

badenova
Energie. Tag für Tag

Energiepotenzialstudie

Stadt Waldshut-Tiengen

Bericht April 2015



Auftraggeberin: Stadt Waldshut-Tiengen

Erstellt durch: badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg



AutorInnen: Damian Wagner (Projektleiter)
Simone Stöhr-Stojakovic

Freiburg den, 15. April 2015

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	VII
1. AUSGANGSLAGE.....	1
1.1 GLOBAL DENKEN	1
1.2 LOKAL HANDELN.....	1
1.3 KLIMASCHUTZKONZEPT UND ENERGIEPOTENZIALSTUDIE.....	3
1.3.1 <i>Aufbau des Klimaschutzkonzepts</i>	3
1.3.2 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i>	4
1.3.3 <i>Anmerkungen zur angewandten Methodik</i>	4
2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE	6
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	6
2.2 WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	7
2.3 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	11
2.4 NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	12
3. ENERGIENUTZUNG UND CO₂-BILANZ	15
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	15
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i>	15
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i>	18
3.1.3 <i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	20
3.2 WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG	21
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i>	21
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i>	22
3.2.3 <i>Wärmekataster</i>	24
3.2.4 <i>CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	26
3.3 VERKEHR.....	28
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG)	30
3.4.1 <i>Gesamt-Energiebilanz</i>	30
3.4.2 <i>Gesamt-CO₂-Bilanz</i>	33
4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	37
4.1 SOLARENERGIE	37
4.1.1 <i>Hintergrund</i>	37
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i>	37
4.2 ENERGIE AUS BIOMASSE.....	40
4.2.1 <i>Hintergrund</i>	40
4.2.2 <i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen</i>	41

4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i>	42
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i>	43
4.2.5	<i>Gesamt-Erzeugungspotenzial Biogas</i>	43
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i>	44
4.3	WINDKRAFT	44
4.3.1	<i>Potenzielle Standorte „Indlekofen“ und „Aichen/Berghaus/Homberg“</i>	44
4.3.2	<i>Windhöufigkeit</i>	45
4.3.3	<i>Windkraftpotenzial</i>	47
4.4	WASSERKRAFT	48
4.5	GEOTHERMIE	49
4.5.1	<i>Hintergrund</i>	49
4.5.2	<i>Oberflächennahe Geothermie</i>	49
4.5.3	<i>Geothermiepotenzial</i>	50
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN WALDSHUT-TIENGEN	53
5.	KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER	55
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN	55
5.1.1	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung: Fokus auf Sonne, Wind auf „Standby“</i>	55
5.1.2	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs</i>	56
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	58
5.2.1	<i>Modernisierung der Straßenbeleuchtung</i>	58
5.2.2	<i>Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch</i>	59
5.2.3	<i>Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen</i>	60
5.3	ENERGIEEINSPARUNG	62
5.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i>	62
5.3.2	<i>Sanierungs- und Quartierskonzepte</i>	64
6.	AUSBLICK	65
7.	LITERATURVERZEICHNIS	67
8.	GLOSSAR	69
9.	METHODIK	72
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG	72
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER	73
9.3	CO₂-BILANZIERUNG DES STROMVERBRAUCHS	73
9.4	STROMEINSPEISUNG	74
9.5	CO₂-BILANZIERUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS UND DES VERKEHRS	75
9.6	DATENGÜTE	75
9.7	GEOTHERMIEPOTENZIAL	76
10.	KARTENMATERIAL	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept	3
Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (OpenStreetMap (and) contributors, 2013)	7
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Waldshut-Tiengen	8
Abbildung 4 – Siedlungsstruktur der Ortsteile Waldshut und Eschbach nach Baualter	9
Abbildung 5 – Siedlungsstruktur der Ortsteile Tiengen und Gurtweil nach Baualter	10
Abbildung 6 – Verteilung der Gebäudearten in Waldshut-Tiengen	10
Abbildung 7 – Hauptstraßen, Gasleitungen in Waldshut, Gurtweil und Tiengen	11
Abbildung 8 – Indikatoren zum Flächenverbrauch der Gemeinde Waldshut-Tiengen.....	13
Abbildung 9 – Gesamt-Stromverbrauch in Waldshut-Tiengen nach Sektoren.....	15
Abbildung 10 – Stromverbrauch nach kommunaler Liegenschaft (2012)	16
Abbildung 11 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2010-2012)	17
Abbildung 12 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner	17
Abbildung 13 – Zubau PV-Anlagen und aggregierte Leistung	18
Abbildung 14 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamt-Stromverbrauch im Jahr 2012.....	19
Abbildung 15 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom	19
Abbildung 16 – Vermeidung von CO ₂ -Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strommix	20
Abbildung 17 – Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren.....	21
Abbildung 18 – Gesamt-Wärmeverbrauch nach Energieträger.....	22
Abbildung 19 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger	23
Abbildung 20 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften (2012)	24
Abbildung 21 – Auszug des Wärmekatasters, Stadtteil Tiengen: Absoluter Wärmebedarf.....	25
Abbildung 22 – Auszug des Wärmekatasters, Stadtteil Waldshut: Absoluter Wärmebedarf	26
Abbildung 23 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung	27
Abbildung 24 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtyp	29
Abbildung 25 – Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren.....	30
Abbildung 26 – Gesamt-Energieverbrauch nach Energieträger	31
Abbildung 27 – Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträger	31
Abbildung 28 – Gesamt-Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften im Jahr 2012.....	32
Abbildung 29 – CO ₂ -Emissionen nach Sektoren	33
Abbildung 30 – CO ₂ -Emissionen nach Energieträger	34
Abbildung 31 – CO ₂ -Emissionen nach Sektoren und Energieträger	34
Abbildung 32 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften im Jahr 2012	35
Abbildung 33 – Auszug des Solarkatasters von Waldshut-Tiengen.....	38
Abbildung 34 – Solarpotenziale der Gemeinde Waldshut-Tiengen.....	39
Abbildung 35 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung	40

Abbildung 36 – Energiepotenziale aus Ackerbaupflanzen nach Quelle.....	42
Abbildung 37 – Potenzielle Windstandorte auf der Gemarkung Waldshut-Tiengen	45
Abbildung 38 – Windhöffigkeit am Standort Indlekofen.....	46
Abbildung 39 – Windhöffigkeit am Standort Aichen/Berghaus	46
Abbildung 40 – Windenergiepotenzial von zwei Windkraftanlagen.....	48
Abbildung 41 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	49
Abbildung 42 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes.....	50
Abbildung 43 – Ausschnitt aus dem Geothermiekataster für Waldshut-Tiengen.....	51
Abbildung 44 – Ausschnitt aus dem Geothermiekataster	52
Abbildung 45 – Stromverbrauch und Potenziale Erneuerbaren Energien.....	54
Abbildung 46 – Aktueller Stromverbrauch im Kontext Potenziale für Strom aus Erneuerbaren Energien und der energiepolitischen Ziele des Landes	56
Abbildung 47 – Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der Erneuerbaren Energien z	57
Abbildung 48 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner	58
Abbildung 49 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträger und Baualter	59
Abbildung 50 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch.....	60
Abbildung 51 – Wärmekataster Tiengen: Wärmenetze und Sanierungskonzept.....	61
Abbildung 52 – Wärmenetz „Bauhof“	62
Abbildung 53 – Wärmekataster Waldshut	62
Abbildung 54 – Wärmeverbrauch Wohngebäude sowie Energieeinsparpotenzial.....	63
Abbildung 55 – Potenzielles Sanierungsgebiet Theodor-Heuss-Schule und Liedermatte	64
Abbildung 56 – Ausblick auf die Erstellung eines Klimaschutzkonzepts.....	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Waldshut-Tiengen	7
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2012 von Waldshut-Tiengen	29
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO ₂ -Bilanz (2012)	36
Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	36
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik	38
Tabelle 6 – Quantitative Potenziale zur Abdeckung des Gebäudewärmebedarfs	52
Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie.....	72
Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2012)	74
Tabelle 9 – CO ₂ -Ausstoss und -Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien.....	74
Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter.....	76
Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter	76
Tabelle 12 – Berechnete spez. Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte.....	77
Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	77
Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	78

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den „Status quo“ der Energieinfrastruktur und die Erneuerbare-Energien-Potenziale der Gemeinde Waldshut-Tiengen. Ziel der Studie ist es, Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten, die auf einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der kommunalen Potenziale aufbauen. In Kapitel 1 bis 6 werden die Analysen und Ergebnisse detailliert und anhand von Grafiken und Tabellen erläutert.

Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Jahr 2012 betrug ca. 97.100 MWh. Der Sektor „Wirtschaft“ stellt mit 55 % den größten Anteil. Der Sektor „private Haushalte“ hat einen Anteil von 41 %. Die kommunalen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung haben jeweils einen Anteil von ca. 1 % am Stromverbrauch der Gemeinde Waldshut-Tiengen. 2 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen.
- **Strom aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 11.440 MWh Strom wurden im Jahr 2012 in Waldshut-Tiengen gemeinsam durch eine Wasserkraftanlage, drei Biomasseanlagen und zahlreiche Photovoltaikanlagen produziert. Dies entspricht 12 % des Gesamt-Stromverbrauchs der Gemeinde. Eine gute Vergütung durch das EEG führte auch in Waldshut-Tiengen zum Ausbau der PV-Kapazitäten. Zwischen 2007 und 2012 ist die jährliche Stromproduktion aus PV von rund 1.300 MWh auf 8.100 MWh gestiegen.
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 285.800 MWh Wärme wurden im Jahr 2012 verbraucht. Den höchsten Anteil hat der Sektor „Wirtschaft“ mit 53 %, gefolgt vom Sektor „private Haushalte“ mit 45%. Der Wärmebedarf wird hauptsächlich durch Erdgas gedeckt, welches 73 % des Verbrauchs ausmacht.
- **Wärme aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 12.460 MWh Wärme wurden im Jahr 2012 durch Energieholz bereitgestellt und ca. 1.260 MWh wurden durch solarthermische Anlagen produziert. Somit wurden 5 % des Gesamt-Wärmeverbrauchs durch Erneuerbare Energien gedeckt.

Energie- und CO₂-Bilanz

- **Energie-Bilanz:** Im Jahr 2012 summierte sich der Energieverbrauch der Gemeinde Waldshut-Tiengen auf rund 503.300 MWh.
- **CO₂-Bilanz:** Im Jahr 2012 wurden in Waldshut-Tiengen durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr 162.500 t CO₂ ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl der Einwohner emittiert damit jeder Waldshut-Tiengener Emissionen von 7,2 t CO₂ pro Jahr. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 6,9 t CO₂ im Jahr 2012. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2012 pro Kopf durchschnittlich 6,3 t CO₂ emittiert.

Erfassung Gebäudestruktur

- **Einsparpotenzial:** Rund 76 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- 54 % der Wohngebäude sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m² aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Bei 100 %-iger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude ergäbe sich eine theoretische Einsparung von 43 % des aktuellen Gesamt-Wärmebedarfs.

Erneuerbare Energiepotenziale

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik (PV) sind signifikant. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:
 - Würden alle geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 86.900 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspräche knapp 90 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
 - Setzt man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung ein, könnten bei Verzicht von 5 % des Solarstrompotenzials ca. 15.700 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 81.400 MWh/Jahr bzw. 84 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
- **Windenergie:** Zwar zeigt der Windatlas Baden-Württembergs in Waldshut-Tiengen gute Potenziale für die Nutzung von Windkraft, insbesondere am Standort Aichen/Berghaus. Jedoch hat eine Prüfung ergeben, dass eine Umsetzung unter aktuellen technischen und politischen Voraussetzungen nicht wirtschaftlich möglich ist.
- **Wasserkraft:** Es sind keine wirtschaftlich nutzbaren Ausbaupotenziale für die Wasserkraft vorhanden.
- **Biogas:** Die vorhandenen Reststoffe und tierischen Abfälle sowie die Potenziale aus der Bepflanzung von Brachflächen mit Energiemais, ergeben ein technisches Potenzial von 7.000 MWh Strom. Aus den aktuellen Verwertungspfaden bzw. der Bewirtschaftung der Flächen durch die Landwirte ergeben sich derzeit aber keine zusätzlich nutzbaren Potenziale.
- Ein Großteil des Waldes befindet sich in Privatbesitz. Hieraus könnten sich noch Potenziale zur Nutzung des Holzes als Energieholz ergeben. Diese Po-

tenziale lassen sich auf Grundlage der vorliegenden Daten allerdings nicht ableiten.

- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in Einzelfällen bereits zur Wärmergewinnung genutzt und könnten weiter ausgebaut werden. Für die Nutzung von Wärmepumpen gibt es gute Potenziale.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus Erneuerbaren Energien:** Allein durch die Nutzung der vorhandenen PV-Potenziale könnten knapp 90 % des Strombedarfs gedeckt werden. Zusammen mit den technischen Wind- und Biomassepotenzialen wäre Waldshut-Tiengen bilanziell sogar energieautark. Die Energie- und Klimaziele des Landes für Strom (38% Erneuerbarer-Energien-Anteil bis 2020) könnten damit deutlich übertroffen werden. Wichtiges Handlungsfeld ist der Ausbau der Photovoltaik.
- **Mehr Wärme aus Erneuerbaren Energien:** Durch die Nutzung der Erdwärme- und Solarthermiefähigkeiten könnten rund 19 % des Wärmebedarfs der Stadt gedeckt werden. Damit könnte das Landesziel von 16% Erneuerbarer-Energien-Anteil am Wärmeverbrauch bis 2020 knapp erreicht werden. Wichtiges Handlungsfeld ist die Nutzung der Erdwärme.
- Fortwährende **Umstellung der Straßenbeleuchtung** z.B. auf LED.
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den **Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen:** Viele Gebäude werden noch mit alten, ineffizienten Heizanlagen beheizt. Der Austausch von alten, ineffizienten Heizanlagen kann zu deutlichen Einsparungen führen und ist für Anlagen, die älter als 30 Jahre sind, teilweise gesetzlich vorgeschrieben. Der Austausch bzw. die Justierung ineffizienter Heizungspumpen ist eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme.
- **Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden:** Es gibt gute Potenziale für den Ausbau von Wärmeverbänden insbesondere in potenziellen Sanierungsgebieten. Dazu zählen die Stadtmitte und das Schulzentrum in Tiengen und das Wärmenetz „Bauhof“, sowie die Stadtmitte, das Schulzentrum und die Bahnhofsvorstadt in Waldshut.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Aus dem großen Anteil an Wohngebäuden, die vor 1984 gebaut wurden (76 %), ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial, jedoch ist der Einfluss der Gemeinde in diesem Bereich beschränkt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungspotenziale könnte bis zu 43 % des Wärmebedarfs einsparen.
- **Umsetzung von Sanierungs- und Quartierskonzepten** mit Fokus auf die Stadtmitte Waldshut und die Stadtmitte Tiengen sowie dem Areal „Lieder-
matte“ in Waldshut.

1. Ausgangslage

1.1 Global denken

Entscheidende Entwicklungen der letzten Jahrhunderte, wie die Industrialisierung, der rasante Anstieg des Konsums oder die Zunahme der Mobilität, wurden durch die Erschließung fossiler Ressourcen ermöglicht. Unser Wirtschaftswachstum hängt heute stark von der Verfügbarkeit dieser Energieträger ab. Die Endlichkeit der fossilen Ressourcen, der Abbau in und der Bezug aus politisch instabilen Förderregionen, unkalkulierbare Preisschwankungen und nicht zuletzt die durch die Nutzung hervorgerufenen Umweltverschmutzungen drängen jedoch dazu, nach Alternativen zu suchen.

Ausgangspunkt für die internationale Debatte um die Themen „Energie“ und „Klimawandel“ war die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahre 1992. Seit dem 2001 veröffentlichten Sachstandsbericht des „Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung“ (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) besteht nun wissenschaftlicher Konsens darüber, dass sich das Weltklima durch den Einfluss des Menschen erwärmt. Wesentlicher Treiber des Klimawandels ist der weiterhin steigende Energieverbrauch.

Das Klima steht durch den natürlichen Treibhauseffekt in einem relativ stabilen thermischen Gleichgewicht. Durch die Verbrennung der fossilen Ressourcen wurde in kurzer Zeit eine große Menge zusätzliches Kohlendioxid (CO₂) in die Atmosphäre abgegeben, welches neben den beiden anderen wichtigen Treibhausgasen aus Industrie und Landwirtschaft, Methan (CH₄) und Lachgas (NO₂), den Treibhauseffekt verstärkt und droht, das Klima aus dem Gleichgewicht zu bringen.

Abkommen – wie das Kyoto-Protokoll – versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß dieser Gase festschreiben. Die EU hat sich mit dem Programm 20/20/20 darauf verständigt, bis 2020 den Ausstoß von Treibhausgasen um 20 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, den Einsatz von Erneuerbaren Energien um 20 % zu steigern und die Energieeffizienz um 20 % zu erhöhen. Ziel ist, die Erderwärmung auf 2°C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen (Europäische Kommission, 2011).

1.2 Lokal handeln

Außerhalb Deutschlands gibt es Regionen, die bei fortschreitender Erwärmung des Klimas mit sehr viel stärkeren Belastungen rechnen müssen, als wir in Süddeutschland. Dies liegt zum einen daran, dass sie stärker vom Klimawandel betroffen sind. Zum anderen handelt es sich häufig um ärmere Länder, die nicht über die nötigen Mittel verfügen, die Auswirkungen des Klimawandels abzufedern.

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs (BW) jedoch festgestellt, dass BW innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören wird (UMVBW, 2011).

Da Baden-Württemberg zudem immerhin 0,3 % der weltweiten klimarelevanten Emissionen verursacht, hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf 38 % zu erhöhen. Außerdem soll der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung bis 2020 auf 16 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt.

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ebenfalls ein definiertes Ziel der Landesregierung. So soll die Energieproduktivität im Land bis zum Jahr 2020 im Mittel um jährlich mindestens 2 % gesteigert werden, so dass immer weniger kWh pro Euro Wirtschaftsleistung benötigt werden. Der Primärenergieverbrauch soll bis 2020 um mindestens 20 % gesenkt werden im Vergleich zu 2008. Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung soll bis 2020 auf 20 % steigen (BMWi und BMU, 2010).

Die Erreichung dieser Ziele ist nur unter Einbeziehung der kommunalen und lokalen Akteure möglich. Städte und Gemeinden tragen über die Bürger und die ortsansässigen Unternehmen mit ca. 75 % des Energieverbrauchs in Deutschland erheblich zum Ressourcenverbrauch bei (Nitschke, 2007). Gleichzeitig sind sie aber häufig auch die Antreiber beim Klimaschutz. Dem Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ kommt daher zu Recht große Bedeutung zu.

Für die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Energiesparen, Energieeffizienz und dem Ausbau von Erneuerbaren Energien benötigen die kommunale Verwaltung, die Unternehmen vor Ort und jeder einzelne Bürger umfassende Kenntnisse der „energetischen Situation“ der Gemeinde. Neben ökologischen Aspekten muss dabei auch der ökonomische Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten einer Gemeinde diskutiert werden. Gleichzeitig ist die Einbindung der Bevölkerung in die Entwicklung und Umsetzung eines Klimaschutzkonzepts entscheidend, um eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen zu erreichen.

Im Jahr 2014 hat die Gemeinde Waldshut-Tiengen ein umfangreiches kommunales Klimaschutzkonzept bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten, die auf einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale Erneuerbarer Energien auf dem Gemeindegebiet aufbaut.

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie wurde Anfang 2015 abgeschlossen, und wurde in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde, den Stadtwerken Waldshut-Tiengen GmbH und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort erstellt. In ihr sind die Ergebnisse der CO₂- und Energiebilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen analysiert und zusammengefasst.

1.3 Klimaschutzkonzept und Energiepotenzialstudie

1.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzepts

Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte 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 die Einzelmaßnahmen zu identifizieren, die das beste Verhältnis zwischen CO₂-Einsparung und Kosten erwarten lassen, müssen zunächst die Energieverbräuche und -potenziale in einer Gemeinde analysiert werden.

badenova gliedert vor diesem Hintergrund den Weg zu einem Klimaschutzkonzept in folgende Schritte (vgl. Abbildung 1):

- Modul 1: Erfassung der Energienutzungsstruktur und Erstellung einer Energie- und CO₂-Bilanz
- Modul 2: Abschätzung der Potenziale zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und Aufzeigen von Handlungsfeldern im Bereich Energieeinsparung und -effizienz

Ergebnis von Modul 1 und 2 ist die hier vorliegende Energiepotenzialstudie.

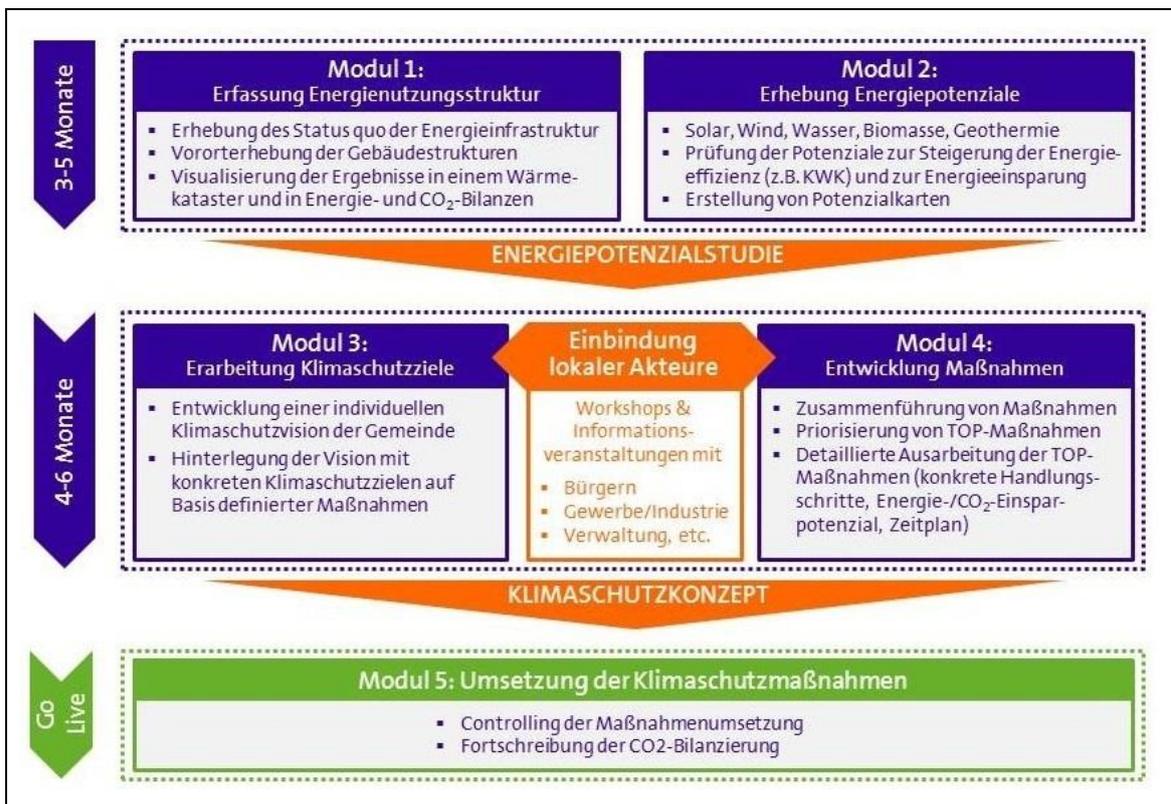


Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

Aufbauend auf der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. Dies wird im Anschluss in Zusammenarbeit mit den Bürgern der Gemeinde Waldshut-Tiengen in folgenden Schritten geschehen:

- Modul 3: Erarbeitung von Klimaschutzzielen
- Modul 4: Entwicklung von Maßnahmen

Mit Modul 3 und 4 ist dann das Klimaschutzkonzept abgeschlossen. Mit Modul 5 bietet badenova im Anschluss die Möglichkeit, den Prozess der Umsetzung der Maßnahmen zu begleiten.

1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Diese Energiepotenzialstudie ist in zehn Kapitel unterteilt. Im *ersten Kapitel* werden die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. *Kapitel 2* stellt zunächst wichtige Strukturdaten der Gemeinde vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Wärmeinfrastruktur in der Gemeinde beschrieben. In *Kapitel 3* werden die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO₂-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO₂-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z.B. Wohngebäude) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Erdöl). *Kapitel 4* untersucht alle Erneuerbare-Energien-Potenziale auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde.

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen werden in *Kapitel 5* wichtige Handlungsfelder für die Gemeinde erörtert. Dabei stehen die Themen Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Nutzung des Erneuerbare-Energien-Potenzials im Fokus. Einen Ausblick für das weitere Vorgehen und die nächsten Schritte in der Gemeinde wird in *Kapitel 6* gegeben. In den *Kapiteln 7 bis 9* können detaillierte Ausführung der methodischen Vorgehensweise, Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in *Kapitel 10* die erstellten Potenzialkarten und eine digitale Version dieser Studie im Berichtsexemplar für den Bürgermeister zu finden.

1.3.3 Anmerkungen zur angewandten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Energiepotenzialstudie 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. von Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Die Energie- und CO₂-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 1.5.3). 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. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- Die nachfolgende CO₂-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhaus-

gase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO₂-Werte synonym für die gesamten Treibhausgas-Emissionen.

- In der CO₂-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).
- 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 bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- 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 (BMW, 2010). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie der badenova 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.
- 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 und CO₂-Emissionen 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.

2. Wichtige Strukturdaten der Gemeinde

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Stadt Waldshut-Tiengen befindet sich im Südwesten Baden-Württembergs an den südlichen Ausläufen des Schwarzwalds in direkter Grenzlage zur Schweiz. Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 78 km². Davon entfallen 3.057 ha auf Waldfläche und 3.409 ha auf landwirtschaftlich genutzte Fläche. Waldshut-Tiengen liegt in 300 bis knapp 700 m ü. NN.

Die Doppelstadt Waldshut-Tiengen ist Kreisstadt und größte Stadt des Landkreises Waldshut. Heute besteht die Stadt aus den Stadtteilen Waldshut und Tiengen sowie den zehn Ortschaften Gurtweil, Aichen-Gutenberg, Breitenfeld, Detzeln, Eschbach, Gaiß-Waldkirch, Indlekofen, Krenkingen, Oberalpfen und Schmitzingen. In Summe leben hier aktuell 22.951 Einwohner (Stand Januar 2014), dies entspricht einer Bevölkerungsdichte von ca. 294 Einwohnern pro km².

Waldshut-Tiengen grenzt im Norden an Weilheim und Ühlingen-Birkendorf, im Osten u.a. an Lauchringen und Wutöschingen und im Westen an Dogern und Albruck. Südlich grenzt die Stadt an den Rhein, der wiederum die Grenze zur Schweiz bildet. Die Weltstädte Basel und Zürich mit internationalen Flughäfen liegen 50 bzw. 60 km entfernt. Durch die von Westen nach Osten verlaufende Bundesstraße B 34 ist eine sehr gute Anbindung an die umliegenden Städte sowie den Bodensee und das französische Elsass gewährleistet. Ein gut ausgebauten öffentliches Verkehrsnetz und zwei Bahnhöfe in Waldshut und Tiengen machen die Stadt zu einem wichtigen Knotenpunkt in der Region. Die direkte Nähe zur Schweiz führt zu hohem Pendlerverkehr und macht die Stadt zu einem attraktiven Einkaufsort für die Schweizer Nachbarn.

Bis in die 1990er Jahre war die chemische Industrie mit dem Lonza-Werk ein bedeutendes wirtschaftliches Standbein von Waldshut-Tiengen. Heute hat die Stadt drei Gewerbegebiete und ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort mit umfangreichem Groß- und Einzelhandel sowie zahlreichen Handwerksunternehmen und Niederlassungen von Autohändlern.

Die leitungsgebundene Energieversorgung in der Gemeinde Waldshut-Tiengen erfolgt zum einen durch den Netzbetreiber bnNETZE GmbH und zum anderen durch die kommunalen Stadtwerke Waldshut-Tiengen GmbH. Während bnNETZE das Erdgasnetz betreibt, versorgen die Stadtwerke Waldshut-Tiengen die Gemeinde mit Strom und Wasser und betreiben die städtischen Wärmenetze. Die zu 100 % in kommunalem Besitz stehenden Stadtwerke sind außerdem für den Unterhalt der Bäder und der Rheinfähre verantwortlich.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten der Gemeinde, welche sowohl für die Bewertung der Energie- und CO₂-Bilanz als auch für die Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen relevant sind. Diese grundlegenden Daten wurden beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (STALA-BW) abgerufen. Das jeweilige Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben.

	Gemeinde	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	22.574	Anzahl	2012
Fläche insgesamt	7.798	ha	2012
Waldfläche	3.057	ha	2012
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	3.049	ha	2012
Wohngebäude	4.313	Anzahl	2012
Wohnungen	11.663	Anzahl	2012
Kraftfahrzeugbestand	15.490	Anzahl	2013

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Waldshut-Tiengen (STALA-BW, 2014)

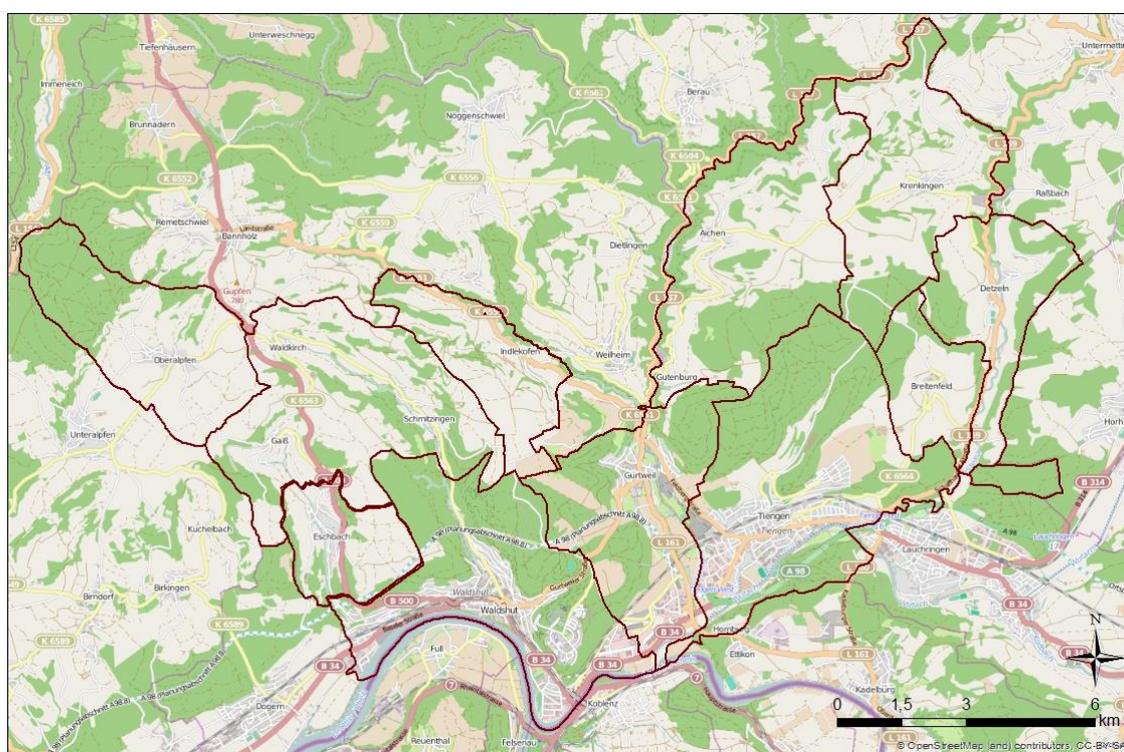


Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (OpenStreetMap (and) contributors, 2013)

2.2 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Waldshut-Tiengen wurde eine Gebäudetypologie für Deutschland 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 ausweisen (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegrößen in Klassen eingeteilt (vgl. Methodik, Kapitel 9). Die Grenzzahre der Baualterklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an sta-

tistischen 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 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).

