



badenova
Energie. Tag für Tag

Energiepotenzialstudie

Stadt Ettenheim

Bericht Februar 2017



Auftraggeberin: Stadt Ettenheim

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



Autoren: Marc Krecher (Projektleiter)
Hannes Meyer-Schönbohm

Freiburg, im Februar 2017

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

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	VII
1. AUSGANGSLAGE.....	1
1.1 GLOBAL DENKEN	1
1.2 LOKAL HANDELN.....	2
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 STADT	6
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	6
2.2 KLIMASCHUTZ IN ETTENHEIM.....	8
2.3 WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	10
2.4 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	13
2.5 NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	14
3. ENERGIENUTZUNG UND CO₂-BILANZ	16
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	16
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i>	16
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i>	19
3.1.3 <i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	21
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>	25
3.2.4 <i>CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	26
3.3 VERKEHR.....	28
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG)	29
3.4.1 <i>Gesamtenergiebilanz</i>	29
3.4.2 <i>Gesamt-CO₂-Bilanz</i>	33
4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	38
4.1 SOLARENERGIE	38
4.1.1 <i>Hintergrund</i>	38
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i>	39
4.2 ENERGIE AUS BIOMASSE.....	41
4.2.1 <i>Hintergrund</i>	41

4.2.2	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen</i>	42
4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i>	43
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i>	44
4.2.5	<i>Gesamterzeugungspotenzial Biogas</i>	44
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i>	45
4.3	WINDKRAFT	46
4.3.1	<i>Standortpotenziale</i>	46
4.4	WASSERKRAFT	48
4.5	GEOTHERMIE	49
4.5.1	<i>Technischer und geologischer Hintergrund</i>	49
4.5.2	<i>Geothermiefotenzial</i>	51
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN ETTENHEIM	54
5.	KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER	56
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN	56
5.1.1	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung</i>	56
5.1.2	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs</i>	57
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	59
5.2.1	<i>Modernisierung der Straßenbeleuchtung</i>	59
5.2.2	<i>Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch</i>	59
5.2.3	<i>Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen</i>	61
5.3	ENERGIEEINSPARUNG	63
5.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i>	63
5.3.2	<i>Sanierungs- und Quartierskonzepte</i>	64
5.3.3	<i>Umweltfreundliche Mobilität</i>	65
6.	AUSBLICK	67
7.	LITERATURVERZEICHNIS	69
8.	GLOSSAR	71
9.	METHODIK	74
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG	74
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER	75
9.3	ENERGIE- UND CO ₂ -BILANZ	75
9.3.1	<i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	76
9.3.2	<i>Stromeinspeisung</i>	76
9.3.3	<i>Energie und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	77
9.3.4	<i>Energie- und CO₂-Bilanzierung des Verkehrs</i>	77
9.3.5	<i>Datengüte</i>	77
9.4	GEOTHERMIEPOTENZIAL	78
10.	KARTENMATERIAL	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept	3
Abbildung 2 – Übersicht der Stadt Ettenheim (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2013)	8
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Ettenheim	10
Abbildung 4 – Siedlungsstruktur von Ettenheim-Stadt und Altdorf nach Baualter der Gebäude	12
Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Ettenheim	13
Abbildung 6 – Gasleitungsnetz (rot) und nahwärmeversorgte Areale in Ettenheim-Stadt	14
Abbildung 7 – Gebäudeleerstand sowie Bau- und Gewerbeflächen der Stadt Ettenheim - laut GIS-Daten der Liegenschaftskarte (Ausschnitt Ettenheim-Altdorf)	15
Abbildung 8 – Gesamtstromverbrauch 2013 in Ettenheim nach Sektoren	16
Abbildung 9 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)	17
Abbildung 10 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2012-2017)	18
Abbildung 11 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr	19
Abbildung 12 – Anteil der bestehenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2013 und zum Gesamtpotenzial für Ettenheim	20
Abbildung 13 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)	20
Abbildung 14 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren	22
Abbildung 15 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim)	23
Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim!)	24
Abbildung 17 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)	25
Abbildung 18 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene	26
Abbildung 19 – CO ₂ -Emissionen kommunaler Gebäude durch Wärmeerzeugung (2013)	27
Abbildung 20 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Ettenheim (2013)	29
Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch in Ettenheim nach Sektoren	30
Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim)	31
Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim)	31
Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Ettenheim im Jahr 2013	32
Abbildung 25 – CO ₂ -Emissionen in Ettenheim nach Sektoren	33
Abbildung 26 – CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern	34
Abbildung 27 – CO ₂ -Emissionen nach Sektoren und Energieträgern	35

Abbildung 28 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Ettenheim im Jahr 2013.....	36
Abbildung 29 – Auszug des Solarkatasters von Ettenheim (aus LUBW, 2016c).....	39
Abbildung 30 – Solarpotenziale der Stadt Ettenheim.....	40
Abbildung 31 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung	42
Abbildung 32 – Energiepotenziale in Ettenheim aus Biomasse (nach Quellen)	44
Abbildung 33 – Holzeinschlagsmengen auf der Waldfläche in kommunalem Besitz	45
Abbildung 34 – Standorte der Windkraftanlagen auf Ettenheimer Gemarkung (rot eingekreist) und weitere Konzentrationsflächen (schraffiert).....	46
Abbildung 35 – Windkraftpotenziale innerhalb der Gemarkung Ettenheim	47
Abbildung 36 – Karte des Gewässernetzes in Ettenheim mit Standorten der Mühlenanlagen.....	48
Abbildung 37 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	50
Abbildung 38 – Grobschematische geologische Profile des Untergrundes zwischen Westen und Osten der Gemarkung Ettenheim. (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg, LGRB 2016)	51
Abbildung 39 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Ettenheim (theoretisches Potenzial)	52
Abbildung 40 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial)	52
Abbildung 41 – Stromverbrauch von 2013 und Potenziale für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	55
Abbildung 42 – Stromverbrauch 2013 in Ettenheim im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg	57
Abbildung 43 – Gesamtwärmeverbrauch 2013 in Ettenheim im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg. Hier inklusive der Verwendung von Energieholz durch die industrielle Pelletproduktion in Ettenheim.....	58
Abbildung 44 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträgern und Baualter.....	60
Abbildung 45 – Einsparpotenzial der CO ₂ -Emissionen durch Energieträgerwechsel.....	60
Abbildung 46 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch 2014.....	61
Abbildung 47 – Ausschnitt des Wärmekatasters von Ettenheim: Mögliches Auswahlgebiet für eine Potenzialuntersuchung zur Nahwärmeversorgung (grün umrandeter Siedlungsbereich)	62
Abbildung 48 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial.....	63
Abbildung 49 – Ausschnitt des Wärmekatasters: Mögliches Auswahlgebiet für ein Quartierskonzept (blau umrandeter Siedlungsbereich, der an ein potenzielles Nahwärmegebiet angrenzt)	65
Abbildung 50 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts.....	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Stadt Ettenheim (Quelle: STALA BW, 2016a)	7
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2013 von Ettenheim (Datengrundlage: STALA BW, 2016b)	28
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO ₂ -Bilanz (2013)	37
Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	37
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Ettenheim, abzüglich der Potenziale von denkmalgeschützten Gebäuden in der Altstadt (Quelle: LUBW, 2016c).....	39
Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Ettenheim	53
Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005	74
Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)	76
Tabelle 9 – CO ₂ -Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2016)	77
Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter.....	78
Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter	79
Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	79
Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	80
Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	80

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den „Status quo“ der Energieinfrastruktur und die Erneuerbare-Energien-Potenziale der Stadt Ettenheim. Ziel der Studie ist es, Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und effiziente Energieversorgung der Stadt 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 dargestellt und anhand von Grafiken und Tabellen erläutert.

Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Jahr 2013 betrug ca. 48.049 MWh. Der Sektor Wirtschaft stellt mit 50 % den größten Anteil. Der Sektor private Haushalte hat einen Anteil von 34 %. Rund 14 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung haben mit jeweils 1,3 % bzw. 1,0 % am Stromverbrauch der gesamten Stadt lediglich einen kleinen Anteil. 2014 hat sich der Stromverbrauch um 4,5 % gesenkt.
- **Strom aus erneuerbaren Energien:** Ca. 8.763 MWh Strom wurden im Jahr 2013 in Ettenheim gemeinsam durch zahlreiche Photovoltaikanlagen, drei Windkraftanlagen, eine stromproduzierende Wasserkraftanlage und sonstige Anlagen erzeugt. Dies entspricht 18 % des Gesamtstromverbrauchs der Stadt (2014: 20 %). Mittlerweile konnte seit Juli 2016 der Bürgerwindpark Südliche Ortenau in Betrieb gehen. Dazu gehören sieben Anlagen mit einer Gesamtleistung von 19,25 MW und einer erwarteten Stromproduktion von 40.000 MWh/Jahr. Vier der Anlagen stehen auf der Gemarkung Ettenheim. Momentan könnten somit bereits ca. 70 % des Stromverbrauchs innerhalb der Gemarkung Ettenheim regenerativ erzeugt werden. Es sind weitere Konzentrationszonen innerhalb der Gemarkung ausgewiesen, die für neue Windkraftanlagen genutzt werden könnten. Hinzu kommt ein theoretisches Stromerzeugungspotenzial aus Biomasse. Insgesamt ließen sich somit bis zu 142 % des gesamten Stromverbrauchs der Stadt Ettenheim regenerativ abdecken.
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 160.600 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 verbraucht. Den höchsten Anteil daran haben die privaten Haushalte mit 55 %, gefolgt vom Sektor Wirtschaft mit 43 %. Der Wärmebedarf wird insgesamt zu über 45 % aus Energieholz und sonstigen erneuerbaren Energieträgern gedeckt. Hierbei ist zu beachten, dass der Großteil des Wärmeverbrauchs aus Biomasse von einem einzelnen Industriebetrieb in Anspruch genommen wird. Heizöl und Erdgas decken zusammen 49 % des Wärmeverbrauchs. Dazu kommen 4 % Heizungsstrom und 4 % Nahwärme. Letztere enthält ebenfalls einen Energieholzanteil von 72 %, der bereits im oben angegebenen erneuerbaren Anteil von 45 % enthalten ist.
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** Ca. 67.050 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 durch Energieholz bereitgestellt, 1.175 MWh konnten durch solarthermische und ungefähr 641 MWh durch umweltthermische Anlagen produziert werden. Insgesamt wurden 43 % bzw. 45 % (inklusive des erneu-

erbaren Nahwärmeanteils und der Altholznutz (bei der industriellen Pelletproduktion) des Gesamtwärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt.

Energie- und CO₂-Bilanz

- **Energie-Bilanz:** Im Jahr 2013 summierte sich der Endenergieverbrauch der Stadt Ettenheim auf rund 266.369 MWh.
- **CO₂-Bilanz:** Im Jahr 2013 wurden in Ettenheim durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr rund 75.171 t CO₂ ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl der Einwohner emittiert damit jeder Ettenheimer Bürger Emissionen von 6,1 t CO₂ pro Jahr. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 5,7 t CO₂ im Jahr 2013. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO₂ emittiert.

Erfassung Gebäudestruktur

- 80 % 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.
- Rund 69 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) in Ettenheim sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- **Einsparpotenzial:** Bei vollständiger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude würde sich eine theoretische Einsparung von 40 % des aktuellen Wohngebäude-Wärmebedarfs ergeben.

Erneuerbare-Energien-Potenziale

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik 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 24.900 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspräche ca. 52 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
 - Würde man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung einsetzen, könnten bei Verzicht von 9,5 % des Solarstrompotenzials ca. 7.209 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 22.400 MWh/Jahr bzw. 47 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Zahlreiche Gebäude der barocken Altstadt stehen unter Denkmalschutz. Photovoltaikmodule dürfen dort nur im Ausnahmefall montiert werden. Dies ist in den Berechnungen berücksichtigt.

- **Windenergie:** Innerhalb der Gemarkung Ettenheim sind weitere noch nicht belegte Potenzialflächen im Energieatlas Baden-Württemberg ausgewiesen. Mit dem neu errichteten Bürgerwindpark Südliche Ortenau ist die Anlagen-Konzentration bereits jetzt sehr hoch, so dass zunächst Untersuchungen hinsichtlich einer visuellen und akustischen Beeinträchtigung stattfinden müssen, bevor eine weitere Ausnutzung der Potenziale stattfinden kann. Die ausgewiesenen Konzentrationsflächen bieten Platz für geschätzt weitere drei Anlagen. Damit könnte das Gesamtpotenzial auf 43.000 MWh pro Jahr steigen und ca. 90 bis 100 % des Stromverbrauchs decken.
- **Wasserkraft:** Seit alters her wird auf der Gemarkung Ettenheim die Wasserkraft ausgiebig genutzt. Allerdings beschränkt sich die Nutzung auch heute noch ganz überwiegend auf Mahlprozesse. Lediglich in einer Anlage wird elektrische Energie generiert. Es wurden ca. 6 bis 11 MWh/Jahr Wasserkraftstrom in das Stromnetz eingespeist. Weitere Potenziale könnten sich theoretisch entlang des Ettenbaches ergeben, da dort an mindestens 12 Standorten die Kraft des Wassers genutzt wurde und teilweise noch wird. Jedoch müssten vor dem Hintergrund des Hochwasserschutzes, des Denkmalschutzes und der Vorgaben zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (Stichwort Gewässerdurchgängigkeit) diese Potenziale ortsgenau geprüft werden. Laut Energieatlas Baden-Württemberg ist vor dem Hintergrund dieser Prüfungen kein weiteres Potenzial entlang des Ettenbaches ausgewiesen, auch weil die Abflussmengen in aller Regel zu gering sind.
- **Biogas:** Die Angaben des Landeamtes für Statistik in Baden-Württemberg erlauben eine Aussage über die ungefähr anfallende Menge an Reststoffen von Landwirtschaft und Viehwirtschaft sowie über die Potenziale aus den kommunalen und gewerblichen Reststoffen. Aus diesen Angaben ergibt sich ein technisches Stromerzeugungspotenzial von ca. 2.130 MWh/Jahr.
- **Energieholz:** 56 % der Waldfläche befinden sich im Besitz der Stadt. Der ganz überwiegende Rest ist Staatswald. Der jährliche Holzeinschlag im Stadtwald schöpft das Potenzial an nachwachsendem Holz zu 85 % aus. 20 % des eingeschlagenen Holzes werden bereits für die Energiebereitstellung verwendet, der Rest wird als Stammholz verkauft. Das nicht eingeschlagene Holz dient dazu, den Wald nach dem Sturm Lothar 1999 wieder aufzubauen. Weitere Energieholzpotenziale sind daher nur theoretisch, nicht aber in der Praxis vorhanden.
- **Erdwärme:** Die oberflächennahe Geothermie bietet ein klimaeffizientes Potenzial für die Wärmeversorgung, welches heute bereits intensiv mit mindestens 91 Erdwärmesonden in Ettenheim genutzt wird. Unter Berücksichtigung notwendiger Gebäudesanierungen zur Anwendung der erdgekoppelten Wärmepumpentechnik könnten maximal 17 % des jährlichen Wärmeverbrauchs durch erdgekoppelte Wärmepumpen bereitgestellt werden. Einschränkend dazu sind jedoch die geologischen und hydrologischen Gegebenheiten des Untergrundes im Einzelfall zu berücksichtigen.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus erneuerbaren Energien:** Allein durch die Nutzung der vorhandenen Photovoltaikpotenziale könnten knapp 47 % des Strombedarfs erneuerbar gedeckt werden. Zusammen mit dem Wind-, Biogas- und Wasserkraftpotenzial ergibt sich insgesamt ein Erneuerbare-Energien-Potenzial von bis zu 142 % des Stromverbrauchs von 2013. Die Energie- und Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg für Strom (38,5 % Erneuerbare-Energien-Anteil bis 2020) könnten damit deutlich übertroffen werden, genauso das für 2050 angesetzte Ziel von mindestens 80 %. Wichtige Handlungsfelder sind somit der Ausbau der Photovoltaik und die weitere Nutzung der Windkraft.
- **Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien:** Im Gesamten ist das Landesziel von 21 % Erneuerbare-Energien-Anteil am Wärmeverbrauch bis 2020 bereits erreicht und überschritten. Alleine durch die Nutzung der Erdwärme- und Solarthermiefpotenziale könnten theoretisch noch rund 15 % des Wärmebedarfs der Gemeinde zusätzlich gedeckt werden. Die Energieholzpotenziale sind hingegen ausgeschöpft und lassen sich aus verschiedenen Gründen nicht weiter ausbauen. Ein wichtiges Handlungsfeld ist somit mindestens die Nutzung der Solarthermie, je nach zukünftigen Voraussetzungen auch die verstärkte Erdwärmennutzung.
- **Modernisierung der Straßenbeleuchtung:** 75 % der Straßenbeleuchtung in Ettenheim ist mit Natriumdampflampen ausgestattet, die restlichen 25 % nutzen mittlerweile die deutlich sparsamere LED-Technik. Eine soweit wie möglich vollständige Umstellung auf LED-Leuchten könnte den Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung weiter senken. Die bisherige Umstellung auf LED-Lampen wird seit 2016 durch das Kommunalinvestitionsförderungsgesetz teilfinanziert.
- **Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen:** 54 % aller Heizanlagen in Ettenheim werden mit Heizöl betrieben. Ca. 20 % aller Heizanlagen sind älter als 26 Jahre. Deren Austausch oder Erneuerung 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 zudem eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme, genauso der hydraulische Abgleich. Beides wird zurzeit sehr stark vom Bund gefördert.
- **Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden:** In Ettenheim wird bereits ein großes Siedlungsareal im Verbund nahwärmeversorgt. Der Ausbau dieses Nahwärmeverbundes ist bereits in Planung. Es gibt möglicherweise weitere Potenziale für den Ausbau von Wärmeverbänden in Gebieten mit hoher Wärmedichte, z.B. in der Umgebung der Grundschule Ettenheim. Im westlichsten Stadtbereich, der 2 km von der Abfallbehandlungsanlage in Ringsheim entfernt liegt, wurden bereits Überlegungen angestellt, diesen mit Nahwärme aus dem dortigen Biogas-BHKW zu versorgen. In allen Fällen müssten jedoch konkrete Berechnungen durchgeführt werden.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Aus dem großen Anteil an Wohngebäuden, die vor 1984 gebaut wurden (69 %), ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial, jedoch ist der Einfluss der Gemeinde in diesem Bereich be-

schränkt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungspotenziale könnte mindestens 40 % des Wärmebedarfs einsparen.

- **Umsetzung von energetischen Sanierungs- und Quartierskonzepten:** Durch **weitergehende Untersuchungen** mit Fokus auf Wohngebiete mit hohem Einsparpotenzial und homogener Bebauung könnten Synergieeffekte genutzt sowie wichtige Einspar- und Effizienzpotenziale z.B. durch Gebäudesanierungen oder Nahwärmeverbünde gehoben werden. Sanierungskonzepte für einzelne kommunale Gebäude werden zurzeit mit bis zu 80 % der Kosten vom Bund gefördert, Quartierskonzepte mit 65 % der Kosten.
- **Umweltfreundliche Mobilität:** Maßnahmen im Sektor Verkehr können dazu beitragen, den Pkw-orientierten Individualverkehr zu reduzieren und alternative Verkehrskonzepte attraktiv zu machen. Erste Initiativen zur Stärkung des Carsharing-Angebotes wurden von der Stadt in Zusammenarbeit mit mehreren Akteuren erst kürzlich initiiert. Radwegeausbau und E-Mobilität sind weitere mögliche Entwicklungsfelder auf diesem Gebiet. Ausgangspunkt einer Mobilitätsanalyse sollte die Frage nach Mobilitätsengpässen in Ettenheim sein und wie diese behoben werden könnten.

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 Gründung des „Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung“ (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) durch das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) im Jahr 1988. In Rio de Janeiro folgte 1992 die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung, auf der unter anderem die UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und damit einhergehende Konferenzen der Vertragsstaaten (COP) beschlossen wurden.

Klimawandel ist in geologischen Zeiträumen betrachtet etwas völlig natürliches. In den letzten 650.000 Jahren der so genannten „Eiszeit“ hat es mehrere rhythmisch auftretende Kalt- und Warmzeiten („Glaziale und Interglaziale“) gegeben. Die letzte Kaltzeit erreichte ihr Maximum vor ca. 21.000 Jahren. Seither erwärmt sich das Klima wieder bei gleichzeitig steigenden Treibhausgasgehalten. Zu diesen gehören Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆), Ozon (O₃) und chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW). Mit dem Fortschreiten der Industrialisierung seit gut 150 Jahren wurden durch die Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Öl, Erdgas u.a.) verstärkt anthropogen erzeugte Treibhausgase zusätzlich zu den natürlichen erzeugt. Auf Grundlage numerischer Klimamodelle tragen diese Emissionen zum aktuell beobachtbaren globalen Temperaturanstieg bei. Als weitere Ursachen des Temperaturanstiegs gelten jedoch auch natürliche externe und interne Faktoren, wie z.B. die Sonnenaktivität oder zyklisch schwankende Oszillationen der oberflächennahen Meerwassertemperaturen. Der IPCC hält es für extrem wahrscheinlich, dass mehr als 50 % des Klimawandels anthropogen verursacht sind (IPCC 2014).

Internationale Abkommen versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen festschreiben. Die Europäische Union (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 es, die globale Erwärmung auf durchschnittlich maximal 2°C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen (Europäische Kommission, 2011). Mit der Umsetzung des Pariser Klimavertrags, der auf der Klimakonferenz der Vereinten Nationen 2016 in Marrakesch beschlossen wurde, sollen zudem globale Anstrengungen sichergestellt werden, die globale Erwärmung auf maximal 1,5°C zu begrenzen.

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. Umgekehrt gibt es Regionen, die vom Klimawandel profitieren können.

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs jedoch festgestellt, dass Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören wird (UM-VBW, 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 38,5 % zu erhöhen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll bis 2020 auf 21 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt. Bis zum Jahr 2050 sollen des Weiteren die sogenannten „50-80-90-Ziele“ umgesetzt werden. Sie beinhalten, dass 50 % weniger Energie als im Jahr 2010 verbraucht wird und Strom und Wärme zu 80 % aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden. Die Treibhausgas-Emissionen sollen damit um 90 % gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden (UMBW, 2015a).

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 Kilowattstunden (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 (BMW i 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 Kommune. Neben ökologischen Aspekten muss dabei auch der ökonomische Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten einer Kommune 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 2016 hat die Stadt Ettenheim ein umfangreiches kommunales Klimaschutzkonzept bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, eine solide Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale zur Energieeinsparung, zur Erhö-

hung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien auf dem Stadtgebiet darzulegen und – darauf aufbauend – Strategien und Handlungsfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten.

