

# INTEGRIERTES QUARTIERSKONZEPT

## Freiburg Kappel



**Auftraggeberin:** Stadt Freiburg im Breisgau  
Umweltschutzamt  
Talstraße 4  
79102 Freiburg i. Br.

Dezernat für Umwelt,  
Jugend, Schule und Bildung  
Umweltschutzamt

**Freiburg**   
I M B R E I S G A U

**Erstellt durch:** badenova AG & Co. KG  
Tullastraße 61  
79108 Freiburg  
Dr. Susanne Baumgartner  
Susanne Hettich  
Nina Weiß  
Michael Schmid

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

Dieses Konzept wurde gefördert durch die KfW aus Mitteln des Energie- und Klimafonds im Rahmen des Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“.

Zuschuss-Nr.: 01883639

**KFW**  
Bank aus Verantwortung

Freiburg, August 2016

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>IV</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE .....</b>	<b>7</b>
<b>1. EINFÜHRUNG.....</b>	<b>10</b>
1.1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG .....	10
1.2 VORGEHENSWEISE DER PROJEKTBEARBEITUNG.....	10
1.2.1 <i>Aufbau des Quartierskonzepts</i> .....	10
1.2.2 <i>Gliederung des Berichts</i> .....	12
<b>2. STRUKTURELLE UND ENERGETISCHE AUSGANGSSITUATION.....</b>	<b>13</b>
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET .....	13
2.2 GEBÄUDEBESTAND IM QUARTIER .....	15
2.3 DEFINITION VON SIEDLUNGZONEN UND GEBÄUDE TypEN .....	17
2.4 WÄRMEKATASTER.....	18
2.5 WÄRMEVERSORGUNG IM QUARTIER.....	19
2.6 ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ .....	21
2.6.1 <i>Stromverbrauch und -erzeugung im Quartier</i> .....	21
2.6.2 <i>Wärmeverbrauch im Quartier</i> .....	23
2.6.3 <i>Energiebilanz</i> .....	25
2.6.4 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanz</i> .....	27
<b>3. POTENZIALANALYSE .....</b>	<b>30</b>
3.1 POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEEN .....	30
3.1.1 <i>Solarenergie</i> .....	30
3.1.2 <i>Geothermie</i> .....	34
3.1.2.1 <i>Technischer und geologischer Hintergrund</i> .....	34
3.1.2.2 <i>Geothermiepotenzial</i> .....	35
3.1.3 <i>Biomasse</i> .....	37
3.1.4 <i>Windkraft</i> .....	39
3.1.5 <i>Wasserkraft</i> .....	39
3.1.6 <i>Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien</i> .....	40
3.2 POTENZIALE ENERGETISCHER GEBÄUDESANIERUNG.....	42
3.2.1 <i>Energetische Sanierung der Gebäudehüllen im Quartier</i> .....	42
3.2.2 <i>Sanierungssteckbriefe für wesentliche Gebäudetypen</i> .....	44
3.3 POTENZIALE FÜR NAHWÄRMENETZE .....	46
3.3.1 <i>Hintergrund</i> .....	46
3.3.2 <i>Befragung von Gebäudeeigentümern</i> .....	48

3.3.2.1	<i>Fragebogenaktion</i> .....	48
3.3.2.2	<i>Nacherhebung in den Potenzialgebieten</i> .....	48
3.3.3	<i>Nahwärmekonzept für die Molzhofsiedlung</i> .....	51
3.3.3.1	<i>Variantenauswahl und technische Konzeption</i> .....	51
3.3.3.2	<i>Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung</i> .....	53
3.3.3.3	<i>Fazit – Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz</i> .....	54
3.3.5	<i>Nahwärmekonzept für das Gebiet der Schauinslandschule</i> .....	57
3.3.5.1	<i>Variantenauswahl und technische Konzeption</i> .....	57
3.3.5.2	<i>Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung</i> .....	59
3.3.5.3	<i>Fazit – Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz</i> .....	60
3.3.6	<i>Weiteres Vorgehen</i> .....	62
3.4	FAZIT ZUR POTENZIALUNTERSUCHUNG IM QUARTIER .....	63
<b>4.</b>	<b>MAßNAHMENENTWICKLUNG UNTER EINBINDUNG DER BÜRGER UND LOKALEN AKTEURE</b> .....	<b>66</b>
4.1	ÜBERBLICK .....	66
4.2	PROZESS DER MAßNAHMENSAMMLUNG.....	67
4.2.1	<i>Treffen mit dem Arbeitskreis „Energiekonzept Kappel“</i> .....	67
4.2.2	<i>Öffentliche Auftaktveranstaltung</i> .....	68
4.2.3	<i>Workshop „Sanierung der Gebäudehülle“</i> .....	69
4.2.4	<i>Workshop „Nahwärme“</i> .....	71
4.2.5	<i>Workshop „Sanierung der Heizanlage“</i> .....	72
4.2.6	<i>Zusammenstellung der Maßnahmen mit der Stadt Freiburg</i> .....	72
4.3	ÜBERBLICK ÜBER DIE MAßNAHMENSTECKBRIEFE .....	73
4.3.1	<i>Aufbau der Maßnahmensteckbriefe</i> .....	73
4.3.2	<i>Maßnahmenkatalog</i> .....	74
<b>5.</b>	<b>DARSTELLUNG DES ZIELSZENARIO</b> .....	<b>75</b>
5.1	VORGEHEN ZUR ZIELENTWICKLUNG .....	75
5.1.1	<i>Bedeutung von Klimaschutzzielen</i> .....	75
5.1.2	<i>Klimaschutzziele der EU-, Bundes- und Landespolitik</i> .....	75
5.1.3	<i>Top-down vs. Bottom-up</i> .....	76
5.1.4	<i>Zielentwicklung im Quartierskonzept</i> .....	77
5.2	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -EINSPARZIELE DES QUARTIERS.....	77
5.3	ZIELSZENARIO DES QUARTIERS .....	78
<b>6.</b>	<b>SCHRITTE ZUR UMSETZUNG</b> .....	<b>81</b>
6.1	AUSBlick .....	81
6.2	HEMMNISANALYSE.....	82
6.2.1	<i>Hemmnisse bei der energetischen Gebäudesanierung</i> .....	82
6.2.2	<i>Hemmnisse beim Aufbau eines Nahwärmenetzes</i> .....	82
6.3	ERFOLGSKONTROLLE & ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....	83
<b>7.</b>	<b>ARBEITSDOKUMENTE ZUR UMSETZUNG</b> .....	<b>85</b>

7.1	MAßNAHMENKATALOG MIT ZIELEN UND ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -EINSPARPOTENZIAL .....	85
7.2	MAßNAHMENSTECKBRIEFE .....	88
7.3	TYPGEBÄUDESTECKBRIEF .....	105
<b>8.</b>	<b>METHODIK.....</b>	<b>108</b>
8.1	ANMERKUNGEN ZUR ANGEWANDTEN METHODIK.....	108
8.2	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG .....	108
8.3	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER.....	110
8.4	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ .....	110
8.4.1	<i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs.....</i>	<i>111</i>
8.4.2	<i>Stromeinspeisung .....</i>	<i>111</i>
8.4.3	<i>Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs.....</i>	<i>112</i>
8.5	GEOTHERMIEPOTENZIAL.....	112
8.6	FRAGEBOGEN DER HAUSHALTSBEFRAGUNG.....	115
<b>9.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>117</b>
<b>10.</b>	<b>GLOSSAR .....</b>	<b>119</b>
<b>11.</b>	<b>KARTEN .....</b>	<b>123</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Die Module zur Umsetzung eines Quartierskonzeptes .....	11
Abbildung 2 – Übersicht des Quartiers (Quelle: Google Maps, 2016) .....	14
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Kappel.....	16
Abbildung 4 – Verteilung der Gebäudearten in Kappel .....	17
Abbildung 5 – Baualtersklassen der Gebäude in Kappel.....	18
Abbildung 6 – Wärmekataster Kappel: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene.....	19
Abbildung 7 – Gasnetz Freiburg Kappel (Quelle: badenova 2016).....	20
Abbildung 8 – Gesamtleistung der Heizöl- und Erdgasanlagen in Kappel nach Baualter .....	21
Abbildung 9 – Gesamtstromverbrauch in Kappel nach Sektoren (2014) .....	22
Abbildung 10 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011).....	23
Abbildung 11 – Gesamtwärmeverbrauch in Kappel nach Sektoren (2014) .....	24
Abbildung 12 – Gesamtwärmeverbrauch im Quartier nach Energieträgern (2014) .....	24
Abbildung 13 – Gesamtenergieverbrauch in Kappel nach Sektoren (2104) .....	25
Abbildung 14 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger (2014).....	26
Abbildung 15 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (2014) .....	26
Abbildung 16 – CO <sub>2</sub> -Emissionen im Quartier nach Sektoren (2014) .....	27
Abbildung 17 – CO <sub>2</sub> -Emissionen im Quartier nach Energieträgern (2014) .....	28
Abbildung 18 – CO <sub>2</sub> -Emissionen im Quartier nach Sektoren und Energieträgern (2014) .....	29
Abbildung 19 – Auszug des Solarkatasters um die Schauinslandschule .....	32
Abbildung 20 – Solarpotenziale in Kappel.....	33
Abbildung 21 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit.....	34
Abbildung 22 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Kappel (Quelle: ISONG- Baden-Württemberg, 2015) .....	35
Abbildung 23 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial) .....	37
Abbildung 24 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung.....	38
Abbildung 25 – Einschlagsmengen im Stadt- und Staatswald.....	39
Abbildung 26 – Aktueller Stromverbrauch im Quartier im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden- Württemberg .....	40
Abbildung 27 – Aktueller Wärmeverbrauch im Quartier im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg.....	41
Abbildung 28 – Anteil des Endenergieverbrauchs der Haushalte am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland .....	42
Abbildung 29 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial .....	43
Abbildung 30 – Wärmekataster von Kappel mit Nahwärme-Potenzialgebieten .....	47

Abbildung 31 – Ergebnis der Haushaltsbefragung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz .....	49
Abbildung 32 - Ergebnis der Haushaltsbefragung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz im nördlichen Teil der Molzhofsiedlung.....	50
Abbildung 33 - Ergebnis der Haushaltsbefragung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz im südlichen Teil der Molzhofsiedlung .....	50
Abbildung 34 – Möglicher Standort für eine Heizzentrale neben dem forstlichen Betriebsgebäude .....	51
Abbildung 35 – Netzauslegung bei einer Anschlussdichte von 65 % (20 Gebäude) .....	52
Abbildung 36 – Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Heizvarianten bei einer Anschlussdichte von 65 % .....	55
Abbildung 37 – Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Heizvarianten bei einer Anschlussdichte von 90 % .....	56
Abbildung 38 – Technische Konzeption des kleinen Nahwärmenetzes .....	58
Abbildung 39 – Technische Konzeption des großen Nahwärmenetzes .....	58
Abbildung 40 – Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Heizvarianten Schauinslandschule .....	61
Abbildung 41 – Gesamtemissionen und theoretisches Einsparpotenzial in Kappel .....	65
Abbildung 42 – Partizipationsprozess der Quartierskonzeptentwicklung mit kommunalen Entscheidungsträgern, Bürgern und lokalen Akteuren.....	66
Abbildung 43 – Quellen der Maßnahmensammlung für das Quartierskonzept .....	67
Abbildung 44 – Ideensammlung an runden Tischen .....	69
Abbildung 45 – Präsentation der Arbeitsergebnisse durch Teilnehmer der Veranstaltung .....	69
Abbildung 46 – Ausarbeitung von Maßnahmen während des Workshops „Sanierung der Gebäudehülle“ .....	71
Abbildung 47 – Hr. Schmid von der Energieagentur Freiburg hält einen Vortrag zur Sanierung von Heizanlagen .....	72
Abbildung 48 – Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg.....	76
Abbildung 49 – Betrachtung der Einsparpotenziale der Maßnahmen.....	78
Abbildung 50 – Gesamtemissionen und maßnahmenspezifisches Einsparpotenzial bis 2026 .....	79

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten Freiburg-Kappel .....	14
Tabelle 2 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Kappel.....	31
Tabelle 3 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Kappel.....	36
Tabelle 4 – Übersicht der 8 untersuchten Typgebäude im Quartier.....	44
Tabelle 5 – Grunddaten der untersuchten Gebäudetypen (Ist-Zustand).....	45
Tabelle 6 – Ergebnisse für die untersuchten Gebäudetypen (Ziel-Zustand).....	46
Tabelle 7 – Technische Konzeption der Heizvarianten Molzhof-Süd .....	53
Tabelle 8 – Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung Molzhof-Süd.....	54
Tabelle 9 – Ergebnisse der Wirtschaftlichkeits- und Klimaschutzbetrachtung Molzhof-Süd.....	55
Tabelle 10 – Technische Konzeption der Heizvarianten Schauinslandschule .....	59
Tabelle 11 – Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung Schauinslandschule.....	60
Tabelle 12 - Ergebnisse der Wirtschaftlichkeits- und Klimaschutzbetrachtung Schauinslandschule.....	61
Tabelle 13 - Maßnahmenkatalog .....	74
Tabelle 14 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005.....	109
Tabelle 15 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014) .....	111
Tabelle 16 – Vorgegebene Untergrundparameter .....	112
Tabelle 17 – Vorgegebene Sondenparameter .....	113
Tabelle 18 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte .....	113
Tabelle 19 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung .....	114
Tabelle 20 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte .....	114

## Zusammenfassung der Ergebnisse

Das vorliegende Quartierskonzept fasst den Ablauf und die Ergebnisse der Quartierskonzepterarbeitung zusammen. Ziel der Studie ist es, eine solide Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale zur Energieeinsparung, zur Erhöhung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien in Kappel darzulegen und darauf aufbauend Handlungsfelder und konkrete Maßnahmen für eine nachhaltige, klimafreundliche und effiziente Energieversorgung des Quartiers zu erarbeiten. In Kapitel 1 bis 11 werden die Analysen und Ergebnisse detailliert dargestellt und anhand von Grafiken und Tabellen erläutert.

### Strukturelle und energetische Ausgangssituation

- **Quartiersabgrenzung:** Freiburg-Kappel ist ein Stadtteil von Freiburg im Breisgau, der im Osten der Gemarkung liegt. Im Westen grenzt er an die Stadtteile Littenweiler und Günterstal, im Osten an die Gemeinde Kirchzarten.
- **Gebäudebestand:** Das untersuchte Quartier weist neben zwei öffentlichen Liegenschaften und wenigen Gewerbebetrieben hauptsächlich Wohngebäude auf. Rund 69 % der Wohngebäude sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte. Den größten Anteil am Gebäudebestand im Quartier machen mit 39 % Einfamilienhäuser aus.

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Quartier im Jahr 2014 betrug ca. 4.260 MWh. Da es sich um ein überwiegendes Wohngebiet handelt, hat der Sektor private Haushalte mit 85 % den mit Abstand größten Anteil.
- **Strom aus erneuerbaren Energien:** Ca. 75 MWh Strom wurden im Jahr 2014 im Quartier durch 19 Photovoltaikanlagen erzeugt. Dies entspricht 2 % des Gesamtstromverbrauchs des Quartiers.
- **Wärmeverbrauch:** Im Quartier wurden im Jahr 2014 16.500 MWh Wärme verbraucht. Den höchsten Anteil haben die privaten Haushalte mit 88 %, gefolgt vom Sektor Wirtschaft mit 10 %. Der Wärmebedarf wird hauptsächlich durch Erdgas (54 %) gedeckt, an zweiter Stelle steht Heizöl (31 %).
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** 12 % des Wärmeverbrauchs im Quartier werden durch erneuerbare Energiequellen erzeugt. Neben Energieholz (10 %) werden auch Solarthermie (0,5 %) und Erdwärmepumpen (1 %) eingesetzt.
- **Energiebilanz:** Im Jahr 2014 summierte sich der Energieverbrauch des Quartiers auf rund 20.600 MWh. Der Energieverbrauch des Verkehrs ist nicht einbezogen.
- **CO<sub>2</sub>-Bilanz:** Im Jahr 2014 wurden durch Energieerzeugung und -umwandlung im Quartier 6.650 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl der Quartiersbewohner emittiert damit jeder 2,44 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 2,43 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2014.

## Potenziale erneuerbarer Energien

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik sind signifikant. Würde man das erhobene Dachflächenpotenzial voll ausnutzen, könnten 107 % des Stromverbrauchs und bis zu 60 % des Warmwasserbedarfs des Quartiers gedeckt werden.
- **Geothermie:** Unter Berücksichtigung notwendiger Gebäudesanierungen zur Anwendung der Wärmepumpentechnik könnten 10 % des jährlichen Wärmeverbrauchs des Quartiers durch erdgekoppelte Wärmepumpen bereitgestellt werden.
- **Sonstige Potenziale erneuerbarer Energien:** Relevante oder nutzbare Potenziale aus Biomasse (Energieholz und Biogas), Wind- und Wasserkraft sind innerhalb der Quartiersgrenzen nicht vorhanden. Weitere Potenziale könnten sich im Umfeld des Quartiers ergeben, wozu jedoch eine Gesamtbetrachtung von Kappel mit den Nachbargemeinden notwendig wäre.

## Potenziale energetischer Gebäudesanierung

- **Einsparpotenzial:** Bei vollständiger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude würde sich eine theoretische Einsparung von 41 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs ergeben.
- **Sanierungssteckbriefe für wesentliche Gebäudetypen:** Um Aussagen über Sanierungspotenziale einzelner Typgebäude zu machen, wurden insgesamt acht Typgebäudesteckbriefe erstellt, die Informationen zu Sanierungsmaßnahmen und Heizungstausch für Gebäude gleicher Baustruktur und gleichen Baualters aufzeigen.

## Potenziale für Nahwärmenetze

- **Auswahl von Potenzialgebieten:** Anhand einer Haushaltsbefragung und zusätzlichen Vor-Ort-Terminen wurde die Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz in Kappel ermittelt. Für die Bereiche „Molzhoofsiedlung“ und „Schauinslandschule“ wurden im Anschluss detaillierte Nahwärmeuntersuchungen durchgeführt.
- **Ergebnisse der Machbarkeitsuntersuchung:** Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für den Bau von neuen Nahwärmenetzen in den ausgewählten Potenzialgebieten des Quartiers haben ergeben, dass die Wärmepreise selbst im günstigsten Fall nicht konkurrenzfähig zu den Wärmepreisen für eine Einzel-Gas-Brennwertheizung bzw. Ölheizung mit PV-Anlage sind. Im Bereich um die Schauinslandschule könnte durch eine Ausweitung des betrachteten Gebiets und einer Anschlussbereitschaft über 75 % dennoch ein Nahwärmenetz realisiert werden. Die weitere Projektentwicklung hängt allerdings vom Engagement der Bürger vor Ort ab.

## Maßnahmenentwicklung unter Einbindung lokaler Akteure

- **Maßnahmenkatalog:** Der Maßnahmenkatalog beschreibt insgesamt acht quartiersspezifische Klimaschutzmaßnahmen, die in die Handlungsfelder Gebäude, Heizung, Nahwärme und Solarenergie untergliedert sind. Die Maßnahmen

stammen aus dem Partizipationsprozess und wurden gemeinsam mit dem Umweltschutzamt Freiburg, der Ortsverwaltung sowie den Bürgern und Akteuren vor Ort erarbeitet. Sie sind in Form von detaillierten Maßnahmensteckbriefen ausgearbeitet, die u. a. Ziele, Handlungsschritte, Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale, beteiligte Akteure und Umsetzungshemmnisse beschreiben und dienen als Arbeitsdokumente zur anschließenden Umsetzung.

## Zielszenario

- > **Energieeinsparziele:** Insgesamt ergibt sich bei konsequenter Umsetzung der acht Maßnahmen eine Primärenergieeinsparung von jährlich 2.613 MWh. Die entsprechende Endenergieeinsparung beträgt 2.080 MWh/Jahr und damit ca. 10 % des Energieverbrauchs im Quartier im Jahr 2014. Der geplante Umsetzungszeitraum ist auf zehn Jahre und somit bis in das Jahr 2026 angesetzt.
- > **CO<sub>2</sub>-Einsparziele:** Die CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Umsetzung der Maßnahmen beträgt 1.068 t/Jahr im Quartier. Dies entspricht einer Reduktion von rund 16 % gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2014.
- > **Zielszenario:** Durch die Umsetzung der Maßnahmen würden sich die jährlichen pro Kopf-Emissionen von 2,44 t (2013) auf 2,05 t CO<sub>2</sub> ab dem Jahr 2026 reduzieren. Auch nach der Umsetzung der definierten Maßnahmen bedarf es weiterer Klimaschutzaktivitäten, um den Klimaschutz sowohl im Quartier als auch in der Gesamtstadt voranzutreiben und langfristig zu sichern.

## 1. Einführung

### 1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Die Stadt Freiburg hat sich 2014 ehrgeizige Klimaschutzziele gesetzt: Bis 2030 sollen die Emissionen halbiert und bis 2050 ganz auf null gestellt werden. Zur Erreichung dieser Ziele wird bereits seit Jahren eine umfassende Klimaschutzpolitik betrieben, durch die bereits einige Klimaschutzmaßnahmen angestoßen und umgesetzt werden konnten. Hierzu zählen u. a. die laufenden Sanierungen der städtischen Liegenschaften und der Ausbau des ÖPNV mit den Stadtbahnverlängerungen und einem erweiterten Radwegenetz. Im Gebäudebereich wird durch die Vorgaben von hohen energetischen Standards für Neubauten und das städtische Förderprogramm „Energiebewusst Sanieren“ ein Beitrag zum Energiesparen geleistet.

In den letzten Jahren sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen somit kontinuierlich gesunken. Dennoch ist es wichtig, die Klimaschutzbemühungen auf allen Ebenen zu verstärken. Nach den Stadtteilprojekten „Kraftwerk Wiehre“, „Energie-Quartier Haslach“ und dem Teilklimaschutzkonzept für das Industriegebiet Nord, wurde mit der Beauftragung des Quartierskonzepts Kappel in 2015 nun ein weiterer Stadtteil in den Fokus gerückt. Hintergrund der Quartierskonzepte ist der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ und damit der Gedanke, dass insbesondere durch eine Einbindung der Bürger und Akteure vor Ort Klimaschutzmaßnahmen in die Umsetzung gelangen.

Das wesentliche Ziel des Integrierten Quartierskonzepts ist die Erstellung eines individuellen Maßnahmenkatalogs für Kappel, der Strategien und konkrete Handlungsoptionen im Bereich Energieeinsparung durch die Gebäude- und Heizanlagenanierung und für den Ausbau erneuerbarer Energien aufzeigt. Auch sollen die Möglichkeiten für den Bau von Nahwärmenetze auf Basis von erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung untersucht werden. Ergebnis der Konzepterstellung ist die Entwicklung konkreter Umsetzungsmaßnahmen, die der Stadt und den Bürgern dazu dienen, die kommunale Energiewende voranzutreiben.

### 1.2 Vorgehensweise der Projektbearbeitung

#### 1.2.1 Aufbau des Quartierskonzepts

Kommunale Energie- und Quartierskonzepte basieren überwiegend auf folgenden drei Säulen: Energieeinsparungen auf der Verbraucherseite, Effizienzsteigerungen in der Energieerzeugung und Substitution fossiler Energieträger durch den Einsatz erneuerbarer Energien. Um innerhalb dieses Rahmens ein ausgewogenes Verhältnis zu erreichen und Einzelmaßnahmen zu identifizieren, die das beste Verhältnis zwischen CO<sub>2</sub>-Einsparung und Kosten erwarten lassen, müssen zunächst die Energieverbräuche und -potenziale im Quartier analysiert werden. Die badenova als Auftragnehmer gliedert in diesem Zusammenhang die Vorgehensweise der Quartierskonzeptentwicklung in drei Module.

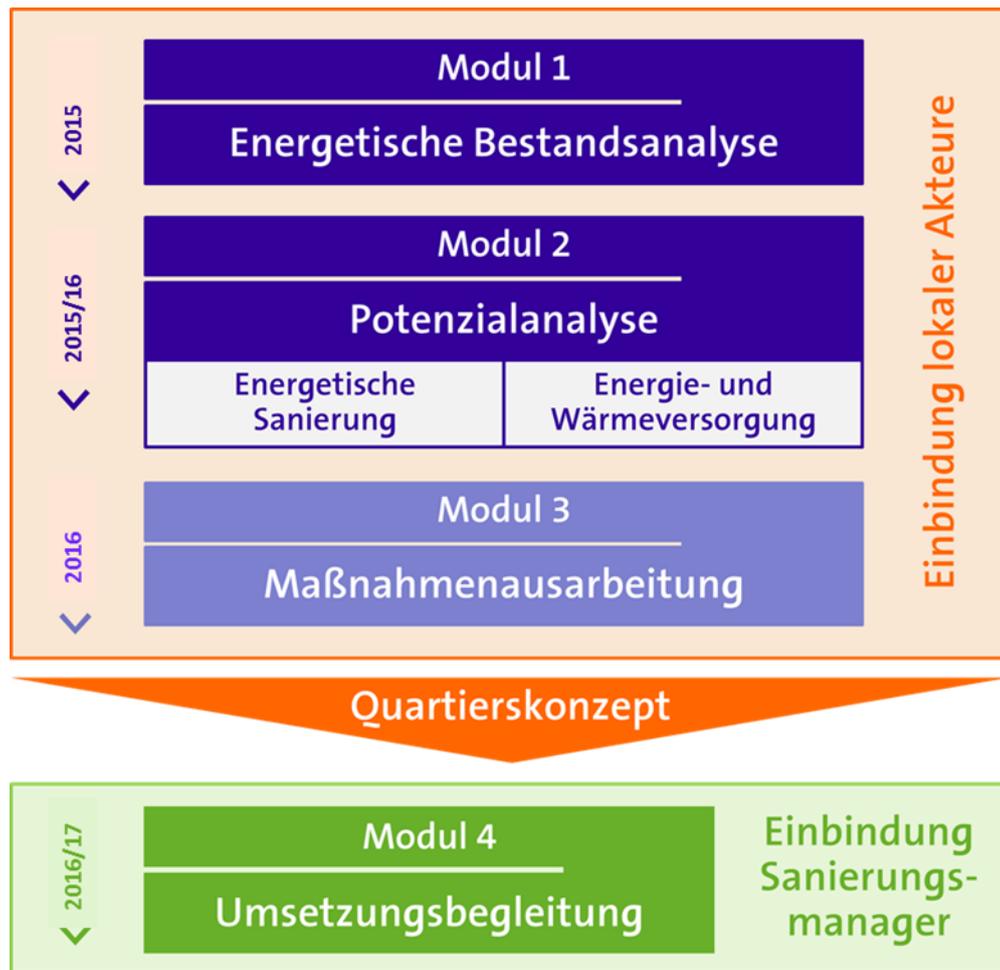


Abbildung 1 – Die Module zur Umsetzung eines Quartierskonzeptes

Zunächst wird in Modul 1 eine Bestandsanalyse durchgeführt. Das Ergebnis ist dabei die Erfassung einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Zustands und die Erstellung einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Quartier.

In Modul 2 werden die vorhandenen Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien abgeschätzt und Handlungsfelder im Bereich Energieeinsparung und -effizienz aufgezeigt. Hierbei wird ein Fokus auf die Potenziale energetischer Gebäudesanierung gelegt und besonders auf die Möglichkeiten einer klimafreundlichen Energie- und Wärmeversorgung im Quartier, z. B. in Form von Nahwärmeverbänden, eingegangen.

Aufbauend auf den Ergebnissen aus den Modulen 1 und 2 lassen sich in Modul 3 quartierspezifische Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. Die Identifizierung und Ausarbeitung von Maßnahmen erfolgt unter Einbindung von Bürgern und lokalen Akteuren. Die Akteurspartizipation ist ein wesentlicher Bestandteil des Konzepts.

Am Ende von Modul 3 ist die Erstellung des Integrierten Quartierskonzeptes abgeschlossen. Im Anschluss beginnt die Umsetzung der Maßnahmen, beispielsweise unter Einführung eines Sanierungsmanagements (Modul 4).

### 1.2.2 Gliederung des Berichts

Diese Studie ist in elf Kapitel unterteilt. Im **ersten Kapitel** werden Hintergrund und Zielsetzung sowie das Vorgehen der Quartierskonzeptentwicklung erklärt. **Kapitel 2** stellt zunächst wichtige Strukturdaten des Quartiers vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z. B. private Haushalte) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z. B. Heizöl). **Kapitel 3** untersucht die Potenziale innerhalb der Quartiersgrenzen. Hier werden die Potenziale erneuerbarer Energien, energetischer Gebäudesanierung und für Nahwärmelösungen beschrieben und wichtige Handlungsfelder erörtert.

In **Kapitel 4** wird der Prozess der Maßnahmenentwicklung beschrieben und über die einzelnen Werkstätten und Veranstaltungen berichtet. Das sich aus der Maßnahmenumsetzung ergebende Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial in Form eines Zielszenarios wird in **Kapitel 5** dargelegt. Einen Ausblick für das weitere Vorgehen in der Stadt und die nächsten Schritte zur Umsetzung wird in **Kapitel 6** gegeben. **Kapitel 7** listet die wichtigsten Arbeitsdokumente auf, die die Umsetzung erleichtern und vorantreiben sollen. In den **Kapiteln 8 bis 10** können detaillierte Ausführungen zur methodischen Vorgehensweise, Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in **Kapitel 11** die erstellten Potenzialkarten im Berichtsexemplar zu finden. Diese Studie, die Potenzialkarten und die Arbeitsdokumente (acht Typgebäudesteckbriefe, acht Maßnahmensteckbriefe) werden außerdem in digitaler Version zur Verfügung gestellt.

## 2. Strukturelle und energetische Ausgangssituation

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet

Freiburg-Kappel ist ein Stadtteil von Freiburg im Breisgau, der im Osten der Gemarkung liegt. Im Westen grenzt er an die Stadtteile Littenweiler und Günterstal, im Osten an die Gemeinde Kirchzarten. Kappel wurde am 1. Juli 1974 zu Freiburg eingemeindet und verfügt über eine eigene Ortsverwaltung.

Kappel ist durch seine Tallage am Stadtrand von Freiburg eher ländlich geprägt. Vom Ortskern, der auf ca. 400 m liegt, zieht sich das Tal südlich der Dreisam bis zum Schauinslandgipfel im Schwarzwald auf 1.284 m hoch. Es teilt sich nach Süden in das Kleintal und das Großtal auf, in denen sich verstreut einige Bauernhöfe befinden. Im Norden des Großtals liegt die Molzhofsiedlung, ein kleineres Wohngebiet, das aus einer Bergarbeitersiedlung hervorging. Der nördliche Teil der Bebauung stammt aus den 1930er bis 1950er Jahren. In den 1990er Jahren wurde die Siedlung nach Süden erweitert (vgl. Abbildung 2).

Im Jahr 2014 waren in Kappel 2.724 Einwohner gemeldet. Durch die Nähe zum Stadtzentrum Freiburg und die Lage im Dreisamtal stellt Kappel einen attraktiven Wohnort dar. Die Wohnfunktion ist folglich auch der Schwerpunkt des Stadtteils. Im Ortskern und im Ortsteil Neuhäuser haben sich einige kleine Gewerbebetriebe angesiedelt. Ein Supermarkt existiert jedoch nicht, so dass die meisten alltäglichen Einkäufe in Littenweiler oder Kirchzarten erledigt werden. Zu den öffentlichen Liegenschaften zählen die Ortsverwaltung Kappel im ehemaligen Rathaus und die Schauinslandgrundschule.

Kappel ist über die B31 an den überörtlichen Verkehr angeschlossen. Der nächste Bahnhof befindet sich in Freiburg-Littenweiler, seitdem in den 1980er Jahren der Haltepunkt Kappel der Höllentalbahn zurückgebaut wurde. Über eine Buslinie ist Kappel an die Endhaltestelle Littenweiler des Straßenbahnnetzes der Stadt Freiburg angeschlossen.

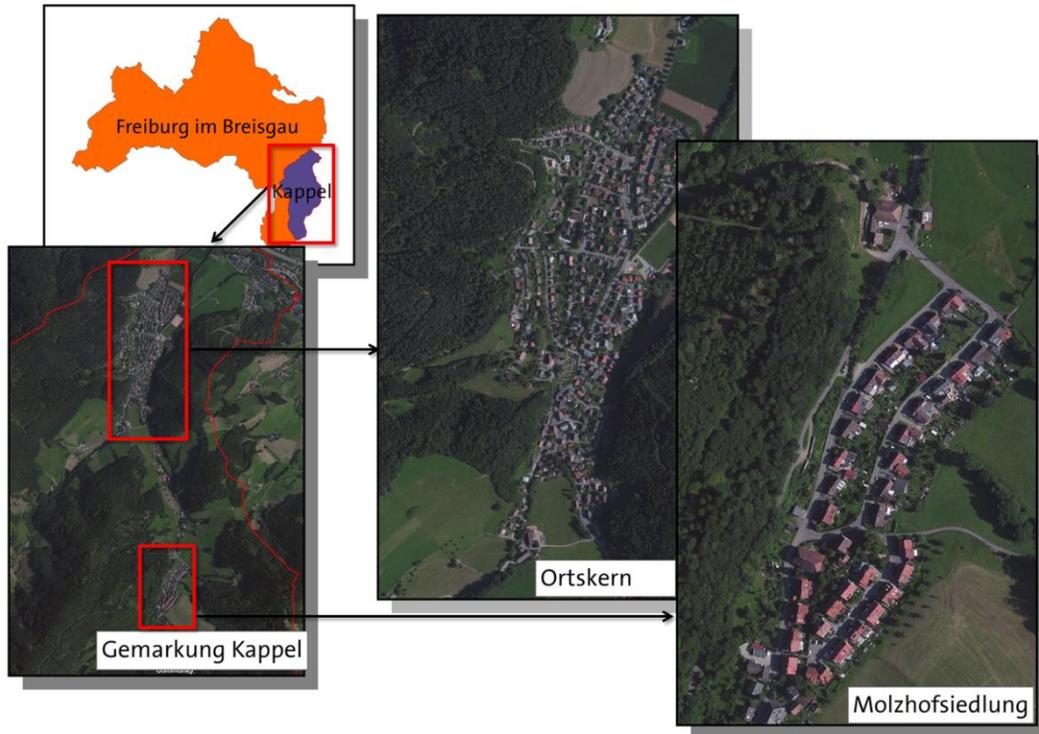


Abbildung 2 – Übersicht des Quartiers (Quelle: Google Maps, 2016)

Die nachfolgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten des Quartiers, welche sowohl für die Bewertung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz als auch für die Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen relevant sind. Die Daten wurden von der Stadtverwaltung Freiburg zur Verfügung gestellt und durch eine Begehung vor Ort ergänzt. Das jeweilige Bezugsjahr ist angegeben.

Freiburg-Kappel	Wert	Einheit	Bezugsjahr
Bewohner	2.724	Anzahl	2014
Fläche insgesamt	1.382	ha	2014
Wohngebäude	641	Anzahl	2014
Geschäftsgebäude (Büro, Gaststätte, Handel)	13	Anzahl	2014
Kommunale Liegenschaften	2	Anzahl	2014

Tabelle 1 – Strukturdaten Freiburg-Kappel

## 2.2 Gebäudebestand im Quartier

Zur Beschreibung und Klassifizierung der Gebäudestruktur im Quartier wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie geht man davon aus, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt (vgl. Abbildung 3). Die Grenzjahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, so dass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

Die Gebäudetypen und die Lage der Gebäude in der Siedlungsstruktur wurden durch eine Begehung vor Ort erhoben, um neben der Kategorisierung der Gebäude nach Art und Alter auch sichtbare Sanierungsmaßnahmen (z. B. neue Fenster oder Außenwanddämmung) mitberücksichtigen zu können. Dadurch können wichtige Erkenntnisse bezüglich des zukünftigen Energiebedarfs gewonnen werden.

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude im Kappel nach Baualter dargestellt. Rund 69 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

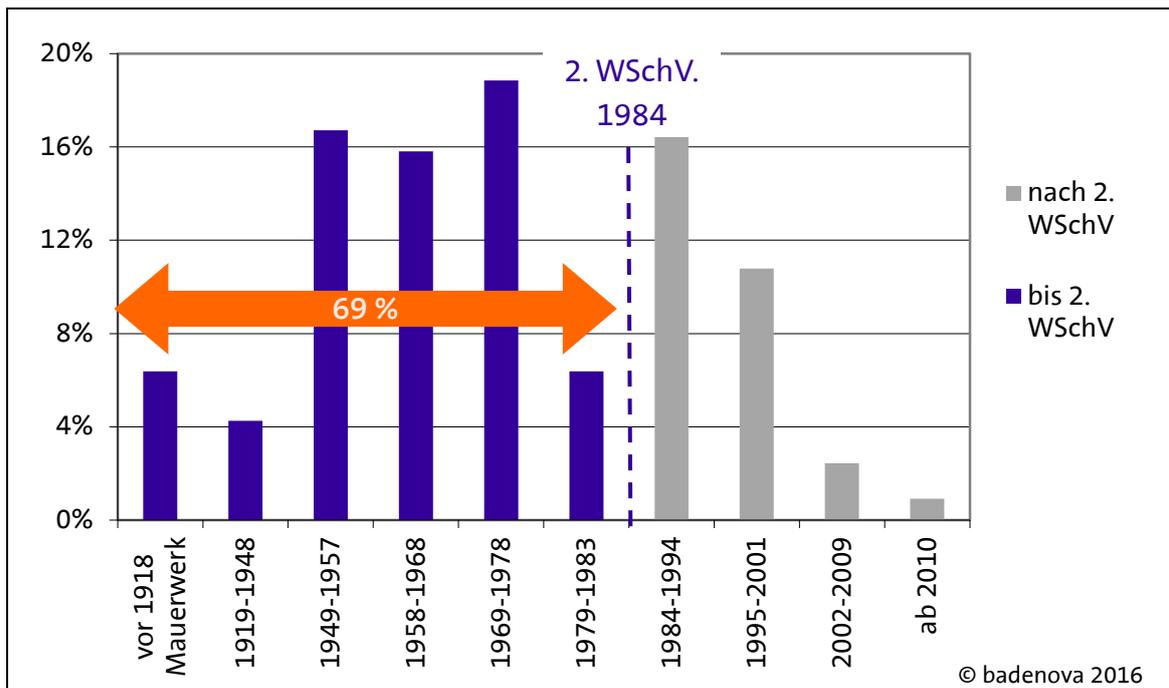


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Kappel

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energiebedarfswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestands relevant. Die Energiebedarfswerte sind wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängig. Bei der Vor-Ort-Erhebung im Quartier wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m<sup>2</sup> zwischen den drei Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften und Mehrfamilienhaus unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

Abbildung 4 zeigt eine Einteilung des Gebäudebestands des Quartiers nach Gebäudetypen. Demnach lassen sich 36 % der Gebäude den Reihenhäusern und Doppelhaushälften zuordnen, 25 % der Gebäude sind Mehrfamilienhäuser. Den größten Anteil am Gebäudebestand im Quartier machen mit 39 % die Einfamilienhäuser aus, die charakteristisch für ländliche Gemeinden sind. Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

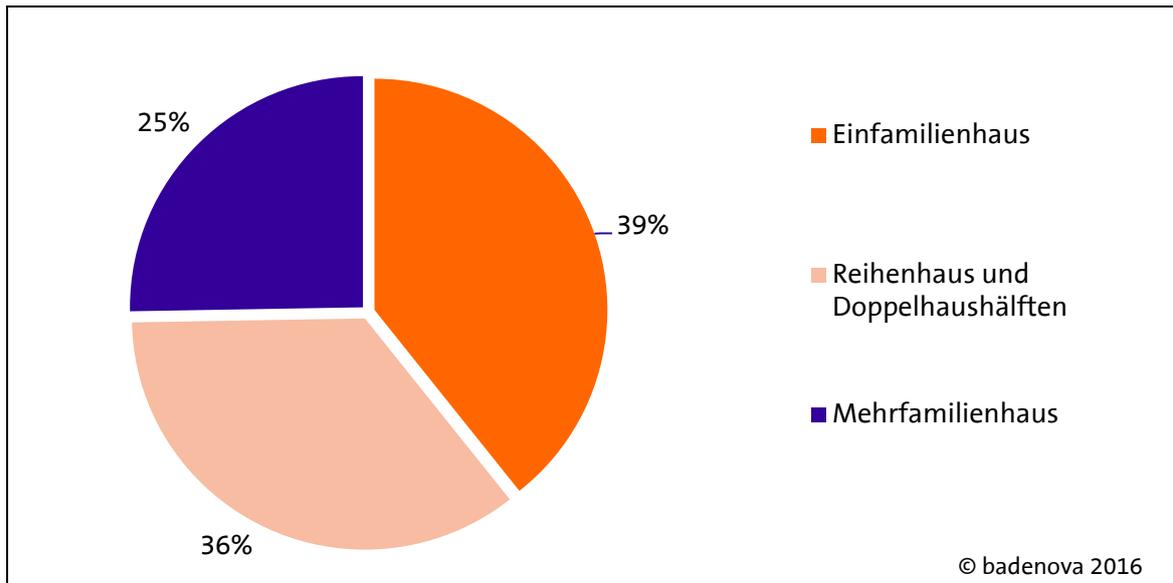


Abbildung 4 – Verteilung der Gebäudearten in Kappel

### 2.3 Definition von Siedlungszonen und Gebäudetypen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur im Quartier treffen. In Abbildung 5 sind die Gebäude Kappels nach Baualtersklassen eingefärbt. Deutlich zu erkennen ist, dass sich die ältesten Gebäude am Ortsausgang nach Süden befinden, wo sich die Großtalstraße in die Groß- und die Kleintalstraße aufspaltet. Hier befindet sich der alte Ortskern mit dem Rathaus und dem Gasthaus „Zum Kreuz“ aus dem 18. Jahrhundert. Rund 50 Gebäude in Kappel stammen aus der Zeit vor dem ersten Weltkrieg.

Der zweite große Bauabschnitt erfolgte in den 1950er und 1960er Jahren. Es entstand ein großer Teil der Wohnbebauung um die Schauinslandschule, sowie die Siedlungen am Ortseingang an der Grenze zu Littenweiler sowie die Neuhäuser-Siedlung. In den 1970er und 1980er Jahren ist Kappel zu den Ortsrändern hin weiter gewachsen. Ende der 1990er und Anfang der 2000er Jahre, wurden verstärkt nochmals Baulücken geschlossen und neue Wohngebiete östlich des Reichenbachs gebaut.

Die Molzhofsiedlung, die sich ca. einen Kilometer südlich vom Hauptort im Tal befindet, ist in Abbildung 5 gesondert dargestellt. Der nördliche Teil der Wohngebäude stammt aus den 1930er bis 1950er Jahren. Die ursprünglich kleine Grundfläche wurde bei vielen Gebäuden in den Folgejahren durch Anbauten erweitert. Der südliche Teil der Siedlung ist Anfang der 1990er Jahre entstanden. Hierbei handelt es sich v. a. um größere Doppelhaushälften in Hanglage.

Zur Entwicklung beispielhafter Sanierungsmaßnahmen wurden zudem die häufigsten Gebäudetypen in Bezug auf Baualter sowie Art und Nutzung des Gebäudes bestimmt. Insgesamt wurden somit acht Gebäudetypen ausgewählt und für diese sog. Gebäudesteckbriefe entwickelt, die neben einer detaillierten Gebäudebeschreibung Sanierungsvorschläge an Gebäudehülle und Heizanlage aufzeigen (vgl. Abschnitt 3.2.2).