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.

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude von Waldshut-Tiengen nach Baualter dargestellt. Rund 76 % 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.

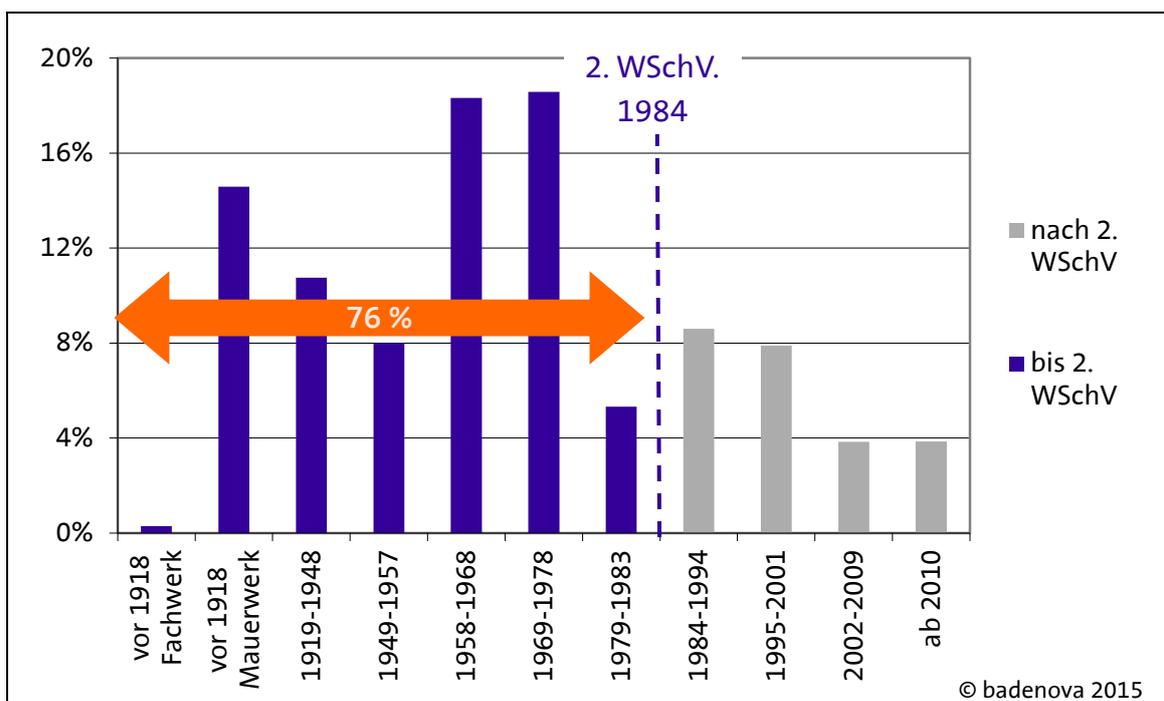


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Waldshut-Tiengen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Waldshut-Tiengen treffen. Hierzu wurden alle Gebäude in Altersklassen eingeteilt und zu Baublöcken zusammengefasst. Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung. In Waldshut-Tiengen befinden sich in den einzelnen Ortschaften mit ihren Ortskernen zahlreiche Gebäude, die noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Deutlich wird, dass besonders in den 1960er und 1970er Jahren neue Wohngebiete erschlossen wur-

den. Im Zentrum beider Stadtteile befinden sich die alten Ortskerne, die sich besonders nach 1949 nach außen erweiterten. Immer wieder sind in der Gemeinde neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung innerhalb der Ortsteile, sodass heute eine gemischte Gebäudestruktur aufzufinden ist. In Abbildung 4 sind exemplarisch die Ortsteile Waldshut und Eschbach dargestellt und in Abbildung 5 die Ortsteile Gurtweil und Tiengen.

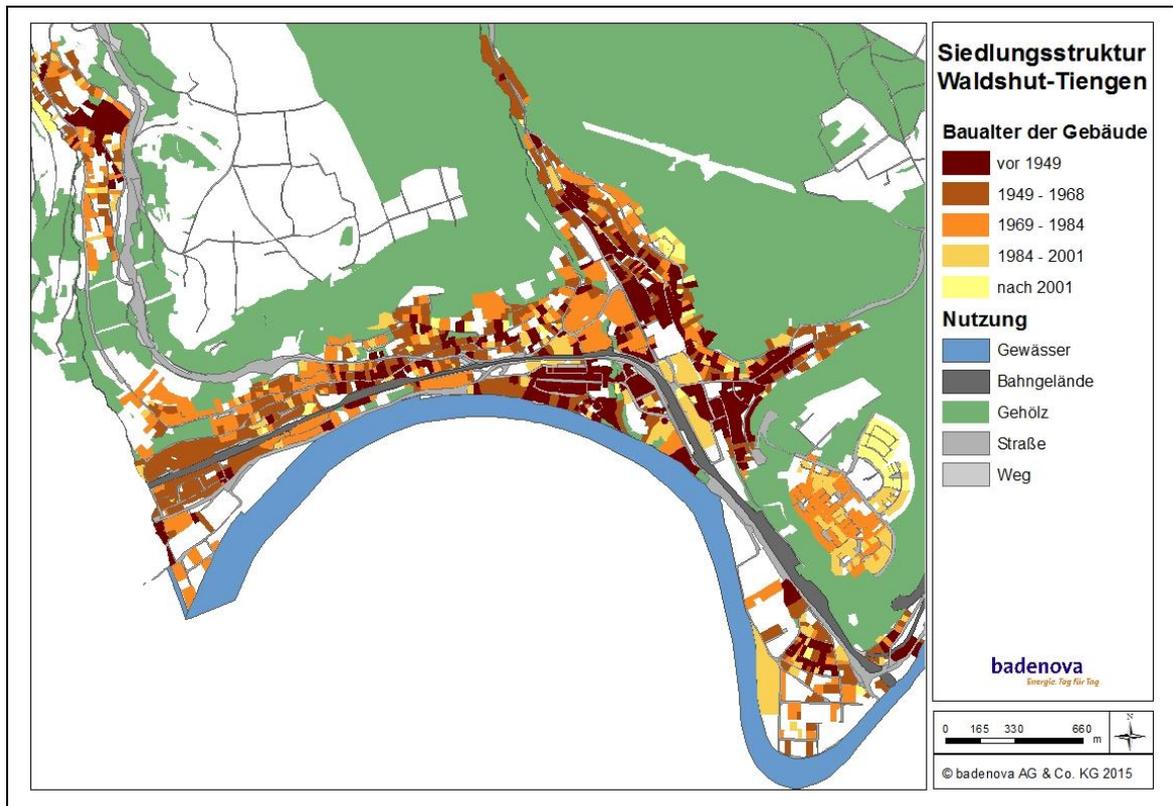


Abbildung 4 – Siedlungsstruktur der Ortsteile Waldshut und Eschbach nach Baualter der Gebäude

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energieverbrauchswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestandes relevant, die wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängig sind. In Waldshut-Tiengen wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m² zwischen vier Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften, Mehrfamilienhaus und Hochhaus unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in Waldshut-Tiengen immerhin 54 % des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 6). 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.

Eine Gebäudeart, die z.B. gut für die Versorgung durch eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geeignet wäre, sind Hochhäuser. Die knapp 30 Hochhäuser in Waldshut-Tiengen machen einen Anteil von 1 % am Gebäudebestand aus. Auch größere Mehrfamilienhäuser wären für effiziente Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen geeignet, diese machen 19 % der Gebäude aus. Diese Zahlen sind im Vergleich mit ländlichen Gemeinden relativ hoch und machen die städtische Siedlungsstruktur der Gemeinde deutlich.

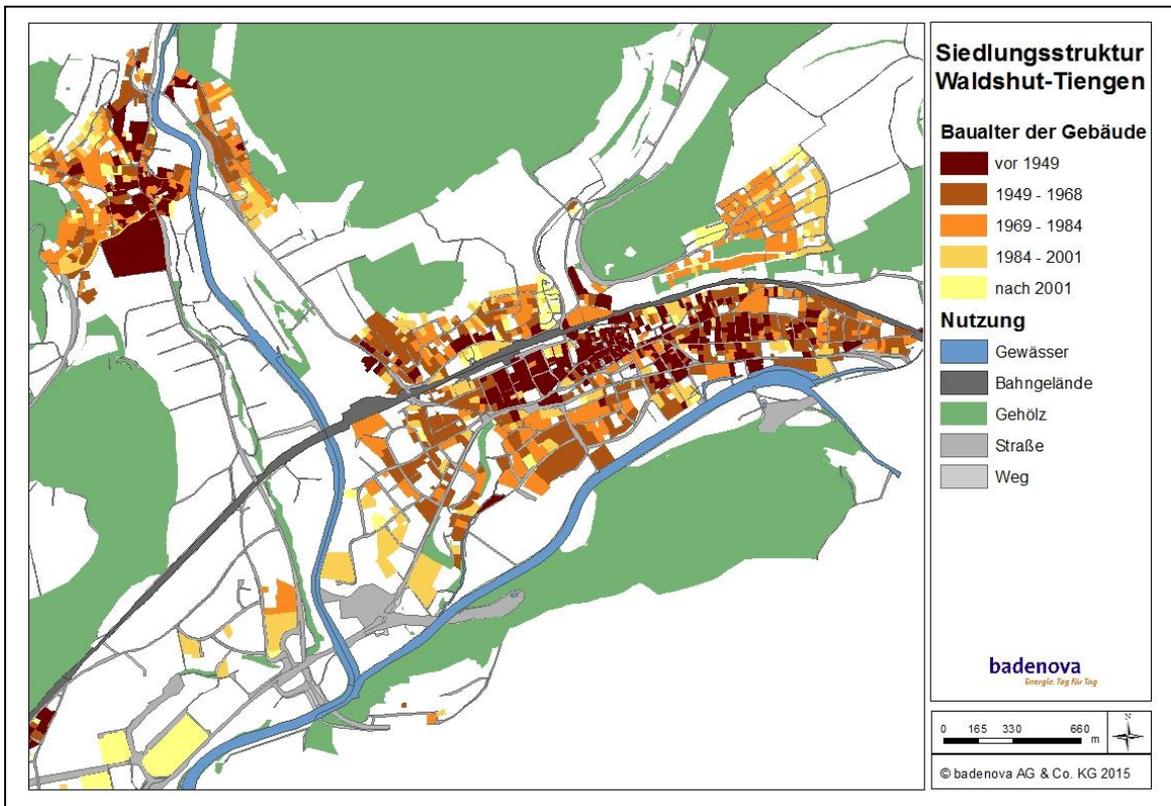


Abbildung 5 – Siedlungsstruktur der Ortsteile Tiengen und Gurtweil nach Baualter der Gebäude

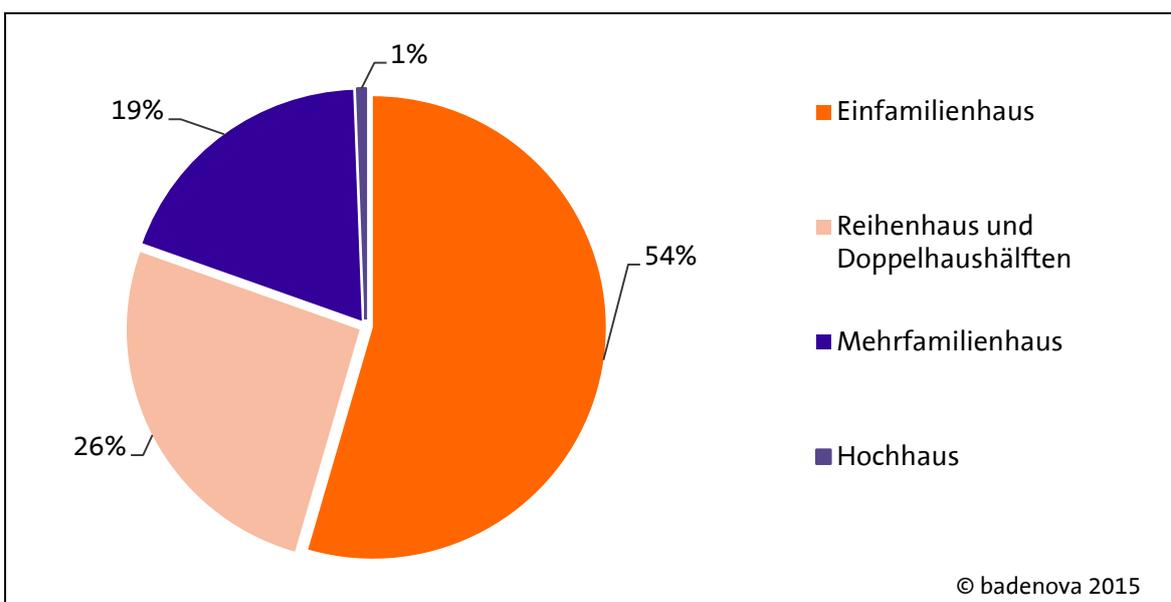


Abbildung 6 – Verteilung der Gebäudearten in Waldshut-Tiengen

2.3 Lokale Wärmeinfrastruktur

Die untenstehende Abbildung 7 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastuktur. Nicht in allen Ortsteilen der Gemeinde ist ein Erdgasnetz vorhanden. Die Wohngebiete in Waldshut, Gurtweil und Tiengen sowie die Gewerbegebiete im Stadtgebiet verfügen über Gasnetze und weisen eine hohe Leitungsdichte aus. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass Erdgas den höchsten Anteil der Energieträger zur Wärmeherzeugung in der Gemeinde hat (vgl. Kapitel 3.2). Die umliegenden Gemeinden verfügen dagegen über keinen Anschluss an das Erdgasnetz.



Abbildung 7 – Hauptstraßen, Gasleitungen (grün/rot) in Waldshut (oben), Gurtweil und Tiengen (unten)

2.4 Nachhaltiges Flächenmanagement

Ein nachhaltiges Flächenmanagement dient einer zukunftsorientierten, wirtschaftlichen und sozial verträglichen Raum- und Siedlungsentwicklung. Die Gemeinde Waldshut-Tiengen kann kraft ihrer Planungshoheit die jetzige und zukünftige bauliche Entwicklung im Rahmen der Bauleitplanung aktiv, bedarfsorientiert und strategisch gestalten. Ziel und Kernaufgabe des nachhaltigen Flächenmanagements ist einerseits die planvolle und effiziente Nutzung der vorhanden kommunalen Ressourcen und andererseits dessen quantitativer und qualitativer Schutz. Dabei gilt es insbesondere, das langfristige Entwicklungspotenzial und die Bodennutzung zu optimieren, indem der Flächenverbrauch reduziert, Bauland bedarfsadäquat bereitgestellt und der Erhalt und die Wiederherstellung der Funktionen von Boden und Freiflächen gewährleistet wird.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) definiert vier Themenfelder, in denen Indikatoren der Flächennutzung erfasst werden können:

- Flächeneinsatz
- Effizienz
- Qualität
- Flächenmanagement

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg ermittelt regelmäßig die Indikatoren zum Flächenverbrauch aller Gemeinden in Baden-Württemberg und betrachtet bei allen vier Indikatoren jeweils den derzeitigen Zustand sowie die Entwicklung der letzten acht Jahre. Jede Gemeinde wird im Vergleich zu strukturell ähnlichen Gemeinden dargestellt. Demnach wird die Gemeinde Waldshut-Tiengen als „ländlicher Raum im engeren Sinn mit einer Einwohnerzahl über 10.000“ definiert.

Abbildung 8 zeigt das Ergebnis dieses Vergleichs in einem Kreisdiagramm. Der Durchschnittswert der Referenzgemeinden ist als graue Fläche dargestellt. Die Werte der Stadt Waldshut-Tiengen sind als blaue Linie eingezeichnet.

Der Indikator Flächeneinsatz (orange) zeigt die Flächeninanspruchnahme der Stadt in Siedlungsfläche pro Einwohner. Hier schneidet Waldshut-Tiengen besser ab als vergleichbare Gemeinden.

Bei der Effizienz der Flächennutzung (gelb) wird die Nutzung und bauliche Dichte von Wohngebieten eingeschätzt. Die Gemeinde Waldshut-Tiengen weist eine höhere absolute und somit effizientere Wohnflächendichte auf als der Durchschnitt.

Die Qualität der Flächennutzung (grün) betrachtet den Anteil von Erholungsflächen in der Gemeinde. Diese sind wichtig, um sowohl ein gesundes und attraktives Umfeld für Einwohner und Unternehmen zu schaffen, als auch um ökologische Belastungen der Siedlungsentwicklung zu mindern. Hier weist die Gemeinde einen etwas niedrigeren Anteil auf als die durchschnittliche Gemeinde. Betrachtet man die Veränderungen seit 2004, wird deutlich, dass der Anteil der Erholungsflächen in Waldshut-Tiengen seither stärker gestiegen ist als im Durchschnitt.

Der „Indikator“ Flächenmanagement betrachtet das Verhältnis von neugebauten Wohn- und Nutzflächen zu den Flächenzuweisungen für Gebäude. Waldshut-Tiengen erreicht etwas niedrigere Werte als der Durchschnitt. Grund dafür kann die Ausweisung neuer Baugebiete sein, in denen einige Bauplätze noch unbebaut sind.

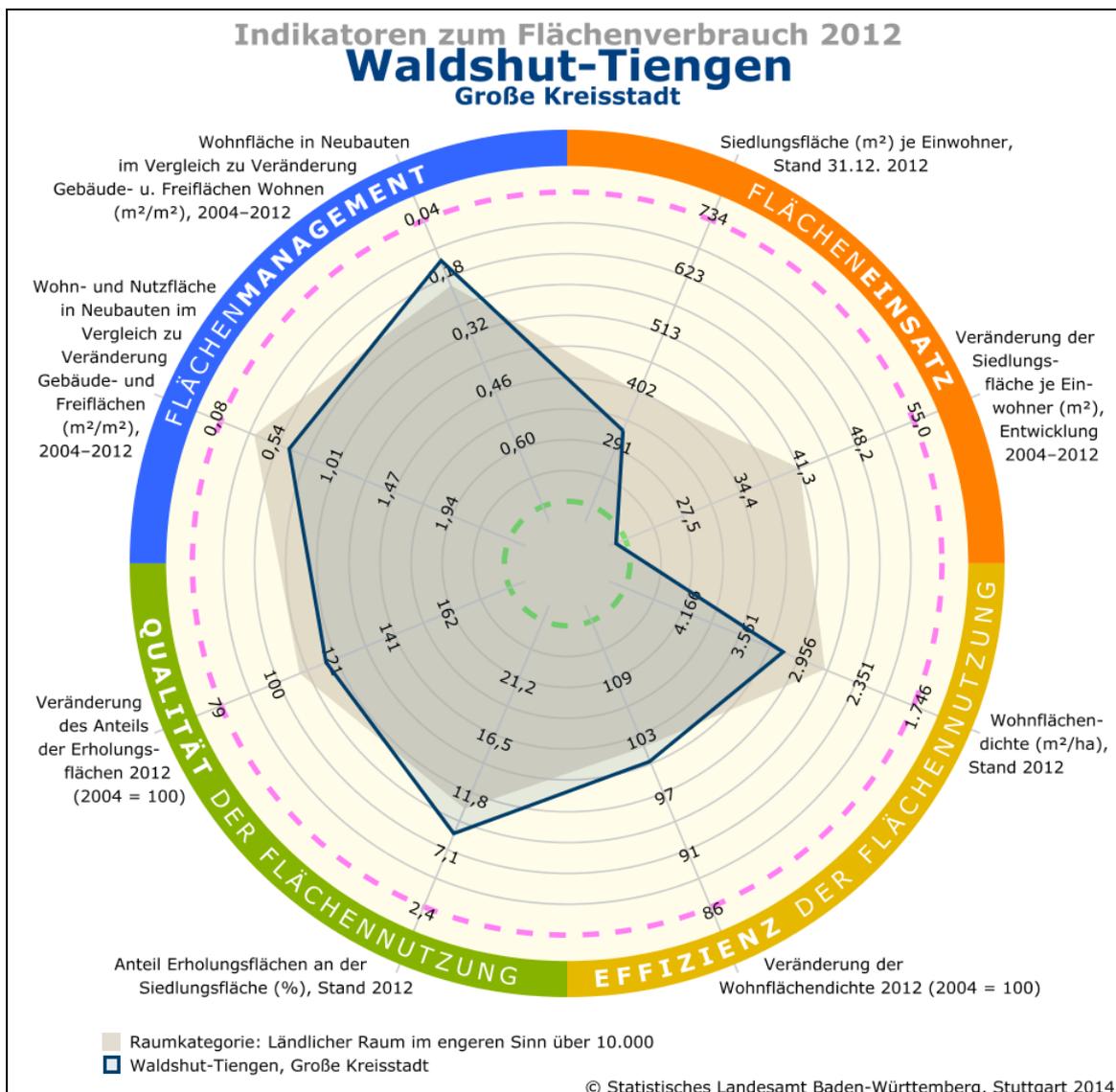


Abbildung 8 – Indikatoren zum Flächenverbrauch der Gemeinde Waldshut-Tiengen im Jahr 2012 (STALA-BW, 2014)

Um der zunehmenden Baulandknappheit und der Neuinanspruchnahme von Freiflächen vorzubeugen, sind die Aktivierung von Baulücken sowie die Identifizierung von leerstehenden Gebäuden und Bauplätzen aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten bedeutsam. Hierdurch können ohne großen planerischen und finanziellen Aufwand Baulandpotenziale erschlossen und ein nachhaltiges Flächenmanagement gewährleistet werden.

Durch die Vor-Ort-Begehung in Waldshut-Tiengen konnten momentan leerstehende bzw. unbewohnte Gebäude (Leerstand) identifiziert gemacht werden. In

der gesamten Gemeinde wurden 18 leerstehende Wohngebäude identifiziert und elf leerstehende Gewerbegebäude (z.B. leerstehendes Gasthaus, freie Ladenflächen) erhoben. Von den gesamten, leerstehenden Gewerbe- oder Wohngebäuden befinden sich die Hälfte im Ortsteil Tiengen, besonders im Bereich der Altstadt. In den umliegenden, kleinen Ortsteilen stehen teilweise ungenutzte Scheunen, die Potenziale für neue Wohnbauprojekte bergen oder durch eine Umnutzung zu einer Wertsteigerung dieser Flächen führen könnten.

Mit der Stadtentwicklungsstrategie Waldshut-Tiengen (Kurzform: STES) werden die räumlichen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungen Waldshut-Tiengens aufgezeigt. Die Grundlagen der Stadtentwicklungsstrategie wurden in zahlreichen Projektgruppensitzungen diskutiert, zu denen Oberbürgermeister, Bürgermeister, Fraktionsvertreter des Gemeinderates sowie Vertreter aus der Bürgerbeteiligung eingeladen wurden.

Die Stadthalle und das Hallenbad in Waldshut werden einer Generalsanierung unterzogen, um den Brandschutzanforderungen gerecht zu werden und die Bereiche Heizung, Lüftung und Sanitär zu verbessern.

3. Energienutzung und CO₂-Bilanz

3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die aktuellen Stromverbrauchsdaten (2010-2012), aggregiert auf die gesamte Gemeinde, wurden durch eine Abfrage beim örtlichen Stromnetzbetreiber, den Stadtwerken Waldshut-Tiengen, erhoben. Die Gemeindeverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Waldshut-Tiengen bei rund 97.100 MWh im Jahr 2012. Der Sektor „Wirtschaft“ stellte mit 55 % den größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs (ca. 53.700 MWh/Jahr), vgl. Abbildung 9. Mit 41 %, also rund 39.550 MWh/Jahr, steht der Sektor „private Haushalte“ an zweiter Stelle. Der Sektor „kommunale Liegenschaften“ und die Straßenbeleuchtung der Gemeinde sind jeweils für 1 % des Gesamt-Stromverbrauchs verantwortlich. Die restlichen 2 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen (vgl. Abbildung 9).

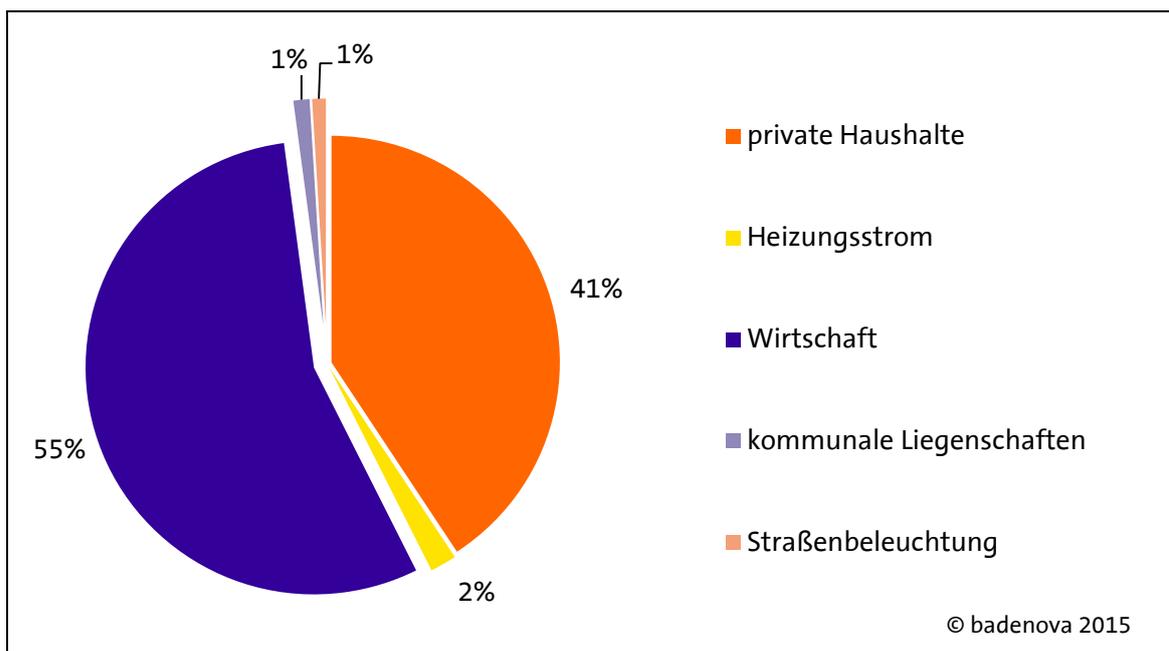


Abbildung 9 – Gesamt-Stromverbrauch in Waldshut-Tiengen nach Sektoren

Der Stromverbrauch der gesamten kommunalen Liegenschaften betrug in 2012 ca. 1.100 MWh. Den höchsten Anteil daran haben die vielen Schulen in der Stadt. Den höchsten Einzelverbrauch der kommunalen Liegenschaften hat das Klettgau-Gymnasium mit ca. 174 MWh/Jahr. Das Rathaus in Waldshut macht mit rund 120 MWh Strom im Jahr 2012 ebenfalls einen großen Anteil des kommunalen Stromverbrauchs aus (vgl. Abbildung 10).

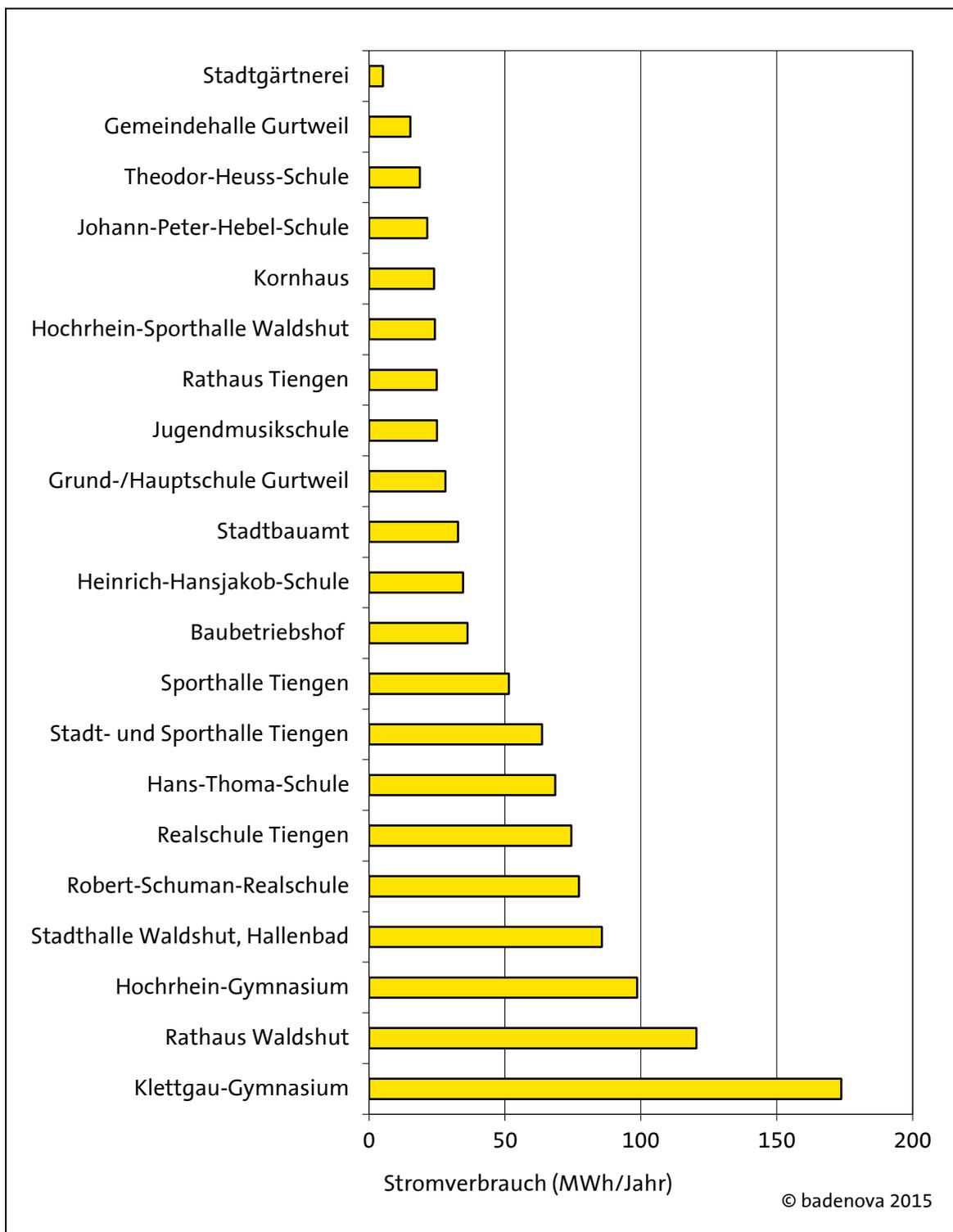


Abbildung 10 – Stromverbrauch nach kommunaler Liegenschaft (2012)

Die Straßenbeleuchtung macht rund 1 % des Gesamt-Stromverbrauchs der Stadt aus. Abbildung 11 zeigt den jährlichen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2010 bis 2012. Insgesamt gibt es in der Gemeinde ca. 2.500 Leuchten, wovon die meisten Hochdrucknatriumdampflampen sind. Besonders in den Altstadtbereichen von Waldshut und Tiengen wurden bereits moderne LED-Leuchten installiert. Der Austausch hin zu diesen hocheffizienten Leuchten soll

schrittweise fortgeführt werden. Die Effekte schlagen sich ab 2013/14 in der Energiebilanz der Stadt nieder.