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie wurde in enger Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort erstellt und im Februar 2017 abgeschlossen. In ihr sind die Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz 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):

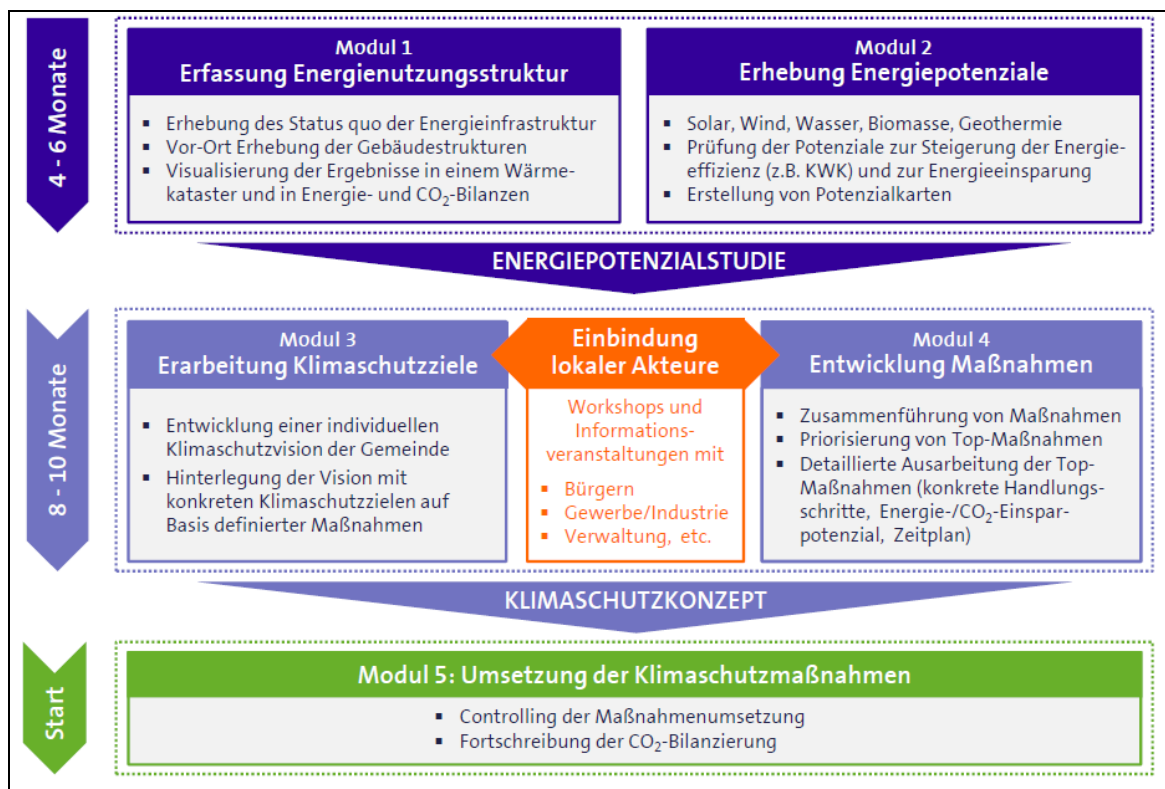


Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

- 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.

Aufbauend auf der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. Dies kann im Anschluss in Zusammenarbeit mit den Bürgern der Stadt Ettenheim in folgenden Schritten geschehen:

- Modul 3: Erarbeitung von Klimaschutzzielen
- Modul 4: Entwicklung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen

Am Ende von Modul 3 und 4 ist die Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzepts 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 Stadt vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Wärmeinfrastruktur in der Stadt 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. private Haushalte) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Heizöl). *Kapitel 4* untersucht alle Erneuerbare-Energien-Potenziale auf der Gemarkungsfläche der Stadt.

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen werden in *Kapitel 5* wichtige Handlungsfelder für die Stadt 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 Stadt wird in *Kapitel 6* gegeben. In den *Kapiteln 7 bis 9* können detaillierte Ausführungen zur methodischen Vorgehensweise, Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in *Kapitel 10* die erstellten Potenzialkarten im Berichtsexemplar für den Bürgermeister zu finden. Diese Studie und die Potenzialkarten werden außerdem in digitaler Version zur Verfügung gestellt.

1.3.3 Anmerkungen zur angewandten Methodik

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

- Die Energie- und CO₂-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 2.5 – 2016). 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. Bilanzjahr dieses Tools ist 2013.
- Die nachfolgende CO₂-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Kommune eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase 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 beispielsweise 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 und BMU, 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 Gemarkung ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürger der Kommune durch Fahrten in die nächste Gemeinde Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, weil sie über die Gemeindegrenzen hinausgehen.

2. Wichtige Strukturdaten der Stadt

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Stadt Ettenheim liegt am Westrand des Schwarzwaldes im Bereich der so genannten Vorbergzone, die topographisch zum Oberrheingraben überleitet.

Ettenheim besteht aus den sechs Ortsteilen Ettenheim-Stadt, Altdorf, Ettenheimweiler, Münchweiler, Wallburg und Ettenheimmünster. Zusammen mit den Gemeinden Rust, Ringsheim, Mahlberg, Kappel-Grafenhausen und Orschweier bildet die Stadt eine Verwaltungsgemeinschaft (VVG). Der Altstadtgrund liegt auf ca. 170 m ü. NN, genauso wie der Ortsteil Altdorf. Die Geländehöhe in Ettenheimmünster liegt auf ca. 230 m ü. NN. Wallburg erreicht über 240 m Höhe ü. NN.

Die Gemarkungsfläche von Ettenheim umfasst ca. 4.900 ha. Davon entfallen 2.121 ha auf Wald und 2.023 ha auf Landwirtschaftsfläche. Ettenheim ist auch ein traditionsreiches Weinanbaugebiet mit ca. 226 ha Rebfläche. Nach Osten hin reicht die Gemarkung mit ihren Ortsteilen Ettenheimmünster bis weit in die höheren Lagen des Schwarzwaldes hinein. Zum Süden hin grenzen die Gemeinden Herbolzheim und Ringsheim an der Gemarkung Ettenheim. Im Norden liegen die Nachbargemeinden Mahlberg und Kippenheim.

In Ettenheim lebten 2013 12.382 Bürger, wobei die Bevölkerungsentwicklung in der Nachkriegszeit einen starken Zuwachs zwischen den 1950er und 1970er Jahren, sowie zwischen 1985 und 1995 aufweist. Seit 1995 verläuft der Zuwachs weiterhin stetig aber weniger stark. Mit 2.628 Einwohnern ist Altdorf neben der Kernstadt der größte Ortsteil. Bekannt ist die Stadt Ettenheim wegen ihrer barocken Altstadt, die 1963 vom Landesdenkmalamt als Ensemble unter Schutz gestellt wurde.

Mit über 600 Betrieben und 69 ha Gewerbeflächen finden in Ettenheim ca. 2.800 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in unterschiedlichen Branchen ihren Erwerb. Die Gewerbebetriebe verteilen sich unter anderem auf vier ausgewiesene Gewerbegebiete: Dyna5, Industriepark, Radackern III und Radackern IV. Letzteres befindet sich gerade in der Erschließung. Die Stadt ist Gesellschafter bei der Wirtschaftsregion Offenburg-Ortenau, in der sich 53 Städte und Gemeinden zusammengeschlossen haben, um professionelles Standortmarketing und Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben.

Neben zahlreichen kleineren und mittleren Gewerbebetrieben dominieren einige wenige größere Firmen den Standort. Dazu gehören zum Beispiel die Ortenauklinik Lahr-Ettenheim, das Fluor-Polymer-Unternehmen Georg Fischer GmbH, das Spritzgussunternehmen quattro-form GmbH, die Spedition Friedrich Wildt GmbH und die Meiko Eisengießerei GmbH. Das Unternehmen German Pellets GmbH wurde erst kürzlich von der J. Rettenmeier & Söhne GmbH in Rosenberg übernommen. Neben den Gewerbebetrieben gibt es sieben größere Winzerbetriebe und zwei Winzergenossenschaften, die auf ca. 230 ha Weinreben kultivieren.

Ettenheim ist über den Bahnhof im Nachbarort Orschweier an das Netz der Deutschen Bahn im Oberrhein angebunden. Regionalzüge verkehren ungefähr halbstündig zwischen Offenburg und Freiburg. Schnellzugverbindungen sind ab Offenburg oder ab Freiburg möglich. Ettenheim ist außerdem am Tarifverbund Or-

tenau GmbH (TGO) angeschlossen, die den Linienverkehr zwischen Straßburg/Kehl im Norden und Ettenheim im Süden, also in der gesamten Ortenau-Region abdeckt. Zwischen Wallburg und Altdorf liegt der Sportflughafen der Fliegergruppe Lahr-Ettenheim e.V. Ein größerer Flughafen befindet sich im nahegelegenen Lahr, von wo Geschäftsflüge starten und landen. Etwas weiter nördlich, bei Baden-Baden, steht zudem der „Baden-Airpark“ für Flugreisen bereit.

Die leitungsgebundene Energieversorgung in der Stadt Ettenheim erfolgt zum einen durch den Netzbetreiber Netze BW (Strom) und zum anderen durch die bnNETZE GmbH (Gas). Letztere versorgte dort im Jahr 2013 über 1.100 Netzkunden.

Die Wasserversorgung der Stadt wird von einem Leitungsverbundsystem sichergestellt, an dem die Kommunen Ettenheim, Ringsheim, Rust, Kappel-Grafenhausen und Mahlberg beteiligt sind. Der Verbund wird über vier Tiefbrunnen gespeist, von denen zwei auf der Gemarkung Rust, einer auf Gemarkung Mahlberg und ein weiterer auf Gemarkung Kappel liegen. Die Brunnen im Gewann Feinschießen (Rust) sind ca. 35 m tief und heben jährlich über 1 Millionen m³ Grundwasser, womit die wasserrechtlich erlaubte Maximalmenge ausgeschöpft ist. Bis 2030 wird ein Gesamtbedarf - inklusive der Anlagen des zur Gemarkung Rust gehörenden Europa-Parks und des zukünftigen Wasserparks - von 2 Millionen m³ genannt. Aus diesem Grund wurde vom Gemeindeverbund ein weiterer Versorgungsbrunnen auf der Gemarkung Rust abgeteuft, der weitere 0,5 Millionen m³ zur bestehenden Förderung liefern wird. In Ettenheim wird das Trinkwasser über einen Hochbehälter in die Versorgungsleitungen der Stadt eingespeist. Eine weitere Quelle speist Trinkwasser in ein eigenständiges Leitungssystem für die Ortsteile Wallburg, Ettenheimmünster und Münchweier ein.

Das Abwasser der Stadt Ettenheim erfährt in der Kläranlage „Kappeler Wald“ des Abwasserzweckverbandes Südliche Ortenau eine Reinigung. Der Verband hat seinen Amtssitz in Ettenheim und umfasst die Gemeinden Rust, Ettenheim, Ringsheim, Kappel-Grafenhausen, Mahlberg und Kippenheim. Der Schmutzwasserabfluss aus Ettenheim ist in der Verbandssatzung von 2015 mit 15,9 l/s angegeben, was ungefähr 31 % der anfallenden Schmutzwassermenge aller beteiligten Kommunen entspricht. Das erzeugte Klärgas wird in einem Blockheizkraftwerk in Strom und Wärme umgewandelt.

Tabelle 1 – Strukturdaten der Stadt Ettenheim (Quelle: STALA BW, 2016a)

Ettenheim	Wert	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	12.382	Anzahl	2013
Fläche insgesamt	4.890	ha	2013
Waldfläche	2.118	ha	2013
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	2.023	ha	2013
Wohngebäude	3.165	Anzahl	2013
Wohnungen	5.596	Anzahl	2013
Kraftfahrzeugbestand	9.248	Anzahl	2013

Laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg lag das kommunale Abfallaufkommen im Landkreis Ortenau im Jahr 2015 bei ca. 492 kg/Einwohner. Umgelegt auf die Einwohner von Ettenheim sind dies ca. 6.100 t Abfall pro Jahr. Die im häuslichen Bereich anfallenden Bioabfälle werden seit 2006 in der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlage Kahlenberg (MBA) in Ringsheim gemeinsam mit dem Hausmüll verwertet. Mit dem in der Anlage erzeugten Bio- und Deponiegas konnten 2012 insgesamt ca. 15.953 MWh Strom mit einem Blockheizkraftwerk erzeugt werden.

Die Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten der Stadt, 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, 2016a) abgerufen. Das jeweilige Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben.

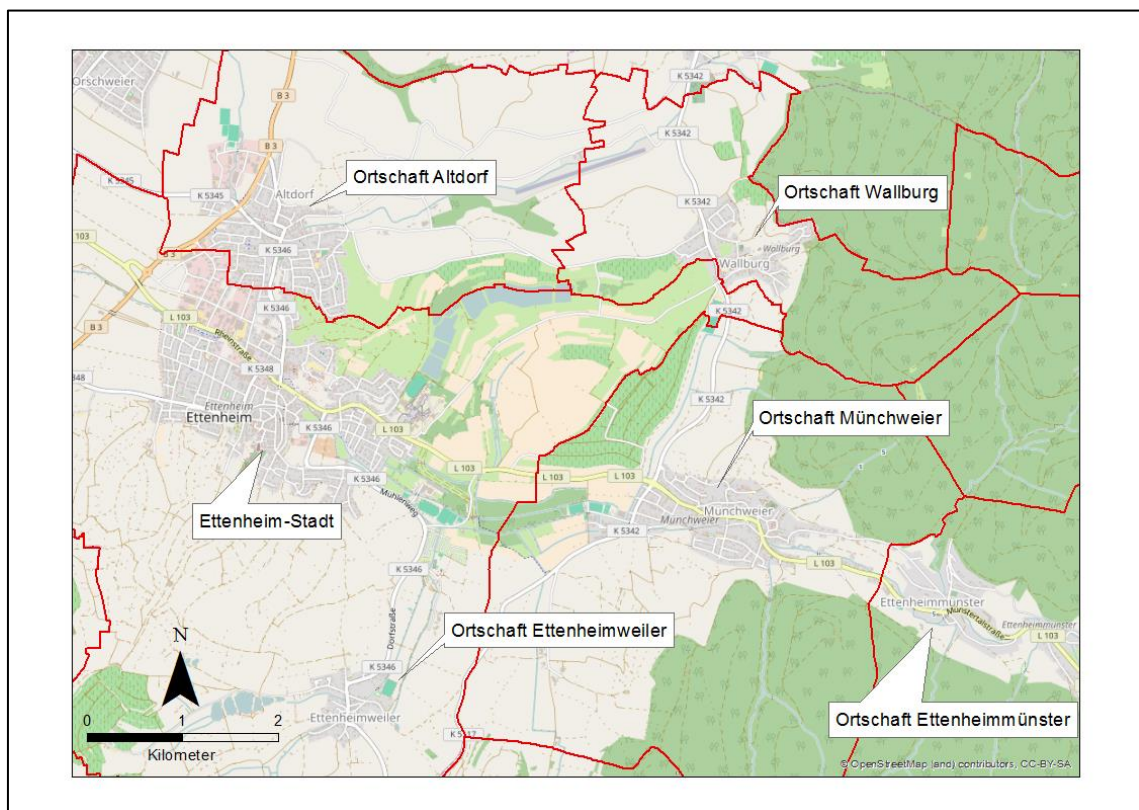


Abbildung 2 – Übersicht der Stadt Ettenheim (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2013)

2.2 Klimaschutz in Ettenheim

Die Stadt Ettenheim kann auf dem Gebiet des Umwelt- und Klimaschutzes bereits viele Erfolge vorweisen. Erst im September 2016 hat der neue Bürgerwindpark „Südliche Ortenau“ den „Best Community Award“ erhalten. Projektierer dieses Bürgerwindparks ist die Green City Energy GmbH, die 49 % der Anteile hält. Als Projektpartner ist die Ettenheimer Bürgerenergie eG mit 25,5 % am Windpark beteiligt. Weiterer Anteilseigner könnte die Stadt Ettenheim werden, die dann zusammen mit Seelbach und Schuttertal 25,5 % der Anteile halten. Der Award

wird vom europäischen Projekt WISE Power und von der Deutschen Energie Agentur (DENA) für innovative Bürgerbeteiligungen und für die besonders gelungene regionale Einbindung von Windparks verliehen. Der Bürgerwindpark besteht aus sieben Windenergieanlagen, die auf den Gemarkungen Ettenheim, Seelbach und Schuttertal errichtet wurden. Diese sollen pro Jahr insgesamt ca. 40.000 MWh produzieren. Zusammen mit den bereits bestehenden drei Anlagen kann allein auf Gemarkung Ettenheim der Stromverbrauch dann bilanziell zu mehr als die Hälfte durch Windkraft bereitgestellt werden. Der Windpark könnte theoretisch noch ausgebaut werden, da im Flächennutzungsplan der Stadt weitere Vorrangflächen dafür ausgewiesen sind.

Im Jahr 2011 wurde die Ettenheimer Bürgerenergie eG gegründet, die mittlerweile ca. 180 Genossen zählt. Bis heute hat die Genossenschaft Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt 200 kWp in Betrieb genommen. Darunter befinden sich auch drei kommunale Gebäude. Weitere Anlagen sind in Planung. Das größte Projekt der Bürgerenergie eG ist die Beteiligung am Windpark Südliche Ortenau. Aktiv ist die Bürgerenergie eG auch im Schulbetrieb, wo das Solar Challenge (Bau von solarbetriebenen Modellfahrzeugen) als Wettbewerb und das Wind Adventure Camp angeboten werden.

Aktuell werden im Klimaschutzprojekt 2016 mit Fördermitteln des Bundes Teile der Straßenbeleuchtung auf LED-Lampen umgerüstet.

Auf 16 kommunalen Liegenschaften wurden Photovoltaikanlagen installiert. Die Stadthalle Ettenheim sowie das August-Ruf-Bildungszentrum werden im Verbund mit einer Holzpellet-Anlage und mit Erdgas wärmeversorgt. Ein Kindergarten und das Schwimmbad werden teilweise mit Solarthermie beheizt. Mit Heizöl werden nur noch das Rathaus in Ettenheimmünster und zwei weitere kommunale Wohngebäude beheizt. Ansonsten erfolgt die Wärmeerzeugung aller weiteren Heizanlagen mit Erdgas. Neu ist ein Blockheizkraftwerk mit 5,5 kW_{el.} Leistung, welches zur Wärmeversorgung der Grundschule Ettenheim genutzt wird.

Die Stadt Ettenheim betreibt seit vielen Jahren ein Freiflächen- und Waldflächen-Ökokonto für Kompensationsmaßnahmen, wenn neue Baugebiete erschlossen werden. Dieses ermöglicht die Umsetzung erforderlicher Ausgleichsmaßnahmen im Rahmen eines räumlichen Gesamtkonzeptes und bietet dadurch eine Qualitätsverbesserung der Maßnahmen. Fauna und Flora erfahren so auf vielen Wald- und Wiesenflächen der Ettenheimer Gemarkung eine ökologische Aufwertung. Das Vorsorgeinstrument „Ökokonto“ ist Teil des nachhaltigen kommunalen Flächenmanagements.

Das ca. 140 Wohneinheiten umfassende Wohngebiet südlich der Otto-Stoelcker-Straße wird seit 2001 ausgehend von der Heimschule St. Landolin mit Nahwärme versorgt. Dazu sind in der Schule eine Holzhackschnitzelanlage sowie weitere Redundanz- und Spitzenlastkessel auf Basis fossiler Energieträger installiert. Das Nahwärmenetz soll in Richtung des Areals Stoelckergarten ausgedehnt werden.

Ettenheims Stadtbild hat sich in den letzten 20 Jahren durch die erfolgreiche Sanierung vieler öffentlicher und privater Gebäude sowie des öffentlichen Straßenraums sehr zum Positiven verändert. Seit 1980 wurden 4 Sanierungsgebiete ausgewiesen. In den drei abgeschlossenen Gebieten wurden Maßnahmen mit rund 7,9 Millionen Euro durch das Land und mit 4,5 Millionen durch die Stadt gefördert. Durch die Förderung wurden Investitionen in Höhe von rund 85 Millionen

Euro generiert. Die Sanierungsarbeiten sind noch nicht abgeschlossen und werden derzeit im Bereich „Unteres Tor“ bis Gewerbekanal fortgesetzt.

Gemeinsam mit der Stadt Ettenheim, dem Unternehmen Ettenheim, dem Verkehrsclub Deutschland e.V. (VCD) und engagierten Bürgern will die Ettenheimer Bürgerenergie eG die Möglichkeiten für die Einführung von Carsharing in der Kernstadt prüfen. Dazu wurde eine Umfrage gestartet um den Bedarf zu ermitteln. Ergebnisse stehen noch aus.

2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Ettenheim wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU 2005) 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 Gebäudegröße in Klassen eingeteilt (vgl. Methodik, Kapitel 9). Die Grenzzahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte bestimmt werden können.

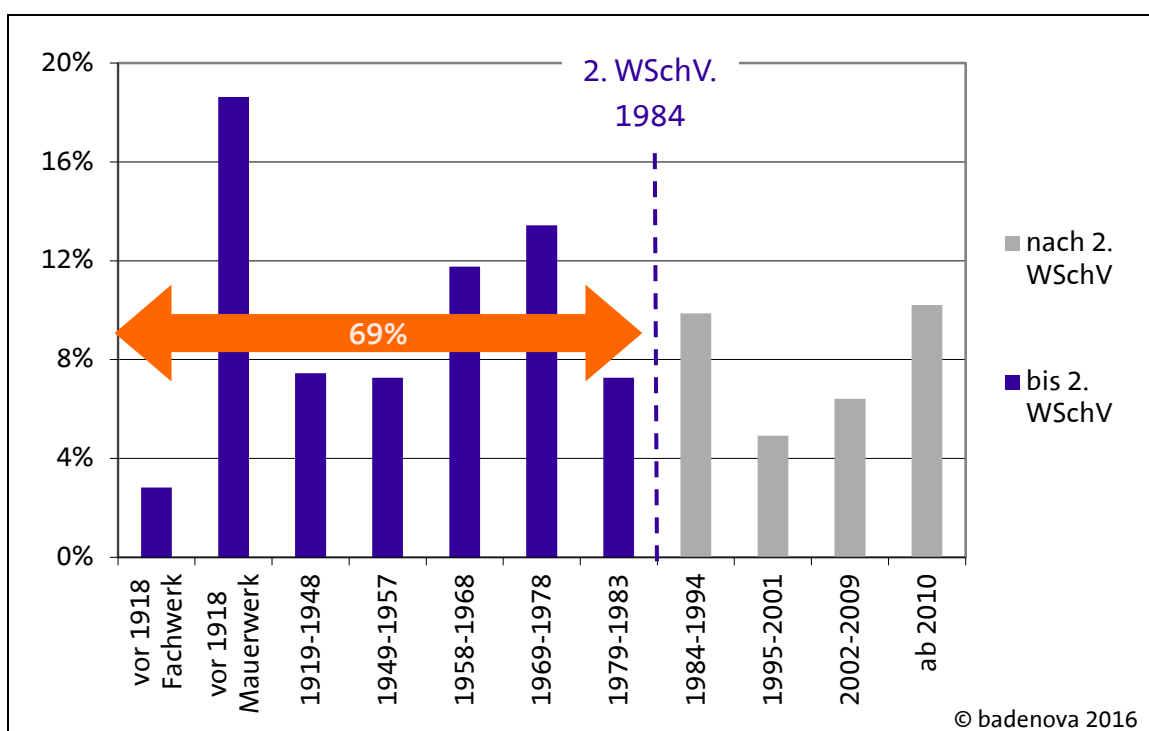


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Ettenheim

Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

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

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

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Ettenheim 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 Ettenheim befinden sich in den einzelnen Ortsteilen 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 wurden. Immer wieder sind innerhalb der Gemarkung Ettenheim neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung innerhalb der Ortsteile, sodass heute eine gemischte Gebäudestruktur aufzufinden ist. Aufgrund der stetig steigenden Bevölkerungszahlen der Stadt wurden in den letzten beiden Jahrzehnten und werden auch aktuell neue Baugebiete ausgewiesen. In Abbildung 4 ist die historische Entwicklung der Siedlungsstruktur am Beispiel von Ettenheim-Stadt und der Ortschaft Altdorf dargestellt. Die Strukturen der anderen Ortsteile finden sich als digitale Karten auf dem Datenträger, welcher zusammen mit der Energiepotenzialstudie der Stadt übergeben wird.