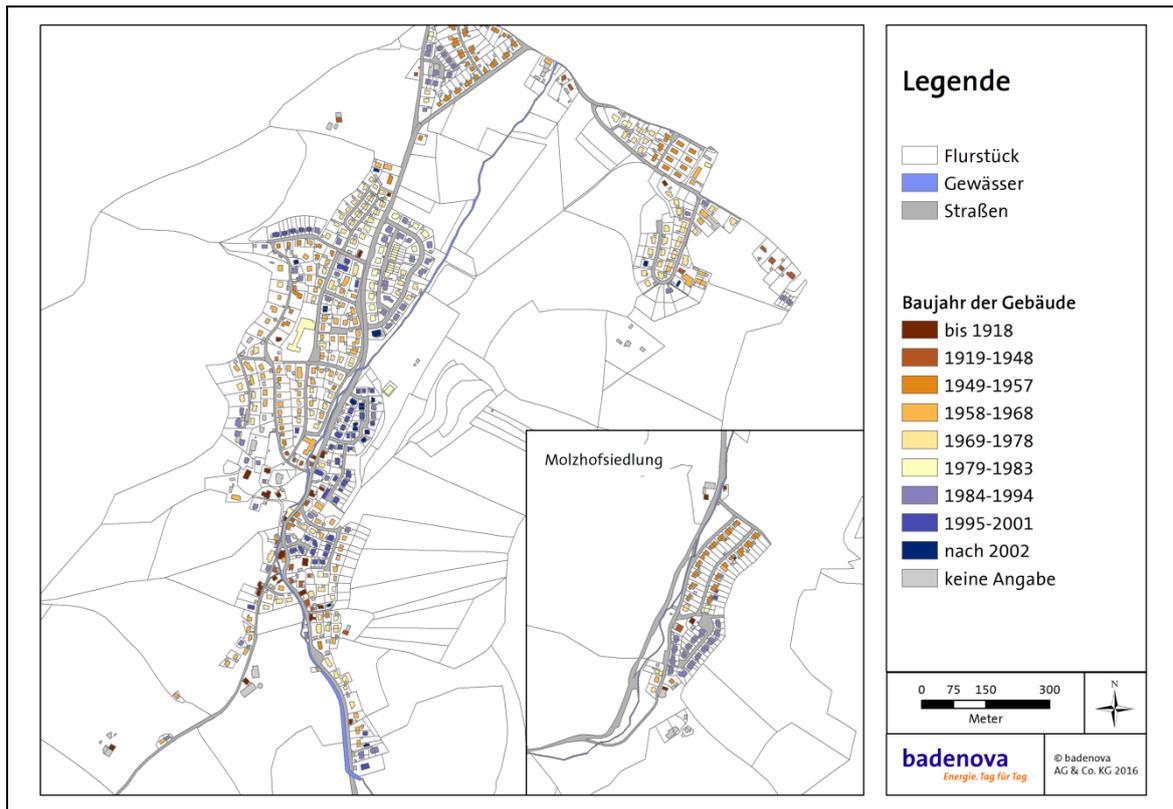


Abbildung 5 – Baualterklassen der Gebäude in Kappel

## 2.4 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten der Gebäudetypen mit Lageinformationen der Gebäude im Quartier zusammengeführt werden. Der Abschätzung des Wärmebedarfs liegen die Daten der Vor-Ort-Erhebung sowie die Gebäudestatistik des Instituts für Wohnen und Umwelt zugrunde (vgl. Abschnitt 8.3). Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs.

Die Darstellung des Katasters in Abbildung 6 zeigt den absoluten Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Eindeutige Wärmeinseln sind in Kappel nicht zu erkennen, jedoch stehen einzelne Großverbraucher hervor, wie die Schauinslandschule im Ortszentrum, das Gasthof „Zum Kreuz“ und größere Mehrfamilienhäuser. Die Daten des Wärmekatasters werden im Folgenden für die Auswahl von Gebieten für eine Nahwärmeuntersuchung herangezogen (vgl. Kapitel 3.3).

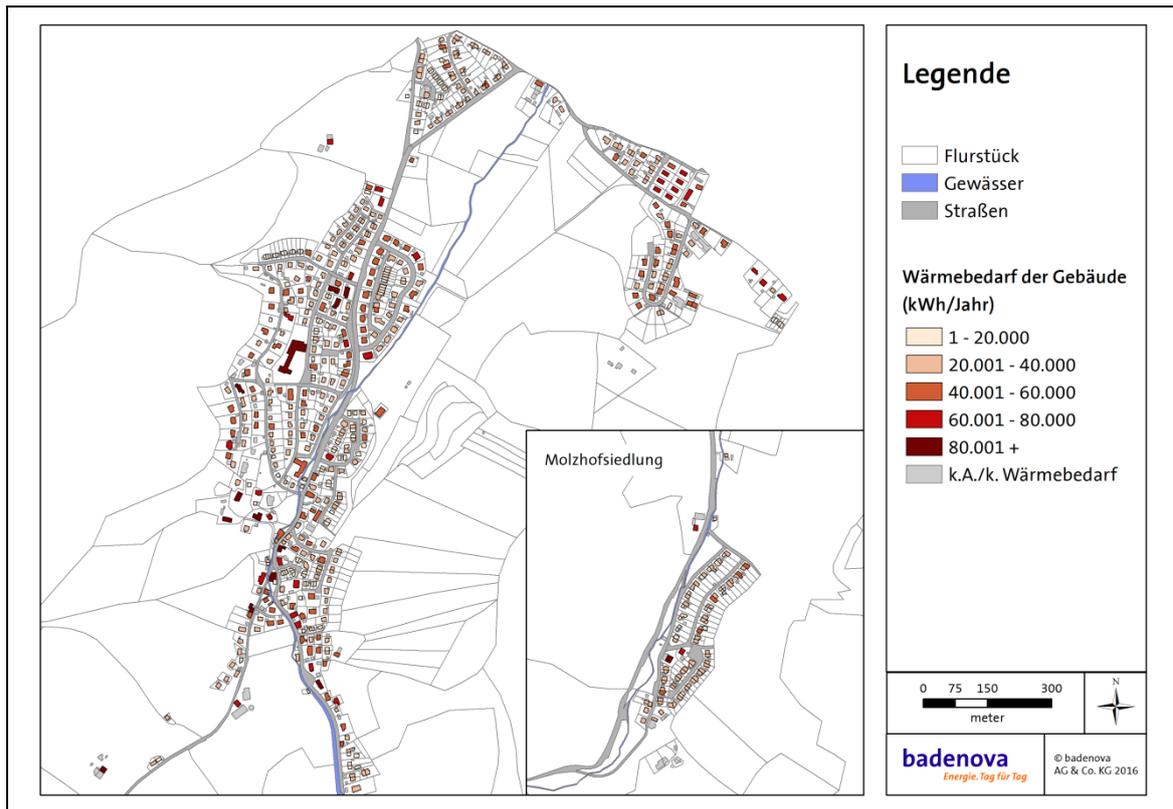


Abbildung 6 – Wärmekataster Kappel: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

## 2.5 Wärmeversorgung im Quartier

Die Energieversorgung des Quartiers erfolgt durch die bnNETZE GmbH, die auch das örtliche Erdgasnetz betreibt. Wie in Abbildung 7 zu sehen, sind weite Teile des Ortskerns mit Erdgas erschlossen. Ausnahmen bilden die Hanglagen im Osten (Siegelbachstraße, Peterhof und Teile der Peterbergstraße) sowie die Gebäude, die oberhalb des Maierhofs und des Jungshofs in der Kleintal- bzw. in der Großtalstraße liegen. Nicht mehr an das Erdgasnetz angeschlossen ist somit auch die Molzhofsiedlung.

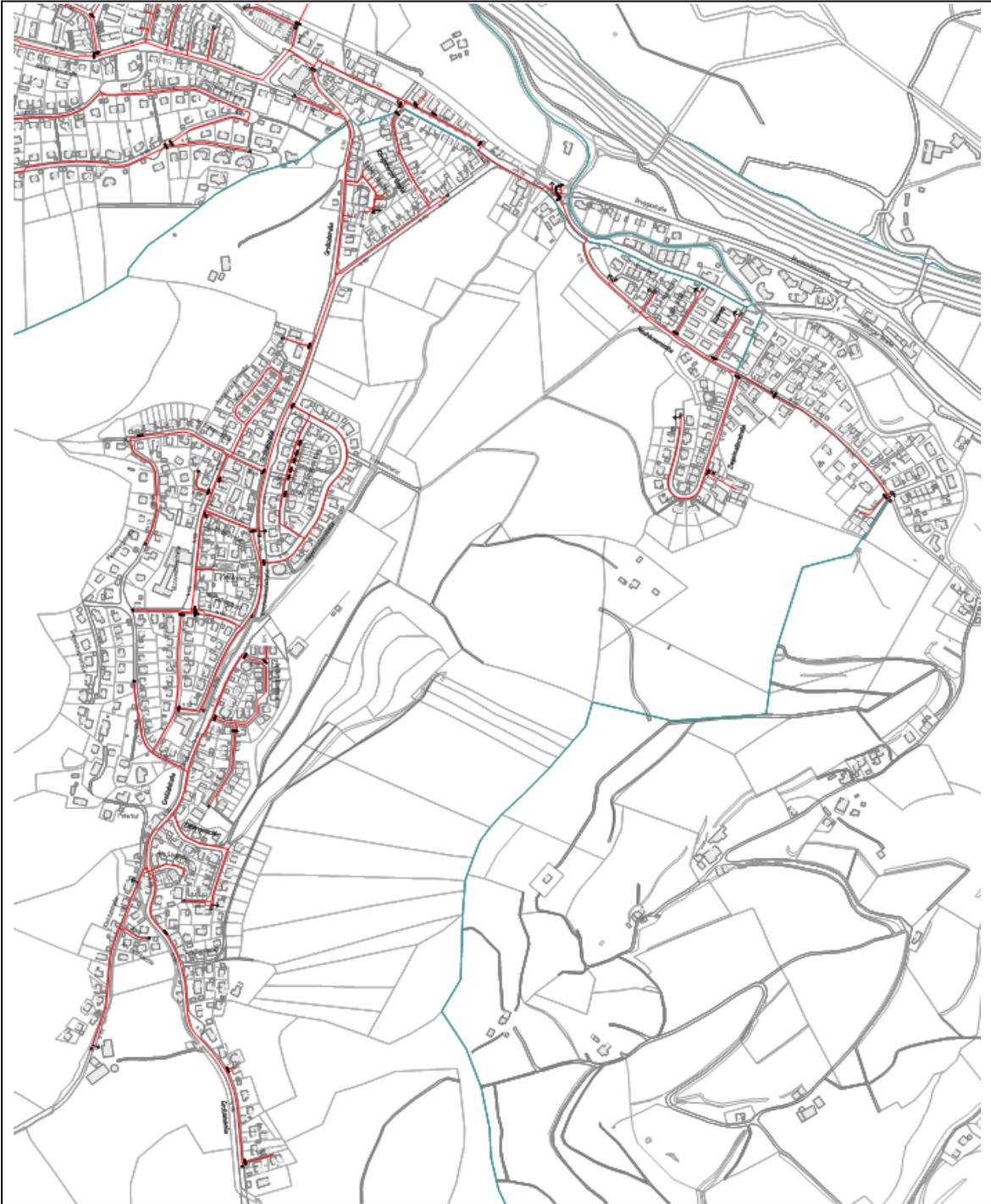


Abbildung 7 – Gasnetz Freiburg Kappel (Quelle: badenova 2016)

Neben der Gasinfrastruktur wird die Wärme im Quartier außerdem über nicht-netzgebundene Anlagen mit den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas und Energieholz (z. B. Scheitholz, Holzpellets usw.) bereitgestellt. Informationen zu diesen Anlagen wurden vom örtlichen Kaminfeger in Form einer genauen Auflistung der installierten Leistungen zur Verfügung gestellt, die allerdings keine Rückschlüsse auf einzelne Feuerungsanlagen zulässt.

Laut der daraus ermittelten Heizanlagenstatistik sind von rund 1.230 Heizanlagen im Quartier 512 Scheitholz-, 422 Erdgas- und 212 Heizölanlagen installiert. Wie in der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Kapitel 2.6 aufgezeigt wird, leisten Erdgas und Erdöl aber den weitaus größten Beitrag zur Wärmeversorgung. Scheitholz wird in den meisten Fällen nur für Zweitheizungen wie Kaminöfen eingesetzt.

Die Auswertung der Heizanlagenstatistik verdeutlicht außerdem, dass etwa 41 % der Heizölanlagen älter als 25 Jahre und damit austauschwürdig sind. Der größte Teil der Erdgasheizanlagen im Quartier ist nicht älter als 15 Jahre, jedoch sind immerhin 25 % älter als 25 Jahre (vgl. Abbildung 8).

Der Bestand an Solarthermieanlagen und deren Fläche wurde aus den Luftbildern ermittelt und durch eine Begehung vor Ort plausibilisiert.

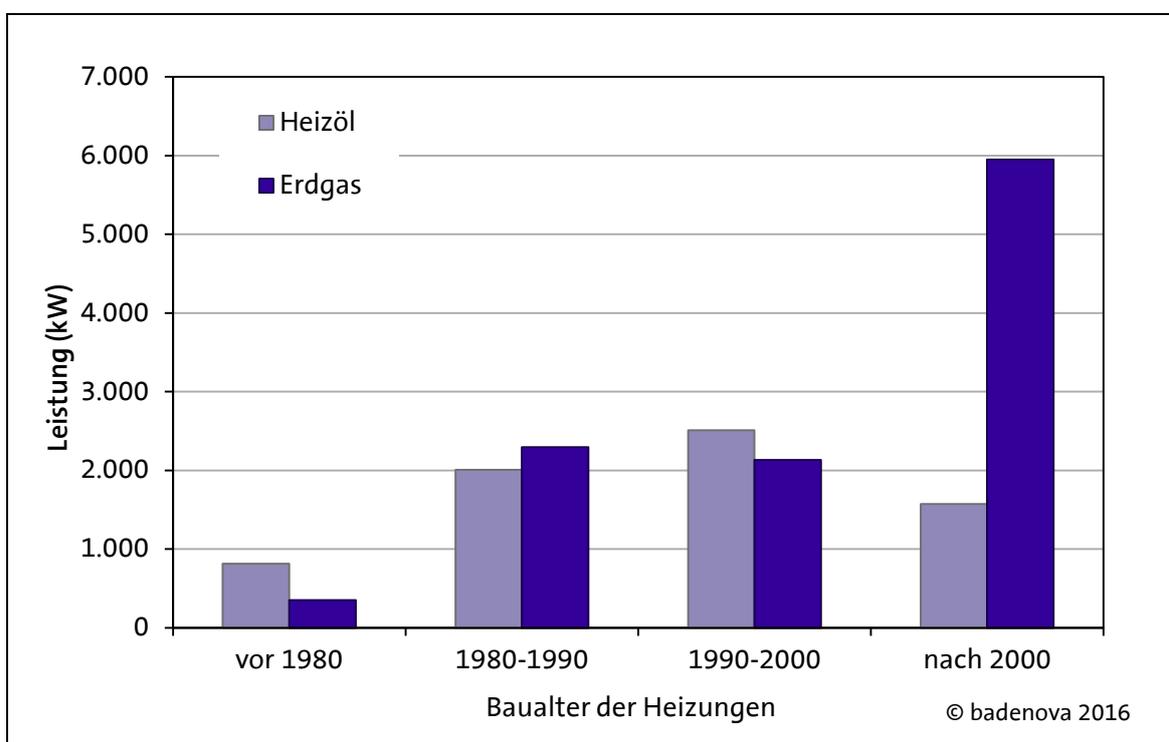


Abbildung 8 – Gesamtleistung der Heizöl- und Erdgasanlagen in Kappel nach Baualter

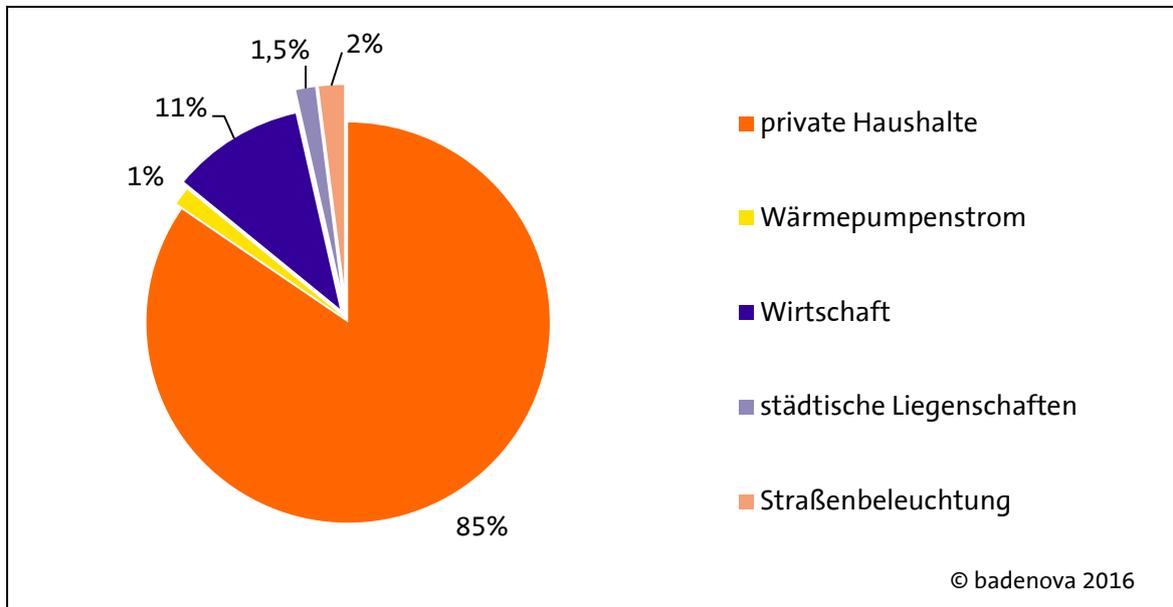
## 2.6 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

### 2.6.1 Stromverbrauch und -erzeugung im Quartier

Die Stromverbrauchsdaten des Bilanzjahres 2014, aggregiert auf das Gesamtquartier, sowie Verbrauchsdaten der Straßenbeleuchtung wurden durch eine Abfrage beim Stromnetzbetreiber bnNETZE GmbH erhoben. Die Stadtverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch im Quartier bei rund 4.260 MWh im Jahr 2014. Da es sich beim Stadtteil Kappel um ein überwiegendes Wohngebiet handelt, hat der Sektor private Haushalte erwartungsgemäß den mit Abstand größten Anteil des

jährlichen Stromverbrauchs mit rund 85 % (ca. 3.602 MWh/Jahr). Mit 11 %, also rund 449 MWh/Jahr, steht der Sektor Wirtschaft an zweiter Stelle. Die Straßenbeleuchtung ist für 2 % des Stromverbrauchs im Quartier verantwortlich. Der restliche Verbrauch ist den städtischen Liegenschaften (1,5 %) und dem Strom für Wärmepumpen (1 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 9).



**Abbildung 9 – Gesamtstromverbrauch in Kappel nach Sektoren (2014)**

Der Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften im Quartier betrug in 2014 ca. 65 MWh. Den größten Anteil davon machte die Schauinslandschule aus mit 53 MWh während die Ortsverwaltung Kappel einen Verbrauch von knapp 12 MWh verzeichnete.

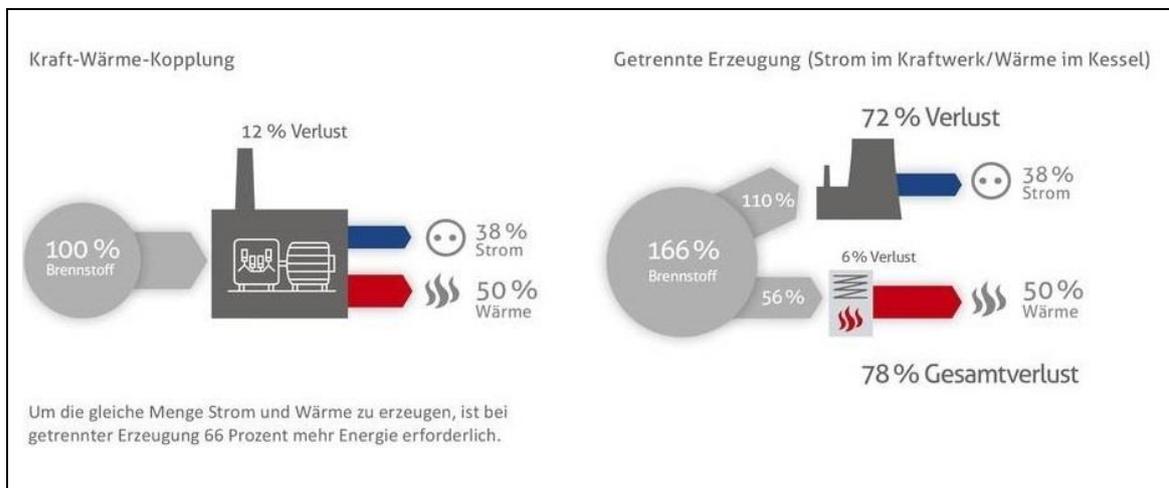
Daten zu Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien im Quartier wurden ebenfalls bei der bnNETZE GmbH abgefragt. Demnach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien in Kappel im Jahr 2014 durch 19 Photovoltaikanlagen erzeugt. Weitere Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, zum Beispiel aus Biomasse oder Wasserkraft, sind in Kappel nicht vorhanden.

Im Jahr 2014 erzeugten die installierten Photovoltaikanlagen zusammen ca. 75 MWh Strom und deckten somit knapp 2 % des gesamten Stromverbrauchs des Quartiers.

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis erneuerbarer Energien können auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z. B. kleinere Blockheizkraftwerke (BHKW), einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz leisten. In Kappel war im Jahr 2014 nach Angaben des Netzbetreibers eine kleine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) vorhanden.

KWK-Anlagen können und sollen einen wesentlichen Beitrag zu einer dezentralen, nachhaltigen Energieversorgung leisten. KWK-Systeme bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig Wärme und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des

Systems ist hierbei höher, als bei der getrennten Erzeugung derselben Menge an Wärme und Strom (vgl. Abbildung 10).



**Abbildung 10 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)**

## 2.6.2 Wärmeverbrauch im Quartier

Der Erdgasnetzbetreiber bnNETZE GmbH stellte aktuelle Gasverbrauchsdaten zur Verfügung. Diese Daten waren zu ergänzen durch Informationen über die anderen Heizenergieträger Heizöl, Flüssiggas, Energieholz (z. B. Scheitholz, Holzpellets usw.), Solarthermie und Strom für Wärmepumpen. Die beim Kaminfeger abgefragte Heizanlagenstatistik gibt Informationen zum nicht-netzgebundenen Verbrauch. Der Bestand an Solarthermieanlagen und deren Fläche wurde aus den Luftbildern ermittelt und durch eine Begehung vor Ort plausibilisiert. Die dadurch erzeugte Wärme wurde anhand der Flächen und mithilfe von gängigen Faktoren abgeschätzt. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der städtischen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich, zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur, der Gesamtwärmeverbrauch im Quartier abschätzen. Dieser betrug rund 16.500 MWh im Jahr 2014.

Betrachtet man den Wärmeverbrauch nach Sektoren, wird deutlich, dass die privaten Haushalte mit 88 % am Gesamtverbrauch den höchsten Wärmeverbrauch darstellen. Die ansässigen Gewerbebetriebe nehmen einen Anteil von 10 % ein, die städtischen Gebäude einen Anteil von 2 % (vgl. Abbildung 11).

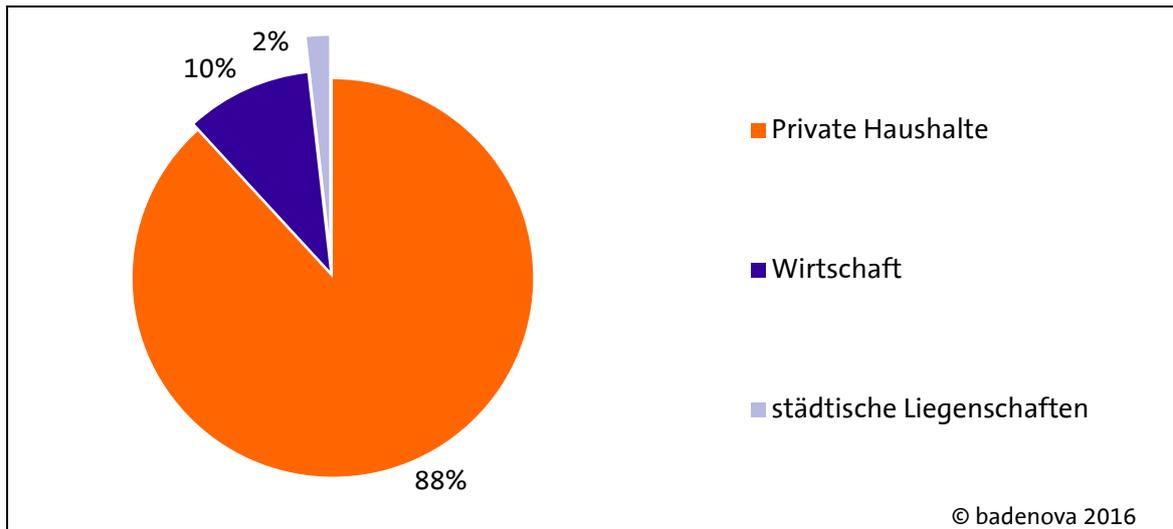


Abbildung 11 – Gesamtwärmeverbrauch in Kappel nach Sektoren (2014)

Nach den vorliegenden Informationen wurde im Jahr 2014 zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs in Kappel zum größten Teil Erdgas (54 %, ca. 8.900 MWh) eingesetzt. Heizöl steht an zweiter Stelle (31 %, ca. 5.100 MWh). Insgesamt werden knapp 12 % des Wärmeverbrauchs im Quartier durch erneuerbare Energiequellen erzeugt: Neben Energieholz (10 %, ca. 1.600 MWh) wurden auch Solarthermie (0,5 %, ca. 80 MWh) und Geothermie (1 %, ca. 180 MWh) eingesetzt. Außerdem werden ca. 550 MWh (3 %) über Flüssiggas bereitgestellt (vgl. Abbildung 12).

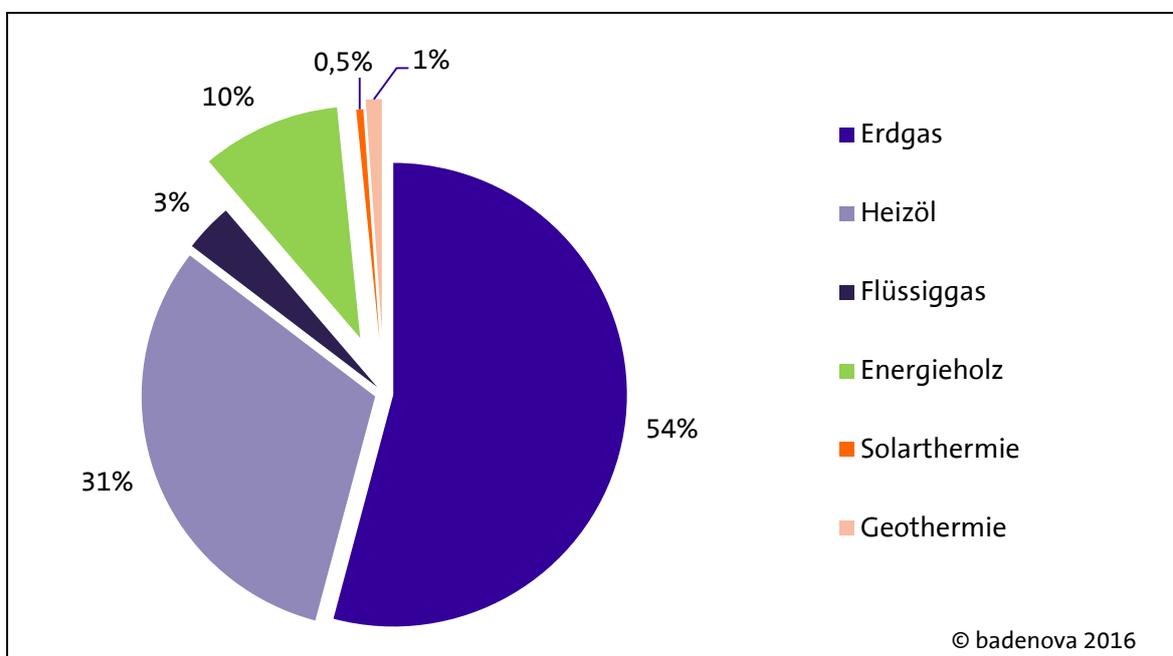


Abbildung 12 – Gesamtwärmeverbrauch im Quartier nach Energieträgern (2014)

### 2.6.3 Energiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch in Kappel zusammen, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von rund 20.600 MWh im Jahr 2014. Wie auch beim Gesamtwärmeverbrauch liegt der höchste Verbrauch beim Sektor private Haushalte mit rund 88 %. Der Sektor Wirtschaft hatte einen Anteil von 10 % und die städtischen Liegenschaften einen Anteil von 2 % am Verbrauch (vgl. Abbildung 13). Trotz seiner Bedeutung für eine Gesamtenergiebilanz konnte der Verkehrssektor nicht einbezogen werden, da die Daten nicht auf Quartiersebene, sondern nur auf gesamtkommunaler Ebene vorlagen.

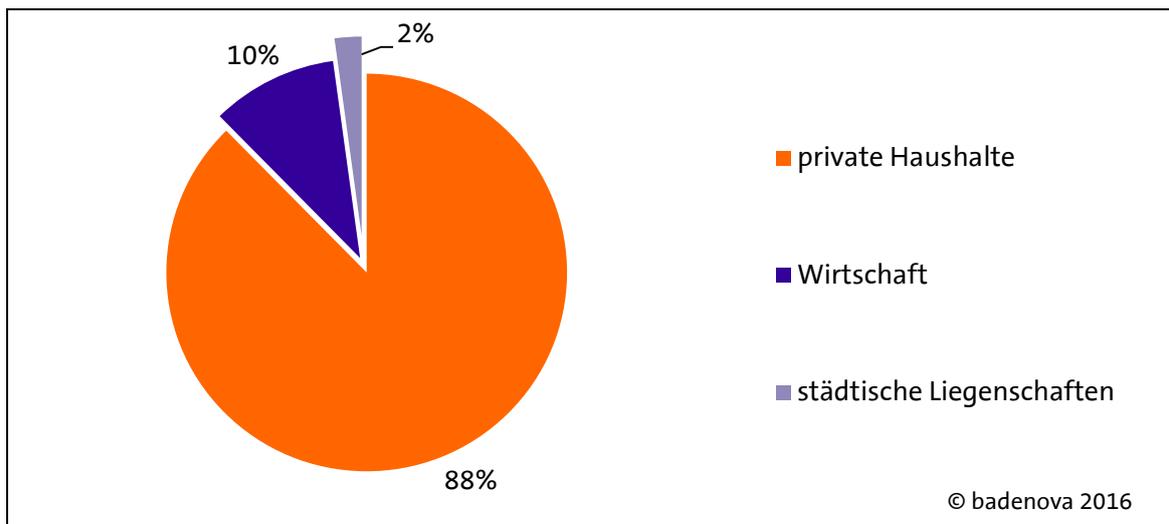


Abbildung 13 – Gesamtenergieverbrauch in Kappel nach Sektoren (2104)

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass die fossilen Energieträger Erdgas (43 %) und Heizöl (25 %) den größten Anteil am Energieverbrauch des Quartiers haben. An dritter Stelle bei der Energiebereitstellung steht Strom (20 %). Einen Anteil von 3 % hat der fossile Energieträger Flüssiggas. Der Gesamtenergiebedarf des Quartiers wird insgesamt zu rund 9 % durch erneuerbare Energien wie Energieholz (8 %), Solarthermie (0,4 %) und Geothermie (1 %) gedeckt (vgl. Abbildung 14).

In Abbildung 15 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

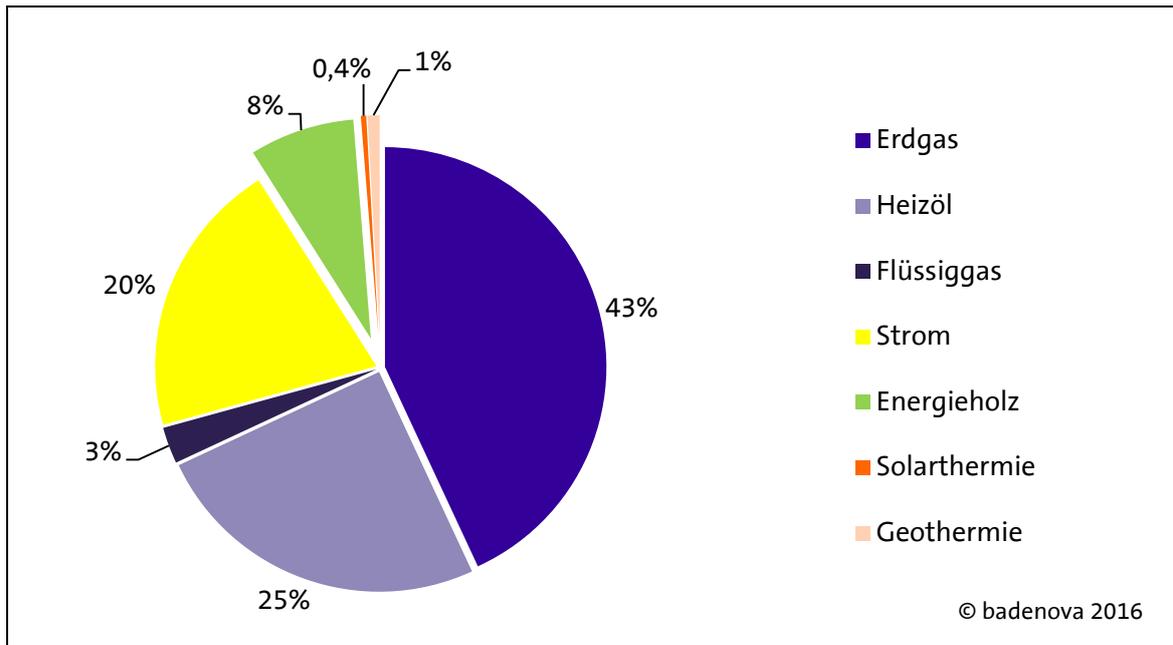


Abbildung 14 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger (2014)

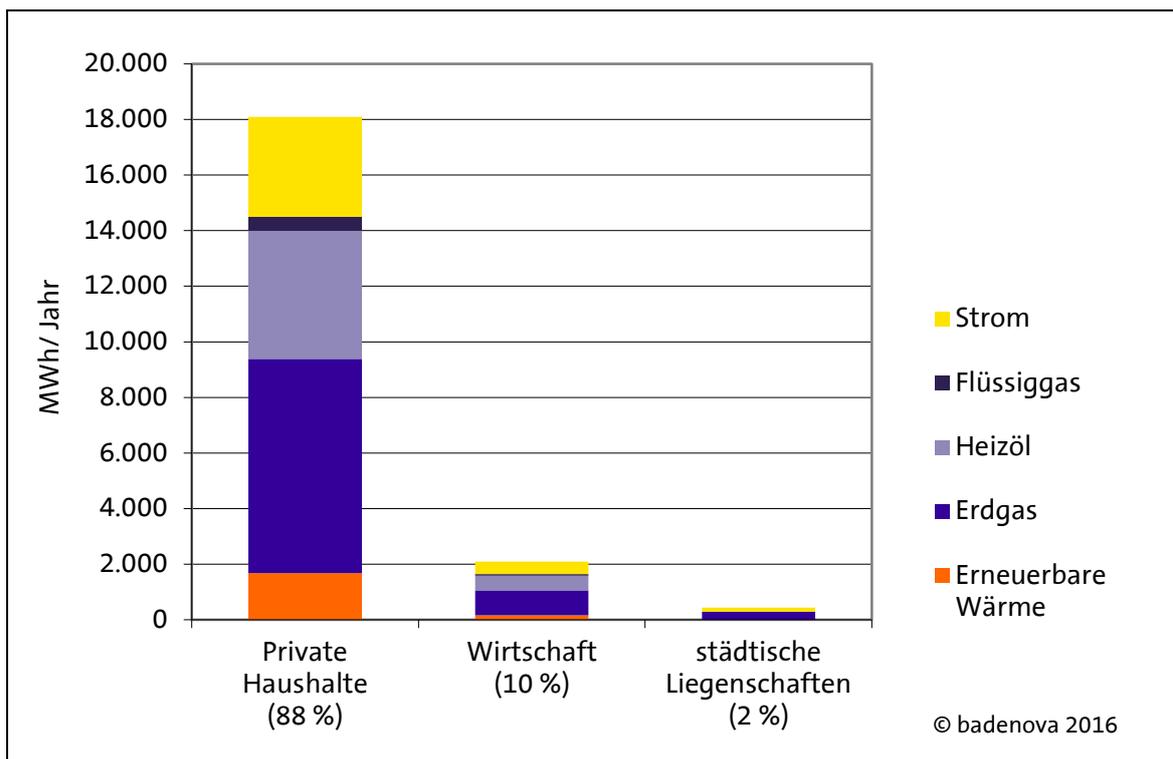


Abbildung 15 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (2014)

Der Gesamtenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften im Quartier lag im Jahr 2014 bei ca. 360 MWh. Die Schauinslanschule weist mit insgesamt rund 270 MWh im Jahr 2014 den höheren Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften auf, während die Ortsverwaltung einen Energieverbrauch von rund 88 MWh hat.

### 2.6.4 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Für die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs des Quartiers wurde der Emissionsfaktor von 0,617 t CO<sub>2</sub>/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2014a), vgl. Kapitel 8.4.1. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs des Gesamtquartiers ca. 2.600 t im Jahr 2014.

Durch die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien vor Ort trägt Kappel dazu bei, dass sich die CO<sub>2</sub>-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind als der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes, wurde zusätzlich ermittelt, wie viele Emissionen hierdurch eingespart werden können. Für diese Berechnung wurde ein Emissionsfaktor von 0,061 t CO<sub>2</sub>/MWh für Strom aus Photovoltaikanlagen angenommen (IFEU, 2014a). Folglich wurden durch den Strom aus Photovoltaik in Kappel im Jahr 2014 – im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix – 42 t CO<sub>2</sub> vermieden.

Aus den Daten in Abschnitt 2.6.2 ergibt sich, dass die Deckung des Wärmeverbrauchs in Kappel für das Jahr 2014 zu CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von etwa 4.060 t führte.

Insgesamt wurden im Quartier im Jahr 2014 durch Wärme und Strom 6.650 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Die privaten Haushalte sind mit 87 % für den größten Teil dieser CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Der Wirtschaftssektor (10,5 %) und die kommunalen Liegenschaften (2,5 %) tragen gemeinsam zu etwa einem Siebtel der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Quartiers bei (vgl. Abbildung 16).

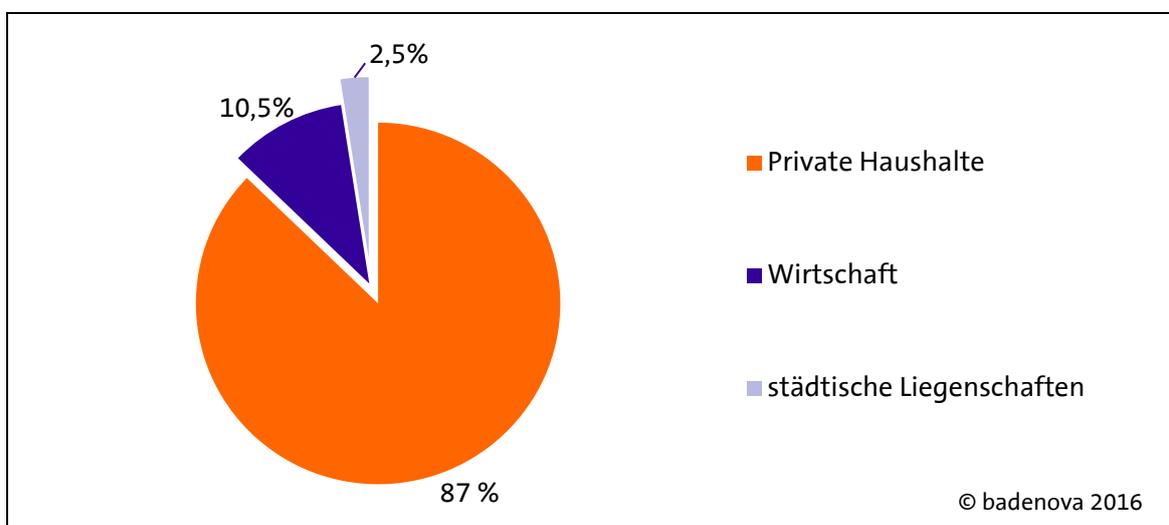


Abbildung 16 – CO<sub>2</sub>-Emissionen im Quartier nach Sektoren (2014)

Bezogen auf die Energieträger verursacht der Stromverbrauch mit 38 % den größten Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen, obwohl er lediglich 20 % des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO<sub>2</sub>-Belastung des deutschen Strommixes, d.h. Strom hat im Vergleich zu anderen Energieträgern den höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor. Als zweitgrößte Emissionsquelle mit 33 % ist der Erdgasverbrauch im Quartier verantwortlich. An dritter Stelle steht Heizöl (24 %). Einen geringen Anteil von 2 % der Emissionen trägt außerdem der Flüssiggasverbrauch bei. Sehr gut schneiden

die erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO<sub>2</sub>-Emissionen anfallen. Energieholz, bei dem vor allem die Transportwege zum Tragen kommen, verursacht lediglich knapp 0,6 % der Gesamtemissionen. Solarthermie und Erdwärme verursachen jeweils 0,03 % bzw. 0,7 % der Gesamtemissionen (vgl. Abbildung 17).

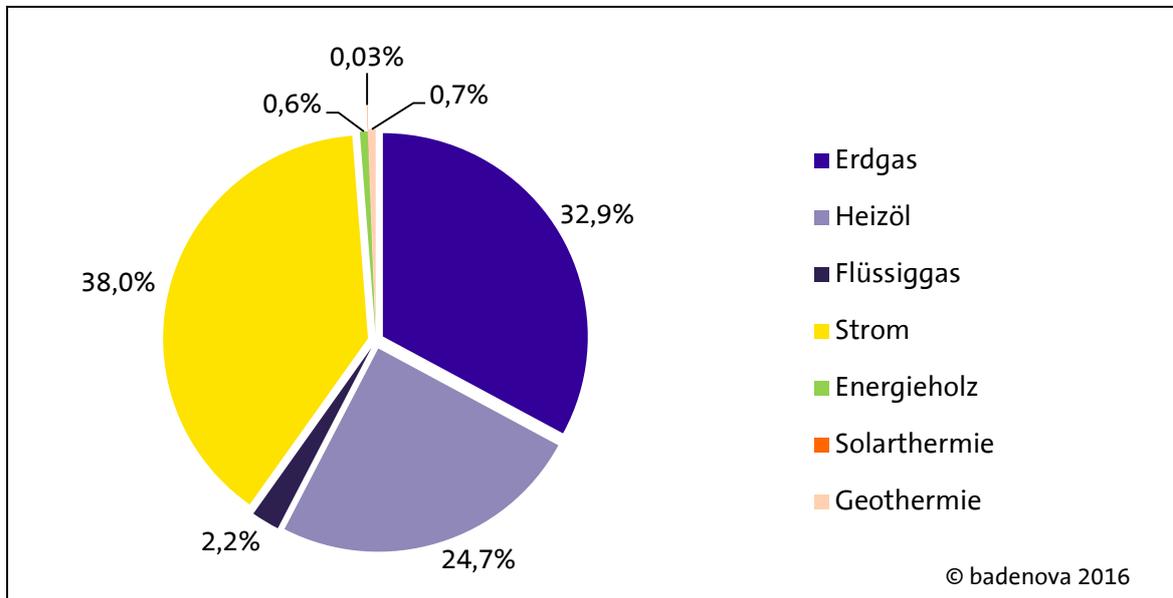


Abbildung 17 – CO<sub>2</sub>-Emissionen im Quartier nach Energieträgern (2014)

Abbildung 18 zeigt die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern. Hier wird nochmals sichtbar, wie stark der Einfluss des Strombedarfs in allen Sektoren auf die Emissionen des Quartiers ist. Ebenso wird der verschwindend geringe Anteil der Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien deutlich.