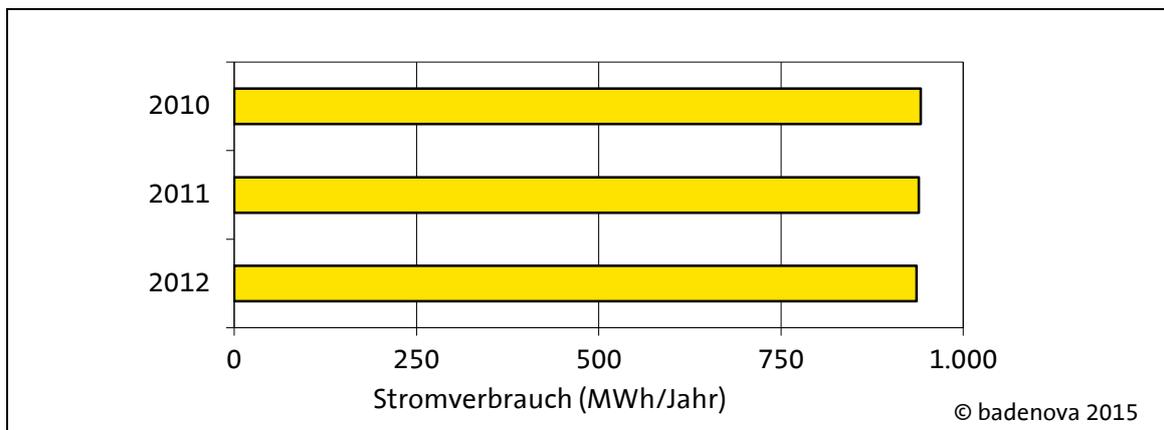


Abbildung 11 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2010-2012)

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In Waldshut-Tiengen wurden im Jahr 2012 41,7 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit liegt die Gemeinde deutlich unter dem Mittelwert von 54,0 kWh/Jahr der mehr als dreißig Referenzgemeinden (vgl. Abbildung 12).

Durch die fortlaufende Modernisierung der Straßenbeleuchtung in der Stadt wird sich Waldshut-Tiengen in Richtung der Gemeinden mit dem geringsten Stromverbrauch pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung bewegen.

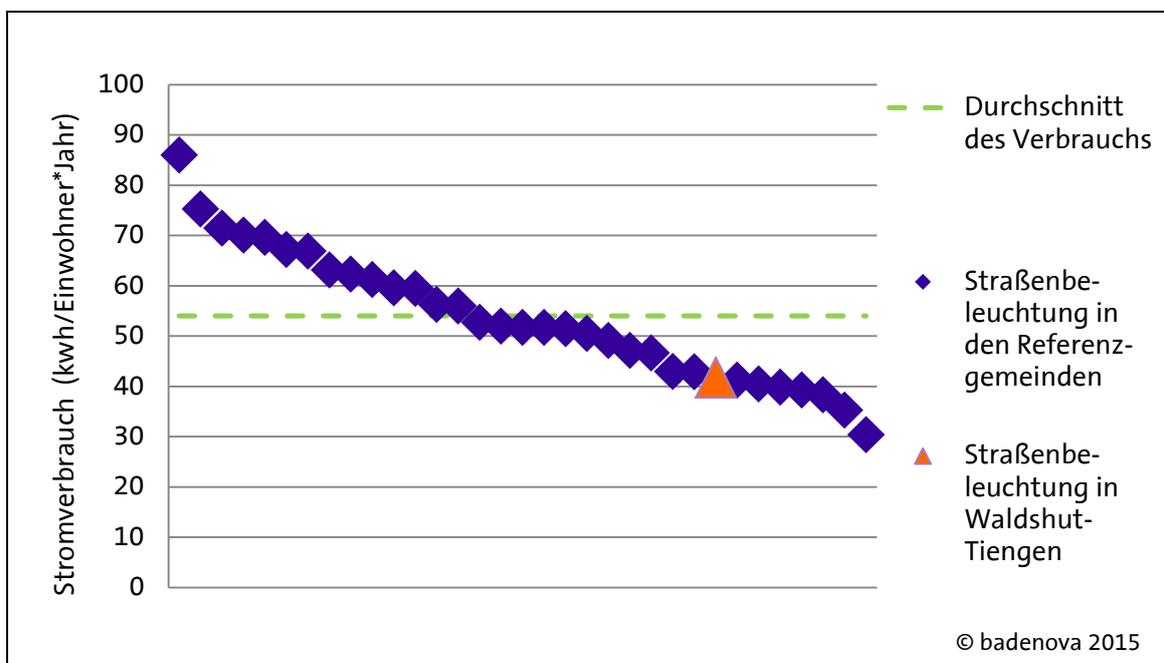


Abbildung 12 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus Erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Übertragungsnetzbetreiber TransnetBW abgefragt. Danach wurde der Strom aus Erneuerbaren Energien in Waldshut-Tiengen im Jahr 2012 durch 450 PV-Anlagen (insgesamt 8.253 kW Leistung), drei Biomasse-Anlagen (insgesamt 458 kW Leistung) und eine Wasserkraftanlage (3 kW Leistung) erzeugt.

In Abbildung 13 ist die Zahl der jeweils zugebauten PV-Anlagen über die letzten elf Jahre inklusive der kumulierten Leistung ausgewiesen. Der Trend zeigt eine kontinuierliche Steigerung der installierten Leistung zwischen den Jahren 2001 und 2012 von 114 kW auf 8.253 kW. Der durch PV-Anlagen eingespeiste Strom steigerte sich von 1.275 MWh im Jahr 2007 auf 8.113 MWh im Jahr 2012.

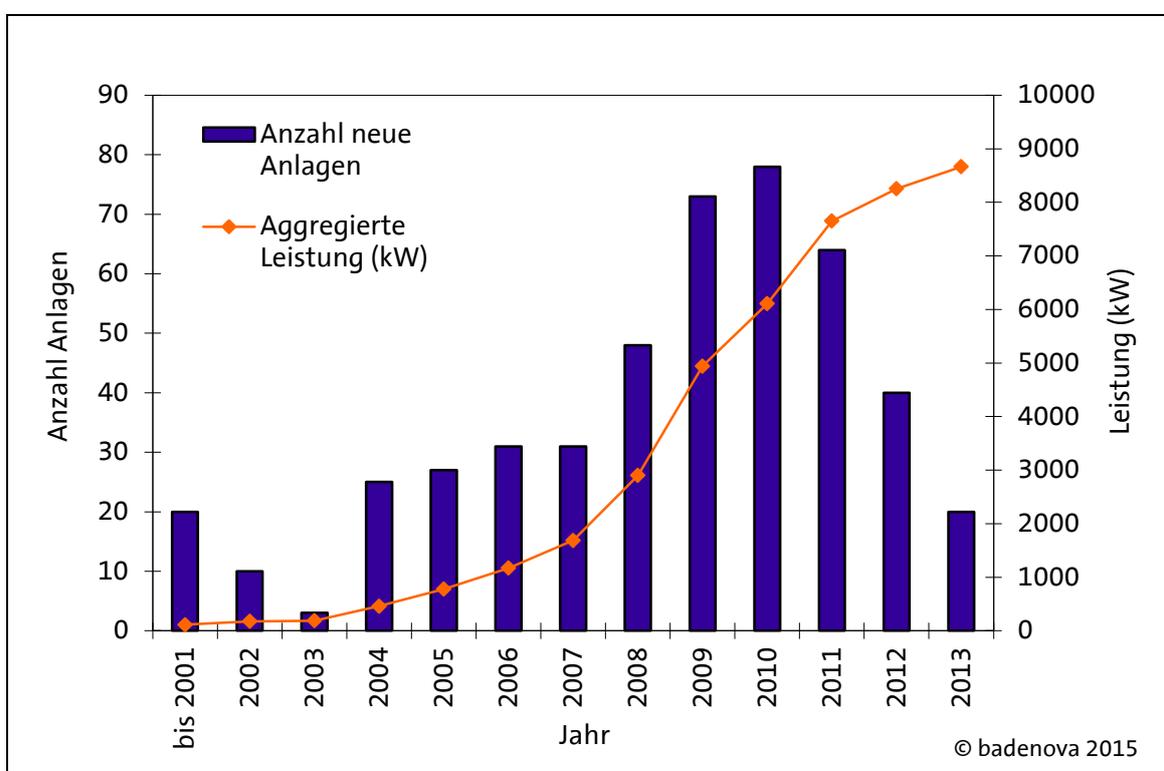


Abbildung 13 – Zubau PV-Anlagen und aggregierte Leistung

Im Jahr 2012 deckten die installierten PV-Anlagen zusammen etwa 8 % (8.113 MWh), die Biomasse-Anlagen 3 % (3.309 MWh) und die Wasserkraftanlage 0,02 % (20 MWh) des gesamten Stromverbrauchs. Insgesamt decken die Erneuerbaren Energien (EE) ca. 12 % des gesamten Stromverbrauchs der Gemeinde. Im Vergleich zu anderen Gemeinden sind damit die Erneuerbaren Energien für die Stromproduktion bereits stark verankert (vgl. Abbildung 14).

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 Waldshut-Tiengen sind mehrere Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) in Gewerbebetrieben, Privathaushalten und kommunalen Liegenschaften vorhan-

den. Insgesamt werden 18.765 MWh/Jahr und damit 19 % des Gesamtstromverbrauchs von Waldshut-Tiengen mit dieser effizienten Technologie erzeugt (vgl. Abbildung 14).

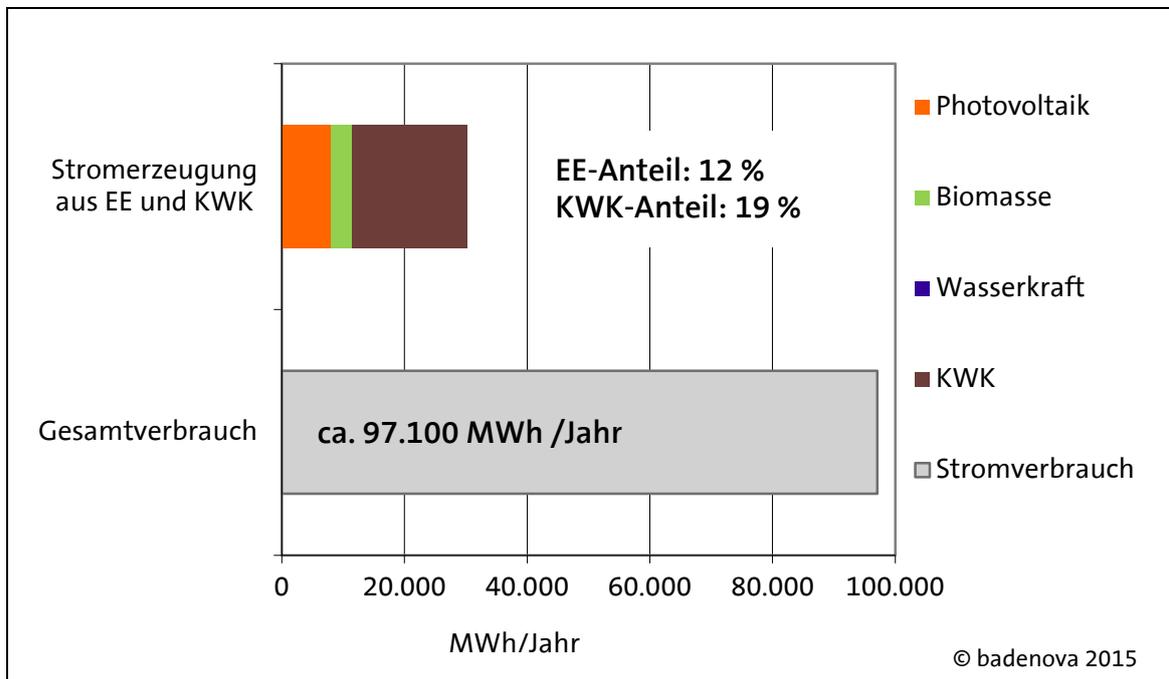


Abbildung 14 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2012

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 ausschließlichen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 15).

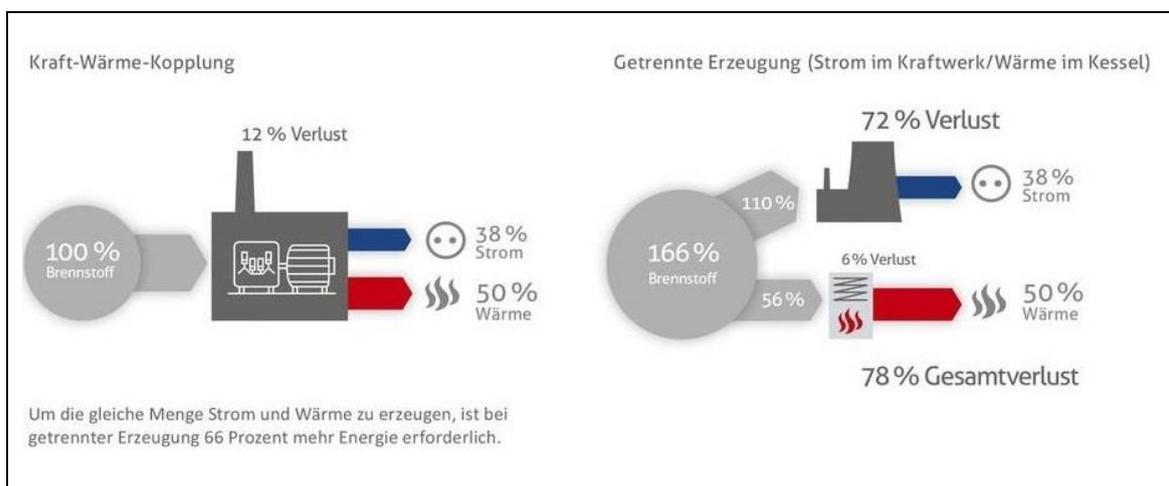


Abbildung 15 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2013)

3.1.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Waldshut-Tiengen wurde der Emissionsfaktor von 0,619 t CO₂/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2014). In Kapitel 9 wird die Methodik näher beschrieben). Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO₂-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde 60.094 t im Jahr 2012.

Durch die Produktion von Strom aus Erneuerbaren Energien trägt Waldshut-Tiengen dazu bei, dass sich die CO₂-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO₂-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind als der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes, wurde zusätzlich ein kommunaler Strommix für Waldshut-Tiengen berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommixes wurden Emissionsfaktoren von 0,061 t CO₂/MWh für Strom aus Photovoltaik-Anlagen, 0,216 t CO₂/MWh für Strom aus Biomasse-Anlagen und 0,003 t CO₂/MWh für Strom aus Kleinwasserkraftanlagen angenommen (IFEU, 2014). Durch den Strom aus Erneuerbaren Energien wurden in Waldshut-Tiengen im Jahr 2012, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 5.873 t CO₂ vermieden. Die folgende Abbildung 16 zeigt den Beitrag der Erneuerbaren Energien zur Minderung des CO₂-Ausstoßes über die letzten Jahre.

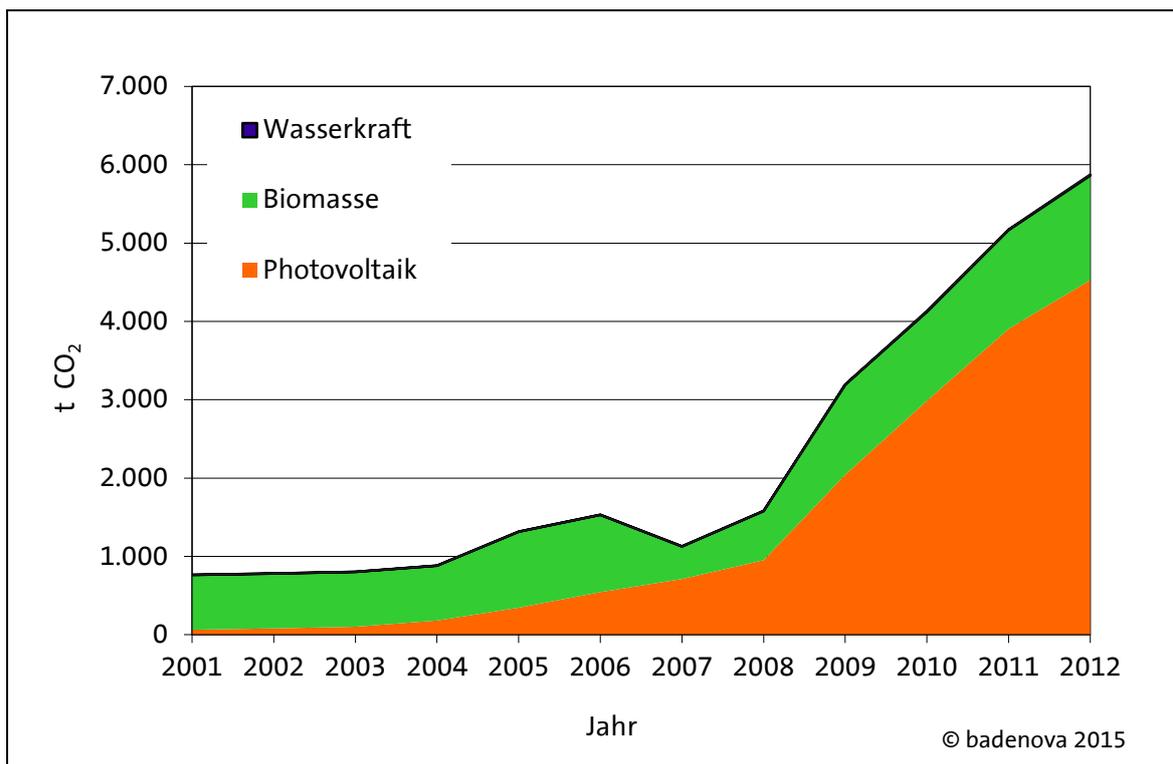


Abbildung 16 – Vermeidung von CO₂-Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strommix

3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Der örtliche Erdgasnetzbetreiber bnNETZE stellte die aktuellen 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 wie folgt erhoben wurden:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBWs (2014) zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Zusätzlich wurde von einem der Kaminfegermeister eine genauere Auflistung der installierten Leistungen zur Verfügung gestellt, die allerdings keinen Rückschluss auf einzelne Feuerungsanlagen zulässt.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen haben 15 Unternehmen für insgesamt 17 Standorte in der Gemeinde geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermie-Anlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Diese Datenbank erfasst jedoch nur solarthermische Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich, zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 2.2), der Gesamt-Wärmeverbrauch in Waldshut-Tiengen abschätzen (vgl. Kapitel 9). Dieser beträgt rund 285.800 MWh im Jahr 2012. Betrachtet man den Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren, stellen die örtlichen Industrie- und Gewerbebetriebe mit 53 % am Gesamtverbrauch den höchsten Wärmeverbrauch dar. Die privaten Haushalte nehmen einen Anteil von 45 % ein (vgl. Abbildung 17).

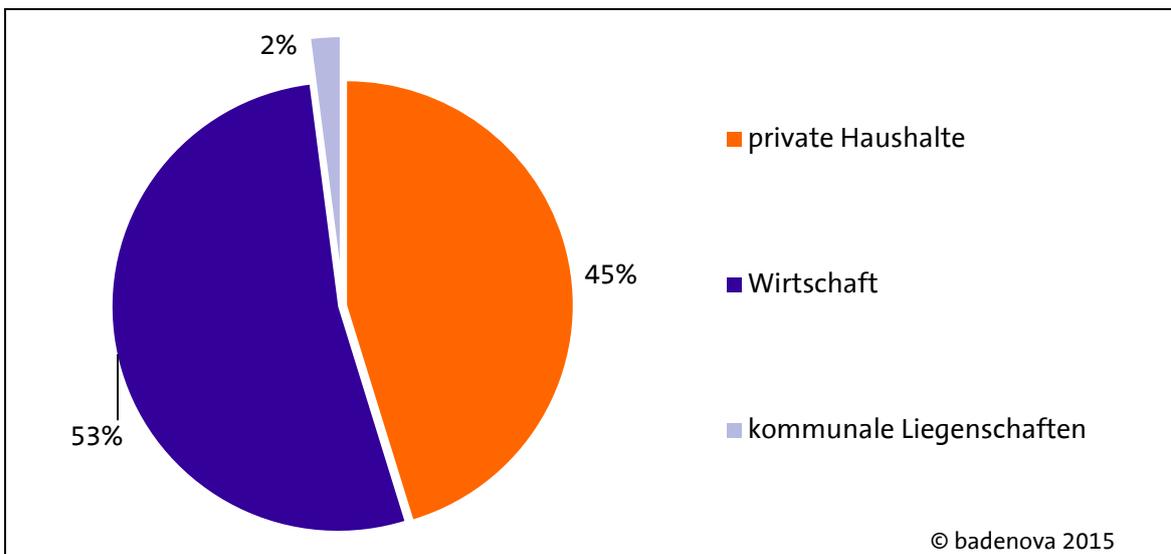


Abbildung 17 – Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren

3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wird zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs in Waldshut-Tiengen zum größten Teil Erdgas (73 %, ca. 209.000 MWh) eingesetzt. Heizöl (13 %, ca. 36.600 MWh) und Fernwärme (8,5 %, ca. 24.300 MWh) stehen an zweiter und dritter Stelle. Insgesamt werden 5 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde durch Erneuerbare Energiequellen (EEQ) erzeugt: Energieholz (4,4 %, ca. 12.500 MWh), Solarthermie (0,4 %, ca. 1.300 MWh) und Umweltwärme, d.h. (Erd-) Wärmepumpen (0,1 %, 150 MWh). Zusätzlich werden 0,64 % (ca. 1.800 MWh) des Wärmeverbrauchs durch Heizungsstrom und 0,1 % (150 MWh) durch den Energieträger Kohle gedeckt (vgl. Abbildung 18).

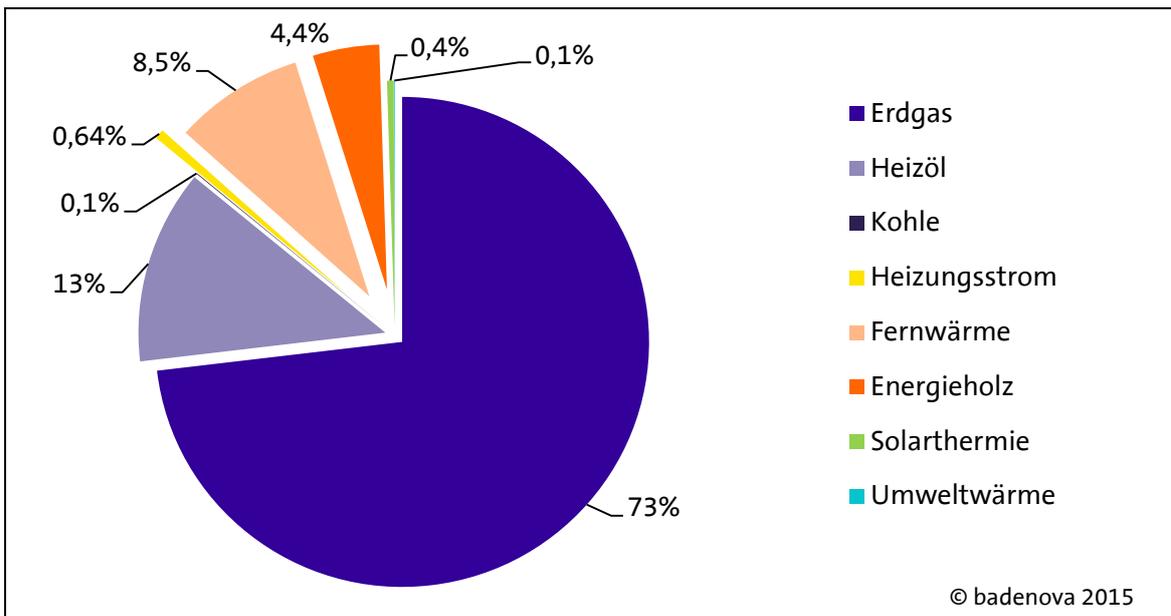


Abbildung 18 – Gesamt-Wärmeverbrauch nach Energieträger

Die folgende Abbildung 19 zeigt nochmals detailliert auf, mit welchen Energieträgern die Sektoren „private Haushalte“, „Wirtschaft“ und „kommunale Liegenschaften“ ihre Wärme erzeugen.

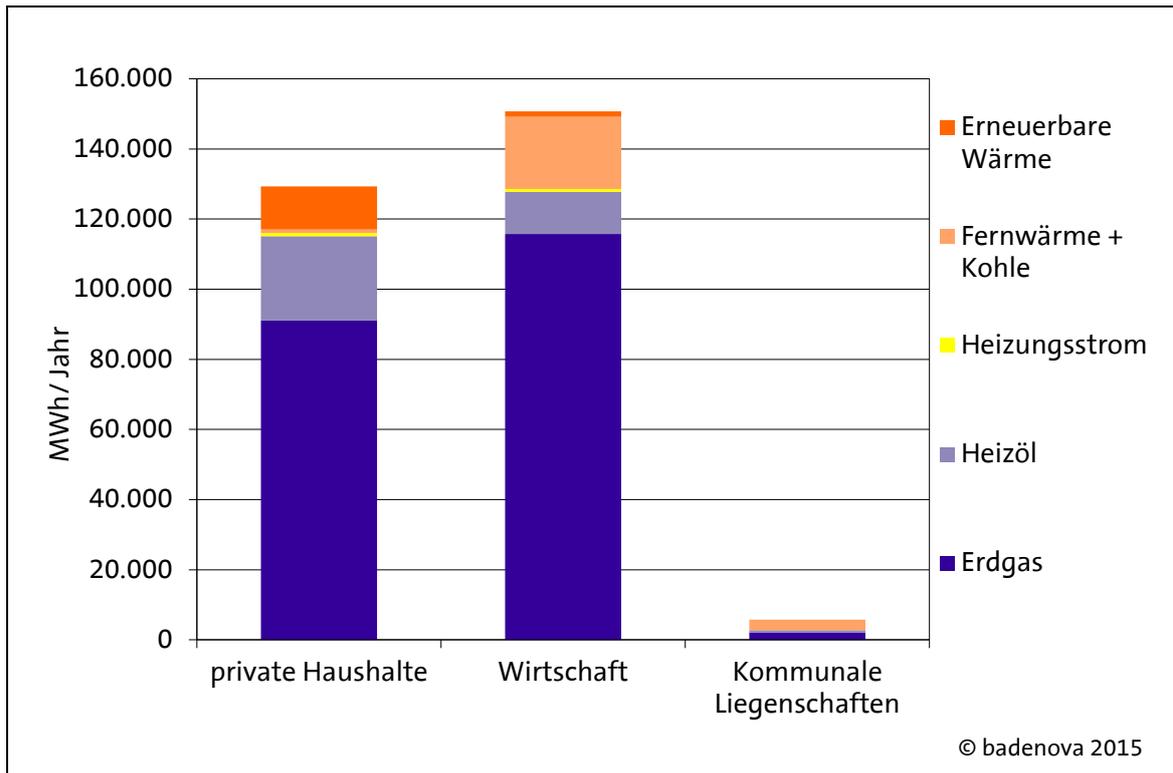


Abbildung 19 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2012 ca. 5.800 MWh für die Wärmeversorgung benötigt. Davon wurden 51 % aus Fernwärme und 37 % aus Erdgas bereitgestellt.

Den höchsten Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften weist mit 980 MWh Fernwärmeverbrauch im Bezugsjahr 2012 das Klettgau-Gymnasium auf. Die Heinrich-Hansjakob-Schule und Johann-Peter-Hebel-Schule verbrauchten im Jahr 2012 gemeinsam 660 MWh Heizöl. Seit Ende 2013 sind auch diese Liegenschaften an die von den Stadtwerken Waldshut-Tiengen betriebenen Nahwärmenetze angeschlossen und werden somit seither mit klimafreundlicherer Wärme versorgt.