In der Karte zeigen sich zwei Zentren (Ettenheim-Altstadt und das Zentrum von Altdorf), in denen sich die ältesten Gebäude mit Baualtern von vor 1949 konzentrieren. Von diesen Zentren ausgehend haben sich die Siedlungsbereiche in den Folgejahren weiter ausgedehnt, bis diese dann zu einem durchgehenden Siedlungsbereich zusammengewachsen sind. Die Karte in Abbildung 4 zeigt außerdem Möglichkeiten der Wohnbauverdichtung insbesondere am Westrand der Siedlungsareale, während die Zentren selbst schon im erheblichen Maße verdichtet sind. Vereinzelt Freiflächen zur Wohnbebauung finden sich auch in den Ortschaften von Ettenheim. Mit dem Geoportal-Ettenheim (auf <http://geoportal.ettenheim.de/>) bietet die Stadt die Möglichkeit, online Einsicht in den Flächennutzungsplan zu nehmen.

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energiebedarfswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestands relevant, die wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängig sind. In Ettenheim wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m² zwischen den drei Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften und Mehrfamilienhaus unterschieden,

die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

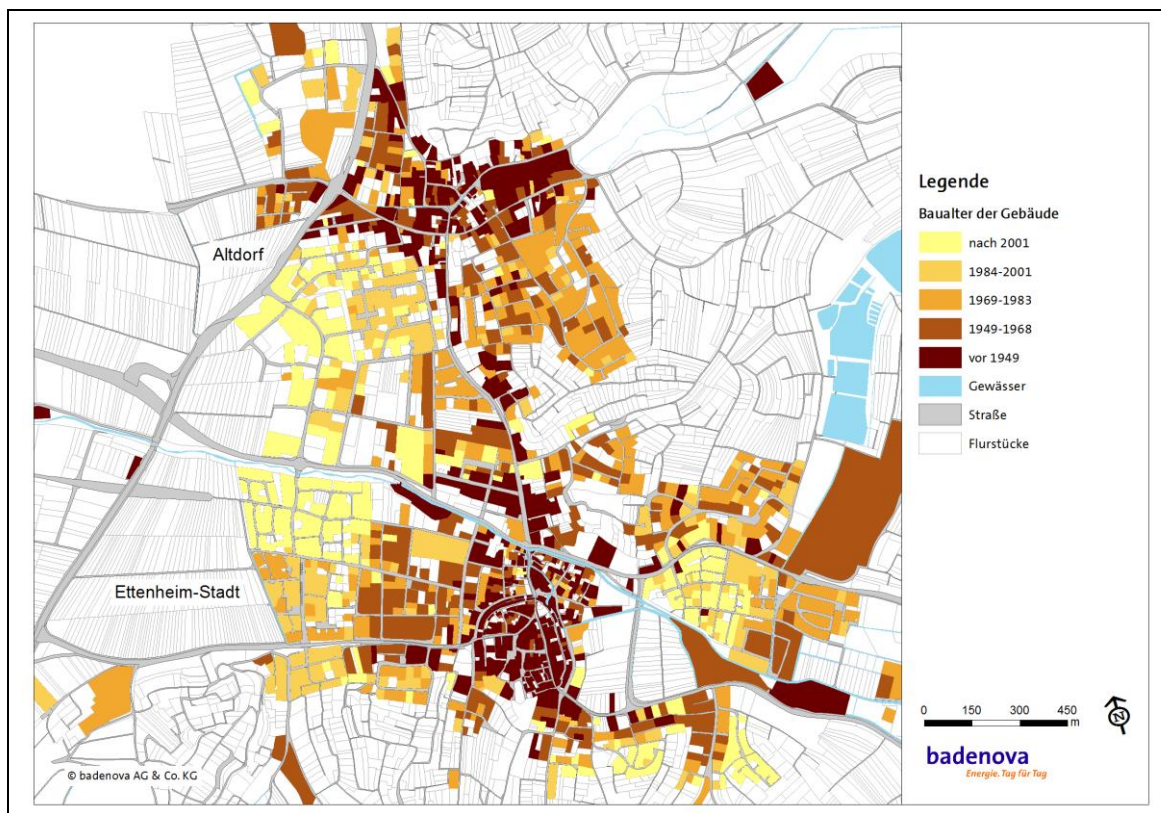


Abbildung 4 – Siedlungsstruktur von Ettenheim-Stadt und Altdorf nach Baualter der Gebäude

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in Ettenheim 80 % des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 5). 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 große Mehrfamilienhäuser. In Ettenheim gibt es ca. 18 solcher Gebäude. Gemeinsam mit kleineren Mehrfamilienhäusern (248) machen sie 8 % aller Gebäude aus. Die prozentuale Verteilung der wesentlichen Gebäudetypen ist im Gesamten betrachtet vergleichbar mit anderen ländlichen Gemeinden und kleineren Städten, weist allerdings einen etwas höheren Anteil an Einfamilienhäusern auf als üblich.

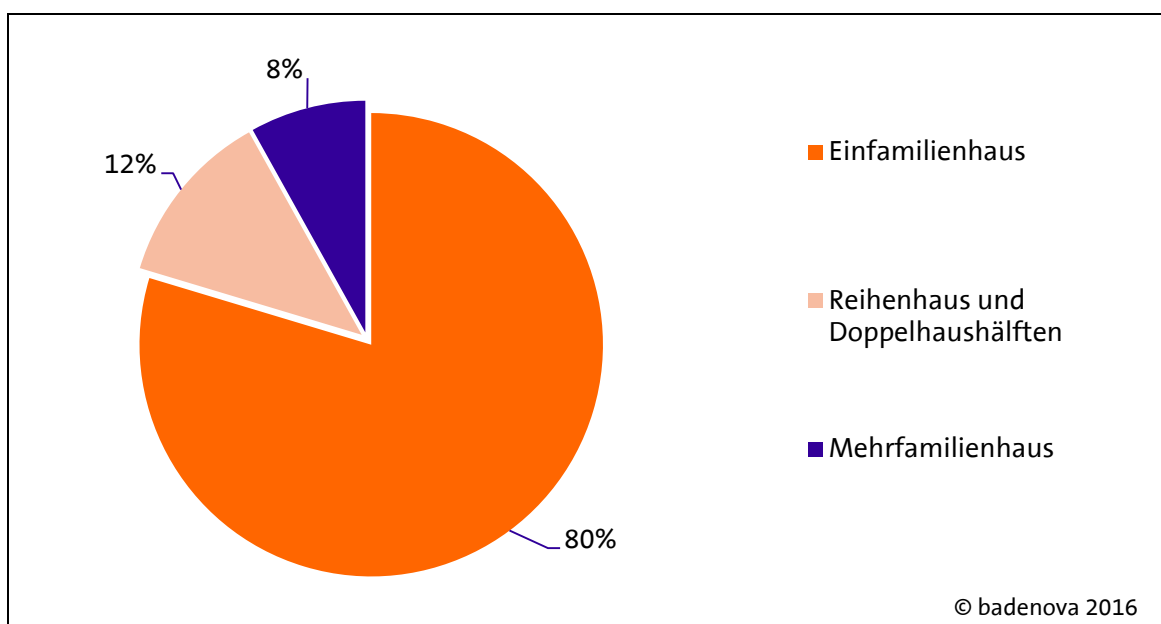


Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Ettenheim

2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

In allen Ortsteilen der Stadt Ettenheim ist ein Erdgasnetz vorhanden. In der gesamten Kommune sind Hauptleitungen verlegt, allerdings zeigen die Anschlussleitungen vereinzelt größere Anschlusslücken auf, so z.B. in Altdorf und Münchweier. Insgesamt liegt der Anteil an Erdgas-Heizungsanlagen laut Kaminfegerstatistik bei ca. 27 % aller Anlagen. Der Verbrauch an Erdgas hat einen Anteil von 33 % gegenüber allen anderen Energieträgern (vgl. Kapitel 3.2) und die Verteilung zwischen der Anzahl von Erdgas- und Heizölanlagen liegt ungefähr bei 1:1. Abbildung 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastuktur in Ettenheim.

Laut Kaminfegerstatistik sind 41 % aller registrierten Heizungsanlagen mit Feststoff (in der Regel Holz) befeuert, die aber gleichzeitig nur 11,4 % des Wärmeverbrauchs ausmachen. Dabei handelt es sich folglich sehr oft um beispielsweise kleine Schwedenöfen oder aber um alte, stillgelegte Anlagen. Kohlebetriebene Heizungsanlagen sind nicht explizit verzeichnet, könnten aber unter Feststoffanlagen geführt sein. Statistisch – mit BiCO₂ berechnet – werden lediglich 0,2 % des Wärmeverbrauchs durch Kohle gedeckt.

Die Anschlussleistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen beträgt in Ettenheim mindestens 160 kW (2014), die mit Erdgas betrieben werden. Damit werden nach eigenen Berechnungen und anhand der Betreiberdaten insgesamt ca. 940 MWh/Jahr Strom erzeugt. Eines der KWK-Blockheizkraftwerke wird von der Ortenau-Klinik genutzt, ein anderes zur Nahwärmeversorgung in der Heimschule St. Landolin.

Das ca. 140 Wohneinheiten umfassende Wohngebiet südlich der Otto-Stoelcker-Straße wird seit 2001 ausgehend von der Heimschule St. Landolin mit Nahwärme versorgt (vgl. Abbildung 6). Dazu sind in der Schule eine Holzhackschnitzelanlage, ein Erdgas-BHKW sowie weitere Redundanz- und Spitzenlastkessel auf Basis von

Heizöl installiert. Das Nahwärmenetz soll in Richtung des Areals Stoelckergarten nach Westen hin ausgedehnt werden.

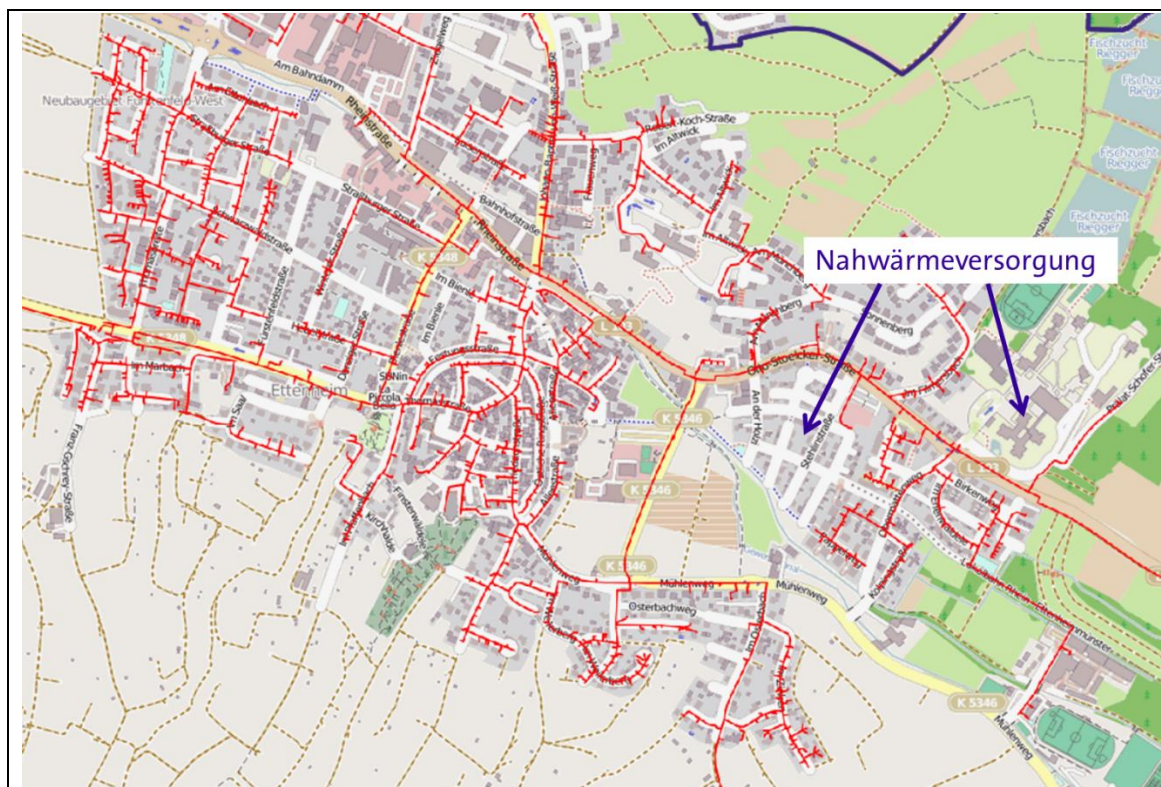


Abbildung 6 – Gasleitungsnetz (rot) und nahwärmeversorgte Areale in Ettenheim-Stadt

2.5 Nachhaltiges Flächenmanagement

Ein nachhaltiges Flächenmanagement dient einer zukunftsorientierten, wirtschaftlichen und sozial verträglichen Raum- und Siedlungsentwicklung. Die Stadt Ettenheim kann Kraft ihrer Planungshoheit die jetzige und zukünftige bauliche Entwicklung im Rahmen der Bauleitplanung aktiv gestalten. Ziel 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.

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.

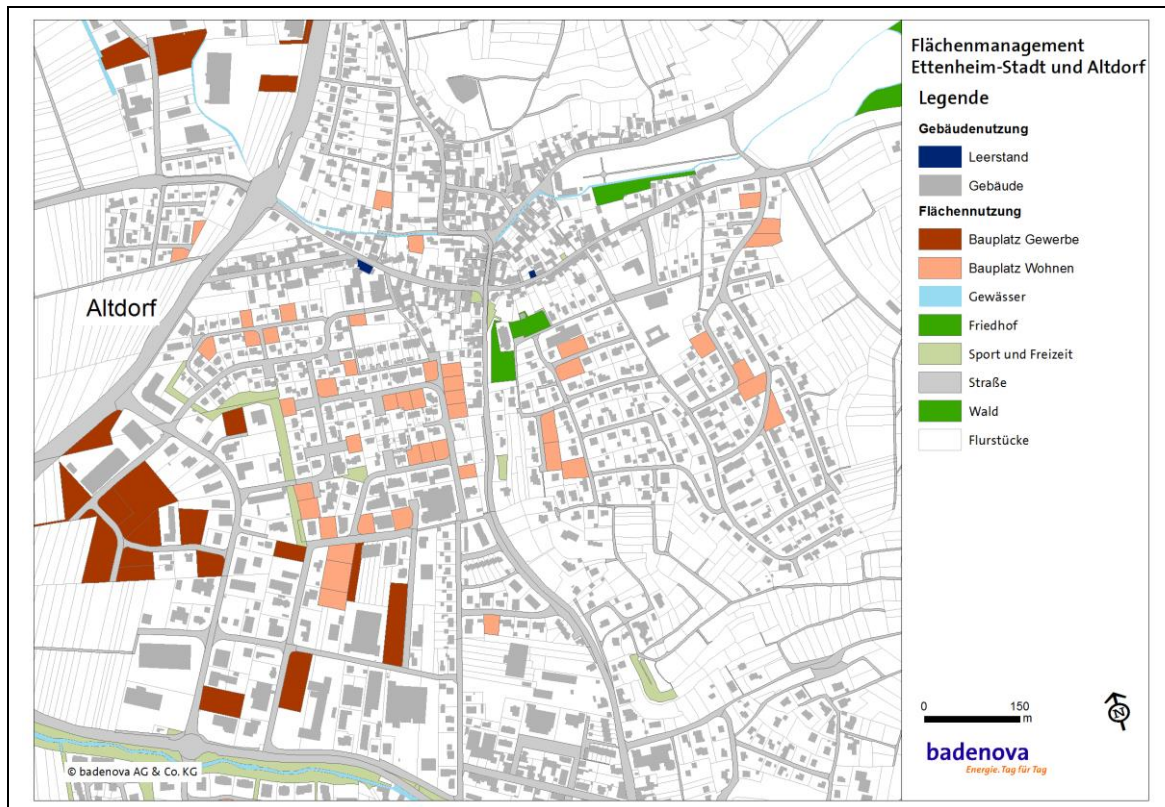


Abbildung 7 – Gebäudeleerstand sowie Bau- und Gewerbeflächen der Stadt Ettenheim - laut GIS-Daten der Liegenschaftskarte (Ausschnitt Ettenheim-Altdorf)

Mithilfe der Vor-Ort-Begehung und der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) können für die Stadt Ettenheim Potenzialflächen zur Nachverdichtung innerhalb des Siedlungsraums identifiziert werden (siehe Abbildung 7). Insgesamt sind in Ettenheim noch ca. 140 Flurstücke als Bauplätze für den Wohnungsbau (maximal 10 ha) und ca. 35 Flurstücke als gewerbliche Bauplätze (maximal 22 ha) vorhanden. Für die Aktualität der ALK-Liegenschaftskarten wird keine Gewähr gegeben. Durch die fortlaufende Bebauung der Flurstücke können sich diese Angaben schnell ändern. Durch die Vor-Ort-Begehung sind außerdem 30 leerstehende bzw. unbewohnte Gebäude ausfindig gemacht worden. Potenziale für Nachverdichtungen bieten aber auch ungenutzte Scheunen, die durch eine Umnutzung zu einer Nutzwertsteigerung dieser Flächen führen könnten.

Bei der Erschließung der Bauflächen sollten die Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung diskutiert werden. Die Bebauung sollte zum Beispiel so angelegt sein, dass regenerative Energien (z.B. Photovoltaik) problemlos und mit hoher Effizienz anzuwenden sind. In Erschließung befindet sich das Baugebiet „Heiligenhäusle“ mit 17 Baugrundstücken am Rand des Ortsteils Wallburg.

3. Energienutzung und CO₂-Bilanz

3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die Stromverbrauchsdaten des Bilanzjahres 2013, aggregiert auf die gesamte Stadt, sowie aktuelle Verbrauchsdaten der Straßenbeleuchtung wurden durch eine Abfrage beim örtlichen Stromnetzbetreiber, der Netze BW, erhoben. Die Stadtverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Ettenheim bei rund 48.049 MWh im Jahr 2013. Darin enthalten ist auch ein von der Bilanz-Software BiCO₂ statistisch errechneter Bahnstromanteil, der sich aus der Länge der Bahnstrecke innerhalb der Gemarkung Ettenheim und aus der Häufigkeit der Befahrung dieser Strecke ergibt. Der Sektor Wirtschaft hat mit knapp 50 % bzw. ca. 23.825 MWh/Jahr den größten Anteil am jährlichen Stromverbrauch. Mit 34 %, also rund 16.100 MWh/Jahr, steht der Sektor private Haushalte an zweiter Stelle. Der Heizungsstrom ist für 14 % des Gesamtstromverbrauchs verantwortlich. Der restliche Verbrauch ist dem Sektor kommunale Liegenschaften (1,3 %) und der Straßenbeleuchtung der Stadt (1 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 8).

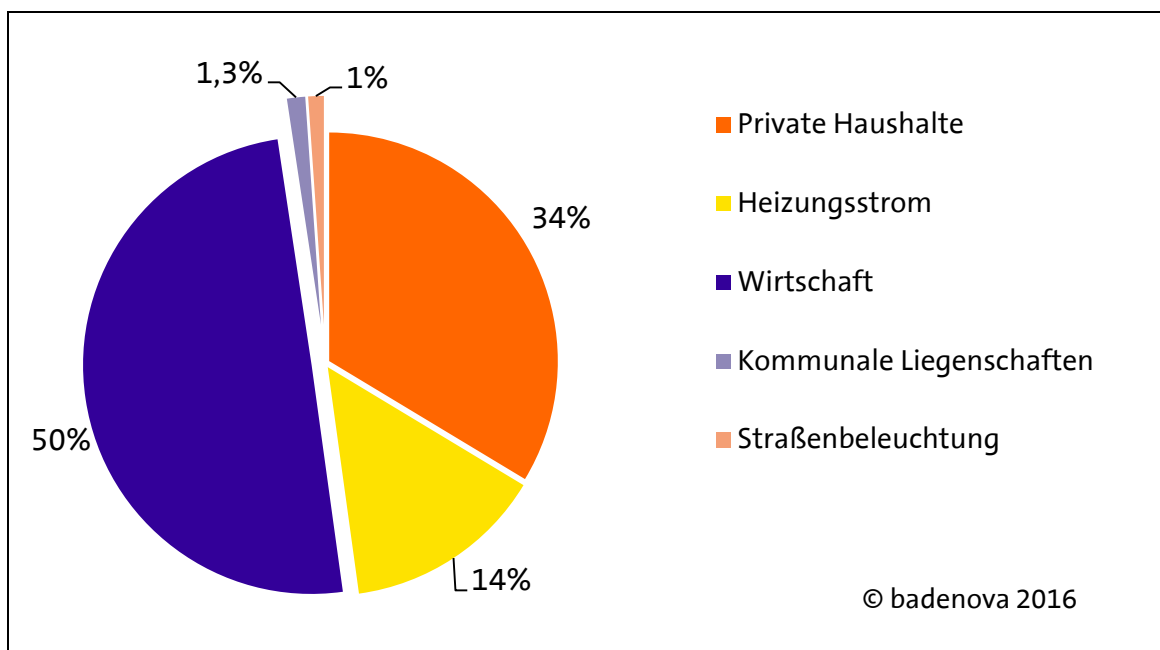


Abbildung 8 – Gesamtstromverbrauch 2013 in Ettenheim nach Sektoren

Insgesamt ist der Stromverbrauch zwischen den Jahren 2012 und 2014 um lediglich 1,4% gesunken, zwischen 2013 und 2014 jedoch um 4,5 %.

