



OBERSTE BAUBEHÖRDE  
IM BAYERISCHEN  
STAATSMINISTERIUM DES INNERN



ENERGIENUTZUNGSPLAN FÜRSTENFELDBRUCK

Auftraggeber	Große Kreisstadt Fürstentfeldbruck, Regierungsbezirk Oberbayern
Zeitraum	2008 bis 2011
Schwerpunkte	Erstellung eines Energienutzungsplans für das Stadtgebiet <ul style="list-style-type: none"><li>• Ermittlung des Wärme- und Strombedarfs</li><li>• Ermittlung der Energieinfrastruktur</li><li>• Ermittlung der Potentiale erneuerbarer Energien, der Fernwärme und der Kraft-Wärme-Kopplung</li><li>• Konzeptentwicklung zur Wärme- und Stromversorgung und zur Sanierung</li></ul>
Planung	Technische Universität München Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen, Forschungsbereich Energienutzungsplan Projektleitung von Seiten der Kommune: Stadtbaurat Martin Kornacher und Dr. Ulrike Strauch, Klimaschutz- und Energiebeauftragte der Stadt und Stadtwerke Fürstentfeldbruck
Förderung	Zuschüsse des Landes für städtebauliche Planungen und Forschungen



Abb. 1: Blick auf die Hauptstraße von Fürstenfeldbruck

## 1) HINTERGRUND UND ZIEL

Die Große Kreisstadt Fürstenfeldbruck und die Stadtwerke Fürstenfeldbruck GmbH haben sich zum Ziel gesetzt, einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Mit der Mitgliedschaft beim Klima-Bündnis e. V. und Konvent der Bürgermeister hat sich die Stadt Fürstenfeldbruck verpflichtet, u. a. die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 gegenüber 1990 um mindestens 20% zu senken. Neben dem Klimaschutz machen zudem steigende Energiekosten einen sparsamen Umgang mit Energien unabdingbar.

Um die gesetzten Klimaschutzziele erreichen zu können, sind Strategien bezüglich der Energieeinsparung, der Energieeffizienzsteigerung und dem Ausbau erneuerbarer und regionaler Energien notwendig. Zur Entwicklung und Umsetzung dieser Strategien eignet sich ein Energienutzungsplan (ENP) als Planungsgrundlage. Ziel des ENP ist v. a., ein Konzept zur Deckung des Energiebedarfs im Gebäudebestand zu entwickeln.

Die Stadt und Stadtwerke Fürstenfeldbruck beauftragten 2008 den Lehrstuhl für Bauklimatik der TU München (Prof. Dr.-Ing. Hausladen), den ENP Fürstenfeldbruck zu erstellen. Das Projekt startete im März 2009. Der ENP stellt die Grundlage zur Entwicklung eines Klimaschutzkonzepts für Fürstenfeldbruck mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen im Rahmen des Konvents der Bürgermeister dar.

## 2) BESTANDTEILE

Der ENP setzt sich aus

- einer Bestands- und Potentialanalyse (Energiebedarf, Energieinfrastruktur, Deckung des Energiebedarfs, erneuerbare Energienpotentiale, Fernwärme-, Kraft-Wärme-Kopplungs (KWK)- und Sanierungspotential),
- einer Konzeptentwicklung und
- Handlungsmöglichkeiten der Bauherren und der Stadt zusammen.

Alle Analysen beziehen sich dabei ausschließlich auf das Stadtgebiet Fürstenfeldbruck und das Jahr 2009. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem räumlich verteilten und gebäudeabhängigen Wärmebedarf und dessen Deckung durch erneuerbare Energien. Speziell für Fürstenfeldbruck wurde ein zusätzlicher Schwerpunkt auf die Deckung des Wärmebedarfs durch Fernwärme gelegt. Des Weiteren standen der Strombedarf und dessen Deckung durch erneuerbare Energien und KWK sowie das Energieeinsparpotential durch Sanierung im Wohngebäudebestand im Fokus.

Der Sektor Verkehr ist kein Bestandteil des Energienutzungsplans. Grund hierfür ist, dass sich der dynamische und stadtübergreifende Sektor Verkehr nicht auf einen statischen Plan und auf das Stadtgebiet allein reduzieren lässt. Als eine der Haupt-CO<sub>2</sub>-Emissionsquellen und als ein komplexes Thema sind für den Sektor Verkehr eigene Strategien zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu entwickeln.

Neben der Konzeptentwicklung im Rahmen des Energienutzungsplans wurde zusätzlich eine CO<sub>2</sub>-Emissionsrechnung für das Jahr 2009 erstellt. Dabei fand die Energieträgerverteilung aus der CO<sub>2</sub>-Bilanz Fürstenfeldbruck aus dem Jahr 2006 Verwendung. Eine unterschiedliche Datengrundlage und Methodik lässt jedoch keinen direkten Ver-

gleich der Ergebnisse zu. Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen dient Kommunen als Orientierung, wie viel Tonnen CO<sub>2</sub> aktuell verbraucht werden und wie viele zukünftig vermieden werden müssen, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Die Werte liefern jedoch keine Grundlage zur Konzeptentwicklung eines Energienutzungsplans. Daher werden im Folgenden ausschließlich die Ergebnisse des Energienutzungsplans Fürstenfeldbruck dargestellt.

### 3) VORGEHEN

#### Wärmebedarf 2009

Zur Wärmebedarfsermittlung der Wohngebäude wurde eine für Fürstenfeldbruck modifizierte Siedlungstypologiemethode angewandt (Abb. 2 - 4). Dabei wurden homogene Siedlungstypen bezüglich des Gebäudetyps, der -nutzung und des Baualters definiert. Anhand dieser Merkmale wurden spezifische Bedarfswerte für Heizung und Warmwasser bestimmt. Unter Berücksichtigung der Bebauungsdichte und Geschossanzahl wurde anschließend der spezifische Wärmebedarf pro Siedlungseinheit rechnerisch ermittelt. Bezüglich der Gebäude- und Siedlungsmerkmale weist Fürstenfeldbruck folgende Besonderheiten auf:

- Gebäudetyp: ca. 10% mehr Mehrfamilienhäuser als im Bundeschnitt;  
>> Mehrfamilienhäuser weisen ein besseres Oberflächen-Volumen-Verhältnis und damit einen geringeren Wärmebedarf als Ein- bzw. Zweifamilienhäuser auf.
- Gebäudesektor: mit 5% geringer Anteil von Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD)/Industrie am Flächenbestand;  
>> möglicherweise geringerer Wärme- und Strombedarf pro Kopf als im Bundesdurchschnitt;
- Baualter: 72% des Wohnflächenbestands stammen aus der Zeit bis zur Ölkrise der 1970er Jahre (Bundesdurchschnitt 41%);  
>> möglicherweise höherer Wärmebedarf, da Gebäude vor der Ölkrise im Urzustand einen niedrigeren energetischen Standard aufweisen als die nach der Ölkrise;
- Satellitensiedlungen aus den Jahren 1935 bis 1945 über Stadtgebiet verteilt;  
>> Wachstum der Stadt nicht ausschließlich vom Zentrum aus;

Für die kommunalen und öffentlichen Liegenschaften standen zumeist aus drei Jahren gemittelte reale Verbrauchswerte zur Verfügung. Fehlende Angaben wurden durch Vor-Ort-Begehungen und über Berechnung in Anlehnung an die Siedlungstypologiemethode ermittelt.

