233	0	629	862
Seebrohn	1.695	0	139	0	1.346	1.485
Weiler	1.071	0	101	0	850	951
Wendelsheim	1.552	0	167	0	1.232	1.399
Wurmlingen	2.515	3	474	0	1.997	2.471
<b>Summe</b>	<b>42.752</b>	<b>1.434</b>	<b>13.269</b>	<b>23.469</b>	<b>33.947</b>	<b>70.685</b>

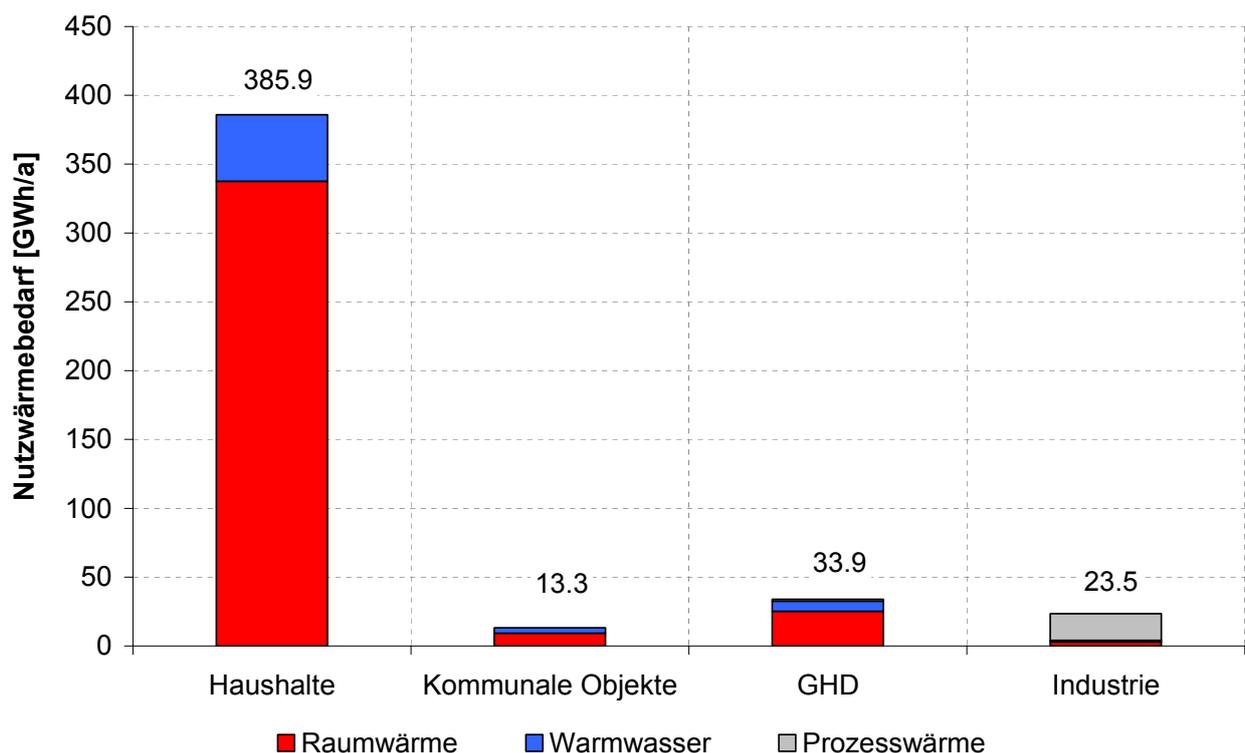
## Gesamter Nutzwärmebedarf nach Stadtteilen



## Spezifischer Nutzwärmebedarf nach Stadtteilen



## Nutzwärmenachfrage nach Sektoren





## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- Erfassung der Siedlungsstruktur
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs des Nichtwohnbereichs
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung



## Vorgehensweise Potenzialerhebung Wärme

Energie-träger	Methodik
Solarthermie	<ul style="list-style-type: none"><li>● Berücksichtigung von Dachflächen gemäß Siedlungstypenstruktur</li></ul>
Geothermie	<ul style="list-style-type: none"><li>● auf Basis hydrogeologischer Übersichtskarte von BW mit Klasseneinteilung</li><li>● ausschließlich oberflächennahe (bis 400 m) Geothermie</li><li>● Berücksichtigung der Nutzung von 1 % der verfügbaren Fläche</li></ul>
Stroh	<ul style="list-style-type: none"><li>● anhand statistischer Angaben zu Anbauflächen und Erträgen von Getreide und Raps</li></ul>
Holz	<ul style="list-style-type: none"><li>● nach Wärmeatlas BW, ergänzt um für die Stadt Rottenburg spezifische Daten zum Holzeinschlag</li></ul>



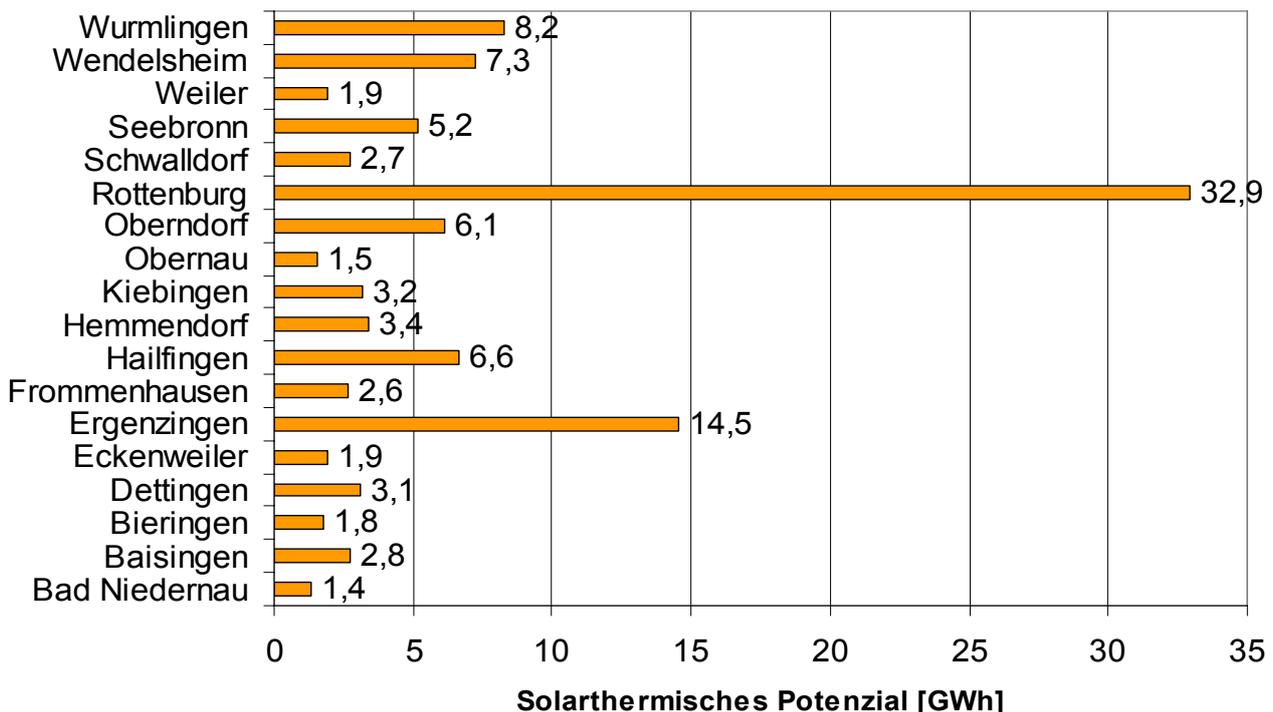
# Vorgehensweise Potenzialerhebung Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Energie-träger	Methodik
Holz	• nach Wärmeatlas BW, ergänzt um für die Stadt Rottenburg spezifische Angaben zum Holzeinschlag
tierische Exkreme	• anhand statistischer Daten zu Viehbestand
Energie-pflanzenanbau	• begrenzt auf 10 % der ackerbaulichen Flächen (Maisanbau für Biogasanlagen)
häuslicher Bioabfall	• anhand statistischer Angaben zu einwohnerspezifischen Mengen an Bioabfällen



# Solarthermisches Potenzial nach Stadtgebieten

Summe: 107,1 GWh/a.