Der Stromverbrauch der gesamten kommunalen Liegenschaften (mit Heizungsstrom aber ohne vermietete Wohnungen) und der Straßenbeleuchtung betrug in 2013 ca. 1.165 MWh. Den höchsten Einzelverbrauch kommunaler Gebäude mit

ca. 108 MWh/Jahr hat der Gebäudekomplex des August-Ruf-Bildungszentrums, in dem die Werkrealschule und die Realschule ihren Platz haben, und der Stadthalle. Dahinter rangieren die Grundschule Altdorf, das Gymnasium Ettenheim und das Schwimmbad mit zusammen ca. 229 MWh (vgl. Abbildung 9).

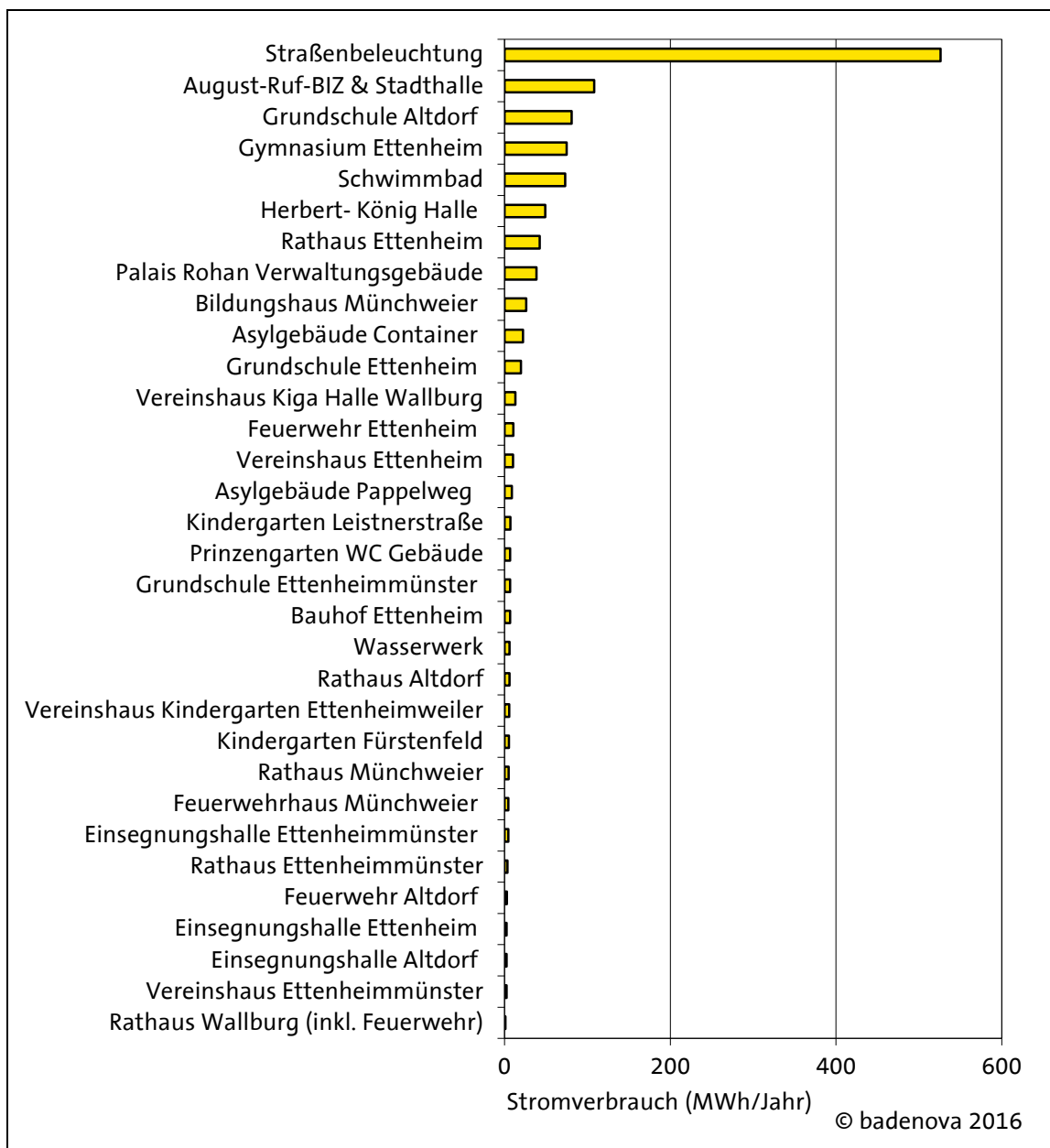


Abbildung 9 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)

Die Herbert-König-Sporthalle weist einen Stromverbrauch von ca. 49 MWh pro Jahr auf. Danach folgen dann das Rathaus Ettenheim und das Verwaltungsgebäude Palais Rohan mit zusammen 81 MWh/Jahr. Die Grundschule in Münchweier verbraucht ca. 26 MWh Strom pro Jahr. Alle weiteren 23 kommunalen Gebäude liegen im Stromverbrauch darunter und benötigen aggregiert 162 MWh/Jahr.

Die in der Abbildung 9 dargestellten acht obersten Gebäude(-komplexe) verbrauchen somit zusammen 493 MWh Strom, also ca. drei Viertel des gesamten Stromverbrauchs der kommunalen Gebäude, inklusive der Stromheizungen. Die zukünftige Einsparung von Treibhausgasen sollte folglich bei diesen Gebäuden ihren größten Hebel finden.

Mit 526 MWh im Jahr 2013 hatte die Straßenbeleuchtung einen nur wenig geringeren Stromverbrauch als alle kommunalen Gebäude zusammen. Eine Umstellung auf stromsparende LED-Lampen, was aktuell mit dem Klimaschutzprojekt 2016 verfolgt wird, kann hier folglich ebenfalls ein großes Einsparpotenzial bergen. Insgesamt gibt es nach aktuellen Angaben in Ettenheim 1.927 Leuchten, wovon gut drei Viertel Natriumdampflampen (so genanntes Gelblicht) und ein Viertel LED-Leuchten sind. Quecksilberdampfleuchten, die einen besonders hohen Verbrauch aufweisen, wurden fast vollständig ausgetauscht. In der Stadt sind somit bereits ca. 487 moderne LED-Leuchten installiert.

Abbildung 10 zeigt den jährlichen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2012 bis 2015. Die Daten für 2016 lagen während der Ausarbeitung der Studie noch nicht vor. Angegeben ist der bisherige Mittelwert. Zu erkennen ist eine kontinuierliche Absenkung des Stromverbrauchs bis 2014. 2015 ist der Verbrauch wieder angestiegen, möglicherweise wegen einem Zubau bei Neubaugebiet(en). Aktuell – also für 2017 – sollten die Verbrauchswerte auf Basis der berechneten Stromeinsparung durch das Klimaschutzprojekt 2016 mindestens weiter auf geschätzte 494 MWh sinken, wenn für 2016 ein Mittelwert der vier Jahre zuvor angesetzt wird. Der Austausch hin zu hocheffizienten Leuchten sollte fortgeführt werden, sobald dieser wirtschaftlich ist.

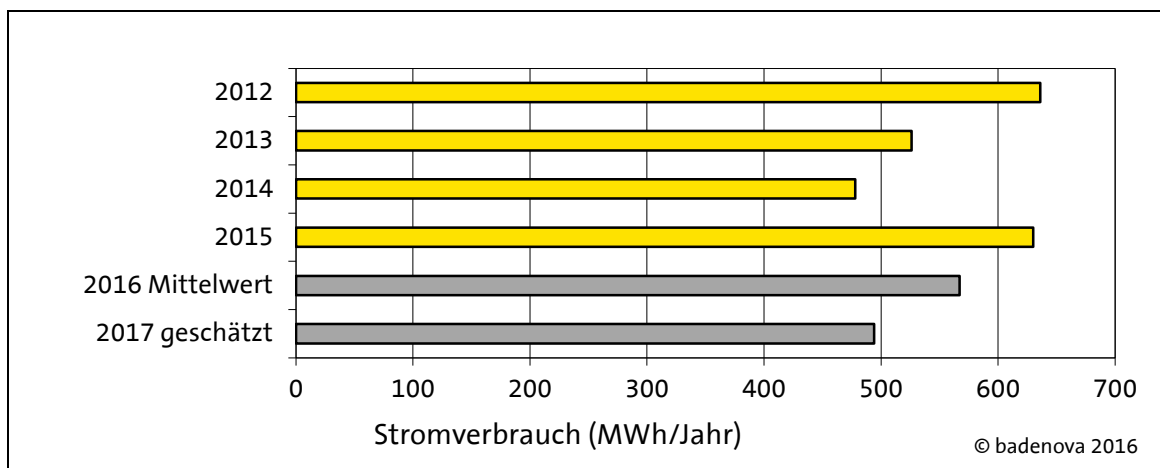


Abbildung 10 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2012-2017)

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Kommunen wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. Dieser spezifische Pro-Kopf-Verbrauch lag im Jahr 2013 bei ca. 42,5 kWh für die Straßenbeleuchtung, im Jahr 2014 bei ca. 38,6 kWh. Damit liegt die Stadt deutlich unter dem Mittelwert von 50 kWh/Jahr der 45 Referenzgemeinden (vgl. Abbildung 11). Für 2017 kann ein Pro-Kopf-Verbrauch der Straßenbeleuchtung von maximal 40 kWh/Einwohner und Jahr erwartet werden.

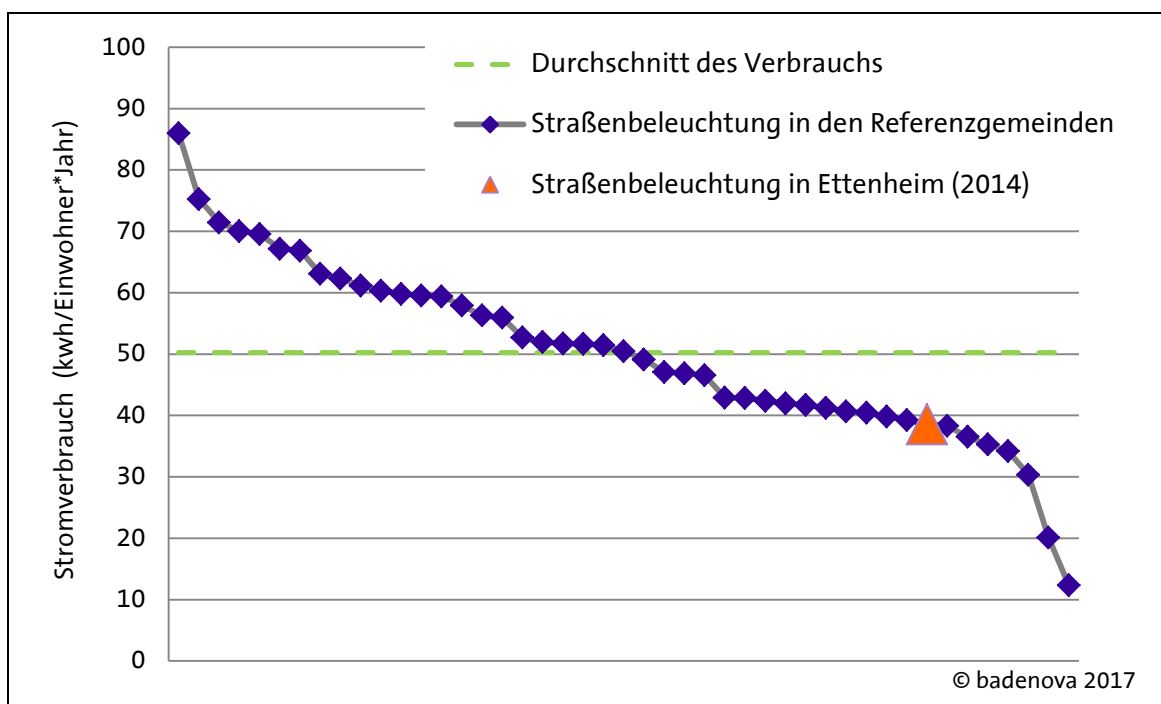


Abbildung 11 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zur Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Stromnetzbetreiber Netze BW abgefragt. Danach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien in Ettenheim im Jahr 2014 durch 398 PV-Anlagen (insgesamt 5.871 kW Leistung), einer Wasserkraftturbine (insgesamt 4 kW elektrische Leistung) und 3 Windkraftanlagen mit jeweils 1,3 MW Leistung erzeugt. Weitere Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien werden laut Energiebericht der Netze BW mit 110 kW Leistung unter „Sonstige“ ausgewiesen. Seit 2016 werden mit dem Bürgerwindpark Südliche Ortenau zusätzlich sieben neue Anlagen mit jeweils 2,75 MW Leistung betrieben, davon vier Anlagen auf Ettenheimer Gemarkung.

Im Jahr 2013 deckten die Anlagen regenerativer Stromerzeugung ca. 18 % des Stromverbrauchs der Stadt Ettenheim. Im Jahr 2014 konnte der Anteil auf fast 20 % gesteigert werden, zumal der Stromverbrauch 2014 etwas geringer war. Das Gesamtpotenzial regenerativer und nachhaltiger Stromerzeugung liegt bei ca. 142 % des Stromverbrauchs von 2013 (vgl. Abbildung 12), das sind ca. 68.400 MWh/Jahr (vgl. Kapitel 4).

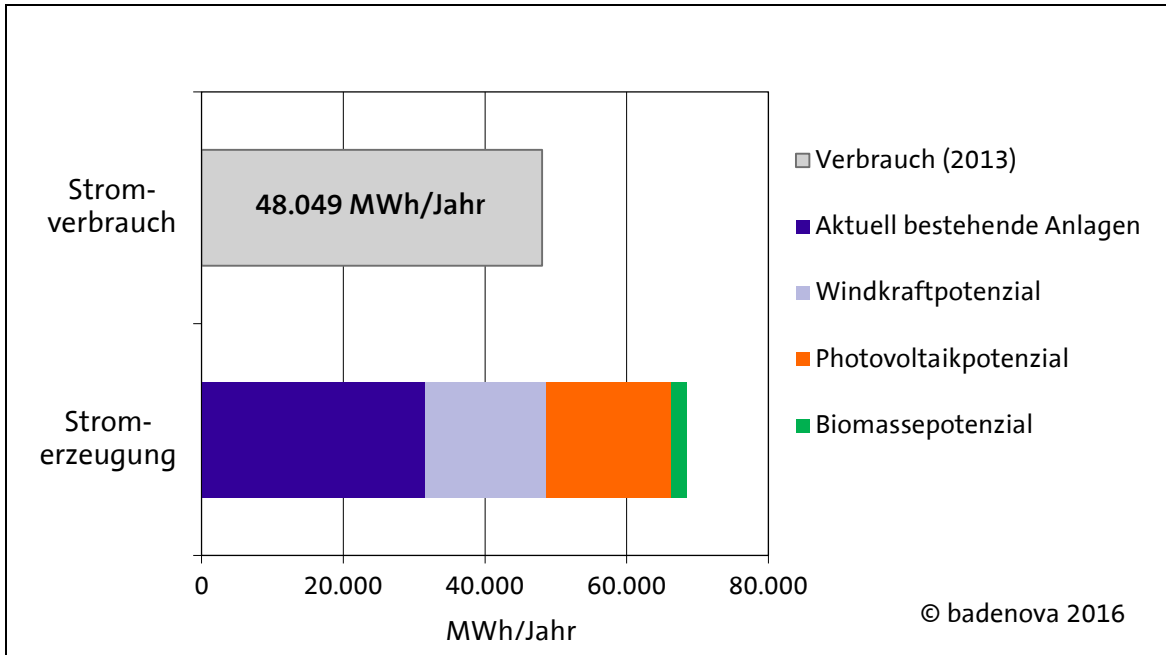


Abbildung 12 – Anteil der bestehenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2013 und zum Gesamtpotenzial für Ettenheim.

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis erneuerbarer Energien könnten zukünftig auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke (BHKW), einen größeren Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz 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 13).

Die aktuell in Ettenheim installierten KWK-Anlagen erreichen eine installierte Leistung von mindestens 165 kW und erzeugen damit ca. 974 MWh elektrische Energie pro Jahr. Das entspricht 2,1 % des Gesamtstromverbrauchs von 2014.

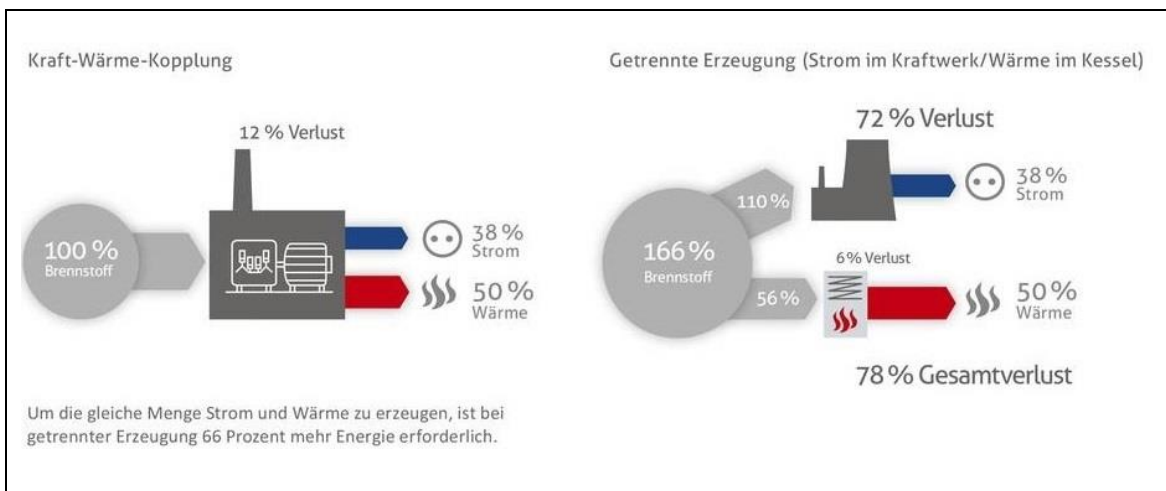


Abbildung 13 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)

3.1.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Stadt Ettenheim wurde der Emissionsfaktor von 0,617 t CO₂/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2016), vgl. Kapitel 9.3. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO₂-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Stadt ca. 29.646 t im Jahr 2013.

Durch die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien trägt Ettenheim 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 Ettenheim berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommixes wurden Emissionsfaktoren von 0,061 t CO₂/MWh für Strom aus Photovoltaikanlagen, 0,009 t CO₂/MWh für Strom aus Windkraftanlagen und 0,003 t CO₂/MWh für Strom aus Wasserkraftanlagen angenommen (IFEU, 2016). Durch den Strom aus erneuerbaren Energien wurden in Ettenheim im Jahr 2013, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix ca. 5.054 t CO₂ vermieden, im Jahr 2014 ca. 5.200 t CO₂. Das waren ungefähr 7 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Ettenheim.

3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Der Erdgasnetzbetreiber bnNETZE GmbH stellte die aktuellen und aggregierten 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 zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Zusätzlich wurde von den Schornsteinfegermeistern eine genauere Auflistung der installierten Leistungen zur Verfügung gestellt, die allerdings keine Rückschlüsse auf den Standort der einzelnen Feuerungsanlagen zulässt.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen haben insgesamt 10 von 38 angeschriebenen Unternehmen geantwortet. Das sind ca. 26 % der Unternehmen. Positiv ist, dass alle größten Unternehmen den Fragebogen ausgefüllt haben.
- Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Diese Datenbank erfasst jedoch nur solarthermische Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden.
- Erdwärme nutzende Anlagen konnten aus der Bohrdatenbank des Regierungspräsidiums Freiburg (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) ermittelt werden (LGRB, 2016).

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

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich, zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 2.3), der Gesamtwärmeverbrauch in Ettenheim abschätzen (vgl. Kapitel 9). Dieser beträgt ca. 160.600 MWh im Jahr 2013. Betrachtet man den Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren, wird deutlich, dass die privaten Haushalte mit 55 % am Gesamtverbrauch den höchsten Wärmeverbrauch aufweisen, dicht gefolgt von den örtlichen Industrie- und Gewerbebetrieben mit einem Anteil von 43 % (vgl. Abbildung 14). Die kommunalen Liegenschaften verbrauchten im Jahr 2013 dagegen nur einen Bruchteil von ca. 2 % der Gesamtwärme.

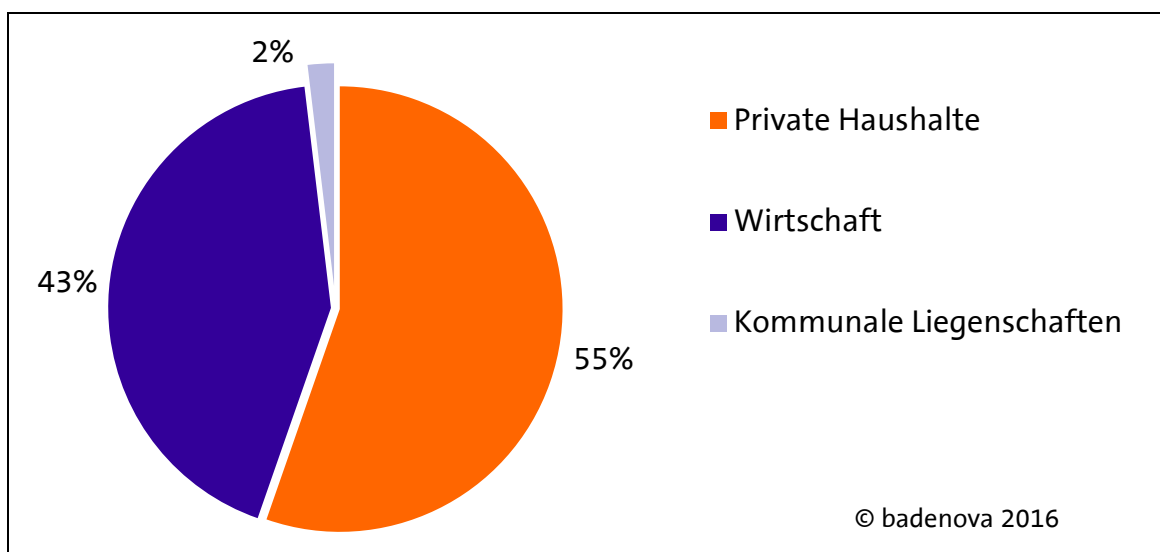


Abbildung 14 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren

Zu berücksichtigen ist dabei, dass die ehemalige German Pellets GmbH einen Großteil dieser Wärme zur Holzpellet-Herstellung benötigte. Ohne diesen Anteil reduziert sich der Wärmeverbrauchsanteil im Gewerbe auf nur noch 13 % (!) - mit entsprechender Zunahme im privaten Sektor.