Die realen Verbräuche der energieintensivsten Betriebe wurden durch Befragung während einer Betriebsbesichtigung ermittelt. Für die übrigen Betriebe wurde der Energiebedarf auf Grundlage statistischer Kennzahlen von Verbraucherklassen erfasst. Pro Siedlungseinheit mit Gewerbe wurde ein Durchschnittswärmebedarf mittels einer modifizierten Siedlungstypologiemethode berechnet.

#### Wärmebedarf 2030

Für die Szenarien des zukünftigen Wärmebedarfs 2030 von Wohngebäuden wurde der typische, durchschnittliche Sanierungszyklus von 50 Jahren angenommen. Für Nichtwohngebäude gibt es keine allgemein gültigen Sanierungszyklen. Daher wurden für Nichtwohngebäude drei

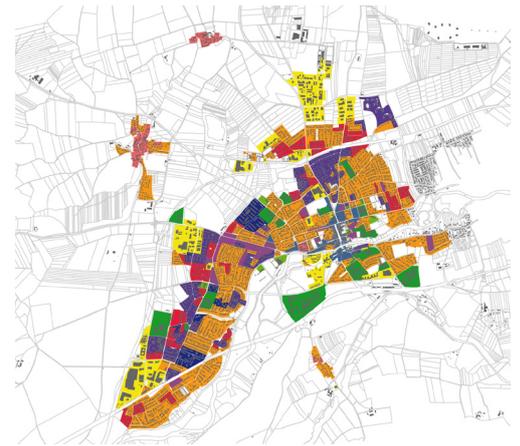


Abb. 2: Siedlungstypologie: Identifizierung von Siedlungstypen

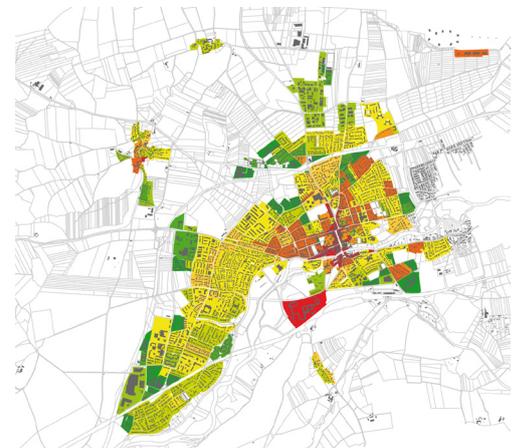


Abb. 3: Baualter: Zuweisung von Baualterklassen pro Siedlungsgebiet

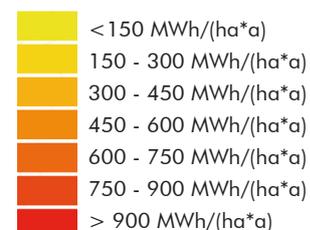
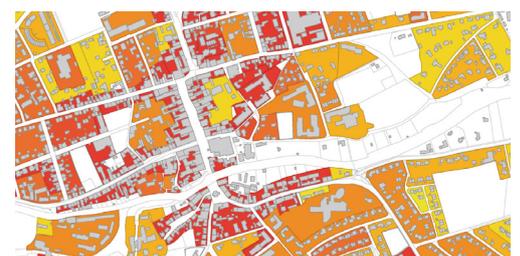


Abb. 4: Siedlungsbezogene Wärmebedarfsermittlung aus Siedlungstypen, Bebauungsdichte und durchschnittlichem Gebäudealter je Siedlungstyp

Annahmen über den Wärmebedarf für 2030 getroffen:  
 Wärmebedarf 2030 = Ist-Bedarf 2009 -0% pauschal  
 Wärmebedarf 2030 = Ist-Bedarf 2009 -20% pauschal  
 Wärmebedarf 2030 = Ist-Bedarf 2009 -50% pauschal

### Wärmebedarf pro Trassenmeter 2009 und 2030

Neben dem spezifischen Wärmebedarf wurde für jede Siedlungseinheit die Wärmeabnahme pro Trassenmeter für 2009 sowie 2030 berechnet. Diese bilden einen entscheidenden Faktor für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes. Der Referenzwert für die Wirtschaftlichkeit, den die Förderstellen BAFA bzw. KfW fordern, liegt bei 0,5 MWh pro Trassenmeter. Ab diesem Wert wird ein Fernwärmenetz empfohlen.

### Strombedarf 2009

Der Strombedarf für das Jahr 2009 wurde von der Stadtwerke Fürstenfeldbruck GmbH zur Verfügung gestellt. Die Datenlage erlaubte eine Unterteilung des Stromverbrauchs nach Wohnen, kommunale Liegenschaften und zusammengefasst GHD/Industrie und private Gebäude mit öffentlicher Nutzung. Im Gegensatz zum Wärmebedarf wurde der Stromverbrauch nicht flächenverteilt ermittelt und verortet dargestellt.

### Energieinfrastruktur

Die vorhandenen Energieerzeugungsanlagen und Wärmenetze wurden durch Umfragen bei der Stadtwerke Fürstenfeldbruck GmbH sowie bei Gewerbe und privaten Gebäuden mit öffentlicher Nutzung identifiziert. Dabei wurde soweit verfügbar die Höhe der Energieerzeugung der jeweiligen Anlagen ermittelt. Zudem lag für Fürstenfeldbruck ein Plan des Erdgasnetzes vor.

### Erneuerbare Energiepotentiale

Die Ermittlung des erneuerbaren Energiepotentials bezieht sich ausschließlich auf das Stadtgebiet Fürstenfeldbruck. Quantitativ wurde das Potential von Solarenergie, Biomasse, Wind, Wasser, Abwasser, Klärschlamm und Müll ermittelt. Wobei letztere zwei im Stadtgebiet erzeugt, jedoch außerhalb des Stadtgebiets zur Strom-Wärmeproduktion verwendet werden. Bei der oberflächennahen Geothermie ist das Potenzial nicht quantifizierbar, da dieses ausschließlich über Einzelmessungen feststellbar ist.

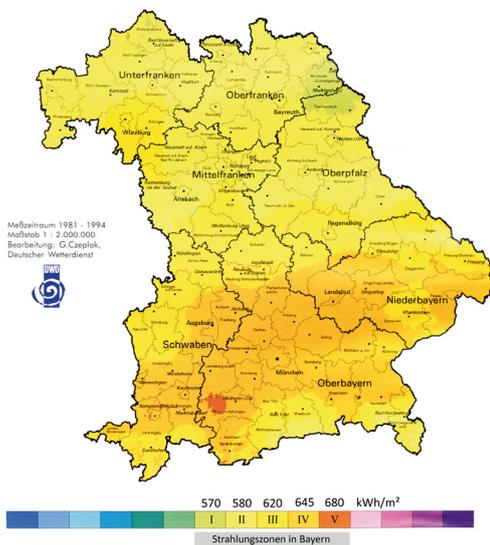


Abb. 5: Strahlungszonen in Bayern. BMWIVT 2010

	Gesamtwärmebedarfsdeckung		Gesamtbrauchwärmewasserbedarfsdeckung	
	Szenario a)	Szenario b)	Szenario a)	Szenario b)
Potenzial Solarthermie [MWh/a]	106.340	26.590	29.900	7.480
Potenzial Photovoltaik [MWh/a]	55.260	61.330	78.190	80.600
Deckung Wärmebedarf 425.370 MWh/a [%]	25	6	7	2
Deckung Strombedarf 123.000 MWh/a [%]	45	50	64	66