Die städtischen Liegenschaften haben zusammen mit der Straßenbeleuchtung des Quartiers im Jahr 2014 165 t CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht, wobei 93 t CO<sub>2</sub> dem Stromverbrauch und 73 t CO<sub>2</sub> dem Erdgasverbrauch zuzurechnen sind.

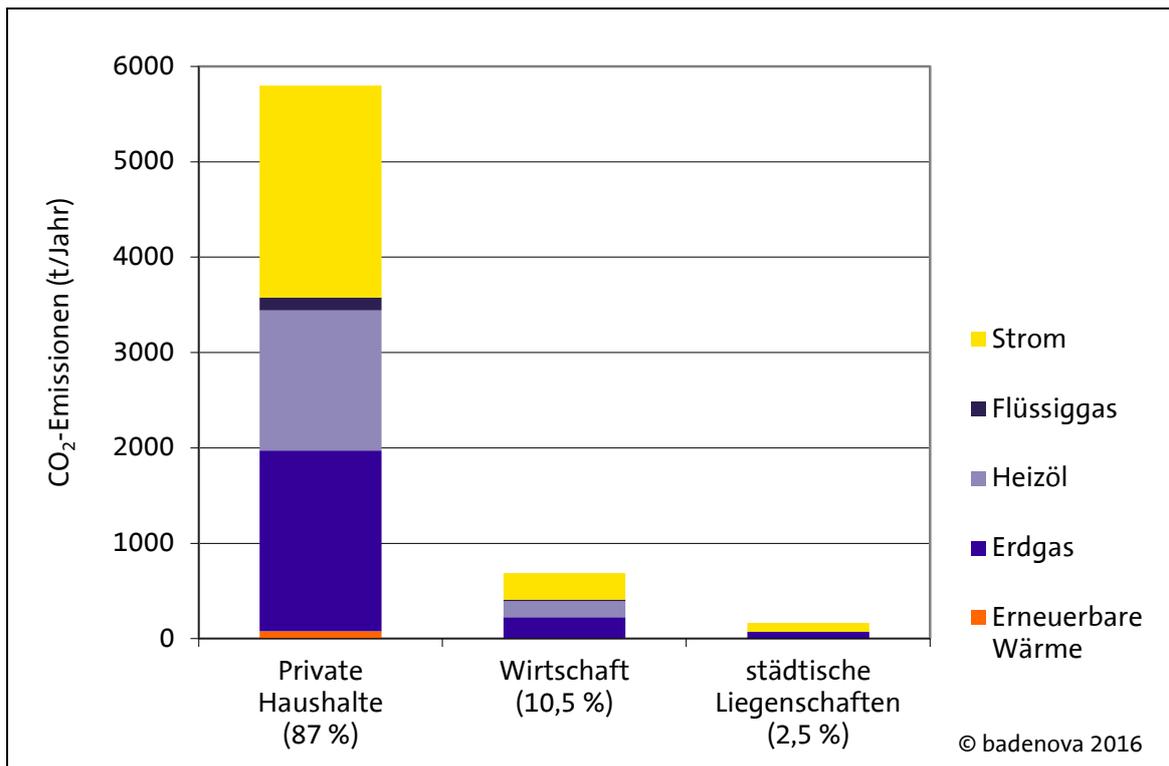


Abbildung 18 – CO<sub>2</sub>-Emissionen im Quartier nach Sektoren und Energieträgern (2014)

Setzt man die Gesamtemissionen des Quartiers in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder in Kappel lebende Bürger durch seinen Strom- und Wärmeverbrauch (ohne Verkehrsemissionen) Pro-Kopf-Emissionen von ca. 2,44 t CO<sub>2</sub>/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den vor Ort im Quartier produzierten Strom aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 2,43 t CO<sub>2</sub>/Jahr.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch gewerbe- oder industrieintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Ebenfalls ist darin der Sektor Verkehr enthalten, der in der Bilanz des Quartierskonzepts nicht berücksichtigt werden konnte. Außerdem können CO<sub>2</sub>-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z. B. im Jahr 2008 der Fall war.

Da im Quartierskonzept nur ein abgegrenzter Siedlungsbereich betrachtet wird, ist die Zahl der Pro-Kopf-Emissionen der Bürger im Quartier somit nur schwer mit anderen Kommunen oder dem Wert des Landes Baden-Württemberg zu vergleichen. Nichtsdestotrotz kann der Wert des Pro-Kopf-Ausstoßes in Zukunft als Vergleichswert genutzt werden, um die Klimaschutzbemühungen im Quartier selbst zu messen und zu dokumentieren. Durch eine Fortschreibung der Bilanz kann dieser Wert in einigen Jahren erneut ermittelt werden und schließlich mit dem Ausgangswert von 2014 verglichen werden.

## 3. Potenzialanalyse

### 3.1 Potenziale erneuerbarer Energien

#### 3.1.1 Solarenergie

Der Stadtteil Kappel liegt in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Ba-Wü (LUBW) liegt der jährliche Energieertrag im Bereich des Quartiers, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.110 kWh/m<sup>2</sup> (RIPS der LUBW, 2012) und damit leicht über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m<sup>2</sup> (DWD, 2012).

Mit gerade mal 2 % Anteil an der Stromerzeugung leistet die Photovoltaik im Jahr 2014 einen vergleichsweise kleinen Beitrag zum Klimaschutz im Quartier (vgl. Kapitel 2.6.1). Die vorhandenen Solarthermieanlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von ca. 240 m<sup>2</sup> deckten 0,5 % der Wärmeversorgung. Dennoch besteht im Quartier bei der Nutzung der Solarenergie noch großes Ausbaupotenzial. Um dieses genauer abzuschätzen, wurde das theoretische Solarflächenpotenzial aller Bestandsgebäude anhand von Luftbildern, eines digitalen Höhenmodells und eines 3D-Modells der Gebäude des Stadtteils ermittelt und ausgewertet. Hierzu wurde wie folgt vorgegangen:

- Die Dachflächen wurden in vier Kategorien eingeteilt: Süddächer, Südost-/ Südwestdächer, West-/Ostdächer und Flachdächer.
- Für die Schrägdächer war auf Basis der Luftbilder keine fundierte Aussage über die jeweilige Dachneigung möglich, so dass eine durchschnittliche Neigung angesetzt wurde. Die Flachdächer wurden gesondert betrachtet, da in einem solchen Fall eine Aufständigung der Module notwendig ist und durch Abschattungseffekte lediglich etwa 40 % der Dachfläche wirtschaftlich nutzbar bleibt.
- Verschattungsverluste durch Tal-/ Hanglagen sowie weitere Verschattungseffekte in der Landschaft wurden berücksichtigt, indem die Solareinstrahlung für Kappel anhand eines digitalen Höhenmodells berechnet und den Dachflächen zugeordnet wurde.
- Zusätzlich wurden anhand eines digitalen 3D-Modells der Gebäude des Stadtteils Verschattungseffekte durch benachbarte Gebäude bei der Bewertung des Potenzials mit einbezogen.
- Mögliche Verschattungsverluste etwa durch große Bäume in direkter Gebäudeumgebung wurden hingegen nicht zusätzlich berücksichtigt – im Einzelfall muss ohnehin eine Prüfung der Verschattungssituation vor Ort vorgenommen werden.
- In der Berechnung der Nettoflächen ist grundsätzlich ein Flächenabschlag von 15 % gegenüber der tatsächlich gemessenen Fläche enthalten. Dadurch sind mögliche planungstechnische Unwägbarkeiten bereits einbezogen. Ebenso sind bestehende Anlagen sowie sämtliche Dachaufbauten (Fenster, Gauben, Schornsteine etc.) berücksichtigt worden und fließen nicht in die Nettofläche mit ein.

Für die weitere Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle unbebauten und von der Ausrichtung her ge-

eigneten Dachflächenanteile mit Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Ausbaupotenzials für die Solarenergie in Kappel.

Die Auswertung der Luftbilder des Quartiers ergab, dass 58 % der freien Dachflächen einen Ertragsfaktor von über 100 kWh/m<sup>2</sup> & Jahr haben (vgl. Tabelle 2). Diese Dächer sind aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung gut für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder Photovoltaikanlagen geeignet. Eine belastbare Aussage über Statik und Beschaffenheit der individuellen Dachpotenziale ist aber nur über eine Prüfung vor Ort möglich.

Potenzieller Ertrag (kWh/m <sup>2</sup> & Jahr)	Gesamtfläche (m <sup>2</sup> )	Anteil an Gesamtfläche
80 - 89	2.456	5%
90 - 99	18.618	37 %
100 - 109	22.528	45 %
110 - 119	6.531	13
120 - 129	155	0,3 %

**Tabelle 2 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Kappel**

Zur Veranschaulichung des Vorgehens, wie das Dachflächenpotenzial ermittelt wurde, ist in Abbildung 19 ein Ausschnitt aus dem für Kappel erstellten Solarkataster dargestellt. Der errechnete Ertrag (kWh/m<sup>2</sup> Dachfläche & Jahr) der jeweiligen Dachfläche lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen. Eine Karte des gesamten Solarkatasters ist im Anhang dieser Studie beigelegt.

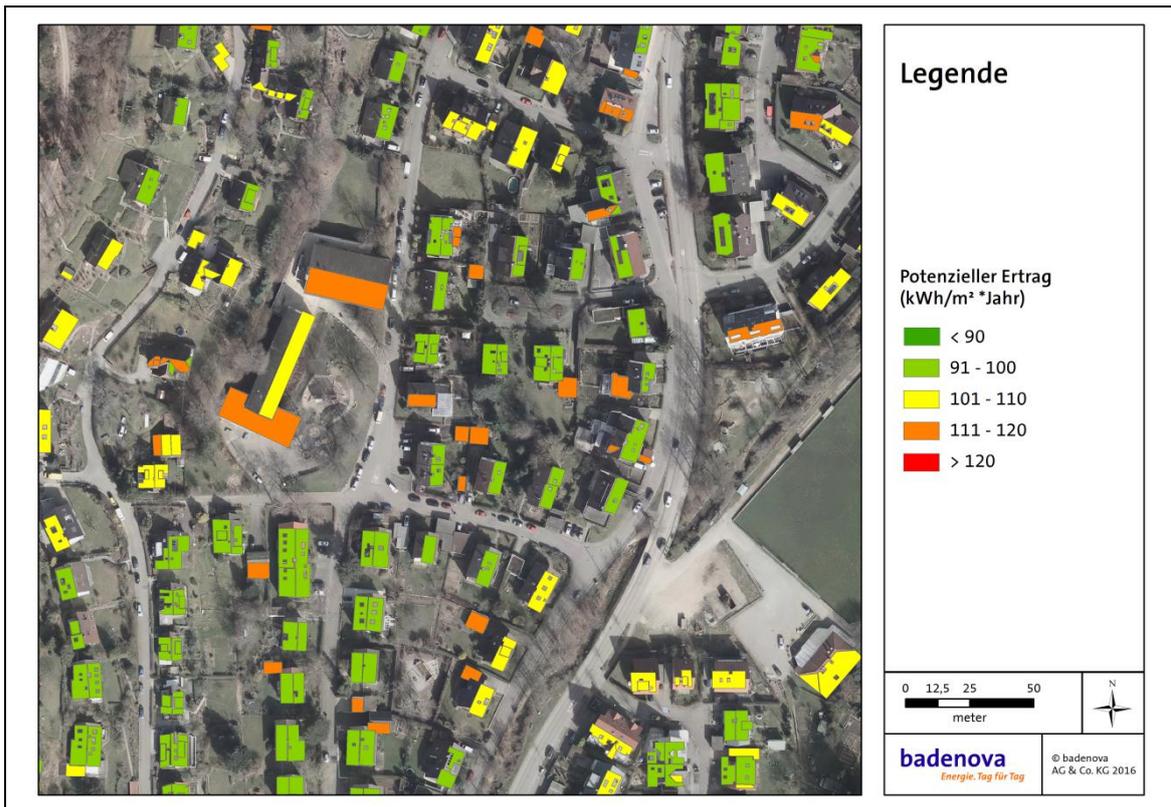


Abbildung 19 – Auszug des Solarkatasters um die Schauinslandschule

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik (PV)) genutzt werden. Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials umfasst daher zwei Szenarien:

- Szenario 1 geht davon aus, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird.
- In Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden<sup>1</sup>.

Beide Szenarien sind in Abbildung 20 dargestellt.

<sup>1</sup> Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitstellung werden auf ca. 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs des Haushaltes ausgerichtet, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu maximieren. Größere Anlagen sind zwar möglich, produzieren allerdings im Sommer einen Überschuss an Wärme, der nicht genutzt werden kann (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007).

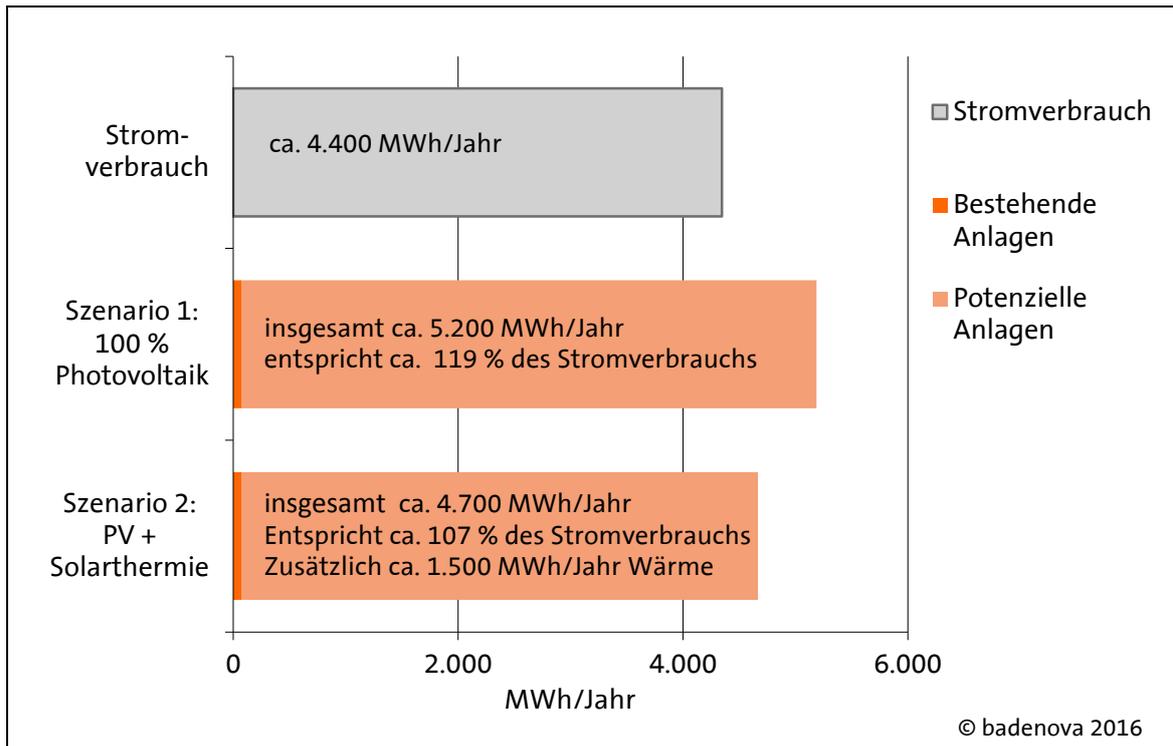


Abbildung 20 – Solarpotenziale in Kappel

Zusammenfassend lassen sich aus den beiden untersuchten Szenarien folgende theoretische Schlussfolgerungen ziehen:

- > Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ (Szenario 1) ließe sich der Anteil der Photovoltaik am Stromverbrauch des Quartiers auf ca. 119 % bzw. 5.200 MWh/Jahr erhöhen.
- > Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von 12 % des Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus Photovoltaik würde sich in diesem Fall auf 4.700 MWh/Jahr reduzieren und entspräche 107 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung liegt. Durch einen weiteren Zubau von PV-Modulen und die Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum Strombezug aus dem Netz und somit dem deutschen Strommix, insgesamt 2.550 t CO<sub>2</sub>/Jahr vermieden werden. Die Ausschöpfung des Potenzials wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage (u. a. die Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe und Ausgestaltung der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

### 3.1.2 Geothermie

#### 3.1.2.1 Technischer und geologischer Hintergrund

Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde (Synonym: Erdwärme). Sie findet ihre Anwendung in der Beheizung von Wohn- oder Arbeitsräumen, aber auch bei technischen Prozessen. Umgekehrt unterstützt die Technik auch Kühlungsprozesse. Vor allem in Kombination von Heizung im Sommer und Kühlung im Winter ergeben sich hier sehr wirtschaftliche und klimaschonende Anwendungen.

Auf dem Gebiet der Geothermie lassen sich drei wesentliche Techniken und ihre speziellen Anwendungen abhängig von der Eingriffstiefe unterscheiden:

1. Oberflächennahe Geothermie (in der Regel bis in 150 m Tiefe bei  $< 25\text{ °C}$ )
2. Tiefe Geothermie (in bis zu über 6.000 m Tiefe bei  $> 25\text{ °C}$ )
3. Hochenthalpielagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit  $> 100\text{ °C}$ )

In Kappel kann die oberflächennahe Geothermie zur Wärmeversorgung genutzt werden. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, welches beispielsweise das Heizen eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erlaubt. In Abbildung 21 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Sehr gut gedämmte Gebäude modernen Standards können eine Wärmepumpe effizient auch mit der Außenluft betreiben („Umweltwärme“). Luftgekoppelte Wärmepumpen weisen insbesondere bei Neubauten zunehmend höhere Marktanteile auf.

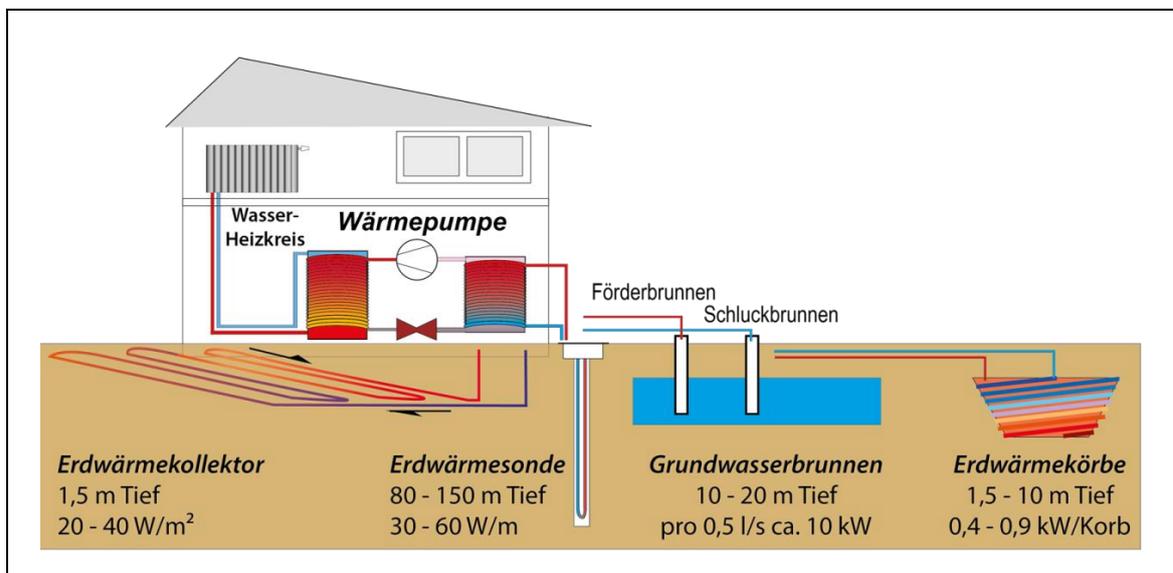
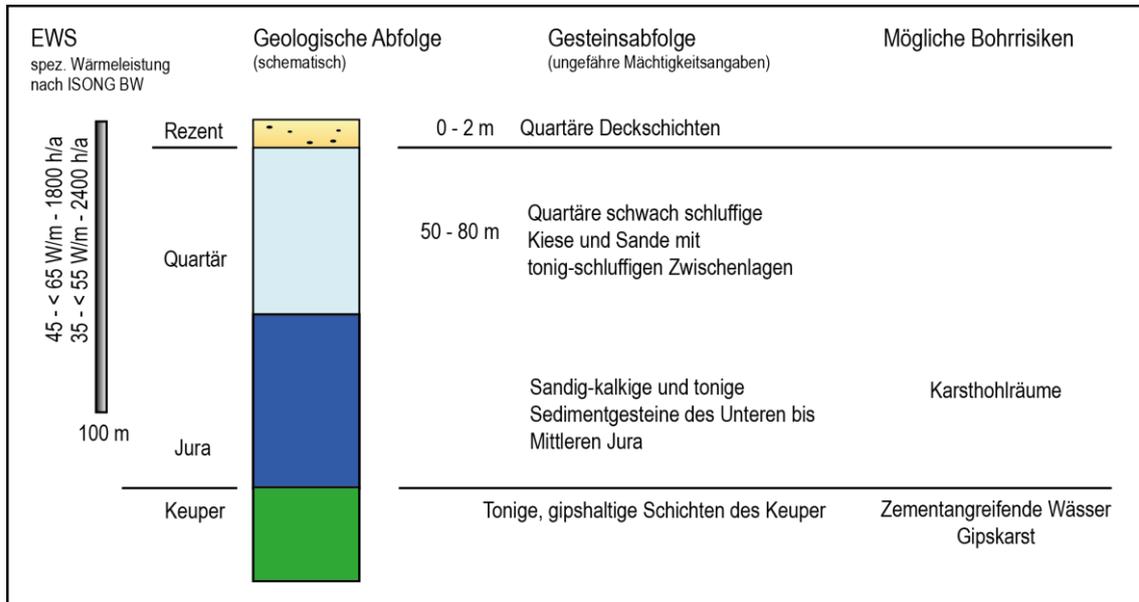


Abbildung 21 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Kappel liegt im nördlichen Bereich der sogenannten Freiburger Bucht zwischen Schwarzwaldrand und Rheinebene. Der geologische Untergrund bis in 100 m Tiefe be-

steht überwiegend aus den sandig-kalkigen Schichten des Mittleren Jura, dem ca. 50 bis 80 m mächtige quartäre Kiese und Sande auflagern (vgl. Abbildung 22). Im Norden des Quartiers ist eine Wasserschutzzone ausgewiesen, in der Erdwärmeh Bohrungen nicht genehmigungsfähig sind. Außerhalb dieser Wasserschutzzone können sich Bohrisiken durch mögliche Karsthohlräume in den Jurakalken und durch Salz führende Schichten des darunter liegenden Keupers ergeben.



**Abbildung 22 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Kappel (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg, 2015)**

Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des Regierungspräsidiums Freiburg i. Br. - Abt. 9 - LGRB - grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde.

Die Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB) gibt an, dass mindestens zwei Anlagen mit jeweils zwei Erdwärmesonden für Kappel registriert sind. Die Sonden werden mit 90 m bzw. 75 m Länge angegeben. Laut bnNetze GmbH wurde in Kappel im Jahr 2014 ca. 60.000 kWh Strom für Wärmepumpen benötigt.

### 3.1.2.2 Geothermiepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters und der obigen Ausführungen konnte für die Gebäude in Kappel ein bedarfsorientiertes Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 8.5 erläutert.

Dabei wurde mit bis zu 99 m langen Erdwärmesonden gerechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass theoretisch 15 % des heutigen Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils bis zu vier maximal 99 m langen Sonden abgedeckt werden könnte. Dabei wurde auch die

zur Verfügung stehende Nutzfläche der jeweiligen Grundstücke berücksichtigt. Prinzipiell sind in Kappel auch Bohrungen für Erdwärmesonden in bis zu 150 m Tiefe möglich. Das Antragsverfahren mit etwas höheren Anforderungen erfolgt dann über das Bundesberggesetz.

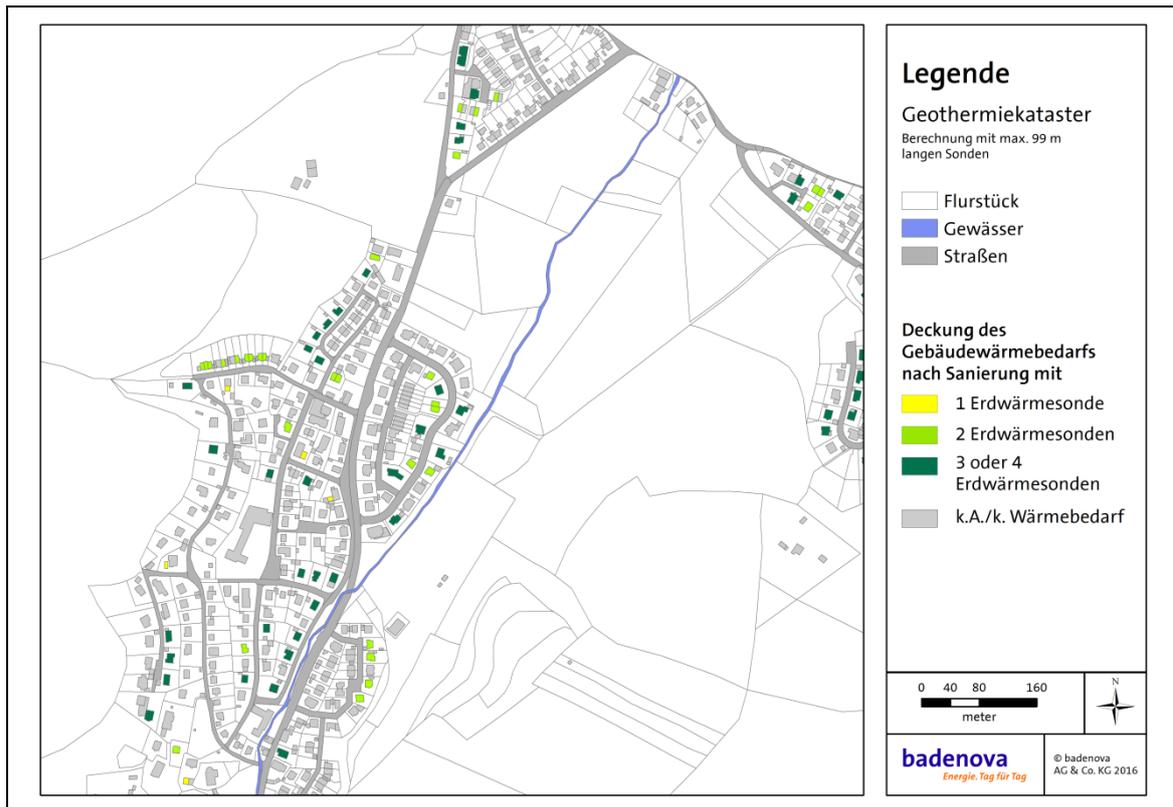
Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es nötig, die Heizungsvorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualtersklasse F (Baujahr 1969-1978) aufweisen. Im Zuge dieser Altersklasse wurden im Rahmen der 1. Wärmeschutzverordnung die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude der Klassen F bis H (Baujahr 1969-1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren.

Unter diesen Voraussetzungen können 10 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs im Quartier mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt ca. 4 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart. Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge 99 m
<b>Theoretisches Potenzial</b>	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	15 %
<b>Technisch-ökonomisches Potenzial</b>	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	10 %
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	4%

**Tabelle 3 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Kappel**

Das „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist ausschnittsweise in Abbildung 23 für Erdwärmesonden mit bis zu 99 m Länge dargestellt. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren Wärmebedarf nach einer energetischen Sanierung mit bis zu vier Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Grundstücksflächen decken können.



**Abbildung 23 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial)**

Das Geothermiekataster zeigt, dass sich in Kappel das geothermische Potenzial manchmal auf einzelne Häusergruppen konzentriert. In diesen Fällen ist zu prüfen, mit welchem Energieträger die Gebäude bisher beheizt werden, ob die Siedlung beispielsweise die Möglichkeit für einen Gasanschluss aufweist oder die Anwohner ihren Wärmebedarf mit Heizöl- oder Stromheizungen decken. Lassen sich solche oder allgemein veraltete Heizungssysteme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmennutzung.

Die vielfältigen Möglichkeiten der finanziellen Förderung von Wärmepumpensystemen können unter der Homepage des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) abgerufen werden.

### 3.1.3 Biomasse

Biomasse als Energieträger in fester, flüssiger und gasförmiger Form nimmt in Deutschland insbesondere bei der Bereitstellung von regenerativer Wärme eine zentrale Rolle ein. Nach aktuellen Zahlen des Bundesumweltministeriums hatte die Biomasse in 2015 in Deutschland einen Anteil von 88 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 26 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2016).

Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 24). Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverar-

beitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

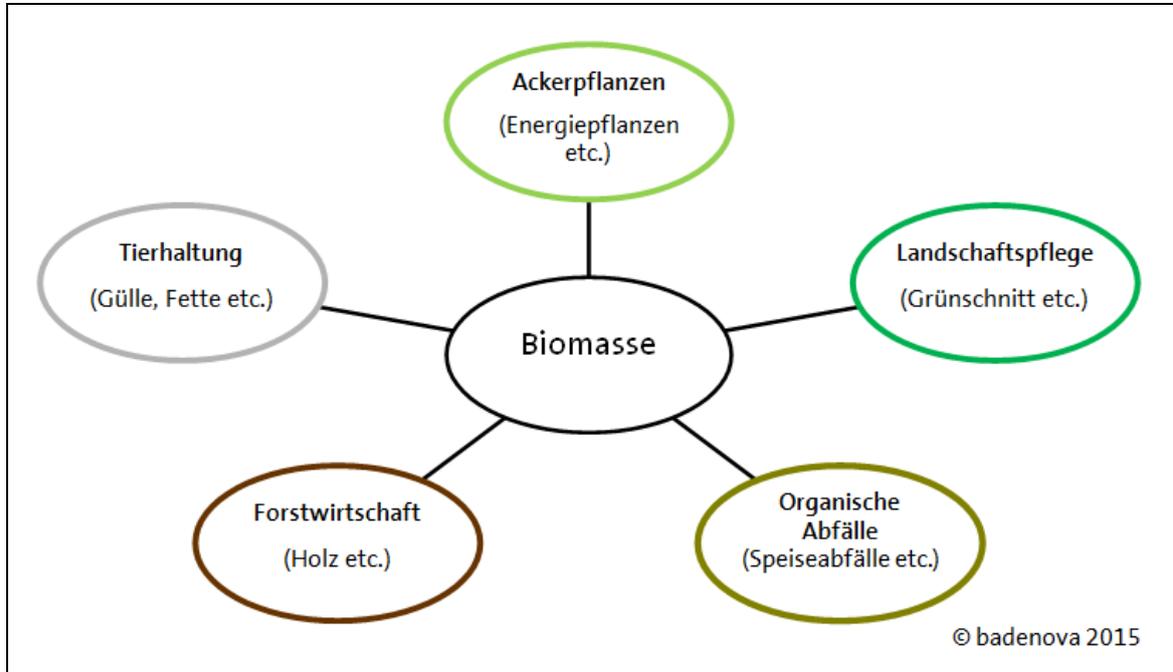


Abbildung 24 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

Die Quantifizierung der Energieholzpotenziale wurde durch eine Abfrage des zuständigen Försters erhoben. Die gesamte Forstfläche in Kappel beträgt ungefähr 1.080 ha. Davon sind ca. 570 ha in Staatsbesitz, 260 ha des Waldes sind im Besitz der Stadt und 250 ha sind als Privatwald beziffert. Stadt- und Staatswald sind FSC-zertifiziert, womit einige Auflagen einhergehen wie beispielsweise der freiwillige Verzicht auf Flächennutzung sowie der Verbleib von Derbholz im Wald. Weitere Restriktionen ergeben sich durch das Biosphärenreservat als Naturschutzgebiet.

In Abbildung 25 sind die Einschlagsmengen im Stadt- und Staatswald aufgeführt. Der energetisch genutzte Anteil wie Brennholz und Hackschnitzel ist deutlich geringer als der stofflich genutzte Anteil (Stammholz).

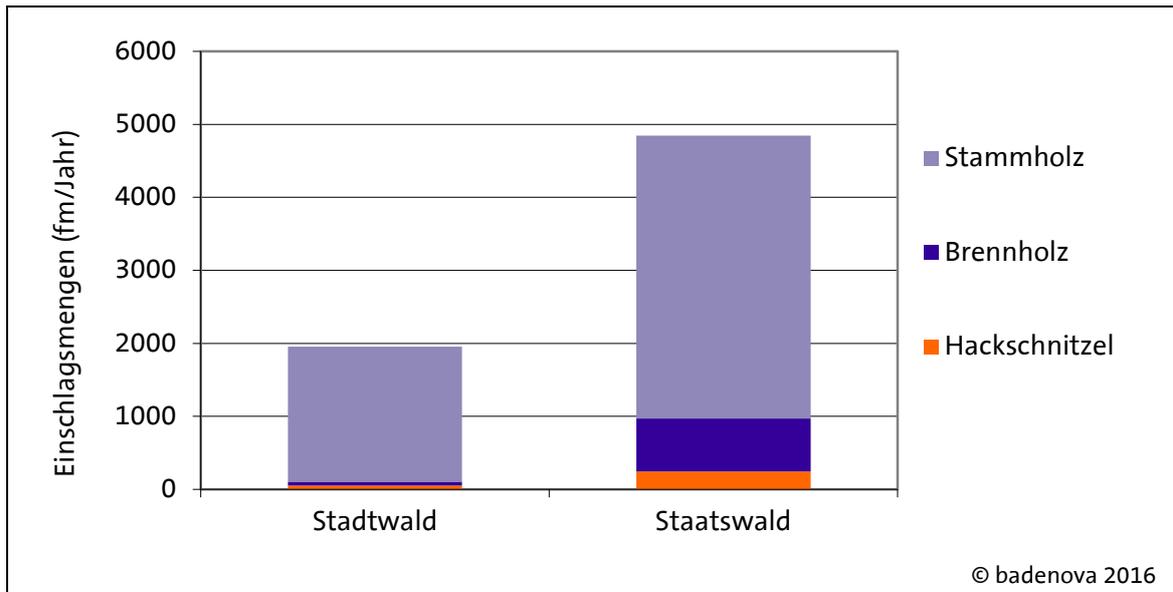


Abbildung 25 – Einschlagsmengen im Stadt- und Staatswald

Laut Aussagen des Försters ist das Restholzpotenzial im Stadt- und Staatswald sehr gering. Der Staatswald ist stark wirtschaftlich geprägt und hat Renditevorgaben vom Land zu erfüllen. Holz für Hackschnitzelanlagen könnten daher eher aus dem Stadtwald geholt werden, da dieser im Interesse der Bürger bewirtschaftet wird. Jedoch ist das Gelände oft schwer zugänglich. Das Holz aus dem Privatwald zu mobilisieren ist ebenfalls schwierig, da dieser eine sehr kleinteilige Eigentümerstruktur aufweist. Für die Potenzialbetrachtung wird daher kein freies Biomassepotenzial angenommen.

### 3.1.4 Windkraft

Derzeit wird bei der Stadt Freiburg der Flächennutzungsplan bezüglich neuer Standorte für Windkraftanlagen überarbeitet. Neue Standorte für mögliche neue Windkraftanlagen in Freiburg sind noch nicht ausgewiesen. Im vorliegenden Konzept werden daher keine Windkraftpotenziale angenommen.

### 3.1.5 Wasserkraft

In Kappel sind keine Wasserkraftanlagen in Betrieb die über das EEG gefördert werden. In früheren Zeiten wurde die Wasserkraft am Reichenbach und Intenbach für mehrere Sägen, Schleifsteine und Mühlen mit Wasserantrieb genutzt. Heute liegt dem Umweltschutzamt Freiburg (Abteilung Wasserrecht) noch ein eingetragenes Wasserrecht aus dem 1925 für die Stauung des Reichenbachs für das Sägewerk vor. Das Wasserrecht kann jedoch nur wieder aktiviert werden, wenn es gleich genutzt wird wie damals.

Generell sind neue Wasserkraftanlagen äußerst schwierig zu genehmigen. Die Vergabe von Wasserrechten erfolgt heute nach wasserrechtlichen und Planfeststellungsverfahren mit hohen Auflagen und Anforderungen, die nach Einschätzung des Umwelt-

schutzamts (Abteilung Wasserrecht) in Kappel nicht erfüllt werden können. Für die Potenzialbetrachtung wird daher kein Wasserkraftpotenzial in Kappel angenommen.

### 3.1.6 Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien

Die wesentlichen Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien ergeben sich zur Stromerzeugung bei der Photovoltaik und zur Wärmeversorgung bei der Nutzung von oberflächennaher Erdwärme mittels erdgekoppelter Wärmepumpensysteme.

Der Stromverbrauch im Quartier mit ca. 4.400 MWh/Jahr wird aktuell bereits zu ca. 2 % aus Solarenergie als erneuerbare Energiequelle bereitgestellt. Als Vergleichswert werden die energiepolitischen Ziele des Landes Baden-Württembergs herangezogen. Das Ziel des Landes liegt bei einer Deckung von 38 % des Gesamtstromverbrauchs bis 2020. Bei Ausschöpfung des gesamten Potenzials kann mehr Strom durch Photovoltaik erzeugt werden als benötigt wird. Damit könnten die Landesziele nicht nur erfüllt, sondern weit übertroffen werden (vgl. Abbildung 26).

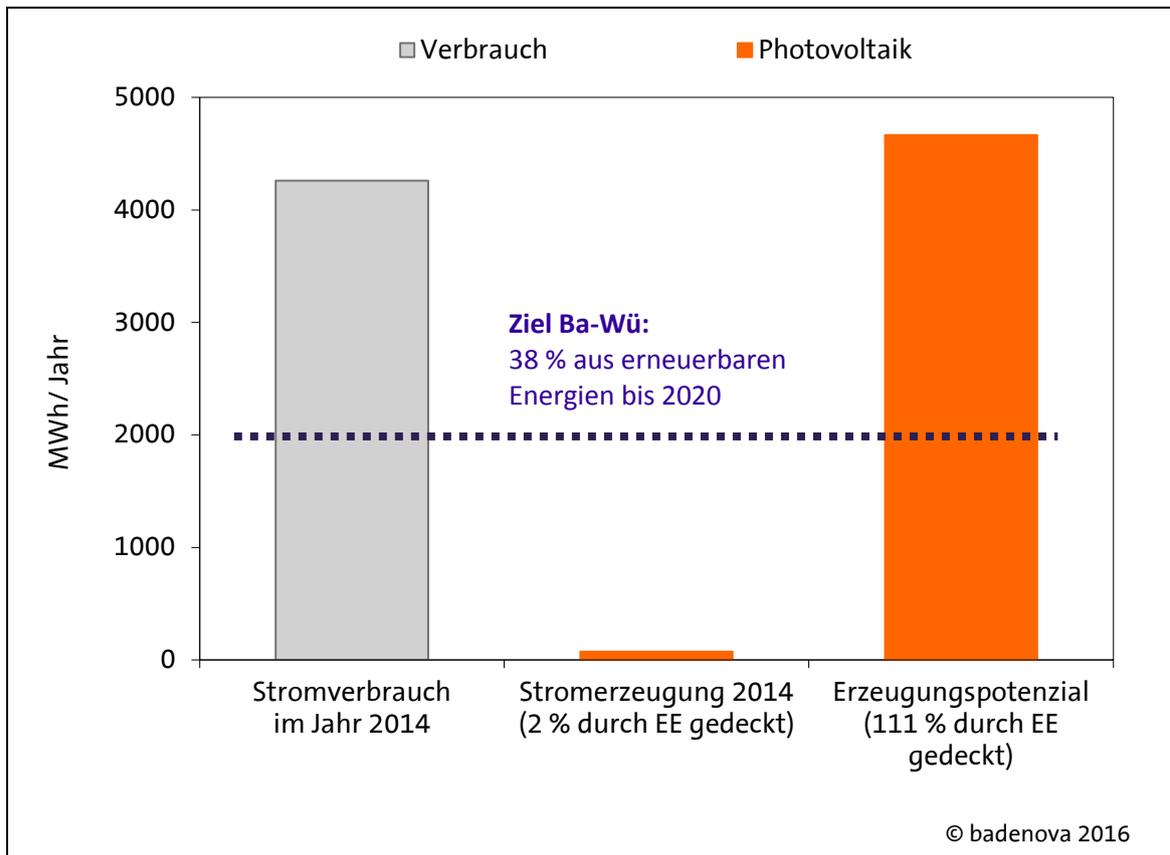
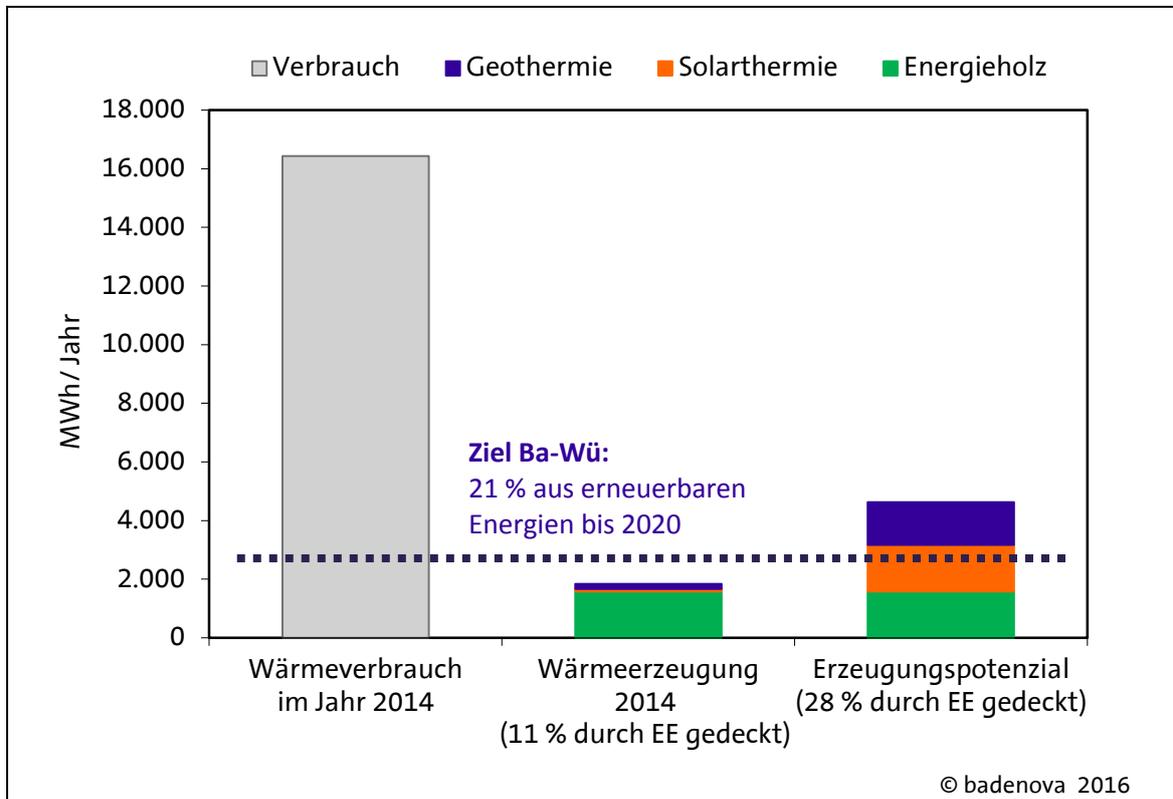


Abbildung 26 – Aktueller Stromverbrauch im Quartier im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

Gegenüber dem deutschen Strommix entspricht dies einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von etwa 2.500 t im Jahr, die der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Quartiers gutgeschrieben werden könnten.