# Holzpotenziale in Rottenburg am Neckar

- Intensive Nutzung des Brennholzes und Teile des Derbholzes aus dem Wald.

<b>Wald- und Waldrestholz</b>		
Gesamtmenge Brennholz, Derbholz, Reisholz	FM/a	10.425
	t(atro)/a	5.629
Nutzbares Energieträgerpotenzial "Waldholz"	GWh/a	24,6
<b>Landschaftspflegeholz (holzartiges Grüngut)</b>		
	t(atro)/a	2.904
Nutzbares Energieträgerpotenzial „Landschaftspflegeholz“	GWh/a	14,9
<b>Industrie- und Sägerestholz</b>		
	t(atro)/a	1.122
Technisch nutzbarer Anteil	%	75
Nutzbares Ind.- und Sägerestholz	t(atro)/a	842
Nutzbares Energieträgerpotenzial „Ind./Sägerestholz“	GWh/a	4,3
<b>Abfall- und Gebrauchtholz</b>		
	t(atro)/a	4.274
Technisch nutzbarer Anteil	%	25
Nutzbares Abfall- und Gebrauchtholz	t(atro)/a	1.069
Nutzbares Energieträgerpotenzial „Altholz“	GWh/a	5,5
<b>Summe Energieträgerpotenzial Holz</b>		
	<b>t(atro)/a</b>	<b>10.443</b>
	<b>GWh/a</b>	<b>49,3</b>



# Potenziale der Wärmebereitstellung aus Holz

## Annahmen:

- Das Brennholz aus dem Wald wird vollständig in Privathaushalten genutzt.
- Die weiteren Holzsortimente werden zu 67 % in Heizwerken und zu 33 % in KWK- Anlagen genutzt.

## Potenziale der Wärmebereitstellung aus Holz:

Holzheizungen in Privathaushalten	GWh/a	10,93
Heizwerke	GWh/a	19,03
KWK-Anlagen	GWh/a	5,03
Summe	GWh/a	35,0

## Bestimmung des geothermischen Wärmeangebots (Erdwärmesonden)

- Unterteilung nach Klassen von Untergrundverhältnissen

Nr.	Untergrundverhältnisse	Sondentiefe [m]
Klasse 1	Ohne Tiefenbeschränkung hydrogeologisch günstig.	400
Klasse 2	Bis 200 m hydrogeologisch günstig	200
Klasse 3	Bis 100 m hydrogeologisch günstig	100
Klasse 4	Unter 100 m und nach Einzelfallprüfung hydrogeologisch günstig.	40
Klasse 5	Hydrogeologisch nur eingeschränkt günstig bis problematisch.	-
Klasse 6	Ungeklärt oder stark wechselnd	-
Klasse 7	Ausschlussflächen	-

## Bestimmung des geothermischen Wärmeangebots (Erdwärmesonden)

- Klassen 1, 3 und 6 sind im Untersuchungsgebiet nicht enthalten.

		Klasse 2	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 7
Anteil am Untersuchungsgebiet	[%]	1,6 %	41,9 %	0,6 %	55,9 %
Fläche	[ha]	16,35	432,46	5,95	573
nutzbare Fläche (1%)	[ha]	0,16	4,32		
Anzahl Sonden (bei 100 m <sup>2</sup> je Sonde)	[-]	17	433		
Sondentiefe	[m]	200	40		
Geothermisches Wärmeangebot	[GWh]	<b>0,3</b>	<b>2,70</b>		