Szenario a): Einbindung aller Dachflächen im Gebiet der Stadt  
 Szenario b): Beachtung der Ausweisung von Fernwärmegebieten

Abb. 6: Vergleich der Szenarien zur Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen

Für die Ermittlung des Solarpotentials wurde der für die Zone IV (München, Landshut, Augsburg) entwickelte Wert für die typische nutzbare Solareinstrahlung pro m<sup>2</sup> Gebäudegrundfläche von 645 kWh/(m<sup>2</sup>GFa) herangezogen (s. Abb. 5). Dieser Wert wurde mit der Summe der Grundflächen aller Gebäude in Fürstenfeldbruck multipliziert. Die ermittelte jährlich nutzbare Solareinstrahlung kann entweder zur Wärmeerzeugung über Solarthermie oder zur Stromerzeugung über Photovoltaik genutzt werden. Aufgrund des höheren Wirkungsgrades von Solarthermie gegenüber Photovoltaikanlagen wurde die Nutzung des Solarpotentials für die Wärmeerzeugung priorisiert. Dabei wurde in je einem Szenario die Annahme getroffen, dass 25% des Gesamtwärmebedarfs bzw. 60% des Warmwasserbedarfs durch Solarthermie gedeckt werden. Entsprechend stehen die nicht zur Solarthermienutzung benötigten Dachflächen der Stromerzeugung durch Photovoltaik zur Verfügung. Die beiden Szenarien wurden jeweils zusätzlich um die Annahme erweitert, dass in den Gebieten, in denen der Wärmebedarf pro Trassenmeter hoch genug zur Fernwärmenutzung ist, keine Solarthermie zum Einsatz kommt. Statt-

dessen wird das Solarpotential in diesen Gebieten zur Stromerzeugung über Photovoltaik genutzt (s. Abb. 6).

Das Biomassepotential wurde anhand von Referenz- und Durchschnittswerten für den nutzbaren Anteil für Energiegewinnung über die zur Verfügung stehende land- und forstwirtschaftliche Fläche im Stadtgebiet ermittelt. Das Biomassepotential aus Landschaftspflegematerial wurde über die im Stadtgebiet vorhandenen Grün-, Park- und Sportflächen sowie Friedhöfe und entsprechenden Kennwerte berechnet.

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie wurde qualitativ über Informationen des Wasserwirtschaftsamtes zu Einzelmessungen des Grundwasserflurabstands sowie anhand der Karte „Für oberflächennahe Geothermie nutzbare Wärmequellen und Senken“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2006) festgestellt (s. Abb. 7).

Die Potentiale der Windkraft, der Tiefengeothermie, der Abwärme, der Wasserkraft, der Abwasser, des Klärschlammes und des Mülls wurden entweder durch Studien der Stadt oder Stadtwerke bzw. durch Befragungen ermittelt.

### Fernwärme- und KWK-Potential

Das Fernwärmepotential wurde unter folgenden Annahmen bestimmt:

Szenario I: 100% Wärmebedarfsdeckung in den ausgewiesenen Fernwärmegebieten.

Szenario II: Mittelwert der Wärmebedarfsdeckung aus Szenario I und der heutigen Wärmebedarfsdeckung der Fernwärme jeweils bezogen auf das gesamte Stadtgebiet.

Das KWK-Potential wurde nicht eigens ermittelt.

### Sanierungspotential bei Wohngebäuden

Das Sanierungspotential wurde unter der Annahme ermittelt, dass alle Wohngebäude, die vor 1979 erbaut wurden, bis 2030 saniert werden (Baualtersklassen A-F). Das Einsparpotential wurde einmal räumlich pro Siedlungseinheit, einmal pro Siedlungstyp und einmal pro Baualtersklasse ermittelt (s. Abb. 9 und Abb. 15).

### Konzeptentwicklung und Handlungsmöglichkeiten

Aus der Analyse des heutigen und zukünftigen Wärmebedarfs, der bestehenden Energieinfrastruktur und der erneuerbaren Energienpotentiale wurde ein Konzept der zukünftigen Deckung des Wärmebedarfs für das Stadtgebiet Fürstenfeldbruck erstellt.

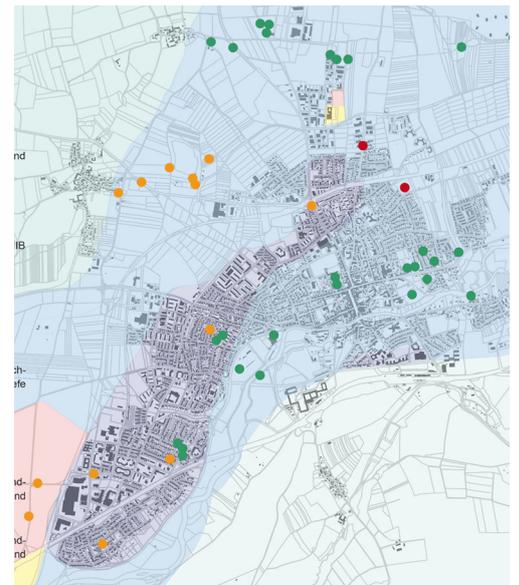
Dabei wurde folgendes berücksichtigt:

- Fernwärmenutzung in ausgewiesenen Fernwärmegebieten vor Solarthermienutzung und Sanierung;
- Nutzung hochwertiger Abwärme aus Industrieprozessen sowie aus Stromerzeugungsanlagen vor Einsatz erneuerbarer Energien;
- Kombination der Wärme- mit Stromproduktion (KWK);
- Nutzung geeigneter Dachflächen durch Solarthermie zur Wärmebedarfsdeckung vor Photovoltaiknutzung zur Strombedarfsdeckung;

## 4) ERGEBNISSE

### Energiebedarf 2009 nach Gesamt-, Wärme- und Strombedarf

In Fürstenfeldbruck beträgt der gesamte Endenergiebedarf für das Jahr 2009 ohne Verkehr 548.370 MWh/a. Davon hat der Wärmeenergiebedarf mit 425.370 MWh/a (340.300 MWh/a Nutzenergie) einen we-



#### Grundwasserstände (WWA)

- < 10m Tiefe
- 10m - 20m Tiefe
- > 20m Tiefe

#### Wasserschutzgebiete:

- Erdwärmennutzung unzulässig; Schutzgebiet festgesetzt: WSG Zone I, II und HQSG Zone I, II,A;
- Erdwärmennutzung grundsätzlich unzulässig; in Sonderfällen mit Ausnahmegenehmigung von Schutzgebietsverordnung möglich; Schutzgebiet festgesetzt: WSG Zone III, IIIA, IIIB und HQSG Zone III, III/1, III/2, B;

#### Boden

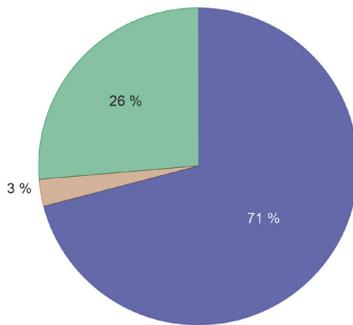
- Erdwärmekollektor grundsätzlich möglich für Erdwärmesonde hydrogeologisch/aus-tautechnisch günstig; max. Bohrtiefe nach Einzelfallprüfung;