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind ebenfalls vorhanden. Hier spielen die Solarthermie und die Geothermie eine wichtige Rolle, während andere freie Naturkräfte innerhalb der Grenzen des betrachteten Quartiers kein relevantes oder nutzbares Energiepotenzial bieten (vgl. Abbildung 27).



**Abbildung 27 – Aktueller Wärmeverbrauch im Quartier im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg**

Der Wärmeverbrauch im Quartier beträgt ca. 16.000 MWh/Jahr, wovon aktuell jährlich bereits ca. 11 % im Quartier aus erneuerbaren Energiequellen (Energieholz, Solarthermie, Erdwärmepumpen) erzeugt wird.

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen im Quartier könnten knapp 1.600 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für Warmwasser erzeugt werden. Zusammen mit den vorhandenen Geothermiepotenzialen könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu 28 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Quartier decken. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 21 % zu erhöhen. Durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Potenziale könnte im betrachteten Quartier dieses Ziel erreicht werden.

Das jeweilige Potenzial ist allerdings individuell im Hinblick auf die Gesamteffizienz des jeweiligen Systems zu prüfen. Ebenso ist die Nutzung des Erdwärmepotenzials einerseits von den lokalen Untergrundverhältnissen in der Gebäudeumgebung und anderer-

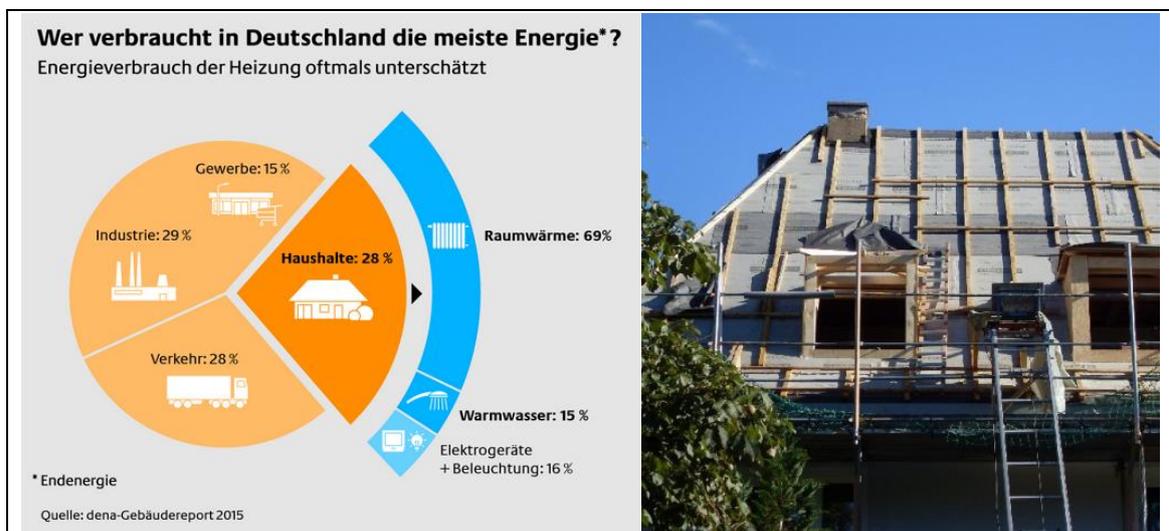
seits von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (z. B. Entwicklung des Ölpreises) abhängig.

Abbildung 27 macht deutlich, dass Maßnahmen bei der Energieerzeugung nur ein Teil der Lösung sind. Ergänzend dazu sollte der Wärmeverbrauch stark gesenkt und die Energieeffizienz deutlich erhöht werden, um signifikante CO<sub>2</sub>-Einsparungen und gesetzte Klimaziele erreichen zu können.

## 3.2 Potenziale energetischer Gebäudesanierung

### 3.2.1 Energetische Sanierung der Gebäudehüllen im Quartier

Potenziale zur Einsparung von Wärmeenergie gibt es vor allem durch energetische Sanierungen der bestehenden Gebäude. Die Relevanz dieses Bereiches zeigt sich unter anderem dadurch, dass die Bundesregierung hierfür einen eigenen Aktionsplan im Rahmen der Energiewende aufgestellt hat (Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)). Die Bundesregierung verfolgt das Klimaschutzziel, bis 2020 den Wärmebedarf um 20 % zu senken. Laut dena (Deutsche Energieagentur) liegt der Anteil des Endenergiebedarfes für Raumheizung und Warmwasser von privaten Haushalten am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland (Daten von 2015) bei 28 % (vgl. Abbildung 28). Auch hier ist die Relevanz des Bereichs deutlich ersichtlich.



**Abbildung 28 – Anteil des Endenergieverbrauchs der Haushalte am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland**

Die Gebäudedaten zur Bestimmung des Sanierungspotenzials wurden, angelehnt an die Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU), durch Begehungen vor Ort erhoben. Das Wärmekataster beruht also auf statistischen Angaben zum jeweiligen Gebäudetyp, nicht auf individuellen Verbrauchsdaten. Ob also ein Gebäude als sanierungswürdig oder nicht eingestuft wird, hängt nach dieser Auswertung nicht vom individuellen Verbrauch seiner Bewohner oder Nutzer ab, sondern vom ermittelten Gebäudetyp. Damit bleibt der Datenschutz gewahrt.

In Kappel wurden rund 70 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1983 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen. Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d. h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

In der folgenden Abbildung 29 sind der Wärmebedarf der Wohngebäude in Kappel vor jeglicher Sanierung und als Ausgangszustand der Wärmebedarf der Wohngebäude im Jahr 2014 dargestellt. Zusätzlich wurden mögliche Einsparpotenziale je nach Sanierungsstandard sowie das Ziel der Bundesregierung dargestellt. Die Abbildung zeigt ein signifikantes Einsparungspotenzial beim privaten Wärmeverbrauch durch die energetische Gebäudesanierung.

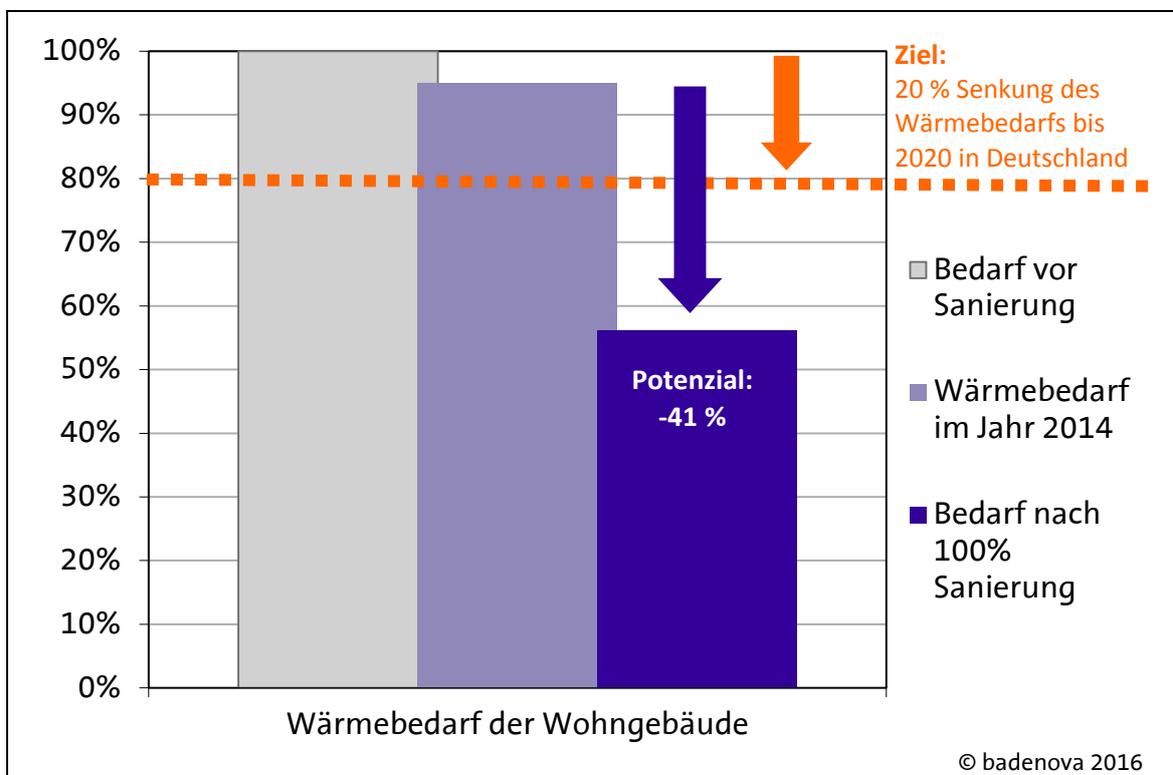


Abbildung 29 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Konkret bedeutet das: Würden in Kappel alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert werden, könnte man 41 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs einsparen (vgl. Abbildung 29).

Zu berücksichtigen ist jedoch bei allen Maßnahmen zur Verringerung des Wärmeverbrauchs, dass der Einfluss der Stadtverwaltung auf Dämm- und Sanierungsmaßnahmen privater Wohnungsbesitzer gering ist. Allerdings ist es wichtig, dieses Potenzial ebenfalls aufzugreifen, da alleine durch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien die Klimaschutzziele nicht erreicht werden können.

### 3.2.2 Sanierungssteckbriefe für wesentliche Gebäudetypen

Für eine Aussage des individuellen Einsparpotenzials bei energetischer Sanierung eines einzelnen Wohngebäudes im Quartier wurde eine Gebäudetypisierung vorgenommen. Ziel ist, im Rahmen der weiteren Analyse konkrete und beispielhafte Sanierungsmaßnahmen in Form eines Typgebäudesteckbriefs zu entwickeln. Die Vorgehensweise und Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

Die Energieeinsparpotenziale wurden über eine Reduzierung des Energiebedarfs durch Gebäudesanierungen für verschiedene Gebäudetypen und Baualterklassen berechnet. Die Definition der Gebäudetypen erfolgte auf Grundlage des Wärmekatasters. Hieraus wurden nach der Struktur der IWU-Gebäudetypologie die am häufigsten vorkommenden Gebäudetypen in Kappel identifiziert.

Nr.	Baualter	Gebäudetyp	Bezeichnung	Anzahl im Quartier
1	vor 1918 mit Mauerwerk	Einfamilienhaus	EFH_B	32
2	1949-57	Doppelhaushälfte	DHH_D	62
3	1949-68	Einfamilienhaus	EFH_D/E	89
4	1958-68	Mehrfamilienhaus	MFH_E	28
5	1969-78	Einfamilienhaus	EFH_F	54
6	1969-78	Mehrfamilienhaus	MFH_F	44
7	1984-94	Doppelhaushälfte	DHH_H	58
8	1984-94	Mehrfamilienhaus	MFH_H	26
<b>Summe</b>				<b>393 Wohngebäude</b>

**Tabelle 4 – Übersicht der 8 untersuchten Typgebäude im Quartier**

Mit einer Auswahl von insgesamt acht Typgebäuden wird eine Abdeckung von 61 % aller Wohngebäude in Kappel erreicht. Sonderbauten bzw. Nichtwohngebäude (kommunale Gebäude, Kirchen etc.) im Gebiet wurden bei dieser Typgebäudeuntersuchung nicht berücksichtigt.

Mit der Energieberatungssoftware von Hottgenroth wurde zuerst der Nutzenergie- und Endenergiebedarf des Ist-Zustands (IST) eines überwiegend unsanierten Ausgangszustands für die einzelnen Typgebäude berechnet.

Um den jeweiligen Endenergiebedarf sowie die Einsparungen und die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen zu berechnen, musste ein Wärmeerzeuger für die Typgebäude angenommen werden. Für die Berechnungen wurde einheitlich ein Erdgas-Niedertemperaturkessel älteren Baujahrs mit einem entsprechenden Nutzungsgrad verwendet. Die angenommenen Grunddaten des Ist-Zustands zur Berechnung sind in Tabelle 5 dargestellt.

Nr.	Bezeichnung	Nutzfläche Typgebäude spezifisch (m <sup>2</sup> )	Nutzfläche gesamt (m <sup>2</sup> )	Nutzenergie- bedarf IST (MWh/Jahr)	Endenergie- bedarf IST (MWh/Jahr)	Endenergie- bedarf IST spezifisch (kWh/m <sup>2</sup> *Jahr)
1	EFH_B	188	6.016	1.659	2.131	354
2	DHH_D	131	8.122	1.828	2.542	313
3	EFH_D/E	162	14.418	3.718	4.891	339
4	MFH_E	306	8.568	1.602	2.126	298
5	EFH_F	184	9.936	1.914	2.636	317
6	MFH_F	274	12.056	2.005	2.736	273
7	DHH_H	147	8.526	1.100	1.744	205
8	MFH_H	306	7.956	814	1.239	156
<b>Summe</b>			<b>75.598</b>	<b>14.640</b>	<b>20.045</b>	

Tabelle 5 – Grunddaten der untersuchten Gebäudetypen (Ist-Zustand)

Zur Ermittlung der Nutzenergie- und Endenergieeinsparung wurde eine Sanierung der einzelnen Bauteile (U-Wert-Verbesserung) eingerechnet sowie eine Lüftungsanlage (Zu- /Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung) einkalkuliert. Es wurde ein Sanierungsstandard gewählt, der deutlich besser als nach gesetzlichem Mindeststandard (EnEV) für Gebäudesanierungen ist. Die Ergebnisse der untersuchten Gebäudetypen, also der Ziel-Zustand (ZIEL) nach Durchführung der Sanierungen, ist in Tabelle 6 dargelegt.

Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungen des Wohngebäudebestandes im Quartier Einsparungen in Höhe von ca. 3.749 MWh/Jahr Nutzenergie Wärme bzw. Endenergieeinsparungen in Höhe von ca. 6.679 MWh/Jahr (prozentual 67 % Einsparung vom Ist-Zustand) möglich sind.

Nr.	Bezeichnung	Nutzenergie- bedarf ZIEL (MWh/Jahr)	Endenergie- bedarf ZIEL (MWh/Jahr)	Endenergie- bedarf ZIEL spez. (kWh/ m <sup>2</sup> *Jahr)	Investitions- kosten gesamt (Tausend Euro)
1	EFH_B	337	529	88	2.848
2	DHH_D	419	844	104	3.579
3	EFH_D/E	803	1.440	100	8.045
4	MFH_E	391	641	75	3.053
5	EFH_F	520	923	93	5.347
6	MFH_F	555	933	77	4.397
7	DHH_H	370	782	92	3.975

8	MFH_H	354	587	74	2.784
<b>Summe</b>		<b>3.749</b>	<b>6.679</b>		<b>34.028</b>

**Tabelle 6 – Ergebnisse für die untersuchten Gebäudetypen (Ziel-Zustand)**

Für die Abschätzung der Investitionskosten für die Sanierung von Wohngebäuden wurde auf die Studie „Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden“ (BMVBS-Online-Publikation, Nr. 07/2012) zurückgegriffen. Für die Fachplanung und Baubegleitung wurden 15 % der Gesamtkosten veranschlagt. Bei den hier dargestellten Investitionskosten handelt es sich um Vollkosten der energetischen Sanierung. Die vollständige energetische Sanierung des Wohngebäudebestandes im untersuchten Quartier verursacht somit insgesamt Investitionskosten in Höhe von ca. 34 Mio. Euro. Damit erfolgt ein großer Hebel zur regionalen Wertschöpfung, da der Großteil der beauftragten Unternehmen lokale Firmen sein können. So kann eine regionale Kreislaufwirtschaft sichergestellt werden, wo bisher ein Abfluss der Kaufkraft aus der Region erfolgt (beispielsweise über den Bezug von Erdgas).

Aufgrund der großen Relevanz der Energieeinsparungen sollten Möglichkeiten zur Kostenreduktion durch größere Sanierungsprojekte (z. B. Sanierungsgemeinschaften oder Sammelbestellungen) weiter verfolgt und gefördert werden.

Die Ergebnisse der spezifischen Berechnungen je Typgebäude wurden in je einem Steckbrief ausgearbeitet. Die jeweils dreiseitigen Typgebäudesteckbriefe geben auf einen Blick Informationen für Gebäudebesitzer, Mieter oder Verwalter. Neben der Auflistung verschiedener Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle werden auch verschiedene Heizvarianten je Typgebäude dargestellt. Die Gebäudesteckbriefe enthalten Hinweise zu den KfW-Förderprogrammen zur energetischen Sanierung privater Wohngebäude und sollten im Gespräch mit einem Energieberater zur Hand genommen werden. Ein Beispiel eines Gebäudesteckbriefs ist in Kapitel 7.3 zu finden. Alle 8 Typgebäudesteckbriefe sind auf der dem Bericht beiliegenden CD in elektronischer Form enthalten. Des Weiteren liegen die Steckbriefe in der Ortsverwaltung Kappel aus und sind auf der Homepage der Stadt zum Download verfügbar.

### 3.3 Potenziale für Nahwärmenetze

#### 3.3.1 Hintergrund

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung leisten (UMBW, 2015b). Ein Ziel des Quartierskonzepts war deshalb, ausgewählte Potenzialgebiete für Nahwärmenetze auf Basis von KWK-Anlagen genauer zu untersuchen. Gleichzeitig sollte auch geprüft werden, wo verstärkt erneuerbare Energien zu Heizzwecken eingesetzt werden können. Bei der Erhebung der Nahwärme-Potenziale wurde deshalb auch darauf geachtet, die Möglichkeiten für den Betrieb von Heizanlagen auf Basis von Holzhackschnitzeln oder Pellets zu berücksichtigen.

Als Grundlage für diese Untersuchung diente das Wärmekataster, in dem der absolute Wärmebedarf der Wohngebäude dargestellt ist. In Abbildung 30 sind die Potenzialgebiete im Wärmekataster blau umrandet. Markiert wurden hierbei – ohne damit bereits eine endgültige Abgrenzung vorzunehmen – die Molzhofsiedlung sowie die Gebiete um die Schauinslandschule und das alte Rathaus.

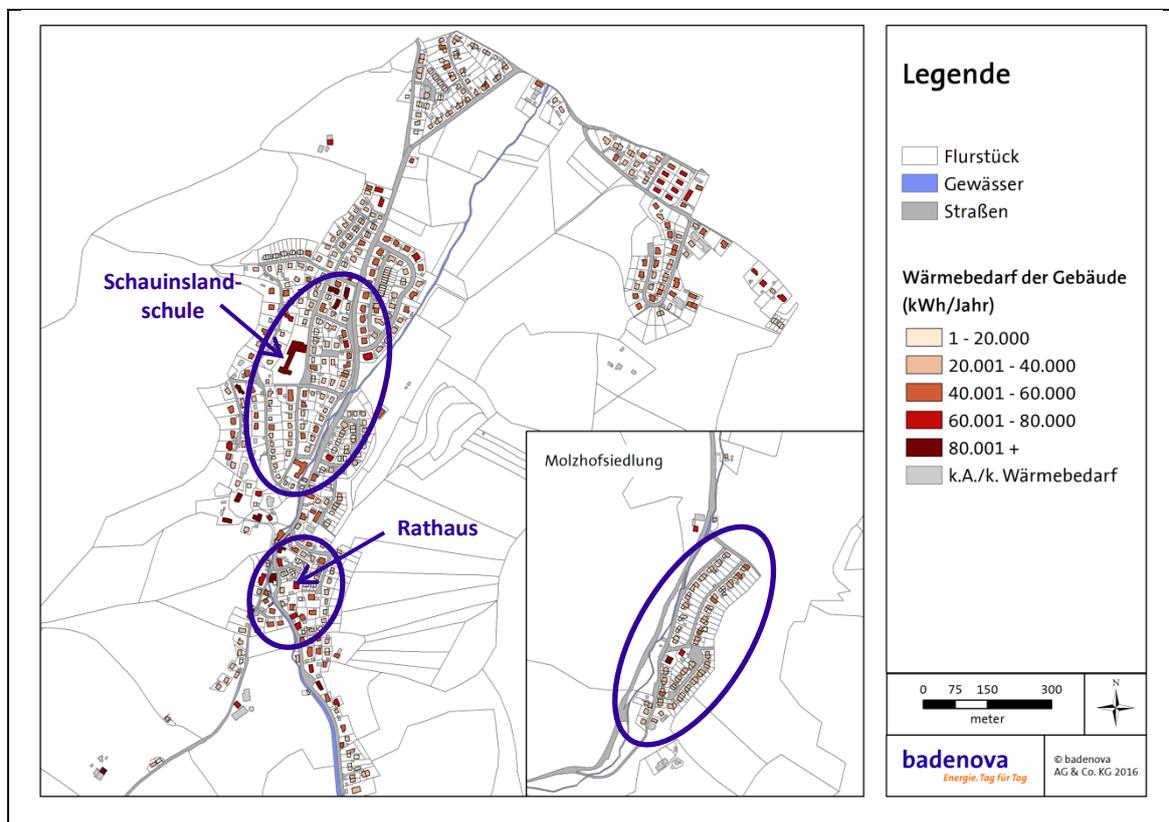


Abbildung 30 – Wärmekataster von Kappel mit Nahwärme-Potenzialgebieten

Die Molzhofsiedlung wurde für eine Nahwärmeuntersuchung ausgewählt, da es bereits 2012 eine Initiative von den Bewohnern gab, dort ein Nahwärmenetz auf Basis von Holzhackschnitzeln aufzubauen. Im Rahmen dieser Initiative wurde eine Befragung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz durchgeführt, an der 30 von ca. 85 Haushalten in der Molzhofsiedlung teilnahmen. 26 Haushalte gaben an, definitives oder grundsätzliches Interesse an einem Nahwärmeanschluss zu haben. Die Initiative, die an einzelne Personen gekoppelt war, ist schließlich nicht weiter vorangetrieben worden. Auf Wunsch einzelner Bürger sollte nun die Projektidee nochmals offiziell legitimiert aufgegriffen und fachlich fundiert ausgearbeitet werden.

Im Ortskern von Kappel befinden sich die Schauinslandschule und das alte Rathaus mit der Ortsverwaltung. Bei beiden öffentlichen Liegenschaften steht der Austausch der Heizanlage an, so dass in der Bürgerschaft die Idee aufkam, die Möglichkeiten für Nahwärmenetze auf Basis von Erdgas-BHKWs mit Heizzentrale in der jeweiligen Liegenschaft zu untersuchen. In Abstimmung mit der Stadt, sollte für die Wirtschaftlichkeitsberechnung das Gebiet ausgesucht werden, in dem das Anschlussinteresse der Bewohner größer ist.

### 3.3.2 Befragung von Gebäudeeigentümern

#### 3.3.2.1 Fragebogenaktion

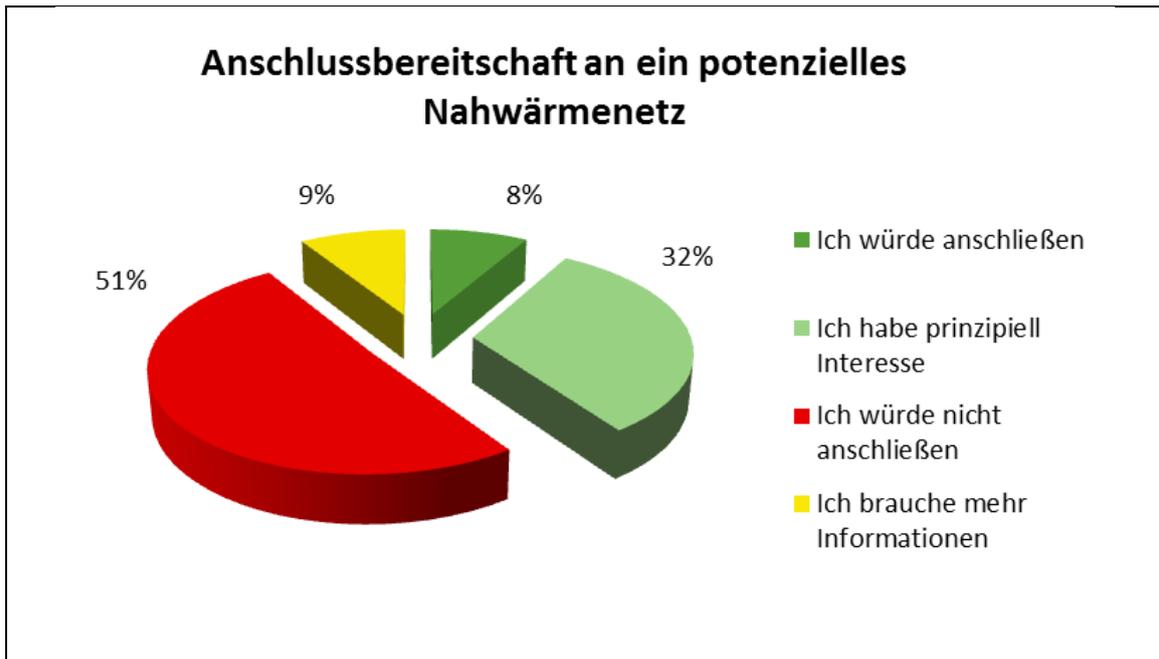
Mit einem Fragebogen wurden wesentliche Gebäudedaten, heiztechnische Daten, Wärmeverbräuche und die grundsätzliche Anschlussbereitschaft der Anwohner des jeweiligen Potenzialgebietes abgefragt. Hinsichtlich der Anschlussbereitschaft konnten die Befragten angeben, ob und zu welchem Zeitpunkt sie an einem Anschluss interessiert sind und ob sie mehr Informationen zum Thema brauchen. Der Fragebogen ist im Anhang im Abschnitt 8.6 abgebildet.

Der Fragebogen wurde per Postwurfsendung mit dem Amts- und Mitteilungsblatt Kappel an alle 650 Haushalte von Kappel Anfang März verteilt. Da die Rücklaufquote mit 109 ausgefüllten Fragebögen insgesamt nur bei knapp 17 % lag, wurde vom Arbeitskreis Energiekonzept Kappel beschlossen, eine Nacherhebung in den Potenzialgebieten durchzuführen.

#### 3.3.2.2 Nacherhebung in den Potenzialgebieten

Die Nacherhebung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz fand am 19. und 20. April 2016 in der Molzhofsiedlung und am 31. Mai und 1. Juni im Ortskern von Kappel statt. Die Befragung wurde über das Kappler Mitteilungsblatt sowie über Aushänge angekündigt. Ziel war, eine höhere Rücklaufquote zu erhalten und für den Ortskern – basierend auf dem Anschlussinteresse – auch eine Entscheidungsgrundlage zu bekommen, für welches Gebiet eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden soll.

Gemeinsam mit einer ortskundigen Bürgerin und einem Bürger klingelten die Mitarbeiterinnen der badenova zwischen 17 und 21 Uhr bei den Haushalten und klärten zunächst über das Thema Nahwärme und die Projektidee auf. Neben dem Alter der Heizanlage und den geplanten Sanierungsmaßnahmen wurde der Fokus v. a. auf die Abfrage des Interesses an einen Nahwärmeanschluss gelegt. Insgesamt konnte somit die Rücklaufquote der Befragung auf 149 Antworten bzw. 23 % für das gesamte Quartier gesteigert werden (vgl. Abbildung 31). 40 % der Haushalte der Befragung äußerten Interesse an einem Nahwärmeanschluss, 51 % haben kein Interesse anzuschließen und 9 % entgegneten, dass sie mehr Informationen zum Thema benötigten. Die ablehnende Haltung lag oft darin begründet, dass die Heizung erst kürzlich saniert worden ist.



**Abbildung 31 – Ergebnis der Haushaltsbefragung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz**

Die Molzhofsiedlung wurde in der Auswertung differenziert betrachtet, da eine klare Baugrenze zwischen dem nördlichen Teil (nördliche „Butzenhofstraße“ und „Molzhofstraße“) und dem südlichen Teil (südliche „Butzenhofstraße“ und „Dilgerhofstraße“) besteht. Die Wohngebäude des nördlichen Teils sind in der Mehrzahl zwischen den 1930ern und 1950ern entstanden, die des südlichen Teils Anfang der 1990er Jahre. Im nördlichen Teil war das Anschlussinteresse mit 11 % sehr gering (vgl. Abbildung 32). Häufig wurde erwähnt, dass die Heizung in den letzten Jahren erneuert wurde. Dabei kommen neben Öl und Flüssiggas als Energieträger auch Luft- und Erdwärme, Solarthermie und Scheitholz zum Einsatz. Im südlichen Teil war das Anschlussinteresse mit 35 % wesentlich höher, da bei den meisten Gebäuden der 1990er Jahre nun der Austausch der Heizanlage nach rund 20 Jahren ansteht (vgl. Abbildung 33).

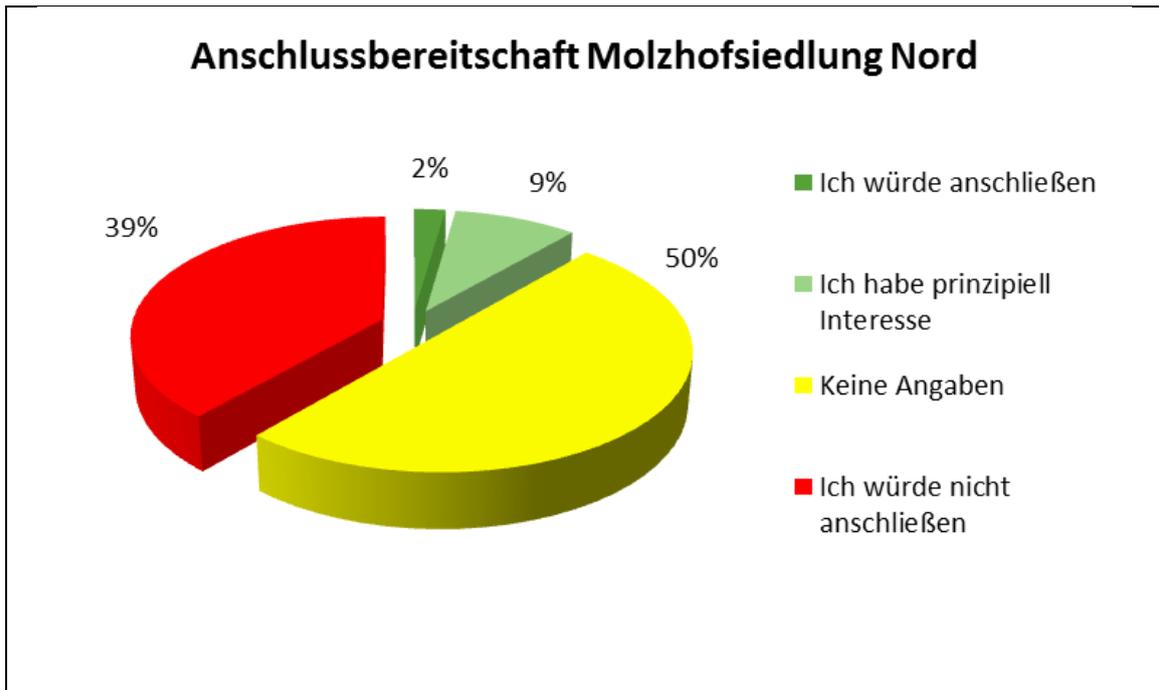


Abbildung 32 - Ergebnis der Haushaltsbefragung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz im nördlichen Teil der Molzhofsiedlung

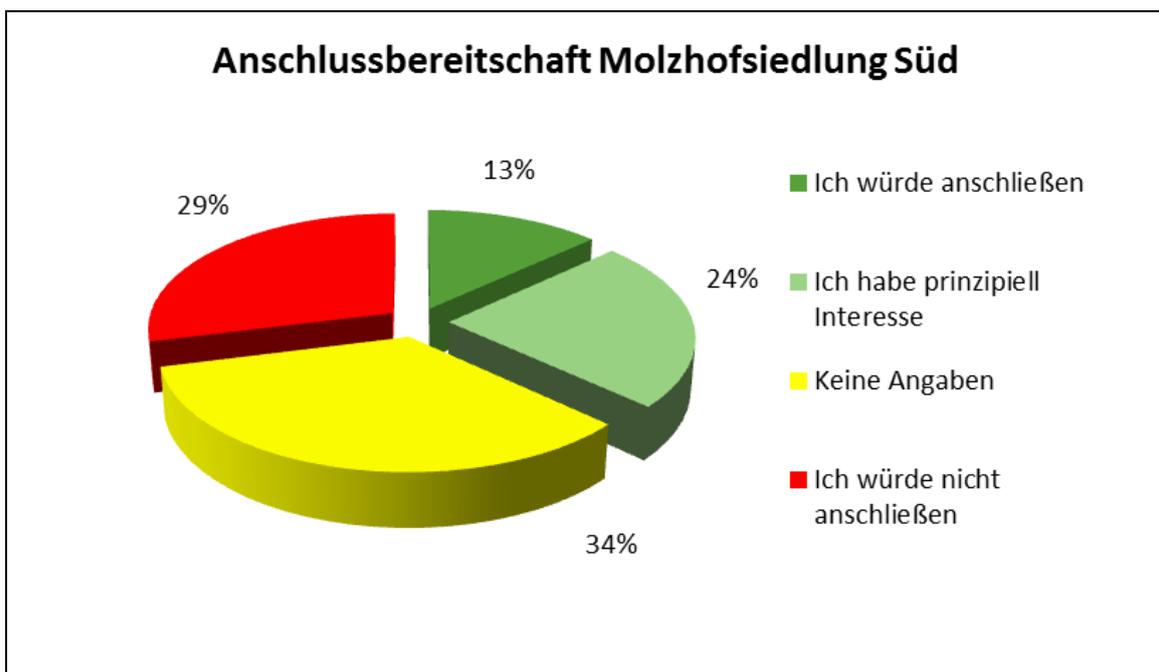


Abbildung 33 - Ergebnis der Haushaltsbefragung zur Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz im südlichen Teil der Molzhofsiedlung

Im Ortskern stellte sich heraus, dass um das Rathaus in den Straßenzügen „Zähringeracker“ das Anschlussinteresse sehr gering ist. Die nahegelegenen Wohngebäude im Straßenzug „Am Säglplatz“ sind größtenteils Anfang der 2000er Jahre gebaut worden, so dass dort noch kein Bedarf für einen Austausch der Heizanlage besteht. Im Ortskern entlang der „Moosmattenstraße“ und den Querstraßenzügen stießen die Befragter auf

ein höheres Interesse, so dass entschieden wurde, die zweite Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Umgebung der Schauinslandschule durchzuführen.

### 3.3.3 Nahwärmekonzept für die Molzhofsiedlung

Mit der Erstellung der Nahwärmekonzepte für die Gebiete „Molzhofsiedlung“ und „Schauinslandschule“ wurde das Ingenieurbüro econcept Energieplanung GmbH beauftragt. Für das Gebiet „Molzhofsiedlung“ sollte ein Nahwärmeverbund mit eigener Heizzentrale auf der Basis von Holzpellets bzw. Holz hackschnitzeln untersucht werden. Als Vergleichs- bzw. Basis-Variante sollten dezentrale Heizöl- bzw. Erdgas-Heizungen in Kombination mit Solaranlagen (thermisch oder Photovoltaik) dienen. Die Varianten wurden sowohl in wirtschaftlicher Hinsicht als auch auf ihren Beitrag zum Klimaschutz miteinander verglichen und bewertet.

#### 3.3.3.1 Variantenauswahl und technische Konzeption

Als möglicher Standort für eine Heizzentrale eignet sich das Grundstück mit dem forstlichen Betriebsgebäude. Die Heizzentrale samt Brennstofflager kann an Stelle eines baufälligen Holzschuppens errichtet werden (vgl. Abbildung 34).



Abbildung 34 – Möglicher Standort für eine Heizzentrale neben dem forstlichen Betriebsgebäude

Die Gebietsauswahl für einen möglichen Nahwärmeverbund erfolgte anhand der Daten aus dem Wärmekataster, der zusätzlichen Eigentümer-Befragung sowie der Sichtung der örtlichen Gegebenheiten. Aus dem Auswahlprozess ging das Gebiet „Molzhof-Süd“ hervor. Es ist gegenüber dem Bereich „Molzhof gesamt“ bzw. „Molzhof-Nord“ geeigneter. Ausschlaggebend hierfür waren das geringe Interesse der Eigentümer (Haushaltsbefragung), der heterogene Sanierungsstand, eine geringere Wärmedichte sowie eine ungünstigere Erschließungssituation im nördlichen Bereich der Molz-

hofsiedlung. Das ausgewählte Gebiet umfasst die Dilgerhofstraße sowie den südlichen Teil der Butzenhofstraße.

Die Gebäude bestehen überwiegend aus größeren Doppelhäusern aus den 90er Jahren, die als Wohngebäude genutzt werden. Die Basis-Variante für eine dezentrale Versorgung ist eine typische (Standard-)Doppelhaushälfte mit ca. 200 m<sup>2</sup> Wohnfläche und einem Jahres-Wärmebedarf von 20.000 kWh/a.

Untersucht wurden folgende Wärmenetz-Varianten:

- Variante V1: Wärmeverbund mit 20 Standard-Gebäude (entspricht ca. 65 % Anschlussdichte) auf Basis von Pellets
- Variante V2: wie V1, jedoch auf Basis von Pellets und Flüssiggas
- Variante V2a: wie V2, jedoch mit 28 Standard-Gebäude (ca. 90 % Anschlussdichte)
- Gesamt-Wärmebedarf der Varianten V1 / V2 / V2a: 400 / 400 / 560 MWh/a

Zur Wärmeerzeugung der dezentralen Basis-Variante (E1) dient ein Heizöl-Brennwert-Kessel mit 15 kW Wärmeleistung sowie ergänzend zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen (EWärmeG 2015) eine Photovoltaik-Anlage mit 4 kW peak. Die Netzlänge beträgt für die Varianten V1 / V2 / V2a: 630 / 630 / 750 Trassenmeter. Die Netz-Wärmedichten der Varianten liegen mit 0,63 bis 0,75 MWh/Tm deutlich unter dem Zielwert von 2 MWh/Tm. Die Netzverluste betragen 16 bis 19 % (Zielwert 10%).



Abbildung 35 – Netzauslegung bei einer Anschlussdichte von 65 % (20 Gebäude)

Als Energieträger werden bei Variante V1 ausschließlich Holzpellets eingesetzt, bei den Varianten V2 und V2a zusätzlich Flüssiggas. Die Pellets- bzw. Flüssiggas-Kessel samt Anlagenperipherie (Pufferspeicher, Verrohrung, Pumpen, Druckhaltung etc.) werden in einer freistehenden Container-Heizzentrale gegenüber des Forst-Betriebsgebäudes untergebracht. Im Container ist gleichfalls das Pelletslager samt Fördertechnik integriert. Die Lagerkapazität beträgt jeweils ca.14 Tonnen, entsprechend 7-9 Anlieferungen pro Jahr. Das Flüssiggas wird in einem separat aufgestellten Tank gelagert (ca.6.400 Liter) (vgl. Tabelle 7).

Brennstoff	V1 Holzpellets monovalent	V2 Holzpellets + Flüssiggas
Konzeption	extern Container-Heizzentrale	extern Container-Heizzentrale
	4 x 56 kW Pellets	2 x 56 kW Pellets + 100 kW Flüssiggas
	Puffer 2 m <sup>3</sup>	Puffer 1 m <sup>3</sup>
Abmessungen	14 x 3 x 3 m (125 m <sup>3</sup> )	11 x 3 x 3 m (100 m <sup>3</sup> )
Lagerkapazität	Pellets: 14 Tonnen (22 m <sup>3</sup> )	Pellets: 14 Tonnen (22 m <sup>3</sup> )
		Gas: 6.400 l (2,9 t)
Brennstoffbedarf	115 Tonnen	98 Tonnen / 11.800 l
	8 Anlieferungen / a	7 Anlieferungen / a

**Tabelle 7 – Technische Konzeption der Heizvarianten Molzhof-Süd**

Die anteilige Wärmeerzeugung aus Holzpellets beträgt bei Variante V1 / V2 / V2a: 100 % / 85 % / 79 %. Damit werden sowohl das EWärmeG eingehalten als auch die Förderbedingungen nach „KfW-Erneuerbare Energien“ erfüllt. Die Pelletskessel-Leistung beträgt für die Varianten V1 / V2 / V2a: 220 / 110 / 110 kW. Der erzeugte Strom der dezentralen PV-Anlagen wird vorrangig zur Eigenbedarfsdeckung verwendet, der Überschuss wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist (Eigenverbrauchsanteil 30 %).

### 3.3.3.2 Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit werden zunächst die Jahreskosten, bestehend aus Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten ermittelt. Daraus wird der spezifische Wärmepreis für ein (Standard-)Wohngebäude errechnet. Die Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind: 0% Energiepreisteigerung, kalkulatorischer Zinssatz von 2% für die Einzelversorgung bzw. 4% für die Wärmeverbund-Varianten (wegen zusätzlicher Finanzierungs- und Verwaltungskosten), Betrachtungszeitraum von 20 Jahren (Wärmenetz 40 Jahre), Investitionszuschuss aus Förderprogramm „KfW-Erneuerbare Energien“, ohne Berücksichtigung eines Baukostenzuschusses. Der eingespeiste PV-Strom wird gemäß EEG vergütet (vgl. Tabelle 8).

	<b>E1 dezentral</b>	<b>V1, V2 Nahwärme</b>
Preissteigerung Energie	0%	0%
Zinssatz (kalkulatorisch)	2%	4%
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre
Abschreibung in Jahren	20 (Techn. Anl.)	20 (Techn. Anl.) 40 (Netz)
Fördermittel KfW Erneuerbare Energien	-	20 EUR/kWth 60 EUR/Tm 1800 EUR je Übergabestation
Zusatzförderung APEE	-	20% erhöhter Tilgungszuschuss bei Austausch ineffizienter Altanlagen
Einspeisevergütung PV - Strom EEG	12,3 Cent/kWh	-

**Tabelle 8 – Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung Molzhof-Süd**

Als Energiepreis für Holzpellets wird der aktuelle mittlere Preis (230 €/Tonne brutto) verwendet. Der Heizölpreis wird mit 55 Ct/Liter brutto angesetzt und entspricht damit in etwa dem Mittelwert des vergangenen Jahres. Flüssiggas wird mit 36 Ct/Liter brutto kalkuliert. Energiebezogen liegt der Heizöl- bzw. Flüssiggaspreis damit jeweils 18 Prozent über dem Pelletspreis. Beim Strom wird einheitlich mit dem aktuellen Stromtarif (badenova Ökostrom PUR) gerechnet.

Die Klimaschädlichkeit der untersuchten Varianten wird anhand der ermittelten äquivalenten CO<sub>2</sub>-Emissionen bewertet. Als spezifische Emissionsfaktoren werden in Anlehnung an GEMIS folgende Werte verwendet: Heizöl 0,319 kg/kWh, Flüssiggas 0,277 kg/kWh, Holzpellets 0,029 kg/kWh, Strom 0,601 kg/kWh.

### 3.3.3.3 Fazit – Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz

Der Standort benachbart zum Forst-Betriebsgebäude erscheint geeignet zur Errichtung einer freistehenden Container-Heizzentrale für den Nahwärmeverbund. Die Entfernung zur umliegenden Wohnbebauung ist ausreichend und das Grundstück ist für die Pelletsanlieferung gut erreichbar. Zu klären wären noch etwaige Auflagen zum Hochwasserschutz sowie die Ausführung der Abgasanlage hinsichtlich der über das Grundstück verlaufenden Mittelspannungsfreileitung.

Die Gebäudestruktur im südlichen Bereich der Molzhofsiedlung ist weniger günstig für den Aufbau eines Nahwärmeverbunds. Dies zeigt sich deutlich an der geringen Wärmedichte und den demzufolge höheren Wärmeverlusten. Zudem führt die starke Hanglage zu erhöhten Erschließungskosten für die Nahwärmeleitung.

