

7. Methodik

7.1 Erhebung der erneuerbaren Energiepotenziale

7.1.1 Solarkataster

Um das Ausbaupotenzial im Bereich der Solarenergie genauer abzuschätzen, wurde anhand von Luftbildern das Dach- bzw. Solarflächenpotenzial aller Bestandsgebäude erfasst 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. Diese wurde anhand der zur Verfügung gestellten CityGML-Daten berechnet. Für kleine Dachgauben wurde die Neigung des Hauptdaches übernommen. In der Berechnung der Nettoflächen ist allerdings grundsätzlich ein Flächenabschlag von 15% gegenüber der tatsächlich gemessenen Fläche enthalten. Dadurch sind mögliche, planungstechnische Unwägbarkeiten bereits einbezogen. Ebenso sind sämtliche Dachaufbauten wie Fenster, Gauben (kleiner als 5 m²), Schornsteine etc. berücksichtigt worden und fließen nicht in die Nettofläche mit ein.
- > Flachdächer wurden gesondert betrachtet, da in einem solchen Fall i.d.R. eine Aufständigung der Module notwendig würde und zur Vermeidung von Abschattungseffekten lediglich etwa 40% der Dachfläche wirtschaftlich nutzbar wären.
- > Vorhandene, also bereits installierte Anlagen, wurden nicht erneut als verfügbare Fläche angerechnet und fließen folglich nicht in die Erhebung mit ein.
- > Trotz vorhandener Werte aus dem Globalstrahlungsatlas der LUBW wurde für Offenburg die einfallende Globalstrahlung/m² auf Grundlage der CityGML-Daten dachscharf berechnet. Diese Berechnung berücksichtigt die Verschattung von Gebäuden durch benachbarte Gebäude. Mögliche Verschattungsverluste etwa durch große Bäume in direkter Gebäudeumgebung wurden nicht zusätzlich berücksichtigt – im Zweifelsfall muss ohnehin eine Prüfung der Verschattungssituation vor Ort vorgenommen werden.

Für die weitere Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle bisher ungenutzten und von der Ausrichtung geeigneten Dachflächenanteile mit Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen belegt werden können. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen soliden Hinweis auf die Größenordnung des Solarausbaupotenzials.

7.1.2 Bioenergiepotenzial

Bei der Ermittlung des Biomassepotenzials wird größtenteils auf landwirtschaftliche Daten des statistischen Landesamtes zurückgegriffen. Die Daten stammen aus dem Jahr 2010 bzw. teilweise aus 2007, sind aber für diese Zwecke hinreichend genau, da sich die Anbauflächen und Anbaumengen jährlich ändern. Betriebe, bei denen Biomasse im größeren Maßstab anfällt (bspw. Brauereien, Molkereien, größere Lebensmittelhändler, Großbäckereien oder Entsorger biogener Abfälle) wurden telefonisch kontaktiert und die Biomasse mengen abgefragt. Des Weiteren wurde bei der Forstverwaltung des Landratsamts Daten zu den Waldflächen und Einschlag abgefragt.

Orientierend an Abbildung 24, wird die Datenerfassung in folgende Unterpunkte gegliedert:

- Ackerfruchtanbau
- Viehhaltung
- Rest- und Abfallstoffe
- Forstwirtschaft

Daten zum kommunalen Landschaftspflegematerial wurden beim Bauhof erfragt.

7.1.2.1 Ackerfruchtanbau

Betrachtet wurden vor allem Reststoffe, die bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen anfallen. Folgende Ackerfrüchte werden dabei berücksichtigt: Winterweizen, Roggen, Triticale, Wintergerste, Sommergerste, Hafer, Körnermais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Ölfrüchte (hauptsächlich Sonnenblume), Winterraps, Silomais sowie Brachflächen. Bei dem Getreideanbau fällt als verwertbarer Reststoff bspw. Stroh an, welches in einer Biogasanlage als Co-Substrat verwertet werden kann. Eine weitere, gute Biomassequelle stellt der Körnermais dar. Bei der Ernte der Maiskolben verbleibt die restliche Biomasse wie Stängel und Blätter als organischer Dünger auf dem Feld. Bei Silomais und Grünschnitt wird mit einem Mobilisierungsfaktor der Anteil abgeschätzt, der ohne einen anderen Verwertungspfad zu stark zu benachteiligen für eine energetische Nutzung in Frage kommen würde.

Datengrundlage

Die Daten zum Ackerfruchtanbau können vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg unter „Regionaldaten“ abgerufen werden.

Methodik

Anhand der Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg wird das theoretische Reststoffpotenzial berechnet.

$$P_{theo, BM} = A_{BM} \cdot \frac{E_{BM}}{10} \cdot B_{BM} \cdot c_{CH_4} \cdot H_{i, CH_4}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{theo, BM}$	Theoretisches Biogaspotenzial der Biomasse	kWh
A_{BM}	Anbaufläche der Biomasse	ha
E_{BM}	Reststoffertrag der Biomasse	$\frac{dt}{ha}$
B_{BM}	Biogasausbeute der Biomasse	$\frac{Nm^3(Biogas)}{t(Frischmasse)}$
$(E_{BM} \cdot B_{BM} \cdot c_{CH_4})$	Methanhektarertrag (Energieertrag)	$\frac{Nm^3(Methan)}{ha}$
c_{CH_4}	Methankonzentration im Biogas	%
H_{i, CH_4}	Heizwert Methan	$\frac{kWh}{m^3}$
$(c_{CH_4} \cdot H_{i, CH_4})$	Heizwert Biogas	$\frac{kWh}{m^3}$