#### Grundwasser in Lockergesteinen

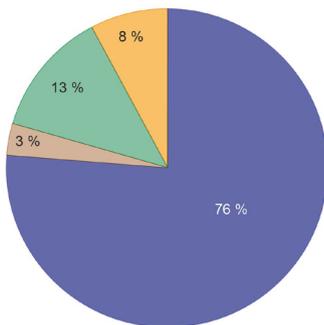
- Erdwärmekollektor grundsätzlich möglich Grundwasserwärmepumpe und direkte Grundwasser-nutzung möglich; Grundwasserflurab-stand < 10m;
- Grundwasserwärmepumpe und direkte Grundwasser-nutzung möglich; Grundwasserflurab-stand unbekannt;

Abb. 7: Einzelmessungen von Grundwasserständen sowie Ausweisung von Gebieten zur Nutzung oberflächennaher Geothermie. StMUGV 2006

(a) Gesamtenergiebedarf



(b) Wärmebedarf



(c) Strombedarf

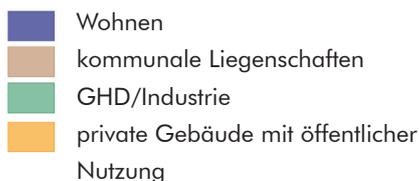
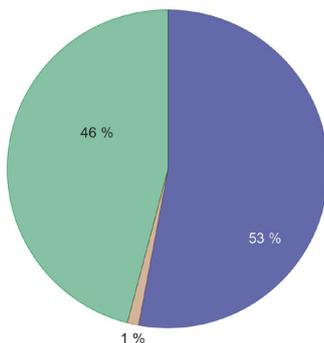


Abb. 8: Gesamtenergiebedarf (a), Wärmebedarf (b) und Strombedarf (c) nach Sektoren.

sentlich größeren Anteil (78%) als der Strombedarf. Dieser macht mit 123.000 MWh/a einen vergleichsweise geringen Anteil von 22% am Endenergiebedarf aus.

Damit ist der Endenergiebedarf pro Kopf für Wärme mit 12,5 MWh/a um ca. 20% und der für Strom mit 3,6 MWh/a um ca. 44% wesentlich geringer als der im Bundesdurchschnitt. Dies kann auf den im Bundesvergleich geringen Anteil von energieintensiver Industrie und Gewerbe in Fürstenfeldbruck zurückgeführt werden.

>> Der Wärmebedarf hat gegenüber dem Strombedarf den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf.

### Energiebedarf 2009 nach Sektoren

In Abbildung 8 sind der Gesamtenergie-, der Wärme- sowie der Strombedarf aufgeteilt nach Sektoren dargestellt.

>> Der Sektor Wohnen hat prozentual den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf sowie am Gesamtwärme- und -strombedarf.

>> Beim Strombedarf haben die Sektoren GHD/Industrie und private Gebäude mit öffentlicher Nutzung zusammengefasst einen ähnlich hohen Anteil wie der Sektor Wohnen.

### Wärmebedarf 2009 nach Siedlungstypen und Baualtersklassen

Abbildung 9 zeigt den Wärmebedarf der Wohngebäude 2009 aufgeteilt nach den Siedlungstypen und Baualtersklassen.

>> Einfamilien- und Doppelhaussiedlungen sowie Wohngebäude der Baualtersklasse 1969-1978 haben prozentual den größten Anteil am Wärmebedarf.

### Wärmebedarf 2009 nach Stadt- und Teilgebieten

Räumlich weist das Teilgebiet Mitte/Innenstadt mit 13% den größten Anteil am Gesamtwärmebedarf der Stadt auf, gefolgt von den Teilgebieten West/Süd und West/Nord mit 12% bzw. 11%. In 16 der 20 Teilgebiete dominiert der Wohngebäudebestand den Anteil am jeweiligen Wärmebedarf mit zwischen 56% und 100%.

>> Im Innenstadtbereich und Westen Fürstenfeldbrucks besteht der höchste Wärmebedarf.

>> In den meisten Teilgebieten Fürstenfeldbrucks dominiert der Sektor Wohnen den Wärmebedarf.

### Wärmebedarf 2030

Je nachdem auf welchen Energiestandard die Gebäude saniert werden (gesetzlich vorgeschriebener oder Passivhausstandard) und ob Nachverdichtung und Neubaugebiete berücksichtigt werden, ist eine Einsparung des Wärmebedarfs von 17-52% gegenüber 2009 möglich. Die von der Stadt geplanten Neubaugebiete und die Nachverdichtung erhöhen den Wärmebedarf von 340.300 MWh/a Nutzenergie um ca. 13%. Ohne Nachverdichtung und Neubaugebiete liegen die Einsparpotentiale beim Sektor Wohnen bei 37-64%, abhängig vom Energiestandard der Gebäude. Bei den übrigen Sektoren gelten die Annahmen, den Wärmebedarf gegenüber 2009 um 0%, 20% oder 50% einzusparen. (s. Abb. 10)

>> Das größte Energieeinsparpotential durch Sanierung liegt beim Sektor Wohnen. Der Sektor Wohnen hat prozentual den größten An-

teil am Wärmebedarf.

>> Die Einsparung des Wärmebedarfs hängt von Neubaugebieten und Nachverdichtung sowie dem Energiestandard der sanierten Gebäude ab.

### Fernwärme – Wärmebedarf 2009 und 2030 pro Trassenmeter

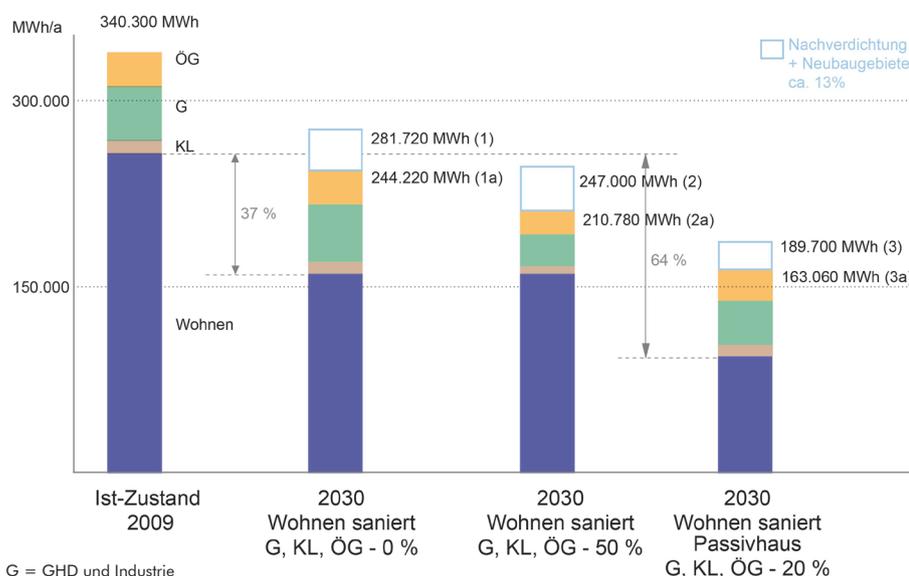
Eine theoretisch ausreichende Wärmeabnahme ist aktuell, aber auch im Jahr 2030, in weiten Teilen der Stadt gegeben. Eine Erweiterung der schon bestehenden Wärmenetze ist daher insbesondere im Zentrum und Westen der Stadt möglich. Primärenergetisch ist diese insbesondere dann sinnvoll, wenn erneuerbare Energien als Brennstoff eingesetzt werden.