3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wird zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs in Ettenheim (ohne den Anteil der ehemaligen German Pellets GmbH von 2013) zum größten Teil Heizöl (41 %, ca. 43.500 MWh) eingesetzt. Erdgas (33 %, ca. 35.100 MWh) sowie Energieholz (11 %, ca. 12.070 MWh) stehen an zweiter und dritter Stelle (vgl. Abbildung 15).

Mit dem Holzverbrauch zur Wärmeproduktion bei der Holzpellet-Herstellung liegt der Anteil der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung in Ettenheim bei insgesamt 45 %, inklusive der erneuerbaren Anteile bei der Nahwärmeversorgung des Otto-Stoelcker-Areals. In den folgenden Abbildungen werden die prozentualen Anteile ohne den Holzverbrauch bei der Holzpellet-Herstellung dargestellt, da dieser nur von einem einzigen Großunternehmen verursacht wird und damit die Bilanz für die Zwecke eines Klimaschutzkonzepts verzerrt.

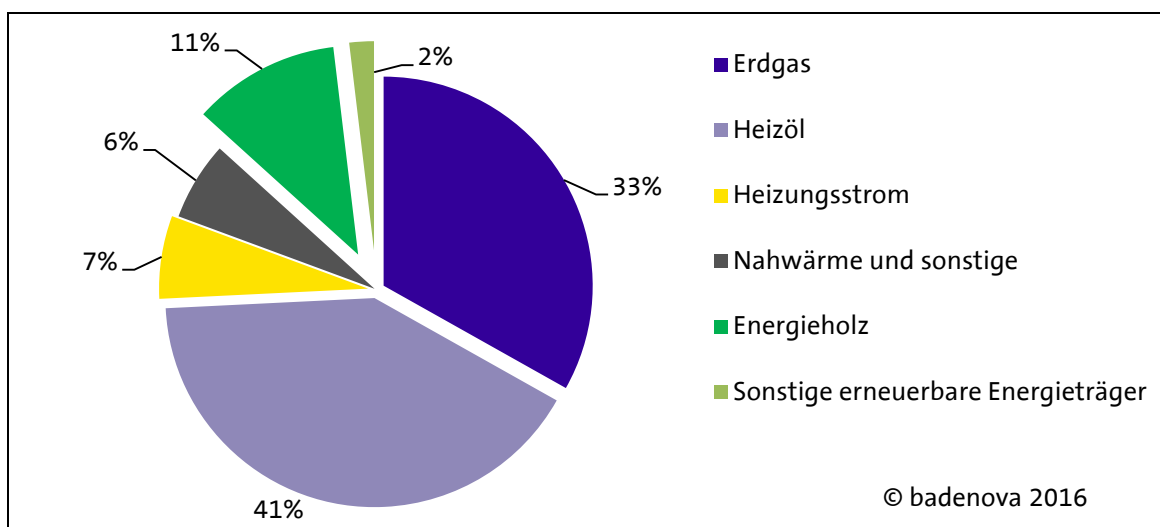


Abbildung 15 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim)

Unter dieser Vorgabe werden somit ca. 13 % des Wärmeverbrauchs in Ettenheim durch erneuerbare Energiequellen (EEQ) erzeugt. Die Nahwärmeversorgung des Wohnareals Otto-Stoelcker-Straße erfolgt zu ca. 73 % mit Energieholz. Dieser Anteil erneuerbarer Wärme ist in der Energiebilanz der Nahwärmeversorgung zugeordnet, in der CO₂-Bilanz jedoch voll berücksichtigt. Rechnet man die regenerative Nahwärme der Energiebilanz hinzu, dann erreicht der ökologische Wärmeanteil fast 17 % am Gesamtwärmeverbrauch. Neben Energieholz werden auch Solarthermie (1 %, ca. 1.175 MWh) und Umweltwärme, d.h. Erd- und Luftwärmepumpen, (0,6 %, 641 MWh) eingesetzt. Zusätzlich werden nur 6 % (ca. 6.787 MWh) des Wärmeverbrauchs durch Heizungsstrom gedeckt (vgl. Abbildung 15).

Abbildung 16 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften. Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2013 ca. 3.050 MWh für die Wärmeversorgung benötigt (der Erdgasverbrauch geht hier mit dem unteren Heizwert ein). Davon wurden knapp 88 % aus Erdgas und nur 6,2 % aus Heizöl bereitgestellt. Die restlichen Anteile wurden durch Holzpellets (4,8 %), Heizungsstrom (0,8 %) und sonstige Energieträger (0,4 %) gedeckt.

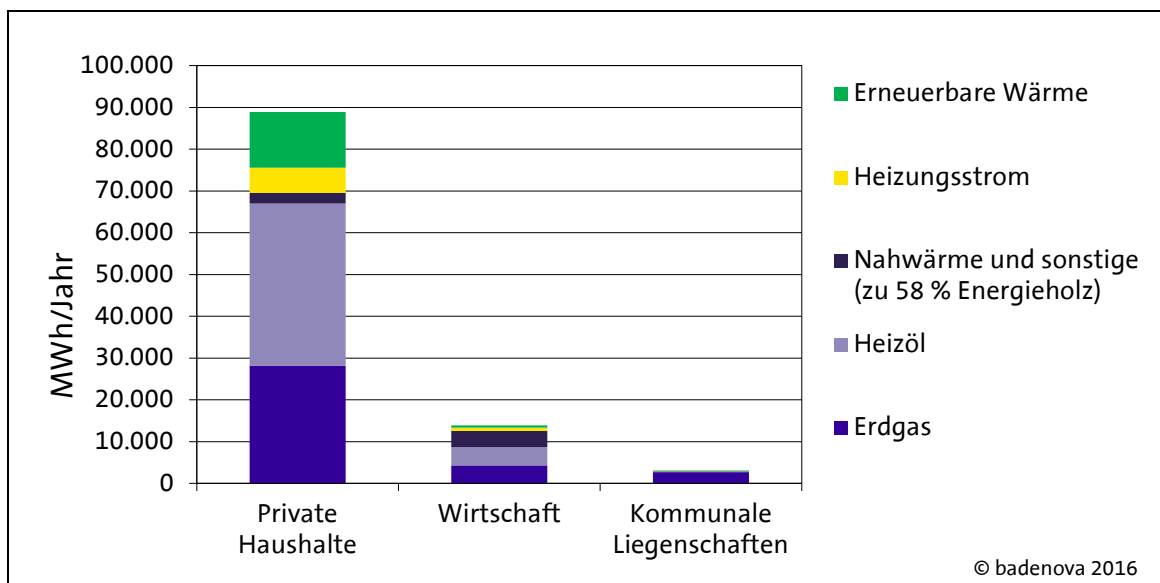


Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim)

Die höchsten Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften, mit jeweils deutlich über 200 MWh Verbrauch, weisen das Gymnasium Ettenheim, das August-Ruf-Bildungszentrum zusammen mit der Stadthalle und die Herbert-König-Halle auf (vgl. Abbildung 17). Insgesamt hatten alleine diese vier Gebäude zusammen einen Wärmebedarf von ca. 1.280 MWh im Jahr 2013, was 39 % der gesamten kommunalen Wärme entspricht. Ebenfalls hohe Jahreswärmeverbräuche weist mit 192 MWh/Jahr die Halle Altdorf auf. Danach folgen die Grundschulen in Altdorf Ettenheim mit einem durchschnittlichen Wärmeverbrauch von jeweils ca. 150 MWh pro Jahr und Liegenschaft. Weitere große Verbraucher sind das Rathaus Ettenheim zusammen mit dem Palais Rohan, die ca. 275 MWh Wärme in 2013 verbraucht haben.

Die geringsten Verbräuche mit jeweils unter 100 MWh/Jahr weisen die Feuerwehrhäuser, Einsegnungshallen, Ortsrathäuser, Kindergärten und sonstige Gebäude auf. Zusammen haben diese Liegenschaften einen Anteil von gut 27 % am kommunalen Wärmeverbrauch.

Gegenüber den oben dargestellten kommunalen Wärmeverbräuchen von 2013 lagen diese im Jahr 2014 um über 18 % niedriger. Bereits seit 1997 konnten die Wärmeverbräuche trotz der um 26 % zugenommenen beheizten Nutzfläche bis 2013 um ca. 6 % gesenkt werden, zwischen 1994 und 1997 sogar um über 22 %.

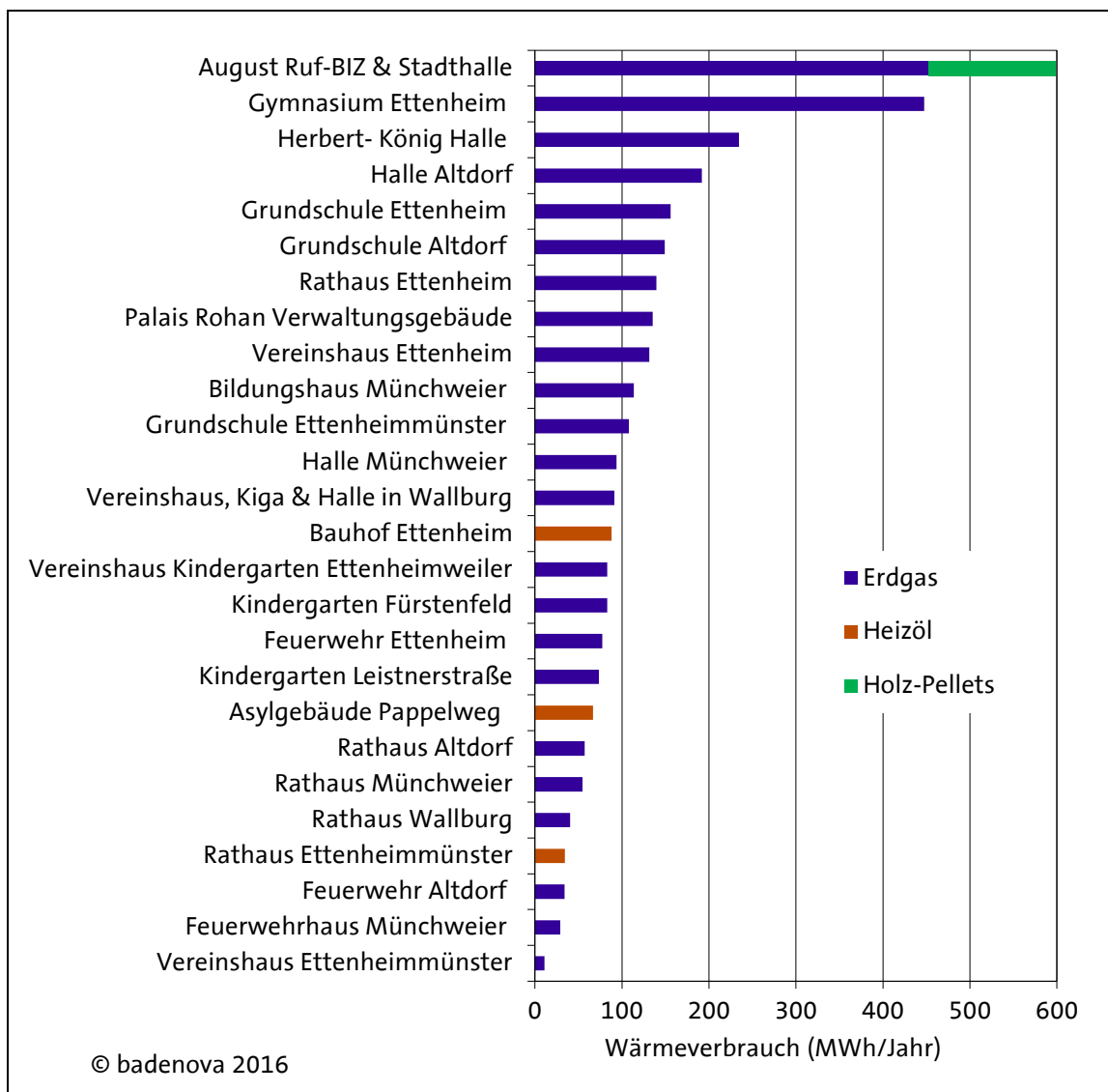


Abbildung 17 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)

3.2.3 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten mit Lageinformationen der Gebäude der Kommune zusammengeführt werden (vgl. Abschnitt 9.2). Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs auf Gebäudeebene. Da die Grundlage des Wärmekatasters aus Sichtprüfungen bei der Vor-Ort-Begehung resultiert, kann es in Einzelfällen zu Abweichungen von der realen Gebäudesituation kommen. Die Genauigkeit des Wärmekatasters ist aber für den zu erfüllenden Zweck ausreichend. Es bietet eine wichtige Grundlage für die überschlägige Berechnung von Klimaschutzzielen und für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen, die im Rahmen eines zukünftigen Klimaschutzkonzeptes erarbeitet werden können.

Als Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 18 den absoluten Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Aus den Karten erkennt man deutlich die Wärmeinseln mit hohem Wärmebedarf. Aufgrund ihrer Größe weisen beispielsweise die großen

Mehrfamilienhäuser im Bereich Freiburger Straße einen hohen absoluten Jahreswärmebedarf auf. Neben dem absoluten Wärmebedarf werden mit dem Wärmekataster auch der spezifische – also auf die Wohnfläche berechnete – Wärmebedarf, das absolute Einsparpotenzial und das spezifische Einsparpotenzial der Wohngebäude dargestellt. Die entsprechenden Karten liegen der Energiepotenzialstudie im Bürgermeisteramt bei und sind auch digital verfügbar.

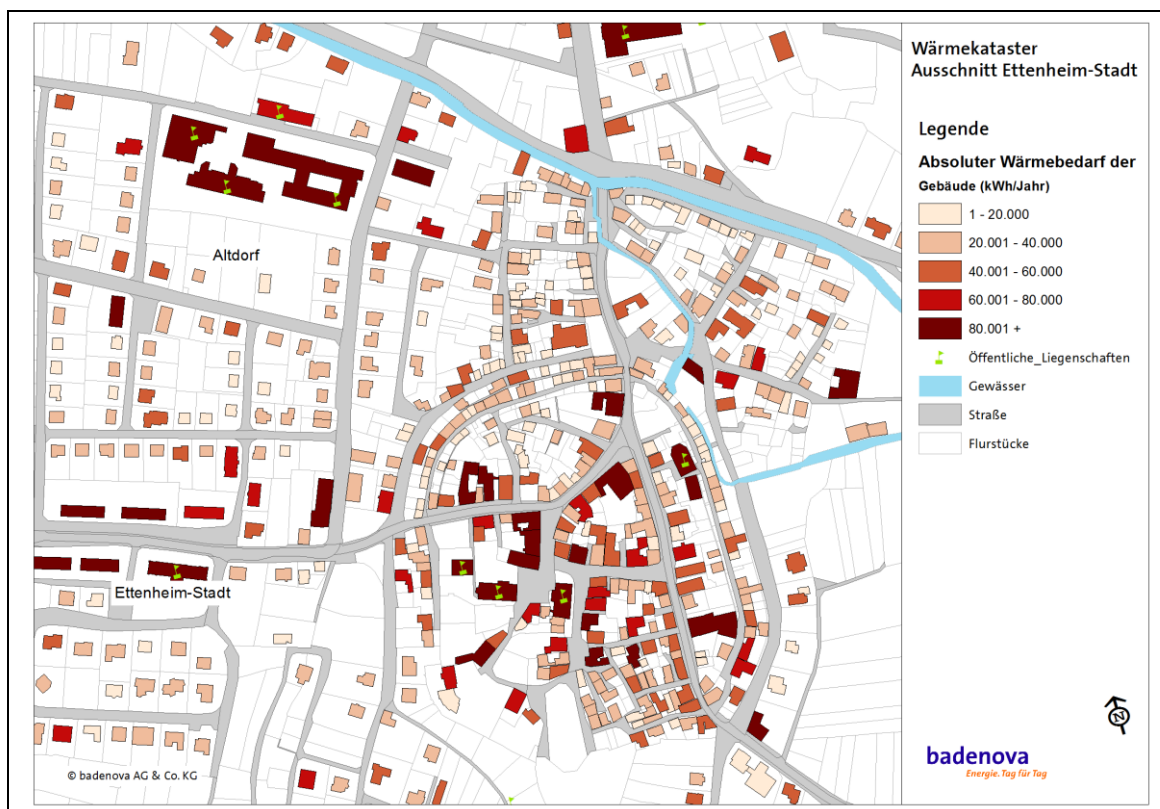


Abbildung 18 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

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 Ettenheim für das Jahr 2013 zu CO₂-Emissionen in Höhe von etwa 28.265 t führte. Unter Berücksichtigung der industriellen Holzpelletproduktion liegen die wärmebedingten Treibhausgasemissionen bei ca. 29.750 t CO₂ im Jahr 2013. Da die Wärmebereitstellung bei der industriellen Pelletproduktion selber durch im Wesentlichen Holzbiomasse (Altholz, Rinde etc.) bereitgestellt wird, ist trotz des dazu nötigen erheblichen Energiebedarfs die zusätzliche Netto-Klimabelastung mit ca. 1.500 t CO₂ pro Jahr sehr gering.

Die kommunalen Liegenschaften sind mit ihrer Wärmeerzeugung für ca. 752 t CO₂ pro Jahr verantwortlich. Hier schneiden die mit Heizöl oder Strom beheizten Liegenschaften im Verhältnis zu ihrem Wärmeverbrauch schlechter ab als die übrigen Liegenschaften. Dies liegt an den höheren CO₂-Emissionen des Stroms und Heizöls im Vergleich zu Erdgas und Holzpellets. Die höchsten CO₂-Emissionen haben das Gymnasium Ettenheim, das August-Ruf-Bildungszentrum

im Wärmeverbund mit der Stadthalle, die Herbert-König-Halle und die Halle Altdorf mit zusammen ca. 335 t pro Jahr (vgl. Abbildung 19).

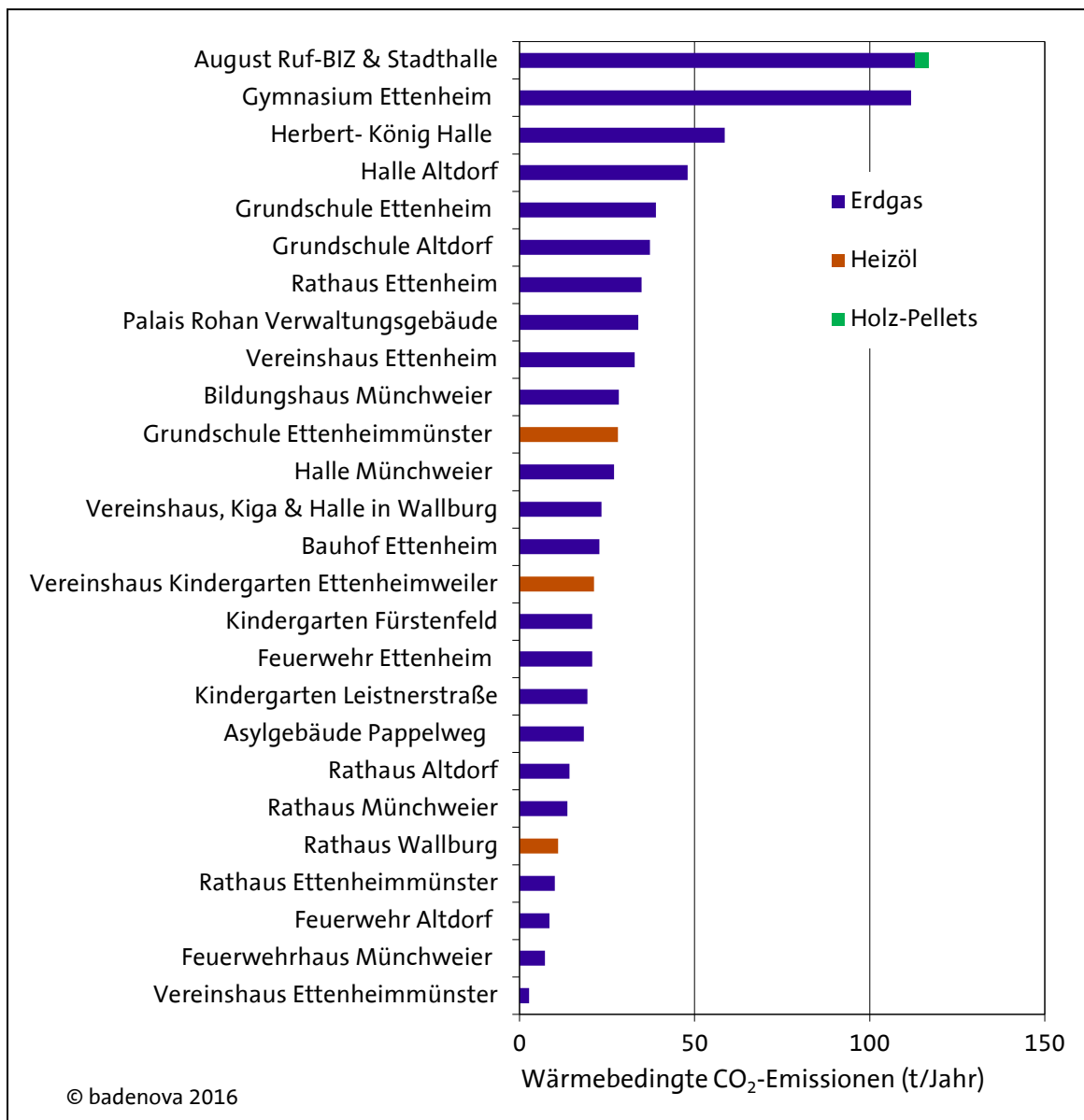


Abbildung 19 – CO₂-Emissionen kommunaler Gebäude durch Wärmeerzeugung (2013)

Die Grundschulen in Altdorf und Ettenheim-Stadt weisen jeweils ähnliche Emissionen von zusammengenommen 76 t CO₂/Jahr auf. Das Rathaus Ettenheim und das Verwaltungsgebäude Palais Rohan liegen mit ca. 35 und 34 t CO₂/Jahr bei den Emissionen im Mittelfeld der kommunalen Gebäude. Mit zusammen 49 t CO₂/Jahr liegen hingegen die Ortschafts-Rathäuser im unteren Bereich der Emissionsmengen. Wird der gesamte Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften auf die CO₂-Emissionen umgerechnet, dann resultiert für die Liegenschaften der Stadt Ettenheim ein Emissionsfaktor von 0,258 kg CO₂ pro verbrauchte Kilowattstunde Wärmeendenergie. Dieser Faktor liegt etwas über dem von Erdgas.

3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor Verkehr in erheblichem Maße in die Energie- und CO₂-Bilanz einer Kommune ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes aus den Jahren 2011 bis 2013 konnten die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen der Stadt Ettenheim ermittelt werden.