Um einen Anhaltswert für das technische nutzbare Potenzial zu erhalten, wird das theoretische Potenzial mit einem „Mobilisierungsfaktor“ M multipliziert. Der Mobilisierungsfaktor wurde der Studie „Klimaschutzkonzept 2012 Schwarzwald-Baar-Heuberg“ entnommen und gibt an, welches nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen für die einzelnen Biomasse-Substrate vorhanden ist.

$$P_{nutz., BM} = P_{theo., BM} \cdot M$$

Bezeichnung	Mobilisierungsfaktor
Gras/Silo-/Energienmais/Sonstiges	0,3
Stroh	0,25

7.1.2.2 Viehhaltung

Hier liegt der Fokus auf den tierischen Exkrementen, die bei der Viehhaltung anfallen. Folgende Tierarten werden dabei berücksichtigt: Rinder, Milchkühe, Schweine, Zuchtsauen, Schafe, Pferde, Ziegen und Hühner. Die tierischen Exkremeente können in einer Biogasanlage verwertet werden und anschließend als organischer Dünger ausgebracht werden.

Datengrundlage

Die Daten zur Viehhaltung können vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg unter „Regionaldaten“ abgerufen werden.

Methodik

Anhand der Daten des Statistischen Landesamtes BW wird das theoretische Biogaspotenzial aus Gülle und Festmist berechnet.

$$P_{theo.,Tier} = A_{Tier} \cdot G_{Tier} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{m^3} \cdot \frac{365 \text{ d}}{a} \cdot \frac{TS}{100} \cdot \frac{oTS}{100} \cdot B_{Gas} \cdot c_{CH_4} \cdot H_{i,CH_4}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{theo.,Tier}$	Theoretisches Biogaspotenzial der Gülle/Mist	kWh
A_{Tier}	Tieranzahl	Stück
G_{Tier}	Gülle-/Mistanfall pro Tier	$\frac{m^3}{Tag \cdot Tier}$
TS	Trockensubstanzgehalt der Exkreme	%
oTS	Organischer Anteil der Trockensubstanz	%
B_{Gas}	Biogasertrag	$\frac{Nm^3}{kg \ oTS}$
$(c_{CH_4} \cdot H_{i,CH_4})$	Heizwert Biogas	$\frac{kWh}{Nm^3}$

Details zum Mobilisierungsfaktor siehe Punkt 2.1.2.

$$P_{nutzb.,Tier} = P_{theo.,Tier} \cdot M$$

Bezeichnung	Mobilisierungsfaktor
Gülle, Wirtschaftsdünger	0,5

7.1.2.3 Rest- und Abfallstoffe

Die organischen kommunalen sowie gewerblichen Reststoffe werden in diesem Kapitel behandelt. Dazu zählen bspw. organische Abfälle (von): kommunale Bioabfälle (Bio- tonne), Brauereien, Großbäckereien, Molkereien, Ölmühlen, Kantinen, Mensen, Klär- anlagen, Sägewerken und Möbelfabriken.

Datengrundlage

Die Daten der kommunalen Bio- und Grünabfälle können vom Statistischen Landesamt BW bezogen werden. Die Angaben zu gewerblichen Reststoffen wurden telefonisch bei den Unternehmen abgefragt.

Methodik

$$P_{theo,RS} = M_{RS} \cdot B_{RS} \cdot c_{CH_4} \cdot H_{i,CH_4}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{theo,RS}$	Theoretisches Biogaspotenzial der Reststoffe	kWh
M_{RS}	Menge der Reststoffe	t (Frischmasse)
B_{RS}	Biogasausbeute der Biomasse	$\frac{Nm^3(Biogas)}{t(Frischmasse)}$
c_{CH_4}	Methankonzentration im Biogas	%
H_{i,CH_4}	Heizwert Methan	$\frac{kWh}{Nm^3}$
$(c_{CH_4} \cdot H_{i,CH_4})$	Heizwert Biogas	$\frac{kWh}{Nm^3}$

Der Mobilisierungsfaktor bei den gewerblichen Abfällen ist 0,8.

7.1.2.4 Forstwirtschaft

Zur Bestimmung des forstwirtschaftlichen Potenzials werden zunächst die Flächen von vorhandenem Gemeinde-/Stadtwald, Privatwald und Staatswald sowie der Anteil von Laub- und Nadelwald sowie Mischwald und deren Einschlagsmenge abgefragt. Anschließend werden der Zuwachs sowie der Einschlag an Holz auf den jeweiligen Waldflächen (Gemeinde-/Stadtwald, Privatwald, Staatswald) nachgefragt. Es wird wiederum in eine energetische Nutzung (Hackschnitzel und Brennholz), industrielle Nutzung (Stammholz) und potenziell (unverwertetes) Waldrestholz (Schlagabraum, Derbholz, etc.) unterschieden.

Datengrundlage

Die Daten wurden beim Amt für Forstwirtschaft, Landratsamt abgefragt.