### Energieinfrastruktur und Bedarfsdeckung 2009

Die Stadtwerke Fürstenfeldbruck GmbH erzeugen in der mit Holzhackschnitzeln gefeuerten Energiezentrale West sowie mehreren Blockheizkraftwerke Prozess- und Fernwärme sowie -kälte. Die Fernwärme deckt bereits heute 13% des Wärmebedarfs der Stadt ab.

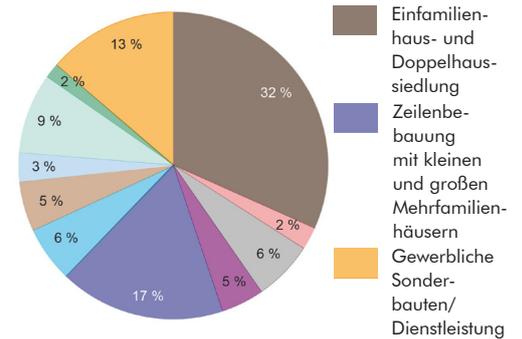
Die Untersuchung weiterer Anlagen zur Wärmeerzeugung der Sektoren GHD/Industrie und private Gebäude mit öffentlicher Nutzung zeigt, dass ein Ausbau der Anlagen zur gemeinschaftlichen Nutzung oder eine Nutzung der Abwärme aus Industrieprozessen nicht möglich oder sinnvoll ist. Allerdings steht bei einem privaten Gebäude mit öffentlicher Nutzung sowie bei fünf kommunalen Liegenschaftsgebäuden der Austausch alter Heizanlagen an. Hier sind die Anschlussmöglichkeiten an das bestehende Fernwärmenetz bzw. ein gemeinschaftliches Versorgungskonzept zu prüfen. Erdgas steht in nahezu allen Straßen Fürstenfeldbrucks über Erdgasleitungen zur Verfügung.

Mit knapp 7% decken die erneuerbaren Energien 2009 im Stadtgebiet einen relativ geringen Anteil des Strombedarfs ab. Dabei entfallen auf die Stromerzeugung durch Wasserkraft etwa 5,5% und auf die durch Photovoltaik gut 1%. Einen wesentlich höheren Anteil erneuerbarer Energien weist allerdings der Strom-Mix der Stadtwerke mit 38% bezogen auf das Versorgungsgebiet mit 22 Umlandgemeinden auf. Bezogen auf das Stadtgebiet deckt der Strom aus KWK mit knapp 17% einen relativ großen Anteil des Strombedarfs.



G = GHD und Industrie  
KL = kommunale Liegenschaften  
ÖG = private Gebäude mit öffentlicher Nutzung

(a) Wärmeenergiebedarf nach Siedlungstyp



(b) Wärmeenergiebedarf nach Baualterklasse

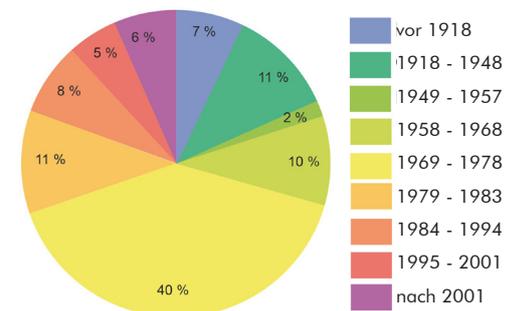


Abb. 9: Wärmeenergiebedarf der Wohngebäude nach Siedlungstyp (a) und Baualterklasse (b).

Abb. 10: Wärmeenergiebedarf 2009 und 2030 bei entsprechendem Sanierungsszenario. Zahlen in Klammern beziehen sich auf die Sanierungsszenarien.

## Erneuerbare Energienpotentiale

Insgesamt können derzeit alle erneuerbaren Energien im Stadtgebiet Fürstfeldbruck zusammen maximal 8% des Wärmebedarfs und maximal 63% des Strombedarfs abdecken (s. Abb. 11 und 12). Dabei sind alle Stadtgebiete berücksichtigt, in denen die Wärmeabnahme für einen Fernwärmeanschluss hoch genug ist. In diesen Gebieten wird anstelle der Solarthermie zur Wärmeerzeugung die Photovoltaik zur Stromerzeugung bevorzugt, um die Nutzungskonkurrenz zur Fernwärme auszuschließen. Werden die Fernwärmegebiete nicht berücksichtigt, steigt das Potential der Solarthermie zur Wärmebedarfsdeckung von 6 auf 25% und das Potential der Photovoltaik zur Strombedarfsdeckung sinkt von 50 auf 45%. Damit steigt das Potential aller erneuerbarer Energien zur Wärmebedarfsdeckung auf 27% bzw. sinkt zur Strombedarfsdeckung auf 58%.

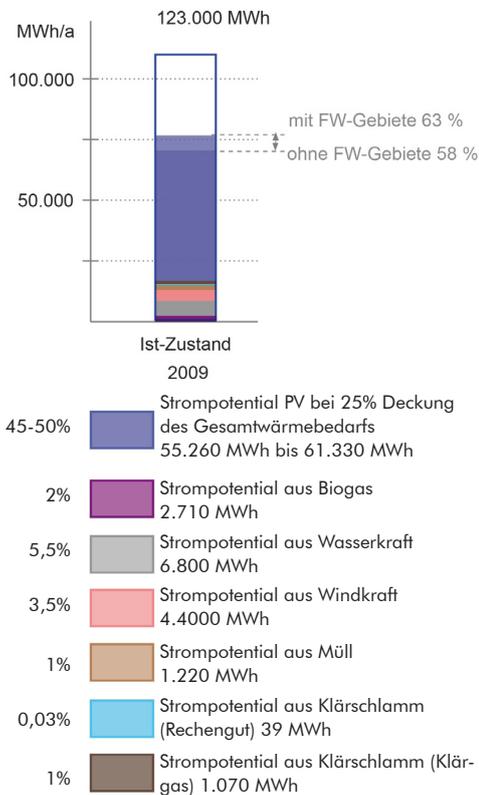


Abb. 11: Strombedarfsdeckung (2009) durch erneuerbare Energienpotentiale.

Zukünftig kann der Gesamtwärmebedarf zu 10-56% aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Die Höhe hängt erstens vom Wärmebedarf der jeweiligen Sanierungsszenarien bis zum Jahr 2030 und zweitens von der Berücksichtigung der Fernwärmegebiete ab.