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 Kommune umgelegt werden (mit Hilfe der Länge der Straßen in km und der Einwohnerzahl der Kommune), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2013 von Ettenheim (Datengrundlage: STALA BW, 2016b)

Jahr 2013	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)					
Außerortsstraßen ¹	1.475	48.101	1.182	2.300	53.058
Innerortsstraßen ²	591	21.521	577	812	23.501
Autobahnen	39	8.852	404	1.458	10.754
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)					
Benzin	56	2.236	7	0	2.299
Diesel		1.555	150	1.290	2.995
Energieverbrauch nach Fahrzeugen (Benzin und Diesel) (MWh)					64.672
CO₂-Emissionen nach Fahrzeugen (t)					20.097

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

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2013 ca. 64.700 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Ettenheim verbraucht. Einen Anteil von ca. 10 % haben dabei Fahrten auf der Autobahn A5 auf der Gemarkung Et-

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

² Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

tenheim (obwohl die A5 nur auf ca. 600 m Länge die Gemarkung kreuzt) sowie insbesondere mit ca. 61 % auf Außerortsstraßen.

Die genaue Aufteilung nach Fahrzeugtyp ist in Abbildung 20 dargestellt. PKW sind für den größten Anteil (72 %) des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich, gefolgt von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit einem Anteil von 24 % am Energieverbrauch. Leichte Nutzfahrzeuge (3 %) und Krafträder (1 %) machen nur einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2013 durch den Verkehr ca. 20.100 t CO₂ ausgestoßen. Genaue Strecken- und Verbrauchsdaten des Linienverkehrs konnten uns von der SWEG bzw. der TGO nicht zur Verfügung gestellt werden. Aus der Erfahrung heraus hat dies jedoch nur sehr geringen Einfluss auf die Gesamtbilanz, so dass die statistischen Angaben ausreichend sind.

Der erhebliche Einfluss des Verkehrs auf die Gesamtemissionen der Stadt Ettenheim ist ein Grund dafür, warum bei der Definition von Klimaschutzmaßnahmen das Handlungsfeld Mobilität auf keinen Fall vernachlässigt werden sollte.

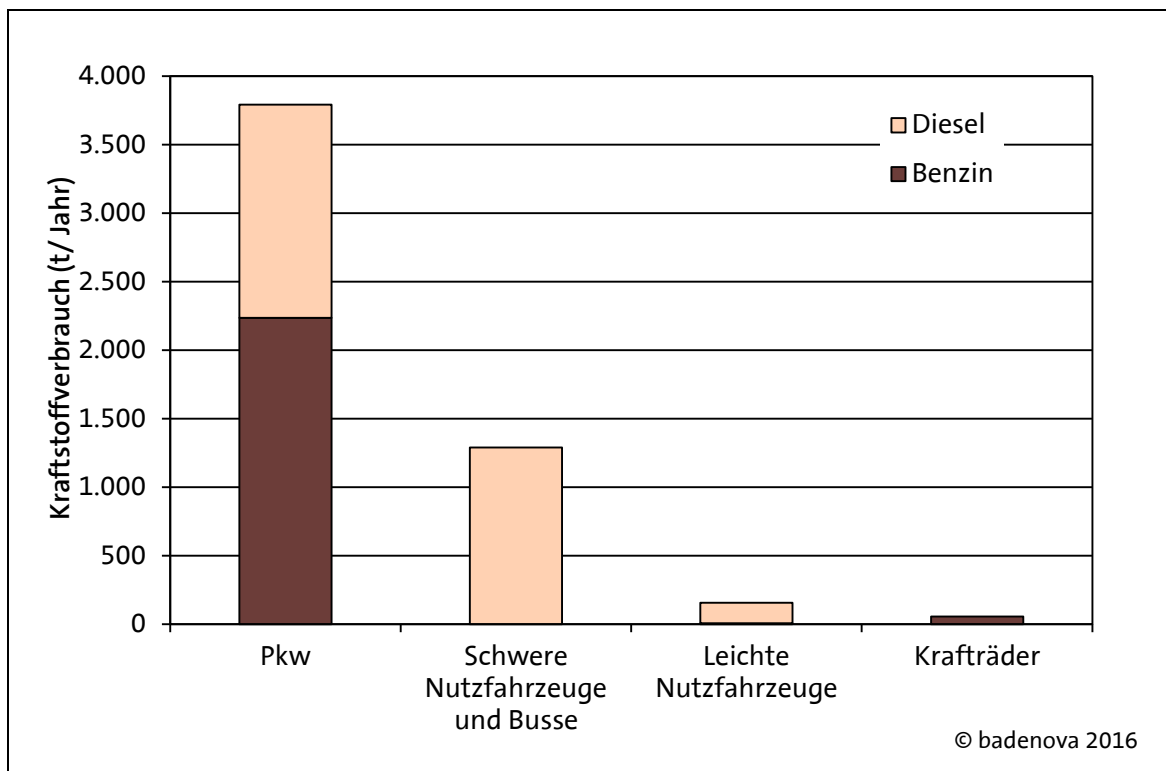


Abbildung 20 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Ettenheim (2013)

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch sowie den Energieverbrauch des Verkehrs in Ettenheim zusammen, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von 266.369 MWh im Jahr 2013. Der Sektor Private Haushalte trägt mit 39 % den größten Anteil, dicht gefolgt vom Wirtschaftssektor mit 35 % am Gesamtenergieverbrauch.

gieverbrauch. Danach folgt der Sektor Verkehr mit 24 %. Mit einem Anteil von 1,6 % liegen die kommunalen Liegenschaften im Durchschnitt der meisten anderer Kommunen (vgl. Abbildung 21).

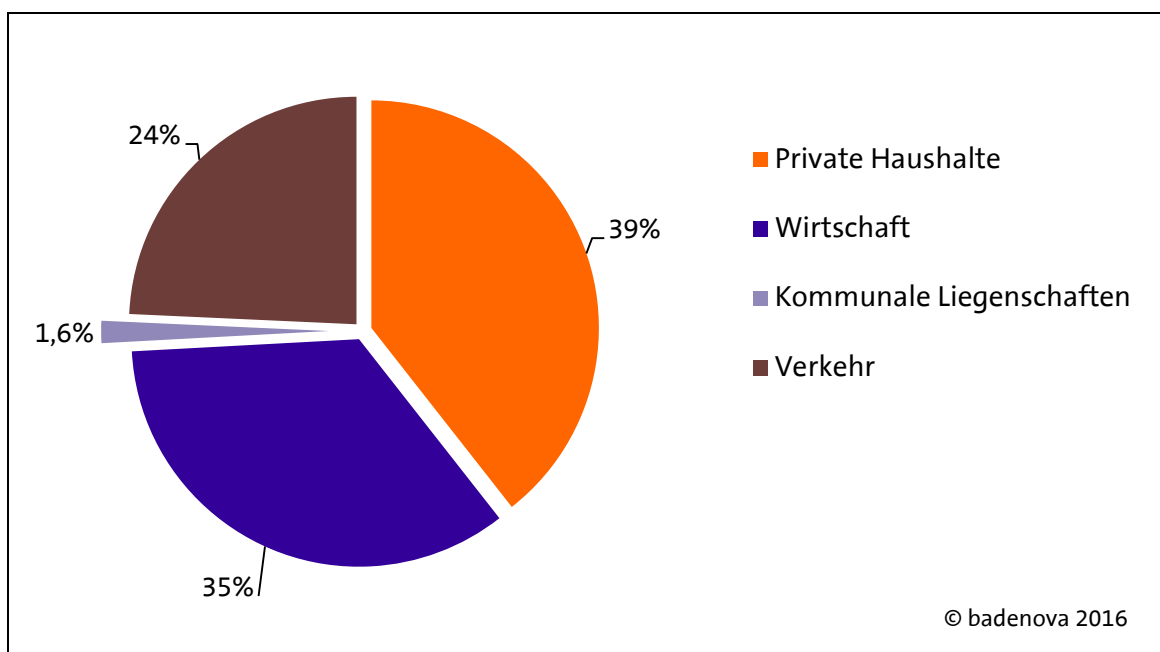


Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch in Ettenheim nach Sektoren

Ohne die industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim reduziert sich der Wirtschaftsanteil am Gesamtverbrauch auf nur noch 18 %. Gleichzeitig erhöht sich dieser im privaten Sektor auf 50 %, im Sektor Verkehr auf 30 % und bei den kommunalen Einrichtungen auf 2,0 %.

Bei der Aufteilung nach Energieträgern in Abbildung 22 ist deutlich zu erkennen, dass der Energieträger Kraftstoff mit 30 % einen erheblichen Anteil am Energieverbrauch der Stadt Ettenheim hat. Knapp dahinter folgen die Energieträger Strom mit 23 % und Heizöl mit 21 %. Mit 17 % ist der Anteil an Erdgas relativ gering. Der Gesamtenergiebedarf wurde im Jahr 2013 insgesamt zu knapp 10 % durch erneuerbare Energien gedeckt (davon 6,6 % Wärme und 4,1 % Strom), die innerhalb der Gemarkung Ettenheim bereitgestellt wurden. Für die Nahwärmeversorgung des Wohnareals südlich der Otto-Stoelcker-Straße wird teilweise Holz als Brennstoff verwendet, so dass der Gesamtanteil erneuerbarer Energien auf 12 % steigt.

Aktuell kann der potenzielle Erneuerbare-Energien-Anteil am Gesamtenergieverbrauch von Ettenheim mit stolzen 38 % angegeben werden, wenn die angestrebte Energieproduktion der vier neuen Windenergieanlagen des Bürgerwindparks Südliche Ortenau mit einberechnet wird.

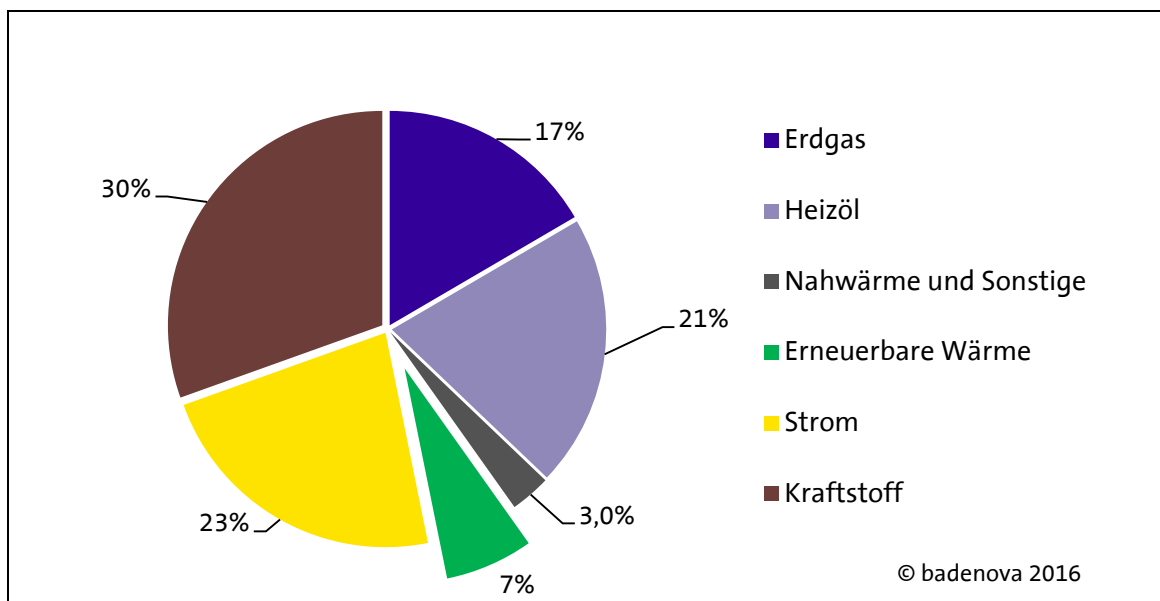


Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim)

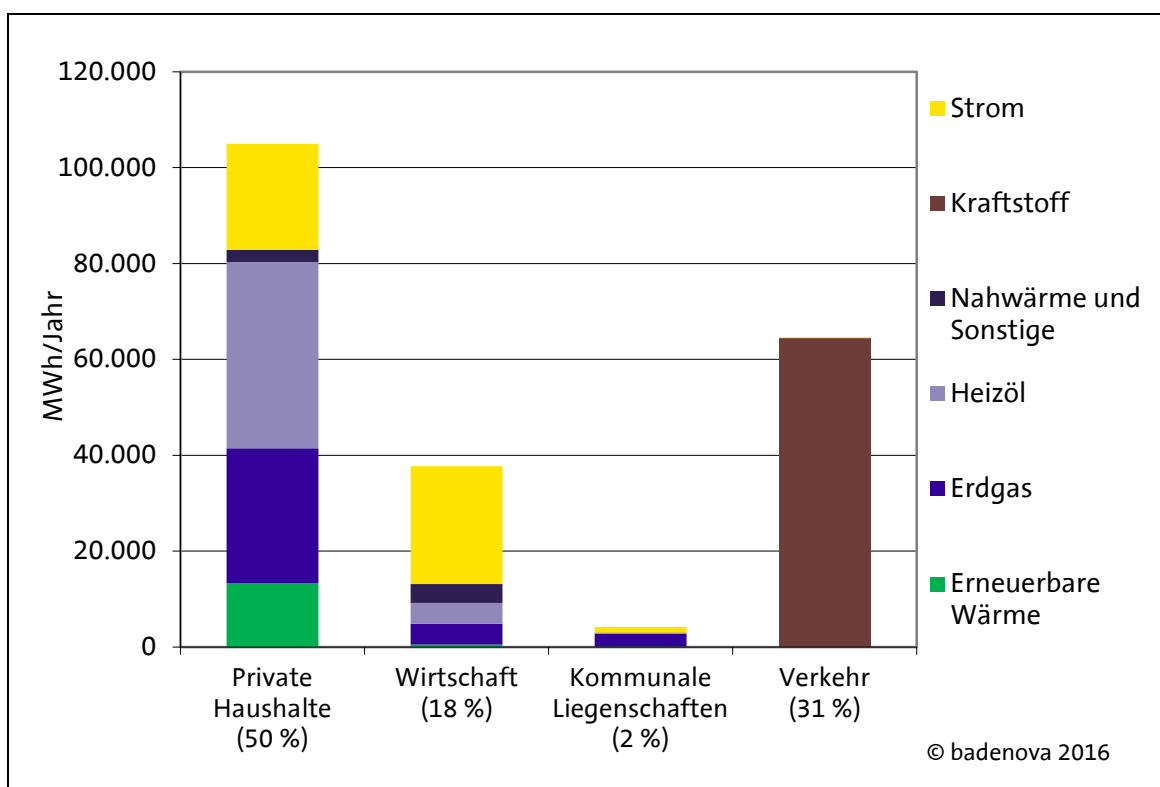


Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern (ohne industrielle Holzpelletproduktion in Ettenheim)

Der Kauf von Ökostrom durch die Verbraucher spielt in der hier berechneten Territorialbilanz übrigens keine Rolle, da dieser bereits im bundesdeutschen Strommix eingerechnet ist und so auf ganz Deutschland verteilt wird. Nur so können die Energie- und CO₂-Bilanzen verschiedenster Kommunen miteinander ver-

gleichbar sein, zumal der Anteil an Ökostrom bei den privaten Haushalten und bei Gewerbebetrieben für die Erstellung der Bilanz nicht vorliegt. Nahwärme (regenerativ und fossil) trägt ungefähr mit 2,4 % bei.

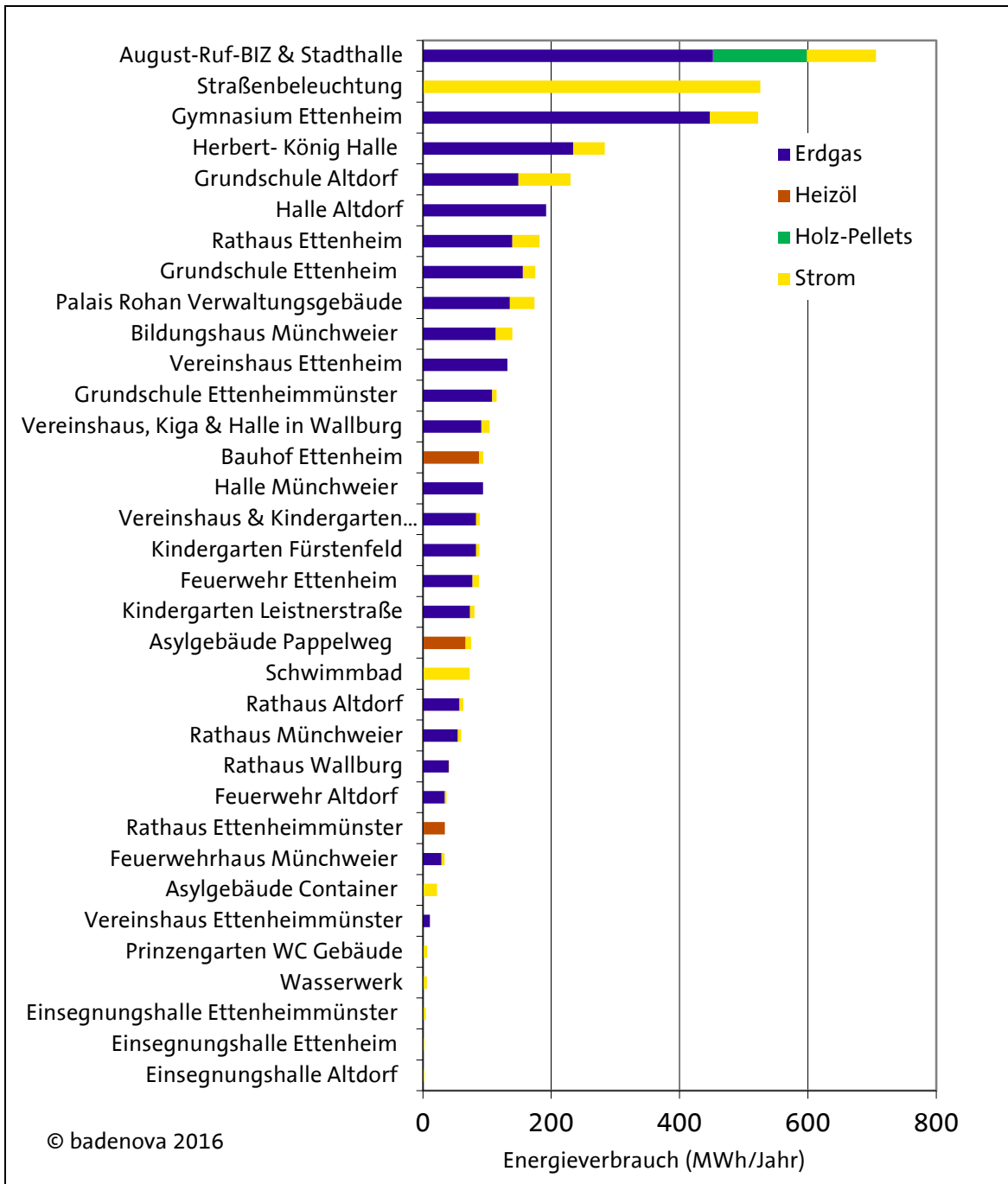


Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Ettenheim im Jahr 2013

Einen sehr geringen Anteil von 0,6 % haben Kohle und Flüssiggas (vgl. Abbildung 22). In Abbildung 23 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt. Zu beachten ist, dass der Sektor Verkehr einen sehr geringen Anteil von 0,3 % Bahnstrom beinhaltet.

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften (inklusive der Straßenbeleuchtung) lag im Jahr 2013 in Ettenheim bei ca. 4.192 MWh (der Gasverbrauch geht hier mit dem Heizwert ein) bzw. 4.486 MWh laut Angaben durch die Kommune. Hauptverbraucher ist die Straßenbeleuchtung, die alleine 13 % am Gesamtenergieverbrauch der Liegenschaften aufweist. Abbildung 24 gibt als Balkendiagramm die Gesamtenergieverbräuche der Liegenschaften wieder.

Das August-Ruf-Bildungszentrum im Verbund mit der Stadthalle weist mit 706 MWh/Jahr den größten Energiebedarf der kommunalen Liegenschaften auf. Danach folgt der gymnasiale Schulkomplex der Stadt Ettenheim mit insgesamt rund 522 MWh im Jahr 2013.

Rathaus und Verwaltungsgebäude verbrauchten im Jahr 2013 zusammen ca. 356 MWh Wärme und Strom, die Herbert-König-Halle ca. 284 MWh. Ein weiterer herausragender Verbraucher ist die Grundschule Altdorf mit 230 MWh/Jahr. Für die fünf Liegenschaften mit jeweils mehr als 200 MWh Jahresenergiebedarf wird zusammen die Hälfte des gesamten kommunalen Energiebedarfs bereitgestellt. Alle anderen gut 30 Liegenschaften liegen im jeweiligen Verbrauch unter 200 MWh und verbrauchen zusammen die andere Hälfte des Gesamtbedarfs.

3.4.2 Gesamt-CO₂-Bilanz

Insgesamt wurden in Ettenheim im Jahr 2013 ca. 75.171 t CO₂ ausgestoßen. Der Sektor Wirtschaft ist mit 26 % nur für einen eher geringeren Teil dieser CO₂-Emissionen verantwortlich. Die Sektoren private Haushalte und Verkehr tragen mit 45 % und 27 % deutlich mehr zu den CO₂-Emissionen der Stadt Ettenheim bei. Die kommunalen Liegenschaften sind für nur 2 % der CO₂-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 25).