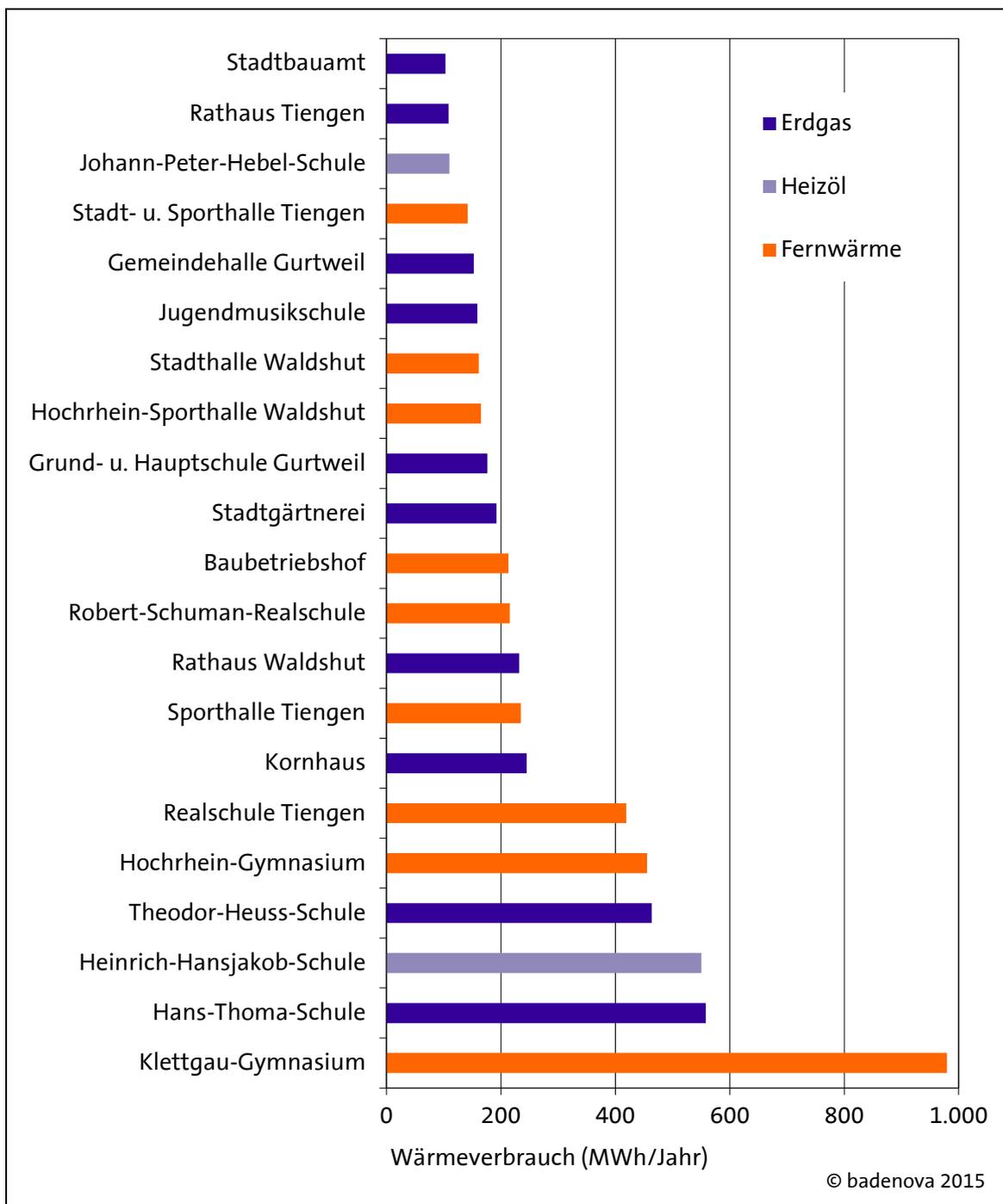


Abbildung 20 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften (2012)

3.2.3 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten (vgl. Abschnitt 9.2) mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde zusammgeführt werden. Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs (vgl. Kapitel 9).

Als Auszug aus diesem Kataster zeigen Abbildung 21 und Abbildung 22 den absoluten Heizwärmebedarf auf Gebäudeebene. Aus den Karten erkennt man deutlich die Wärmeinseln mit hohem Wärmebedarf.

Auf Grund ihrer Größe weisen kommunalen Liegenschaften, beispielsweise die Schulzentren sowie einige Wohn- und Geschäftsgebäude, einen hohen Wärmebedarf auf.

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten sind im Anhang weitere Wärmekarten beigefügt. Wir verweisen auch auf unsere zusätzlichen Ausführungen in Kapitel 5 „Handlungsfelder“, da die Höhe des Energieverbrauchs nicht zwangsläufig Begründung für die Neuinstallation einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder eines Nahwärmenetzes sein sollte.

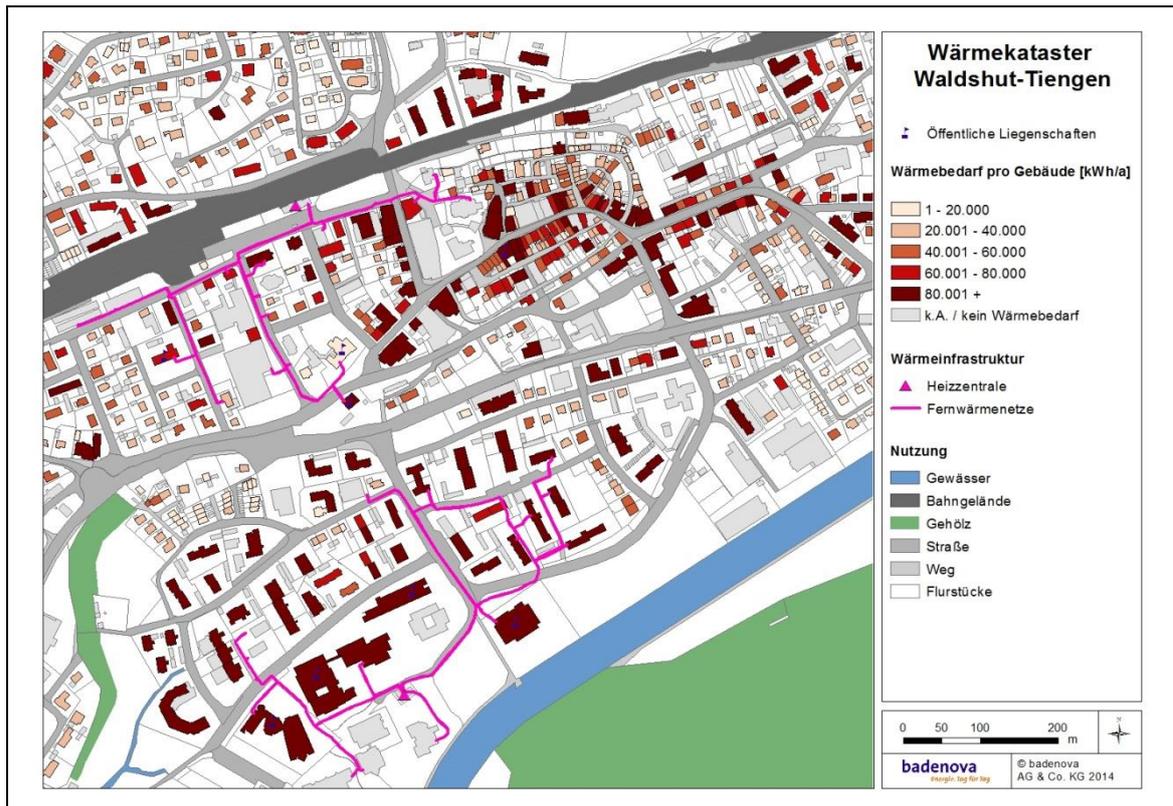


Abbildung 21 – Auszug des Wärmekatasters, Stadtteil Tiengen: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

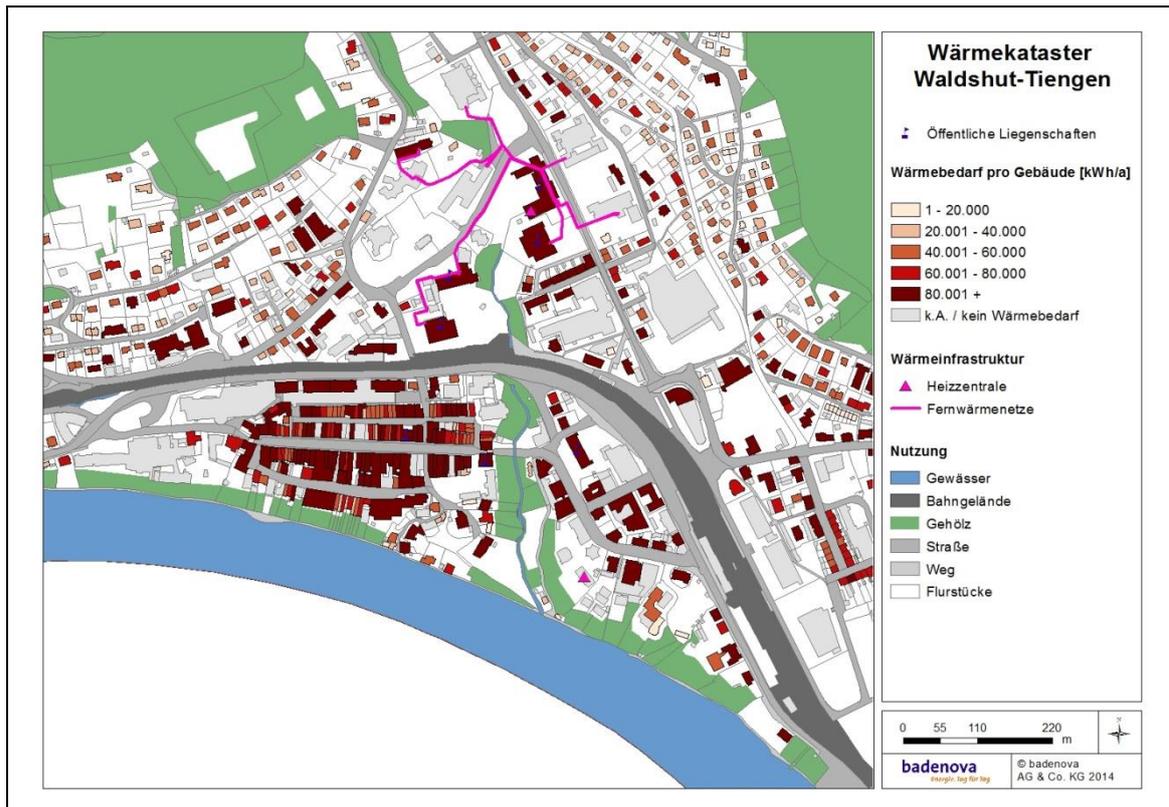
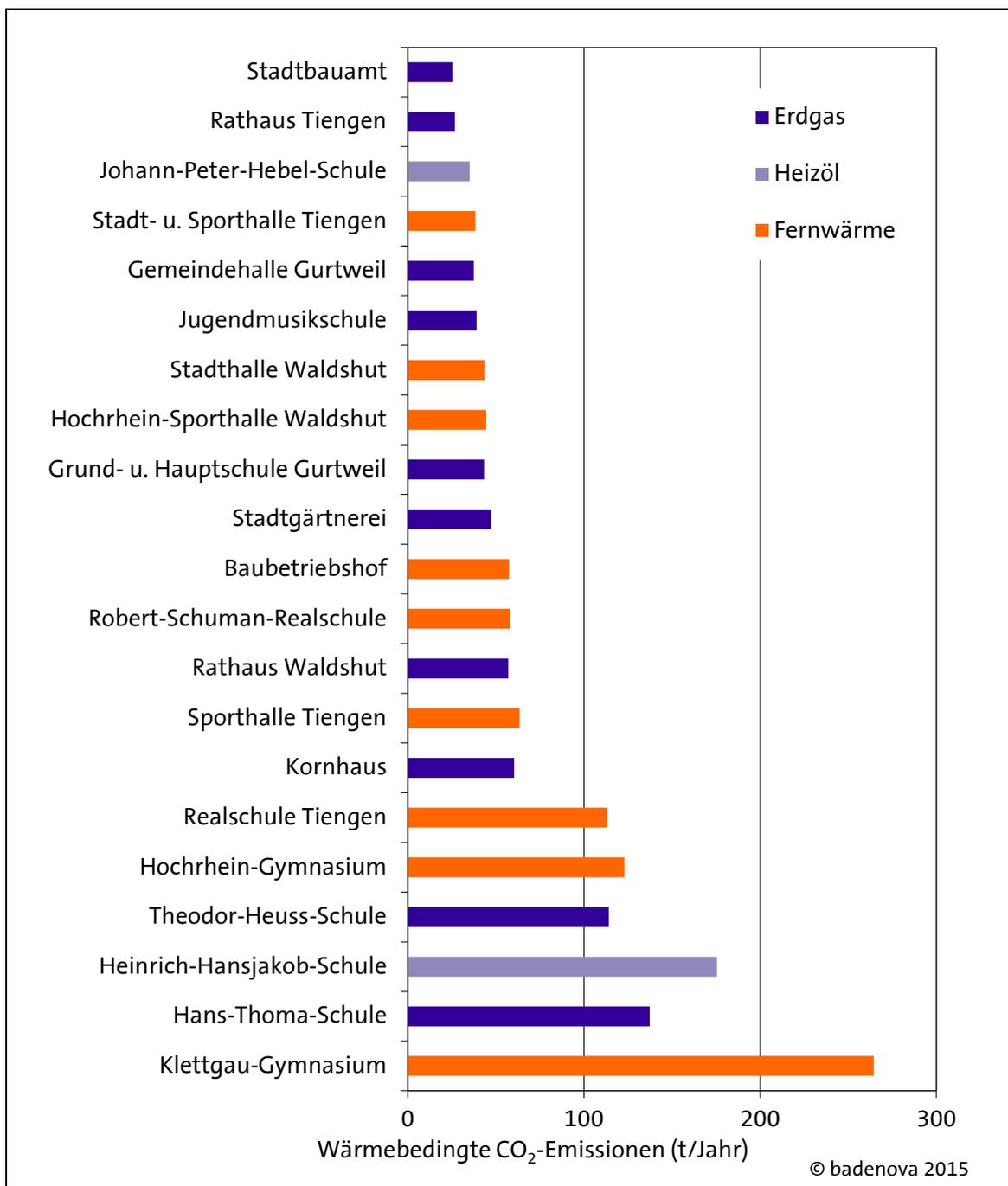


Abbildung 22 – Auszug des Wärmekatasters, Stadtteil Waldshut: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

3.2.4 CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Aus den Daten in Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 ergibt sich, dass die Deckung des Wärmeverbrauchs in Waldshut-Tiengen für das Jahr 2012 zu CO₂-Emissionen in Höhe von 66.851 t führte.

Die kommunalen Liegenschaften sind mit Ihrer Wärmeerzeugung für 1.600 t CO₂ verantwortlich. Hier schneiden die beiden Schulen, die mit Heizöl versorgt wurden, im Verhältnis zu ihrem Wärmeverbrauch, schlechter ab als die übrigen Liegenschaften. Dies liegt an den höheren CO₂-Emissionen des Heizöls im Vergleich zu Erdgas und Fernwärme. Die höchsten CO₂-Emissionen hat das Klettgau-Gymnasium mit 264 t CO₂ im Jahr 2012 (vgl. Abbildung 23).

Abbildung 23 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2012)

3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor „Verkehr“ in erheblichem Maß in die Energie- und CO₂-Bilanz einer Gemeinde ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes aus den Jahren 2007 bis 2012 konnten die CO₂-Emissionen der Gemeinde Waldshut-Tiengen im Jahr 2012 ermittelt werden. Um genaue Daten zur Fahrleistung der Bahnen und Busse zu erhalten, wurde sowohl die Deutsche Bahn als auch der lokale Verkehrsverbund angefragt, jedoch gab es die Aussage, dass keine Informationen zur Verfügung gestellt werden können.

Die Daten des Statistischen Landesamtes wurden mit unterschiedlichen Methoden erhoben. Während für Bundesautobahnen oder Bundesstraßen die Personenkilometer, die auf eine Gemeinde entfallen, aus den gesamten im Bundesland gefahrenen Kilometern auf die Gemeinde umgelegt werden (mit Hilfe der Länge der Straßen in km und der Einwohnerzahl der Gemeinde), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.

Eine ganz genaue, auf die Gemarkung der Stadt Waldshut-Tiengen bezogene Aussage, ist damit nicht möglich. Doch zeigt die in Tabelle 2 vorgenommene Abschätzung, welcher großen Anteil der Straßenverkehr sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO₂-Emissionen der Gemeinde hat.

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2012 122.607 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Waldshut-Tiengen verbraucht. Die genaue Aufteilung nach Fahrzeugtyp ist in Abbildung 24 dargestellt. PKWs sind für den größten Anteil (78 %) des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich, gefolgt von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit einem Anteil von 18 % am Energieverbrauch. Leichte Nutzfahrzeuge (3 %) und Krafträder (1 %) machen nur einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2012 durch den Verkehr 36.642 t CO₂-Emissionen ausgestoßen.

Der große Einfluss des Verkehrs auf die Gesamtemissionen der Gemeinde ist ein Grund dafür, warum bei der Definition von Klimaschutzmaßnahmen das Handlungsfeld „Mobilität“ auf keinen Fall außer Acht gelassen werden sollte.

Jahr 2012	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahr- zeuge	Schwere Nutzfahr- zeuge	Schienen- verkehr	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)						
Außerortsstraßen ¹	2.406	73.276	1.833	3.854		81.369
Innerortsstraßen ²	1.364	61.388	1.996	3.332		68.080
Autobahnen	85	7.233	529	1.067		8.914
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)						
Benzin	100	4.830	14	-		4.943
Diesel	-	2.485	298	2.923		5.706
Energieverbrauch nach Fahrzeugen (Benzin und Diesel) (MWh)						122.607
CO₂-Emissionen nach Fahrzeugen (t)						36.642

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2012 von Waldshut-Tiengen (Datengrundlage: STALA-BW, 2014a)

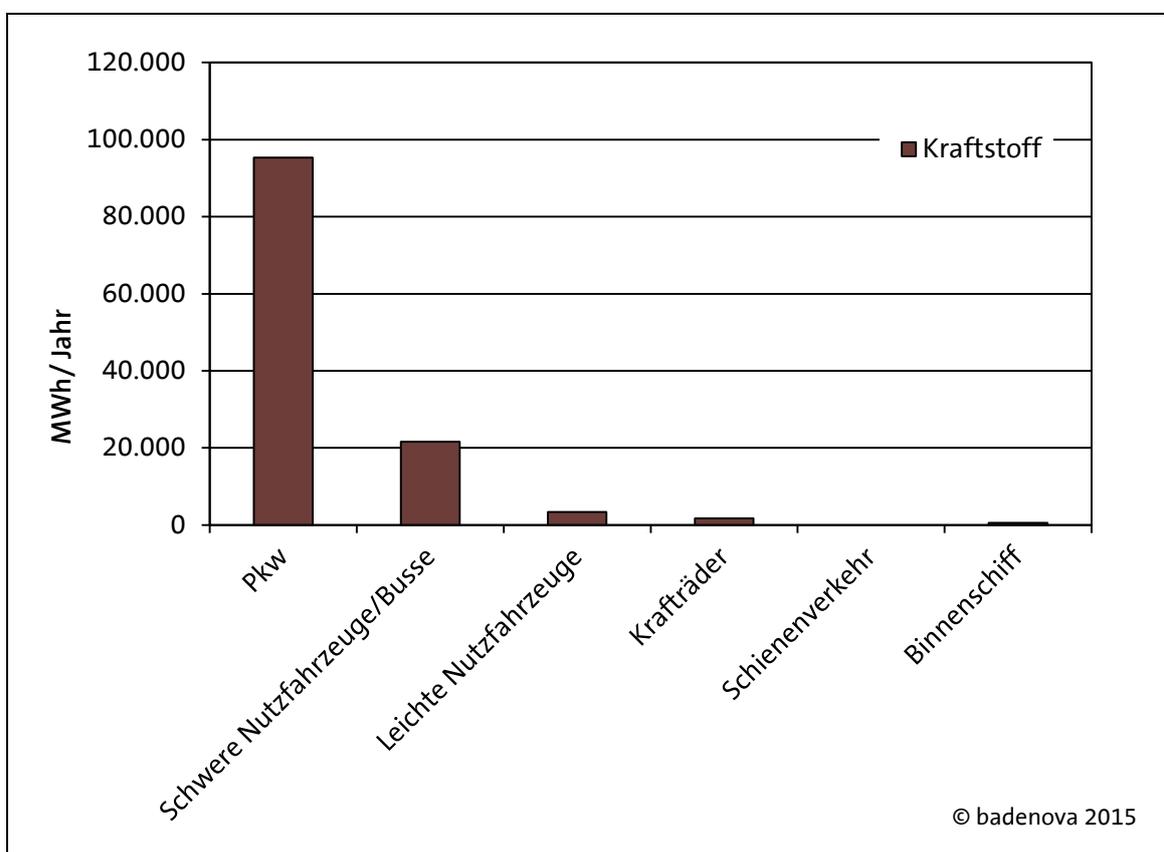


Abbildung 24 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtyp in Waldshut-Tiengen (2012)

¹ Umfasst Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen

² Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

3.4.1 Gesamt-Energiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch und den Energieverbrauch des Verkehrs in Waldshut-Tiengen zusammen, ergibt dies einen Gesamt-Energieverbrauch von rund 503.300 MWh im Jahr 2012. Der Sektor „Wirtschaft“ trägt mit rund 41 % den größten Anteil am Gesamt-Energieverbrauch. Die „privaten Haushalte“ haben einen Anteil von 34 % und der Sektor „Verkehr“ hat einen Anteil von 24 % am Verbrauch (vgl. Abbildung 25). Mit einem Anteil von knapp 2 % am Gesamt-Energieverbrauch liegen die kommunalen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden gut im Durchschnitt.

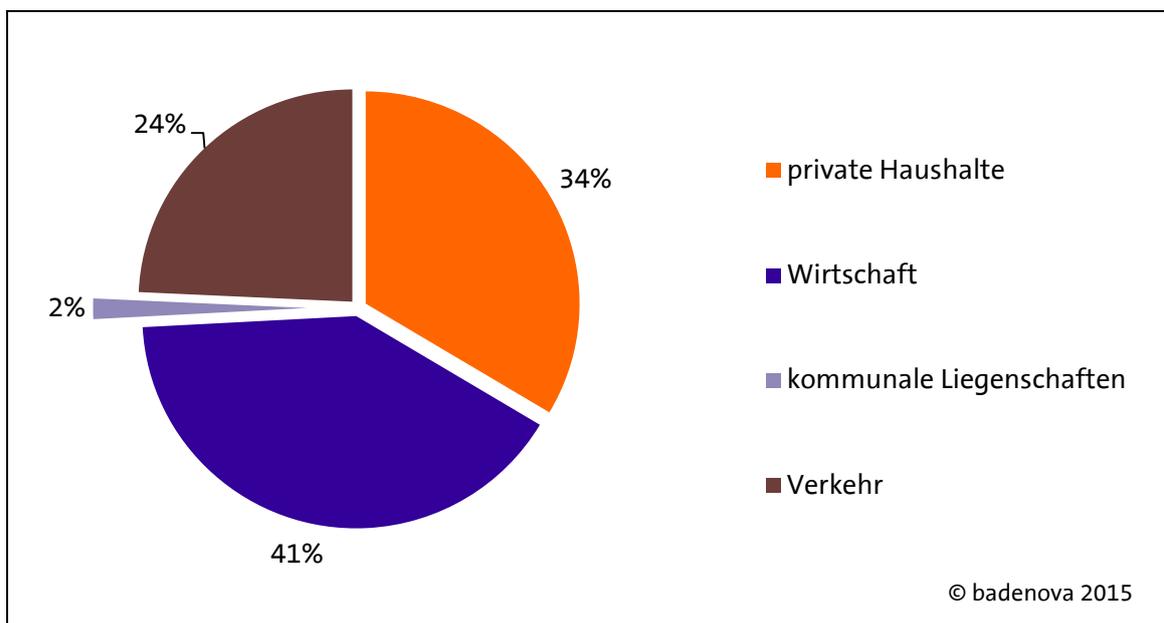


Abbildung 25 – Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass die fossilen Energieträger Erdgas (42 %) und Kraftstoff (Benzin und Diesel, 24 %) den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Waldshut-Tiengen haben. An dritter Stelle bei der Energiebereitstellung steht Strom (19 %), gefolgt von Heizöl (7 %) und Fernwärme (5 %). Der Gesamt-Energiebedarf wird insgesamt zu 7 % durch Erneuerbare Energien, wie Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme, gedeckt (vgl. Abbildung 26). In Abbildung 27 wird der Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

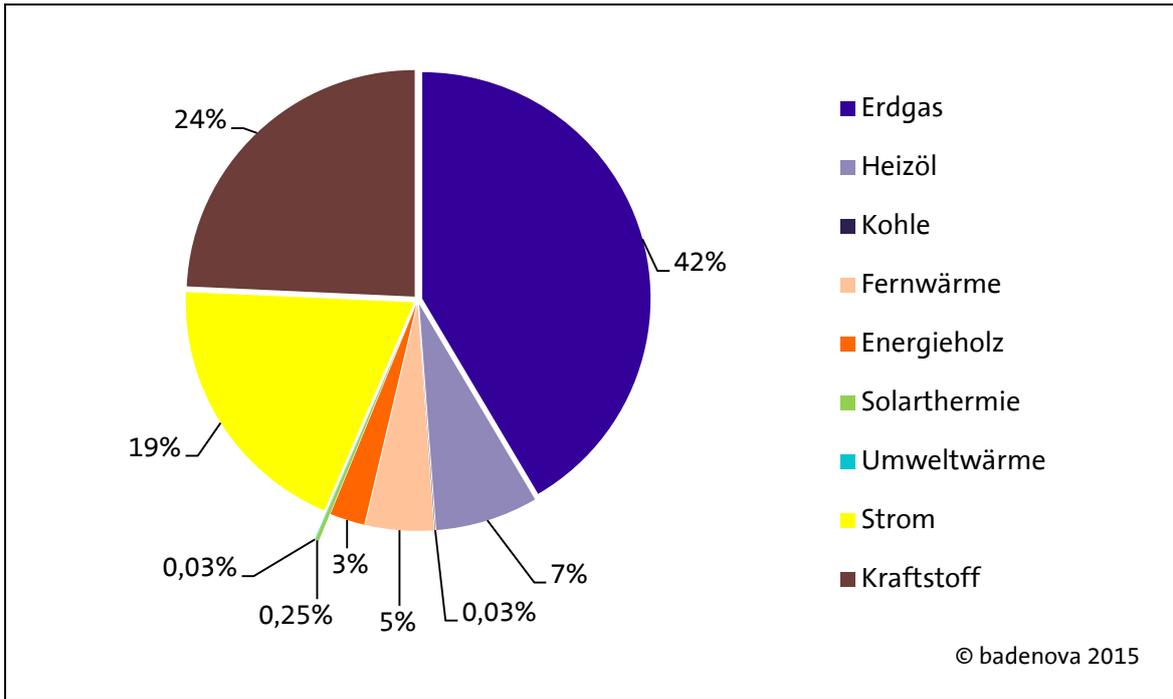


Abbildung 26 – Gesamt-Energieverbrauch nach Energieträger

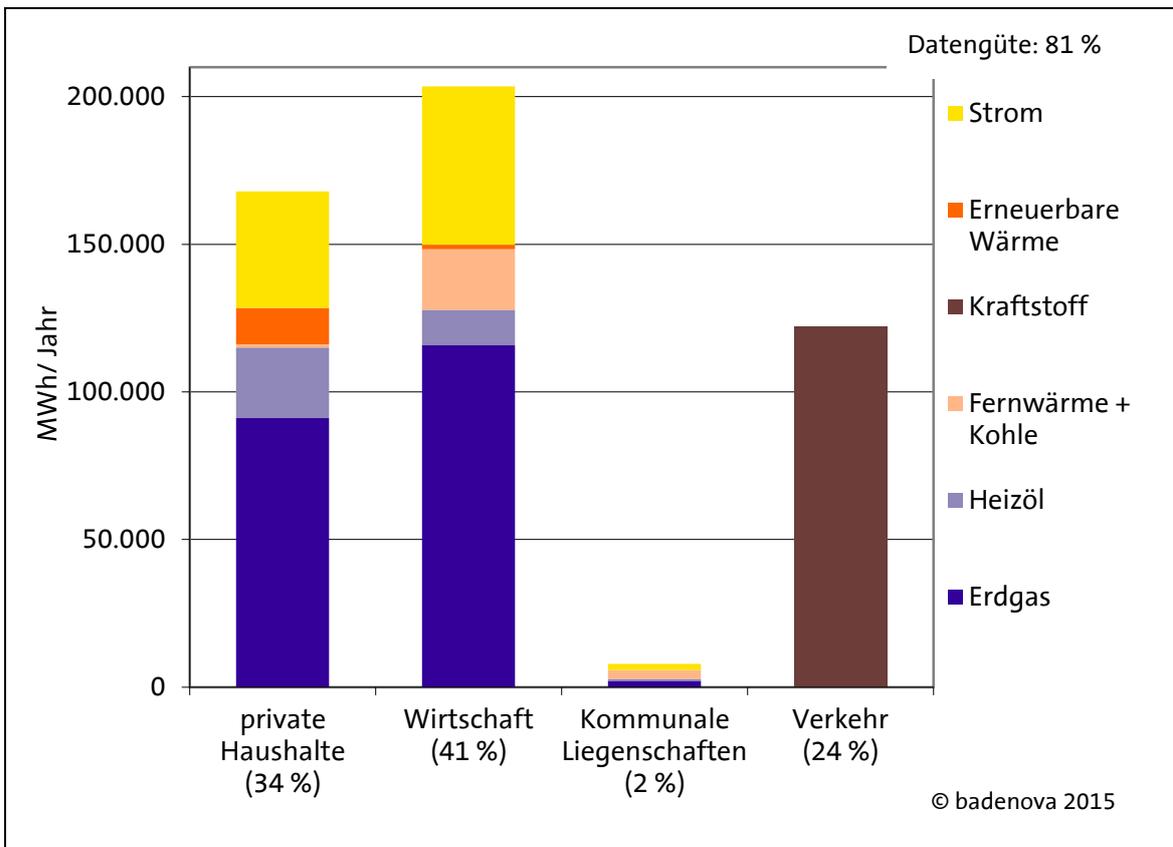


Abbildung 27 – Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträger

Der Gesamt-Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2012 in Waldshut-Tiengen bei 7.835 MWh. Das Klettgau-Gymnasium weist mit insgesamt ca. 1.150 MWh im Jahr 2012 den höchsten Energieverbrauch aller kommunalen Liegenschaften in Waldshut-Tiengen auf. Weitere große Verbraucher sind die weiteren Schulen in Waldshut und Tiengen (vgl. Abbildung 28).