Tabelle 9 gibt die Ergebnisse der verschiedenen Varianten wieder. Durch eine höhere Anschlussdichte (V2a) reduzieren sich die Wärmeverluste spürbar, jedoch nicht gravierend. Der Wärmepreis liegt bei den drei Wärmeverbund-Varianten deutlich über dem

einer Wohngebäude-Einzelversorgung. Mit einem Wärmepreis von 204 €/MWh brutto bzw. 146 % schneidet die reine Pellets-Variante (V1) am schlechtesten ab. Der ergänzende Einsatz von Flüssiggas (V2) senkt den Wärmepreis auf 138 %. Wird zudem die Anschlussdichte auf 90 % erhöht (V2a), sinkt der Wärmepreis auf 122 % ab. Unter den zugrunde gelegten Randbedingungen und Annahmen ist die Einzelversorgung der Wohngebäude damit die wirtschaftlichste Variante (vgl. Abbildung 36). Die Kosten des Wärmenetzes sowie der Container-Heizzentrale können auch durch eine hohe Anschlussdichte von 90% nicht egalisiert werden (vgl. Abbildung 37).

Variante	E1	V1	V2	V2a
Bezeichnung	Einzel-Wohnggeb. Heizöl + PV-Anlage	Verbund 65% nur Pellets	Verbund 65% Pellets + Flüssigas	Verbund 90% Pellets + Flüssigas
Wärmepreis in €/MWh brutto (ohne Baukostenzuschuss)	140	204	194	171
<b>Relation Wärmepreis</b>	<b>100%</b>	<b>146%</b>	<b>138%</b>	<b>122%</b>
CO <sub>2</sub> -Emissionen in kg/MWh	268	55	98	111
<b>Relation CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>100%</b>	<b>20%</b>	<b>36%</b>	<b>41%</b>

Tabelle 9 – Ergebnisse der Wirtschaftlichkeits- und Klimaschutzbetrachtung Molzhof-Süd

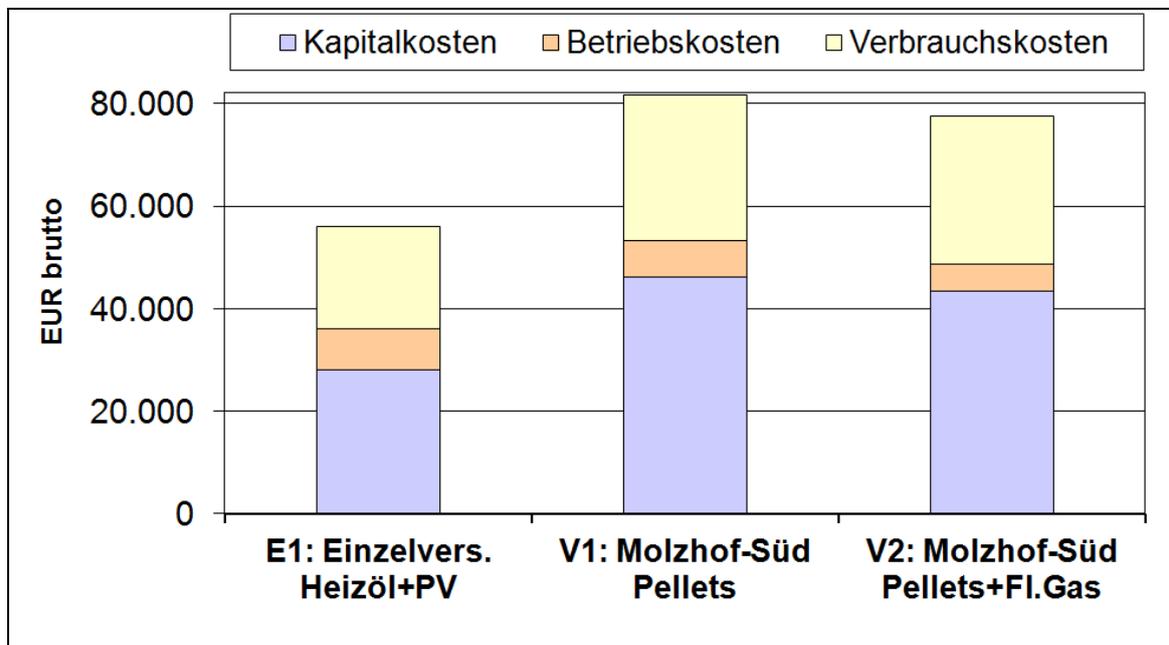


Abbildung 36 – Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Heizvarianten bei einer Anschlussdichte von 65 %

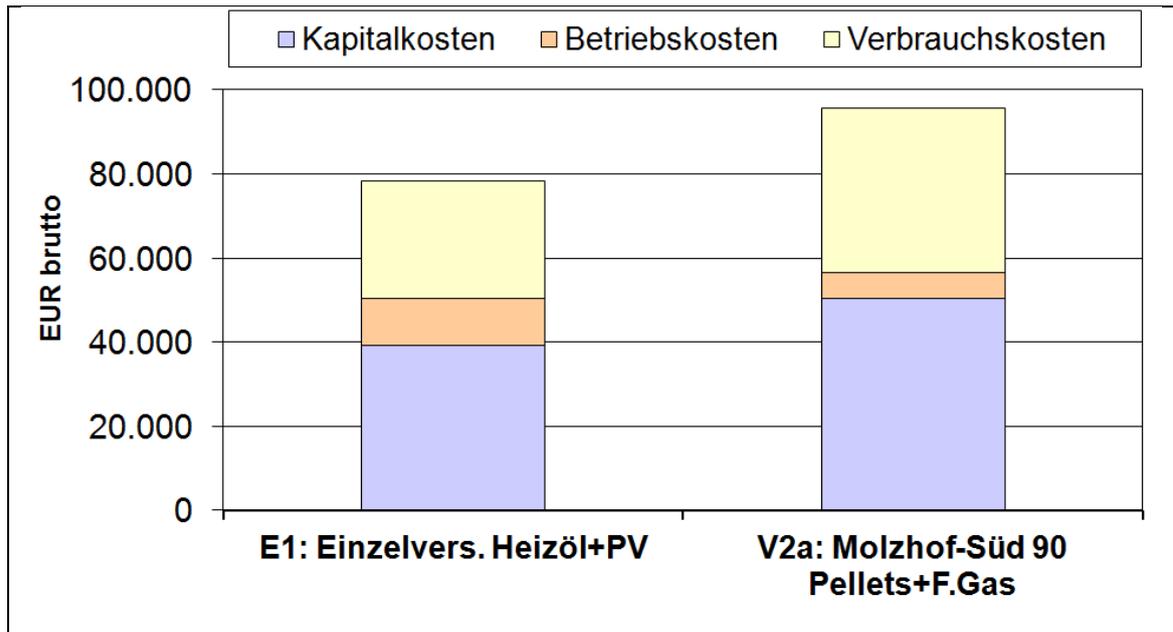


Abbildung 37 – Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Heizvarianten bei einer Anschlussdichte von 90 %

Erst bei einem um 70 % höheren Heizöl- sowie Flüssiggaspreis würde die Variante V2a preisgleich zur Einzelversorgung werden. Heizölpreise über 90 Ct/Liter brutto gab es in der Vergangenheit bisher nur in den Jahren 2008 und 2012 und sind für eine längerfristige Betrachtung unrealistisch. Zudem würde ein starker Preisanstieg mittelfristig auch auf die Holzpellets preistreibend wirken.

Von erheblicher Relevanz auf den Wärmepreis ist dagegen der kalkulatorische Zinssatz. Jeder Prozentpunkt Differenz gegenüber der Einzelversorgung verändert den Wärmepreis um 5 bis 7 Prozentpunkte. Allerdings sind darin außer den Finanzierungskosten auch Verwaltungskosten etc. eines Wärmenetz-Betreibers zu berücksichtigen, weshalb ein Aufschlag von 2% eher noch zu gering sein dürfte.

Beim Klimaschutz schneiden dagegen die Holzpellets-Verbund-Varianten deutlich besser ab als eine Einzelversorgung mit Heizöl und PV-Anlage. Da der regenerative Brennstoff Holzpellets gegenüber Heizöl nur etwa ein Zehntel fossiles CO<sub>2</sub> emittiert, fällt die Ökobilanz trotz der zusätzlichen Netzverluste positiv aus.

### 3.3.5 Nahwärmekonzept für das Gebiet der Schauinslandschule

Entsprechend des Nahwärmekonzepts für die Molzhofsiedlung erstellte econcept Energieplanung GmbH eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für das Gebiet um die Schauinslandschule im Ortskern von Kappel. Als Ausgangssituation wurde festgelegt, dass die Heizzentrale in der Schule errichtet wird und ein Nahwärmeverbund auf Basis eines Erdgas-BHKWs entstehen soll.

#### 3.3.5.1 Variantenauswahl und technische Konzeption

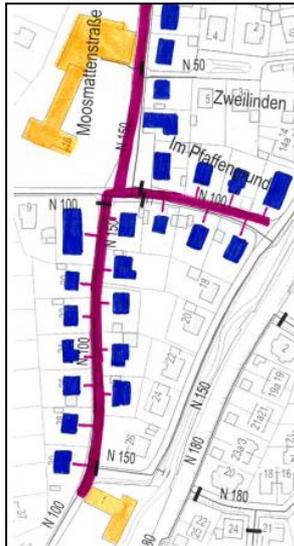
Die Schauinslandschule ist als Standort für die Heizzentrale geeignet. Die dortige Kesselanlage auf Basis von Erdgas ist veraltet und sanierungsbedürftig. Im Heizraum ist Platz für einen größeren bzw. zusätzlichen Wärmeerzeuger vorhanden.

Die Gebietsauswahl für einen möglichen Nahwärmeverbund erfolgt anhand der Daten aus dem Wärmekataster, der zusätzlichen Eigentümer-Befragung sowie der Sichtung der örtlichen Gegebenheiten. Das ausgewählte Gebiet umfasst die Moosmattenstraße, den östlichen Teil der Straße „Im Pfaffengrund“ und „Im Schulerdobel“ sowie den Caspar-Schrenk-Weg. Der Gebäudebestand besteht überwiegend aus Ein- und Zweifamilienhäusern aus den 60er bis 80er Jahren, im Caspar-Schrenk-Weg zumeist Mehrfamilienhäuser. Zudem wird der Kindergarten „St. Barbara“ berücksichtigt.

Die Basis-Variante für eine dezentrale Versorgung ist ein typisches (Standard-) Wohngebäude mit ca. 180 m<sup>2</sup> Wohnfläche und einem Jahres-Wärmebedarf von 25.000 kWh/a.

Untersucht werden folgende Wärmenetz-Varianten (vgl. Abbildung 38 und Abbildung 39):

- Variante 1: Wärmeverbund klein (südlich der Schule) mit 12 Standard-Gebäude (entspricht ca. 50 % Anschlussdichte) sowie Kindergarten.
- Variante 1a: wie vor, jedoch mit 18 Standard-Gebäude (ca.75 % Anschlussdichte)
- Variante 2: Wärmeverbund groß (südlich + nördlich der Schule) mit 40 Standard-Gebäude (ca.70 % Anschlussdichte) sowie Kindergarten
- Gesamt-Wärmebedarf der Varianten V1 / V1a / V2: 625 / 775 / 1.325 MWh/a



Variante		1	1a
Wärmenetz	-	klein	klein
Teilnehmer	-	50%	75%
Stand.-Gebäude (+Kiga)		12	18
Wärmebedarf	MWh/a	375	525
Trassenlänge	Tm	600	690
Wärmedichte	MWh/Tm	0,63	0,76
Wärmeverluste	-	17%	14%

Abbildung 38 – Technische Konzeption des kleinen Nahwärmenetzes



Variante		2
Wärmenetz	-	groß(S+Nord)
Teilnehmer	-	70%
Stand.-Gebäude (+Kiga)		40
Wärmebedarf	MWh/a	1.075
Trassenlänge	Tm	1320
Wärmedichte	MWh/Tm	0,81
Wärmeverluste	-	14%

Abbildung 39 – Technische Konzeption des großen Nahwärmenetzes

Zur Wärmeerzeugung der dezentralen Basis-Variante (E1) dient ein Erdgas-Brennwert-Kessel mit 15 kW Wärmeleistung sowie ergänzend zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen (EWärmeG 2015) eine Photovoltaik-Anlage mit 4 kW peak. Für die Schule wird als Vergleichsvariante ein Erdgas-Brennwert-BHKW (20 kW el) sowie ein Erdgas-Brennwertkessel (250 kW) betrachtet.

Die Netzlänge beträgt für die Varianten V1 / V1a / V2: 600 / 690 / 1.320 Trassenmeter. Die Netz-Wärmedichten der Varianten liegen mit 0,63 bis 0,81 MWh/Tm deutlich unter dem Zielwert von 2 MWh/Tm. Die Netzverluste betragen 14 bis 17 % (Zielwert 10 %).

In der Heizzentrale wird zur Wärmeerzeugung jeweils ein BHKW für die Grundlastdeckung sowie ergänzend ein Erdgas-Brennwertkessel eingesetzt. Das BHKW erzeugt jeweils 60 % des gesamten Wärmebedarfs. Damit werden sowohl das EWärmeG (min. 50 %) als auch die Förderbedingungen nach KWK-G-Wärmenetze (min. 60 %) erfüllt.

Die elektr. BHKW-Leistung beträgt für die Varianten V1 / V1a / V2: 34 / 50 / 68 kW. Der erzeugte Strom wird vorrangig zur Eigenbedarfsdeckung der Schule verwendet, der Überschuss wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist (Eigenverbrauch 17 / 11 / 11 %) (vgl. Tabelle 10).

Variante		1	1a	2
Wärmeverbund	-	klein (50%)	klein (75%)	groß (70%)
Standard-Gebäude	(+Kiga)	12	18	40
max. Heizlast	kW	450	530	830
BHKW-Leistung	kW el/th	34 / 72	50 / 90	68 / 144
BHKW-Wärme	-	60%	60%	60%
Stromerzeugung	MWh/a	196	283	417
Strom-Eigenverbrauch	-	17%	11%	11%

Tabelle 10 – Technische Konzeption der Heizvarianten Schauinslandschule

### 3.3.5.2 Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit werden zunächst die Jahreskosten, bestehend aus Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten ermittelt. Daraus wird der spezifische Wärmepreis für ein (Standard-)Wohngebäude errechnet. Dabei wird der Wärmepreis der Schule auf dem gleichen Niveau wie bei einer Einzelversorgung festgesetzt. Grund hierfür ist, dass die Schule nicht am Wärmenetz angeschlossen wird und folglich gegenüber einer Eigenversorgung nicht benachteiligt werden sollte.

Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind: 0 % Energiepreisseteigerung, kalkulatorischer Zinssatz 2 % für Einzelversorgung bzw. 4 % für Wärmeverbund-Varianten (wegen zusätzlicher Finanzierungs- und Verwaltungskosten), Betrachtungszeitraum 20 Jahre (Wärmenetz 40 Jahre, BHKW 60.000 Std.), Investitionszuschuss aus Förderprogramm „BAFA-KWK-Anlagen“ sowie „KWK-G-Wärmenetze“, ohne Berücksichtigung eines Baukostenzuschusses. Der erzeugte bzw. eingespeiste Strom wird gemäß EEG bzw. KWK-G vergütet.

	<b>Einzelversorgung</b>	<b>Wärmeverbund</b>
Preissteigerung Energie	0%	0%
Zinssatz (kalkulatorisch)	2%	4%
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre Wärmenetz 40 Jahre BHKW 60.000 Stunden
Investitionszuschuss	BHKW (Schule): BAFA-KWK-Anlagen 3.500 €	KWK-G-Wärmenetze 21.000 - 46.000 €
EEG-Einspeisevergütung PV-Strom	12,3 Ct/kWh	-
KWK-G-Vergütung BHKW-Strom	BHKW (Schule): siehe Wärmeverbund	Eigenverbr. 4 Ct/kWh Einspeisung 8 Ct/kWh (+Steuererstattung etc.)

**Tabelle 11 – Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung Schauinslandschule**

Als Erdgaspreis wird ein aktueller Tarif (badenova Erdgas24) verwendet: 5,07 Ct/kWh brutto für Wohngebäude bzw. 4,59 Ct/kWh brutto für Großverbraucher. Beim Strompreis wird ebenfalls ein aktueller Stromtarif (badenova Ökostrom24) eingesetzt: 23,40 bzw. 22,68 Ct/kWh brutto (Wohngebäude bzw. Großverbraucher).

Die Klimaschädlichkeit der untersuchten Varianten wird anhand der ermittelten äquivalenten CO<sub>2</sub>-Emissionen bewertet. Als spezifische Emissionsfaktoren werden in Anlehnung an GEMIS folgende Werte verwendet: Erdgas 0,25 kg/kWh und Strom 0,60 kg/kWh.

### 3.3.5.3 Fazit – Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz

Der Heizraum der Schule eignet sich gut als Standort für eine Heizzentrale. Vorteilhaft ist zudem der akute Sanierungsbedarf der dortigen Kesselanlage. Dagegen ist die Gebäudestruktur im Umfeld der Schule weniger günstig für den Aufbau eines Nahwärmeverbunds. Dies zeigt sich deutlich an der geringen Wärmedichte und demzufolge höheren Wärmeverlusten.

Tabelle 12 gibt die Ergebnisse der verschiedenen Varianten wieder. Durch eine höhere Anschlussdichte (V1a) bzw. ein größeres Wärmenetz (V2) verbessert sich die Energiebilanz spürbar, jedoch nicht gravierend. Bei den Jahreskosten liegen die drei Wärmeverbund-Varianten etwa gleichauf mit denen einer Wohngebäude-Einzelversorgung. Da jedoch die Schule ihren günstigen Einzelversorgungs-Preis (86 €/MWh brutto) auch bei den Verbund-Varianten behält, ergibt sich für die Wohngebäude ein entsprechend höherer Wärmepreis. Mit zunehmender Anschlussdichte bzw. Netzgröße sinkt der Wärmepreis deutlich von 121 % auf 111 % bzw. 107 %, da der Einfluss der Schule anteilig sinkt (vgl. Abbildung 40). Die Wirtschaftlichkeit des BHKW verschlechtert sich bei den Verbund-Varianten durch den gegenüber einer Einzelversorgung geringeren Strom-Eigenverbrauchsanteil. Somit profitiert das Wärmenetz vom BHKW zu wenig

und die hohen Wärmenetz-Baukosten schlagen sich im Wärmepreis entsprechend nieder. Unter den zugrunde gelegten Randbedingungen und Annahmen ist die Einzelversorgung der Wohngebäude damit die wirtschaftlichste Variante, gefolgt von Variante 2 (107 %), Variante 1a (111 %) und Variante 1 (121 %).

Variante	E1	V1	V1a	V2
Bezeichnung	Einzel-Wohngeb. Erdgas + PV	Verbund klein 50% Erdgas + BHKW	Verbund klein 75% Erdgas + BHKW	Verbund groß 70% Erdgas + BHKW
Jahreskosten gesamt in €/MWh brutto	120	122	119	120
Relation Jahreskosten	100%	101%	98%	100%
<b>Wärmepreis Wohngebäude in €/MWh brutto (Schule: 86)</b>	<b>120</b>	<b>146</b>	<b>134</b>	<b>128</b>
<b>Relation Wärmepreis</b>	<b>100%</b>	<b>121%</b>	<b>111%</b>	<b>107%</b>
<b>CO2-Emissionen in kg/MWh</b>	<b>192</b>	<b>200</b>	<b>182</b>	<b>202</b>
<b>Relation CO2-Emissionen</b>	<b>106%</b>	<b>110%</b>	<b>100%</b>	<b>111%</b>

Tabelle 12 - Ergebnisse der Wirtschaftlichkeits- und Klimaschutzbetrachtung Schauinslandschule

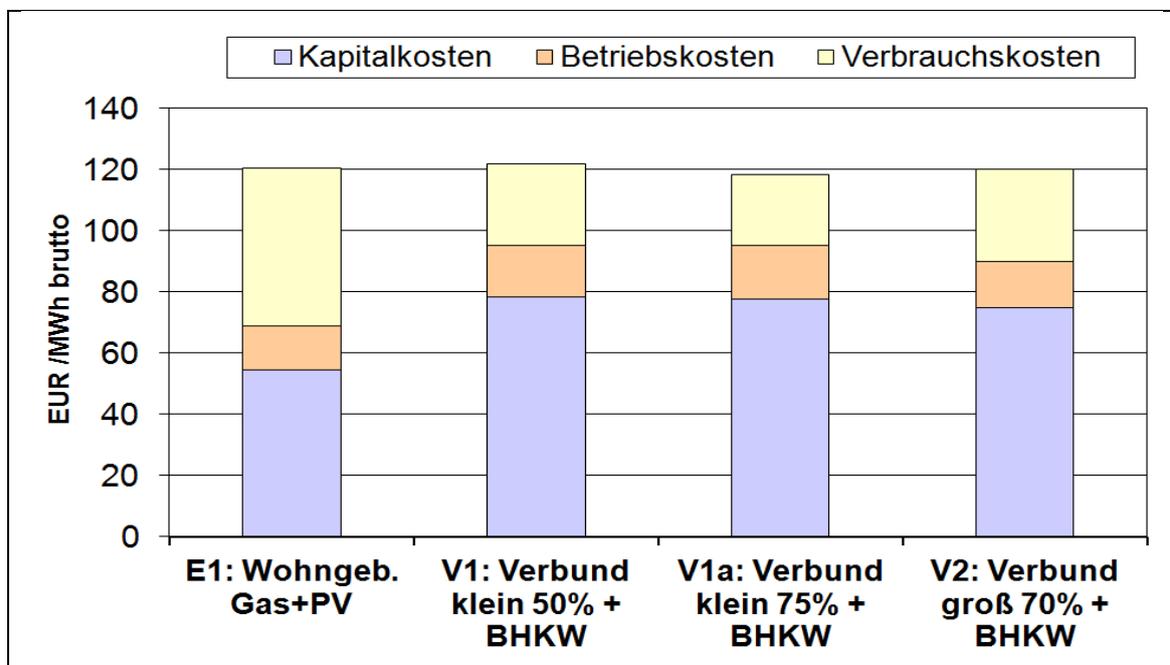


Abbildung 40 – Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Heizvarianten Schauinslandschule

Auch ein um 50 % höherer Erdgaspreis verbessert die Wirtschaftlichkeit der Verbund-Varianten nur marginal (max.2 %-Punkte), da der Vorteil des geringeren Verbrauchs-

kosten-Anteils durch den Nachteil des strombedingten Erdgas-Anteils weitgehend kompensiert wird.

Von erheblicher Relevanz auf den Wärmepreis ist dagegen der kalkulatorische Zinssatz. Jeder Prozentpunkt Differenz gegenüber der Einzelversorgung verändert den Wärmepreis um 6 bis 10 Prozentpunkte. Allerdings sind darin außer den Finanzierungskosten auch Verwaltungskosten etc. eines Wärmenetz-Betreibers zu berücksichtigen, weshalb ein Aufschlag von 2 % bereits als sehr gering anzusehen ist.

Beim Klimaschutz schneidet die Variante 1a so gut ab wie eine Einzelversorgung, die Variante 1 und 2 dagegen schlechter. Hier zeigt sich, dass das BHKW in der Schule (92 % CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Einzelversorgung), die zusätzlichen Netzverluste zumeist nur teilweise kompensieren kann.

### 3.3.6 Weiteres Vorgehen

Die Nahwärmeuntersuchungen sowohl für das Gebiet der Molzhofsiedlung als auch für das Gebiet der Schauinslandschule haben gezeigt, dass ein Nahwärmenetz unter den gegebenen Randbedingungen schwer umzusetzen ist.

In der Molzhofsiedlung ist der Wärmepreis eines auf Holzpellets basierenden Nahwärmenetzes selbst bei einer mit 90 % sehr hoch angesetzten Anschlussdichte nicht konkurrenzfähig zu einer alternativen Einzelversorgung. Ursache ist zum einen die geringe Wärmedichte der Wohnbebauung und zum anderen die Hanglagen, die die Erschließungskosten in die Höhe treiben. Die weitere Entwicklung eines Nahwärmenetzes in der Molzhofsiedlung wird damit eingestellt.

Auch im Bereich der Schauinslandschule liegen die Wärmepreise der berechneten Verbundvarianten über der einer alternativen Einzelversorgung; der Abstand liegt bei der Variante 2 jedoch nur noch bei 7 %. Eine ungünstige Gebäudestruktur – bestehend aus vorwiegend Einfamilien- und Doppelhäusern – führt auch hier zu einer geringen Wärmedichte und damit hohen Wärmeverlusten. Hinzu kommt, dass die Schule ihren günstigen Einzelversorgungstarif behält. Da sie nicht am Wärmenetz hängt, finanziert sie dieses auch nicht mit, so dass der Wärmepreis für die einzelnen Haushalte steigt. Anders als in der Molzhofsiedlung, soll das Nahwärmenetz durch ein Erdgas-BHKW betrieben werden. Aufgrund der Nutzung des fossilen Brennstoffs und der hohen Netzverluste, weist nur die Verbundvariante 1a niedrigere CO<sub>2</sub>-Emissionen als die Einzelversorgung auf. Die Stadt Freiburg zieht sich aus der weiteren Projektentwicklung eines Nahwärmeverbundes um die Schauinslandschule zurück, da die Wirtschaftlichkeitsberechnung aufgezeigt hat, dass der Wärmepreis der Varianten nicht konkurrenzfähig ist und zudem die CO<sub>2</sub>-Einsparungen begrenzt sind.

Im Laufe der Konzeptentwicklung hat sich jedoch eine Gruppe von Bürgern zusammengefunden, die die Entwicklung des Nahwärmenetzes um die Schule weiter vorantreiben wollen. Die Gruppe hatte sich bei der Abschlussveranstaltung vorgestellt und ihre Motivation für das Projekt dargelegt: Die Idee ist, eine gemeinsame, effiziente Wärmeversorgung in Bürgerhand zu schaffen. Dabei hofft die Gruppe, die Anschlussbereitschaft weiter erhöhen zu können, in dem die Kosten anders aufgeschlüsselt werden. Sie setzen u. a. darauf, dass sich die Bewohner eher für einen Nahwärmearschluss entscheiden, wenn dargestellt wird, dass die Anfangsinvestitionen eines An-

schluss an ein Wärmenetz günstiger sind, als die Anschaffungskosten eines neuen Gasbrennwertkessels mit PV oder Solarthermie. Zudem fanden bereits Gespräche mit der Freiburger Solar-Bürger-Genossenschaft statt, die – im Fall einer wirtschaftlichen Tragfähigkeit – das Netz betreiben würden. Die Weiterentwicklung des Nahwärmenetzes um die Schauinslandschule hängt also von dem Engagement der Bürgerschaft ab.

### 3.4 Fazit zur Potenzialuntersuchung im Quartier

Aufbauend auf den für die Bestandserhebung (Kapitel 2) und Potenzialanalyse (Kapitel 3) zusammengetragenen Daten und der weiteren Auswertung dieser Daten in einem geographischen Informationssystem können bereits erste Handlungsfelder identifiziert werden. Diese würden im Quartier direkt zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen führen und die Bemühungen der Stadt beim kommunalen Klimaschutz konsequent fortführen.

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- > **Ausbau der Solarenergie zur Strom- und Wärmeerzeugung:** Signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien im Quartier gibt es bei der Solarenergie, die einen wesentlichen Beitrag zur umweltfreundlichen Strom- und Wärmeversorgung leisten könnte. Mit den vorhandenen Dachflächenpotenzialen könnte der Stromverbrauch des Quartiers theoretisch komplett durch Solarstrom gedeckt werden. Der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Photovoltaik ist daher ein wichtiges und vor allem realisierbares Handlungsfeld, welches in der strategischen Ausrichtung des Quartiers verankert sein sollte.
- > **Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs:** Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind ebenfalls vorhanden. Hier spielen vor allem die Solarthermie und die Geothermie eine wichtige Rolle, während die Nutzung sonstiger Erneuerbare-Energien-Potenziale innerhalb der Quartiersgrenzen nur sehr beschränkt möglich ist. Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weitere Wärmeströme in Verbindung mit Wärmepumpen könnten unter Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse mit bis zu 28 % der Wärmeversorgung weiter ausgebaut werden.
- > **Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude:** Durch energetische Sanierungen der bestehenden Wohngebäude ergeben sich im Quartier signifikante Potenziale zur Einsparung von Wärmeenergie. Da im Quartier fast 70 % des Wohngebäudebestands vor der 2. Wärmeschutzverordnung im Jahr 1983 erbaut wurde, können energetische Sanierungsmaßnahmen an Dach, Außenwand und Fenstern große Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bewirken. Konkret könnten bei einer Modernisierung aller Wohngebäude im Quartier auf den aktuellen Stand der Energieeinsparverordnung (EnEV) 41 % des aktuellen Wärmebedarfs eingespart werden. Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden. In acht individuellen Typgebäudesteckbriefen wurden beispielhafte Sanierungsmaßnahmen, Möglichkeiten und Kosten für Gebäude gleichen Typs ausgearbeitet. Diese Steckbriefe bieten Gebäudeeigentümern wesentliche Informa-

tionen auf einen Blick als Einstieg in die Sanierungsberatung und sollten im weiteren Verlauf der Umsetzung zur Hand genommen werden.

- > **Austausch ineffizienter Heizanlagen:** Der Austausch alter Heizanlagen stellt ein grundlegendes Handlungsfeld für Privathaushalte dar. Die Auswertung der Heizanlagenstatistik verdeutlicht, dass etwa 41 % der Heizölanlagen und 25 % der Erdgasheizanlagen im Quartier älter als 25 Jahre und damit austauschwürdig sind. Die Effizienz von Heizanlagen hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert, wodurch auch jüngere Anlagen ein Potenzial für Effizienzsteigerungen besitzen, welche wiederum zu Energie- und Kosteneinsparungen führen können. Heizölkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnutzungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen.
- > **Verstärkte Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplungstechnik:** Bei einem Heizungsaustausch in Ein- und Mehrfamilienhäusern sollte zudem der Einbau eines (Mini-) BHKWs geprüft werden. Dieses könnte die Klima- und Ressourceneffizienz durch gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme erhöhen.
- > **Energieträgerwechsel der Heizanlagen:** Darüber hinaus gibt es Synergieeffekte durch die Umstellung von Heizanlagen auf andere Energieträger (z. B. von Heizöl auf Erdgas). Eine Umstellung der konventionellen Heizungssysteme Heizöl und Strom auf Erdgas mit einem nach dem Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg (EWärmeG 2015) entsprechenden Solarthermieanteil würden knapp 400 t/Jahr und damit 6 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Quartier einsparen. Die Umstellung von Heizöl auf Erdgas ist aufgrund des vorhandenen Erdgasnetzes im Ortskern Kappels möglich.
- > **Heizungspumpentausch:** Unabhängig vom Baualter der Heizanlage bietet der Heizungspumpentausch deutliche Einsparpotenziale. Viele Heizungsanlagen – sowohl ältere als auch jüngere – werden mit falsch eingestellten, zu großen oder energetisch ineffizienten Heizungspumpen betrieben. Es wird geschätzt, dass ca. 84 % aller Heizungspumpen in Deutschland veraltet sind. Der Austausch oder die Justierung dieser Pumpen ist eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme. Die Kosten für eine neue, frequenzgesteuerte Hocheffizienzpumpe amortisieren sich daher bereits nach zwei bis fünf Jahren. Vielen Bürgern ist diese Tatsache nicht bewusst obwohl oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.
- > **Aus- und Aufbau von Nahwärmenetzen:** Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für den Bau von neuen Nahwärmenetzen in den ausgewählten Potenzialgebieten „Molzofsiedlung“ und „Schauinslandschule“ haben ergeben, dass die Wärmepreise selbst im günstigsten Fall nicht eindeutig konkurrenzfähig zu den Wärmepreisen für eine hausinterne Gas-Brennwertheizung sind. Bei den CO<sub>2</sub>-Einsparungen hat sich gezeigt, dass die Einsparungsmöglichkeiten eines Erdgas-BHKWs begrenzt sind.

Zusammenfassend ergeben die Analysen, dass bei Hebung aller Potenziale theoretisch 4.782 t CO<sub>2</sub> pro Jahr und somit 72 % der jährlichen Emissionen eingespart werden

könnten. Die folgende Abbildung 41 fasst die gesamten Potenziale innerhalb des Quartiers zusammen. Es handelt sich hierbei um die theoretisch machbaren Einsparpotenziale an CO<sub>2</sub>-Emissionen. Aufbauend auf diesen Potenzialen wurden im nächsten Schritt individuelle und umsetzungsorientierte Maßnahmen für das Quartier erarbeitet.

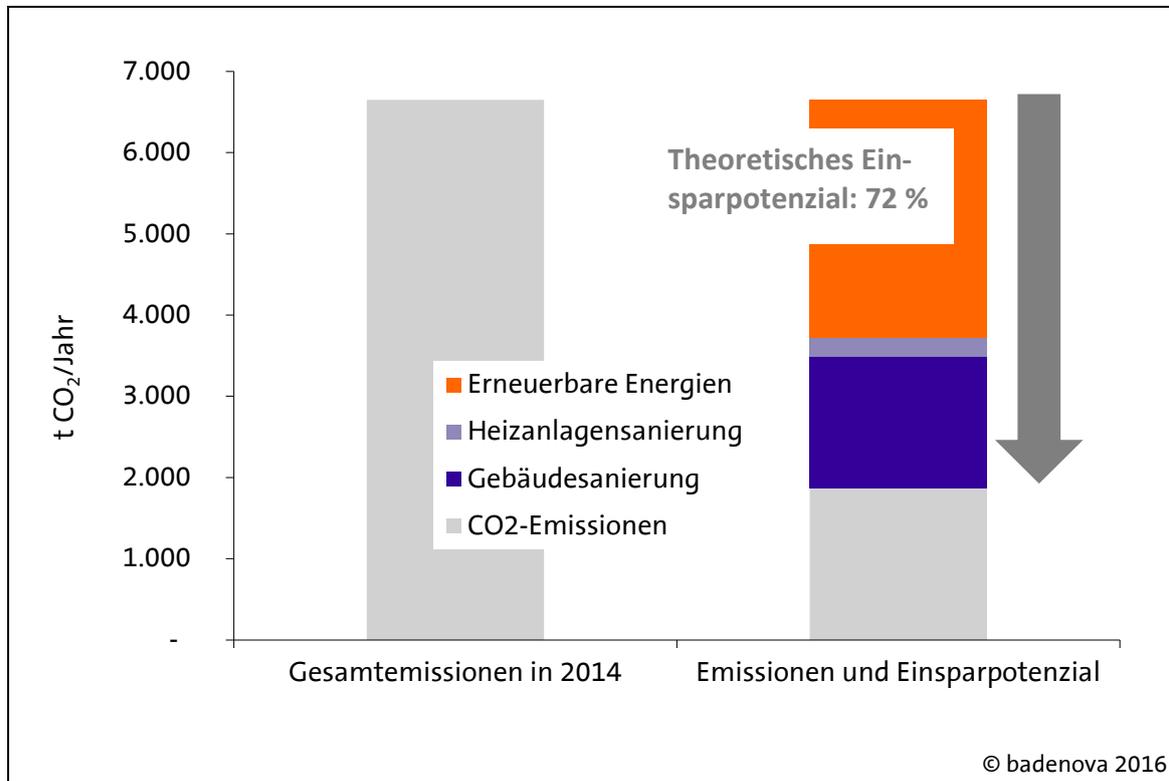


Abbildung 41 – Gesamtemissionen und theoretisches Einsparpotenzial in Kappel

## 4. Maßnahmenentwicklung unter Einbindung der Bürger und lokalen Akteure

### 4.1 Überblick

Zentraler Bestandteil des Quartierskonzepts ist die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs, welcher dem Stadtteil Kappel als Handlungsleitfaden für die Erreichung von Klimaschutzzielen vor Ort dient. Der Maßnahmenkatalog setzt sich aus einzelnen umsetzungsorientierten Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern zusammen, die im Laufe des Partizipationsprozesses erarbeitet wurden.

In Abbildung 42 ist der Partizipationsprozess schematisch dargestellt. Deutlich wird, dass das Quartierskonzept im Wechselspiel mit dem Arbeitskreis, der v. a. aus kommunalen Entscheidungsträgern besteht, Bürgern und lokalen Akteuren erarbeitet wurde. Eine partizipative Konzepterstellung schafft eine optimale Grundlage für die zukünftige Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen, aufgrund der erhöhten Transparenz bei der Entscheidungsfindung und den breit gefächerten Entwicklungsvorschlägen, die in die Diskussionen einfließen.



Abbildung 42 – Partizipationsprozess der Quartierskonzeptentwicklung mit kommunalen Entscheidungsträgern, Bürgern und lokalen Akteuren

In den Workshops standen die Ideenentwicklung und die Ausarbeitung von Maßnahmen im Mittelpunkt, zu deren Umsetzung das Engagement der Bürger wesentlich ist.

In der Diskussion mit dem Arbeitskreis lag der Fokus darauf, den Rahmen zu stecken für die wesentlichen Themen des Quartierskonzepts und aufkommende Fragen und Hemmnisse bei der Ausarbeitung des Konzepts zu besprechen. Die Vorgehensweise wird in den folgenden Abschnitten detailliert beschrieben.

## 4.2 Prozess der Maßnahmensammlung

Aufbauend auf den in der Bestandsanalyse identifizierten Potenzialen und Handlungsfeldern, begann die Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zunächst mit der Sammlung von Maßnahmvorschlägen und Ideen zur Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen der Auftaktveranstaltung und den Workshops des Quartierskonzepts. Im Anschluss wurden die Maßnahmen mit Hilfe der Erfahrungen der badenova geprüft, um die Vorstellungen des Umweltschutzamts der Stadt Freiburg ergänzt und zu einer Maßnahmensammlung zusammengestellt. In Abbildung 43 sind die verschiedenen Quellen für die Maßnahmensammlung graphisch dargestellt.



Abbildung 43 – Quellen der Maßnahmensammlung für das Quartierskonzept

### 4.2.1 Treffen mit dem Arbeitskreis „Energiekonzept Kappel“

Zur Begleitung der Erarbeitung des Quartierskonzepts hat sich der Arbeitskreis „Energiekonzept Kappel“ gegründet, der aus Ortschaftsräten, interessierten Bürgern, Vertretern des Umweltschutzamtes der Stadt Freiburg als Auftraggeberin und Mitarbeiterinnen der badenova als Auftragnehmer besteht. Das Ziel des Arbeitskreises ist, mit Hilfe der Ortschaftsräte und engagierter Bürger das Konzept nach den Bedürfnissen vor Ort zu gestalten, aufkommende Fragen und Hemmnisse bei der Erarbeitung gemeinsam zu klären und die Konzeptentwicklung in Abstimmung mit der Stadt Freiburg und der badenova voranzutreiben.

Im Rahmen der Konzepterarbeitung fanden drei Arbeitskreissitzungen statt (vgl. Abbildung 42). Ende April 2015 kam der Arbeitskreis zum Auftakttreffen zusammen, in dem zunächst der Hintergrund für die Erstellung des Quartierskonzepts in Kappel aus Sicht der Stadt Freiburg als Auftraggeberin dargestellt wurde. Im Anschluss brachten die

Ortschaftsräte und anwesenden Bürger Themen ein, die bei der Bearbeitung des Konzepts berücksichtigt werden sollten. Aufgeführt wurden u. a. anstehende Baumaßnahmen wie der Heizkesseltausch in der Schauinslandschule. Erwähnt wurde ebenfalls die Nahwärme-Initiative in der Molzhofsiedlung, die 2012 gestartet wurde und damals nicht zum Abschluss kam. Hier bestand der Wunsch, im Rahmen des Quartierskonzepts nochmals zu prüfen, ob eine Nahwärmeversorgung der Siedlung möglich ist. Außerdem sollten die Bürger im Rahmen der geplanten Workshops über Fachvorträge zu den Themen Gebäude- und Heizanlagenanierung und geringinvestive Maßnahmen wie Stromsparen informiert werden.

Beim zweiten Arbeitskreistreffen im Oktober 2015 wurden den Teilnehmern die Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz vorgestellt und anhand des Wärmekatasters die Auswahl der Gebiete für die Nahwärmeuntersuchungen diskutiert (vgl. auch Kapitel 3.3). Abschließend wurde das Konzept für die öffentliche Auftaktveranstaltung zur Information der Bürger über das Quartierskonzept besprochen. Als wichtig wurde erachtet, neben der Vorstellung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Quartier und der möglichen Potenziale im Bereich Sanierung, Nutzung von erneuerbaren Energien und Nahwärme auch die Bürger zu Wort kommen zu lassen. Im Anschluss an die Vorträge sollte deshalb eine erste Ideensammlung für Maßnahmen an runden Tischen stattfinden, moderiert durch die badenova und das Beratungszentrum Bauen und Energie der Stadt Freiburg (vgl. Kapitel 4.2.2).

Beim dritten Treffen des Arbeitskreises im April 2016 stand das Thema Nahwärme im Fokus, das sich als das bestimmende Thema des Konzepts herausstellte. Die Haushaltsbefragung zur Erhebung der Energieverbräuche und der Anschlussbereitschaft an ein potenzielles Nahwärmenetz wurde per Hauswurf verteilt und erreichte zum Zeitpunkt des Treffens nur eine Rücklaufquote von knapp 10%. Überlegt wurde deshalb, wie die Datengrundlage in den ausgewählten Gebieten verbessert werden könnte. Ein Ortschaftsrat und eine Ehepaar erklärten sich daraufhin bereit, gemeinsam mit den Mitarbeiterinnen der badenova in der Molzhofsiedlung und im Ortskern von Haus zu Haus zu gehen und die Bewohner über das Thema Nahwärme aufzuklären und die Anschlussbereitschaft abzufragen (vgl. Kapitel 3.3.2.2). Des Weiteren wurde während des Arbeitskreistreffens besprochen, dass die Möglichkeiten zur Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft als Betreiberin eines Nahwärmenetzes erörtert werden sollen.

#### 4.2.2 Öffentliche Auftaktveranstaltung

Zur Auftaktveranstaltung des Quartierskonzepts am 8. März 2016 waren alle Bürger Kappels eingeladen. Die Veranstaltung wurde vom Umweltschutzamt und dem Beratungszentrum Bauen und Energie der Stadt Freiburg sowie der badenova fachlich begleitet und von einer externen Person moderiert. Ziel der Veranstaltung war zum einen, die Bürger über das Projekt und die ersten Analyseergebnisse zu informieren und zum anderen erste Ideen für Klimaschutzmaßnahmen aufzunehmen.

Zu Beginn begrüßten der Ortsvorsteher und die Bürgermeisterin die rund 40 Teilnehmer und erörterten den Hintergrund für die Beauftragung des Quartierskonzepts in Freiburg Kappel und dessen Ziele im gesamtstädtischen Kontext. Im Anschluss stellte die badenova die Ergebnisse der Ist- und Potenzialanalyse vor, bestehend aus der

Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für Kappel, dem Wärmekataster und den lokalen Potenzialen für die Nutzung erneuerbarer Energien und dem Einsparpotenzial im Bereich der Gebäude- und Heizanlagenanierung. Auch wurden mögliche Gebiete für die Nahwärmeuntersuchung anhand des Wärmekatasters eingegrenzt.

Danach waren die Bürger aufgefordert, an drei Thementischen „Sanierung der Gebäudehülle“, „Sanierung von Heizanlagen“ und „Nahwärme“ über die Themen zu diskutieren und Ideen und Vorschläge für Klimaschutzmaßnahmen in dem jeweiligen Bereich auf Kärtchen zu schreiben (vgl. Abbildung 44). Die Teilnehmer hatten darüber hinaus die Möglichkeit, Themen zu notieren, zu denen sie zusätzliche Informationen benötigen.



Abbildung 44 – Ideensammlung an runden Tischen

In einer gemeinsamen Abschlussrunde wurden die gesammelten Fragen, Anregungen und Maßnahmenvorschläge allen Anwesenden vorgestellt (vgl. Abbildung 45). Diese Maßnahmensammlung war Bestandteil der weiteren Ausarbeitungen in den folgenden Workshops.