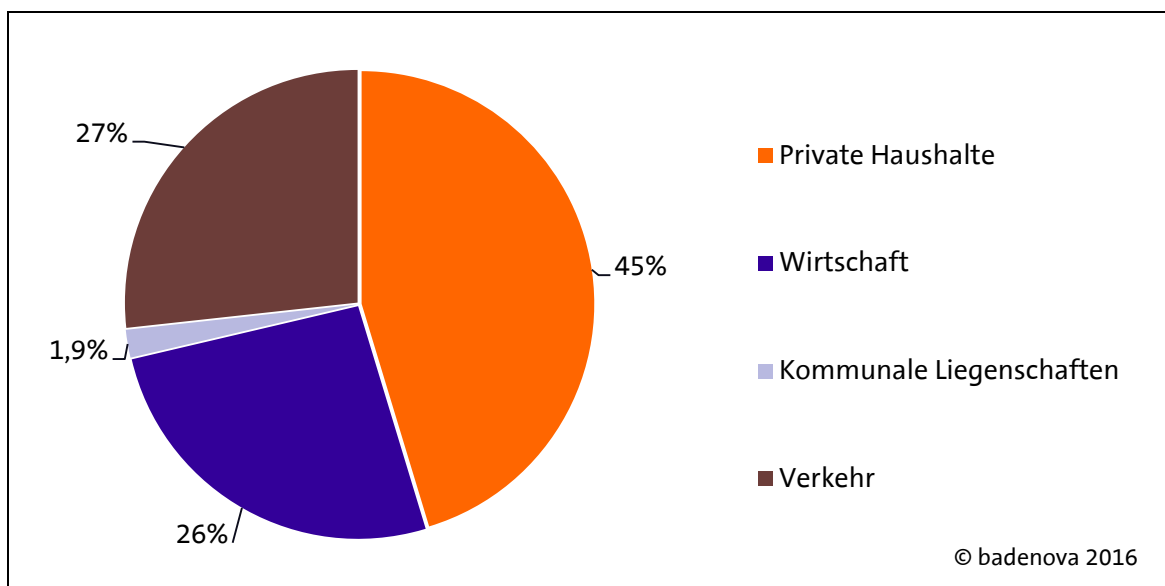


Abbildung 25 – CO₂-Emissionen in Ettenheim nach Sektoren

Bezogen auf die Energieträger verursacht der Strom mit 39 % den weitaus größten Teil der CO₂-Emissionen, obwohl der Stromverbrauch nur 18 % des Gesamtenergieverbrauchs der Stadt Ettenheim ausmacht. Dies liegt an der verhältnis-

mäßig hohen CO₂-Belastung des deutschen Strommixes. Als zweitgrößte Emissionsquelle mit 27 % ist der Kraftstoffverbrauch verantwortlich. An dritter und vierter Stelle stehen Heizöl (18 %) und Erdgas (12 %). Nahwärme und sonstige Energieträger tragen mit 1,2 % zu den gesamten CO₂-Emissionen bei. Sehr gut 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 knapp 2,4 % der Gesamtemissionen. Und das trotz des hohen Wärmeverbrauchs durch die industrielle Pelletproduktion in Ettenheim, der überwiegend mit Altholz gedeckt wird. Solarthermie und Umweltwärme verursachen ca. 0,04 % bzw. 0,16 % der Gesamtemissionen (vgl. Abbildung 26).

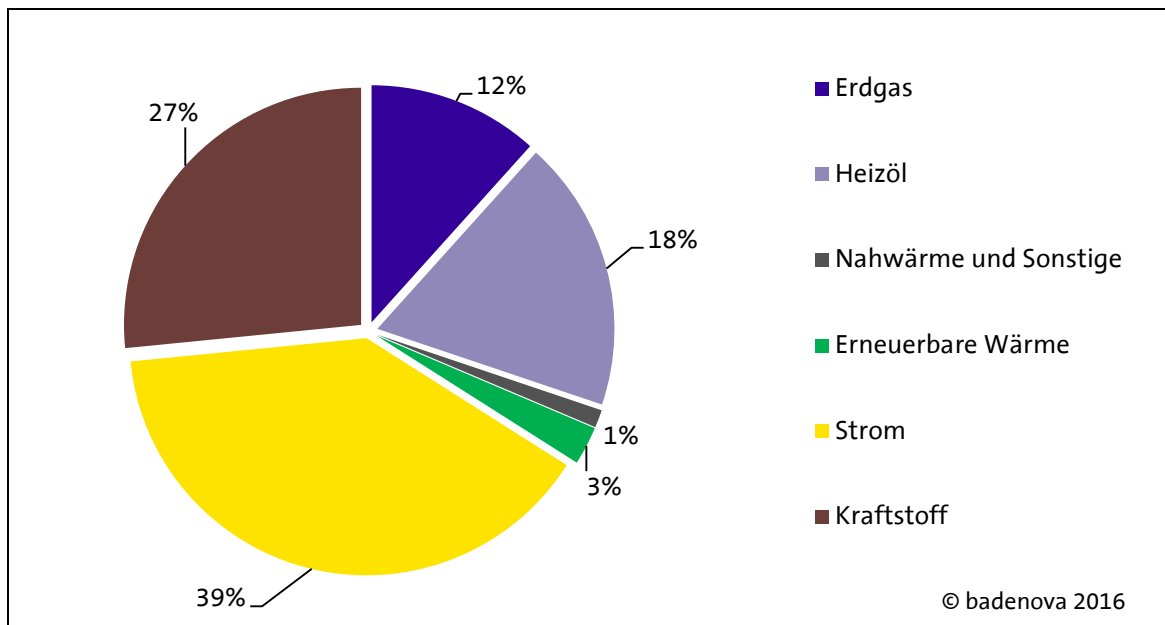


Abbildung 26 – CO₂-Emissionen nach Energieträgern

Abbildung 27 zeigt die Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträger. Hier zeigt sich, dass der Strombedarf im Sektor Gewerbe erheblich zu den CO₂-Emissionen beiträgt, trotz des geringen Anteils von 25 % über alle Sektoren. Der weitaus größte Betrag entfällt erfahrungsgemäß und auf Grundlage der Unternehmensangaben nur auf wenige Großbetriebe.

Aber auch der Strombedarf der privaten Haushalte verursacht einen Großteil der CO₂-Emissionen, hier zusammen mit der Verfeuerung von Heizöl zur Wärmeerzeugung. Insgesamt tragen diese beiden Energieträger, Heizöl und Strom, zu 58 % aller CO₂-Emissionen in Ettenheim bei. Zukünftige Klimaschutzmaßnahmen müssen sich daher auf die Reduktion oder auf den Ersatz dieser beiden Energieträger durch umweltfreundlichere Brenn- und Arbeitsstoffe konzentrieren, um maßgeblich zur Senkung der Treibhausgasemissionen beizutragen.

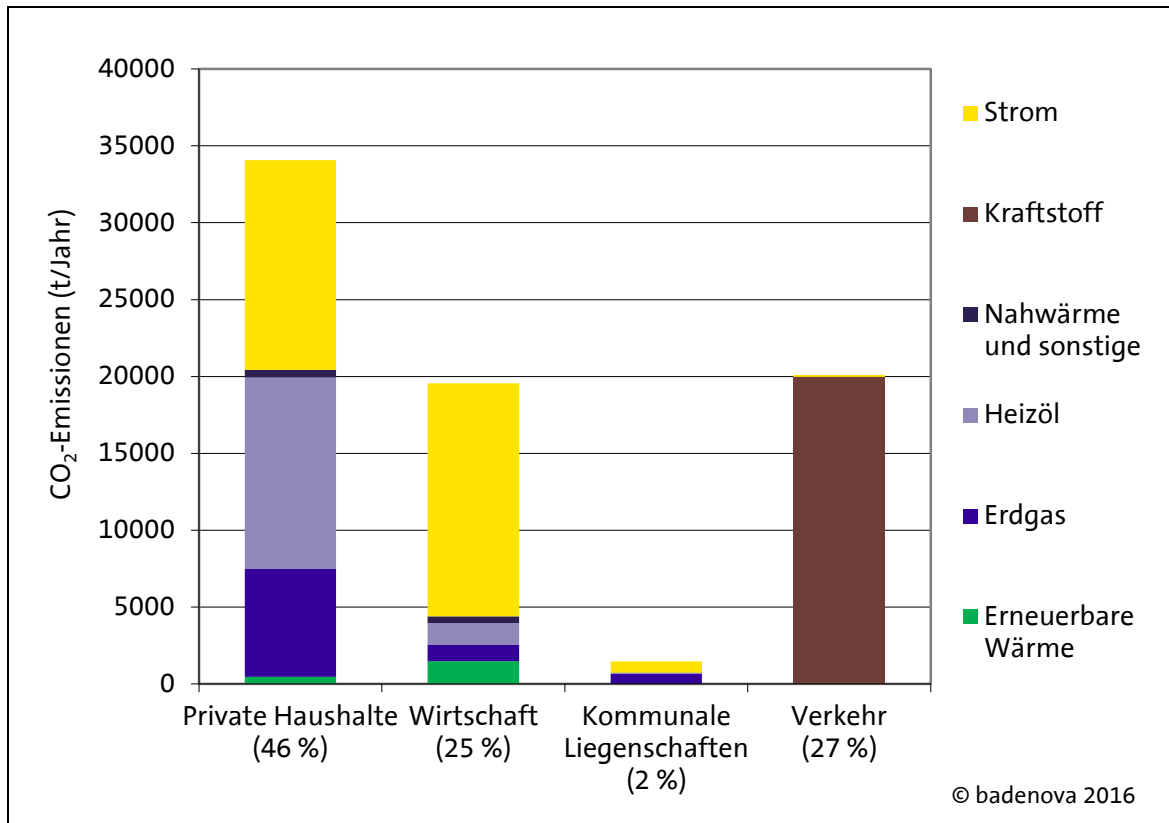


Abbildung 27 – CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

Die kommunalen Liegenschaften, zusammen mit der Straßenbeleuchtung, haben in Ettenheim im Jahr 2013 rund 1.457 t CO₂-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Die größten Anteile daran haben die Straßenbeleuchtung (ca. 325 t CO₂ im Jahr 2013), das August-Ruf-Bildungszentrum im Verbund mit der Stadthalle (184 t CO₂/Jahr) und das Gymnasium (ca. 158 t CO₂/Jahr). Durch den Energieverbrauch der Herbert-König-Halle werden 89 t CO₂/Jahr emittiert und die Grundschule Altdorf stößt 87 t CO₂/Jahr aus. Vergleicht man den Gesamtenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften, wird auch hier die verhältnismäßig hohe CO₂-Belastung von Strom deutlich (vgl. Abbildung 28). Der Stromverbrauch führt hier im Gesamten betrachtet zu fast genauso hohen CO₂-Emissionen wie der Wärmeverbrauch.

Setzt man die Gesamtemissionen Ettenheims in Relation zur Einwohnerzahl, dann verursacht jeder Ettenheimer Bürger Pro-Kopf-Emissionen von ca. 6,07 t CO₂/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den individuellen Strommix der Stadt, der den lokal auf der Gemarkung produzierten Strom aus erneuerbaren Energien einbezieht, dann reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 5,66 t CO₂/Jahr. Im Vergleich zu zahlreichen anderen Kommunen dieser Größe zeigt Ettenheim damit einen relativ niedrigen Wert. Dies kann mit dem relativ geringen Anteil an produzierendem Gewerbe und an Industriebetrieben begründet werden. Auch die Tatsache, dass die Autobahn nur einen sehr kurzen Streckenabschnitt innerhalb der Gemarkung nutzt, trägt dazu bei.

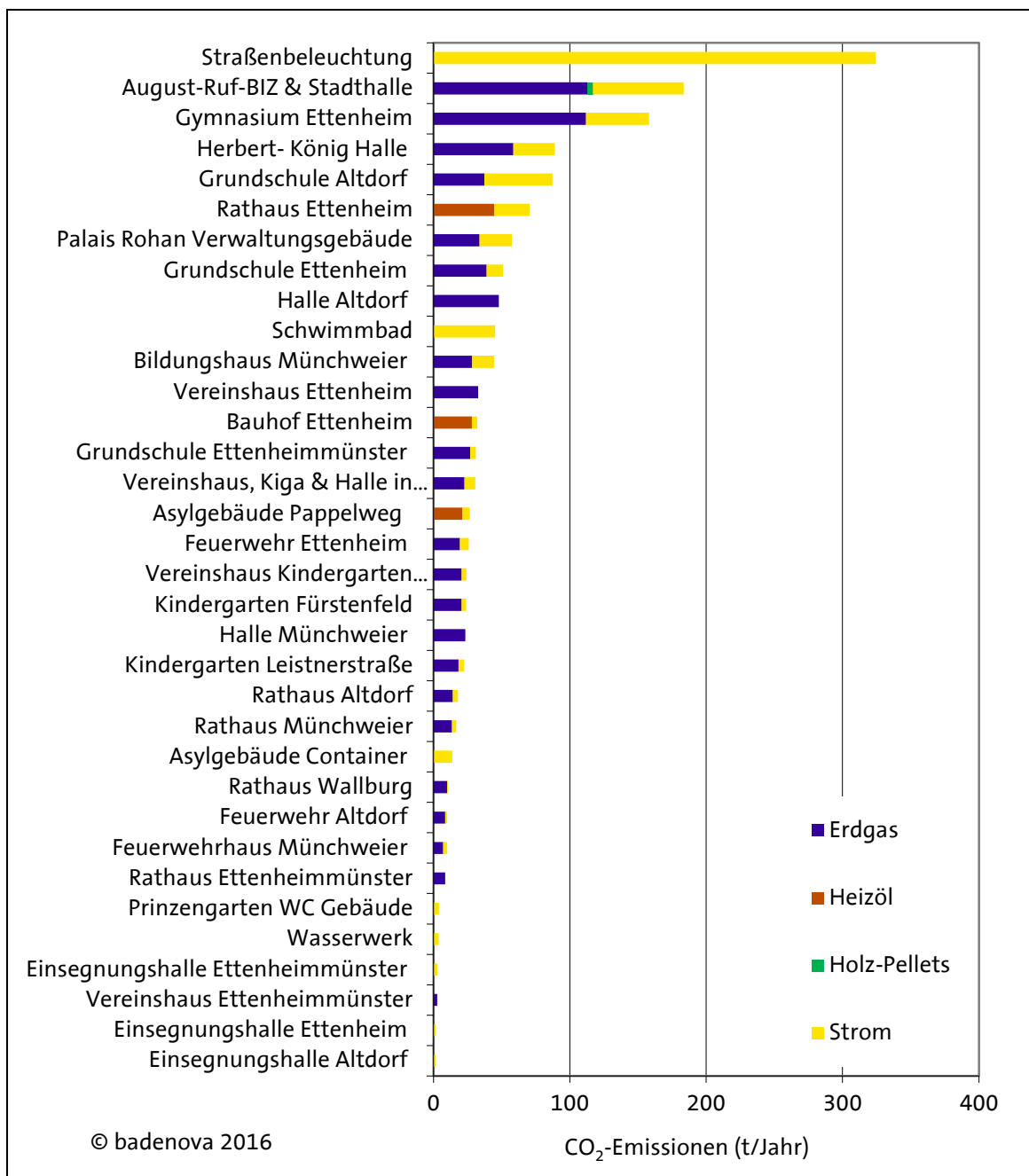


Abbildung 28 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Ettenheim im Jahr 2013

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO₂-Emissionen verursacht. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch gewerbe- oder industrieeintensive 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 und mit Durchschnittszahlen des Landes Baden-Württemberg verglichen (IFEU 2016, UMBW 2016). Tabelle 4 stellt eine Übersicht der Datengüte und Belastbarkeit gemäß dem BICO2 BW-Tool dar. Die Datengüte der Bilanz ist 75 %, womit die Ergebnisse belastbar sind (vgl. Kapitel 9.3.5).

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO₂-Bilanz (2013)

	Ettenheim	Baden- Württemberg	Einheit
Kommune gesamt			
Endenergie ohne Verkehr	16	19,9	MWh/Einwohner
CO ₂ Bundesmix	6,07	6,60	t/Einwohner
CO ₂ kommunaler Mix	5,66	k.A.	t/Einwohner
Anteil EEQ am Endenergieverbrauch (mit regenerativer Nahwärme)	30,5	12,6	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	18,2	23,9	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch (mit regenerativ erzeugter Nahwärme)	42,9 (45,2)	11,5	%
Private Haushalte			
Stromverbrauch	1,3	1,6	MWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	7,2	6,7	MWh/Einwohner

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

Sektor	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	68 %	Belastbar
Gewerbe und Sonstiges	52 %	Relativ belastbar
Verarbeitendes Gewerbe	100 %	Gut belastbar
Kommunale Liegenschaften	100 %	Gut belastbar
Verkehr	52 %	Relativ belastbar
Gewichtete Gesamtbilanz	75 %	Belastbar

4. Potenziale erneuerbarer Energien

4.1 Solarenergie

4.1.1 Hintergrund

Die Stadt Ettenheim liegt in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.133 kWh/m² (RIPS der LUBW, 2016c) und damit leicht über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m² (DWD, 2013).

Mit 10 % Anteil an der Stromerzeugung leistet die Photovoltaik im Jahr 2013 bereits einen sichtbaren Beitrag zum Klimaschutz in der Kommune (vgl. Kapitel 3.1.2). In 2014 konnte der Anteil auch wegen des um 4,5 % etwas geringeren Stromverbrauchs auf 12 % gesteigert werden. Die vorhandenen Solarthermieanlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 3.358 m² decken derzeit ca. 1,1 % der Wärmeversorgung. Dennoch besteht in Ettenheim bei der Nutzung der Solarenergie noch Ausbaupotenzial.

Das Solarpotenzial wurde bereits durch das LUBW im Solaratlas Baden-Württemberg ermittelt und steht jedem Bürger in Baden-Württemberg öffentlich im Internet zur Verfügung (LUBW, 2016c). Dabei werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Unter einer vierten Kategorie fallen Dächer, die für die Aufnahme von PV-Dachanlagen zu prüfen sind und die somit nicht in das Potenzial mit eingehen (LUBW, 2016c).

Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas Baden-Württemberg werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80 - 94 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen und bedingt geeignete Flächen nehmen 75 - 79 % der Globalstrahlung auf (LUBW, 2016c). Das Solarpotenzial der Flachdächer wurde in der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie anhand von Erfahrungswerten gesondert berechnet.

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese un bebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuft Dachflächen mit Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen 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 Solarenergieausbaupotenzials.

4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung des Solaratlas für Ettenheim ergab, dass gut 70 % der potenziellen Modulflächen als gut oder sehr gut geeignet eingeschätzt werden (vgl. Tabelle 5 und Abbildung 29). Diese Dächer sind aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder mit Photovoltaikanlagen geeignet. Eine belastbare Aussage über Statik und Beschaffenheit der individuellen Dachpotenziale ist aber nur über eine Vor-Ort-Prüfung möglich.

Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Ettenheim, abzüglich der Potenziale von denkmalgeschützten Gebäuden in der Altstadt (Quelle: LUBW, 2016c)

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m ²)	Anteil an Gesamtfläche
Sehr gut geeignet	28.575	12,7%
Gut geeignet	130.491	57,8%
Bedingt geeignet	26.480	11,7%
Flachdächer	40.232	17,8%

In Abbildung 29 ist ein Ausschnitt aus dem für Ettenheim erstellten Solarkataster des LUBW dargestellt. Die Eignungsgüte der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.



Abbildung 29 – Auszug des Solarkatasters von Ettenheim (aus LUBW, 2016c)

Dachflächen der denkmalgeschützten Gebäude in der Altstadt von Ettenheim wurden in der Potenzialberechnung nicht berücksichtigt, da die Altstadtsatzung eine Belegung dieser Dachflächen mit Photovoltaikmodulen nur dann erlaubt, wenn diese nicht einsehbar sind. Eine maximale Belegung wird, falls genehmigt, auf 12 m² je Dach begrenzt. Eine solche Analyse kann jedoch im Rahmen der Potenzialberechnung nicht geleistet werden.

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 Solarthermieanlagen erzeugt werden³. Beide Szenarien sind in Abbildung 30 dargestellt.

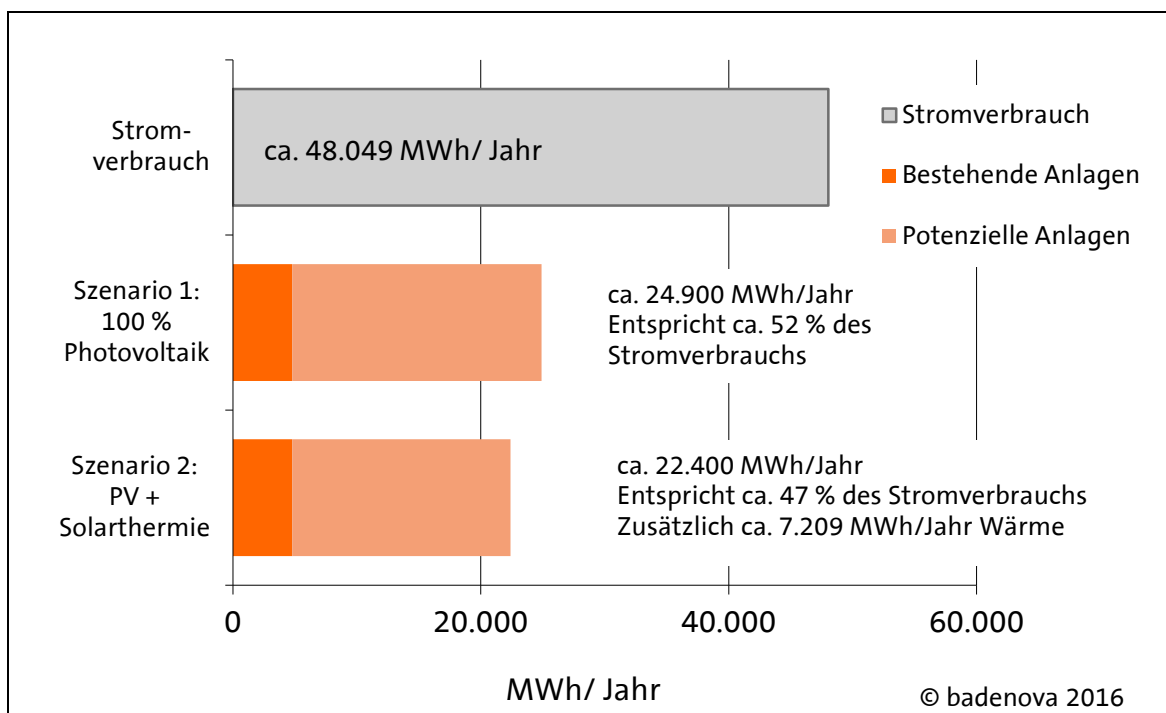


Abbildung 30 – Solarpotenziale der Stadt Ettenheim

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

³ Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitstellung werden auf ca. 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs des Haushaltes ausgerichtet, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu maximieren. Größere Anlagen sind zwar möglich, produzieren allerdings im Sommer einen Überschuss an Wärme, der nicht genutzt werden kann (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007).

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ (Szenario 1) ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Gemeinde von derzeit 12 % auf ca. 52 % bzw. 24.900 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von 10 % des Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf ca. 22.400 MWh/Jahr und entspricht 47 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeenergieerzeugung liegt. Durch einen weiteren Zubau von PV-Modulen und die Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum deutschen Strommix, insgesamt noch 9.760 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 (EEG)) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe und Ausgestaltung der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

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 Darstellung des Bundesumweltministeriums hatte die Biomasse in 2013 in Deutschland einen Anteil von 88 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 32 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2014). Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 31). 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 Wärmeenergieerzeugung 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.

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet Ettenheim durch eine empirische Erhebung ermittelt. Dabei fließen unter anderem das Massenaufkommen 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 beziffert.

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. 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.