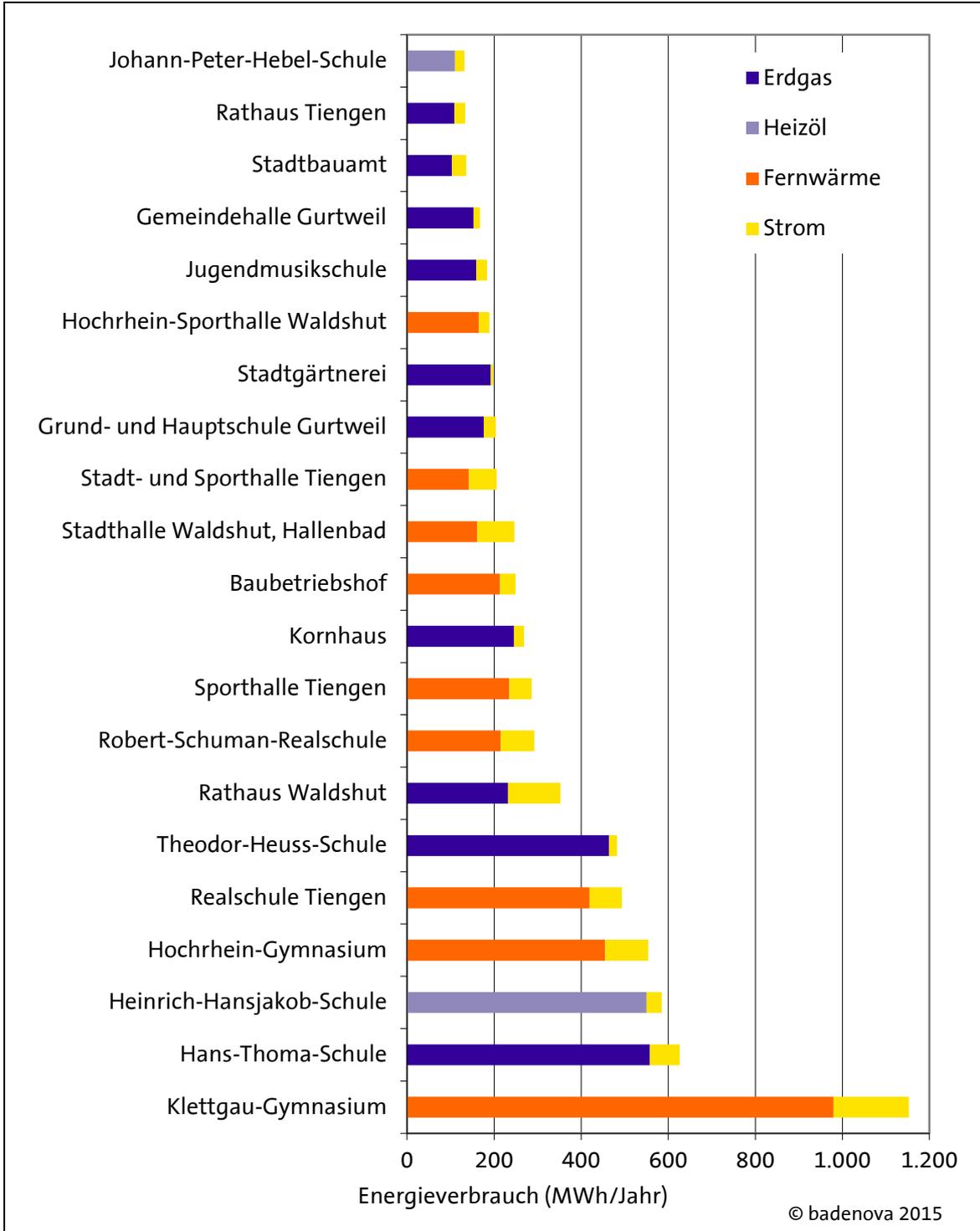


Abbildung 28 – Gesamt-Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Waldshut-Tiengen im Jahr 2012

3.4.2 Gesamt-CO₂-Bilanz

Insgesamt wurden in Waldshut-Tiengen im Jahr 2012 162.500 t CO₂ ausgestoßen. Der Sektor „Wirtschaft“ ist für den größten Teil dieser CO₂-Emissionen verantwortlich (42 %) (vgl. Abbildung 29). Der Sektor „private Haushalte“ trägt mit 34 % und der Sektor „Verkehr“ mit 23 % zu den CO₂-Emissionen in der Gemeinde bei. Die öffentlichen Liegenschaften sind lediglich für ca. 1 % der CO₂-Emissionen verantwortlich.

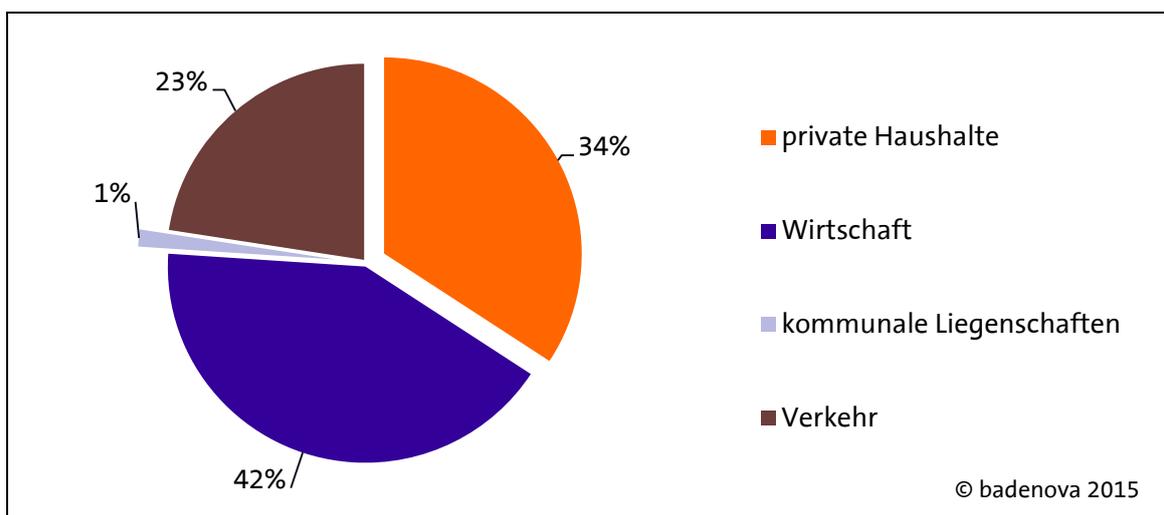


Abbildung 29 – CO₂-Emissionen nach Sektoren

Bezogen auf die Energieträger verursacht der Strom mit 37 % den größten Teil der CO₂-Emissionen, obwohl der Stromverbrauch nur 19 % des Gesamt-Energieverbrauchs der Gemeinde ausmacht. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO₂-Belastung des deutschen Strommixes. Als zweitgrößte Emissionsquelle mit 32 % ist der Erdgasverbrauch der Gemeinde verantwortlich. An dritter und vierter Stelle stehen Kraftstoffe (mit 23 %) und Heizöl (mit 7 %). Der Fernwärmeverbrauch verursacht ca. 1 % der gesamten CO₂-Emissionen. Am besten schneiden die Erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO₂-Emissionen anfallen. Energieholz, bei dem vor allem die Transportwege zum Tragen kommen, verursacht lediglich 0,2 % der Gesamtemissionen. Solarthermie und Umweltwärme verursachen jeweils ca. 0,02 % der Gesamtemissionen der Gemeinde (vgl. Abbildung 30).

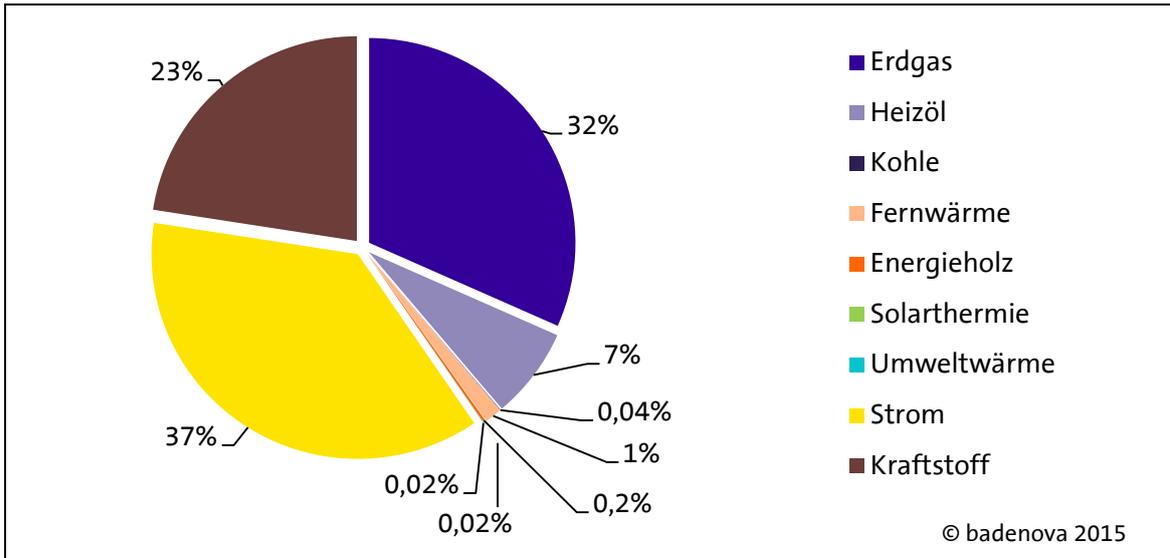


Abbildung 30 – CO₂-Emissionen nach Energieträger

Abbildung 31 zeigt die Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern. Hier wird nochmals deutlich, dass der Strombedarf der Wohngebäude und Gewerbebetriebe die meisten CO₂-Emissionen verursacht. Ebenso wird der große Anteil der Kraftstoffe an den Gesamtemissionen deutlich.

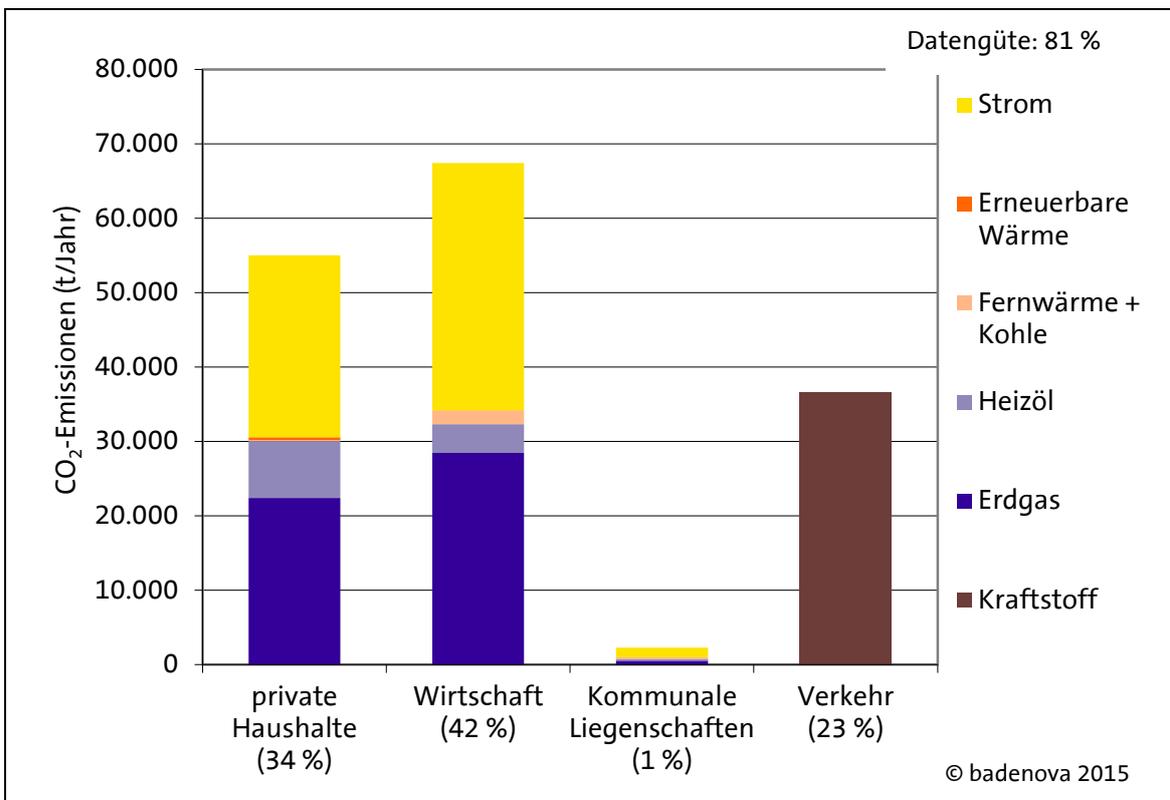


Abbildung 31 – CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträger

Die öffentlichen Liegenschaften zusammen mit der Straßenbeleuchtung haben in Waldshut-Tiengen im Jahr 2012 rund 2.270 t CO₂-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Die größten Anteile daran verursachten das Klettgau-Gymnasium mit 372 t CO₂ und die Straßenbeleuchtung mit 580 t CO₂. Vergleicht man den Gesamt-Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften wird die verhältnismäßig hohe CO₂-Belastung von Strom deutlich (vgl. Abbildung 32).

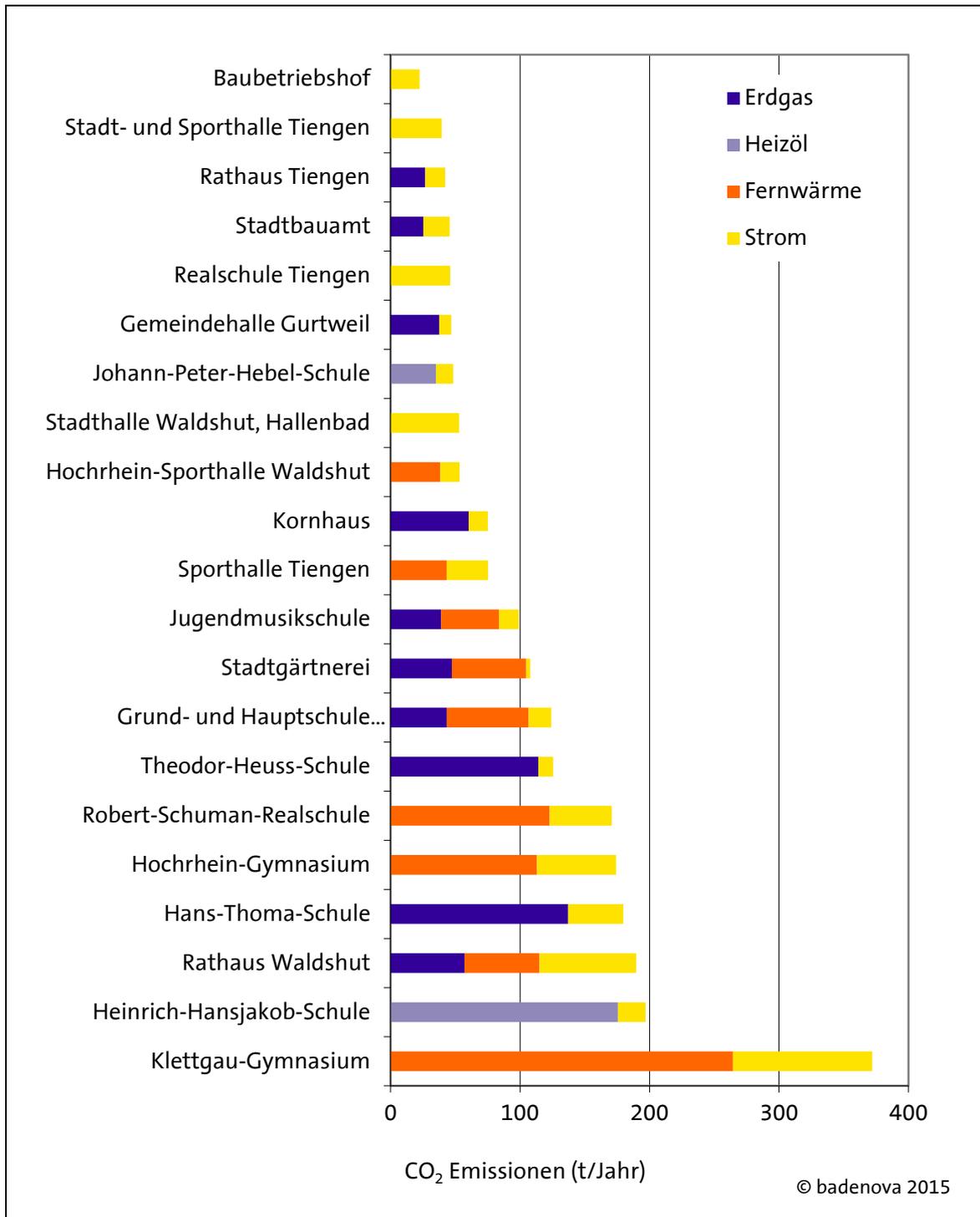


Abbildung 32 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde im Jahr 2012

Setzt man die Gesamt-Emissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder Waldshut-Tienger Bürger Pro-Kopf-Emissionen von ca. 7,2 t CO₂/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den kommunalen Strommix der Gemeinde, der den lokal in der Gemeinde produzierten Strom aus Erneuerbaren Energien berücksichtigt, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 6,9 t CO₂/Jahr.

Als politischer Zielwert gelten 2,0 t CO₂/Jahr als „klimaneutral“. In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2012 pro Kopf durchschnittlich 6,3 t CO₂-Emissionen verursacht. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch industriintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Außerdem können CO₂-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz festgehalten, während Tabelle 4 eine Übersicht der Datengüte und Belastbarkeit gemäß BICO2 BW Tool darstellt (vgl. Kapitel 9.6).

	Waldshut-Tiengen	Baden-Württemberg	Einheit
Kommune gesamt			
Endenergie ohne Verkehr	16,9	19,1	MWh/Einwohner
CO ₂ Bundesmix	7,2	6,3	t/Einwohner
CO ₂ kommunaler Mix	6,9	k.A.	t/Einwohner
Anteil EEQ gesamt	7	11	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	12	13	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch	5	10	%
Private Haushalte			
Stromverbrauch	1,794	1,857	MWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	5,688	6,667	MWh/Einwohner

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO₂-Bilanz (2012)

Sektor	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	89 %	Gut belastbar
Wirtschaft	50 %	Relativ belastbar
Kommunale Liegenschaften	100 %	Gut belastbar
Gesamt-Bilanz	81 %	Gut belastbar

Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO₂-Bilanz

4. Potenziale Erneuerbarer Energien

4.1 Solarenergie

4.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde Waldshut-Tiengen liegt prinzipiell in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.139 kWh/m² (RIPS der LUBW, 2012) und damit leicht über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m² (DWD, 2012).

Mit 8 % Anteil an der Stromerzeugung leistet die Photovoltaik im Jahr 2012 bereits einen sichtbaren Beitrag in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Die vorhandenen Solarthermie-Anlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 3.602 m² können bereits 0,4 % der Wärmeversorgung decken. Trotzdem gibt es in Waldshut-Tiengen bei der Nutzung der Solarenergie noch Ausbaupotenzial. Um dieses genauer abzuschätzen, wurde das theoretische Solarflächenpotenzial aller Bestandsgebäude anhand von Luftbildern ermittelt (ohne bereits installierte Anlagen) 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.
- Mögliche Verschattungsverluste etwa durch große Bäume in direkter Gebäudeumgebung wurden nicht zusätzlich berücksichtigt – im Einzelfall muss ohnehin eine Prüfung der Verschattungssituation vor Ort vorgenommen werden. 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, 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 geeigneten Dachflächenanteile mit Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umzusetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergie-Ausbaupotenzials.

4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung der Luftbilder der Gemeinde ergab, dass 47 % der freien Dachflächen eine Ausrichtung nach Süden bzw. nach Südwest-/Südost haben (vgl. Tabelle 5). Diese Dächer sind aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung sehr gut für

eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder Photovoltaik-Anlagen geeignet. Eine belastbare Aussage über Statik und Beschaffenheit der individuellen Dachpotenziale ist aber nur über eine Prüfung vor-Ort möglich.

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m ²)	Anteil an Gesamtfläche
Süd	145.681	18 %
Südwest/Südost	234.370	29 %
Ost/West	126.936	15 %
Flachdach	312.888	38 %

Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Waldshut-Tiengen

Zum besseren Verständnis des Vorgehens, wie das Dachflächenpotenzial aus den Luftbildern ermittelt wurde, ist in der folgenden Abbildung ein Ausschnitt aus dem für Waldshut-Tiengen erstellten Solarkataster dargestellt. Die Ausrichtung der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.



Abbildung 33 – Auszug des Solarkatasters von Waldshut-Tiengen

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) 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 Solarthermie-Anlagen erzeugt werden³. Beide Szenarien sind in Abbildung 34 dargestellt.

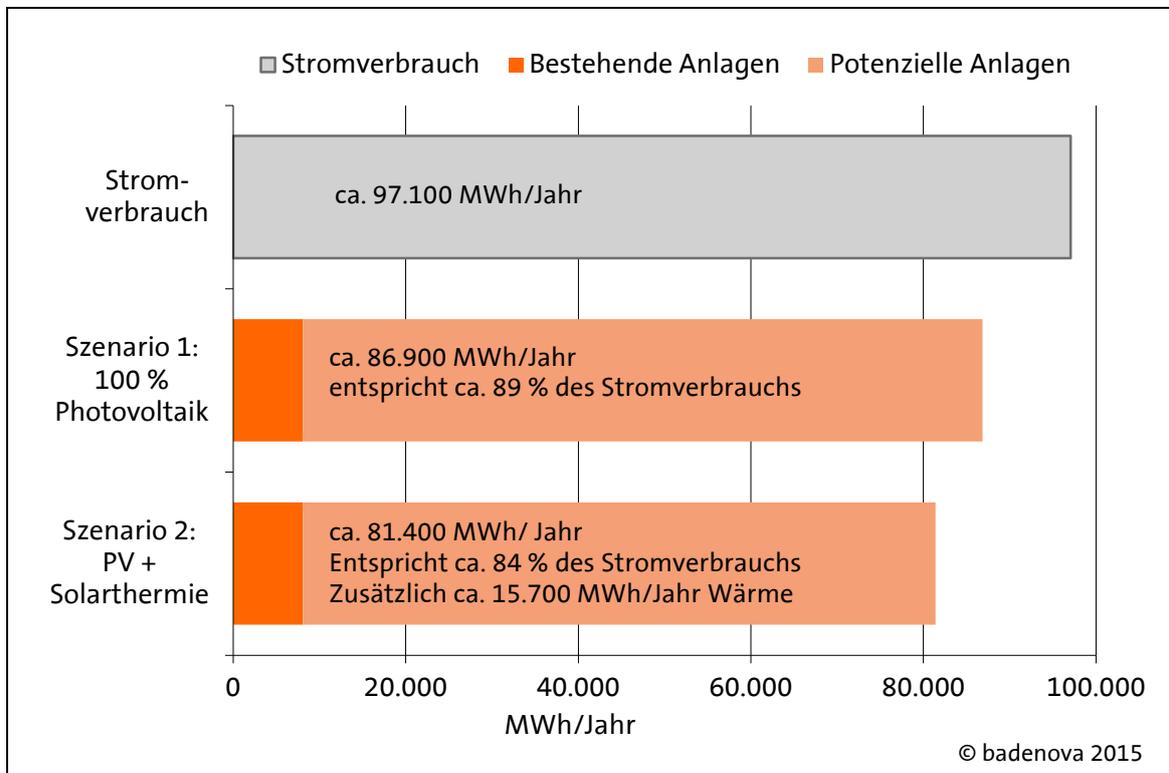


Abbildung 34 – Solarpotenziale der Gemeinde Waldshut-Tiengen

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

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Gemeinde auf ca. 89 % bzw. 86.900 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung, könnten bei Verzicht von 5 % des Solarstrompotenzials rund 60% des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 81.400 MWh/Jahr und entspricht 84 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

³ Solarthermie-Anlagen 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).

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung liegt. Ein weiterer Zubau von Photovoltaikmodulen und die Erzeugung von Solarstrom könnte, im Vergleich zum deutschen Strommix, insgesamt 40.900 t CO₂/Jahr vermieden werden. Die Ausschöpfung des Potenzials wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage (u.a. die Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

4.2 Energie aus Biomasse

4.2.1 Hintergrund

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 (Stand: Januar 2012) hatte die Biomasse in 2011 in Deutschland einen Anteil von 92 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 32 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 35). 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 Holzverarbeitenden 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.

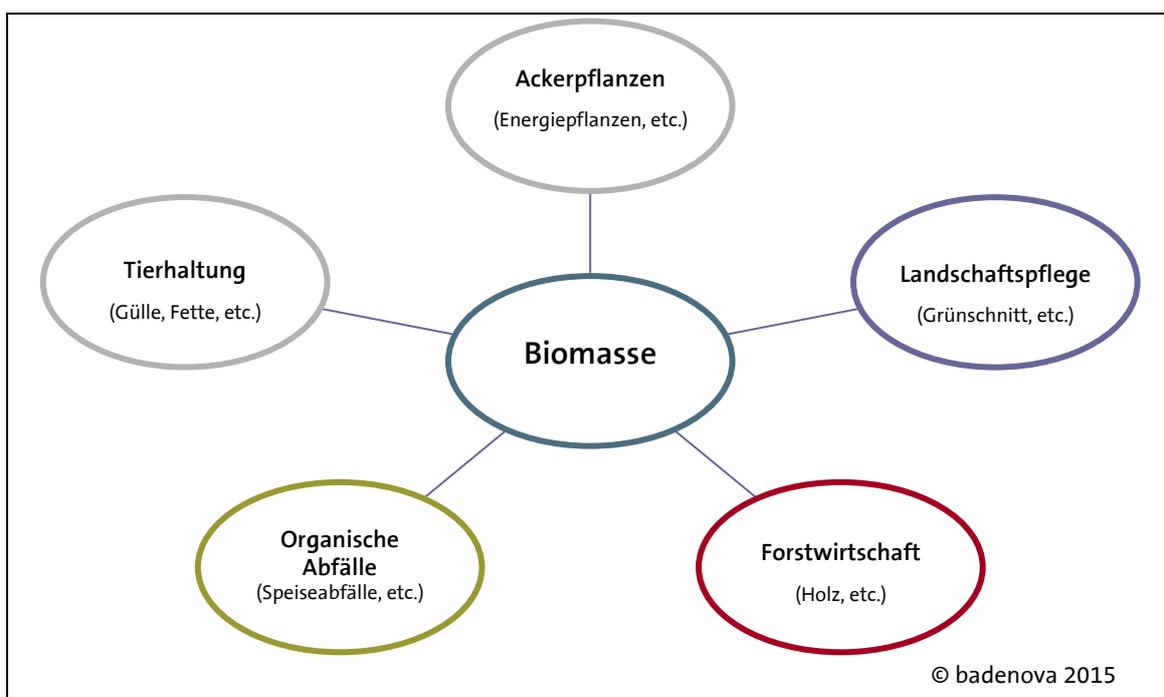


Abbildung 35 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet Waldshut-Tiengen durch eine empirische Erhebung ermittelt. Dabei fließen unter anderem das Mas-senaufkommen sowie die derzeitigen Verwertungskonzepte und die jahreszeitliche Verteilung mit in die Datenerhebung ein. Technische Potenziale werden vor diesem Hintergrund zunächst ohne Berücksichtigung aktueller Verwertungspfade oder von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen festgestellt.

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. Erst in einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen, Schmierstoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

4.2.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen

Eine leicht zugängliche Quelle für Biomasse sind die Reststoffe, wie sie bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen anfallen. Die meisten dieser organischen Reststoffe können als Substrat für eine Biogasanlage verwendet werden. In der Gemeinde Waldshut-Tiengen werden auf einer Fläche von 1.532 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2010). Auf 785 ha (51 %) dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut. Davon sind 318 ha (21 %) Winterweizen und ca. 206 ha (13 %) Wintergerste. Auf Silomais entfallen zusätzlich 380 ha (23 %). Silomais stellt auch das größte verfügbare Energiepotenzial der ackerbaulichen Reststoffe mit umgerechnet 6.600 MWh/Jahr dar. Ölfrüchterückstände (inklusive Raps) werden auf rund 200 ha angebaut und verfügen über ein Energiepotenzial von rund 2.840 MWh/Jahr. Winterweizenstroh kommt auf ein Energiepotenzial von 798 MWh/Jahr, Weizenstroh auf rund 497 MWh pro Jahr.⁴

Zusätzlich zu den Reststoffen aus dem bestehenden Ackeranbau können auch brachliegende Flächen, die sich für den konventionellen Anbau nicht eignen, für den Anbau von Energiemais genutzt werden. Mais ist ein erprobtes Biogassubstrat mit einer hohen spezifischen Biogasausbeute. Eine Bepflanzung der brachliegenden Flächen, z.B. mit Energiemais, könnte daher sinnvoll sein. Lediglich 11 ha (0,7 %) der Ackerfläche in Waldshut-Tiengen liegen nach Angaben des STA-LA BW brach. Zur Kalkulation des Energiepotenzials dieser brachliegenden Fläche wird ein Anbau von Energiemais mit einem um 50 % verminderten Ertrag ange-

⁴ Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Waldshut-Tiengen auf 31 Haupterwerbslandwirte und 44 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

setzt. Durch den Anbau von Energiemais auf den brachliegenden Flächen könnten zusätzlich 347 MWh/Jahr an Energie generiert werden.

Neben den Ackerflächen werden in Waldshut-Tiengen weitere 1.600 ha als Dauergrünlandflächen genutzt. Die auf diesen Flächen produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und kann in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist ein Energiepotenzial von 7.400 MWh/Jahr auf.

Insgesamt ergibt sich ein Gesamt-Potenzial von 11.800 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen. In Abbildung 36 sind das jährlich verfügbare Energiepotenzial der Reststoffe aus dem Ackeranbau sowie das Potenzial aus der Nutzung der Brachflächen und der anfallenden Grassilage nach Quelle dargestellt.

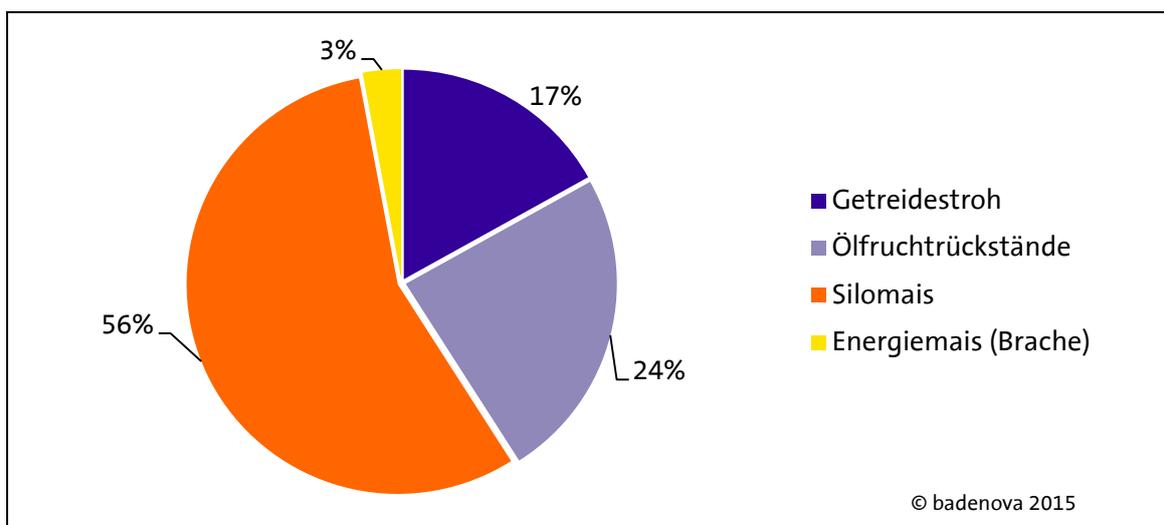


Abbildung 36 – Energiepotenziale aus Ackerbaupflanzen nach Quelle

4.2.3 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann anschließend in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Somit kann eine Biogasanlage in den biologischen Kreislauf von Pflanzenanbau, Futtermittelgewinnung, Tierhaltung und Düngung integriert werden und es wird eine zusätzliche Wertschöpfungsstufe geschaffen. Bei einer effizienten Nutzung von Gülle oder Festmist als Biogassubstrat sind kurze Transportwege zu beachten. In der Regel lohnt sich der Transport von Gülle aufgrund ihres hohen Wasseranteils nicht, weshalb die Erschließung dieses Potenzials nur teilweise wirtschaftlich möglich ist.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Nutztieren gewährleisten zu können, wird der Viehbesatz auf Großvieheinheiten (GV) umgerechnet. Eine Großvieheinheit entspricht 500 kg Lebendgewicht, was sich ungefähr mit der Masse eines Rindes deckt. Im Raum Waldshut-Tiengen entfällt der größte Anteil der Viehwirtschaft mit 3.000 GV auf die Haltung von Rindern gefolgt von Milchkühen mit 1.160 GV und der Schweinhaltung mit 1.040 GV. Aus der Nutzung der Rinder- und Milchkuhgülle ergibt sich ein Energiepotenzial von rund 4.700 MWh/Jahr. Der Energieinhalt der Ausscheidungen der verbleibenden Tierarten ist vernachlässigbar.