Abbildung 45 – Präsentation der Arbeitsergebnisse durch Teilnehmer der Veranstaltung

### 4.2.3 Workshop „Sanierung der Gebäudehülle“

Am 16. März 2016 wurde der erste Workshop des Quartierskonzepts veranstaltet, der sich dem Thema „Sanierung der Gebäudehülle“ widmete. Zehn Bürger nutzten die Ge-

legenheit, sich an der Quartierskonzeptentwicklung zu beteiligen. Die Veranstaltung wurde vom Umweltschutzamt und dem Beratungszentrum Bauen und Energie (BZBE) sowie der badenova begleitet. Nach einem kurzen Überblick über den Bearbeitungsstand im Quartierskonzept hielt eine Expertin des BZBEs einen Vortrag über die Möglichkeiten der Gebäudesanierung, in dem sie auch mit gängigen Vorurteilen aufräumte. Der Schwerpunkt lag hierbei auf der Beantwortung der Fragen, die bei der Auftaktveranstaltung zum Thema gestellt wurden.

Daraufhin stellte ein Mitarbeiter der badenova die Gebäudesteckbriefe vor, die für acht Typgebäude in Kappel entwickelt wurden. Die Steckbriefe geben den Kappler Bürgern einen Überblick über die möglichen Sanierungsmaßnahmen, die an ihrem Haus vorzunehmen sind, welche Kosten damit verbunden wären und dienen als Arbeitshilfe für den Energieberater.

Im Anschluss wurden die Teilnehmer aufgefordert, sich in drei Gruppen aufzuteilen und gemeinsam mit den Experten der Stadt und der badenova die Maßnahmenideen aus der Auftaktveranstaltung mit Hilfe eines vorgefertigten Arbeitsblattes auszuarbeiten.

Bei der Maßnahmenentwicklung standen folgende Fragen im Fokus:

- Welche Hilfestellungen sind nötig, damit die Gebäudesanierung in Kappel verstärkt in Angriff genommen wird?
- Wie könnten die Angebote der Stadt Freiburg in Kappel besser beworben werden? Wie müssten die Angebote der Stadt Freiburg für Kappel aufbereitet werden?
- Welche Informationsveranstaltungen und Kampagnen wären hilfreich?

Für die Ausarbeitung der Maßnahmen und Dokumentation der Ergebnisse wurden Vorlagenblätter genutzt, deren Aufbau sich an den zukünftigen Maßnahmensteckbriefen orientiert. Schwerpunkt war dabei die konkrete Bestimmung der Handlungsschritte, durch die eine bestimmte Maßnahme in den Quartieren umgesetzt werden kann. Für die Stadt Freiburg und für den Treiber einer Maßnahme ergeben sich daraus eine Planungsgrundlage und realistische Entscheidungshilfen, die eine systematische und erfolgreiche Umsetzung des Quartierskonzepts ermöglichen sollen.

Während der Arbeitsrunde konnten die Teilnehmer ihre lokalen Kenntnisse, ihre Meinungen und ihr Fachwissen einbringen. Die Mitarbeiter der Stadt Freiburg und der badenova unterstützten die Gruppen bei der Ausarbeitung (vgl. Abbildung 46).



Abbildung 46 – Ausarbeitung von Maßnahmen während des Workshops „Sanierung der Gebäudehülle“

#### 4.2.4 Workshop „Nahwärme“

Im folgenden Workshop stand das Thema Nahwärme im Mittelpunkt. Dieser fand am 28. April 2016 statt und 20 Bürger, die sich zu den Entwicklungen im Quartierskonzept informieren wollten, nahmen an der Veranstaltung teil.

Zunächst berichtete die badenova über den aktuellen Stand der Quartierskonzeptentwicklung und der Fragebogenaktion. Nachdem durch die Postwurfsendung nur ein Rücklauf von ca. 17 % erreicht wurde, fand in der Molzhofsiedlung an zwei Abenden noch eine persönliche Befragung der Bewohner zur Anschlussbereitschaft durch die badenova und zwei engagierte Bürger statt. Somit lagen von 41 % der Bewohner im nördlichen Teil und 69 % der Bewohner des südlichen Teils der Siedlung Aussagen über die Anschlussbereitschaft vor, die in die Wirtschaftlichkeitsberechnung gingen.

Im Anschluss folgten zwei Fachvorträge zum Veranstaltungsthema. Als Fachexperte war Hr. Benzing vom Planungsbüro Zelsius GmbH eingeladen, um über Nahwärmeprojekte aus der Praxis sowie über Erfahrungen in der Planung und der Projektumsetzung zu berichten. Daraufhin stellte Hr. Moosmann von econzept Energieplanung GmbH die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Nahwärmeverbundes auf Basis von Holzpellets für den südlichen Teil der Molzhofsiedlung vor. Konnte der Vortrag von Hrn. Benzing für das Thema Nahwärme begeistern, so wurde die Idee für ein Nahwärmenetz in der Molzhofsiedlung durch die Ergebnisse der Berechnungen wieder ausgebremst, da sich herausstellte, dass selbst bei einer Anschlussbereitschaft von 90 % der Nahwärmepreis nicht konkurrenzfähig zu einer Einzellösung ist. Die Vorträge warfen demzufolge Fragen auf, die im Anschluss von den Experten beantwortet und gemeinsam diskutiert wurden. In Kapitel 6.2 werden die kritischen Fragen, wie die Wahl des Standortes für eine Heizzentrale, näher aufgeführt.

#### 4.2.5 Workshop „Sanierung der Heizanlage“

Beim letzten Workshop des Quartierskonzepts am 11. Mai 2016 stand das Thema „Sanierung der Heizanlage“ im Mittelpunkt, zu dem zehn Bürger aus Kappel erschienen. Der Workshop knüpfte auch an die Ideensammlung aus der Auftaktveranstaltung an, die in der Veranstaltung weiter ausgearbeitet wurden.

Zu Beginn wurde der aktuelle Stand des Quartierskonzepts vorgestellt und noch einmal auf die Heizanlagenstatistik eingegangen, die aufzeigt, dass 31 % der Heizungen älter als 25 Jahre und damit sanierungsbedürftig sind. Zudem wurden die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien, wie das Solarkataster und das Geothermiekataster, präsentiert.

Daran anschließend hielt Hr. Schmid von der Energieagentur Regio Freiburg einen Fachvortrag zum Veranstaltungsthema, bei dem er die verschiedenen Heiztechnologien mit Fokus auf die erneuerbaren Energien, sowie gesetzliche Vorgaben und Fördermittel vorstellte (vgl. Abbildung 47). Im Anschluss folgte eine gemeinsame Frage- und Diskussionsrunde, in der die Maßnahmenideen der Auftaktveranstaltung ähnlich wie im Workshop zur Sanierung der Gebäudehülle detaillierter ausgearbeitet wurden.



Abbildung 47 – Hr. Schmid von der Energieagentur Freiburg hält einen Vortrag zur Sanierung von Heizanlagen

#### 4.2.6 Zusammenstellung der Maßnahmen mit der Stadt Freiburg

Die Themen und Ideen aus der Auftaktveranstaltung und den Workshops wurden von der badenova ausgewertet, ergänzt und schließlich in einer lokalen Maßnahmenammlung für Kappel zusammengefasst. In die Erstellung der Maßnahmenammlung flossen somit auch die Vor-Ort-Kenntnisse aus der Bestandserhebung, die Erfahrungen der badenova aus anderen Kommunen sowie die Anregungen und Wünsche des Umweltschutzamts der Stadt Freiburg ein. Hierbei sollten auch die bestehenden Förder- und Beratungsangebote der Stadt Freiburg zur Gebäudesanierung berücksichtigt werden, damit diese in Kappel stärker genutzt werden.

Die Maßnahmensammlung enthält wesentliche Klimaschutzmaßnahmen, die Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Bereich Gebäude- und Heizanlagenanierung, sowie eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien ermöglichen. Die Maßnahmen berücksichtigen damit die örtliche Struktur des Stadtteils, in dem die Wohngebäude für den größten Energieverbrauch verantwortlich sind, da kaum Gewerbe vorhanden ist.

Die Maßnahmensteckbriefe befindet sich separat am Ende des Berichts (vgl. Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

### 4.3 Überblick über die Maßnahmensteckbriefe

#### 4.3.1 Aufbau der Maßnahmensteckbriefe

Die Maßnahmensteckbriefe dienen dem jeweiligen Treiber der Maßnahme als Handlungsleitfaden für die Umsetzung der Maßnahme. Die Steckbriefe sind immer nach dem gleichen Schema aufgebaut, welches im Folgenden beschrieben wird.

Eine schnelle Einordnung der Maßnahme wird durch die Nennung der Überschrift, des Handlungsfelds sowie des Treibers gewährleistet. Zudem werden die verknüpften Maßnahmen aufgelistet. Anschließend erhält der Leser Hintergrundinformationen sowie eine allgemeine Beschreibung der Maßnahme.

Ein wichtiger Teil des Maßnahmensteckbriefs ist die Darstellung der Handlungsschritte nach Zeitplan. Der jeweilige Treiber bekommt damit klare Handlungsempfehlungen für das folgende Jahr nach Beginn der Umsetzung. Der Treiber ist hier definiert als derjenige Akteur, der die Maßnahmenumsetzung maßgeblich vorantreibt, den Umsetzungsprozess koordiniert und organisiert.

Im nächsten Abschnitt werden die berechneten Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale unter Offenlegung der getroffenen Annahmen dargestellt. Des Weiteren werden die an der Maßnahme beteiligten Akteure beschrieben. Abschließend sind die Art und nach Möglichkeit die Höhe der Kosten sowie Risiken und Hemmnisse, die bei der Umsetzung auftreten können, mögliche Folgemaßnahmen und nachhaltige lokale Wertschöpfungspotenziale aufgelistet.

### 4.3.2 Maßnahmenkatalog

In Tabelle 13 sind die Maßnahmen für Kappel zusammengestellt, die nach der Konzepterstellung umgesetzt werden sollen.

Nr.	Maßnahme	Handlungsfeld	Treiber
M1	Nachbarschaftsbesichtigungen von Sanierungsbeispielen in Kappel	Gebäude	Stadt Freiburg mit Ortsverwaltung Kappel
M2	Tupper-Abend im Heizungskeller	Heizanlagen	Stadt Freiburg mit Ortsverwaltung Kappel
M3	Informationsveranstaltung zum Thema Sanierung in Zusammenarbeit mit dem Handwerk	Gebäude, Heizanlagen	Stadt Freiburg mit Ortsverwaltung Kappel
M4	Schatzsuche im Eigenheim - Gutscheine für eine Energieberatung	Gebäude, Heizanlagen	Stadt Freiburg
M5	Kappler Morgenstreich: Energieberatung mit Thermographie-Aktion	Gebäude, Heizanlagen	Stadt Freiburg
M6	Bewerben der Förderprogramme der Stadt Freiburg	Gebäude, Heizanlagen	Stadt Freiburg
M7	Projektentwicklung eines potenziellen Nahwärmenetzes	Nahwärme	Arbeitskreis „Nahwärme“
M8	Ausrichtung einer Photovoltaik-Kampagne	Erneuerbare Energien	Stadt Freiburg

**Tabelle 13 - Maßnahmenkatalog**

## 5. Darstellung des Zielszenarios

### 5.1 Vorgehen zur Zielentwicklung

#### 5.1.1 Bedeutung von Klimaschutzzielen

Klimaschutzziele dienen als Motivation für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen. Sie schaffen Verbindlichkeiten, da die Maßnahmen innerhalb eines gewissen Zeitraums umgesetzt werden müssen. Mittels der Ziele lässt sich der Fortschritt im Klimaschutz konkret messen.

Die Stadt Freiburg hat sich 2014 zum Ziel gesetzt, die Emissionen bis 2030 zu halbieren und bis 2050 eine Null-Emissions-Kommune zu werden. Um diese Ziele zu erreichen, wurden bereits zahlreiche Projekte ins Leben gerufen und von der Stadt gefördert. Hinter der Beauftragung des Quartierskonzepts für den Stadtteil Kappel stand u. a. das Ziel, Maßnahmen vor Ort zu entwickeln, die die Erreichung der städtischen Klimaschutzziele fördern.

Durch die Fortschreibung der im Rahmen des Konzepts erstellen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Quartier kann nun überprüft werden, ob Kappel weiterhin auf dem richtigen Weg zu einem klimafreundlichen Stadtteil ist. Erfolge können zudem sichtbar gemacht und nach außen kommuniziert werden.

#### 5.1.2 Klimaschutzziele der EU-, Bundes- und Landespolitik

Klimaschutzziele werden durch die Politik auf unterschiedlichen Ebenen definiert. Basierend auf dem beim Weltklimagipfel 1992 definierten Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf 2°C zu begrenzen, haben sich die EU-Mitgliedsstaaten verpflichtet, bis 2020 die Treibhausgas(THG)-Emissionen gegenüber 1990 um 20 % zu reduzieren, die Energieeffizienz um 20 % zu steigern und einen Anteil an erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch von 20 % zu erreichen (sogenannte „20/20/20-Ziele“, European Commission, 2015). Die Bundesregierung hat sich darauf aufbauend noch ambitioniertere Ziele gesetzt. So soll der Ausstoß an THG-Emissionen bis 2020 sogar um 40 % und bis 2050 um mindestens 80 % gegenüber 1990 gesenkt werden (BMUB, 2015).

Das Land Baden-Württemberg hat die Klimaschutzziele im Klimaschutzgesetz festgeschrieben. Ziel ist die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 um 25 % und ein Ausbau der erneuerbaren Energien auf 38 % (vgl. Abbildung 48). Zur Erreichung der Ziele wurde das „Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept“ (IEKK) verabschiedet, das Strategien und Maßnahmen definiert, wie die Ziele in den einzelnen Bereichen Strom, Wärme, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie Stoffströme umgesetzt werden können (Land Baden-Württemberg, 2014). Nur durch die Umsetzung der Maßnahmen auf kommunaler Ebene können diese ehrgeizigen Ziele erreicht werden.

Bis zum Jahr 2050 sollen in Baden-Württemberg die sogenannten „50-80-90-Ziele“ umgesetzt werden. Sie beinhalten, dass 50 % weniger Energie verbraucht wird und Strom und Wärme zu 80 % aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden. Die THG-Emissionen sollen damit um 90 % reduziert werden (UMBW, 2015a).

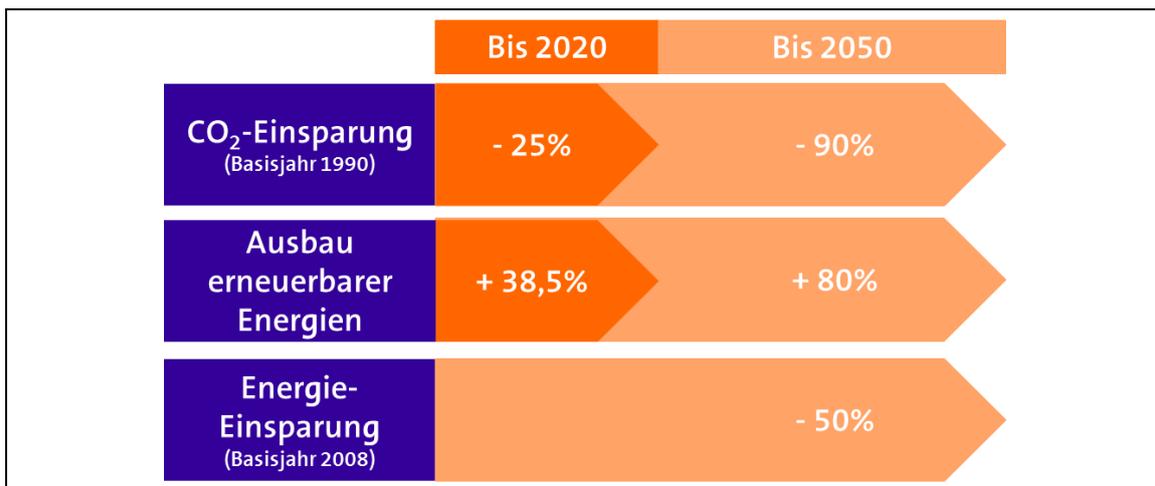


Abbildung 48 – Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg

### 5.1.3 Top-down vs. Bottom-up

Bei der Festlegung von Klimaschutzzielen gibt es zwei Herangehensweisen:

1. **Top-down:** Die Stadt übernimmt die Klimaschutzziele, die von der Bundes- und Landespolitik vorgegeben werden.
2. **Bottom-up:** Die Stadt beschließt eigene Klimaschutzziele, basierend auf dem erarbeiteten Klimaschutz- oder Quartierskonzept. Diese Ziele beruhen auf den lokalen Potenzialen und konkreten, messbaren Maßnahmen.

Nahezu alle Ziele im kommunalen Klimaschutz beruhen heute auf einer politischen Willensbekundung („top-down“). Aus unterschiedlicher Motivation heraus werden hier verschieden ambitionierte Ziele definiert (z. B. 100 % erneuerbare Energien). Nur selten sind diese Ziele jedoch mit konkreten Maßnahmen hinterlegt und lassen sich kaum innerhalb der lokalen Handlungsspielräume umsetzen. Die Konsequenz ist, dass sie häufig nicht ernst genommen und daher nicht zielstrebig verfolgt werden.

Anstatt die Klimaschutzziele in einem „top-down“-Verfahren „von oben herab“ zu übernehmen, können sie auch basierend auf der Analyse der lokalen Voraussetzungen und in Zusammenarbeit mit den lokalen Akteuren in einem „bottom-up“-Verfahren „von unten heraus“ erarbeitet werden. Die Ziele werden dadurch transparent und nachvollziehbar. Durch die gemeinsame Entwicklung mit den Bürgern beispielsweise im Rahmen des Quartierskonzepts ist von einer höheren Akzeptanz auszugehen. Zudem sind Erfolge besser sichtbar, da die Ziele auf den lokalen Potenzialen aufbauen und durch eine schrittweise Umsetzung der Maßnahmen erreicht werden können.

Die Bundes- und Landesziele sollten bei der Zielentwicklung trotzdem nicht außer Acht gelassen werden. Sie setzen den Rahmen für die Entwicklung der kommunalen Ziele und bieten für die einzelnen Bereiche CO<sub>2</sub>-Einsparung, Energieeffizienz und erneuerbare Energien eine Orientierungshilfe an.

### 5.1.4 Zielentwicklung im Quartierskonzept

Die Entwicklung der Ziele der Maßnahmen des Quartierskonzepts erfolgte im Anschluss an die Definition der Klimaschutzmaßnahmen. Für jede Maßnahmen wurde durch die badenova in Abstimmung mit dem Umweltschutzamt der Stadt Freiburg ein konkretes und messbares Ziel formuliert. Dabei wurden die Ausgangssituation des Quartiers und die vorhandenen Potenziale berücksichtigt und auf eine realistische, machbare Zielsetzung geachtet.

Die sich daraus ergebenden Emissionseinsparungen basieren auf der Reduktion des End- bzw. Primärenergieverbrauchs in Folge der Maßnahmenumsetzung. Zu deren Berechnung wurden die Emissionsfaktoren des Bilanzjahres 2014 verwendet. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass insgesamt sechs Maßnahmen darauf abzielen, die Gebäude- und Heizanlagenanierung zu erhöhen. Für diese Maßnahmen wurde ein gemeinsames CO<sub>2</sub>-Einsparziel sowohl für die Gebäude- als auch für die Heizanlagenanierung festgelegt. Für die Nahwärme-Maßnahme konnte unter den jetzigen Bedingungen kein CO<sub>2</sub>-Einsparziel berechnet werden. Wird durch das Engagement der Bürger jedoch eine höhere Anschlussdichte als in der Variantenberechnung erreicht, so könnte durch diese Maßnahme auch CO<sub>2</sub> eingespart werden.

## 5.2 Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparziele des Quartiers

Entsprechend den Erkenntnissen aus der umfassenden Datenerhebung und der Zusammenführung in der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz betragen die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt 6.650 t im Quartier (Basisjahr 2014). Dies entspricht einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Quartiersbewohner von ca. 2,44 t pro Jahr.

Anhand der konkret formulierten Ziele der acht Maßnahmen konnte ein CO<sub>2</sub>-Einsparziel auf Basis der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz berechnet werden, welches mit Erreichen der Ziele im Quartier eintreten würde.

Der geplante Umsetzungszeitraum der entwickelten Maßnahmen ist im vorliegenden Bericht auf zehn Jahre, also bis in das Jahr 2026, angesetzt. Insgesamt ergibt sich ab dem Jahr 2026, bei einer konsequenten Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen, ein jährliches CO<sub>2</sub>-Einsparziel von ca. 1.068 t. Dies entspricht einer Reduktion von rund 16 % gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2014.

Die entsprechende und über den gleichen Zeitraum zu erreichende Endenergieeinsparung von 2.080 MWh/Jahr entspricht ca. 10 % des quartiersbezogenen Energieverbrauchs von 2014.

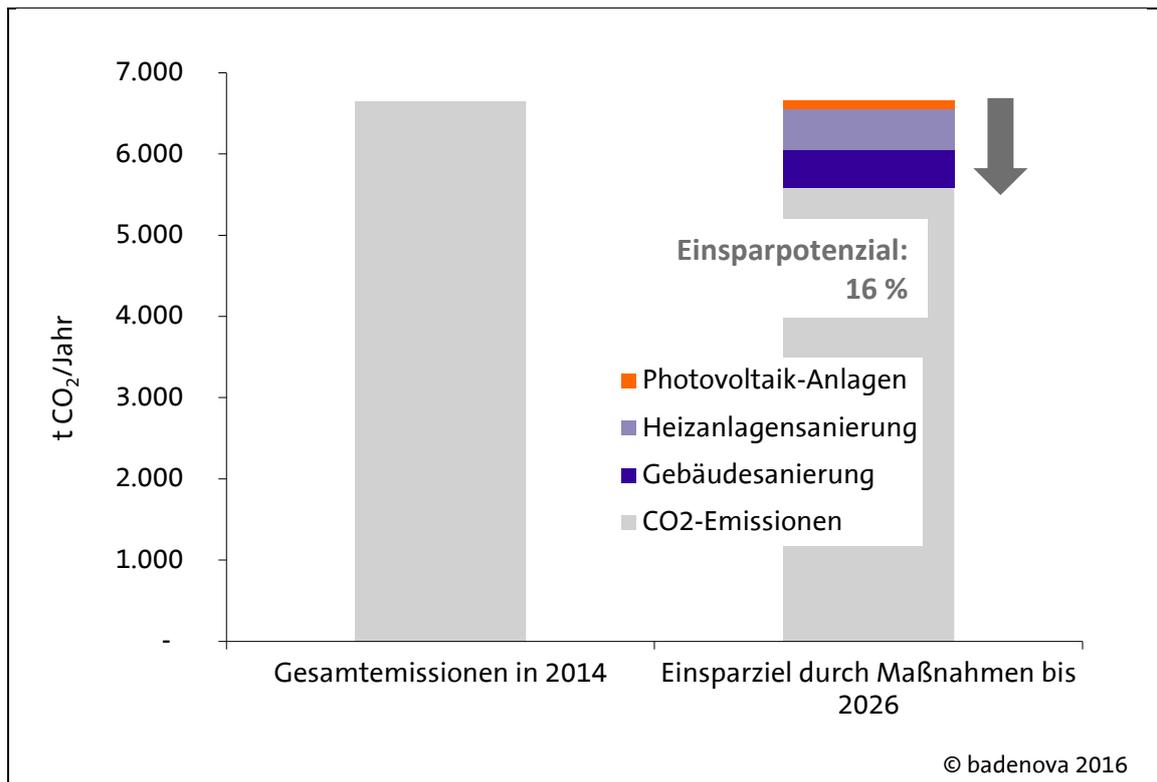
Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Überblick über das durch die Maßnahmen erzielbare Minderungspotenzial für Primärenergie, Endenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen in den entsprechenden Zeiträumen (vgl. Abbildung 49). Die größten CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale ergeben sich im Bereich der Gebäude- bzw. Heizanlagenanierung mit 474 t CO<sub>2</sub> bzw. 495 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Durch die Errichtung von 50 PV-Anlagen in den nächsten zehn Jahren können jährlich weitere 100 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Nr.	Maßnahme	Einsparpotenziale pro Jahr		
		Primär- energie	Endenergie	CO <sub>2</sub>
M1	Nachbarschaftsbesichtigungen von Sanierungsbeispielen in Kappel	2.101 MWh (Gebäude)	1.910 MWh	474 t
M2	Tupper-Abend im Heizungskeller			
M3	Informationsveranstaltung zum Thema Sanierung in Zusammenarbeit mit dem Handwerk			
M4	Schatzsuche im Eigenheim - Gutscheine für eine Energieberatung	187 MWh (Heizanlagen)	170 MWh	495 t
M5	Kappler Morgenstreich: Energieberatung mit Thermographie-Aktion			
M6	Bewerben der Förderprogramme der Stadt Freiburg			
M7	Projektentwicklung eines potenziellen Nahwärmenetzes	Nicht bezifferbar		
M8	Ausrichtung einer Photovoltaik-Kampagne	325 MWh	0 MWh	100 t
<b>SUMME</b>		<b>2.613 MWh</b>	<b>2.080 MWh</b>	<b>1.068 t</b>

Abbildung 49 – Betrachtung der Einsparpotenziale der Maßnahmen

### 5.3 Zielszenario des Quartiers

In Abbildung 50 ist das Zielszenario der CO<sub>2</sub>-Emissionen dargestellt, das erreicht werden kann, wenn alle Maßnahmen entsprechend der formulierten Ziele umgesetzt werden. Szenarien werden – angelehnt an die Definition im Energiekonzept der Bundesregierung 2010 – nicht als Prognosen verstanden. „Szenarien können vielmehr als grobe Wegbeschreibungen oder als ein Kompass verstanden werden, der unter bestimmten Annahmen die Richtung zur Zielerreichung angibt und die notwendigen Maßnahmen benennt“ (BMW i und BMU, 2010, S. 5).



**Abbildung 50 – Gesamtemissionen und maßnahmenpezifisches Einsparpotenzial bis 2026**

Abbildung 50 zeigt das berechnete Einsparziel der Maßnahmen gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2014. Durch die Umsetzung der Maßnahmen würden sich die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen eines Quartiersbewohners von 2,44 t (2014) auf 2,05 t CO<sub>2</sub> ab dem Jahr 2026 reduzieren.

Das durch die Umsetzung dieser Maßnahmen erreichbare Ziel veranschaulicht weniger ein Potenzial, als vielmehr eine realitätsnahe Annahme auf Basis dessen, was bisher erreicht wurde und was in den nächsten zehn Jahren erreicht werden soll. Beispielsweise zeigt sich, dass auf Grundlage des Wärmekatasters die Eigentümer der sanierungsbedürftigen Wohngebäude mit Baujahr vor 1984 (Altersklassen A bis G) aktuell ca. 16 % des entsprechenden Sanierungspotenzials umgesetzt haben. Das Ziel der Maßnahmen M1 bis M6 ist es, diese Quote innerhalb der nächsten 10 Jahre auf 27 % des Sanierungspotenzials anzuheben. Im Gesamten wird damit eine Sanierungsquote über alle Wohngebäude im Quartier von durchschnittlich ca. 1,8 % erreicht. Eine solche Quote entspricht in etwa den Klimaschutzzielen, die von der Bundesregierung im Jahr 2010 mit dem Energiekonzept aufgestellt wurden. Die in Abbildung 49 aufgelisteten CO<sub>2</sub>-Einsparziele geben folglich auch nicht das Gesamtpotenzial für Kappel wieder, sondern zeigen nur einen möglichen und wünschenswerten Trend für das betrachtete Quartier auf.

Insgesamt wird deutlich, dass die zusammen mit dem Umweltschutzamt der Stadt Freiburg, sowie den Bürgern und Akteuren aufgestellten Maßnahmen nur ein Anfang sein können, um den Klimaschutz in Kappel voranzutreiben und langfristig zu sichern. Das Konzept sollte in der Zukunft ausgebaut und weitere Maßnahmen entwickelt werden.

Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Handlungsspielraum der Stadt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, begrenzt ist. Um die übergeordneten politischen Ziele zu erreichen, müssen auch auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene die notwendigen gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Je stärker die Bürger und das Gewerbe durch Gesetze gefordert und durch Finanzierungsprogramme gefördert werden, Maßnahmen umzusetzen, desto größer ist im Gegenzug auch der Bedarf an Informationen und Beratung. In diesem Zusammenhang spielt die Stadtverwaltung vor allem eine wichtige Rolle, weil sie einerseits ihrer Vorbildfunktion gegenüber den Bürgern des Quartiers nachkommen kann und weil sie andererseits die Bürger bei der Umsetzung von Maßnahmen im privaten und gewerblichen Bereich motivieren und unterstützen kann.

## 6. Schritte zur Umsetzung

### 6.1 Ausblick

Mit der vorliegenden Studie hat die Stadt Freiburg für den Stadtteil Kappel ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und effizienten Energieversorgung erreicht und eine umfassende Datenbasis sowie ausführliche Arbeitsdokumente für die nächsten Schritte zur Verfügung.

Die Datenbasis dieser Studie bietet zum einen eine Ausgangsbilanz der energetischen Situation vor Ort, die in Zukunft fortgeschrieben werden kann. So können Erfolge und Maßnahmen im Klimaschutz dokumentiert und sichtbar gemacht werden. Die Stadt Freiburg ist durch die Umsetzung zahlreicher Klimaschutzprojekte und Förderprogramme bereits auf einem guten Weg, eine klimaneutrale Kommune zu werden. Im Rahmen des Quartierskonzepts konnten weitere Potenziale für den Stadtteil Kappel aufgezeigt und ein konkreter Maßnahmenkatalog erarbeitet werden. Die Sammlung, Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung von Bürgern und Akteuren vor Ort war dabei ein wesentlicher Baustein. Die Maßnahmensteckbriefe bieten nun eine solide Grundlage für weitere Entscheidungen und ermöglichen zudem, den direkten Start der Umsetzungsphase.

Aufbauend auf dieses integrierte Quartierskonzept besteht die Möglichkeit, zu dessen Umsetzungsbegleitung ein sogenanntes Sanierungsmanagement einzurichten. Die Kosten werden von der KfW über drei Jahre zu 65 % übernommen. Ein Sanierungsmanagement ist der wesentliche Ansprechpartner, der „Kümmerer“ und der Treiber zur Umsetzung des Quartierskonzepts. Das Sanierungsmanagement hat die Aufgabe, den Prozess der Umsetzung zu planen und zu koordinieren sowie die Vernetzung wichtiger Akteure zu initiieren. Dazu gehören auch das Projektcontrolling und die Fördermittelberatung. Mit dem Sanierungsmanagement kann ein Team oder eine Einzelperson beauftragt werden.

Bei der Umsetzung des Quartierskonzepts ist zu berücksichtigen, dass Kappel zwar ein Stadtteil von Freiburg ist, durch seine Rand- und Tallage im Freiburger Osten jedoch vom städtischen Gebiet deutlich abgegrenzt und in sich sehr geschlossen ist. Klimaschutzaktionen, die in Kappel stattfinden, kommen v. a. den Kapplern zu Gute und haben wenig Strahlkraft in die Gesamtstadt. Die Stadt hat deshalb beschlossen, für das kommende Jahr 2017 zunächst Haushaltsmittel zur Umsetzung der Maßnahmen aus dem Quartierskonzept in Kappel bereitzustellen. Um in den darauffolgenden Jahren auch Haushalten aus den anderen Stadtteilen die Möglichkeit zu bieten, von den in Kappel erarbeiteten Maßnahmen zu profitieren, ist geplant, die Maßnahmen aus dem Konzept in die Angebote der Stadt Freiburg einzugliedern. Hierbei wird darauf geachtet, vermehrt Programme für die östlichen Stadtteile Freiburgs anzubieten.

Eine Ausnahme bildet die Weiterentwicklung des Nahwärmeprojekts im Bereich der Schauinslandschule (Maßnahme 7), die durch die aktive Gruppe von Bürgern übernommen wird. Diese Akteure sowie vorhandene Vereine sollten auch im weiteren Prozess einbezogen werden und die Stadt und den Sanierungsmanager bei der Umsetzung der Maßnahmen unterstützen.

## 6.2 Hemmnisanalyse

Im Zuge der Erarbeitung des Quartierskonzepts sind in vielerlei Hinsicht Hemmnisse deutlich geworden, die sich bei der Maßnahmenumsetzung ergeben können. Zentrale Hemmnisse und Risiken im Quartier wurden insbesondere im Rahmen der Partizipationsveranstaltungen mit den Akteuren vor Ort aufgenommen und diskutiert.

### 6.2.1 Hemmnisse bei der energetischen Gebäudesanierung

Die Analyse des Gebäudebestands in Kappel hat aufgezeigt, dass es ein großes Sanierungspotenzial sowohl an der Gebäudehülle als auch bei den Heizanlagen gibt. Bei der Haushaltsbefragung stellte sich jedoch heraus, dass nur wenige Eigentümer in nächster Zeit Sanierungsmaßnahmen angehen wollen. Ursache ist vielfach, dass die meisten Gebäudeeigentümer vor der hohen Anfangsinvestition und der finanziellen Belastung des Sanierungsprozesses zurückschrecken. Die Förderprogramme der KfW-Bank sollen unterstützen, jedoch ist die Antragstellung oftmals komplex und eine große Hürde für Bürger. Es sollten daher gezielt für Gebäudebesitzer mit konkretem Handlungswunsch Informationen und Unterstützungsleistung wie es durch die Maßnahmen 1 bis 6 vorgesehen ist, angeboten werden.

Eine offene Herausforderung ist es, wie Sanierungsmaßnahmen mit den Folgen des demographischen Wandels zusammengebracht werden können. In vielen älteren Wohngebäuden leben oftmals auch ältere Menschen, die nicht mehr bereit sind, in eine Sanierung oder einen Heizungstausch zu investieren. Für viele Bewohner gibt es andere Prioritäten, wie die finanziellen Mittel verwendet werden sollen. Dieser Herausforderung gilt es ebenfalls mit Informationen und Beratung zu begegnen, um die Bewohner für langfristige Sanierungen zu gewinnen. Nur über die Darstellung einer klaren Wertsteigerung, die über die getätigte Investition hinaus geht, können hier Anreize gesetzt werden.

Wichtig ist auch, gängige Vorurteile wie Schimmelbildung durch gute Fassaden-Dämmung aus dem Weg zu räumen. Die geplanten Nachbarschaftsbesichtigungen (Maßnahme 1 (M1)), Informationsveranstaltungen (M3) und die Energieberatungen (M4-M6) können hier einen wichtigen Beitrag leisten.

Mit verbesserter Kommunikation könnte der Mehrwert der Sanierungsmaßnahmen deutlicher hervorgehoben werden. Ziel sollte sein, die Bürger davon zu überzeugen, dass Investitionen in die energetische Gebäudesanierung Investitionen in die eigene Zukunft sind und sie langfristig einen Nutzen davon haben. Im Gebäudebestand ist es notwendig, langfristig zu denken. Daher sollten die grundlegenden Fragen zu Wirtschaftlichkeit und technischen Möglichkeiten mit den langfristig angelegten Effizienzzielen abgestimmt sein. Die zeitliche Verschiebung zwischen Kosten und Nutzen stellt allerdings wohl eine der größten Hürden für die Kommunikation dar.

### 6.2.2 Hemmnisse beim Aufbau eines Nahwärmenetzes

Bei der Untersuchung der möglichen Standorte für Nahwärmenetze stellte sich bereits heraus, dass das entscheidende Hemmnis für die Umsetzung eines solchen Projekts die mangelnde Anschlussbereitschaft der Anwohner ist. Besonders in der vorherrschenden

Bebauungsstruktur in Kappel von Ein- und Zweifamilienhäusern, ist eine Anschlussdichte von über 75 % notwendig, um eine ausreichende Wärmedichte und damit die Wirtschaftlichkeit des Netzes zu erreichen.

Der Bau eines Nahwärmenetzes um die Schauinslandschule hat also nur Chancen auf Umsetzung, wenn ausreichend Gebäudeeigentümer für einen Anschluss gewonnen werden können. Wichtig ist deshalb, eine weitreichende Informationskampagne zu starten, in der die Anwohner über die Vorteile der Nahwärme und die Zusammensetzung der Kosten aufgeklärt werden. Hierbei sollte auch detailliert über die nötigen Baumaßnahmen, den Aufwand für den einzelnen Haushalt und die einfache Handhabung der Wärmeversorgung im Alltag informiert werden.

Die größte Schwierigkeit besteht jedoch darin, dass richtige Zeitfenster für den Ausbau zu finden. Viele Haushalte in der Umgebung der Schule haben ihre Heizanlagen bereits in den letzten Jahren saniert, bei anderen steht die Sanierung erst in einigen Jahren an. Wird das Zeitfenster des Heizungstauschs verfehlt oder stellt sich der Austausch der Heizanlage durch eine konventionelle Anlage (z. B. mit Biogasbezug oder durch die zusätzliche Installation einer PV-Anlage auf dem Hausdach) als gesetzeskonform und preiswerter heraus, so ist die Umstellung für die kommenden 20 Jahre ausgeschlossen bzw. fraglich. Auch hier liegt die Lösung in der schnellen und umfangreichen Information über das Nahwärmeprojekt, da der Wärmepreis mit zunehmender Anschlussdichte sinkt. Es sollte auch immer wieder darauf hingewiesen werden, dass auch durch den Nahwärme-Anschluss die gesetzlichen Vorgaben des EWärmeG erfüllt werden können.

### 6.3 Erfolgskontrolle & Öffentlichkeitsarbeit

Ein wichtiger Aspekt der erfolgreichen Umsetzung der Maßnahmen ist die Sicherstellung der Kommunikation innerhalb und mit der Stadtverwaltung und ein kontinuierlicher Austausch mit Bürgern und Akteuren. Außerdem sollte der Gemeinderat regelmäßig über den Stand der Umsetzung und die Entwicklungen im Quartier informiert werden. Die direkte Ansprache von Bewohnern und Gebäudeeigentümern kann ein weiterer Erfolgsfaktor der Umsetzung sein. Eine gezielte, aufsuchende Beratung hat sich in manchen Beispielen, z. B. in der Stadt Emmendingen oder im Rhein-Neckar-Raum, als wirksam erwiesen, um Eigentümer für Sanierungsmaßnahmen zu gewinnen. Dies ist auch im Rahmen der Maßnahmen M4 und M5 geplant.

In der Stadt Freiburg gibt es bereits etablierte Strukturen, die eine erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen in Kappel gewährleisten. Sinnvoll in Kappel könnte es sein, einen Quartiersbeirat zu gründen, welcher eine ergänzende Kontroll- und Lenkungsfunktion hinsichtlich der Klimaschutzaktivitäten im Quartier wahrnehmen. Der Quartiersbeirat setzt sich aus Vertretern des Ortschaftsrats, der Verwaltung und aus Vertretern der Bürgerschaft (z. B. Mitglieder des Arbeitskreises Nahwärme) zusammen. In regelmäßigen Sitzungen trifft sich der Beirat, um den Maßnahmenfortschritt der Umsetzung einzelner Maßnahmen vorzustellen und zu diskutieren. So können Hindernisse überwunden und der Umsetzungsprozess gesteuert werden.

Um eine nachhaltige Akzeptanz der Bürger gegenüber den Maßnahmen auch im weiteren Prozess zu gewährleisten, sollte die Öffentlichkeitsarbeit konsequent fortgeführt und ausgebaut werden. Für eine wirksame und transparente Informationspolitik zum Stand und den Ergebnissen der Umsetzung empfiehlt sich die Nutzung aller zur Verfügung stehenden Medien. Im Vordergrund steht die fortlaufende Involvierung der Lokalredakteure der „Badischen Zeitung“ und des „Dreisamtäler“. Hierdurch werden nicht zuletzt umliegende Gemeinden auf die umgesetzten Maßnahmen in Kappel aufmerksam gemacht. Um die Bürger Kappels gezielt zu informieren und Unterlagen verfügbar zu machen, sollten das Kappler Mitteilungsblatt sowie die Internetseite der Stadt genutzt werden.

Die Berichterstattung über die Fortschritte der Maßnahmen soll dabei für einen transparenten Umsetzungsprozess sorgen und gleichzeitig die Bürgerschaft zum Mitmachen motivieren. So können die Potenziale nutzbar gemacht und die lokalen Ziele im Quartier erreicht werden.