Methodik

$$P_{Holz} = A_{Holz} \cdot U_{Holz} \cdot E_{Holz}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
P_{Holz}	Energieinhalt der Biomasse	kWh
A_{Holz}	Einschlagsmenge der Biomasse	fm
U_{Holz}	Spezifischer Umrechnungsfaktor	$\frac{srm}{fm}$
E_{Holz}	Spezifischer Energieinhalt der Biomasse	$\frac{kWh}{srm}$

7.1.3 Geothermiepotenzial

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

Folgende, vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Tabelle 20 – Vorgegebene Untergrundparameter

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2°C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	3,0 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m ³ K

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Die maximale Länge der Sonde wird in Offenburg mit 150 m angesetzt. 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 mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in Tabelle 21 gelistet:

Tabelle 21 – Vorgegebene Sonderparameter

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	150 m - 99 m
Sondentyp	DN40, 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	6,71 / 8,91 / 12,51 (150 m) 6,29 / 8,19 / 11,19 (99 m)
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 22 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS (2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Tabelle 22 – Berechnete spez. Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	48,2 / 44,3 / 39,2 (150 m) 47,0 / 43,6 / 39,3 (99 m) 32,3 / 30,0 / 27,0 (99 m Wasser als Sole)
Soleeintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0^{\circ}\text{C}$ im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	≤ 16 K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,9$ K im eingeschwungenen Zustand

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 23 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Tabelle 23 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

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

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Edwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch kann eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) und der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 24).

Tabelle 24 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

Parameter für Sondenbelegungsichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 6 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot VA_{\text{Gebäude}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit 1, 2 oder bis zu 4 Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

7.2 Erstellung der Energiebilanz mit BICO2 BW

Für die Energiebilanzierung wurde BICO2 BW Version 1.5.3 genutzt. Diese Version ist für das Bilanzjahr 2010 ausgelegt. Da aus der Erhebung in Offenburg vorwiegend Daten aus dem Jahr 2011 vorhanden waren, wurden diese Daten verwendet und somit eine Bilanz für das Jahr 2011 erstellt.

Die Analysen und Ergebnisse der Energiebilanz sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Kommune eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. Nahrungsmittel oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.

7.2.1 Methodik für die Bilanzierung von Strom

Im Fall des Stromverbrauchs basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert und abgerechnet wird.

7.2.2 Methodik für die Bilanzierung von Wärme

Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBW (2014) zum Energieverbrauch kleiner und mittlere Feuerungsanlagen herangezogen. Zusätzlich wurden von den Kaminfegermeistern der Stadt genauere Auflistungen der installierten Leistungen zur Verfügung gestellt, die allerdings keinen Rückschluss auf einzelne Feuerungsanlagen zulässt.

- > Im Fall der Wärme werden Endenergie und Nutzenergie unterscheiden. 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 bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie, während die Ergebnisse der Energiebilanz auf der Endenergie basieren.
- > Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Stadtverwaltung zugestellten Fragebogen haben über 60 Unternehmen geantwortet.
- > Der Bestand an Solarthermie-Anlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Der Bestand an Wärmepumpen wurde aus der Datenbank „Wärmepumpenatlas.de“ ermittelt. Diese Datenbanken erfassen Anlagen, die durch das bundesweite Marktanzreizprogramm gefördert worden sind.

- > Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften wurden von Stadt-, Land- und Kreisverwaltungen zur Verfügung gestellt.
- > LUBW Daten zu Anlagen, die nach der 11. BimSchV aus dem Jahr 2008 genehmigt wurden, fortgeschrieben für das Jahr 2012, wurden nicht eingetragen (Tabellenblatt „Eingabe_LUBW“), da die darin beschriebene Verteilung der Energieverbräuche für den Sektor Industrie nicht plausibel war.
- > Der Nah- und Fernwärmeverbrauch entspricht der gesamten Wärmeerzeugung der Anlagen, die im Tabellenblatt „Eingabe_Erzeugung“ aufgeführt sind. Als Nahwärme im Sektor Private Haushalte wurde die gesamte Wärmeerzeugung des Heizkraftwerks Kreuzschlag sowie 50% der Wärmeerzeugung der sonstigen KWK Anlagen der Stadt angesetzt da hier keine genauen Angaben zur Aufteilung dieser Anlagen auf die Sektoren vorhanden sind. Dem Sektor GHD wurde ebenfalls 50% der Erzeugten Wärme der sonstigen KWK-Anlagen zugeordnet. Dazu kommen der Wärmeverbrauch des Paul-Gerhard-Werks und ein Teil der Wärme aus dem Burda HKW Süd. Die verbleibende Wärmeerzeugung der Burda HKW Süd wurde dem Sektor Industrie zugeordnet, da hier von einer Eigenversorgung ausgegangen wird.
- > Die Schornsteinfegerdaten wurden im 4. Quartal 2013 und 1. Quartal 2014 erhoben und können somit leichte Abweichungen zum Zustand im Jahr 2011 enthalten. Genaue Angaben zu den Kessel bzw. Brennertypen (z.B. mit oder ohne Gebläse) waren nicht vorhanden. Dies hat allerdings keine Auswirkung auf die Berechnung der Energieverbräuche dieser Anlagen. Die Angaben zu den installierten Solarthermie-Anlagen bilden den Zustand im Jahr 2014 ab.
- > Der Flüssiggasverbrauch wurde anhand der Gesamtleistung der Flüssiggasheizanlagen (Quelle Kaminfegerstatistik) und einer Volllaststundenzahl von 950 berechnet und in dem Blatt „Eingabe_manuell“ eingetragen.