Die Solarenergienutzung stellt insgesamt das größte Potential erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Strombedarfs dar (s. Abb. 11 und 12). Die übrigen im Stadtgebiet vorhandenen, erneuerbaren Energien wie Biomasse, Müll oder Klärschlamm haben mit jeweils maximal 1% ein sehr geringes Potential zur Wärmebedarfsdeckung. Dabei wird das Potential, aus Müll und Klärschlamm Wärme zu produzieren, bereits in Geiselbullach und Emmering ausgeschöpft. (s. Abb. 12)

Zur Strombedarfsdeckung hat die Wasserkraft nach Photovoltaik das größte, aber bereits ausgeschöpfte Potential von etwa 5,5%. Es folgen das noch nicht ausgeschöpfte Potential zur Strombedarfsdeckung durch Windkraft mit etwa 3,5% und Biogas mit 2%. Klärschlamm und Müll haben ein geringeres und bereits ausgeschöpftes Potential zur Strombedarfsdeckung zwischen 0,03 und 1% (s. Abb. 11).

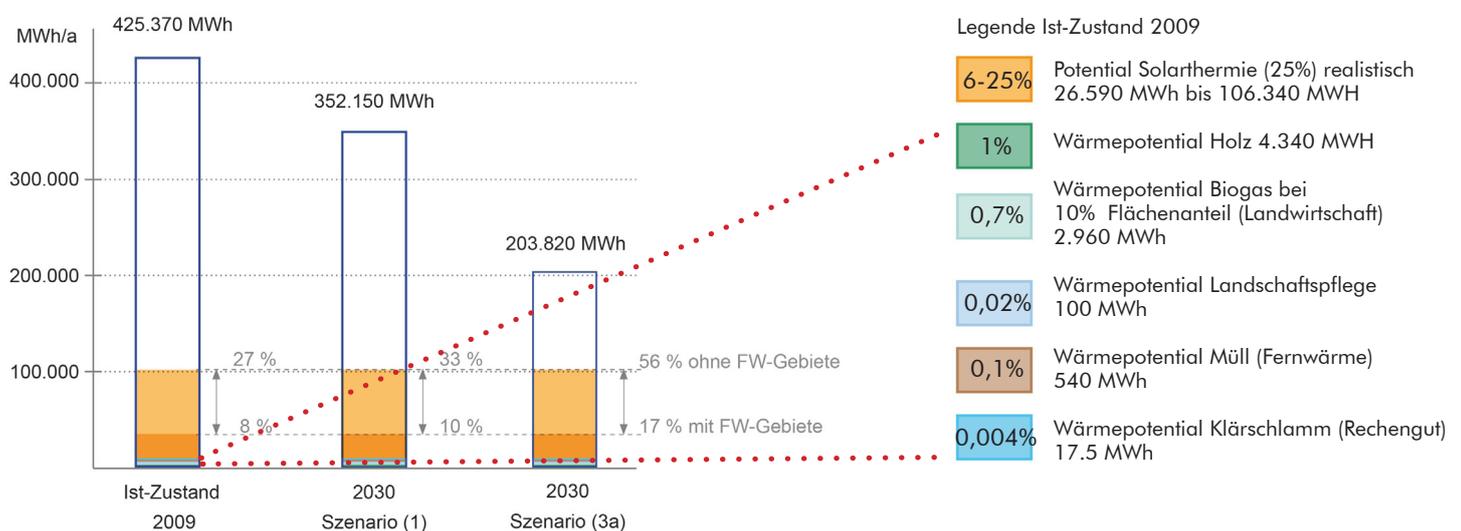


Abb. 12: Wärmebedarfsdeckung durch erneuerbare Energienpotentiale.

>> Der Strom kann zu einem höheren Anteil durch erneuerbare Energien gedeckt werden als der Wärmebedarf. Allerdings hat der Wärmebedarf den größeren Anteil am Gesamtenergiebedarf.

>> Die Solarenergie hat das größte Potential aller erneuerbaren Energien, sowohl den Strom- als auch den Wärmebedarf zu decken.

>> Die Potentiale der übrigen erneuerbaren Energien sind mit Ausnahme der Wasser- und Windkraft marginal.

>> Die erneuerbaren Energienpotentiale im Stadtgebiet reichen insgesamt weder zur Deckung des Wärme- noch des Strombedarfs aus.

### Fernwärme und KWK-Potential

Die Wärmeabnahme ist in Teilen Fürstenfeldbrucks hoch genug, um das bestehende Fernwärmenetz auszubauen. Werden in den ausgewiesenen Gebieten 100% des Wärmebedarfs über Fernwärme gedeckt, steigt der Anteil der Fernwärme an der Wärmebedarfsdeckung bezogen auf das gesamte Stadtgebiet von 13% im Jahr 2009 auf 65%. Allerdings ist eine 100%ige Anschlussdichte nicht wahrscheinlich. Mit einer realistischen Anschlussdichte von 60% in den ausgewiesenen Fernwärmegebieten könnte die Fernwärme ca. 39% des Wärmebedarfs der gesamten Stadt decken (s. Abb. 13).

Im Jahr 2009 werden knapp 17% des Strombedarfs aus KWK in Erdgas betriebenen BHKW erzeugt (s. Abb. 14). Ein Ausbau der KWK ist generell unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und technischer Aspekte möglich.

>> Die Fernwärme und der Strom aus KWK decken bereits heute einen vergleichsweise hohen Anteil am Wärme- bzw. Strombedarf.

>> Fernwärme und KWK-Strom können auch zukünftig einen wesentlichen, möglicherweise auch einen größeren Beitrag zur Wärme- und Strombedarfsdeckung leisten als erneuerbare Energien.

>> Sowohl bei der Fernwärme- als auch KWK-Stromerzeugung sind der Einsatz erneuerbarer Energien und damit eine CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung möglich. Bei der Fernwärmeerzeugung in Fürstenfeldbruck wird bereits heute Biomasse eingesetzt.

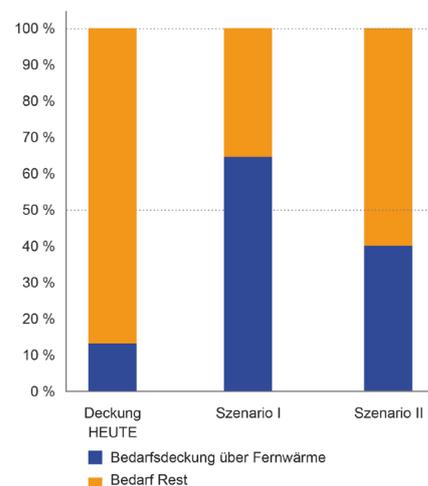
### Sanierungspotential bei Wohngebäuden

Abbildung 15 zeigt das Energieeinsparpotential durch Sanierung bei Wohngebäuden nach Baualtersklassen und Siedlungstypen aufgeteilt. Erwartungsgemäß besteht das größte Sanierungspotential in Gebieten hoher baulicher Dichte und älteren Baualters. Allerdings zeigen die Ergebnisse ebenso ein hohes Potential der Energieeinsparung durch Sanierung in Einfamilienhaus- und Doppelhaussiedlungen bzw. in kleinen und großen Mehrfamilienhäusern. Diese weisen zwar pro Siedlungseinheit einen relativ geringen spezifischen Wärmebedarf auf, insgesamt jedoch ein hohes Einsparpotential aufgrund ihrer Anzahl und des Baualters.

>> Einfamilien- und Doppelhaussiedlungen sowie Wohngebäude der Baualterklasse 1969-1978 haben prozentual das größte Einsparpotential beim Wohngebäudebestand.

>> Der Sektor Wohnen hat insgesamt den größten Wärmebedarf und weist das größte Einsparpotential bei Sanierung auf (s. Abb. 10).