## 7. Arbeitsdokumente zur Umsetzung

### 7.1 Maßnahmenkatalog mit Zielen und Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Nr	Maßnahme	Handlungsfeld	Treiber	Ziele	CO <sub>2</sub> -Einsparziel
1	Nachbarschaftsbesichtigungen von Sanierungsbeispielen in Kappel	Gebäude	Stadt Freiburg/Ortsverwaltung Kappel	<p>Durch die Begehung von erfolgreich sanierten Gebäuden wird das Thema Gebäudesanierung veranschaulicht und die Sanierungsrate in Kappel erhöht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Organisation von zwei Hausbegehungen mit Fachvortrag, Anschauungsmaterial und der Möglichkeit zum informellen Austausch</li> <li>&gt; Energetische Sanierung von jährlich ca. 8 Wohngebäuden mit einem Baujahr vor 1984 in den nächsten zehn Jahren (entspricht einer durchschnittlichen Sanierungsquote von 1,8 % pro Jahr)</li> </ul>	<p><b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial Gebäudesanierung: ca. 474 t CO<sub>2</sub>/Jahr</b></p> <p><b>Bzw. 7,12 % der Gesamtemissionen</b></p> <p><b>Annahmen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Energetische Vollsanierung von insgesamt 83 Wohngebäuden mit einem Baujahr vor 1984 in den nächsten zehn Jahren</li> <li>&gt; Pro Jahr werden demnach ca. 8 Wohngebäude saniert, die dann durchschnittlich ca. 23.050 kWh Wärmeenergie einsparen; entspricht einer jährlichen Sanierungsrate von 1,8 %</li> <li>&gt; CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (2014): Wärmemix für Wohngebäude im Quartier: 0,248 kg/kWh</li> </ul>
2	Tupper-Abend im Heizungskeller	Heizanlagen	Stadt Freiburg/Ortsverwaltung Kappel	<p>Durch Führungen zu effizienten Heizanlagen der Nachbarn, werden die unterschiedlichen Technologien erlebbar gemacht, so dass sich die Anzahl an Heizanlagen-sanierungen in Kappel erhöht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Organisation von zwei „Tupper-Abenden“ mit Fachvortrag, Führung durch den Heizungskeller und Möglichkeit zum informellen Austausch</li> <li>&gt; Jeweils Vorstellung eines anderen Heizsystems (Gas-Brennwertkessel, Solarthermie, Pelletheizung, Wärmepumpe und Kombinationsmöglichkeiten)</li> <li>&gt; Austausch von 50% der Heizungen, die vor dem Jahr 2000 installiert wurden, in den nächsten 10 Jahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Pro Jahr werden demnach ca. 8 Wohngebäude saniert, die dann durchschnittlich ca. 23.050 kWh Wärmeenergie einsparen; entspricht einer jährlichen Sanierungsrate von 1,8 %</li> <li>&gt; CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (2014): Wärmemix für Wohngebäude im Quartier: 0,248 kg/kWh</li> </ul>

Nr	Maßnahme	Handlungsfeld	Treiber	Ziele	CO <sub>2</sub> -Einsparziel
3	Informationsveranstaltung zum Thema Sanierung in Zusammenarbeit mit dem Handwerk	Gebäude/Heizanlagen	Stadt Freiburg/Ortsverwaltung Kappel	<p>Information der Bürger über die unterschiedlichen Handlungsmöglichkeiten im Bereich energetische Sanierung von Gebäudehülle und Heizanlagen, um die Sanierungsrate zu erhöhen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Veranstaltungen mit Themenschwerpunkt (Wärmedämmung, Heizanlagen auf Basis erneuerbarer Energien, geringinvestive Maßnahmen etc.)</li> <li>&gt; Einbindung des Gewerbes und Ausstellung von Handwerksbetrieben</li> <li>&gt; Bereitstellung fachlicher, zielgruppenspezifischer Beratung zur Sensibilisierung und Motivation der Bürger für energetische Sanierungsmaßnahmen ihrer Wohngebäude</li> </ul>	<p><b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial Heizanlagenanierung: ca. 495 t CO<sub>2</sub>/Jahr</b></p> <p><b>Bzw. 7,45 % der Gesamtemissionen</b></p> <p><b>Annahmen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Austausch von 50% der Heizungen in den nächsten 10 Jahren, die vor dem Jahr 2000 installiert wurden</li> <li>&gt; 25% des Wärmebedarfs in Kappel wird durch erneuerbare Energien gedeckt (ca. 2.000 MWh); das Solarthermie- und Geothermiepotenzial wird hierzu zu 30% ausgeschöpft, der übrige erneuerbare Wärmebedarf wird durch Energieholz gedeckt</li> <li>&gt; Heizungen, die nicht auf erneuerbare Energien umgestellt werden, werden durch effizientere Modelle ersetzt</li> <li>&gt; CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (2014) in kg/kWh: fossile Energieträger (Heizöl, Erdgas, Flüssiggas): 0,284, Solarthermie: 0,024, Geothermie: 0,211, Energieholz: 0,026</li> </ul>
4	Schatzsuche im Eigenheim – Gutschein für eine Energieberatung	Gebäude/Heizanlagen	Stadt Freiburg	<p>Kappler bekommen Beratungsgutscheine der Stadt Freiburg zur Verfügung gestellt, um die Motivation für Gebäude- und Heizanlagenanierung zu erhöhen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Alle Kappler erhalten einen Beratungsgutschein im Wert von 200 € von der Stadt Freiburg, Eigenbeteiligung von 50 €</li> <li>&gt; Einstiegsberatung, bei der der Energieberater direkt ins Haus kommt und den Hauseigentümer über Sanierungsmöglichkeiten am eigenen Gebäude sowie über Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten aufklärt</li> <li>&gt; Berücksichtigung der im Rahmen des Konzepts erstellten Gebäudesteckbriefe für Typgebäude</li> </ul>	
5	Kappler Morgestraich: Energieberatung mit Thermographie-Aktion	Gebäude/Heizanlagen	Stadt Freiburg	<p>Energieberatungsaktion, bei der die Kappler innerhalb von vier Wochen besondere Angebote der Energieberatung von der Stadt Freiburg erhalten, so dass das Thema Sanierung im Ort erhöhte Aufmerksamkeit erlangt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Kostenlose Energieberatung innerhalb von vier Wochen (telefonische Anmeldung) im Wert von 250 € (vgl. M4)</li> <li>&gt; Thermographie-Aufnahme von Gebäuden im Wert von 150 €, Eigenbeteiligung 50 €</li> </ul>	

Nr	Maßnahme	Handlungsfeld	Treiber	Ziele	CO <sub>2</sub> -Einsparziel
6	Bewerben der Förderprogramme der Stadt Freiburg		Stadt Freiburg	<p>Die Förderprogramme zur Sanierung werden in Kappel speziell beworben, so dass sich die Sanierungsrate durch das Ausschöpfen der Angebote erhöht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Hauswurfsendung, über die die Kappler spezielle über die Förderprogramme zur Sanierung informiert werden</li> <li>&gt; Bekanntmachung BZBE</li> <li>&gt; Bekanntmachung möglicher städt. Veranstaltungen</li> <li>&gt; Information zum Projekt Zuhause A+++</li> </ul>	
7	Projektentwicklung eines potenziellen Nahwärmenetzes	Nahwärme	AK Nahwärme	<p>Projektentwicklung eines potenziellen Nahwärmenetzes im Ortskern von Kappel auf Basis der Machbarkeitsuntersuchung, die im Rahmen des Energiekonzepts durchgeführt wurde</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Fortführung der Nahwärmeuntersuchung durch persönliche Gespräche mit Gebäudeeigentümern und Hausverwaltungen</li> <li>&gt; Planung, Entwicklung und Bau eines neuen Nahwärmenetzes bei positivem Ergebnis</li> </ul>	
8	Photovoltaik-Kampagne	Erneuerbare Energien	Stadt Freiburg	<p>Installation von 20 PV-Anlagen auf Hausdächern in den nächsten drei Jahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Ausrichtung einer Informationsveranstaltung zu den Möglichkeiten der Solarenergienutzung (Potenziale, Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten, Wirtschaftlichkeit, Eigenstromnutzung etc.)</li> <li>&gt; Verbreitung der Information über das Solarkataster der Stadt Freiburg über verschiedene Kommunikationskanäle</li> <li>&gt; Schaffung einer Entscheidungs- und Umsetzungshilfe für Bürger</li> </ul>	<p><b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: ca. 100 t/Jahr</b>  <b>Bzw. 1,5 % der Gesamtemissionen</b></p> <p><b>Annahmen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Durchschnittliche Anlagenleistung von 5 kWp</li> <li>&gt; Installation von 50 Anlagen in 10 Jahren</li> <li>&gt; Globalstrahlung: 1.140 kWh/kWp</li> <li>&gt; CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (2014) in kg/kWh: Strom: 0,614, Photovoltaik: 0,061</li> </ul>

## 7.2 Maßnahmensteckbriefe

<b>M1</b>	<b>Nachbarschaftsbesichtigungen von Sanierungsbeispielen in Kappel</b>
<b>Handlungsfeld</b>	Gebäude
<b>Treiber</b>	Stadt Freiburg mit Ortsverwaltung Arbeitskreis Kappel
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	M2, M3, M4, M5, M6

<b>Ziel der Maßnahme</b>
<p>Durch die Begehung von erfolgreich sanierten Gebäuden wird das Thema Gebäudesanierung veranschaulicht und die Sanierungsrate in Kappel erhöht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Organisation von zwei Hausbegehungen mit Fachvortrag, Anschauungsmaterial und der Möglichkeit zum informellen Austausch</li> <li>&gt; Energetische Sanierung von jährlich ca. 8 Wohngebäuden mit einem Baujahr vor 1984 in den nächsten zehn Jahren (entspricht einer durchschnittlichen Sanierungsquote von 1,8 % pro Jahr)</li> </ul>

<b>Hintergrund und Beschreibung</b>
<p>Aus der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Quartier ergibt sich, dass der Wärmebedarf der privaten Wohngebäude, bei vollständiger Sanierung aller Wohngebäude nach EnEV-Mindeststandard, um 41 % reduziert werden könnte. Bei einer zukunftsfähigen Sanierung nach KfW-Standard ergibt sich ein Potenzial von 50-65 % gegenüber dem unsanierten Zustand (siehe auch Gebäudesteckbriefe). Hohe Einsparpotenziale lassen sich besonders bei Wohngebäuden erzielen, die vor der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut wurden, da bis zu dieser Zeit Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte. Im Quartier trifft dies auf 69 % der Wohngebäude zu, wobei der größte Teil der Gebäude in den 1950-70er Jahren erbaut wurde. Bei der Sanierung sollte der Fokus somit auf diese Gebäudeklassen gelegt werden.</p> <p>Nach dem Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg 2015 (EWärmeG) müssen Wohngebäude, die ihre Heizanlage austauschen, den Wärmebedarf zu 15 % durch erneuerbare Energien decken. Alternativ können die Anforderungen z. B. durch eine besonders gute Wärmedämmung des Gebäudes vollständig erfüllt werden. Mit der Erstellung eines Sanierungsfahrplans wird die Anforderung bei Wohngebäuden zu 5 % erfüllt.</p> <p>Dieser Maßnahme liegt die Idee zugrunde, dass sich Personen leichter von einer Sache überzeugen lassen, wenn sie sich mit Jemandem austauschen können, der die Investition schon vorgenommen und Erfahrungen gesammelt hat. Es soll also der sog. „Nachbarschaftseffekt“ ausgenutzt werden, um durch Führungen durch ein bereits saniertes Gebäude des Nachbarn die Sanierungen im Quartier zu erhöhen.</p> <p>Die Stadt Freiburg ist Freiburg federführend für die Koordination der Maßnahme. Die Stadt vergibt Planung, Koordination und Durchführung an Dritte, z. B. Energieberater oder Architekten. Außerdem ist es hilfreich, wenn sich auch eine Arbeitsgruppe aus Bürgern zusammenfinden, die motiviert sind, das Thema Sanierung in Kappel voranzutreiben. Mit Hilfe dieser Arbeitsgruppe können zunächst Eigentümer sanierter Gebäude in Kappel ausfindig gemacht werden, die bereit sind, ihr Haus für Präsentationszwecke zur Verfügung zu stellen. Aufgabe der Stadt Freiburg ist dann, diese Eigentümer anzuschreiben und nach Energieberatern zu suchen, die den Tag der offenen Tür begleiten. Zur Vorbereitung sollte der Energieberater zusammen mit dem Gebäudeeigentümer eine kurze Hausbegehung machen, um interessante Aspekte für den Vortrag herauszugreifen. Die Einladung für den Tag der offenen Tür sollte über die Badische Zeitung, das Kappler Blatt, örtliche Vereine und Aushänge erfolgen.</p>

Der Tag der offenen Tür beginnt mit einem Vortrag des Energieberaters zur Gebäudedämmung (Sanierungs- und Fördermöglichkeiten, Kostenbeispiele, gängige Vorurteile...), bei dem auch Modelle der Dachdämmung oder z. B. verschiedene Dämmstoffe zum Anfassen ausgestellt werden. Anschließend erzählt der Eigentümer wie er schrittweise vorgegangen ist, welche Kosten auf ihn zukamen und welche Verbesserungen nun erzielt worden sind. Darauf folgt eine Führung durch das Gebäude, bei dem der Energieberater auf Details hinweist. Zum Schluss sollte die Möglichkeit für einen informellen Austausch bei einem Imbiss und Getränken gegeben werden. Es könnte auch die Idee der Bürgerschaft aufgegriffen werden (in Verantwortung der Arbeitsgruppe) den Tag bei einem kleinen Grillfest ausklingen zu lassen, bei dem die Nachbarschaft bei Wurst und Bier noch zum Gespräch zusammenbleibt. Über die Berichterstattung in der lokalen Presse, könnten noch weitere Interessenten für die Teilnahme am nächsten Tag der offenen Tür gewonnen werden. Nach zwei Veranstaltungen könnte die Organisation von der Bürger-Arbeitsgruppe übernommen werden.

Handlungsschritte		Zeitplan		2017			
		Q1	Q2	Q3	Q4		
1	Benennung einer Koordinationsstelle bei der Stadt, evtl. Gründung einer Bürger-Arbeitsgruppe „Energetische Sanierung“						
2	Ausfindig machen von sanierten Gebäuden und Eigentümern, die ihr Haus für Präsentationszwecke zur Verfügung stellen						
3	Suche nach Energieberatern oder Architekten, die einen „Tage der offenen Tür“ eines sanierten Gebäudes begleiten						
4	Veranstaltung von zwei „Tagen der offenen Tür“ (Fachvortrag, Führung durchs Haus, Dämmmaterialien zum Anfassen, Austausch)						
5	Berichterstattung in der lokalen Presse						
6	Evaluierung des Maßnahmen Erfolgs, evtl. Anpassung						

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

**Endenergieeinsparung:** 1.910 MWh/Jahr nach 10 Jahren

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:** 474 t/Jahr bzw. 7,12% der Gesamtemissionen

#### Annahmen zur Berechnung:

- > Energetische Vollsanierung von insgesamt 83 Wohngebäuden mit einem Baujahr vor 1984 in den nächsten zehn Jahren
- > Pro Jahr werden demnach ca. 8 Wohngebäude saniert, die dann durchschnittlich ca. 23.050 kWh Wärmeenergie einsparen; entspricht einer jährlichen Sanierungsrate von 1,8 %
- > CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (2014): Wärmemix für Wohngebäude im Quartier: 0,248 kg/kWh

### Akteure

- > Umweltschutzamt, Stadt Freiburg
- > Beratungszentrum Bauen und Energie, Stadt Freiburg
- > Ortsverwaltung Kappel
- > Bürger (Arbeitsgruppe)
- > Gebäudeeigentümer
- > Energieberater
- > Handwerker, Architekten

Kosten	Risiken und Hemmnisse
<p>Kosten für die Stadt Freiburg: ca. 1.800 €</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Personalaufwand (ca. 3 Personentage à 600 €)</li><li>&gt; Beauftragung von Energieberatern für die Veranstaltungen</li><li>&gt; Material- und Werbekosten (Plakate, Flyer, ...)</li></ul> <p>Kosten für Bürger:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Siehe Gebäudesteckbriefe</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Fehlendes Interesse bei Gebäudeeigentümern bezüglich Sanierung</li><li>&gt; Hohe Kosten von Sanierungsmaßnahmen</li><li>&gt; Wirtschaftlichkeit einzelner Sanierungsmaßnahmen ist nicht gegeben</li></ul>
Folgemaßnahmen	Lokale Nachhaltigkeit
<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Informationsveranstaltung zum Thema Sanierung (M3)</li><li>&gt; Bewerben der Förderprogramme der Stadt Freiburg (M4, M5, M6)</li></ul>	<p>Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Arbeitsauftrag an lokales Handwerk</li><li>&gt; Einsparung von Energie und Heizkosten</li><li>&gt; Wertsteigerung der Immobilien</li></ul>

<b>M2</b>	<b>Tupper-Abend im Heizungskeller</b>
<b>Handlungsfeld</b>	Heizung
<b>Treiber</b>	Stadt Freiburg mit Ortsverwaltung Kappel
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	M1, M3, M4, M5, M6

### Ziel der Maßnahme

Durch Führungen zu effizienten Heizanlagen der Nachbarn, werden die unterschiedlichen Technologien erlebbar gemacht, so dass sich die Anzahl an Heizanlagenanierungen in Kappel erhöht

- > Organisation von zwei „Tupper-Abenden“ mit Fachvortrag, Führung durch den Heizungskeller und Möglichkeit zum informellen Austausch
- > Jeweils Vorstellung eines anderen Heizsystems (Gas-Brennwertkessel, Solarthermie, Pelletheizung, Wärmepumpe und Kombinationsmöglichkeiten)
- > Austausch von 50% der Heizungen, die vor dem Jahr 2000 installiert wurden, in den nächsten 10 Jahren

### Hintergrund und Beschreibung

Aus der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz von Kappel geht hervor, dass 41 % der Heizöl- und 25 % der Erdgasheizungen älter als 25 Jahre sind und deshalb in nächster Zeit ausgetauscht werden müssen. Nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist der Austausch von Standardkesseln nach 30 Jahren sogar gesetzlich vorgeschrieben. Wird eine Heizanlage erneuert, so müssen nach dem Erneuerbaren-Wärme-Gesetz Baden Württembergs (EWärmeG) nun 15 % des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt oder entsprechende Ersatzmaßnahmen getätigt werden. Es bietet sich also an, den Kappler Bürgern die möglichen Heizungstechnologien anschaulich näher zu bringen.

Bei der Haushaltsbefragung und der Vor-Ort-Erhebung hat sich zudem gezeigt, dass einige Haushalte bereits auf effiziente Heizsysteme mit erneuerbaren Energien umgestellt haben. Diese Haushalte wären geeignet, ihren Heizungskeller zu Präsentationszwecken zur Verfügung zu stellen. Wie bei der Maßnahme 1 zu Nachbarschaftsbesichtigungen von Gebäudedämmungen ist die Idee, die Türen der Heizungskeller mit bereits sanierten Heizanlagen an ausgewählten Tagen für die Nachbarschaft zu öffnen. Nicht sichtbare Technologien werden somit erlebbar gemacht und Hauseigentümer können von Erfahrungen und Anwenderwissen der Nachbarn profitieren: Welche Kosten sind mit der Installation verbunden? Wie gut läuft die Anlage wirklich? Welche Beratungsangebote sind hilfreich? Welcher Handwerker/Installateur ist zu empfehlen?

Der Organisationsablauf entspricht im Wesentlichen dem der Maßnahme 1: Die Federführung übernimmt die Stadt Freiburg. Hilfreich könnte die Unterstützung durch eine Bürger-Arbeitsgruppe sein, durch die Hauseigentümer ausfindig gemacht werden, die bereit sind, ihre Heizanlage vorzuführen. Interessant wäre für jeden „Tupper-Abend“ eine neue Technologie in den Fokus zu stellen: Gasbrennwertkessel mit Solarthermie, eine Pelletanlagen, Wärmepumpen, aber auch Lüftungssysteme und die unterschiedlichen Möglichkeiten für Alt- und Neubauten. Die Stadt schreibt die Hauseigentümer an, organisiert einen Energieberater oder Handwerker für einen Fachvortrag und lädt über die bekannten Medien wie Badische Zeitung, Kappler Blatt und Aushänge zum „Tupper-Abend“ ein. Der „Tupper-Abend“ im Heizungskeller beginnt mit einem kurzen Vortrag des Energieberaters zu gesetzlichen Vorgaben, technischen Möglichkeiten, Kosten und Förderprogrammen. Bei der Führung durch den Heizungskeller/Technikräume berichtet auch der Eigentümer von seinen Erfahrungen mit der Technologie. Am Ende der Veranstaltung sollte die Möglichkeit zum informellen Austausch bei einem Imbiss und Getränken gegeben sein.

Über die Berichterstattung in der Presse könnten weitere Hauseigentümer mit Vorzeige-Heizungen gefunden und für die Teilnahme an zukünftigen Veranstaltungen geworben werden. Die ersten zwei Veranstaltungen werden unter Federführung der Stadt organisiert. Die Veranstaltungsreihe könnte dann durch die Bürger-Arbeitsgruppe weiter geführt werden.

Handlungsschritte		Zeitplan			
		2017			
		Q1	Q2	Q3	Q4
1	Benennung einer Koordinationsstelle, Gründung einer Arbeitsgruppe zur Organisation der „Tupper-Abende“				
2	Ausfindig machen von Hauseigentümern mit effizienten Heizanlagen (auf Basis von erneuerbaren Energien), die ihren Heizungskeller Präsentationszwecke zur Verfügung stellen				
3	Suche nach Energieberatern, die einen „Tupper-Abend“ im Heizungskeller begleiten				
4	Veranstaltung von zwei „Tupper-Abenden“ mit jeweils neuer Technologie (Fachvortrag, Führung durch den Heizungskeller, Austausch)				
5	Berichterstattung in der lokalen Presse				
6	Evaluierung des Maßnahmenerfolgs, evtl. Anpassung				

Energie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial
<b>Endenergieeinsparung:</b> 170 MWh/Jahr in 10 Jahren
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:</b> 495 t/Jahr bzw. 7,45% der Gesamtemissionen
<b>Annahmen zur Berechnung:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Austausch von 50% der Heizungen in den nächsten 10 Jahren, die vor dem Jahr 2000 installiert wurden</li> <li>&gt; 25% des Wärmebedarfs in Kappel wird durch erneuerbare Energien gedeckt (ca. 2.000 MWh); das Solarthermie- und Geothermiepotenzial wird hierzu zu 30% ausgeschöpft, der übrige erneuerbare Wärmebedarf wird durch Energieholz gedeckt</li> <li>&gt; Heizungen, die nicht auf erneuerbare Energien umgestellt werden, werden durch effizientere Modelle ersetzt</li> <li>&gt; CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (2014) in kg/kWh: fossile Energieträger (Heizöl, Erdgas, Flüssiggas): 0,284, Solarthermie: 0,024, Geothermie: 0,211, Energieholz: 0,026</li> </ul>

Akteure
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Umweltschutzamt, Stadt Freiburg</li> <li>&gt; Beratungszentrum Bauen und Energie, Stadt Freiburg</li> <li>&gt; Ortsverwaltung Kappel</li> <li>&gt; Bürger (Arbeitsgruppe)</li> <li>&gt; Gebäudeeigentümer</li> <li>&gt; Energieberater</li> <li>&gt; Handwerker, Architekten</li> </ul>

Kosten
Kosten für die Stadt Freiburg: ca. 1.800 € <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Personalaufwand (ca. 3 Personentage à 600€)</li> <li>&gt; Beauftragung von Energieberatern für die Veranstaltung</li> <li>&gt; Material- und Werbekosten (Plakate, Flyer)</li> </ul> Kosten für Bürger: <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Siehe Gebäudesteckbriefe</li> </ul>

Risiken und Hemmnisse
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Fehlendes Interesse bei Gebäudeeigentümern bezüglich Sanierung</li> <li>&gt; Hohe Kosten von Sanierungsmaßnahmen</li> <li>&gt; Wirtschaftlichkeit einzelner Sanierungsmaßnahmen ist nicht gegeben</li> </ul>

Folgemaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Informationsveranstaltung zum Thema Sanierung (M3)</li> <li>&gt; Bewerben der Förderprogramme der Stadt Freiburg (M4, M5, M6)</li> </ul>

Lokale Nachhaltigkeit
Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Arbeitsauftrag an lokales Handwerk</li> <li>&gt; Einsparung von Energie und Heizkosten</li> </ul>

<b>M3</b>	<b>Informationsveranstaltung zum Thema Sanierung in Zusammenarbeit mit dem Handwerk</b>
<b>Handlungsfeld</b>	Gebäude, Heizung
<b>Treiber</b>	Stadt Freiburg mit Ortsverwaltung Kappel
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	M1, M2, M4, M5, M6

<b>Ziel der Maßnahme</b>
<p>Information der Bürger über die unterschiedlichen Handlungsmöglichkeiten im Bereich energetische Sanierung von Gebäudehülle und Heizanlagen, um die Sanierungsrate zu erhöhen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Veranstaltungen mit Themenschwerpunkt (Wärmedämmung, Heizanlagen auf Basis erneuerbarer Energien, geringinvestive Maßnahmen etc.)</li> <li>&gt; Einbindung des Gewerbes und Ausstellung von Handwerksbetrieben</li> <li>&gt; Bereitstellung fachlicher, zielgruppenspezifischer Beratung zur Sensibilisierung und Motivation der Bürger für energetische Sanierungsmaßnahmen ihrer Wohngebäude</li> </ul>

<b>Hintergrund und Beschreibung</b>
<p>Wie aus der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für Kappel hervorgeht, können noch 41 % des Wärmebedarfs durch eine Gebäudesanierung eingespart werden. Zugleich sind 41 % der Heizöl- und 25 % der Erdgasheizungen älter als 25 Jahren, so dass der Umstieg auf effizientere Technologien ansteht. Beim Austausch der Heizanlagen müssen die gesetzlichen Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) und des Erneuerbaren-Wärme-Gesetzes Baden-Württembergs (EWärmeG) beachtet werden (vgl. Maßnahme 1 und 2).</p> <p>Als Ergänzung zu den gesamtstädtischen Angeboten der Stadt Freiburg, bringt eine Informationsveranstaltung in Kappel das Thema Sanierung zu den Menschen im Stadtteil. Die Veranstaltung könnte an eine bestehende Veranstaltungsreihe, wie die Kappler Leistungsschau von Handwerks- und Gewerbebetrieben, gekoppelt werden, um Synergien zu nutzen und mehr Publikum zu erreichen.</p> <p>Inhalt der Veranstaltung sollen zum einen Fachvorträge sein, bei denen die verschiedenen Sanierungsmöglichkeiten, Heiztechnologien und ihre Kosten und Fördermöglichkeiten vorgestellt werden. Auch geringinvestive Maßnahmen sollten berücksichtigt werden, durch die häufig große Einspareffekte zu geringen Kosten erzielt werden können. Hierzu zählen z. B. der Austausch der Heizungspumpe, die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs, das Einstellen der Heizkurve oder die Anbringung von programmierbaren Thermostaten an den Heizkörpern. Auch könnten die Ergebnisse des Quartierskonzepts, wie die Eignungsgebiete für Wärmepumpen und Solarthermie, nochmals präsentiert werden. Neben Fachvorträgen sollten Infotische von Energieberatern und Handwerkern aufgebaut werden, wenn möglich mit Materialien zum Anfassen (Dämmstoffe, Pellets,...).</p> <p>Die Leistungsschau Kappel wird durch einen Bürgerverein organisiert und durchgeführt. Es ist geplant, die Leistungsschau 2017/18 erneut durchzuführen. Die Umsetzung der Informationsveranstaltung soll im Rahmen der Leistungsschau in Abstimmung mit der Stadt, der Ortsverwaltung und des verantwortlichen Bürgervereins erfolgen. Die Kappler Haushalte könnten über eine Hauswurfsendung persönlich eingeladen werden; gleichzeitig sollte noch eine Ankündigung über die Badische Zeitung, dem Kappler Blatt, Vereine und Aushänge erfolgen.</p> <p>Wichtig ist zudem eine ausführliche Berichterstattung in der Presse, um nicht anwesende Personen über die Veranstaltung und folgende Aktionen zu informieren.</p>

Handlungsschritte		Zeitplan			
		2017			
		Q 1	Q 2	Q 3	Q 4
1	Benennung einer Koordinationsstelle in der Ortsverwaltung Kappel, wenn vorhanden Einbindung der Bürger-Arbeitsgruppe „Energetische Sanierung“				
2	Suche nach Handwerkern und Energieberatern, die die Veranstaltung fachlich begleiten				
3	Einladung über verschiedene Kanäle (Anschreiben von Hauseigentümern, Kappler Blatt, Vereine, Aushänge)				
4	Durchführung der Infoveranstaltung				
5	Berichterstattung in der lokalen Presse				
6	Evaluierung des Maßnahmen Erfolgs, evtl. Anpassung				

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

**Endenergieeinsparung:** 2.080 MWh/Jahr in 10 Jahren (durch Gebäude- UND Heizanlagen Sanierung)

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:** 969 t/Jahr bzw. 14,6 % der Gesamtemissionen

#### Annahmen zur Berechnung:

- > Vgl. Maßnahme 1 und 2

### Akteure

- > Umweltschutzamt, Stadt Freiburg
- > Beratungszentrum Bauen und Energie, Stadt Freiburg
- > Ortsverwaltung Kappel
- > Bürger (Arbeitsgruppe)
- > Gebäudeeigentümer
- > Energieberater
- > Handwerker, Architekten

### Kosten

- Kosten für die Stadt Freiburg: ca. 3.200 €
- > Personalaufwand (ca. 6 Personentage à 600 €)
  - > Beauftragung von Energieberatern/-agentur und Handwerkern für die Veranstaltung
  - > Material- und Werbekosten (Plakate, Flyer, ...)
- Kosten für Bürger:
- > Siehe Gebäudesteckbriefe

### Risiken und Hemmnisse

- > Zu hoher Organisationsaufwand, da Kopplung an bestehende Veranstaltung nicht möglich
- > Fehlendes Interesse bei Gebäudeeigentümern bezüglich Sanierung, wenige Besucher

### Folgemaßnahmen

- > Besichtigung konkreter Sanierungsbeispiele (vgl. M1 und M2)
- > Bewerbung der Beratungsgutscheine und Förderprogramme der Stadt Freiburg (M4, M5, M6)

### Lokale Nachhaltigkeit

- Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch:
- > Arbeitsauftrag an lokales Handwerk
  - > Einsparung von Energie und Heizkosten

<b>M4</b>	<b>Schatzsuche im Eigenheim – Gutscheine für eine Energieberatung</b>
<b>Handlungsfeld</b>	Gebäude, Heizung
<b>Treiber</b>	Stadt Freiburg
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	M1, M2, M3, M5, M6

#### Ziel der Maßnahme

Kappler bekommen Beratungsgutscheine der Stadt Freiburg zur Verfügung gestellt, um die Motivation für Gebäude- und Heizanlagenanierung zu erhöhen

- > Alle Kappler erhalten einen Beratungsgutschein im Wert von 250 € von der Stadt Freiburg, Eigenbeteiligung von 50 €
- > Einstiegsberatung, bei der der Energieberater direkt ins Haus kommt und den Hauseigentümer über Sanierungsmöglichkeiten am eigenen Gebäude sowie über Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten aufklärt
- > Berücksichtigung der im Rahmen des Konzepts erstellten Gebäudesteckbriefe für Typgebäude

#### Hintergrund und Beschreibung

Aus der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für Kappel geht hervor, dass weitreichender Sanierungsbedarf sowohl an der Gebäudehülle als auch bei Heizanlagen besteht (vgl. Maßnahmen 1 und 2). Die Frage ist, wie Gebäudeeigentümer zu kostspieligen Sanierungsmaßnahmen motiviert werden können.

Neben den beschriebenen Aktionen in den übrigen Maßnahmen-Steckbriefen bietet die Stadt Freiburg Gebäudeeigentümern eine Vor-Ort-Energieberatung zu vergünstigten Konditionen an. Nach telefonischer Anmeldung besteht die Möglichkeit, den Beratungsgutschein der Stadt Freiburg im Wert von 250 € mit einer Eigenbeteiligung von 50 € einzulösen. Vorteil der Beratung ist, dass der Energieberater direkt nach Hause kommt, das eigene Gebäude und die Heizanlage begutachtet sowie über gesetzlichen Rahmenbedingungen, Förderprogramme, technische Fragestellungen und Informationen über tiefer gehende Beratungs- und Planungsangebote informiert. Zur Beratung können die im Rahmen des Quartierskonzepts erstellen Sanierungsvorschläge für Typgebäude herangezogen werden.

Im Jahr 2017 werden die Beratungsgutscheine von der Stadt Freiburg neu aufgelegt. Dann sollen diese über eine Hauswurfsendung in Kappel speziell beworben werden. Gleichzeitig wird über die Badische Zeitung, das Kappler Blatt, die ortsansässigen Vereine und über Aushänge auf das Angebot aufmerksam gemacht.

Handlungsschritte	Zeitplan	2017			
		Q1	Q2	Q3	Q4
1	Neuauflage der Beratungsgutscheine der Stadt Freiburg				
2	Bewerbung des Angebots in Kappel (Kappler Blatt, Vereine, Hauswurfsendung...)				
3	Durchführung von Energieberatungen nach telefonischer Anmeldung				
4	Evaluierung des Maßnahmenenerfolgs, ggf. Anpassung				

Energie- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial
<b>Endenergieeinsparung:</b> 2.080 MWh/Jahr in 10 Jahren (durch Gebäude- UND Heizanlagenanierung)
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:</b> 969 t/Jahr bzw. 14,6 % der Gesamtemissionen
<b>Annahmen zur Berechnung:</b>
> Vgl. Maßnahme 1 und 2

Akteure	
> Umweltschutzamt, Stadt Freiburg	> Ortsverwaltung Kappel
> Beratungszentrum Bauen und Energie, Stadt Freiburg	> Gebäudeeigentümer

Kosten
Kosten für die Gemeinde:
> Anzahl an eingelösten Gutscheinen (à 200 €)
> Personalaufwand für Energieberatung
> Material- und Werbekosten (Plakate, Flyer, ...)
Kosten für Bürger:
> Siehe Gebäudesteckbriefe

Risiken und Hemmnisse
> Gutscheine werden nicht nachgefragt aufgrund fehlenden Interesses bei Gebäudeeigentümern
> Hohe Kosten von Sanierungsmaßnahmen
> Wirtschaftlichkeit einzelner Sanierungsmaßnahmen ist nicht gegeben

Folgemaßnahmen
> Besichtigung konkreter Sanierungsbeispiele (vgl. M1 und M2)
> Durchführung von Informationsveranstaltungen (M3)
> Bewerbung der übrigen Förderprogramme der Stadt Freiburg (M5, M6)

Lokale Nachhaltigkeit
Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch:
> Arbeitsauftrag an lokales Handwerk
> Einsparung von Energie und Heizkosten
> Wertsteigerung der Immobilien
> Verschönerung des Quartiersbildes

<b>M5</b>	<b>Kappler Morgenstreich: Energieberatung mit Thermographie-Aktion</b>
<b>Handlungsfeld</b>	Gebäude, Heizung
<b>Treiber</b>	Stadt Freiburg
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	M1, M2, M3, MJ4, M6

<b>Ziel der Maßnahme</b>
<p>Energieberatungsaktion, bei der die Kappler innerhalb von vier Wochen besondere Angebote der Energieberatung von der Stadt Freiburg erhalten, so dass das Thema Sanierung im Ort erhöhte Aufmerksamkeit erlangt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Kostenlose Energieberatung innerhalb von vier Wochen (nach telefonischer Anmeldung) im Wert von 250 € (vgl. M4)</li> <li>&gt; Thermographie-Aufnahme von Gebäuden im Wert von 150 €, Eigenbeteiligung 50 €</li> </ul>

<b>Hintergrund und Beschreibung</b>
<p>Im Maßnahmen-Steckbrief Nr. 4 wird bereits das Angebot der Stadt Freiburg für Energieberatungsgutscheine beschrieben. Die Idee des sog. Kappler Morgenstreichs ist nun, Aktionswochen im Winter durchzuführen, in denen die Kappler geballt mit dem Thema Sanierung konfrontiert werden. In diesem Zeitraum ist die Energieberatung der Stadt Freiburg kostenlos und Thermographie-Aufnahmen werden zu vergünstigten Konditionen, d.h. für 50 € anstatt 100 € angeboten.</p> <p>Die Aktionswochen werden auf den Winter gelegt, da nur in diesem Zeitraum Thermographie-Aufnahmen der Gebäudehülle technisch möglich sind. Voraussetzung ist, dass die Außenluft bei Temperaturen unter +5 °C liegt. Am besten eignen sich die frühen Morgenstunden.</p> <p>Bei einer Thermographie-Aufnahme macht ein Energieberater mit einer Wärmebild-Kamera Aufnahmen von jeder Seite des Gebäudes. Die Kamera nimmt dabei die unterschiedlichen Wärmeabstrahlungen der Bauteile auf und gibt sie farblich wieder: Rot bis orange-gelb gefärbte Flächen zeigen in der Regel eine hohe Wärmeabstrahlung an, Blau bzw. dunkle Farben weisen Flächen mit geringer Wärmeabstrahlung aus. Somit lässt sich mit einem Wärmebild des Gebäudes feststellen, wo hohe Energieverluste auftreten und wo die Wärmedämmung verbessert werden muss.</p> <p>Um die Maßnahme umzusetzen, muss die Stadt zunächst ein Konzept zur Durchführung der Aktion ausarbeiten, in dem sie die Kosten und den Zeitaufwand abschätzt und einen Zeitplan erstellt. Im Anschluss müssen die Energieberater des BZBE bzw. externe Berater beauftragt werden, für die Energieberatung und die Thermographie-Aktionen in diesem Zeitraum zur Verfügung zu stehen. Da es sich um eine besondere Aktion der Stadt Freiburg handelt, sollten die Haushalte von der Bürgermeisterin per Anschreiben über dieses Angebot informiert werden. Die Durchführung der Aktion könnte dann im Winterhalbjahr 2016/17 oder 2017/18 stattfinden.</p>

Handlungsschritte		Zeitplan			
		2017			
		Q 1	Q 2	Q 3	Q 4
1	Konzepterstellung für den Kappler Morgenstreich (Konkretes Angebot, Zeitplan etc.)				
2	Beauftragung von Energieberatern des BZBE/ externer Berater. Suche nach Energieberatern, die die Thermographie-Aktion mit durchführen können				
4	Anschreiben der Haushalte durch die Bürgermeisterin: Information und Einladung zur Wahrnehmung des Angebots der Energieberatung und der Thermographie-Aktion				
5	Durchführung des Kappler Morgenstreichs				
6	Begleitung der Maßnahme durch Öffentlichkeitsarbeit				
7	Evaluierung des Maßnahmen Erfolgs, evtl. Anpassung				

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

**Endenergieeinsparung:** 2.080 MWh/Jahr in 10 Jahren (durch Gebäude- UND Heizanlagenanierung)

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:** 969 t/Jahr bzw. 14,6 % der Gesamtemissionen

#### Annahmen zur Berechnung:

- > Vgl. Maßnahme 1 und 2

### Akteure

- > Umweltschutzamt, Stadt Freiburg
- > Beratungszentrum Bauen und Energie, Stadt Freiburg
- > Ortsverwaltung Kappel
- > Gebäudeeigentümer
- > Energieberater

### Kosten

Kosten für die Gemeinde:

- > Anzahl an eingelösten Gutscheinen (à 250 € bzw. à 100 €)
- > Personalaufwand für Energieberatung
- > Material- und Werbekosten (Plakate, Flyer, ...)

Kosten für Bürger:

- > Siehe Gebäudesteckbriefe

### Risiken und Hemmnisse

- > Gutscheine werden nicht nachgefragt aufgrund fehlenden Interesses bei Gebäudeeigentümern
- > Hohe Kosten von Sanierungsmaßnahmen
- > Wirtschaftlichkeit einzelner Sanierungsmaßnahmen ist nicht gegeben

### Folgendermaßnahmen

- > Besichtigung konkreter Sanierungsbeispiele (vgl. M1 und M2)
- > Durchführung von Informationsveranstaltungen (M3)
- > Bewerbung der übrigen Förderprogramme der Stadt Freiburg (M4, M6)

### Lokale Nachhaltigkeit

Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch:

- > Arbeitsauftrag an lokales Handwerk
- > Einsparung von Energie und Heizkosten
- > Wertsteigerung der Immobilien
- > Verschönerung des Quartiersbildes

<b>M6</b> <b>Bewerben der Förderprogramme der Stadt Freiburg</b>	
<b>Handlungsfeld</b>	Gebäude, Heizung
<b>Treiber</b>	Stadt Freiburg
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	M1, M2, M3, M4, M5

<b>Ziel der Maßnahme</b>
<p>Die Förderprogramme der Stadt zur Sanierung sowie andere, ergänzende Angebote werden in Kappel speziell beworben, so dass sich die Sanierungsrate durch das Ausschöpfen der Angebote erhöht.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Hauswurfsendung, über die die Kappler spezielle über die Förderprogramme zur Sanierung informiert werden</li> <li>&gt; Bekanntmachung BZBE</li> <li>&gt; Bekanntmachung möglicher städt. Veranstaltungen</li> <li>&gt; Information zum Projekt Zuhause A+++</li> </ul>

<b>Hintergrund und Beschreibung</b>
<p>Die Stadt Freiburg bietet ihren Bürgern zusätzlich zu den Bundes- und Landesförderprogrammen im Bereich energetische Sanierung weitere Förderungen an. Antragsberechtigt sind Eigentümer von überwiegend zu Wohnzwecken genutzten Gebäuden, mit Ausnahme des Bausteins 5, der auch für gewerblich genutzte Immobilien gilt. Die maximale Fördersumme pro Antragsteller und Jahr liegt bei 25.000 €. Soweit dies von anderen Fördergebern nicht ausgeschlossen ist, können die Kommunalfördermittel mit Fördergeldern aus anderen Programmen kombiniert werden.</p> <p>Folgende Maßnahmen werden von der Stadt Freiburg gefördert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Baustein 1: Wärmedämmung</li> <li>&gt; Baustein 2: Fördermittelberatung und Antragstellung</li> <li>&gt; Baustein 3: Umweltfreundliche Heizung</li> <li>&gt; Baustein 4: Energiemanagementsystem</li> <li>&gt; Baustein 5: Vor-Ort-Check Blockheizkraftwerke (BHKW)</li> </ul> <p>Detaillierte Informationen zum Förderprogramm der Stadt Freiburg sind in der „Richtlinie zum Förderprogramm Energiebewusst Sanieren“ der Stadt Freiburg vom Februar 2016 zu finden.</p> <p>Im Rahmen dieser Maßnahme soll das Förderprogramm der Stadt Freiburg in Kappel speziell beworben werden, um aufbauend auf das Quartierskonzept und die hierfür erstellen Gebäudesteckbriefe auch die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen zu erhöhen. Die Stadt Freiburg wird deshalb über eine Hauswurfsendung an alle Kappler Haushalte die Informationen über das Förderprogramm verbreiten.</p>

Handlungsschritte		Zeitplan			
		2017			
		Q 1	Q 2	Q 3	Q 4
1	Benennung einer Koordinationsstelle bei der Stadt Freiburg				
2	Vorbereitung der Informationsmaterialien für die Hauswurfsendung				
3	Durchführung von zwei Hauswurfsendung				

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

**Endenergieeinsparung:** 2.080 MWh/Jahr in 10 Jahren (durch Gebäude- UND Heizanlagenanierung)

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:** 969 t/Jahr bzw. 14,6 % der Gesamtemissionen

#### Annahmen zur Berechnung:

- > Vgl. Maßnahme 1 und 2

### Akteure

- > Umweltschutzamt, Stadt Freiburg
- > Beratungszentrum Bauen und Energie, Stadt Freiburg
- > Gebäudeeigentümer
- > Energieberater

### Kosten

Kosten für die Gemeinde:

- > Kosten für Hauswurfsendung
- > Höhe der ausgeschöpften Fördermittel

Kosten für Bürger:

- > Siehe Gebäudesteckbriefe

### Risiken und Hemmnisse

- > Hauswurfsendung wird in der Fülle an Werbung, die ins Haus kommt, nicht wahrgenommen
- > Wirtschaftlichkeit einzelner Sanierungsmaßnahmen ist trotz zusätzlicher Förderung der Stadt nicht gegeben

### Folgemaßnahmen

- > Besichtigung konkreter Sanierungsbeispiele (vgl. M1 und M2)
- > Durchführung von Informationsveranstaltungen (M3)
- > Bewerbung der übrigen Förderprogramme der Stadt Freiburg (M4, M5)

### Lokale Nachhaltigkeit

- Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch:
- > Arbeitsauftrag an lokales Handwerk
  - > Einsparung von Energie und Heizkosten
  - > Wertsteigerung der Immobilien
  - > Verschönerung des Quartiersbildes

M7 Projektentwicklung eines potenziellen Nahwärmenetzes	
<b>Handlungsfeld</b>	Nahwärme
<b>Treiber</b>	Arbeitskreis „Nahwärme“
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	-

Ziel der Maßnahme
<p>Projektentwicklung eines potenziellen Nahwärmenetzes im Ortskern von Kappel auf Basis der Machbarkeitsuntersuchung, die im Rahmen des Energiekonzepts durchgeführt wurde</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Fortführung der Nahwärmeuntersuchung durch persönliche Gespräche mit Gebäudeeigentümern und Hausverwaltungen</li> <li>&gt; Planung, Entwicklung und Bau eines neuen Nahwärmenetzes bei positivem Ergebnis</li> </ul>

Hintergrund und Beschreibung
<p>Im Rahmen der Quartierskonzeptentwicklung wurden zwei Machbarkeitsstudien für Nahwärmenetze in Kappel durchgeführt. Die erste Studie bezog sich auf die Molzhofsiedlung, die ca. 1,5 km vom Ortskern in Kappel entfernt im Kappler Tal liegt und nicht an das Erdgasnetz angeschlossen ist. Hier wurde die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmeverbundes auf Basis von Holzpellets untersucht. Der Wärmepreis der geprüften Verbundvarianten ist jedoch nicht konkurrenzfähig zu einer EWärmeG-konformen alternativen Einzelversorgung.</p> <p>Bei der zweiten Machbarkeitsstudie wurden die Möglichkeiten eines Nahwärmeverbundes auf Basis eines Erdgas-BHKWs in der Schauinslandschule im Ortskern von Kappel untersucht. Der Standort wurde gewählt, da die Schule mitten im Wohngebiet liegt und die Heizanlage in der Schule zeitnah erneuert werden soll. Problematisch ist jedoch die geringe Wärmedichte im Gebiet und die demzufolge hohen Wärmeverluste des Wärmenetzes. Im Ergebnis zeigt sich, dass zwar mit einer höheren Anschlussdichte und einem größeren Netz der Wärmepreis sinkt. Er ist jedoch bei keiner der berechneten Verbundvarianten niedriger bzw. vergleichbar zum Wärmepreis bei einer EWärmeG-konformen Einzelversorgung. Da das Wärmenetz mit einem Erdgas-BHKW betrieben wird und durch die geringe Wärmedichte hohe Netzverluste auftreten, ist auch die CO<sub>2</sub>-Bilanz nur in einer Variante besser als die Einzelversorgung.</p> <p>Trotz der Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung hat sich eine Gruppe von Kappler Bürgern zusammengeschlossen, die die Planung und den Bau eines Nahwärmenetzes weitervorantreiben möchte. Die Idee ist, über das Argument einer geringeren Anfangsinvestition bei einem Nahwärmeanschluss im Vergleich zur Einzellösungen und dem Nachhaltigkeitsgedanken, eine höhere Anschlussdichte als die in der Berechnung angenommen zu erreichen. Wärmepreis und CO<sub>2</sub>-Bilanz könnten sich dann besser darstellen.</p> <p>Aufgrund der Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung zieht sich die Stadt Freiburg aus der weiteren Projektentwicklung zurück. Die im Folgenden beschriebenen Handlungsschritte müssen von einem Arbeitskreis „Nahwärme“ übernommen werden.</p> <p>Zunächst sollte ein Konzept für das weitere Vorgehen entworfen werden. Erste Gespräche mit der Solar-Bürger-Genossenschaft (Solargeno) fanden bereits statt, die das Netz auch betreiben könnte. Um weitere Haushalte für einen Nahwärmeanschluss zu gewinnen, sollten die Anwohner noch intensiver über das Thema in Informations- und Diskussionsabenden informiert werden. Im Anschluss müssen über Akquise-Gespräche mit Hauseigentümern Vorverträge über die Anschlussbereitschaft unterzeichnet werden. Auf Basis der Vorverträge kann eine erneute Wirtschaftlichkeitsprüfung stattfinden. Ist die Wirtschaftlichkeit gegeben kann mit der konkreten Umsetzungsplanung begonnen werden. Die Stadt Freiburg unterstützt über das Umweltschutzamt das Engagement des Arbeitskreises „Nahwärme“ mit einem finanziellen Zuschuss in Höhe von 8.000 Euro.</p>