7.2.3 Methodik für die Bilanzierung des Verkehrs

- > Die Daten des Statistischen Landesamtes wurden mit unterschiedlichen Methoden erhoben. Während für Bundesautobahnen oder Bundesstraßen die Personenkilometer, die auf eine Stadt entfallen, aus den gesamten im Bundesland gefahrenen Kilometern auf die Stadt umgelegt wurden (mit Hilfe der Streckenlänge, der Straßen- und der Einwohnerzahlen der Stadt), wurde die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Stadtstraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.
- > Genaue Daten zu den Betriebsleistungen von ÖPNV und Schienenpersonennahverkehr sowie den Energieverbrauch im Schienenpersonenfern- und Schienengüterverkehr standen nicht zur Verfügung. Somit konnte der Schienenverkehr in der Energiebilanz nicht erfasst werden.

7.2.4 Weitere Annahmen und Eingaben

- > Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürger der

Gemeinde durch Fahrten in die nächste Stadt Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Gemeindegrenzen hinausgehen.

- > Die Analysen und Ergebnisse der Energiebilanz sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Gemeinde eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- > Bei der Eingabe der Daten zu Erzeugungsanlagen waren nicht alle benötigten Daten vorhanden. Im Zweifelsfall wurde von durchschnittlichen Wirkungsgrade der Anlagen ausgegangen, um auf die fehlenden Angaben zu schließen ($n_{el} = 38\%$, $n_{th} = 50\%$).
- > Die Verbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden im Tabellenblatt „Eingabe_Kommune“ erfasst. Die Verbrauchsdaten der Kreis- und Landesliegenschaften wurden zunächst im Sektor GHDI erfasst und erst bei der anschließenden Auswertung wieder aus diesem Sektor rausgerechnet. Der Biomassenverbrauch für den Sektor GHDI auf dem Tabellenblatt „Eingabe_manuell“ entspricht dem Holzverbrauch der Kreis- und Landesliegenschaften, da der Biomasseverbrauch, der für den Sektor anhand der Statistik des Tools ermittelt wurde, geringer war, als der Verbrauch dieser Liegenschaften.
- > Zwar gibt es in der Stadt Offenburg zwei Betriebe, die dem Emissionshandel unterliegen, jedoch konnten keine genauen Angaben zu deren Verbrauch im Tabellenblatt „Eingabe_Großverbraucher“ gemacht werden. Dies hat keine direkte Auswirkung auf die Ergebnisse der Energiebilanz, sondern ist für zusätzliche Auswertungen, die der Systematik des Convent of the Mayors entsprechen, notwendig.
- > Der Verbrauch an erneuerbaren Energien und sonstigen fossilen Energieträger wurden für den Sektor Industrie auf 0 gesetzt, da keine Betriebe mit entsprechenden Verbräuche bekannt sind (Tabellen Blatt „Kontrolle“). Der Kohleverbrauch durch den Sektor Industrie wurde um 60% des statistisch ermittelten Werts gesenkt, was laut LUBW-Daten dem Kohleverbrauch von nach 11. BimSchV (2012) genehmigten Anlagen ungefähr entspricht. Weitere Betriebe, die Kohle verwenden, sind nicht bekannt.

Grundlegend wird die Datengüte wie folgt eingeschätzt (Angaben gemäß BICO2 BW):

Tabelle 25 – Bewertung der Datengüte der Energiebilanz der Stadt Offenburg

Sektor	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	71%	Relativ belastbar
Wirtschaft	51%	Relativ belastbar
Kommunale Liegenschaften	100%	Gut belastbar
Gesamtbilanz	76%	Belastbar

7.3 Erstellung des Wärmekatasters

In diesem Kapitel wurde die Methodik zur Erhebung der Datengrundlage (vgl. Kapitel 7.3.1) und die Berechnung und Erstellung des Wärmekatasters (vgl. Kapitel 0) erläutert. Daran schließt sich in Kapitel 7.4 die Identifikation von Umsetzungsempfehlungen im Stadtgebiet an.

7.3.1 Erhebung der Datengrundlage

Das umfangreiche Wärmekataster wurde aus unterschiedlichen Datenquellen zusammengetragen. Diese werden im Folgenden beschrieben.

7.3.1.1 Erhebung der Daten vor Ort (Ortsbegehung)

Gebäudealter, Gebäudetyp, nutzbare Stockwerkszahl und die Lage des Gebäudes in der Siedlungsstruktur wurden durch eine Vor-Ort-Begehung erhoben. In diesem Zuge wurden auch die offensichtliche Nutzung und die sichtbaren Sanierungsmaßnahmen (z.B. neue Fenster oder Außenwanddämmung) aufgenommen. Die Ortsbegehung fand im 1. Halbjahr 2014 statt und repräsentiert die Erfassung von über 11.000 Einzelgebäuden in Offenburg und den Ortschaften.

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Offenburg und den Ortschaften wurde die „Gebäudetypologie für Deutschland“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2005) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energiebedarfe sowie der Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands. Die genauere Katalogisierung wird unten näher beschrieben (vgl. Kapitel 0).

Zur durchschnittlichen Einsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) liegen Kennwerte vor (Hausladen und Hamacher, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes bestimmt, als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen identifiziert werden. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hausladen und Hamacher, 2011).

Die Vor-Ort-Erhebung gibt eine relativ gute Schätzung der Wärmeverbräuche wieder. Zudem wird darüber eine gebäudescharfe Darstellung ermöglicht, da über die verwendete Kategorisierung der Datensatz der Haushalte gewährleistet bleibt.