4.2.4 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Abfallstoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Das Angebot an Reststoffen ist in Waldshut-Tiengen begrenzt. Die Nutzung kommunaler Reststoffe, wie Grassilage, kommt auf rund 7.400 MWh und die Biotonne und Gartenabfälle bergen ein energetisches Potenzial von 1.466 MWh/Jahr.

Ein Energiepotenzial von knapp 13 MWh pro Jahr fällt auf die Nutzung von Obstrestern als Biogassubstrat.

4.2.5 Gesamt-Erzeugungspotenzial Biogas

Das Biogaspotenzial summiert sich in Waldshut-Tiengen auf insgesamt 18.500 MWh/Jahr, was im Rahmen der Stromerzeugung einem elektrischen Biogaspotenzial von 7.000 MWh entsprechen würde. Das größte Potenzial besteht dabei bei einer energetischen Nutzung von Reststoffen aus Silomais und Ölfruchttrückständen. Außerdem ist die Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen wie Maisstroh und Weizenstroh sowie von Grassilage vielversprechend. Ein gutes Potenzial besteht bei der Nutzung von Rinder- und Milchkuhgülle, auf die ein energetisches Nutzungspotenzial von insgesamt 4.700 MWh/Jahr entfällt.

In dieser Studie unberücksichtigt bleiben allerdings konkurrierende, insbesondere aber bestehende Verwertungspfade und die Transportkosten der Biomasse, die nur durch individuelle Befragungen und Prüfungen ermittelt werden können. In einem weiteren Schritt ist eine Wirtschaftlichkeitsanalyse notwendig, welche besonders die vorher genannten Punkte berücksichtigt.

Nach Auskunft der Stadt Waldshut-Tiengen und des Landwirtschaftsamts gab es im Jahr 2014 drei Biogasanlagen auf der Gemarkung. Im Ortsteil Gurtweil betreiben zwei landwirtschaftlichen Betriebe, der „Brühlhof“ und der „Riedwiesenhof“, Anlagen mit insgesamt 324 kW, davon 125 kW elektrischer Leistung. Die anfallende Wärme wird in den benachbarte Caritaswerkstätten Hochrhein GmbH genutzt. Eine weitere Anlage mit rund 110 kW elektrischer Leistung wird in Indlekofen betrieben. Ausbaupotenziale und -ambitionen bestehen nach Aussagen des Landwirtschaftsamtes bei diesen Anlagen aktuell nicht. Hinsichtlich der Güllepotenziale in den großen Betrieben, z.B. in Krenkingen, und für den zusätzlichen Anbau von Energiemais auf den brachliegenden Flächen (überwiegend Höhenlage), besteht derzeit kein nutzbares Potenzial, da hier derzeit eine Ackerbewirtschaftung vorgesehen durch die Landwirte vorgesehen ist.

Hinsichtlich der Nutzung von Biogaspotenzialen in den Kläranlagen gibt es seitens der Stadt bereits Projekte bzw. Planungen sowohl für die Kläranlage in Tiengen als auch in Waldshut.

Auf Grundlage der erhobenen Daten und der Aussage des Landratsamts lässt sich darüber hinaus zwar ein technisches, aber nach heutigem Stand kein wirtschaftlich nutzbares Biogaspotenzial aus der Gülle und den brachliegenden Flächen ableiten.

4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsberichten der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden. In Waldshut-Tiengen sind ungefähr 1.230 ha Waldfläche in Gemeindebesitz, ca. 400 ha sind Staatswald und ca. 1.420 ha befinden sich in privatem Besitz.

Der jährliche Gesamtholzeinschlag im Gemeindewald beträgt laut Forstverwaltung im Landratsamt 10.000 Festmeter (fm). Davon werden 1.500 fm für Selbsterwerber bereitgestellt, 1.300 fm für Brennholz geschlagen und der Rest für Industrie- und Stammholz verwendet. Rund 2000 fm werden darüber hinaus im Staatswald und 500 fm im Spital-/Kirchenwald geschlagen.

Auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Daten können keine Rückschlüsse auf mögliche Energieholz-Potenziale gezogen werden.

4.3 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wird zunächst auf den LUBW-Windatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Windkartierung des Landes auf flächendeckenden Berechnungen aufbaut. Daher besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es Abweichungen zu der tatsächlichen Windhöffigkeit an den spezifischen Standorten gibt. Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 6,00 m/s in 140 m Höhe über Grund.

Neben dem Windpotenzial als erste Planungsgrundlage werden bei der Standortwahl weitere Faktoren berücksichtigt. Dazu gehören insbesondere immissionsschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange.

In Zusammenarbeit mit einem Ingenieurbüro wurde von badenova bereits eine Potenzialanalyse für auf der Gemarkung Waldshut-Tiengen durchgeführt. Dabei wurden die Standorte Idlekofen und Aichen/Berghaus/Homberg identifiziert. Die Informationen aus der umfassenden Vorstudie „Windkraft in Waldshut-Tiengen“ (September 2013) werden auszugsweise in die folgenden Kapitel eingebunden.

4.3.1 Potenzielle Standorte „Indlekofen“ und „Aichen/Berghaus/Homberg“

Die Standortbereiche Indlekofen und Aichen/Berghaus/Homberg liegen rund 3 km nördlich bzw. rund 7 km nordöstlich von Waldshut-Tiengen im Bereich der östlichen Ausläufer des Hotzenwaldes. Beide Standortbereiche befinden sich im Gebiet der Stadt Waldshut-Tiengen.

Die Fläche Indlekofen umfasst den von Nordwesten nach Südosten verlaufenden, sanften Höhenrücken des Hungerberges zwischen den Ortschaften Schmitzingen und Indlekofen. Die Höhenlage beträgt bis zu rund 740 m ü. NN. Das Gebiet der

Gemeinde Weilheim grenzt im Westen unmittelbar an den Standortbereich an, der westlichste Teil des Hungerbergs gehört bereits zu Weilheim.

Die Fläche Aichen/Berghaus/Homberg befindet sich auf den sanft gewellten Höhenlagen östlich des Schlüchtals zwischen den Ortslagen von Aichen, Allmut und Krenkingen. Sie umfasst den Rücken zwischen der Alpenblickhütte im Westen und dem Birkenberg im Osten, weiterhin im Norden die Kuppen von Homberg und Bergäcker. Die Höhenlagen reichen von rund 650 m ü. NN bis 707 m ü. NN (Homberg). Die Gemeindegebiete von Weilheim bzw. Ühlingen-Birkendorf beginnen rund 1 km westlich bzw. nordwestlich der Bereiche, die Gemeindegrenzen verlaufen jeweils in der Talsohle des Schlüchtals.

Die nachfolgende Abbildung 37 zeigt die Lage der beiden Bereiche im Raum.

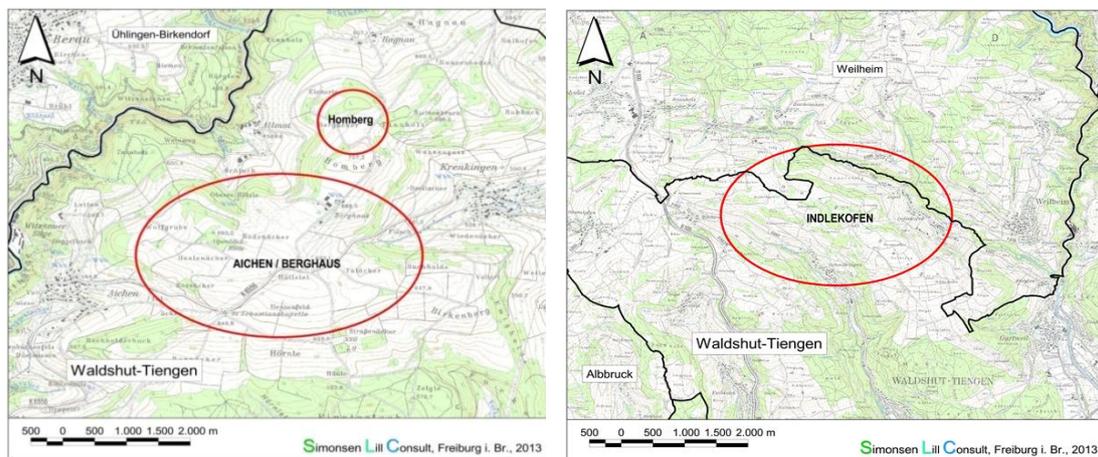


Abbildung 37 – Potenzielle Windstandorte auf der Gemarkung Waldshut-Tiengen

Beide Bereiche sind durch einen Wechsel von Offenland (Äcker, Grünland) und kleineren bis mittelgroßen Waldflächen bzw. Gehölzstrukturen gekennzeichnet. Bei den Waldflächen handelt es sich überwiegend um Laubwälder.

Neben der Land- und Forstwirtschaft ist der Tourismus von großer Bedeutung für das Gebiet. Wandern und Radfahren spielen eine große Rolle, ebenso wie Ausflugsmöglichkeiten in die Schweiz und in den Hochschwarzwald. So verläuft z.B. die Wanderoute „Chäppelweg“ von Waldshut-Tiengen aus unter anderem über den Hungerberg und über den Homberg.

4.3.2 Windhöffigkeit

Die Windverhältnisse bieten in beiden Bereichen gute Voraussetzungen für die Nutzung der Windenergie. Der Windatlas der LUBW weist im Bereich des Hungerberges mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten von bis zu 6,00 m/s aus. Im Bereich Aichen/Berghaus/Homberg werden vergleichbare Werte erreicht, am Homberg sind sogar 6,25 m/s angegeben. Ein wirtschaftlicher Betrieb von Windenergieanlagen ist ab ca. 6 m/s in 140 m ü. Grund möglich.

Durch die flächendeckende Datenerhebung für ganz Baden-Württemberg birgt der Windatlas der LUBW allerdings eine gewisse Unsicherheit. Falsche Annahmen bei der Projektentwicklung haben ein enorm großes Risikopotential, die resultierenden Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Windenergieprojekten sind

langfristig. Zusätzliche Gutachten und/oder eigene Windmessungen sind indes absolut notwendig.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die jeweiligen Ausschnitte aus dem Windatlas Baden-Württemberg (2011). Angegeben ist jeweils die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 140 m über Grund.

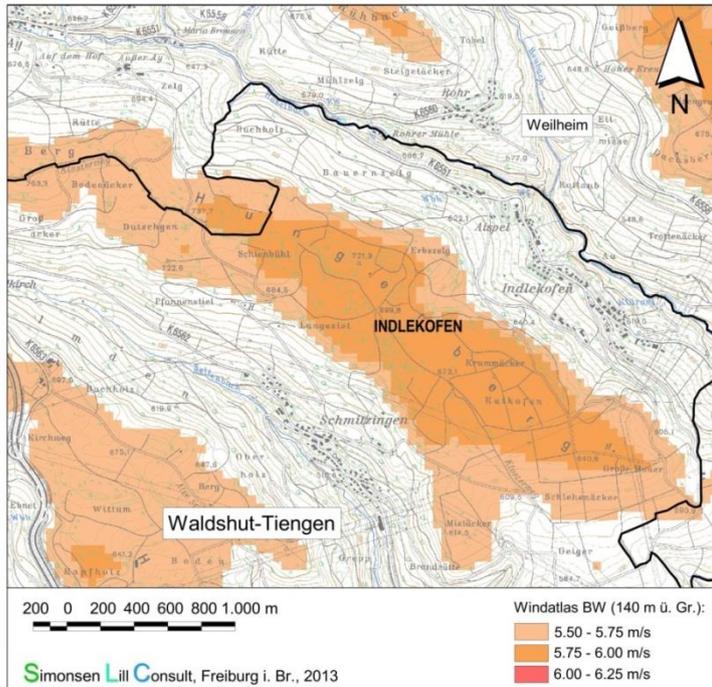


Abbildung 38 – Windhöffigkeit am Standort Indlekofen

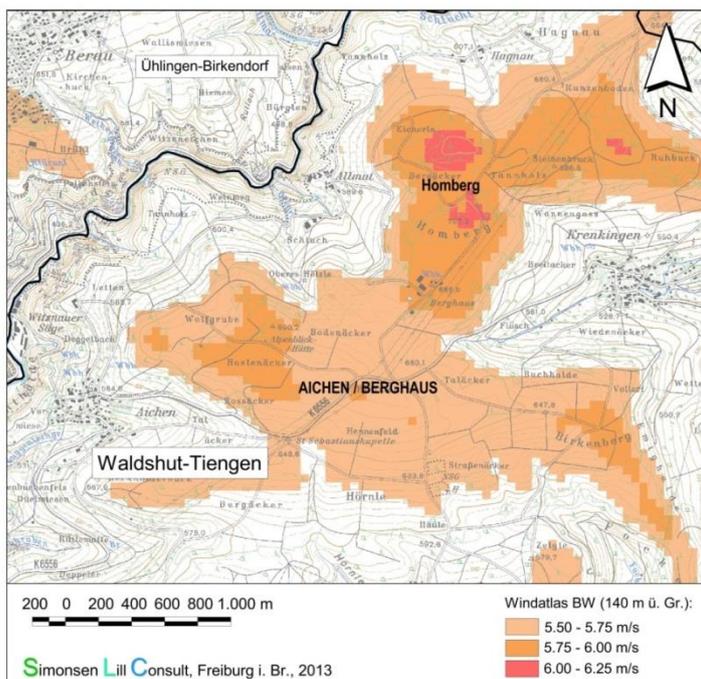


Abbildung 39 – Windhöffigkeit am Standort Aichen/Berghaus

4.3.3 Windkraftpotenzial

Die vorläufige Prüfung des Standorts bescheinigt Waldshut-Tiengen sehr geeignete Standorte für die Windkraft. Typisch für den Schwarzwald ist das komplexe Gelände, an denen sich die interessantesten Windkraftstandorte in der Regel befinden. Beim Bau der Infrastruktur muss mit erheblichem Aufwand gerechnet werden, sowohl für die Logistik als auch für die Netzanbindung. Technisch umsetzbar sind demnach rund sechs Windenergieanlagen mit Nabenhöhen zwischen 120-140 m, deren Rotordurchmesser größer als 100 m ist und deren installierte Leistung mindestens 2,4 MW beträgt.

Die Voraussetzungen für den Windkraftstandort Aichen hatten sich mit 5,75-6,25 m/s zunächst als sehr gut erwiesen. Bei der durch badenova in Auftrag gegebenen vertieften Prüfung wurden dann neben den vorhandenen Winddaten auf deutscher Seite auch noch Winddaten aus der Schweiz herangezogen. Das Gutachten ergab, dass die Berechnungen des Windatlas BW für die Windbedingungen am Standort um bis zu 0,5 m/s zu optimistisch waren. Unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen des Erneuerbaren Energien Gesetzes sowie den erzielbaren Preisen für Windenergieanlagen, und deren Installation, sind nur Standorte mit > 6 m/s auf 140 m Nabenhöhe wirtschaftlich realisierbar. Aus Sicht von badenova ist der Ausbau der Windenergie in Waldshut-Tiengen unter derzeitigen Voraussetzungen daher nicht wirtschaftlich möglich.

Die Erfahrung zeigt, dass es durchaus wieder zur Veränderungen der Rahmenbedingungen für Investitionen für Windkraftanlagen kommen kann und daher das Thema Windkraft auf dem Radar bleiben sollte. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen dieser Studie zunächst von einem technischen Potenzial von zwei Turbinen mit einer Jahresleistung von jeweils 6.000 MWh ausgegangen. Dieses Windenergiepotenzial wird dann in Relation zum Stromverbrauch der Stadt gesetzt.

Abbildung 40 zeigt deutlich, dass die Windkraft einen spürbaren Beitrag zu einer nachhaltigen und sauberen Stromversorgung leisten könnte. Allein durch die Errichtung von zwei Windkraftanlagen mit einer Leistung von je rund 2,4 MW könnte rund 12 % (12.000 MWh) des Gesamtstromverbrauchs der Stadt durch Erneuerbare Energien gedeckt werden. Beteiligungs- bzw. Genossenschaftsmo- delle würden darüber hinaus die Einbindung der Bürger gewährleisten und die lokale Wertschöpfung erhöhen.

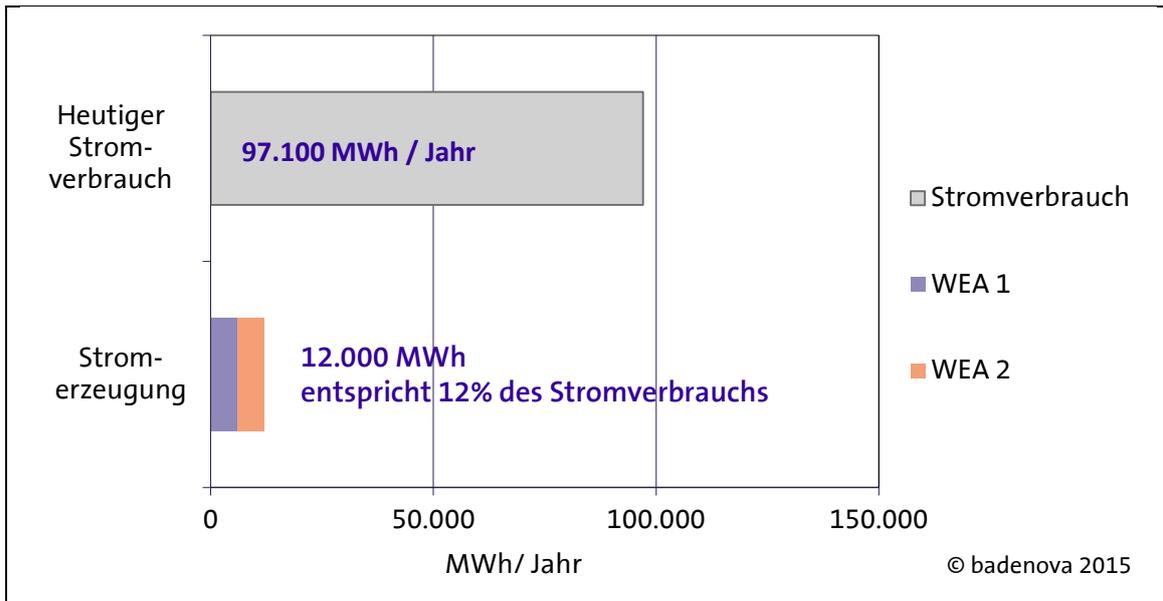


Abbildung 40 – Windenergiepotenzial von zwei Windkraftanlagen (WEA 1 + 2) in Relation zum Stromverbrauch

4.4 Wasserkraft

Die Ermittlung von bestehenden, über das EEG geförderten Wasserkraftanlagen ist grundsätzlich über die EEG-Anlagedatenbank des Übertragungsnetzbetreibers TransnetBW möglich. Die Ermittlung von Ausbaupotenzialen beruht auf Interviews mit Experten, die über gute Ortskenntnisse verfügen und der Auswertung von geographischen Daten. Eine detaillierte Aussage zu Wasserkraft-Ausbaupotenzialen kann letztlich jedoch nur über die Vor-Ort-Prüfung eines Standorts gemacht werden.

Es gibt eine bestehende, durch das EEG vergütete Wasserkraft-Anlage der Wutach-Elektrizitäts-Werke Wilhelm Hett KG (WEW) am Abzweig Wutach mit 3 kW Leistung.

Aus den verfügbaren Informationen kann festgestellt werden, dass Waldshut-Tiengen nach aktuellem Stand der Technik über keine zusätzlichen, wirtschaftlich nutzbaren Potenziale für Wasserkraft auf seiner Gemarkung verfügt. Auch aus den 32 Hochbehältern (sog. Volumenspeichern) mit 7.335 m³ und im Umfeld der 37 Quellen in Waldshut und 19 in Tiengen mit einer Schüttung von insgesamt 103,6 l/s konnten keine Potenziale abgeleitet werden.

4.5 Geothermie

4.5.1 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 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 $> 100\text{ °C}$)

Im Raum Waldshut-Tiengen kann die oberflächennahe Geothermie genutzt werden. In den am Hochrhein angrenzenden Stadtgebieten sowie bei Tiengen, entlang der Wutach, ist lokal auch die Anwendung der grundwassergekoppelten Wärmepumpe für den größeren Leistungsbedarf möglich.

4.5.2 Oberflächennahe Geothermie

Im oberflächennahen Untergrund kann mit den in der Abbildung aufgezeigten Systemen Erdwärme genutzt werden.

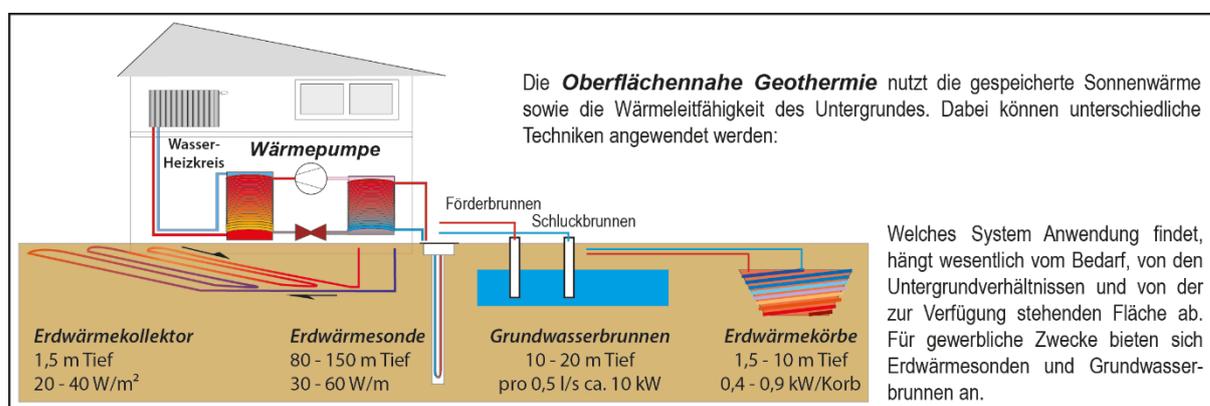


Abbildung 41 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Waldshut-Tiengen liegt am Hochrhein, auf den südlichen Ausläufern des Schwarzwaldes und der Alb. Der geologische Untergrund wird von Muschelkalk- und Buntsandsteinschichten aufgebaut. Letztere sind nur noch sehr geringmächtig und lagern meistens direkt auf kristallinem Gestein. In den Hochgebieten dominiert der obere Muschelkalk, der als Wasserreservoir dient und daher weiträumige Wasserschutzgebiete begründet. In den Tälern siedeln die Wohngebäude zumeist auf unterem Muschelkalk oder oberem Buntsandstein. Die erstere Formation kann Karsthohlräume im Untergrund aufweisen. In einigen Siedlungs-

arealen stehen auch salzförende Gesteine des mittleren Muschelkalks an, die ebenfalls Karsthölräume oder quellfähigen Anhydrit föhren.

Die gut wasserdurchlässigen Kalkschichten der Hanglagen bedingen in den größeren Tälern bei Tiengen und Waldshut artesische Druckverhältnisse, die von den Bohrfirmen technisch zu handhaben sind. Das Regierungspräsidium Freiburg i.Br. warnt zudem vor zementangreifenden Grundwässern, weshalb entsprechende resistente Bohrzemente zu nutzen sind. Die folgende Abbildung gibt ein schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Waldshut-Tiengen wieder. Die kumulativen Entzugsleistungen rechts im Bild sind Richtwerte, die nur für Einzelsonden gelten.

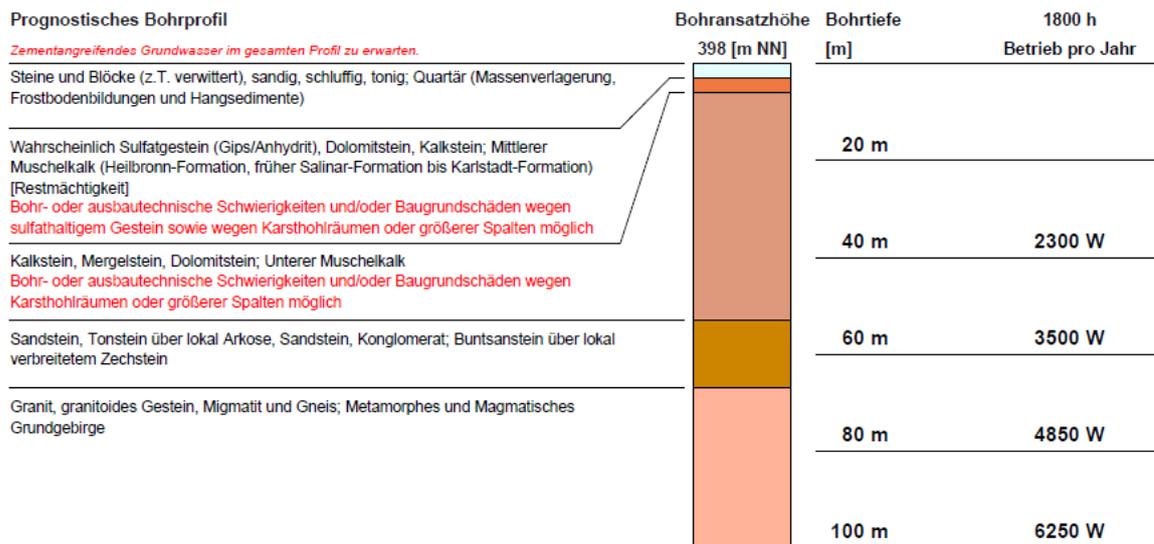


Abbildung 42 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Waldshut-Tiengen (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg)

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!

4.5.3 Geothermiepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters konnte für Waldshut-Tiengen ein bedarfsorientiertes Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 9.7 erläutert.

In Abbildung 43 ist beispielhaft ein Ausschnitt aus dem Geothermiekataster wiedergegeben. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren heutigen Wärmebedarf mit ein, zwei oder mit bis zu vier Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehen Nutzfläche decken können. Dabei wurde sowohl mit 150 m langen als auch mit bis zu 99 m langen Erdwärmesonden gerechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass theoretisch 35 % des Wohngebäudewärme-

bedarfs mit jeweils maximal 150 m langen Sonden abgedeckt werden könnte. Aus genehmigungsrechtlichen Gründen werden aber oft nur maximal 99 m lange Sonden verwendet. Mit diesen reduziert sich das Potenzial auf 11,2 % des Wohngebäudewärmebedarfs, wobei viele Gebäude dann zwischen drei und vier Sonden verwenden müssten. Dadurch steigen die Investitionskosten sehr stark an.

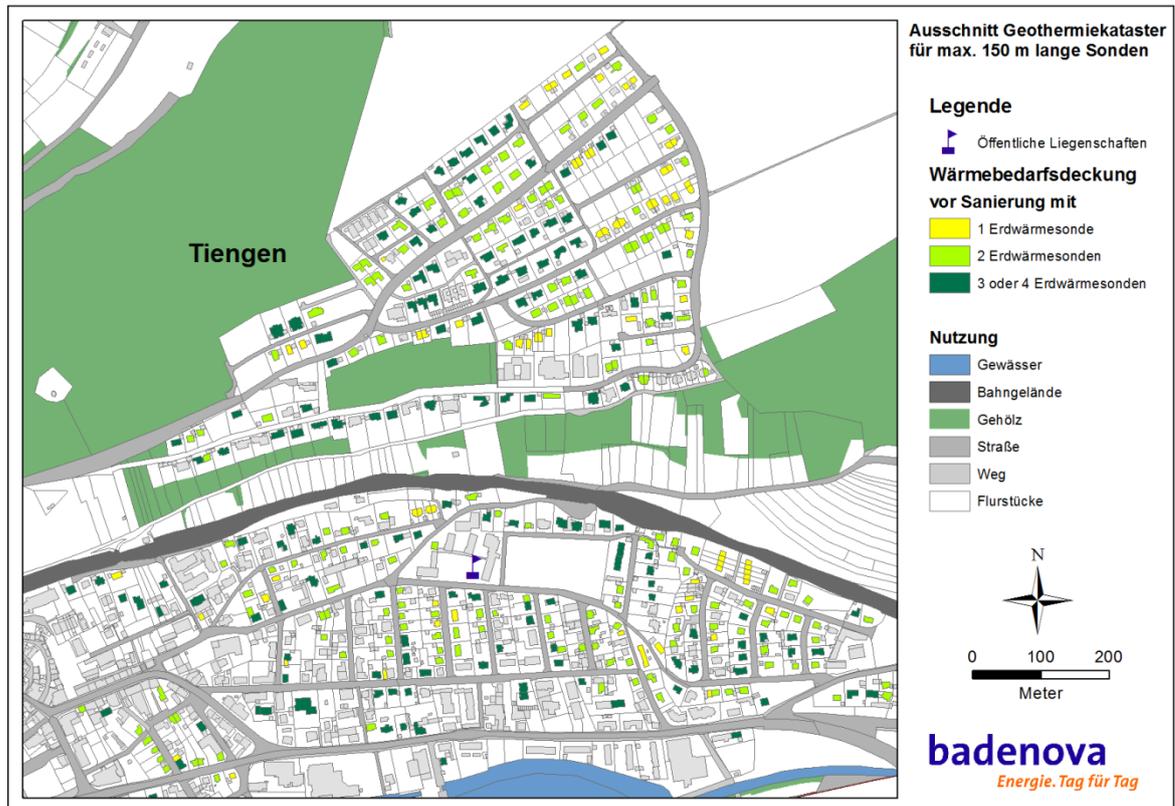


Abbildung 43 – Ausschnitt aus dem Geothermiekataster für Waldshut-Tiengen (theoretisches Potenzial)

Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es nötig, die Heizungsvorlauf-temperaturen 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 (1969-1978) aufweisen. Im Zuge dieser Altersklasse wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude der Klassen F bis H (1969-1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses sog. „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist ausschnittsweise in Abbildung 44 für Erdwärmesonden mit bis zu 150 m Länge dargestellt.

Unter diesen Voraussetzungen können maximal 16,5 % des heutigen Gebäude-wärmebedarfs der Gemeinde Waldshut-Tiengen mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial voraussetzt das durch Gebäudesanierung ca. 5 % des heutigen Wärmebedarfs ein-

gespart werden. Die quantitativen Ergebnisse sind in der Tabelle 6 zusammengefasst.