Handlungsschritte		2017				2018				2019			
		Q 1	Q 2	Q 3	Q4	Q 1	Q 2	Q3	Q4	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4
1	Gründung eines Arbeitskreises „Nahwärme“, der die Projektentwicklung weiter treibt	■											
2	Erstellung eines Konzepts zur Vorgehensweise, evtl. Unterstützung durch erfahrene Fachfirma (Solargeno)		■										
3	Zeitgleich finden Gespräche mit der Stadt (GMF) statt zur Nutzung des Heizungskellers			■	■								
4	Sondierung nach Fördermöglichkeiten (Land: „kurze Wege für den Klimaschutz“, BHKW-Förderprogramme, etc.			■	■								
5	Durchführung von Informations- und Diskussionsabenden für die Anwohner			■	■								
6	Gezielte Akquise-Gespräche mit Hauseigentümern (Vorverträge)					■	■						
7	Erneute Überprüfung der Anschlussbereitschaft und damit der Wirtschaftlichkeit des Nahwärmenetzes							■					
8	Einleitung von Fachgesprächen mit Nahwärmespezialisten zur technischen Umsetzung des Projekts								■	■	■	■	
9	Bautechnische Umsetzung												■

**Energie- und CO2-Einsparpotenzial**  
 Abhängig von dem zustande kommenden Wärmenetz

- Akteure**
- > Arbeitskreis Nahwärme
  - > GMF
  - > Fachunternehmen für Nahwärmenetze
  - > Gebäudeeigentümer
  - > Hausverwaltungen
  - > Anwohner

- Kosten**
- Kosten für den Ausbau:
- > Planungs- und Investitionskosten
  - > Netzausbaukosten (gefördert)
- Kosten für Anwohner, die an das Netz anschließen
- > Hausanschlusskosten, Übergabestation
  - > Baukostenzuschuss
  - > Wärmekosten (Grund-, Arbeits- und Messpreis)

- Risiken und Hemmnisse**
- > Keine ausreichende Anschlussbereitschaft seitens der Gebäudeeigentümer
  - > Eigentümerstrukturen in Mehrfamilienhäusern
  - > Keine ausreichende Wirtschaftlichkeit doer Effizienz gegeben, so dass das Netz nicht realisiert werden kann

- Folgemaßnahmen**
- > Sukzessiver Anschluss weiterer Gebäude an das potenzielle Nahwärmenetz
  - > Errichtung weiterer Nahwärmenetze

- Lokale Nachhaltigkeit**
- Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch:
- > Stärkung der nachhaltigen Energieversorgung im Quartier
  - > Nachhaltige Kosteneinsparungen in der Zukunft
  - > Stärkung der bürgerlichen Teilhabe an der Energieversorgung

<b>M8</b>	<b>Ausrichtung einer Photovoltaik-Kampagne</b>
<b>Handlungsfeld</b>	Erneuerbare Energien
<b>Treiber</b>	Stadt Freiburg
<b>Verknüpfte Maßnahme</b>	-

<b>Ziel der Maßnahme</b>
<p>Installation von 20 PV-Anlagen auf Hausdächern in den nächsten drei Jahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Ausrichtung einer Informationsveranstaltung zu den Möglichkeiten der Solarenergienutzung (Potenziale, Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten, Wirtschaftlichkeit, Eigenstromnutzung etc.)</li> <li>&gt; Verbreitung der Information über das Solarkataster der Stadt Freiburg über verschiedene Kommunikationskanäle</li> <li>&gt; Schaffung einer Entscheidungs- und Umsetzungshilfe für Bürger</li> </ul>

<b>Hintergrund und Beschreibung</b>
<p>Die Rahmenbedingungen für die Anschaffung und den Betrieb von Solaranlagen haben sich in den letzten Jahren verändert. Eine sinkende Einspeisevergütung und ein unsicheres Investitionsklima haben zu einer zurückgehenden Ausbaurate bei PV-Anlagen geführt. Durch eine verstärkte Eigenstromnutzung können sich PV-Anlagen aber trotzdem rechnen. Aufgrund der steigenden Haushaltstrompreise und der sinkenden Einspeisevergütung lohnt es sich eher, den Strom selbst zu verbrauchen, als ihn teuer aus dem Netz zu beziehen.</p> <p>Die Eigenstromnutzung kann durch den Einsatz von Batteriespeichern erhöht werden. Ziel ist hierbei, das Angebot an elektrischer Energie durch solare Einstrahlung und durch Batteriespeicher an den momentanen Bedarf an Strom anzupassen. Besteht kein oder wenig Bedarf, wird der Speicher geladen. Überschüssiger Strom wird ins Netz eingespeist. In den Morgen- und Abendstunden, wenn sich die solare Einstrahlung stark abschwächt, wird der Bedarf über den Speicher gedeckt. Die Eigenstromnutzung bewirkt auch eine Glättung des Lastprofils, da der Überschuss an PV-Stromproduktion zur Mittagszeit reduziert wird und der Strombedarf in den Spitzenzeiten in den Morgen- und Abendstunden durch die Batterie gedeckt werden kann. PV-Speichersysteme weisen heute allerdings noch hohe Kosten auf, die zum Teil durch Förderprogramme, wie das Programm 275 der KfW, die den Kauf von Batteriespeichern für PV-Anlagen bezuschusst, abgedeckt werden können.</p> <p>Das Solarkataster der Stadt Freiburg „FREE SUN“ zeigt, dass sich in Kappel trotz der Tallage noch einige Gebäudedächer für die Nutzung von Solarenergie eignen. Ziel der Maßnahme ist, die Gebäudeeigentümer zu motivieren, PV-Anlagen auf ihren Dächern zu installieren.</p> <p>Es gibt bei der Stadt eine zuständige Stelle, die eine Öffentlichkeitskampagne PV für die Gesamtstadt erstellt. Im Rahmen dieses Konzepts wird der Stadtteil Kappel mit berücksichtigt und ein Konzept für die Veranstaltung erarbeitet werden. Wichtig ist zu überlegen, wie die Angebote der Stadt Freiburg zur Solarenergienutzung (Solarkataster und Förderprogramme) beworben werden können. Interessant wäre auch eine Entscheidungs- und Umsetzungshilfe für Bürger zur Solarenergienutzung zu entwickeln, die den Bürgern als Handreichung bei der Veranstaltung mitgegeben werden kann. Die Veranstaltung sollte Fachvorträge zur Möglichkeiten der Solarenergienutzung in Kappel, Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten sowie zu den Möglichkeiten der Eigenstromnutzung, Informationen zu PV-Speichern und deren Wirtschaftlichkeit umfassen und Beispiele aus der Praxis zeigen.</p> <p>Im Rahmen der Informationsveranstaltung könnte auch ein sog. „Marktplatz“ im Freiburger Osten aufgebaut werden, auf dem Installateure und Handwerker ihre Angebote darstellen und Detailfragen beantworten können.</p>

Handlungsschritte		Zeitplan			
		2017			
		Q 1	Q 2	Q 3	Q 4
1	Entwicklung einer Entscheidungs- und Umsetzungshilfe für die Bürger				
2	Suche nach Energieberatern und Installateuren, die die Veranstaltung begleiten				
3	Durchführung der Informationsveranstaltung				
4	Berichterstattung in der Presse				
5	Evaluierung des Maßnahmen Erfolgs, ggf. Anpassung				

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

**CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial: 100 t/Jahr bzw. 1,5% der Gesamtemissionen in 10 Jahren**

#### Annahmen zur Berechnung:

- > Durchschnittliche Anlagenleistung von 5 kWp
- > Installation von 50 Anlagen in 10 Jahren
- > Globalstrahlung: 1.140 kWh/kWp
- > CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (2014) in kg/kWh: Strom: 0,614, Photovoltaik: 0,061

### Akteure

- > Umweltschutzamt, Stadt Freiburg
- > PV-Berater
- > PV-Installateure
- > Bürger und Hauseigentümer

### Kosten

Kosten für die Gemeinde: ca. 1.800 €

- > Material- und Werbekosten
- > Personalaufwand (ca. 3 Personentage à 600 €)

Kosten für Bürger:

- > Je nach Auswahl des Modells: Investition, Anteile an Genossenschaft oder Finanzierung Dritter

### Risiken und Hemmnisse

- > Fehlendes Interesse bei den Bürgern
- > Zu geringer Mehrwert (z. B. Aufträge) für örtliche (Solar)Firmen
- > Änderung rechtlicher Rahmenbedingungen

### Folgemaßnahmen

- > Einrichtung einer Beratungsstelle für Solarenergie bei der Stadt Freiburg
- > Gründung einer eigenen Bürger-Solargenossenschaft

### Lokale Nachhaltigkeit

Wirtschaftliche, ökologische und soziale Wertschöpfung kann erreicht werden durch:

- > Stärkung lokaler Handwerks- und Dienstleistungsunternehmen
- > Förderung der klimafreundlichen und lokalen Stromproduktion aus Photovoltaik

## 7.3 Typgebüdesteckbrief

Im Folgenden ist ein Beispiel eines dreiseitigen Typgebüdesteckbriefs dargestellt (Einfamilienhaus mit Baujahr zwischen 1949 und 1968). Alle acht Typgebüdesteckbriefe sind auf der dem Bericht beiliegenden CD in elektronischer Form enthalten. Außerdem sind diese im Rathaus von Kappel und auf den Webseiten der Stadt verfügbar.

**Steckbrief für die Einstiegsberatung**

> Einfamilienhaus, Baualter von 1949-1968





Anhand des vorliegenden Steckbriefs für ein unsaniertes Gebäude in Freiburg-Kappel können Sie erkennen, welche Sanierungsmaßnahmen möglich sind und wie hoch die erzielbaren Energieeinsparungen sind. Die Angaben in diesem Steckbrief sind auf das gewählte Typgebäude bezogen und können in Ihrem Einzelfall abweichen.

**Allgemeine Daten**

Gebäudetyp	Einfamilienhaus	Anzahl Wohnungen	1 Wohneinheit
Baualter	1949-1968	Anzahl Vollgeschosse	1
Wohnfläche	162 m <sup>2</sup>	Keller / Dachgeschoss	unbeheizt / beheizt

**Bauteile Gebäudehülle**

Bauteil	Beschreibung	Fläche
Dach	Steildach mit Holzkonstruktion, keine Dämmung	144 m <sup>2</sup>
Oberste Geschossdecke	Nicht relevant	
Außenwand	Hohllochziegel-Mauerwerk, verputzt	126 m <sup>2</sup>
Fenster	2-fach Isolierverglasung (alt)	30 m <sup>2</sup>
Kellerdecke	Stahlbetondecke mit Estrich	102 m <sup>2</sup>

**Heizungs- und Anlagentechnik**

Heizungsart	Gas-Zentralheizung mit Heizkörpern
Warmwasserbereitung	zentral über Heizung
Lüftung	Fensterlüftung

**Energiebedarf und Kosten**

Energieträger	Endenergiebedarf	Energiekosten
Erdgas	54.960 kWh/a	3.621 €/a
Strom (Hilfsenergie)	966 kWh/a	270 €/a

Die nachfolgende Tabelle zeigt die möglichen Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und den Einbau einer Lüftungsanlage für das gewählte Typgebäude. Die Kosten und Einsparungen Ihres speziellen Gebäudes können von den hier aufgeführten Werten abweichen und müssen im Einzelfall bestimmt werden.

Sanierung der Gebäudehülle			
Bauteil	Beschreibung	Kosten in € (Brutto, Quelle: BMVB5)	Energieeinsparung
Dach	Dämmung mit 20 cm WLS 035	32.700	24 %
Oberste Geschossdecke	Keine Maßnahme		
Außenwand	Dämmung mit 20 cm (Wärmeverbundsystem, WLS 035)	21.200	21 %
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	11.700	9 %
Kellerdecke	Dämmung mit 16 cm WLS 035	4.400	8 %
Belüftung	Zentrale Belüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	8.600	9 %
Umsetzung aller Maßnahmen	Gesamtkosten und Gesamteinsparung	78.600	71 %
	davon „energiebedingte Mehrkosten“	28.300	
Nebenkosten	Kosten für Planung und Baubegleitung	11.790	
Gesamtinvestition	Maßnahmen und Nebenkosten	90.390	

Das dargestellte Maßnahmenpaket ist wirtschaftlich umsetzbar, da unter Berücksichtigung der energiebedingten Mehrkosten die Amortisationszeit kleiner als die Nutzungsdauer ist (Kalkulationszins: 3 %, Energiepreiserhöhung: 3 %).

KfW-Förderprogramme zur energetischen Sanierung privater Wohngebäude: (Quelle: KfW-Bank, Stand 01.04.2016)				
Der Umfang der Förderung ist abhängig je nach KfW-Effizienzhausstandard				
Investitions- zuschuss	Programm 430	Investitionszuschuss für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder Einzelmaßnahmen	Programm 431	Investitionszuschuss für Planung und Baubegleitung durch Sachverständige
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zuschusshöhe max. 30.000 €/Wohneinheit</li> <li>Einzelmaßnahmen: 10 %, 15 % der förderfähigen Kosten von maximal 50.000 €/Wohneinheit</li> <li>KfW-Effizienzhaus: 15 %, 17,5 %, 20 %, 25 %, 30 % der förderfähigen Kosten von maximal 100.000€/Wohneinheit</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zuschuss über 50 % der Kosten, bis 4.000 € pro Vorhaben</li> <li>nur möglich in Kombination mit den Förderprodukten 151/152 oder 430</li> </ul>	
Sanierungs- kredit	Programm 151	Kredit für die Sanierung zum KfW- Effizienzhaus	Programm 152	Kredit für Einzelmaßnahmen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kredit max. 100.000 €/Wohneinheit</li> <li>Tilgungszuschuss (12,5 %, 15,0 %, 17,5 %, 22,5 %, 27,5 %), bis zu 27.500 €</li> <li>0,75 % effektiver Jahreszins</li> <li>Verschiedene Laufzeiten/Zinsbindungen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>max. 50.000 €/Wohneinheit</li> <li>Tilgungszuschuss (7,5 %), bis zu 3.750 €</li> <li>0,75 % effektiver Jahreszins</li> <li>Verschiedene Laufzeiten/Zinsbindungen</li> </ul>	

Die nachfolgende Tabelle zeigt mögliche Heizungsvarianten für das gewählte Typgebäude. Die Kosten und Emissionen für Ihr spezielles Gebäude können von den hier aufgeführten Werten abweichen und müssen im Einzelfall bestimmt werden.

Sanierung der Heizung			
Heizungssystem	Beschreibung	Kosten in € (Brutto, Quelle: BMVBS)	CO <sub>2</sub> -Emissionen
Ausgangszustand (mit sanierter Gebäudehülle)	Gas-Zentralheizung mit Niedertemperaturkessel <ul style="list-style-type: none"> <li>keine Solarthermie</li> <li>hohe Vor- und Rücklauftemperatur</li> </ul>		4.520 kg/a (Basis)
Gas-Brennwertkessel mit thermischer Solaranlage	Neuer Heizungskessel mit Brennwerttechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>Solarthermie zur Warmwasserbereitung</li> <li>Verringerung der Vor- und Rücklauftemperatur</li> <li>hydraulischer Abgleich</li> </ul> Zur Erfüllung des aktuellen EWärmeG ist neben der thermischen Solaranlage zur Brauchwassererwärmung ein Sanierungsfahrplan notwendig	ca. 15.100	3.730 kg/a (-17 %)
Holzpelletkessel	Neuer Holzpelletkessel <ul style="list-style-type: none"> <li>automatische Holzfeuerung</li> <li>Pelletlager im Keller mit Zuführungseinrichtung zum Kessel</li> <li>Verringerung der Vor- und Rücklauftemperatur</li> <li>hydraulischer Abgleich</li> </ul>	ca. 20.900	1.386 kg/a (-69 %)
Fernwärme	Anschluss an ein neu zu installierendes Fernwärmenetz <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeübergabestation im Haus</li> <li>keine eigene Heizungsanlage notwendig</li> </ul>	abhängig von der Ausgestaltung des Fernwärmenetzes	abhängig von der Energieerzeugung

Die Kosten für die Heizsysteme berücksichtigen alle Anlagenkomponenten und deren Montage sowie die erforderlichen baulichen Maßnahmen wie Bohrungen durch Decken und Wände und die Aufwendungen für ein notwendiges Lager mit den zugehörigen Saug- und Fördereinrichtungen für die Pelletheizung. Außerdem sind die Kosten für den hydraulischen Abgleich enthalten.

## 8. Methodik

### 8.1 Anmerkungen zur angewandten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Bestandsanalyse sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Stadt bzw. einem Quartier eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z. B. von Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- Für die Bestandserhebung und die Potenzialanalyse wurde das „Territorialprinzip“ auf Quartiersebene angewendet. Es werden also nur die Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Quartier berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der genau definierten Quartiersgrenzen ihre Ursache haben. Verursachte Emissionen sind in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Quartiersgrenzen hinausgehen. Das gleiche gilt für die Potenzialermittlung und die Berechnung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale der Maßnahmen. Sie wurden ebenfalls strikt auf das ausgewählte Quartier bezogen.
- Der Energieverbrauch durch Kraftstoffe (Benzin, Diesel) und die Emissionen des Verkehrssektors konnten in der Bestandsanalyse des Quartierskonzepts nicht ermittelt bzw. berücksichtigt werden, da keine Daten auf Quartiersebene vorlagen. Die Gesamtemissionen des Quartiers enthalten somit keine Emissionen, die durch motorisierten Verkehr im Quartier entstehen.

### 8.2 Gebäudetypologisierung

Das größte Potenzial auf Seiten der Energie- und Kosteneinsparungen liegt beim Verbrauchssektor Privathaushalte, dem mit einem Anteil von knapp 30 % am Endenergieverbrauch in Deutschland eine Schlüsselrolle zukommt (Umweltbundesamt, 2012). 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors entfallen alleine auf die Beheizung der Wohnräume (vgl. Abbildung 28). Ein besonderes Augenmerk im Quartierskonzept liegt daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude sowie auf einer groben Abschätzung der aktuellen lokalen Sanierungsrate. Auf diese Weise lassen sich Verbrauchsabschätzungen und Einsparpotenziale im Gebäudebestand ableiten.

Anhand der Katasterdaten sowie den Daten der Vor-Ort-Erhebung wurden für jedes Gebäude im Quartier die Baualtersklasse und die Gebäudeart bestimmt. Nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2005) können die Gebäude anhand dieser zwei Kriterien schließlich einem Gebäudetyp zugeordnet werden.

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in zehn Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 14).

Baualter	Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
bis 1918	A	Fachwerkbau
bis 1918	B	Mauerwerksbau
1919 – 1948	C	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
1949 – 1957	D	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
1958 – 1968	E	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
1969 - 1978	F	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
1979 – 1983	G	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
1984 – 1994	H	Inkrafttreten der 2. WSchV
1995 – 2001	I	Inkrafttreten der 3. WSchV
Nach 2002	J	Einführung der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

**Tabelle 14 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005**

Bei der Einteilung der Gebäude nach Gebäudearten spielt die Anzahl an Wohneinheiten die entscheidende Rolle. So werden folgende Gebäudearten unterschieden: Einfamilien- und Doppelhäuser, Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser/Blockbebauung. Die Kriterien der Typen sind die Anzahl der Wohneinheiten. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilien-/Doppelhäusern und Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- > Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- > Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinander grenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- > Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinander grenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- > kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten
- > große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- > Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

Die Methode der Gebäudetypologisierung ermöglicht die Analyse des Energiebedarfs und der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Sie hat außerdem den Vorteil, dass der Energiebedarf eines Gebäudes unabhängig vom Bewohner- und Nutzerverhalten bestimmt werden kann.

### 8.3 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und der Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Gebäudetyp und den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, die für jedes Gebäude vor Ort erhoben wurden. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hausladen und Hamacher, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hausladen und Hamacher, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der Bewohner, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), Witterung, Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem.

### 8.4 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde ein eigens konzipiertes Tool in Excel verwendet. Die Methodik und Vorgehensweise lehnt sich an das für das Land Baden-Württemberg konzipierte Tool BICO<sub>2</sub> BW (Version 1.5.3) an (IFEU, 2014b). Dieses Tool wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Das Landestool ist mindestens auf gesamtkommunaler Ebene anzuwenden und nicht für eine Quartiersbilanzierung geeignet, weshalb es für das Quartierskonzept nicht verwendet werden konnte.

In der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde das Jahr 2014 bilanziert, da für dieses Jahr ausreichende, ausführliche Daten zur Verfügung standen. Unter Voraussetzung einer belastbaren Datenbasis stellt 2014 das aktuellste mögliche Bilanzjahr dar.

Die Bilanz kann regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der im Quartier eingesetzten Energien, ausgenommen die Emissionen durch Kraftstoffe im Ver-

kehrssektor. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in sogenannte CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO<sub>2</sub>-Werte synonym für die gesamten Treibhausgasemissionen.

In der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z. B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z. B. durch Abbau und Transport von Ressourcen und den Bau und die Wartung von Anlagen).

#### 8.4.1 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie von der bnNETZE GmbH zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Energieversorger unterteilt in Haushalt, Gewerbe, kommunale Liegenschaften und Heizungsstrom.

Die zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes verwendet, der im Jahr 2014 0,617 t/MWh beträgt (IFEU, 2014a).

Energilieferant	Anteil am deutschen Strommix (2013)
Kohle	46 %
Atomenergie	15 %
Erdgas	11 %
Wind	9 %
Biomasse	7 %
Solar	5 %
Wasser	3 %
Sonstiges	5 %

**Tabelle 15 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)**

#### 8.4.2 Stromeinspeisung

Einspeisemengen von Strom aus Photovoltaik wurden bei der bnNETZE GmbH abgefragt. Diese Daten wurden außerdem anhand der EEG-Anlagendaten aus der öffentlichen Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers TransnetBW für die Jahre 2012-2014 plausibilisiert.

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Quartiers ein spezifischer Strommix berechnet, bei dem der einge-

speiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Quartier durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien von der CO<sub>2</sub>-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigt.

Im Quartier wird Strom aus erneuerbaren Quellen ausschließlich durch Photovoltaik erzeugt. Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von Photovoltaikanlagen, der in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurde, beträgt 0,061 t/MWh. Somit ergibt sich eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 0,556 t/MWh gegenüber dem deutschen Strommix (IFEU, 2014a).

### 8.4.3 Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten der bnNETZE GmbH (für Erdgas) sowie die quartiersspezifische Heizanlagenstatistik des örtlichen Kaminfegers verwendet. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffen (Energieholz).

Der Bestand an Solarthermieanlagen und deren Fläche wurde aus den Luftbildern ermittelt und durch eine Begehung vor Ort plausibilisiert. Die dadurch erzeugte Wärme wurde anhand der Flächen und mithilfe von gängigen Faktoren abgeschätzt. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen bilden den Zustand im Jahr 2015 ab.

Der Bestand an oberflächennahen Geothermieanlagen wurde aus der Bohr- und Aufschlussdatenbank des LGRB (2015) abgefragt. Diese Datenbank erfasst alle Erdwärmesonden, die in Baden-Württemberg registriert sind.

Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Der Wärmeverbrauch wurde keiner Witterungsbereinigung unterzogen. Dies ist in Zukunft bei Fortschreibung der Bilanz und bei einem Vergleich der Verbrauchswerte unterschiedlicher Jahre zu beachten.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger wurden dem CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU) entnommen.

## 8.5 Geothermiepotenzial

Zur Darstellung des Geothermiepotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHANDlight V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.).

Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität c <sub>p(V)</sub>	2,18 MJ/m <sup>3</sup> K

Tabelle 16 – Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand  $R_b$  berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 99 m zugrunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand ebenfalls berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in Tabelle 17 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius $r_b$	0,0675 m
Sondenlänge H	99 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand $R_b$	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 - 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für $r_b/H$ bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,29 / 8,19 / 11,19
Temperaturspitzung der Sole in den Sonden	3 K

**Tabelle 17 – Vorgegebene Sondenparameter**

Tabelle 18 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS EWS (UMBW, 2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 99 m	40,8 / 37,6 / 33,4
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,7$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 8,9$ K im eingeschwungenen Zustand

**Tabelle 18 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte**

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 19 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

**Tabelle 19 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung**

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (Tabelle 20).

Parameter für Sondenbelegungsichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot \sqrt{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 - 4 Sonden	18 m <sup>2</sup> / 36 m <sup>2</sup> / 169 m <sup>2</sup>

**Tabelle 20 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte**

Die Potenzialkarten (vgl. Kapitel 11 und Abbildung 23) zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit ein, zwei oder bis zu vier Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

## 8.6 Fragebogen der Haushaltsbefragung

Freiburg IM BREISGAU		badenova Energie. Tag für Tag	
<b>FRAGEBOGEN ZUR GEBÄUDE- UND HEIZANLAGENSANIERUNG</b> im Rahmen der Energiekonzeptentwicklung Kappel			
<b>1. ALLGEMEINE ANGABEN</b>			
Name, Vorname			
Straße, Nr.		PLZ, Ort	
E-Mail		Telefon	
Sind Sie Eigentümer oder Mieter des Gebäudes? <input type="checkbox"/> Eigentümer <input type="checkbox"/> Mieter			
Adresse des Gebäudes, falls abweichend			
Straße, Nr.		PLZ, Ort	
<b>2. GEBÄUDEDATEN</b>			
Welcher Gebäudetyp trifft auf Ihr Gebäude zu?			
<input type="checkbox"/> Einfamilienhaus <input type="checkbox"/> Doppelhaushälfte <input type="checkbox"/> Reihenhaushaus <input type="checkbox"/> Mehrfamilienhaus mit ____ Wohnungen <input type="checkbox"/> Sonstiges (z.B. Gewerbe) _____			
Baujahr des Gebäudes	_____	Beheizte Wohnfläche des Gebäudes in m <sup>2</sup>	_____
Wurde nachträglich eine Wärmedämmung angebracht? Wenn ja, bitte ankreuzen.			
<input type="checkbox"/> Außenwand <input type="checkbox"/> Dach <input type="checkbox"/> Oberste Geschossdecke <input type="checkbox"/> Kellerdecke <input type="checkbox"/> Bodenplatte <input type="checkbox"/> neue Fenster			
Sind in den nächsten Jahren Maßnahmen geplant, die zu einer Änderung des Wärmeverbrauchs führen? Wenn ja, bitte ankreuzen.			
<input type="checkbox"/> Anbau <input type="checkbox"/> Fenstertausch <input type="checkbox"/> Heizungstausch			
Dämmung	<input type="checkbox"/> Fassade <input type="checkbox"/> Dach <input type="checkbox"/> Kellerdecke		
<b>3. HEIZTECHNIK</b>			
Bitte kreuzen Sie die Art des Hauptwärmeerzeugers an (Mehrfachnennung).			
Heizungsart	<input type="checkbox"/> Zentralheizung <input type="checkbox"/> Etagenheizung		
Heizungsanlage	<input type="checkbox"/> Heizöl-/Erdgaskessel <input type="checkbox"/> Pelletofen <input type="checkbox"/> Elektrospeicherofen <input type="checkbox"/> Wärmepumpe <input type="checkbox"/> BHKW		
Art der Wärmeverteilung	<input type="checkbox"/> über Heizkörper <input type="checkbox"/> über Fußbodenheizung		
Baujahr der Heizung:	_____		
Ist darüber hinaus eine zusätzliche Wärmebereitstellung vorhanden?			
<input type="checkbox"/> Kachelofen / Einzelofen <input type="checkbox"/> Spitzenlastkessel			
<input type="checkbox"/> Solarthermieanlage für _____ <input type="checkbox"/> Warmwasser und/oder <input type="checkbox"/> Raumheizung mit _____ m <sup>2</sup> Kollektorfläche			
Art der Warmwasserbereitung			
<input type="checkbox"/> über Zentralheizung <input type="checkbox"/> über Etagenheizung <input type="checkbox"/> Durchlauferhitzer <input type="checkbox"/> andere: _____			
Seite 1 / 2			

<b>Lage des Heizraums bei Zentralheizung</b>	
<input type="checkbox"/> Straßen <u>z</u> ugewandte Seite	<input type="checkbox"/> Straßen <u>a</u> bgewandte Seite

4. WÄRMEVERBRAUCH							
Geben Sie bitte Ihren durchschnittlichen Jahresverbrauch an:						Sonstiges:	
	Erdgas	Heizöl	Flüssiggas	Holz	Pellets	Heizstrom	_____
Wärme-verbrauch (in kWh/Jahr)							
Max. Anschluss- leistung (in kW)							
<b>Berechnungshilfe:</b> 1 Liter Heizöl oder 1 m <sup>3</sup> Erdgas entsprechen ca. 10 kWh. Falls Ihnen die Daten nicht in der Einheit kWh/Jahr vorliegen, notieren Sie bitte die entsprechende Einheit (kg, Liter, Ster ...).							

5. NAHWÄRME	
<b>Anschlussbereitschaft an ein Nahwärmenetz</b>	
<p>Im Rahmen des Energiekonzepts wird auch untersucht, ob eine Nahwärmeversorgung in einzelnen Siedlungsbereichen ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist. Bei einer Nahwärmeversorgung wird in einem zentral gelegenen Heizhaus Wärme erzeugt und über ein Wärmenetz, in dem heißes Wasser fließt, zu den Gebäuden transportiert.</p> <p>Für den Fall, dass eine Nahwärmeversorgung in den nächsten Jahren umgesetzt wird, könnten Sie sich vorstellen, an das Nahwärmenetz anzuschließen?</p> <p>Gehen Sie hierbei davon aus, dass die jährlichen Heizkosten nicht über Ihren derzeitigen liegen werden. Die Anschlussgebühren sowie die notwendigen hausinternen Umstellungsarbeiten (bei Vorhandensein einer Zentralheizung) werden vergleichbar sein mit den Kosten einer Neuanschaffung eines Öl- oder Gaskessels.</p>	
<input type="checkbox"/> Ich würde anschließen, möglichst im Jahr _____.	
<input type="checkbox"/> Ich habe prinzipiell Interesse, kann aber noch nicht genau sagen, wann ich mich anschließen würde.	
<input type="checkbox"/> Ich würde nicht anschließen.	
<input type="checkbox"/> Ich brauche mehr Informationen über das Thema Nahwärme.	

6. ANMERKUNGEN	
Haben Sie weitere Anmerkungen?	

**BITTE SENDEN SIE DEN FRAGEBOGEN AN:**

<b>Dr. Susanne Baumgartner</b>	Telefon: 0761 279-2915 Fax: 0761 279-54-2915 E-Mail: <a href="mailto:susanne.baumgartner@badenova.de">susanne.baumgartner@badenova.de</a> Post: Tullastr. 61, 79108 Freiburg	Stabsstelle Energiedienstleistungen, badenova
<b>Fr. Hoffmann-Hauser</b>	Telefon: 0761 201-6149 Fax: 0761 201-6199 E-Mail: <a href="mailto:nadine.hoffmann-hauser@stadt.freiburg.de">nadine.hoffmann-hauser@stadt.freiburg.de</a> Post: Talstr.4, 79102 Freiburg	Umweltschutzamt Stadt Freiburg, SolarRegion

**BEI FRAGEN STEHEN WIR IHNEN GERNE ZUR VERFÜGUNG!**

## 9. Literaturverzeichnis

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMUB) (2015). Die deutsche Klimaschutzpolitik. Zuletzt abgerufen am 20.11.2015: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimapolitik-der-bundesregierung/>

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2016). Erneuerbare Energien in Zahlen. Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2015. Berlin.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) UND BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2010). Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Zuletzt abgerufen am 20.11.2015. <http://www.bkww.de/typo3temp/pics/3d013c68b1.jpg>

BUSCH, M., BOTZENHART, F., HAMACHER, T., UND ZÖLITZ, R. (2010). GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Stadt Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. *GIS Science* (3), S. 117-125.

CENTRALES AGRAR-ROHSTOFF MARKETING- UND ENERGIE-NETZWERK E.V. (C.A.R.M.E.N.) (2015). Kleinwindkraft. Zuletzt abgerufen am 20.11.2015: <http://www.carmen-ev.de/sonne-wind-co/windenergie/kleinwindkraft>

DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR GMBH DENA (2014). DENA GEBÄUDEREPORT 2015

DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2012). Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland. Zuletzt abgerufen am 25.08.2015:

[http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimagutachten/Solarenergie/Globalkarten\\_\\_entgeltfrei/Jahressummen/2012,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2012.pdf](http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimagutachten/Solarenergie/Globalkarten__entgeltfrei/Jahressummen/2012,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2012.pdf)

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

EUROPEAN COMMISSION (2015). Climate Action: The 2020 climate and Energy Package. Zuletzt abgerufen am 20.11.2015: [http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index_en.htm)

FRITSCH, U.R. UND GREß, H.-W. (2014). Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch des deutschen Strommix im Jahr 2013. *Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH*, Darmstadt.

HAUSLADEN, G. UND HAMACHER, T. (2011). Leitfaden Energienutzungsplan. *Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern*, München.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014a). Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO<sub>2</sub> BW: Aktualisierte Angaben zum Strommix Deutschland.

- INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014b). Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Gebrauchsanweisung.
- INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GMBH (IWU) (2005). Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze. Darmstadt.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014). Climate Change 2014 – 5<sup>th</sup> Assessment Synthesis Report, Approved Summary for Policymakers.
- LAND BADEN-WÜRTTEMBERG (2014). Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK): Beschlussfassung vom 15. Juli 2014.
- LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2015). Datenbankabruf:
- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG).
  - Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlusdaten, 7913 Freiburg i.Br. NO (Kappel)
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2011). Windatlas Baden-Württemberg.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2012). Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS).
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015a). Energiewende – 50-80-90. Zuletzt abgerufen am 20.11.2015. <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/startseite>
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015b). Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung Baden-Württemberg.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (UMVBW) (2011). Klimaschutzkonzept 2020 PLUS Baden-Württemberg.
- NITSCHKE, U. (2007). Auf neuen Wegen in die Zukunft. In W. Witzel, & D. Seifried, Das Solarbuch: Fakten, Argumente und Strategien für den Klimaschutz. Freiburg: Energieagentur Regio Freiburg.
- ÖKO-INSTITUT E.V. & ENERGIEAGENTUR REGIO FREIBURG GMBH (2011). Freiburg 2050 – Auf dem Weg zur Klimaneutralität – Abschlussbericht.
- RÄUMLICHES INFORMATIONS- UND PLANUNGSSYSTEM (RIPS) DER LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2012). Globaleinstrahlung: Mittlere jährliche Solareinstrahlung.
- UMWELTBUNDESAMT (2012). Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz. Dessau-Roßlau.
- WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2007). Solarfibel: Städtebauliche Maßnahmen, energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen. Stuttgart.

## 10. Glossar

<b>BAFA</b>	Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist eine Bundesoberbehörde mit breit gefächertem Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.
<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk. Ein BHKW ist eine Anlage, die Kraft-Wärme-Kopplungstechnik (KWK) nutzt. Das heißt, dass eine einzige Energieerzeugungsanlage gleichzeitig Strom und Wärme generiert.
<b>BICO2 BW</b>	Das Tool BICO2 BW wurde vom IFEU-Institut im Auftrag des Landes Baden-Württemberg entwickelt. Das Programm nutzt ein landesweit standardisiertes Verfahren für die Erstellung von Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanzen. Die Bilanzierungsmethodik dieser Studie ist daran angelehnt.
<b>BMUB</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
<b>BMWi</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<b>CO<sub>2</sub></b>	Chemische Formel für Kohlendioxid, eine chemischen Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Die Klimarelevanz von CO <sub>2</sub> gilt als Maßstab für andere Gase und chemische Verbindungen, deren Auswirkungen hierfür in CO <sub>2</sub> -Äquivalente umgerechnet werden.
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	Summe der treibhauseffektwirksamen Emissionen, welche die gleiche Wirkung wie die angegebene Menge CO <sub>2</sub> besitzt.
<b>dena</b>	Deutsche Energieagentur
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Das deutsche Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
<b>EEWärmeG</b>	Erneuerbare-Energien-WärmeG des Bundes: Das EEWärmeG ist am 01.01.2009 in Kraft getreten. Es legt fest, dass spätestens im Jahr 2020 14 % der Wärme in Deutschland aus erneuerbaren Energien stammen soll. Es schreibt vor, dass Eigentümer künftiger Gebäude einen Teil ihres Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien decken müssen. Das gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 01.01.2009 eingereicht wurde. Jeder Eigentümer kann selbst entscheiden, welche Energiequelle er nutzen möchte. Alternativ zum Einsatz erneuerbarer

	Energien kann auch ein erhöhter Dämmstandard umgesetzt werden.
<b>EWärmeG Ba-Wü</b>	Erneuerbare-Wärme-Gesetz des Landes Baden-Württemberg: Das EWärmeG verpflichtet Eigentümer von Bestandsgebäuden, erneuerbare Energien einzusetzen, sobald sie ihre Heizungsanlage austauschen. Seit 01.07.2015 müssen bei einem Heizungsanlagenaustausch 15 % der Wärme durch erneuerbare Energien gedeckt oder entsprechende Ersatzmaßnahmen nachgewiesen werden. Das EWärmeG gilt sowohl für Wohn- als auch für Nichtwohngebäude.
<b>Endenergie</b>	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z. B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie und der Primärenergie (s. u.).
<b>Energiebedarf</b>	Der Energiebedarf ist ein berechneter Wert im Gegensatz zum Energieverbrauch, der einen gemessenen Wert darstellt.
<b>Energieverbrauch</b>	Der Energieverbrauch ist eine gemessene Größe (z. B. der am Zähler abgelesene Wert).
<b>EnEV</b>	Energieeinsparverordnung: Gesetzlicher Mindeststandard für den Energiebedarf von Gebäuden im Falle einer Sanierung oder eines Neubaus.
<b>Gebäudetypologie</b>	Bei der Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
<b>GEMIS</b>	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein Werkzeug des Ökoinstituts Darmstadt zur Durchführung von Umwelt- und Kostenanalysen sowie eine Datenbank mit Treibhausgasemissionen bzw. Emissionsfaktoren.
<b>GIS</b>	Geografisches Informationssystem
<b>GWP</b>	Global Warming Potential (GWP) ist eine Maßzahl für den relativen Effekt einer chemischen Verbindung zum Treibhauseffekt. Das GWP gibt an, wie viel eine festgelegte Masse eines Treibhausgases zur globalen Erwärmung beiträgt.
<b>ha</b>	Hektar. Ein Hektar ist das Flächenmaß für 10.000 m <sup>2</sup> .
<b>IFEU</b>	Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change, im Deutschen als Weltklimarat bezeichnet
<b>ISONG-BW</b>	Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) für

	Baden-Württemberg
<b>IWU</b>	Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt
<b>KfW</b>	Kreditanstalt für Wiederaufbau. Förderbank (siehe <a href="http://www.kfw.de">www.kfw.de</a> ).
<b>kW</b>	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaikanlagen gemessen wird.
<b>kWh</b>	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln benötigt man etwa 1 kWh Strom.
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung: Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Energieerzeugung.
<b>KWKG</b>	Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) ist am 1. April 2002 in Kraft getreten. Im Mai 2012 wurde eine Novellierung des KWKG beschlossen. Kernpunkte der Novelle sind die Förderung von KWK-Anlagen.
<b>LED</b>	Eine Leuchtdiode (LED) ist ein lichtemittierendes Halbleiter-Bauelement.
<b>LGRB</b>	Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg.
<b>LUBW</b>	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg
<b>MW</b>	Megawatt. Ein MW entspricht 1.000 kW (s.o.)
<b>MWh</b>	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
<b>Nutzenergie</b>	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
<b>Primärenergie</b>	Die Primärenergie gibt an, wie viel Energie für die Bereitstellung der End- und Nutzenergie nötig ist. Das Verhältnis von Primärenergie zu Endenergie wird als Primärenergiefaktor ausgedrückt. Für die Bereitstellung von Strom als Endenergie werden verschiedene Primärenergieträger (z. B. Kohle, Gas, Wind etc.) eingesetzt, deren Energiegehalt in Kraftwerken zu elektrischer Energie umgewandelt wird. Dabei entstehen energetische Verluste, so dass aktuell ca. zweimal so viel Primärenergie nötig ist als elektrische Energie verbraucht wird.

<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>RIPS der LUBW</b>	Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW). Schwerpunkt von RIPS ist eine Geodateninfrastruktur.
<b>Solarkataster</b>	Solarkataster sind Karten, die aufzeigen, wo und inwiefern vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
<b>Strommix</b>	Unter Strommix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
<b>trm</b>	Ein Trassenmeter gibt z. B. die Länge einer Nahwärmeleitung an.
<b>ü. NN</b>	Über Normal Null ist die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Null Meter ü. NN. ist gleichbedeutend mit mittlerer Meereshöhe.
<b>VDI 2067</b>	Die Richtlinie VDI 2067 dient der Berechnung und Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von gebäudetechnischen Anlagen auf Basis einer Vollkostenrechnung nach der Annuitätenmethode. Sie ermöglicht den wirtschaftlichen Vergleich unterschiedlicher technischer Anlagen.
<b>Volllaststunden</b>	Summe der Jahresstunden, in denen eine (Heizungs-)Anlage im Volllastbetrieb läuft. Teillastbetrieb geht entsprechend faktorisiert in die Summe ein. Jahresverbrauch (kWh/Jahr) = Anlagenleistung (kW) * Volllaststunden (h/a).
<b>Wärmedurchgangswert</b>	Bezeichnet den mittleren Leitwert der Gebäudehülle für Wärme in W/K.
<b>Wärmekataster</b>	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
<b>WSchV</b>	Wärmeschutzverordnung: Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ begriffen mit ganzheitlichen Planungen.

## 11. Karten

- > Gebäudealter
- > Wärmekataster
- > Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung
- > Solarkataster
- > Geothermiekataster
- > Karten zur Anschlussbereitschaft

Vergrößerte Ausdrücke der wichtigsten Karten befinden sich auf der beiliegenden CD, die auch eine digitale Version der Studie enthält sowie die Arbeitsdokumente (acht Typgebäudesteckbriefe, acht Maßnahmensteckbriefe).

---

**Diese Studie wurde erstellt durch**

---

badenova AG & Co. KG  
Tullastraße 61  
79108 Freiburg

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

**Ihr Kontakt**

Dr. Susanne Baumgartner (Projektleiterin)	Susanne Hettich
Susanne.baumgartner@badenova.de	Susanne.hettich@badenova.de
Telefon: 0761 279-2915	Telefon: 0761 279-1102