Abbildung 135 – Vor-Ort-Begehung durch badenova-Mitarbeiter

7.3.1.2 Erhebung von Daten durch Fragebögen und Interviews

Eine genauere Darstellung als die kategorisierte Erfassung durch die Vor-Ort-Erhebung ist nur durch eine freiwillige Übermittlung der Gebäude- und Verbrauchsdaten durch

Besitzer oder Bewohner möglich. Daher wurden sowohl die öffentlichen Gebäude (von Stadt, Landkreis und Bund) sowie die Gebäude der Wohnungsgesellschaften über Fragebogen erfasst. Die Datenqualität war sehr unterschiedlich und musste angeglichen werden. Die so erhobenen Werte flossen als verlässliche Werte in die Auswertung ein. Der Zeitpunkt der Datenerhebung ist uns meist nicht bekannt. Die Datenübermittlung fand jedoch im 1. bis 3. Quartal 2014 statt. Energierelevante Daten stammen meist aus den Jahren 2010 bis 2012.

Auch die GHDI-Unternehmen wurden Anfang 2014 über Fragebögen zu ihren Energieverbräuchen befragt.

7.3.1.3 Nutzung der Daten der Schornsteinfeger

Für die Auswertungen zu den vorhandenen Heizanlagen wurden die zuständigen Schornsteinfeger angeschrieben. Die Daten wurden im 4. Quartal 2013 und 1. Quartal 2014 übermittelt. Aus den Daten gehen das Anlagenalter, die Leistung sowie der Energieträger hervor. Diese Daten konnten statistisch ausgewertet werden. Daten für eine gebäudescharfe Darstellung liegen uns nicht vor, dies wäre aus datenschutzrelevanten Gründen auch nicht möglich.

Die Aufteilung der recht grob aufgelösten Schornsteinfegerdaten auf die Untersuchungsgebiete wurde anhand der Anzahl der Gebäude pro Straße (über Straßennamen und -adressen in den Untersuchungsgebieten) vorgenommen.

7.3.1.4 Nutzung von GIS-Daten und Luftbildern

Die Stadt Offenburg stellte die vorhandenen digitalisierten Pläne aus der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) zur Verfügung. In dieser räumlichen Darstellung sind alle Gebäude, Verkehrs- und Grünzüge digital kartiert. Ebenfalls wurden Luftbilder der Stadt zur Verfügung gestellt. Die Daten haben größtenteils einen Datenstand von 2012 und wurden auf Basis der Vor-Ort-Erhebung aktualisiert.

Diese Daten ermöglichen zum einen die Verknüpfung der erhobenen Daten (vgl. Kapitel 7.3.1 ff.) und somit eine grafische Darstellung der qualitativen und quantitativen Erhebung. Zum anderen können auch Werte überprüft und berechnet werden, z.B. die Größe der Gebäude, deren Klassifizierung oder die Grund- und Wohnfläche.

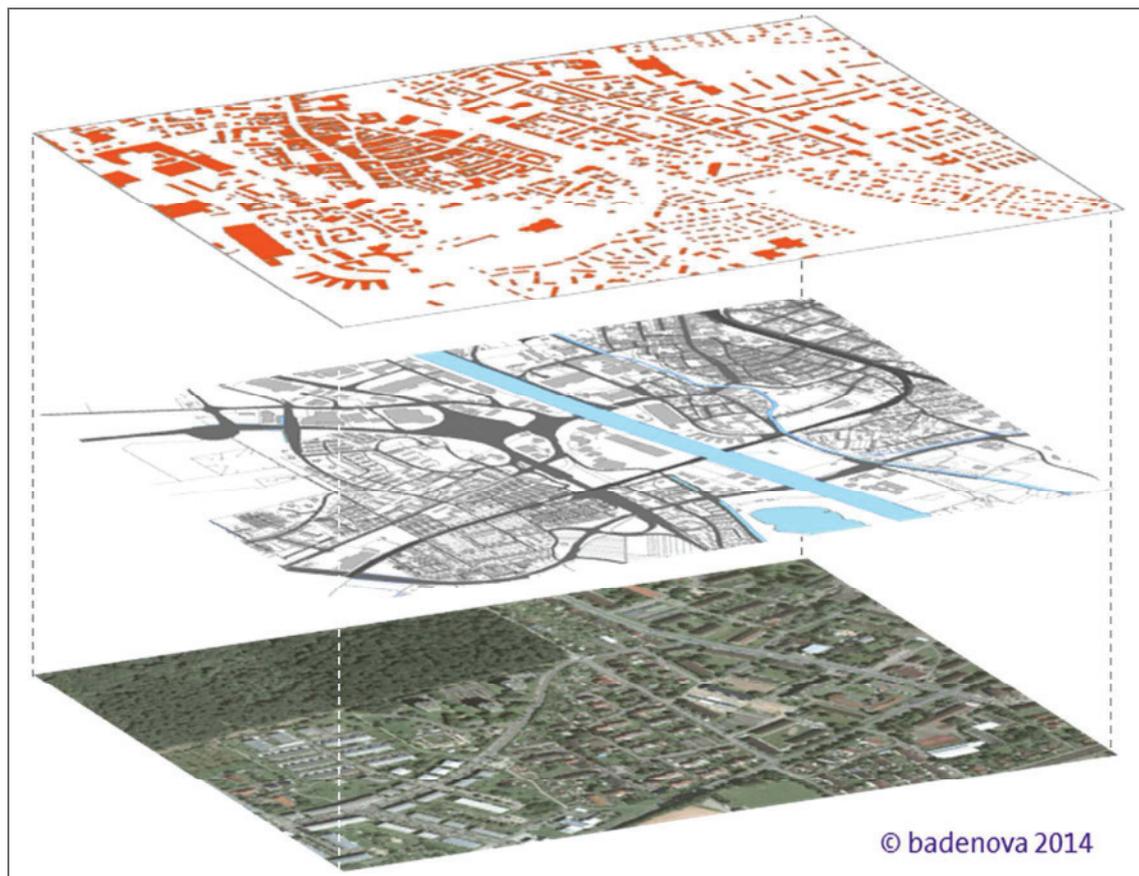


Abbildung 136 – konzeptionelle Darstellung der unterschiedlichen Erhebungsebenen. Gebäudescharfe Erhebung vor Ort und per Fragebogen, Nutzung von digitalen Daten, Abgleich mit Luftbildaufnahmen