Maximale Sondenlänge	Theoretisches Potenzial	Technisch-ökonomisches Geothermepotenzial	Potenzial der dazu notwendigen Sanierung	Technisch-ökonomisches Potenzial mit Sanierung
150 m	35,2%	11,2%	5,3%	16,5%
99 m	16,3%	7,9%	3,9%	11,2%

Tabelle 6 – Quantitative Potenziale zur Abdeckung des Gebäudewärmebedarfs in Waldshut-Tiengen

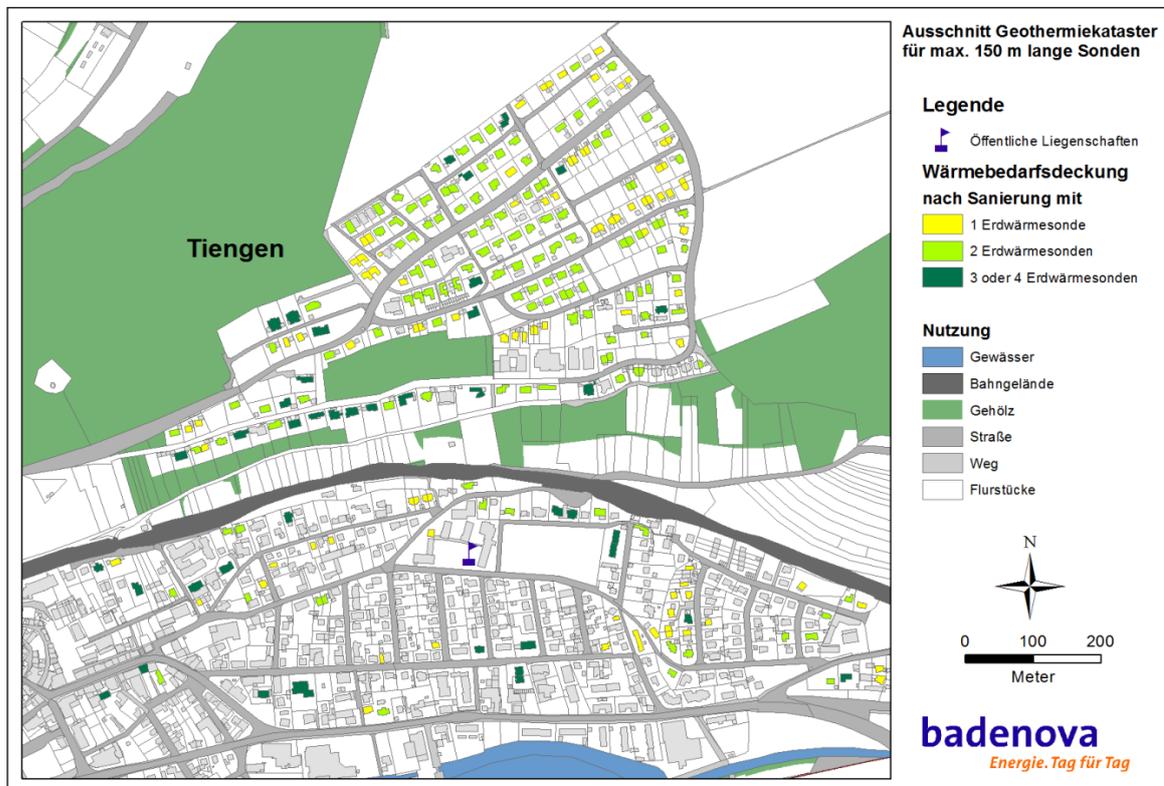


Abbildung 44 – Ausschnitt aus dem Geothermiekataster (technisch-ökonomisches Potenzial)

In Abbildung 44 ist zu erkennen, dass sich in Waldshut-Tiengen das geothermische Potenzial manchmal auf ganze Siedlungsareale konzentriert. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob die Siedlung einen Gasanschluss aufweist oder die Anwohner ihren Wärmebedarf tendenziell eher mit einer Öl- oder Stromheizung decken. Lassen sich solche oder allgemein veraltete Heizungssysteme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmenutzung.

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

4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Waldshut-Tiengen

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- Signifikante Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien gibt es in Waldshut-Tiengen bei der Solarenergie, die einen wesentlichen Beitrag zur „Stromautarkie“ leisten könnte.
- Zwar zeigt der Windatlas Baden-Württembergs in Waldshut-Tiengen gute Potenziale für die Nutzung von Windkraft, insbesondere am Standort Aichen/Berghaus. Jedoch hat eine Prüfung ergeben, dass eine Umsetzung unter aktuellen technischen und politischen Voraussetzungen nicht wirtschaftlich möglich ist. Es sind keine wirtschaftlich nutzbaren Ausbaupotenziale für die Wasserkraft in der Gemeinde vorhanden.
- Ein Großteil des Waldes befindet sich in Privatbesitz. Hier könnten sich noch Potenziale befinden. Potenziale für Energieholz lassen sich auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Daten jedoch nicht ableiten.
- Die vorhandenen Reststoffe z.B. aus Grünschnitt und tierischen Abfälle sowie die Bepflanzung von Brachflächen mit Energiemais, ergeben ein technisches Potenzial von 7.000 MWh/Jahr. Auf Grundlage der erhobenen Daten und der Aussage des Landratsamts lässt sich darüber hinaus zwar ein technisches, aber nach heutigem Stand kein wirtschaftlich nutzbares Biogaspotenzial ableiten.
- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in Einzelfällen bereits zur Wärmeengewinnung genutzt und könnten weiter ausgebaut werden. Für die Nutzung von Wärmepumpen gibt es ein gutes Potenzial.

Zusammenfassend zeigt Abbildung 45, wie durch die zusätzliche Nutzung der Photovoltaik- und der technischen Windpotenziale der Stromverbrauch in Waldshut-Tiengen zu 103 % durch lokale Erneuerbare Energien gedeckt werden könnte. Im Vergleich dazu beträgt der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung heute ca. 12 %.

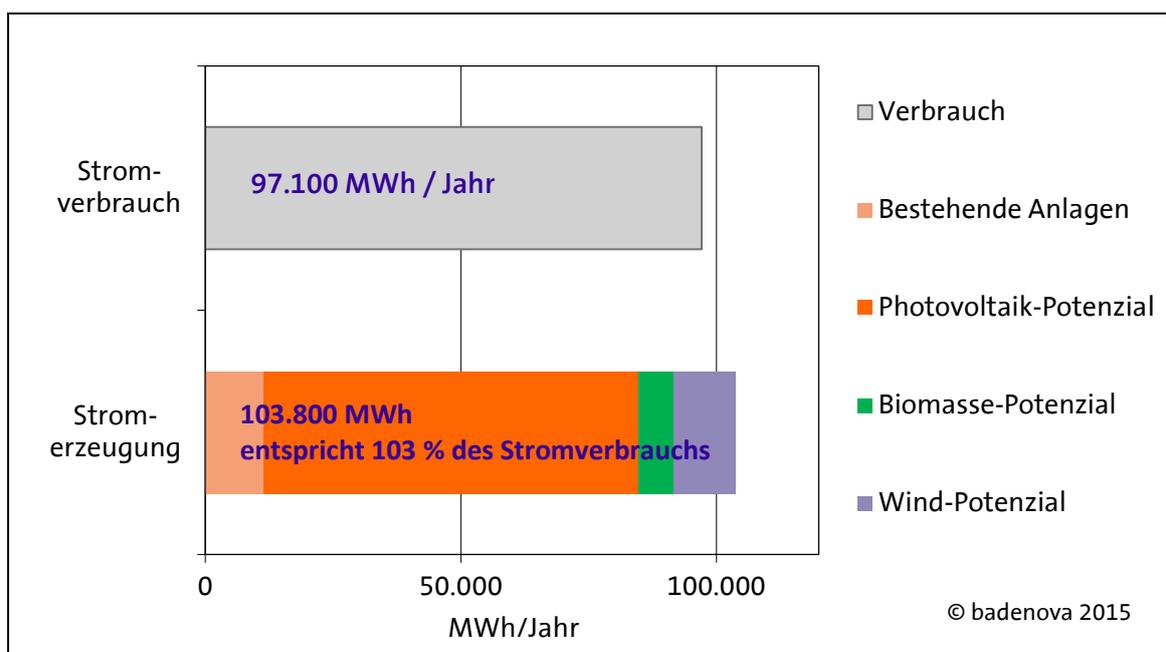


Abbildung 45 – Stromverbrauch und Potenziale für Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

5. Klimaschutzpotenziale und Handlungsfelder

Aufbauend auf den für diese Energiepotenzialstudie zusammengetragenen und analysierten Daten und der weiteren Auswertung dieser Daten in einem geographischen Informationssystem können bereits erste Handlungsfelder identifiziert werden. Diese würden in der Gemeinde Waldshut-Tiengen direkt zur Einsparung von CO₂-Emissionen führen und die Bemühungen der Stadt beim kommunalen Klimaschutz konsequent fortführen.

Thematisch unterscheidet die Studie drei grundsätzliche Handlungsfelder:

- Energieeinsparung
- Energieeffizienz und
- Ausbau der Erneuerbaren Energien,

Als Vergleichswert und für ein besseres Verständnis, welchen klimapolitischen Einfluss zusätzliche Maßnahmen in Waldshut-Tiengen hätten, wurden die energiepolitischen Ziele des Bundes und des Landes Baden-Württembergs für diese Zusammenfassung herangezogen.

5.1 Erneuerbare Energien

5.1.1 Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung: Fokus auf Sonne, Wind auf „Standby“

Potenziale für die zusätzliche Nutzung Erneuerbare Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Waldshut-Tiengen vorhanden, besonders im Bereich der Photovoltaik. Der jährliche Stromverbrauch liegt bei 91.700 MWh. Im Jahr 2012 wurden davon bereits 12 % durch die lokale Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien gedeckt (davon Photovoltaik 8 % und Biomasse 3 %).

Mit den vorhandenen Potenzialen könnte Waldshut-Tiengen das angestrebte Erneuerbare-Energie-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38 % bis 2020 nicht nur erreichen, sondern bei gleichbleibendem Stromverbrauch deutlich übertreffen (vgl. Abbildung 46). Allein mit der Ausschöpfung der Photovoltaik-Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnte den Stromverbrauch zu 87 % gedeckt werden. Hinzu kommen die technischen Potenziale für Biogas (7 %) und Windkraft (12 %).

Gegenüber dem deutschen Strommix wäre dies eine CO₂-Einsparung von 45.500 t im Jahr, die die Gemeinde in ihrer CO₂-Bilanz gutschreiben könnte⁵. Dadurch würde sich der CO₂-Ausstoß pro Einwohner um 30% von 6,9 t auf rund 4,9 t/Jahr verringern.

⁵ Die CO₂-Einsparungen durch die lokale Erzeugung von Strom aus EE im Vergleich zum deutschen Strommix können in der CO₂-Bilanz der Gemeinde nur auf die Menge Strom angerechnet werden, die in der Gemeinde verbraucht wird. Da in Waldshut-Tiengen mehr Strom erzeugt werden könnte, als momentan verbraucht wird, würde auch nur ein Teil der berechneten Einsparungen für die CO₂-Bilanz wirksam werden.

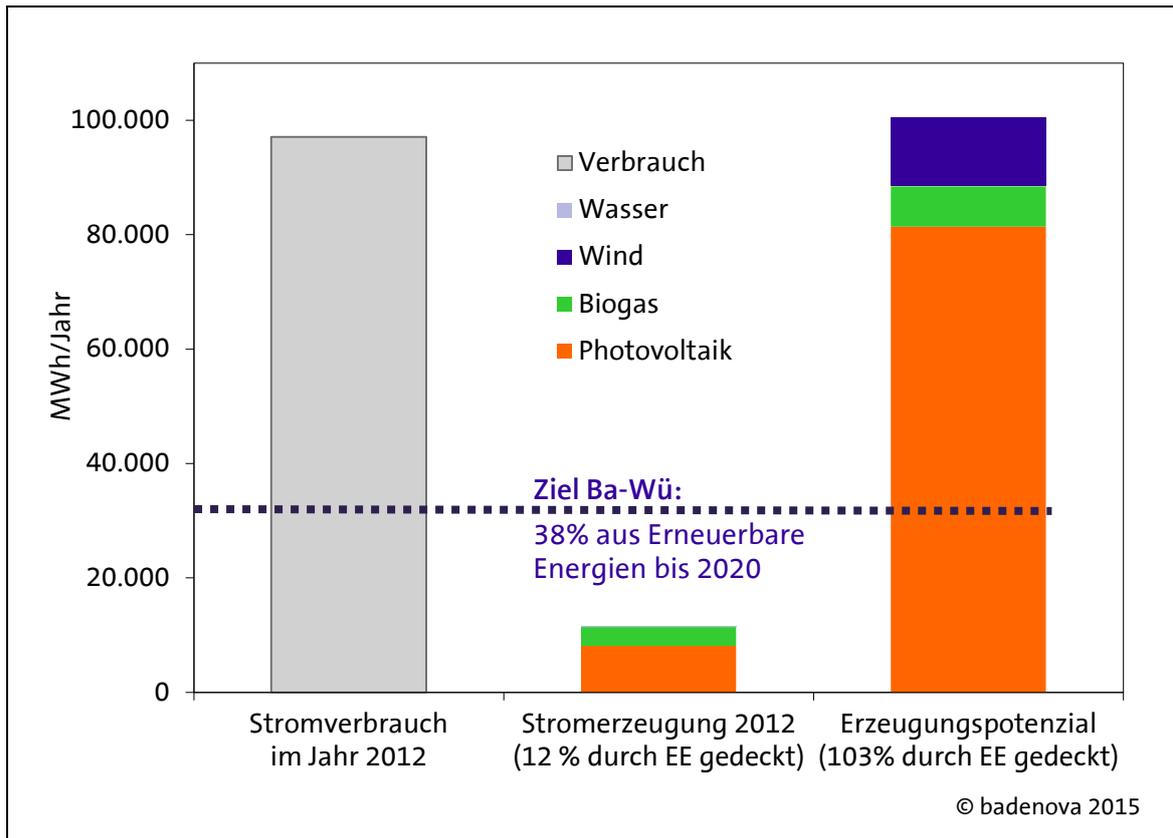


Abbildung 46 – Aktueller Stromverbrauch im Kontext Potenziale für Strom aus Erneuerbaren Energien und der energiepolitischen Ziele des Landes

Der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Solarenergie ist daher ein wichtiges und vor allem realisierbares Handlungsfeld, welches in der strategischen Ausrichtung der Gemeinde weiterhin verankert sein sollte. Wind- und Bioenergie sollten auf dem Radar bleiben.

5.1.2 Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung Erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind zwar vorhanden, aber zunächst nicht nutzbar, da das Potenzial der Biomasse bereits in anderen Verwertungspfaden genutzt wird (vgl. Abbildung 47).

Der Wärmeverbrauch in Waldshut-Tiengen beträgt 285.800 MWh/Jahr, wovon 53 % auf die Wirtschaft entfallen. Aktuell werden jährlich ca. 5 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde aus Erneuerbaren Energiequellen erzeugt: Energieholz (4,4 %), Solarthermie (0,4 %) und (Erd-)Wärmepumpen (0,1 %). Zusätzlich werden rund 8,5 % durch Fernwärme abgedeckt, die allerdings nicht den Erneuerbaren Energien zugerechnet wird.

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnten 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für Warmwasser erzeugt werden.

Zusammengenommen könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu 20 % des Wärmeverbrauchs decken. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung

lung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 16 % zu erhöhen. Durch die verstärkte Nutzung der solarthermischen Potenziale und der Erdwärmepotenziale könnte Waldshut-Tiengen das Ziel knapp erreichen. Das Potenzial ist allerdings individuell im Hinblick auf die Gesamteffizienz des jeweiligen Systems zu prüfen. Wichtiges, wirtschaftlich umsetzbares Handlungsfeld ist die letztlich die Nutzung von Erdwärme.

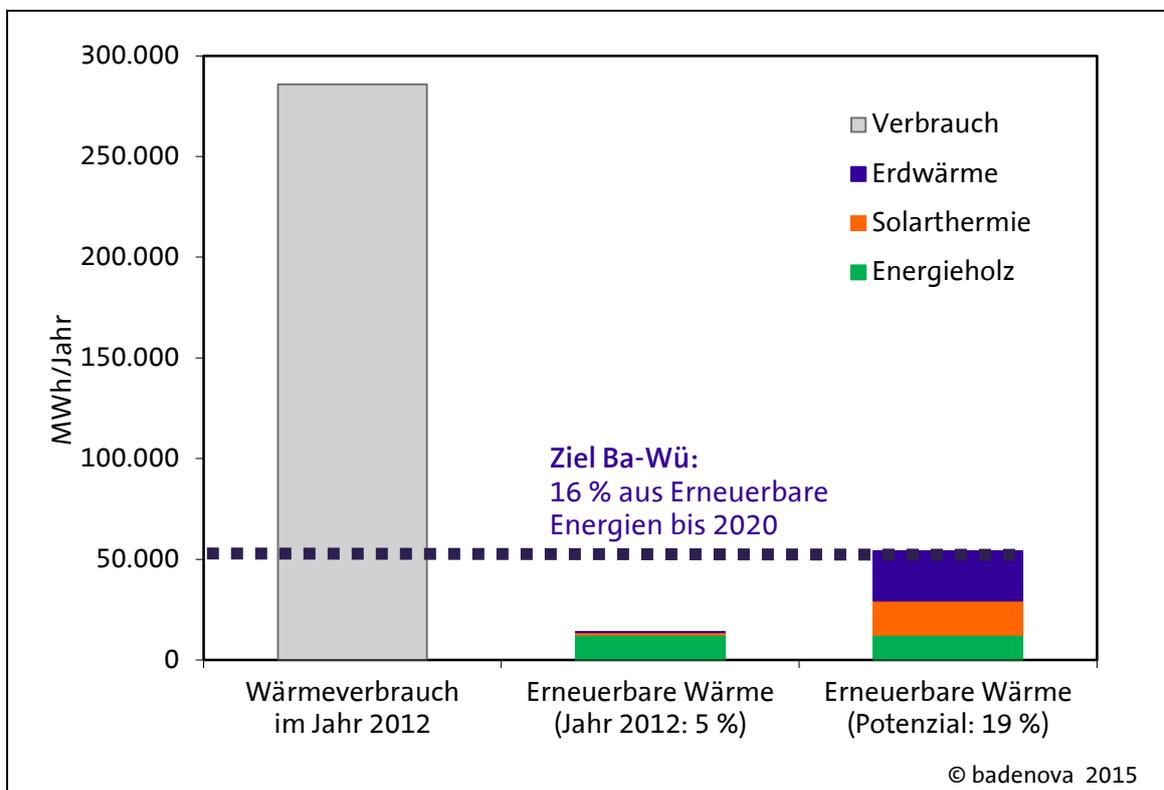


Abbildung 47 – Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs

Wie die Abbildung klar veranschaulicht, können Maßnahmen bei der Energieerzeugung nur ein Teil der Lösung sein. Ergänzend dazu muss der Wärmeverbrauch stark gesenkt und die Energieeffizienz deutlich erhöht werden.

5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

5.2.1 Modernisierung der Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung stellt grundsätzlich ein wichtiges kommunales Handlungsfeld dar. Der Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung mit Referenzgemeinden aus der Region zeigt, dass Waldshut-Tiengen mit einem Stromverbrauch von 41,7 kWh pro Einwohner bereits unter dem Durchschnitt liegt, vgl. Abbildung 48. Insgesamt gibt es in der Gemeinde ca. 2.500 Leuchten. Durch die fortlaufende Modernisierung der Straßenbeleuchtung wird Waldshut-Tiengen, z.B. durch die Umstellung auf LED, auch künftig dieses tragende kommunale Potenzial für Effizienzsteigerungen heben können.

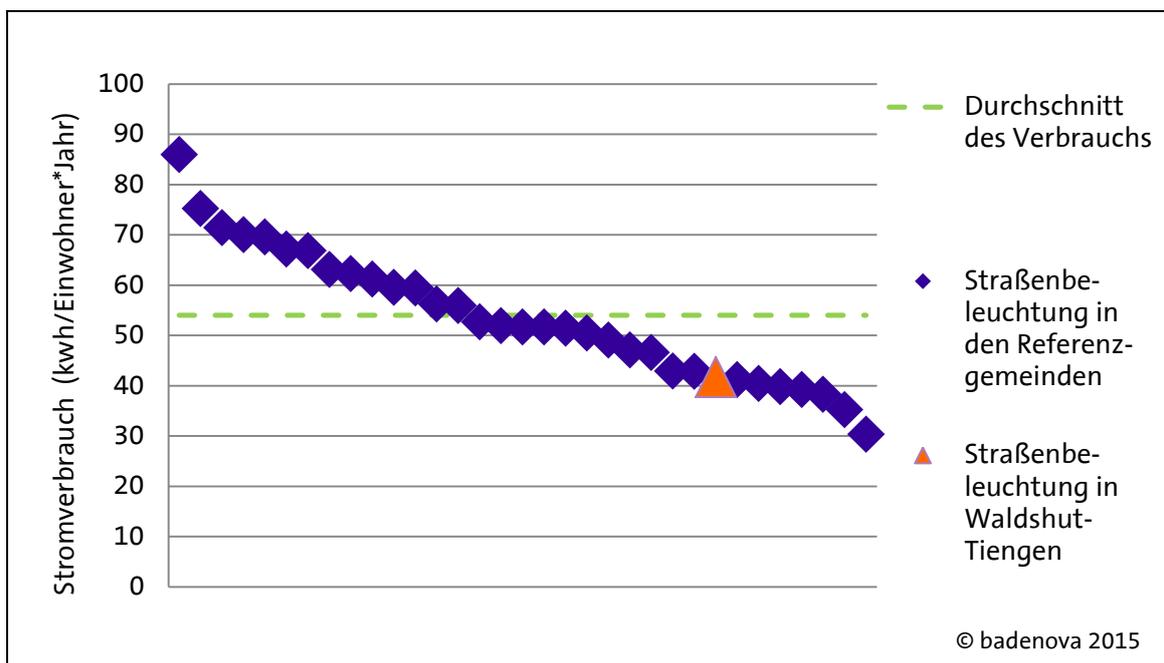


Abbildung 48 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner mit Referenzgemeinden (2012)

5.2.2 Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch

Der Austausch alter Heizanlagen stellt ein grundlegendes Handlungsfeld für Privathaushalte dar. Die Auswertung der Heizanlagenstatistik der Gemeinde verdeutlicht, dass der überwiegende Teil der Anlagen jedoch nicht älter als 20-30 Jahre ist. Abbildung 49 stellt die summierte Leistung der Heizanlagen nach Baualter und Energieträger dar.

Allerdings hat sich die Effizienz von Heizanlagen in den letzten Jahren deutlich verbessert, wodurch auch jüngere Anlagen ein Potenzial für Effizienzsteigerungen besitzen, welche wiederum zu Energie- und Kosteneinsparungen führen können. Darüber hinaus gibt es z.B. Synergieeffekte durch die Umstellung von Anlagen auf andere Energieträger (z.B. Heizöl auf Erdgas).

Unabhängig vom Baualter 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 und auch im gewerblichen Bereich können dahingehend oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.

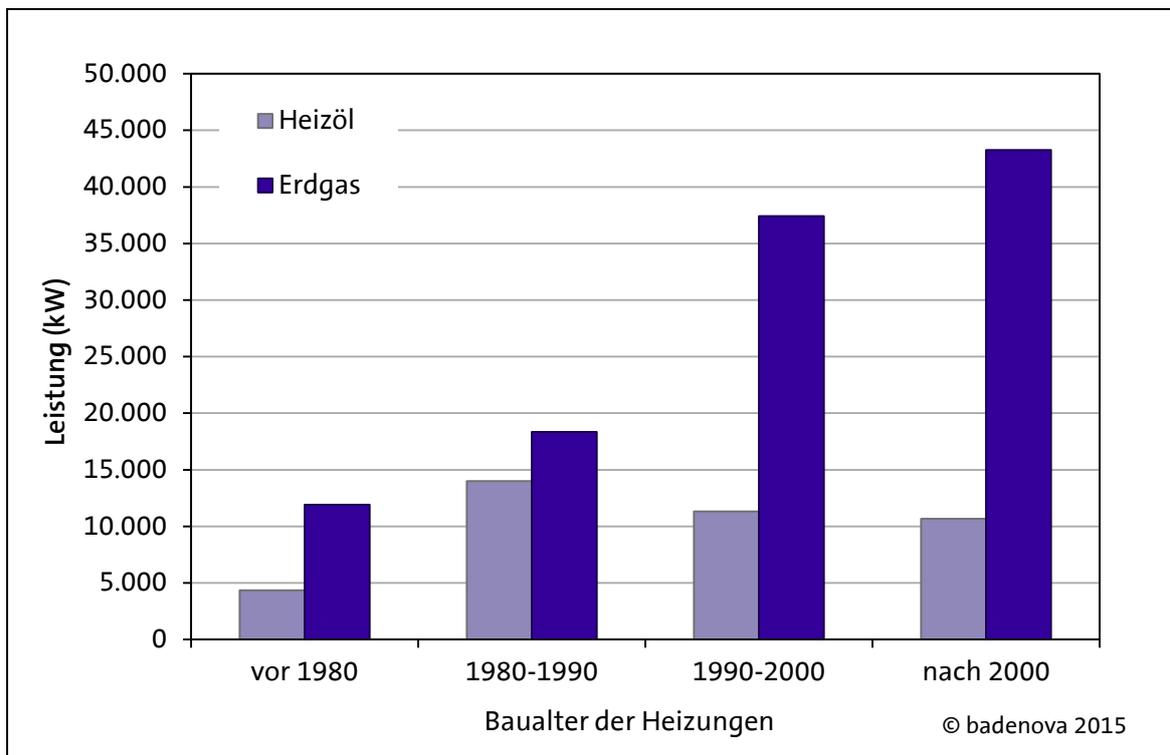


Abbildung 49 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträger und Baualter

5.2.3 Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern. Waldshut-Tiengen verfügt bereits über einige Anlagen, die von den Stadtwerken Waldshut-Tiengen betrieben werden und rund 8,5 % des Wärmebedarfs und 19 % des Strombedarfs der Stadt decken. Damit ist das Landesziel, 20 % des Stromverbrauchs mit KWK-Anlagen zu decken in Waldshut-Tiengen bereits zum Greifen nahe, vgl. Abbildung 50.

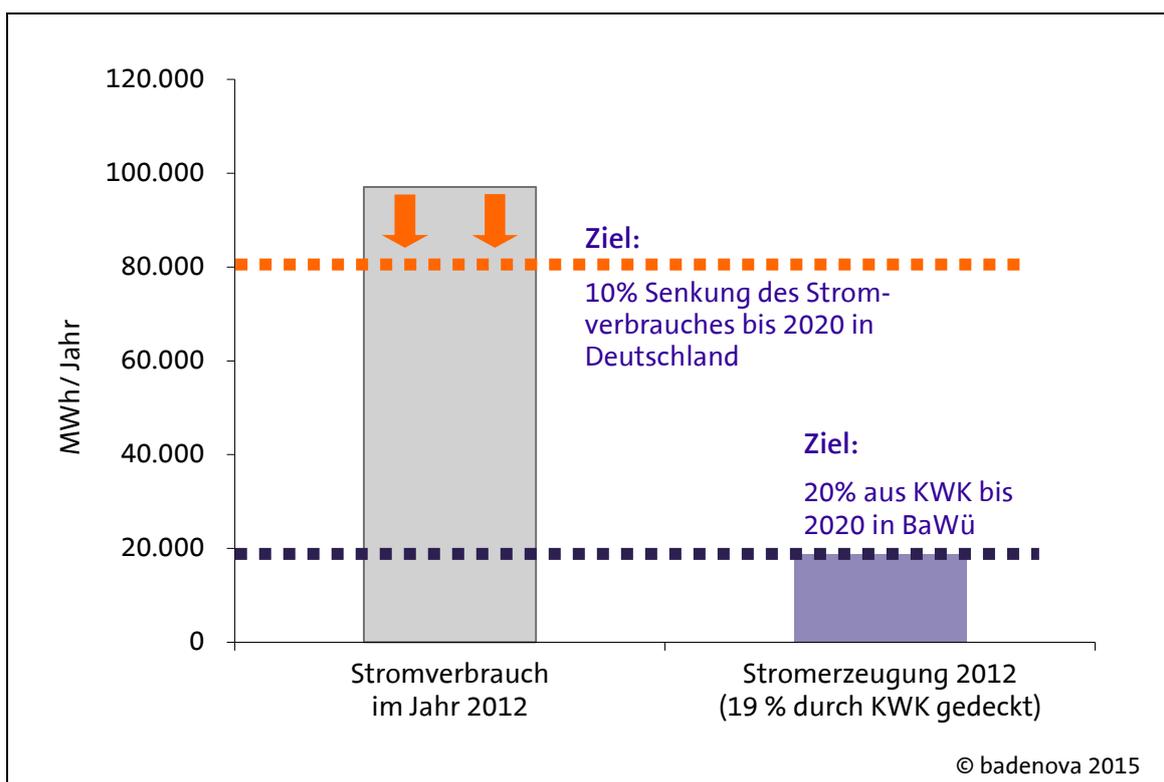


Abbildung 50 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch

Der Auf- und Ausbau von Nahwärmeverbänden bzw. KWK-Anlagen bietet in Waldshut-Tiengen noch sehr gute Potenziale. Für alle vier durch die Stadtwerke betriebenen Wärmenetze konnten anhand des Wärmekatasters dahingehend noch Ausbaupotenziale ermittelt werden. Insbesondere in Kombination mit Sanierungs- und Quartierskonzepten im und um die Altstadtkerne sowohl in Waldshut als auch in Tiengen konnten gute Potenziale identifiziert werden.

Abbildung 51 zeigt die Ausbaupotenziale für die Wärmenetze „Stadtmitte Tiengen“ und „Schulzentrum Tiengen“ im Wärmekataster. Dunkelrote Gebäude weisen einen hohen Energiebedarf auf und eignen sich grundsätzlich für den Anschluss an einen Wärmeverbund. Allerdings ist immer eine Einzelfallprüfung notwendig. Gut zu sehen ist auch der hohe Verbrauch der zahlreichen denkmalgeschützten Gebäude im Altstadt kern, die oftmals nicht umfangreich energetisch saniert werden können. Für die Altstadt/Stadtmitte Tiengen ist die Erstellung eines Sanierungskonzepts vorgesehen.

Mögliche Ausbaupotenziale für das Wärmenetz „Bauhof“ könnten durch eine Befragung der benachbarten Firmen festgestellt werden (vgl. Abbildung 52).