## Geothermisches Potenzial zur Wärmebereitstellung mittels tiefer Erdwärmesonden

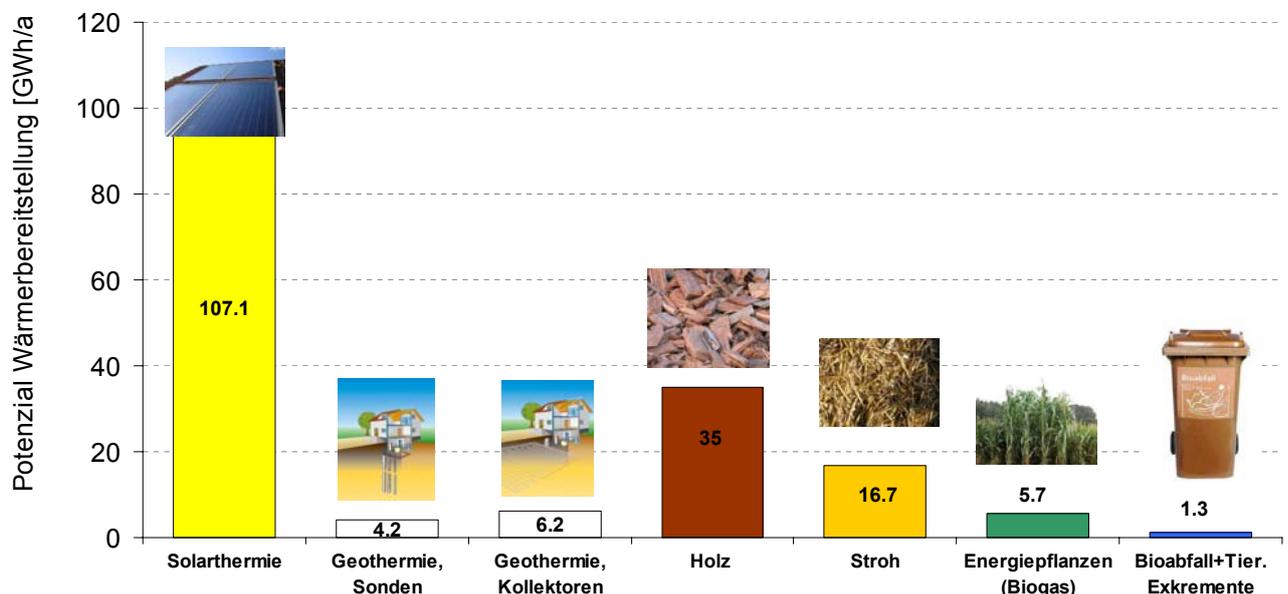
- Das geothermische Wärmeangebot wird mit Hilfe einer Wärmepumpe genutzt. Daraus folgt das geothermische Wärmebereitstellungspotenzial.

Geothermisches Wärmeangebot	3,0	GWh
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	3,5	
Energiebereitstellung mittels Wärmepumpen	4,2	GWh
Antriebsenergie Wärmepumpen	1,2	GWh <sub>el</sub>
<b>Potenzial Geothermie</b>	<b>4,2</b>	<b>GWh</b>

- Bei Nutzung von 1 % der Siedlungsfläche und einer Jahresarbeitszahl von 3,5 der Wärmepumpe berechnet sich das geothermische Potenzial zu 4,2 GWh.
- Werden alternativ 5 % der Siedlungsfläche für die Nutzung der Geothermie unterstellt und bei einer Jahresarbeitszahl von 3,5 der Wärmepumpe berechnet sich das geothermische Potenzial zu 21,2 GWh.

## Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung in Rottenburg am Neckar