7.3.2 Berechnung und Erstellung des Wärmekatasters

7.3.2.1 Gebäudetypologisierung

Anhand der Katasterdaten sowie der Daten der Vor-Ort-Erhebung wurden für alle vor Ort erfassten Gebäude 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.

Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Hierbei geht man davon aus, dass „Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen“ (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudetyp bzw. -größe in Klassen eingeteilt. Die Grenzzahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und 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 bzw. der Gebäudetyp 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 Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen; eine 11te wurde nachträglich hinzugefügt (vgl. Tabelle 26).

Tabelle 26 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

Baualter	Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung	Sanierung
bis 1918	A	Fachwerkbau	häufig schwierig
bis 1918	B	Mauerwerksbau	häufig schwierig
1919 – 1948	C	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg	häufig schwierig
1949 – 1957	D	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik	häufig schwierig
1958 – 1968	E	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur	häufig schwierig
1969 - 1978	F	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise	Gebäudestruktur ermöglicht meist eine Sanierung
1979 – 1983	G	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)	meist für eine Sanierung geeignet
1984 – 1994	H	Inkrafttreten der 2. WSchV	meist für eine Teilsanierung geeignet
1995 – 2001	I	Inkrafttreten der 3. WSchV	Sanierung und Teilsanierung meist nicht wirtschaftlich
Nach 2002	J	Einführung Energieeinsparungsverordnung (EnEV)	-
Nach 2010	K	Verschärfte EnEV und EEWärmeG	-

Bei der Einteilung der Gebäude nach Gebäudearten spielt die Anzahl an Wohneinheiten, die Größe und Form eine Rolle. Es werden folgende Gebäudearten unterschieden: Einfamilien- und Doppelhäuser, Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser/Blockbebauung:

- > 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 grenzenden Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- > kleine Mehrfamilienhäuser haben ca. 3 bis 6 Wohneinheiten
- > große Mehrfamilienhäuser haben meist zwischen 7 und 12 Wohneinheiten und sind deutlich größer als kleine Mehrfamilienhäuser
- > Hochhäuser/Blockbebauungen haben in der Regel mehr als 13 Wohneinheiten und sind als Gebäude mit kleinerer Grundfläche im Verhältnis zum Volumen zu identifizieren.

Das Wärmekataster beruht also auf statistischen Angaben zum jeweiligen Gebäudetyp, nicht auf individuellen Verbrauchsdaten. 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.

7.3.2.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für Wohngebäude und öffentliche Gebäude

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Gebäudealter und Gebäudetyp (vgl. Kapitel 7.3.2.1) und den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, die für jedes Gebäude vor Ort erhoben wurden (vgl. Kapitel 7.3.1).

Die Katalogisierung gemäß Gebäudealter und -typ wurde ausführlich beschrieben. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) aus der Vor-Ort-Begehung vor (Hausladen und Hamacher, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäude (auch mit vorhandenen energetischen Sanierungen) bestimmt, als auch die möglichen Einsparpotenziale durch weitere Sanierungsmaßnahmen identifiziert werden. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hausladen und Hamacher, 2011).

Der ermittelte Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst. 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. Der jährliche Endenergieverbrauch liegt meist unter dem ermittelten Wärmebedarf.

Neben der Erhebung vor Ort wurden sowohl die öffentlichen Gebäude (von Stadt, Landkreis und Bund) sowie die Gebäude der Wohnungsgesellschaften über Fragebogen erfasst. Die Daten wurden in sehr unterschiedlicher Qualität zurück übermittelt.

Zum Teil waren Gebäude und Adressen mit dem Baualter, zum Teil Sanierungsmaßnahmen im Einzelnen sowie die Heizanlagen manchmal sogar mit den Verbrauchsdaten für die Wärmeerzeugung vorhanden. Gab es Daten des Wärmeverbrauchs, so wurden diese anstatt des zuvor ermittelten Wärmebedarfs angesetzt. Verbrauchsdaten sind nach Möglichkeit über drei Jahre gemittelt und witterungs- und flächenbereinigt. Grundlegend wurde bei den öffentlichen Gebäuden der Wärmeverbrauch, bei anderen Wohngebäuden der Wärmebedarf angesetzt. Diese werden in den Karten vereinfacht, also zusammengefasst dargestellt.

Der Wärmebedarf der Gebäude ist aus den Karten des Wärmekatasters zu entnehmen (vgl. Anhang II). Grundlegend gibt es in dieser Studie zwei Darstellungen des Wärmebedarfes:

- a) Den **absoluten Wärmebedarf** pro Gebäude (vgl. Kartenset 1). Hieraus ergeben sich geografische „Hotspots“, Bereiche im Stadtbild die einen hohen absoluten Wärmebedarf haben. Jenseits von Industriebetrieben sind dies zum Beispiel Krankenhäuser oder große Wohngebäude. Ableiten lassen sich aus dieser Darstellung geeignete Areale für eine Nahwärmeversorgung oder für eine dezentrale Versorgung über BHKW oder ähnliches. Bisher ungenutzte Sanierungspotenziale müssen hier ebenfalls berücksichtigt werden.
- b) Der **Wärmebedarf pro qm** Wohnfläche. Hierzu wird der absolute Bedarf mit der nutzbaren Grundfläche und der Stockwerkszahl verrechnet. Aus dieser Darstellung lassen sich die spezifischen Verbräuche (pro qm) mit dem Gebäudealter und dem Sanierungsstand verschneiden. Daraus lassen sich Potenziale für energetische Gebäudesanierungen ableiten.