>> Um eine möglichst hohe Deckung des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien, Fernwärme und KWK erreichen zu können, ist die Energieeinsparung durch Sanierung unabdingbar.



Szenarien	Netto Nutzenergie	Bedarfsdeckung in ausgewiesenen Fernwärmegebieten	Bedarfsdeckung bezogen auf die ganze Stadt
Ist-Zustand 2009	44.240 <sup>1)</sup>	-	13 %
Szenario I	219.510	100 %	65 %
Szenario II	131.880	60 %	39 %

1) Netto Nutzenergie

Abb. 13: Szenarien der Wärmebedarfsdeckung durch Fernwärme.

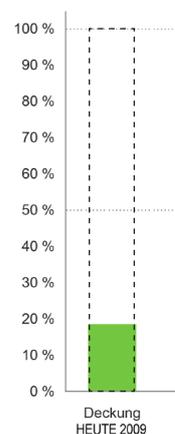
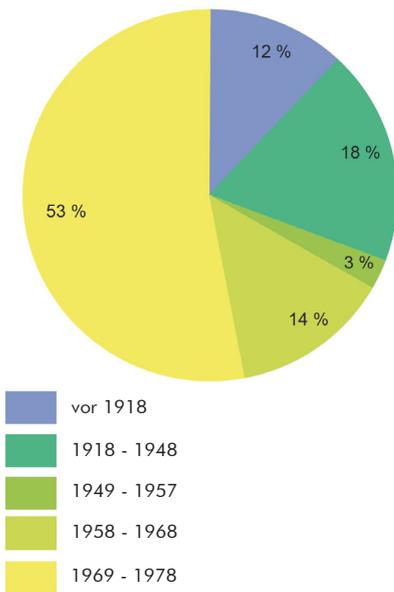


Abb. 14: Strombedarfsdeckung (2009) durch KWK-Strom.

(a) Sanierungspotential nach Baualtersklassen



(b) Sanierungspotential nach Siedlungstypen

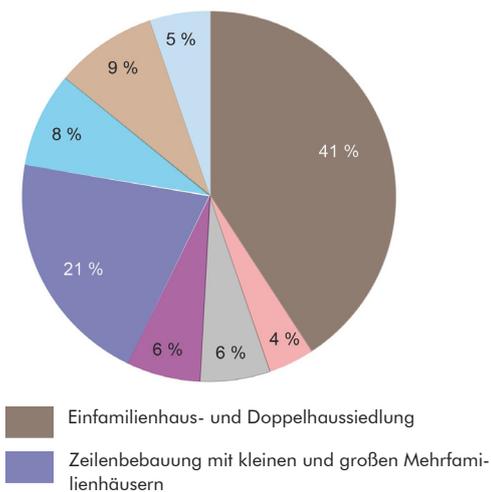


Abb. 15: Sanierungspotential bei Wohngebäuden nach Baualtersklassen (a) und nach Siedlungstypen (b).

## 5) KONZEPTENTWICKLUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

### Wärmeversorgung

Im Konzeptplan des Energienutzungsplans wird für die Stadtgebiete jeweils eine geeignete Wärmeversorgung dargestellt (s. Abb. 16). Insbesondere im Zentrum, Norden und Westen der Stadt sind Flächen als Gebiete für Fernwärmeversorgung gekennzeichnet. Für diese wird unter anderem empfohlen,

- nicht die Förderung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung und von Sanierungsmaßnahmen zu priorisieren,
- nicht den Wärmebedarf pro Trassenmeter von 0,5 MWh/mTr durch Sanierungsmaßnahmen zu unterschreiten (Wirtschaftlichkeit der Netze),
- den Anschluss potenzieller Gebäude an das Fernwärmenetz zu beschleunigen (Erhöhung der Auslastung),
- den Fernwärmeanschluss möglicherweise zu fördern, um den Anschluss zu beschleunigen,
- bei der Planung von Neubaugebieten die Möglichkeit eines Fernwärmeanschlusses in Erwägung zu ziehen.

Drei weitere Gebiete sind generell bzw. bedingt geeignet für Erdwärmesonden, Kollektoren, Solarthermie und zum Teil für Grundwasserwärmepumpen in jeweils unterschiedlicher Priorität. Für diese Gebiete wird unter anderem gemeinsam empfohlen,

- eine Sanierung sofern notwendig zu priorisieren, da ein geringer Energiebedarf Voraussetzung für die Nutzung der genannten erneuerbaren Energien sind,
- eine Sanierung zu fördern, um Anreize zu setzen, den Energiebedarf des Gebäudes zu verringern,
- die Sanierung wenn möglich mit einem Wechsel des Heizungssystems zu kombinieren, um eine Überdimensionierung des Heizungssystems durch spätere Sanierung zu vermeiden,
- den für die Wärmepumpen benötigten Hilfsstrom nach Möglichkeit durch erneuerbare Energien zu decken,
- optimalerweise die Wärmepumpe mit Solarthermie zu kombinieren.

Die Fläche „Schule versorgt mit Hackschnitzelanlage“ wird bereits über ein Nahwärmenetz versorgt, so dass hier keine weiteren Maßnahmen erforderlich sind.

### Stromversorgung

Zur Energieeinsparung und Strombedarfsdeckung wird empfohlen,

- Schulungen für die Nutzer kommunaler Liegenschaften durchzuführen, um über ein verändertes Verhalten Strom einzusparen,
- Anreize im privaten Bereich zur Stromeinsparung zu setzen,
- Informationen über den Austausch alter durch effiziente Elektrogeräte bereitzustellen,
- KWK-Anlagen anstelle herkömmlicher Heizsysteme einzusetzen, um eine Effizienzsteigerung zu erreichen,
- Bioerdgas anstelle von Erdgas in KWK-Anlagen einzusetzen,
- Kommunale Liegenschaften auf die Eignung der Dächer zur Photovoltaiknutzung prüfen zulassen (Vorbildfunktion der Stadt für die Bürger),
- im Flächennutzungsplan darauf zu achten, dass die festgelegte bauliche Dichte die Nutzung der Photovoltaik zulässt,
- im Bebauungsplan das aktiv und passiv nutzbare Solarpotential sowie die Vermeidung von Verschattung zu beachten.