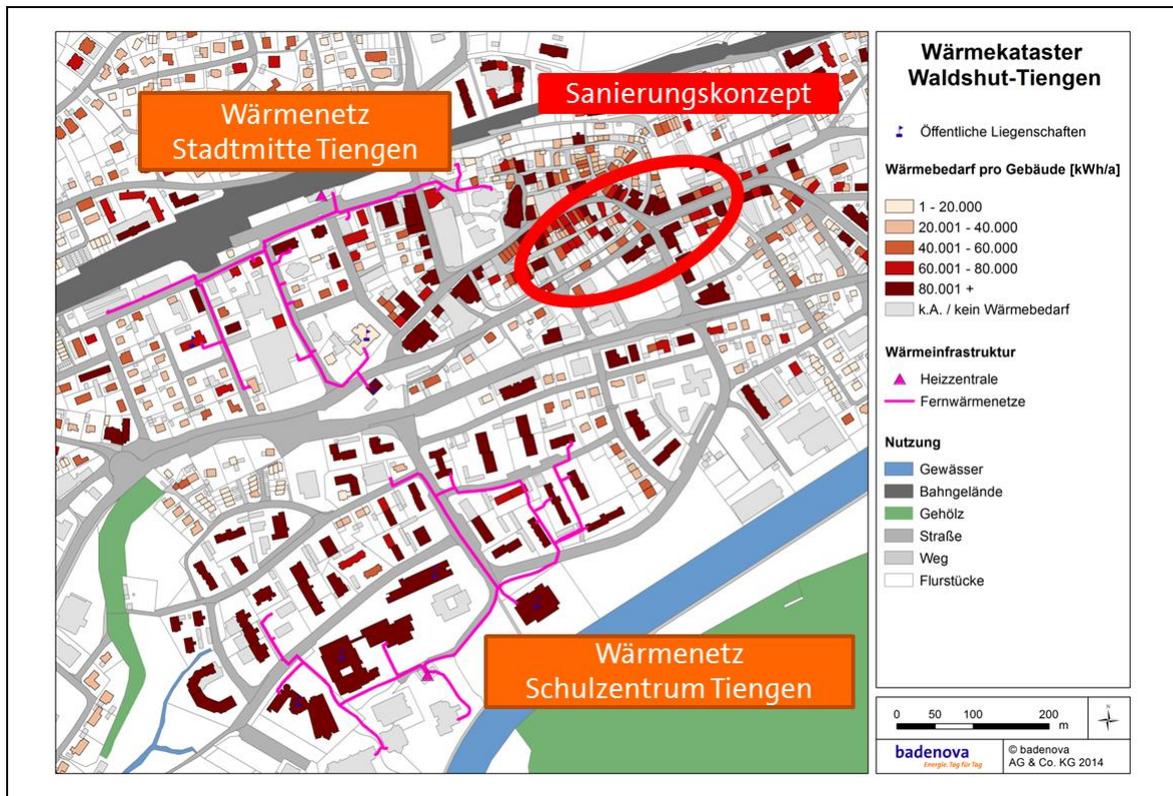


Abbildung 51 – Wärmekataster Tiengen: Wärmenetze und Sanierungskonzept

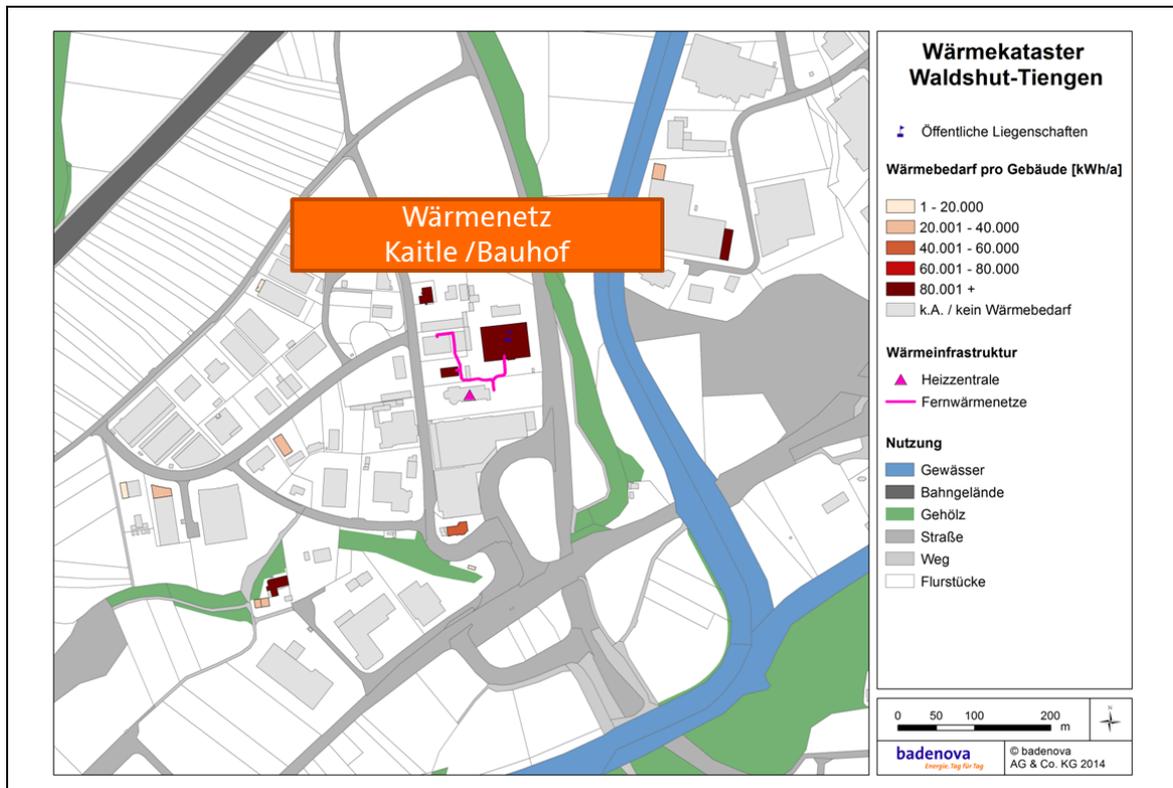


Abbildung 52 – Wärmenetz „Bauhof“

Das Wärmekataster zeigt deutlich den hohen Wärmebedarf der Häuser in der Innenstadt Waldshut und der Bahnhofsvorstadt. Diese Quartiere bestehen zu großen Teilen aus denkmalgeschützten Gebäuden (vgl. Abbildung 53). Vor diesem Hintergrund würde sich der Auf- und Ausbau von Wärmeverbunden anbieten. Darüber hinaus wird für das Rathaus eine neue Wärmelösung angestrebt, die möglicherweise Kern eines neuen Wärmeverbundes sein könnte und mit geplanten Straßenbauarbeiten in der Fußgängerzone einhergehen könnte.

Das Wärmenetz „Schulzentrum Waldshut“ verfügt noch über Ausbaupotenziale und ist – wie das Wärmekataster zeigt – von potenziellen Abnehmern mit hohem Wärmebedarf umgeben.

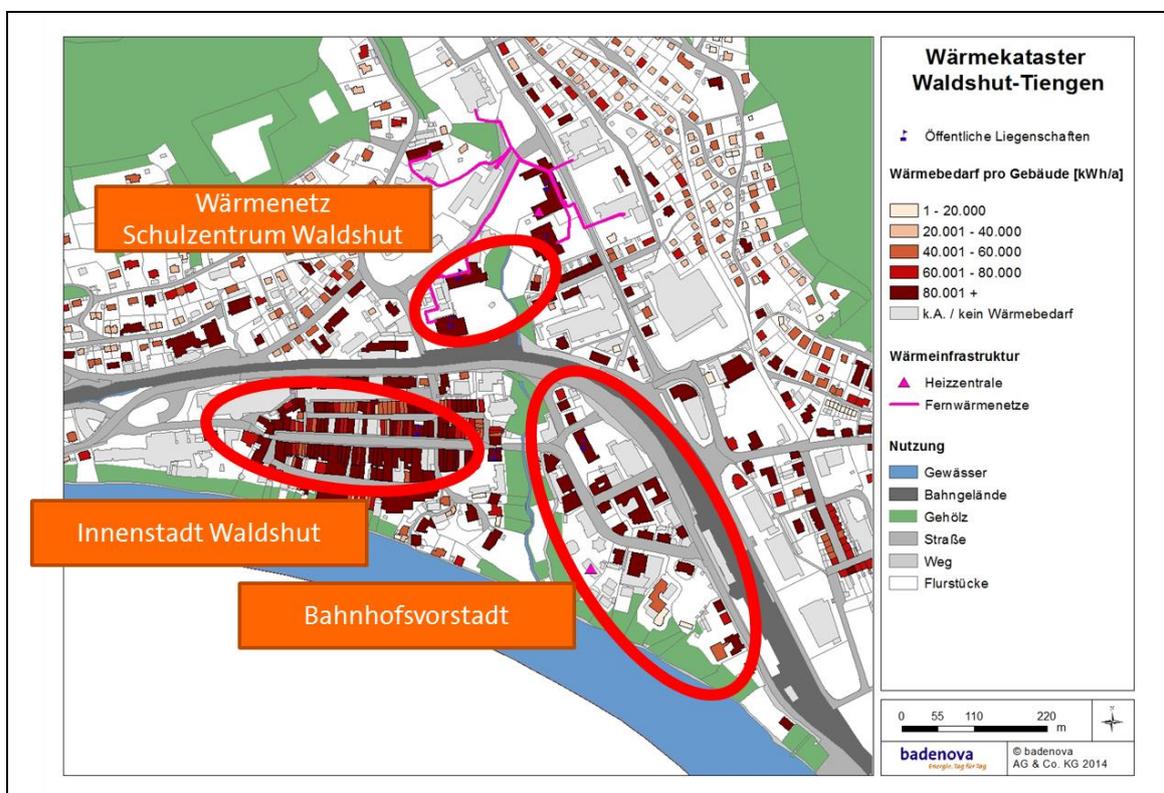


Abbildung 53 – Wärmekataster Waldshut: Wärmenetz Schulzentrum und potenzielle Sanierungsgebiete „Innenstadt Waldshut“ und „Bahnhofsvorstadt“

5.3 Energieeinsparung

5.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmebedarf um 20 % zu senken. In der folgenden Abbildung 54 ist der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude in Waldshut-Tiengen sowie das mögliche Einspar-

potenzial und das Ziel der Bundesregierung dargestellt. Waldshut-Tiengen verfügt über ein signifikantes Einsparungspotenzial beim Wärmeverbrauch.

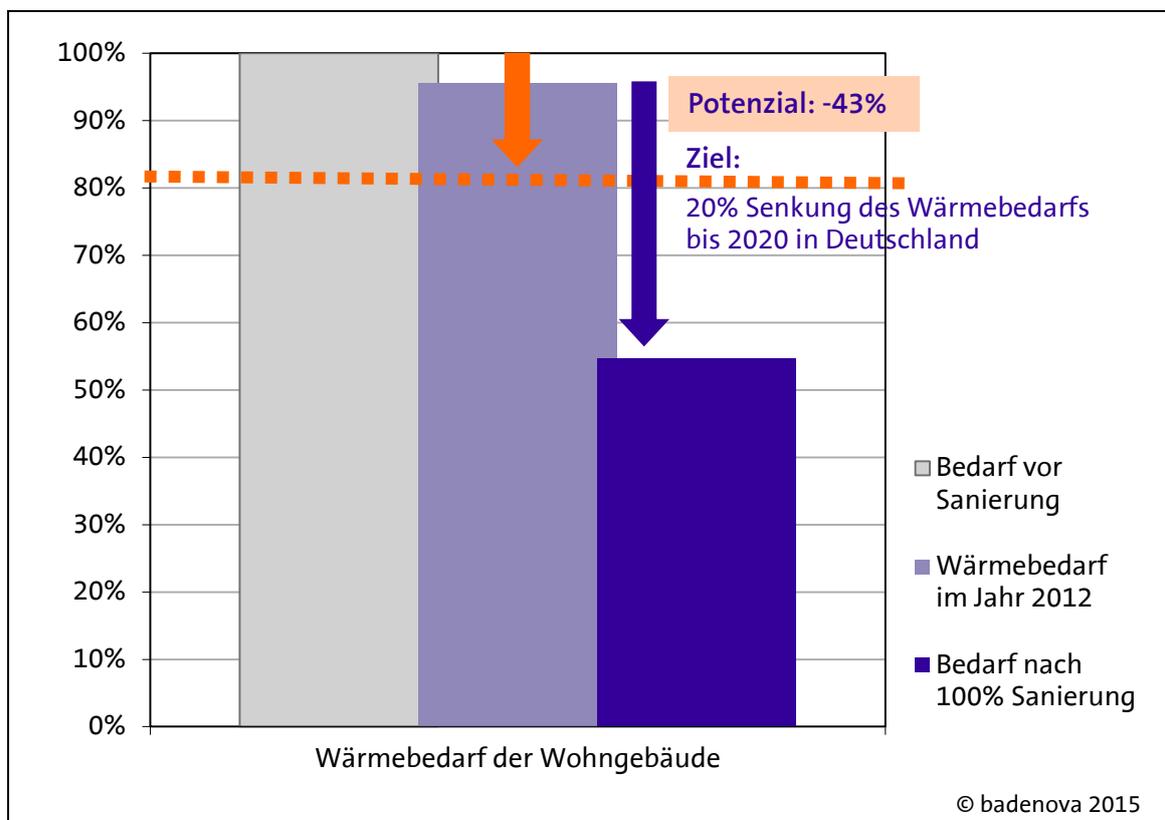


Abbildung 54 – Wärmeverbrauch Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

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 Waldshut-Tiengen wurde 76 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1983 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3 in Kapitel 2.2). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an CO₂-Emissionen einsparen.

Konkret bedeutet das: Würden in Waldshut-Tiengen alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Wärmeschutz-Verordnung modernisiert werden, könnte man 43 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs einsparen (vgl. Abbildung 54). Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

Zu berücksichtigen ist jedoch bei allen Maßnahmen zur Verringerung des Wärmeverbrauchs, dass der Einfluss der Gemeindeverwaltung auf Dämm- und Sanie-

rungsmaßnahmen 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.

5.3.2 Sanierungs- und Quartierskonzepte

Wichtig hinsichtlich der Steigerung von Sanierungsraten und Verringerung und Optimierung der Wärmeverbräuche sind Maßnahmen, in denen die Stadt als Initiatorin und Impulsgeberin agiert, wie dies bei Sanierungs- und Quartierskonzepten der Fall ist. Beispiele sind die Sanierungsgebiete „Stadtmitte Tiengen“ oder die „Bahnhofsvorstadt“ in Waldshut, die bereits vorhergehend im Zusammenhang mit Wärmeverbänden beschrieben wurden. Letztlich werden Informations- und städtische Förderprogramme sowie Partizipationsprozesse Voraussetzung für die „Aktivierung“ von energetischen Sanierungen bei Privathaushalten sein.

Ein weiteres Areal, welches im Rahmen der Studie als mögliches Sanierungsgebiet aber auch für den möglichen Aufbau eines Wärmeverbundes identifiziert wurde, ist das Areal um die Theodor-Heuss-Schule und das Quartier „Liedermatte“ in Waldshut (vgl. Abbildung 55).

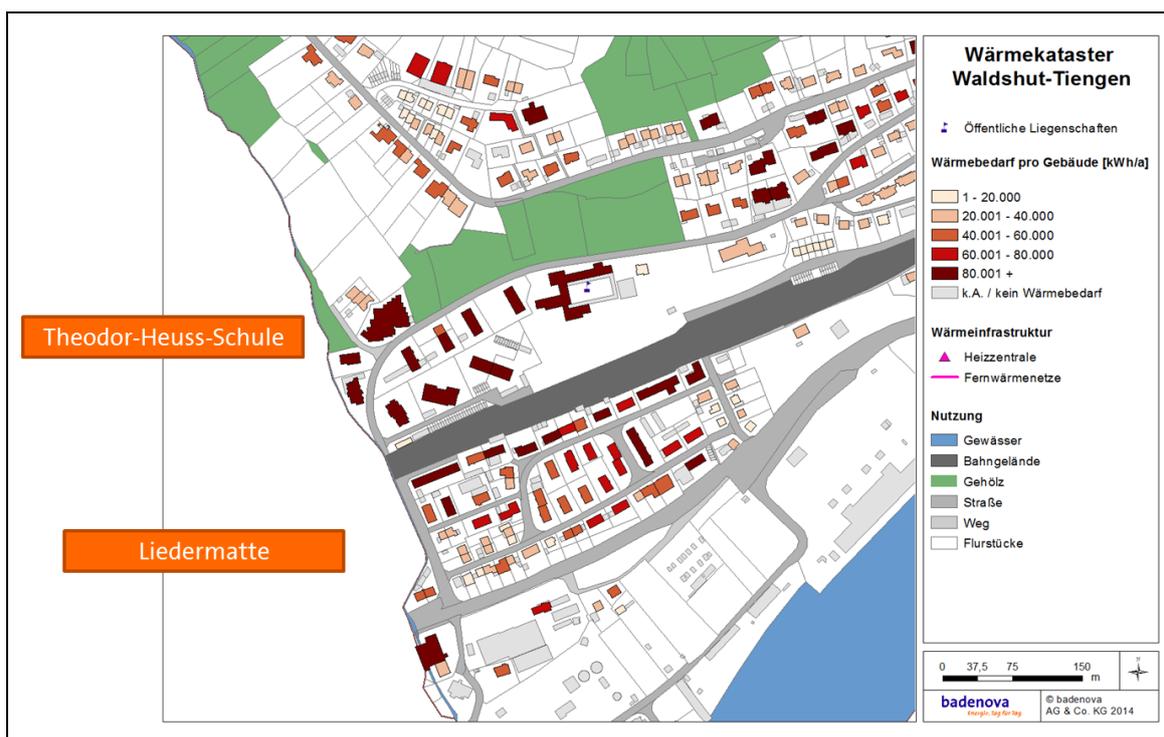


Abbildung 55 – Potenzielles Sanierungsgebiet Theodor-Heuss-Schule und Liedermatte

6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Waldshut-Tiengen ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und energieeffizienten Energieversorgung erreicht und eine solide Datengrundlage für die nächsten Schritte gelegt. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass die Stadt bereits zahlreiche Potenziale identifiziert und Maßnahmen für die Umsetzung angestoßen hat. Als Beispiele sind hier u.a. die Umstellung der Straßenbeleuchtung, Effizienzsteigerungen bei den Kläranlagen, der Auf- oder der Ausbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen sowie den Ausbau der Photovoltaik zu nennen. Letztere sind Maßnahmen und Vorhaben, die auch konsequent von den Stadtwerken Waldshut-Tiengen vorangetrieben wurden. Im Rahmen dieser Studie konnte daher auch gut dokumentiert werden, zu welchen positiven Ergebnissen die enge Zusammenarbeit der Stadt mit dem eigenen engagierten Stadtwerk führen kann. Gegenstand und Ziel dieser Studie war daher von Anfang an die enge Zusammenarbeit und Abstimmung mit dem Stadtwerk. In diesem Sinne wird das Stadtwerk Waldshut-Tiengen gemeinsam mit der Stadt bei der nun folgenden Maßnahmenentwicklung des Klimaschutzteilkonzepts eine tragende Rolle einnehmen.

Trotz dieser positiven Zwischenbilanz zum Thema Klimaschutz gibt es in Waldshut-Tiengen zahlreiche Handlungsfelder, die im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst werden:

- Nutzung des signifikanten Solarpotenzials und des Erdwärmepotenzials
- Fortwährende Umstellung der Straßenbeleuchtung z.B. auf LED
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen
- Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden in Tiengen und Waldshut
- Steigerung der Sanierungsraten insbesondere bei Wohngebäuden
- Umsetzung von Sanierungs- und Quartierskonzepten

Die Datenbasis dieser Studie bietet eine solide Grundlage für weitere Entscheidungen und ermöglicht zudem, individuelle Fragestellungen und Potenziale der Gemeinde in die nachfolgenden Projektphasen zu integrieren. Hierzu zählen z.B. die konkrete Ausarbeitung einer Klimaschutzstrategie und individueller Maßnahmen, also eines umfassenden Klimaschutzkonzepts, dessen Umsetzung bereits im November 2014 vom Gemeinderat beschlossen wurde.

Die Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung aller Akteure ist Gegenstand von Modul 3 und 4 (vgl. Abbildung 56), dessen Beginn für Mai 2015 geplant ist.

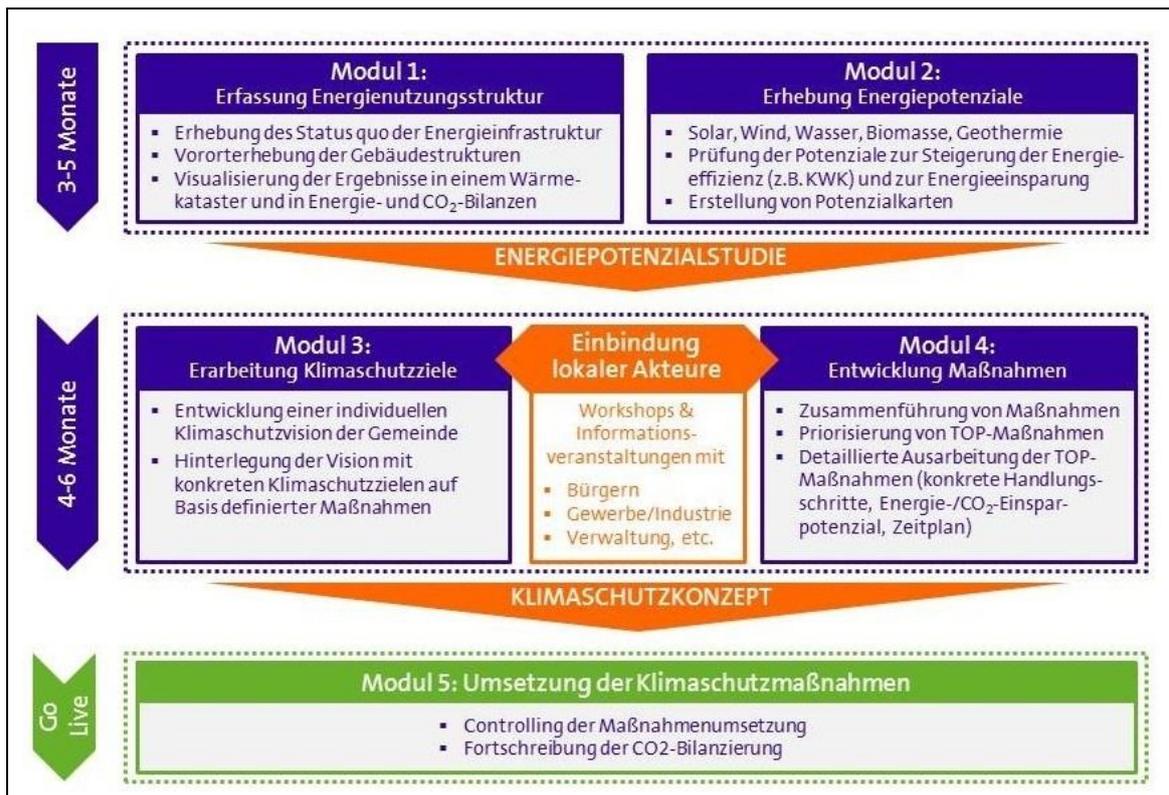


Abbildung 56 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts

7. Literaturverzeichnis

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LfU) (2010). UmweltWissen - Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMUB) (2013). Erneuerbare Energien in Zahlen. Berlin.

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

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Abgerufen am 1. August 2013. <http://www.bkwk.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.

DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2012). Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland. Abgerufen am 2. Mai 2013.

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

ECLAREON GMBH (2013). Informationsportal zum deutschen Wärmepumpenmarkt, www.waermepumpenatlas.de

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

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.

GTV - BUNDESVERBAND GEOTHERMIE E.V. (2013). Abfrage der aktuellen Geothermieprojekte in Deutschland - www.geothermie.de & www.geothermie-dialog.de

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.

HIRSCHL, B., ARETZ, A. UND BÖTHER, T. (2010). Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien- Update für 2010 und 2011: Kurzstudie. *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)*.

HIRSCHL, B., SALECKI, S., BÖTHER, T. UND HEINBACH, K. (2011). Wertschöpfungseffekte durch Erneuerbare Energien in Baden- Württemberg: Endbericht. *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)*.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2012). Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BICO2 BW: Endbericht. Heidelberg.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BiCO2 BW: Gebrauchsanweisung.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU) (2005). Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze. Darmstadt.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2014). Datenbankabruf: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTEMBERG (LUBW) (2012). Schutzgebietsverzeichnis.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTEMBERG (LUBW) (2014). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2010.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTEMBERG (UMBW) (2011). Windatlas Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTEMBERG (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.

RÄUMLICHEN INFORMATIONS- UND PLANUNGSSYSTEM (RIPS) DER LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTEMBERG (LUBW) (2012). Globaleinstrahlung: Mittlere jährliche Solareinstrahlung.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTEMBERG (STALA-BW) (2014). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTEMBERG (STALA-BW) (2014). Indikatoren zum „Flächenverbrauch“ für Gemeinden: Waldshut-Tiengen. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Flaechenverbrauch/home.asp?doc=GE®=315043#tbl>

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTEMBERG (STALA-BW) (2014). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfrage für Waldshut-Tiengen. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?R=GE336087>

UMWELTBUNDESAMT (2012). Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz. Dessau-Roßlau.

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTEMBERG (2007). Solarfibel: Städtebauliche Maßnahmen, energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen. Stuttgart.

8. Glossar

BAFA	Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist eine Bundesoberbehörde mit breit gefächertem Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
CO₂	Chemische Formel für Kohlendioxid, eine chemischen Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff; die Klimarelevanz von CO ₂ gilt als Maßstab für andere Gase und chemische Verbindungen, deren Auswirkungen hierfür in CO ₂ -Äquivalente umgerechnet werden
EE	Erneuerbare Energien
EEG	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.
EEWärmeG	Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (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 sollen. 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 1. Januar 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.
Endenergie	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 (s.u.).
fm	Abkürzung für Festmeter. Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse.
Gebäudetypologie	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
GEMIS	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.
GV	Abkürzung für Großvieheinheit; eine Großvieheinheit entspricht 500 kg Lebendgewicht beziehungsweise der Masse einer Milchkuh
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
kW	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaik-Anlagen gemessen wird.
kWh	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.
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung: Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Strom- und Wärmeerzeugung.
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg
MW	Megawatt. Ein MW entspricht 1.000 kW (s.o.)
MWh	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
Nutzenergie	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 bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
Strommix	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.
- ü. NN.** bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0m ü. NN“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
- Wärmekataster** 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.
- WSchV** 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.

9. Methodik

9.1 Gebäudetypologisierung

Anhand der Katasterdaten sowie den Daten der Vor-Ort-Erhebung wurden für jedes Gebäude der Gemeinde 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 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 7).

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

Tabelle 7 – 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 grenzenden 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.

9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die 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.

9.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählung-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastganzzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber 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 CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes (2012) verwendet, der nach dem Bilanzierungstool BICO₂ BW 0,619 t/MWh beträgt (IFEU, 2014).

Energielieferant	Anteil am deutschen Strommix (2012)
Kohle	44 %
Atomenergie	16 %
Erdgas	12 %
Wind	8 %
Biomasse	6 %
Solar	4 %
Wasser	3 %
Sonstiges	5 %

Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2012); Quelle: Fritsche & Greß, 2014.

9.4 Stromeinspeisung

Einspeisemengen wurden für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, aus der öffentlichen Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers TransnetBW für die Jahre 2007-2012 abgerufen. Einspeisemengen der Vorjahre (ab dem Jahr 2001) wurden anhand der Leistungsdaten der Anlagen abgeleitet, die ebenfalls in der Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers enthalten sind.

Da die Nutzung Erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO₂-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die CO₂-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die CO₂-Einsparungen der Gemeinde durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien von der CO₂-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO₂-Bilanz der Gemeinde berücksichtigt. Die CO₂-Emissionsfaktoren der einzelnen Erneuerbaren Energiequellen, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in der nachfolgenden Tabelle 9 zusammengefasst.

Erzeugungsart	CO ₂ -Ausstoss (t/MWh)	CO ₂ -Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,061	0,553
Wasserkraft	0,003	0,611
Biomasse	0,216	0,398
Windkraft	0,009	0,605

Tabelle 9 – CO₂-Ausstoss und -Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2014)

9.5 CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs und des Verkehrs

Zur Berechnung der CO₂-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers bnNETZE GmbH (für Erdgas) sowie die örtliche Heizanlagenstatistik der Kaminfeger verwendet. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffen (Energieholz).

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Der Bestand an Solarthermie-Anlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Diese Datenbank erfasst alle solarthermischen Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert worden sind. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Der Wärmeverbrauch wurde einer Witterungskorrektur unterzogen anhand der Gradtagszahlen des Bilanzjahres (2012). Damit ist ein Vergleich der Verbrauchswerte unterschiedlicher Jahre, unabhängig von Witterungseinflüssen, möglich.

Die Verkehrsdaten der Gemeinde wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart (2012).

Die CO₂-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger sowie für Diesel und Benzin wurden ebenfalls dem CO₂-Bilanzierungstool BICO2 BW entnommen (IFEU).

9.6 Datengüte

Eine CO₂-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und CO₂-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, 2014).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüten der einzelnen Angaben zu Verbräuchen pro Energieträger werden anhand deren jeweiligem prozentualen Anteil am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU, 2012).

9.7 Geothermiepotenzial

Zur Darstellung des Geothermiepotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden mit Hilfe der Berechnungssoftware „GEOHAND-light 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	3,0 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m ³ K

Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 150 m zu Grunde gelegt. Zusätzlich wird mit 99 m langen Sonden kalkuliert. 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 folgender Tabelle 11 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	150 m - 99 m
Sondentyp	DN40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 m·K/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 - 6,29 / 8,19 / 11,19
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 12 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS (2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwingene Zustand zwischen Sondenak-

tivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	48,2 / 44,3 / 39,2
Soleeintrittstemperatur in die Sonde	$\geq - 3,0$ °C im eingeschwungenen Zu- stand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,9$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,9$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 12 – Berechnete spez. Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 13 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	1800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 13 – 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 kann eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) und der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (Tabelle 14).

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	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot \sqrt{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

Die Potenzialkarten 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.

10. Kartenmaterial

- Wärmekataster der Stadt
- Solarkataster der Stadt
- Digitale Version der Energiepotenzialstudie und der Karten (auf CD)

Vergrößerte Ausdrücke der wichtigsten Karten und eine digitale Version dieser Studie befinden sich im Berichtsexemplar für den Bürgermeister bzw. die Gemeindeverwaltung.

Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister

badenova AG & Co. KG,
Tullastraße 61,
79108 Freiburg

badenova
Energie. Tag für Tag

Ihr Kontakt

Damian Wagner (Projektleiter)
Damian.Wagner@badenova.de
Telefon: 0761 279-1101

Simone Stöhr-Stojakovic
Simone.Stoehr-
Stojakovic@badenova.de
Telefon: 0761 279-1107