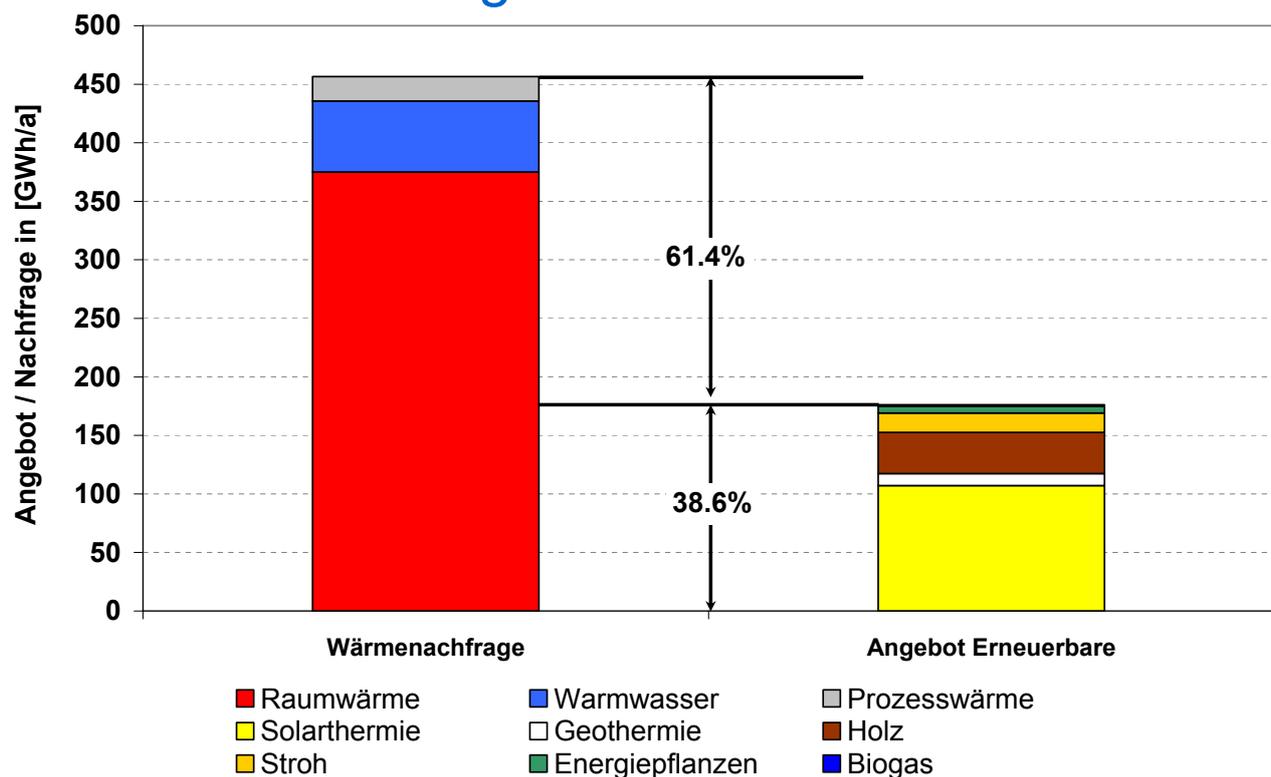
- Gesamtpotenzial der Wärmebereitstellung auf Nutzenergiebasis: 176 GWh.



## Agenda

- Motivation und Zielsetzung
- Prinzipielle Verfahrensarten
- Vorgehensweise zur Bestimmung des Nutzwärmebedarfs
- Erfassung der Siedlungsstruktur
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs der Haushalte
- Bestimmung des Nutzwärmebedarfs des Nichtwohnbereichs
- Potenzialerhebung erneuerbarer Energien
- Zusammenfassung

## Zusammenfassung





## Zusammenfassung

- Für die Stadt Rottenburg am Neckar ist ein gesamter Nutzwärmebedarf von 456,6 GWh/a bestimmt.
- Den Hauptanteil des Wärmebedarfs tragen die Haushalte mit 84,5 % (385,9 GWh/a).
- Für den Nichtwohnbereich ergibt sich ein Nutzwärmebedarf von 70,7 GWh/a, wobei der Hauptanteil mit 48,0 % auf den GHD-Bereich entfällt, gefolgt von der Industrie mit einem Anteil von 33,2 %.
- Das Potenzial zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien beträgt insgesamt 176,2 GWh/a (Nutzenergie), davon entfallen auf Solarthermie 60,8 %, Holz 19,9 %, Stroh 9,5 %, Geothermie 5,9 %, Biogas 3,9 %.
- Das Wärmepotenzial der erneuerbaren Energien könnte 38,6 % der Nutzwärmenachfrage decken.