7.3.2.3 Ermittlung der Sanierung und der Einsparpotenziale bei Wohngebäuden

Mit der Ortsbegehung und den Erhebungen via Fragebögen wurden auch die Sanierungsstände der Gebäude abgefragt. Fenster, Außenwände und Decken konnten so erhoben werden, Kellergeschossdecken nur im Falle von Fragebogenauswertungen.

Das IWU führt je Altersklasse und Gebäudetyp die durchschnittlichen zu erwartenden Einsparungen auf. Diese der Praxis entliehenen Angaben wurden in dieser Studie als Grundlage für Einsparpotenziale angenommen.

Als maximale Sanierung werden diese Erfahrungswerte des IWU angesetzt. Diese sind meist nah an den Vorgaben für energetische Sanierungen die der EnEV 2014 (bezüglich u-Wert) zu entnehmen sind.

7.3.2.4 Ermittlung des Wärmebedarfs für GHDI

Die Energieverbräuche der Gewerbebetriebe (GHDI) wurden über Fragebogen und Einzelinterviews ermittelt. Die Fragebögen wurden direkt von der Stadtverwaltung mit einem Anschreiben der Oberbürgermeisterin an die Betriebe versendet.

Aus den Fragebögen wurde ein Rücklauf von über 30% erreicht (67 aus 203 Betrieben), in manchen Gebieten (IG Elgersweier) sogar bis zu 60%. Damit wurden Betriebe erfasst die für 60% des Gesamtstromverbrauchs im Sektor GHDI stehen. Somit sind die nennenswerten Größen erhoben.

Abgefragt wurden die Parameter:

- > Energieverbrauch
- > Energieeinsatz
- > Energieerzeugung
- > Energie- und Umweltmanagementsysteme
- > Mobilität

Neben den Fragebögen wurden mit einzelnen Betrieben bei Interesse weitere Gespräche geführt. Solche Gespräche fanden unter anderen mit den Firmen TESA, Burda, EDEKA Südwest, der Schwarzwaldmilch und der Kronenbrauerei statt.

Die so erhobenen Daten liegen in sehr unterschiedlicher Detailtiefe vor und mussten zur Darstellung im Wärmekataster vereinheitlicht werden.

- > Die jährlichen Verbräuche unterschiedlicher Energieträger zur Wärmeerzeugung wurden in MWh zusammengefasst.
- > Eine Aufteilung der Energieverbräuche auf mehrere Standorte fand – falls nötig – basierend auf den Angaben zu Produktions- und Verwaltungsfläche pro Standort statt (also flächenbasiert).
- > Angaben zum Abwärmepotenzial wurden nur mit „vorhanden“ und „nicht bekannt“ abgefragt.
- > Dargestellt werden die Energieverbräuche für die thermische Nutzung. Der Anteil einzelner Energieträger wurde aus Gründen des Datenschutzes in dieser Studie nicht grafisch aufgearbeitet.

7.3.2.5 Heizanlagenstatistik

Die Auswertungen der Heizanlagen fand auf Basis der Daten der Schornsteinfeger statt (vgl. Kapitel 7.3.1.3). Detailliertere Angaben zu den Energieträgern wurden in vier Kategorien zusammengefasst (Erdgas, Heizöl, Flüssiggas und Feststoffe). Wo bekannt wurden auch die Angaben zur Nah- und Fernwärmeversorgung aufgenommen.

Die Altersklassen der Anlagen wurden ebenfalls in vier Kategorien gebündelt und in Dekaden dargestellt (bis 10, 10 bis 20, 20 bis 30 und über 30 Jahre).

Die Anzahl und die Leistungsklassen der Anlagen wurden in den statistischen Abfragen als Grundlage für die Auswertungen genommen. Somit gibt es zum einen Auswertungen (z.B. zu den Energieträgern), die auf der Anzahl der Anlagen, zum anderen solche, die auf der Leistung pro Energieträger, beruhen.

Die Daten wurden mit den bekannten Daten der eingebundenen Energieversorgungsunternehmen überschlägig abgeglichen.

7.3.2.6 Datenerhebung und Darstellung

Tabelle 27 bietet eine Übersicht zu den erarbeiteten Inhalten.