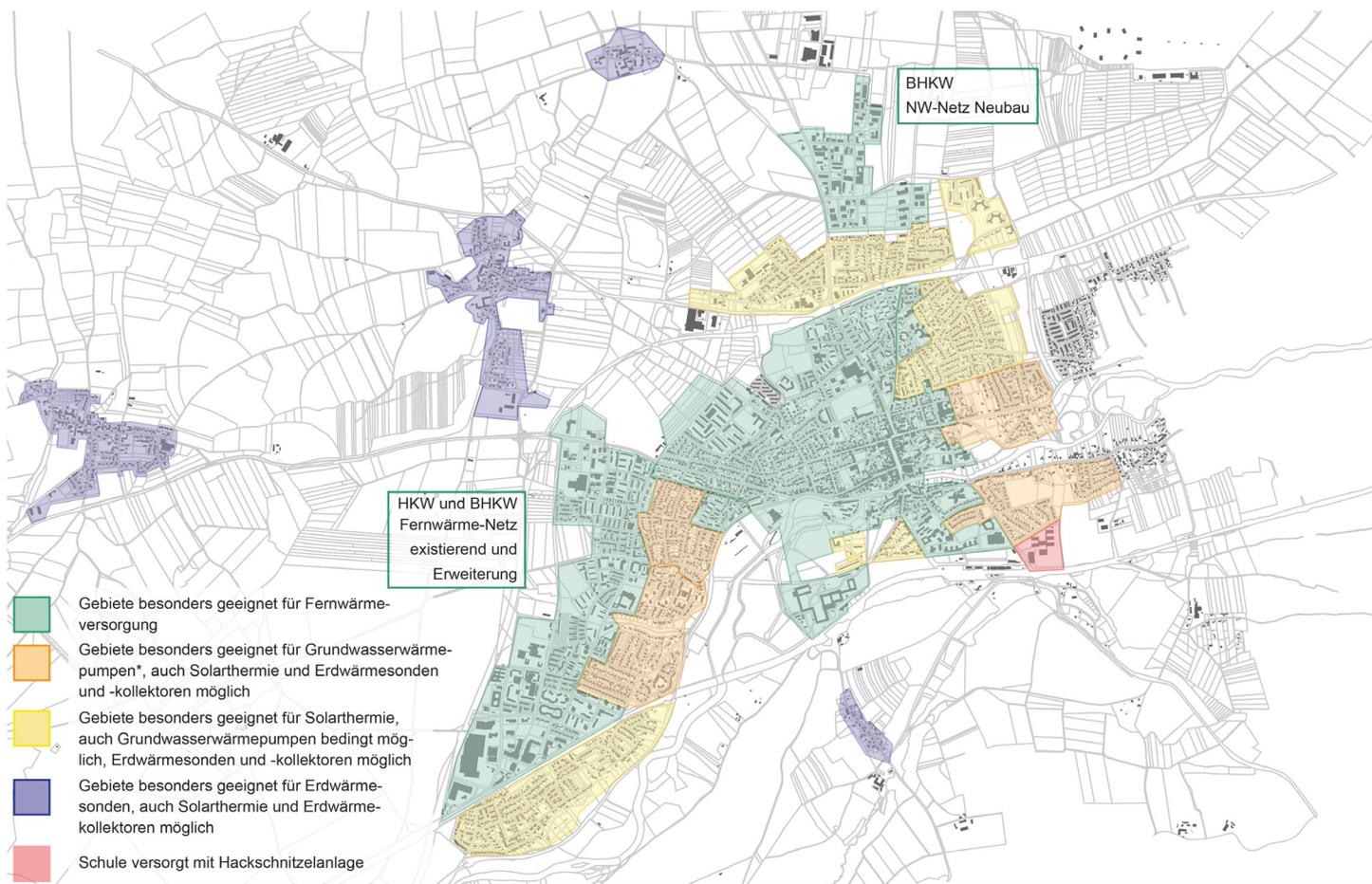


Abb. 16: Möglichkeiten zukünftiger Versorgung des Wärmebedarfs.

## Sanierung

Die Stadt kann in ihrer Vorbildfunktion durch die Sanierung kommunaler Liegenschaften und entsprechender Öffentlichkeitsarbeit private Eigentümer zur Sanierung ihrer Gebäude motivieren. Zudem kann die Stadt durch ein Förderprogramm mit entsprechender Öffentlichkeitswirksamkeit Sanierungsmaßnahmen privater Wohngebäude beschleunigen. Auf Grundlage des Sanierungspotentials von Wohngebäuden in Fürstenfeldbruck wird empfohlen, den Schwerpunkt der Informationsvermittlung und Förderung von Sanierungsmaßnahmen v. a. auf Einfamilienhaus- und Doppelhaussiedlungen, kleinen und großen Mehrfamilienhäusern sowie auf Wohngebäude zu legen, die zwischen 1969 und 1978 erbaut wurden. Bei der Förderung von Sanierungsmaßnahmen sollten die ausgewiesenen Fernwärmegebiete und ein möglicher Fernwärmeanschluss berücksichtigt werden.

## 6) SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

### Zusammenarbeit mit umliegenden Gemeinden bei erneuerbaren Energienpotentialen

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Potentialanalyse, dass die Solarenergie das größte Potential aller erneuerbaren Energienpotentialen sowohl bei der Wärme- als auch der Strombedarfsdeckung aufweist. Insgesamt reicht jedoch das erneuerbare Energienpotential in Fürstenfeldbruck nicht aus, um den heutigen und zukünftigen Energiebedarf zu decken. Um den Anteil erneuerbarer Energien trotzdem zu erhöhen, ist

anzudenken, mit umliegenden Gemeinden bzw. dem Landkreis Fürstenfeldbruck zusammenzuarbeiten.

### **Fernwärme und KWK-Strom – Einsatz erneuerbarer Energien und bedeutender Beitrag zur Deckung des Wärme- und Strombedarfs**

Die Fernwärme und hocheffiziente KWK leisten bereits heute einen wesentlichen Beitrag zur Deckung des Wärme- und Strombedarfs. Beide Potentiale sind ausbaufähig. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien wie z. B. Bioerdgas anstelle von Erdgas können zusätzlich CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Dies ist derzeit für ein Blockheizkraftwerk in Planung.

### **Sanierung im Einklang mit Fernwärmeausbau – die Voraussetzung zur Erreichung der Klimaschutzziele**

Die Energieeinsparung ist unabdingbar, um eine möglichst hohe Deckung des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien, Fernwärme und KWK erreichen zu können. Insbesondere beim Wärmebedarf bestehen große Einsparpotentiale durch Sanierung des Gebäudebestands. Sanierungsmaßnahmen sollten bevorzugt in Gebieten gefördert werden, die nicht als Fernwärmegebiete ausgewiesen sind. Die Sanierungsmaßnahmen sollten mit einem Wechsel des Heizungssystems sowie dem Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmebedarfsdeckung einhergehen. In den ausgewiesenen Fernwärmegebieten sollte dagegen bei einer Förderung von Sanierungsmaßnahmen darauf geachtet werden, dass der Wärmebedarf pro Trassenmeter nicht die Wirtschaftlichkeit des Fernwärmenetzes in Frage stellt. Zudem sollten sich Informationsvermittlung und Förderung von Sanierungsmaßnahmen v. a. an Eigentümer von Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften und Gebäuden richten, die zwischen 1969 und 1978 erbaut wurden. Dabei sind Gebiete zu berücksichtigen, die ein hohes Sanierungspotential aufweisen und gleichzeitig zur Anbindung an ein Fernwärmenetz geeignet sind.

### **Der Energienutzungsplan als Grundlage für das Klimaschutzkonzept Fürstenfeldbruck**

Aufbauend auf den Ergebnissen des vorliegenden Energienutzungsplans und dem Maßnahmenkatalog wird das Klimaschutzkonzept Fürstenfeldbruck im Rahmen des Konvents der Bürgermeister erstellt. Dieses wird konkrete Maßnahmen verschiedener Akteure zur Energieeinsparung, Energieeffizienzsteigerung sowie dem Ausbau erneuerbarer Energien beinhalten. Soweit möglich und sinnvoll wird die Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung der jeweiligen Maßnahmen quantifiziert. Ziel dieser Maßnahmen ist, eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mindestens 20% bis 2020 gegenüber 1990 zu erreichen.