Tabelle 27 – Datenerhebung, Datenquellen und Auswertungen für das Wärmekataster in Offenburg

Erhobene Daten	Methode	Ergebnisse und Aussage	Darstellung
Gebäudestruktur (Einfamilienhäuser bis hin zu Hochhäusern)	Ortsbegehung durch Mitarbeiter der badenova, ALK/GIS-Daten der Gemeinde	Gebietscharakter Potenziale Nahwärme	Tabelle & Statistik
Wärmebedarf pro Gebäude und pro Wohnfläche	Ortsbegehung durch Mitarbeiter der badenova, Abgleich typischer Bedarfswerte; Verbrauchswerte - wenn vorhanden - aus Fragebogen, GIS-Daten der Gemeinde	Wärmedichte Gebäudestandard Potenzial für Wärmeversorgungskonzepte und Sanierung	Karte aus GIS, Tabelle & Statistik
Alter der Gebäude	Ortsbegehung durch Mitarbeiter der badenova Bebauungsplan der Stadt	Energieeffizienz, Sanierungspotenziale	Karte aus GIS, Tabelle & Statistik
Sanierungsstand der Gebäude	Ortsbegehung durch Mitarbeiter der badenova Fragebogen an öffentliche Verwaltungen und Wohnungsgesellschaften	Stand der Sanierung der Gebäude Potenziale für Reduktion des Wärmebedarfs und CO ₂ -Ausstoßes Bei Nahwärmeausbau und Heizungssanierung: Reduktion der Nachfrage	Karte aus GIS, Tabelle & Statistik
Besitzstruktur	Fragebogen an öffentliche Verwaltungen und Wohnungsgesellschaften	Ansprechpartner bei Identifikation von energetischen Potenzialen	Karte aus GIS
Art der Wärmeversorgungsstruktur (Energieträger pro Geb.)	Daten der Schornsteinfeger Abgleich mit Daten der Energieversorger	Potenzial zur CO ₂ -Minderung Aussagen zu neuen Versorgungskonzepten	Tabelle & Statistik
Alter der Heizanlagen	Daten der Schornsteinfeger Abgleich mit Daten der Energieversorger	Wahrscheinlichkeit und Zeitfenster für den Austausch alter Heizanlagen	Tabelle & Statistik
Gewerbe: Energiekennzahlen der Betriebe	Fragebogen Unternehmen, Gespräche mit Unternehmen	Verbrauch: Größenordnung Bedarf, Energieträger, Energienutzung	Karte aus GIS, Tabelle & Statistik
Gewerbe: Abwärmepotenzial (falls vorhanden)	Fragebogen an bekannte Gewerbebetriebe Gespräche mit Unternehmen	Voraussetzung für mögliche Konzeptentwicklung zur Nahwärmeversorgung, Effizienzsteigerung	Tabelle & Statistik

7.4 Identifikation von Umsetzungsempfehlungen im Stadtgebiet

Im ersten Schritt der Sondierung von Umsetzungsempfehlungen wurden mehrere potenziell geeignete Plangebiete für die Umsetzung von Maßnahmen ausgewählt. Die benötigte Datengrundlage hierfür wurde aus folgenden Daten hergeleitet:

- > Luftbildanalysen und Analysen des Wärmekatasters zu geeigneten, urbanen Strukturen und Planungsgrenzen, „Hotspots“ und weiteren Parametern,
- > einer Ortsbegehung zum Abgleich der Analysen mit realen örtlichen Gegebenheiten und
- > diverse Gespräche mit Vertretern aus der Stadt, der Wirtschaft, den Energiebetrieben und weiteren „Ortskennern“.

7.4.1 Analyse anhand von Luftbildern und des erstellten Wärmekatasters

Mit Hilfe von gut aufgelösten Luftbildern und den GIS-Daten wurde die Stadtstruktur auf verdichtete Gebiete, homogene Strukturen, Verteilung von Industrie- und Gewerbegebieten, Straßenzüge, öffentliche Einrichtungen und weitere Aspekte untersucht.

Sowohl die Luftbildanalyse als auch die Kenntnis des umfangreichen Wärmekatasters ermöglichte es, ein übergeordnetes Verständnis für urbane Räume zu erhalten. Daraus konnten Erkenntnisse zu Stadtstrukturen (z.B. Stadtteile, räumliche Gliederungen, Fluss-, Bahn- und Schnellstraßenverläufe), zum Gebäudebestand (z.B. Wohndichte und Bauweise), zum Alter und Zustand der Gebäude (z.B. Schätzung der Renovierungszyklen und des Wärmeverbrauchs), zu Straßen und Grünflächen (z.B. Einbindung und Erschließung der Gebäude) abgeleitet werden. Zusätzlich wurden relevante Konstellationen für die zukünftige Wärmegewinnung erkannt, wie z.B. die Lokalisierung von potenziellen, größeren, thermischen Abnehmern und Bereitstellern von thermischer Energie (z.B. über die Nähe von industriellen Gebieten zu Wohngebieten).

Weitere wichtige Informationen aus dem Wärmekataster sind: der Energieträger, die Heizungsalter und -erneuerungszyklen, die leitungsgebundene Infrastruktur und das Leitungsalter sowie die Energiebedarfe und Positionen der Übergabepunkte. Zusätzlich flossen die Daten zum Gebäudealter, zum Sanierungsstand und -potenzial, vorhandene Nahwärmestrukturen und viele Erkenntnisse aus diversen Gesprächen mit ein. Aus den Daten zu den Versorgungsstrukturen, den Flächen- und leitungslängenbezogenen Wärmemengen, den Anteile von Energieträgern und potenziellen Wärmelieferanten für gewählte Areale können Umsetzungsempfehlungen abgeleitet werden. Sanierungsmöglichkeiten konnten mit den bekannten Akteuren abgeglichen und Sanierungskonzepte erstellt werden.

7.4.2 Erstellung Umsetzungsempfehlungen

Die Erkenntnisse zu den gewählten Plangebieten aus oben genannten Quellen wurden zur Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit in einzelne Umsetzungsempfehlungen zusammengetragen. Diese sind nach der Aufteilung der Untersuchungsgebiete gegliedert und benannt (vgl. Kapitel 5.2).