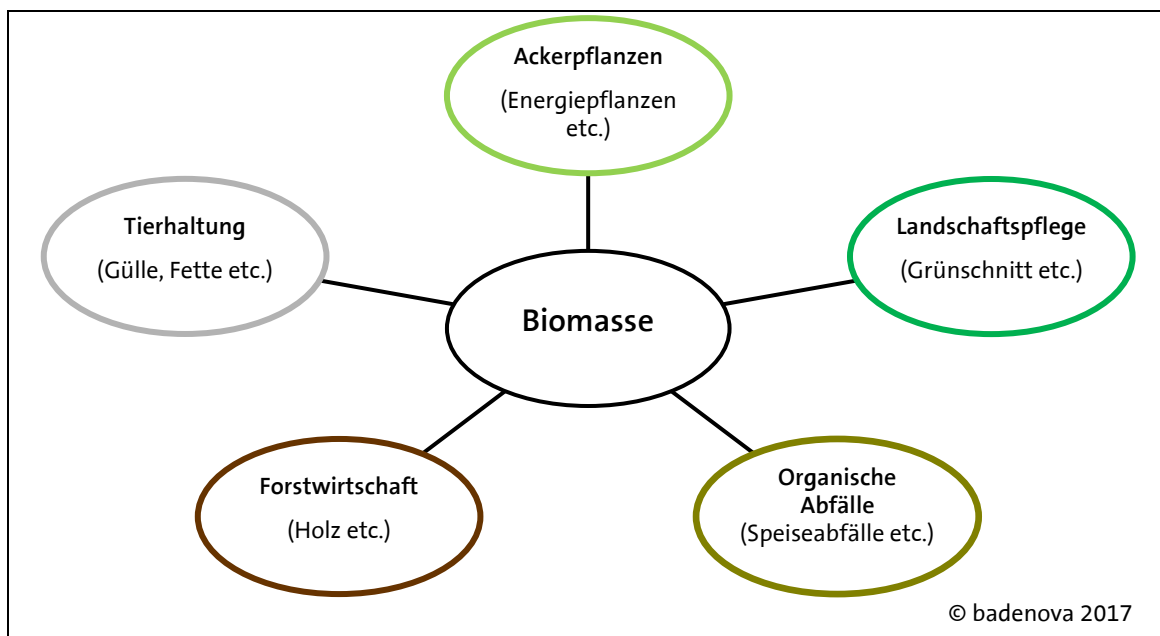


Abbildung 31 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

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 Stadt Ettenheim werden auf einer Fläche von 800 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2010). Auf 690 ha (86 %) dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut. Drei Viertel dieser Fläche (517 ha) ist mit Körnermais belegt. 157 ha (23 %) werden für den Anbau von Winterweizen genutzt, der Rest (4 ha) für Wintergerste.

Reststoffe der Maisbewirtschaftung stellen mit umgerechnet 2.973 MWh/Jahr das größte verfügbare Energiepotenzial der ackerbaulichen Reststoffe dar. Dazu gehören Körnermais (CCM) und Silomais. Reststoffe der Körnermaisproduktion sind die Stängel und Blätter, die in der Regel entweder zum Humusaufbau auf dem Feld verbleiben oder in Form von Silage der Tierernährung dienen. Weizen- und Gerstenstroh kommt auf ein Energiepotenzial von 404 MWh/Jahr.⁴

⁴ Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Ettenheim auf 17 Haupterwerbslandwirte und 40 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung

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 4,5 % der Ackerfläche in Ettenheim (36 ha) liegen nach Angaben des STALA BW brach. Zur Kalkulation des Energiepotenzials dieser brachliegenden Fläche wird ein Anbau von Energiemais mit einem um 50 % verminderten Ertrag angesetzt. Durch den Anbau von Energiemais auf den brachliegenden Flächen könnten zusätzlich 1.135 MWh/Jahr an Energie generiert werden.

Neben den Ackerflächen werden in Ettenheim weitere 148 ha als Dauergrünlandflächen genutzt. Die auf diesen Flächen gewerblich produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und kann in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist in Ettenheim ein Energiepotenzial von 686 MWh/Jahr auf. Neben den Dauergrünlandflächen werden weitere Landwirtschaftsflächen zum gewerblichen Anbau von Wein (148 ha) und Obst (18 ha) verwendet. Die organischen Reststoffe dieser gewerblichen genutzten Anbauflächen – Traubentrester und Obsttrester – enthalten ein nutzbares Energiepotenzial von zusammen 273 MWh/Jahr.

Insgesamt ergibt sich ein Potenzial von ca. 5.470 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen und gewerblichen organischen Reststoffen. Es ist möglich, dass ein bestimmter Anteil davon bereits in der Biogasanlage Forchheim zur Produktion von Methan verwendet wird. Leider liegen uns diese Mengenangaben trotz Anfrage beim Betreiber nicht vor.

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 könnte theoretisch eine Biogasanlage in den biologischen Kreislauf von Pflanzenanbau, Futtermittelgewinnung, Tierhaltung und Düngung integriert werden und es wird eine zusätzliche Wertschöpfungsstufe durch die Erzeugung von Strom und Wärme geschaffen. Bei einer effizienten Nutzung von Gülle oder Festmist als Biogassubstrat sind jedoch kurze Transportwege zu beachten. In der Regel lohnt sich der Transport von Gülle aufgrund ihres hohen Wasseranteils nicht, weshalb die Erschließung dieses Potenzials insbesondere in Ettenheim wirtschaftlich nicht möglich ist. Die nächste Biogasanlage in Forchheim ist dafür zu weit entfernt.

Im Raum Ettenheim entfällt der größte Anteil der Viehwirtschaft auf die Haltung von Hühnern mit 645 Tieren, von Schafen mit 53 Tieren, gefolgt von Rindern mit 53 Tieren und der Pferdehaltung mit 23 Tieren (Angaben von 2010). Aus der Nut-

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.

zung der tierischen Exkremente angegebener Tiere würde sich ein Energiepotenzial von lediglich 136 MWh/Jahr ergeben.

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 in Ettenheim ist begrenzt. Die Nutzung kommunaler Reststoffe, wie die Biotonne, Gartenabfälle und Landschaftspflegematerial, bergen ein energetisches Potenzial von 670 MWh/Jahr. Wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben, werden die im häuslichen Bereich anfallenden Bioabfälle seit 2006 in der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlage (MBA) Kahlenberg in Ringsheim gemeinsam mit dem Hausmüll verwertet. Mit dem in der Anlage erzeugten Bio- und Deponiegas wird in einem Blockheizkraftwerk Wärme und Strom erzeugt. Aus diesem Grunde steht das Energiepotenzial aus Abfall in der Praxis nicht mehr zur Verfügung.

Die prozentualen Anteile der theoretisch verfügbaren Energiepotenziale sind in Abbildung 32 dargestellt. Wie bereits erläutert wird ein Teil davon möglicherweise bereits genutzt. Die Menge des ausgeschöpften Potenzials ist jedoch nicht bekannt.

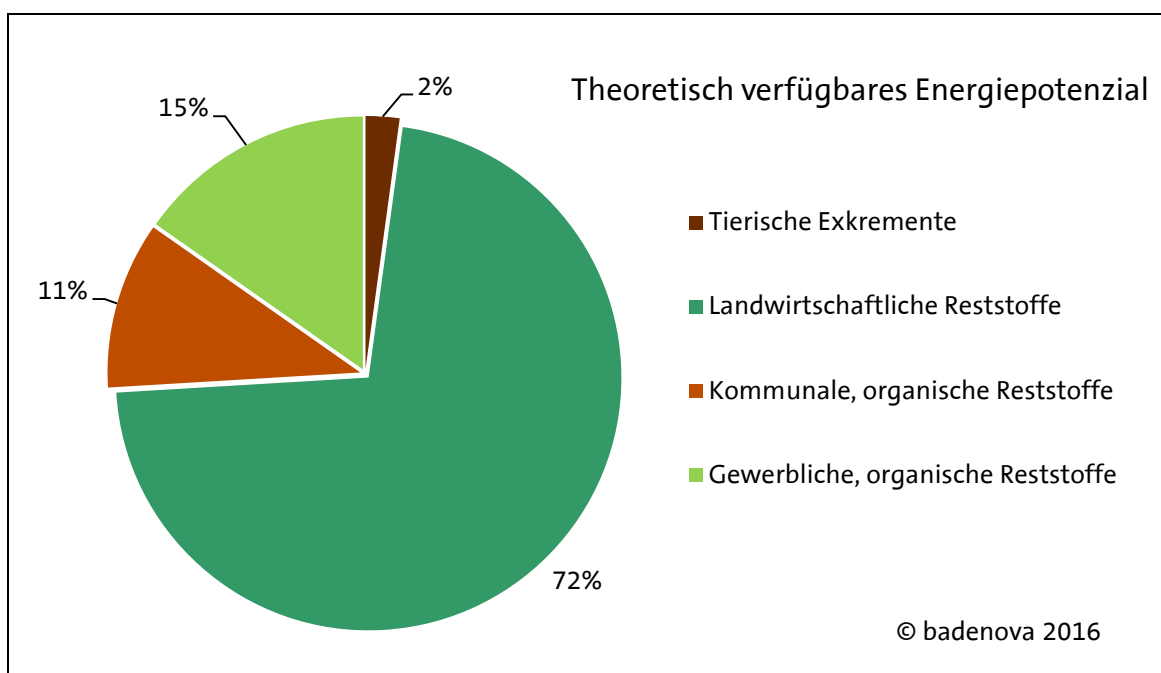


Abbildung 32 – Energiepotenziale in Ettenheim aus Biomasse (nach Quellen)

4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Das theoretisch erzeugbare Biogaspotenzial summiert sich in Ettenheim auf einen Gesamtwert von 6.276 MWh/Jahr, mit dem sich 2.385 MWh Strom pro Jahr produzieren lassen. Bei Abzug der bereits verwendeten Abfallpotenziale bleibt für die Stromerzeugung ein elektrisches Biogaspotenzial von ungefähr

2.130 MWh/Jahr. Das größte Potenzial besteht bei einer energetischen Nutzung von Körnermais. Außerdem ist die Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen wie Weizenstroh und Grassilage möglich. Weiteres Potenzial bietet im Wesentlichen die Grassilage.

In dieser Studie unberücksichtigt bleiben weitere konkurrierende und bestehende Verwertungspfade sowie die Transportkosten der Biomasse, die nur durch individuelle Befragungen und Prüfungen ermittelt werden können.

Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich ein technisch nutzbares Biogaspotenzial ableiten, welches für eine Stromproduktion von ungefähr 2.130 MWh/Jahr reichen würde. Da bereits heute eine große Biogasanlage (Forchheim) und eine Abfallbehandlungsanlage (Ringsheim) in der Nähe von Ettenheim betrieben werden, ist der Bau einer Biogasanlage in Ettenheim wirtschaftlich mit großer Wahrscheinlichkeit nicht vertretbar.

4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Auskünften der zuständigen Forstverwaltungen durchgeführt werden.

In Ettenheim sind ungefähr 1.186 ha Waldfläche in kommunalem Besitz, 864 ha in staatlichem Besitz und ca. 77 ha in privatem Besitz. Nach Auskunft der jeweiligen Forstangestellten besteht kein weiteres nutzbares Restpotenzial für Energieholz. Dies hängt zum Teil daran, dass die Schäden, die 1999 durch den Sturm „Lothar“ angerichtet wurden, heute noch zu Ausgleichsmaßnahmen führen.

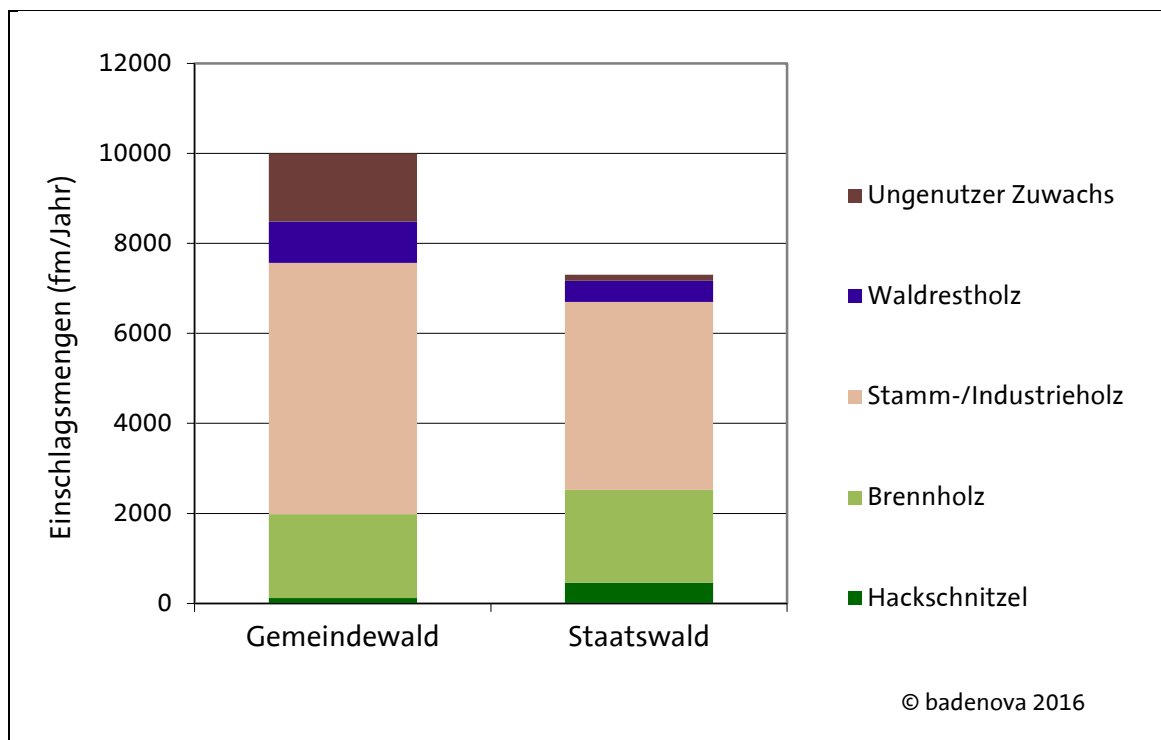


Abbildung 33 – Holzeinschlagsmengen auf der Waldfläche in kommunalem Besitz

Der Holzvorrat auf den staatlichen und gemeindeeigenen Flächen bemisst sich auf ca. 17.300 Festmeter/Jahr. Davon werden jährlich insgesamt 15.650 Festmeter (fm) eingeschlagen. Ungefähr 4.512 fm Holz werden energetisch verwertet, ca. 9.756 fm/Jahr gehen in die Industrie- und Stammholzverarbeitung. Im städtischen Wald werden ca. ein Fünftel des eingeschlagenen Holzes als Energieholz vertrieben. Über dem Zuwachs im Privatwald liegen keine Angaben vor. Die entsprechenden Mengen sind hier aber vernachlässigbar. (vgl. Abbildung 33). Die Mengen an Waldrestholz und ungenutztem Holzzuwachs liegen bei ca. 3.030 fm/Jahr. Insgesamt resultiert daraus eine nutzbare Restenergie-menge von ca. 4.470 MWh/Jahr, mit der ca. 224 weitere Haushalte mit Wärme versorgt werden könnten. Allerdings bleibt der ungenutzte Zuwachs im Ettenheimer Wald aus guten Gründen unangetastet, um frühere Sturmschäden auszugleichen. Die energetische Verwertung der bereits genutzten Waldbestände liegt bei ca. 10.400 MWh Wärme pro Jahr.

4.3 Windkraft

4.3.1 Standortpotenziale

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 (UMBW, 2011). 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.

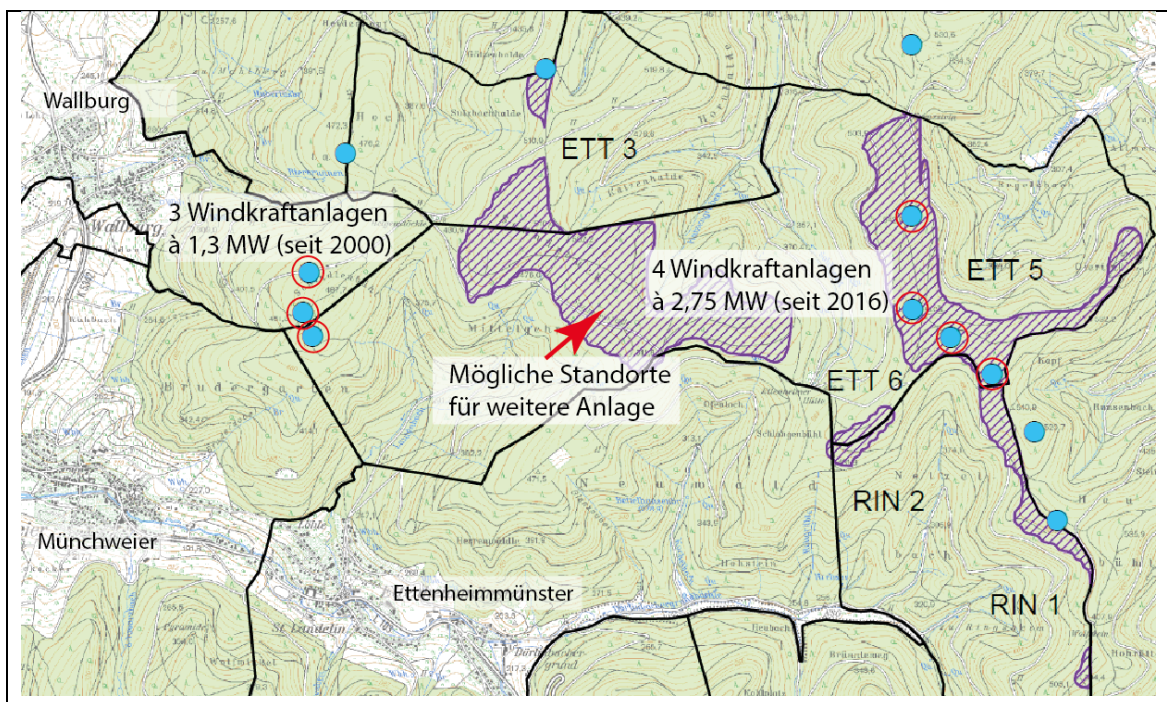


Abbildung 34 – Standorte der Windkraftanlagen auf Ettenheimer Gemarkung (rot eingekreist) und weitere Konzentrationsflächen (schraffiert).

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. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass letztlich die Windhäufigkeitsverteilung und nicht die Höhe der mittleren Windgeschwindigkeit für den wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage ausschlaggebend ist. Zur Berechnung des energetischen Windertrages sind daher Langzeitmessungen der Windgeschwindigkeit nötig. 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.

Auf der Gemarkung Ettenheim stehen bereits insgesamt sieben Windkraftanlagen, von denen vier mit jeweils 2,75 MW Nennleistung bei 139 m Nabenhöhe erst im Juli 2016 ihren Regelbetrieb aufgenommen haben (vgl. Abbildung 34). Dagegen sind drei Anlagen vom Typ Nordex N62 mit 69 m Nabenhöhe und je 1,3 MW Nennleistung bereits im Jahr 2000 in Betrieb gegangen. Gemäß dem LUBW-Energieatlas (LUBW, 2016d) verfügt Ettenheim auf seiner Gemarkung im Bereich nordöstlich von Ettenheimmünster über ein weiteres Potenzialgebiet am Schnürbuck, in dem eine ausreichende Windhöufigkeit angegeben ist. Die Verwaltungsgemeinschaft VVG Ettenheim hat diese Zonen als Konzentrationszonen für Windkraftanlagen ausgewiesen (vgl. Abbildung 34).

Die Distanz zwischen Potenzial- und Wohngebieten liegt hier bei über 1.000 m. Der im Windenergieerlass von Baden-Württemberg (LR 2012) angegebene planerische Vorsorgeabstand wird aus Lärmschutzgründen mit mindestens 700 m angegeben. Neben den oben bereits genannten können weitere zu prüfende Aspekte z.B. luftfahrtrechtliche Einschränkungen sein, wenn die Potenzialgebiete in der Einflugschneise von Flughäfen liegen, oder Belange des Artenschutzes.

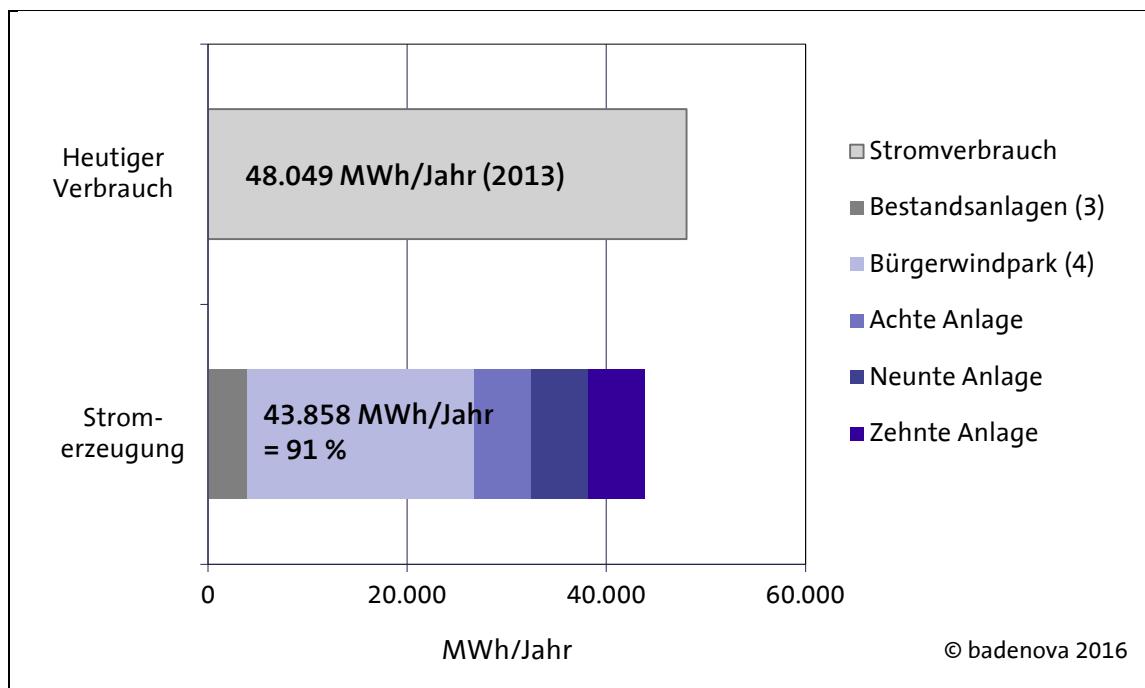


Abbildung 35 – Windkraftpotenziale innerhalb der Gemarkung Ettenheim

Insgesamt erscheint somit trotz der bereits bestehenden sieben Anlagen ein weiteres Potenzial zur Nutzung der Windkraft auf der Gemarkung Ettenheim gegeben. Die Konzentrationszone am Schnürbuck bietet Raum für bis zu drei Windkraftanlagen. Wird für diese potenziellen Anlagen ebenfalls eine Leistung von je 2,75 MW angenommen, dann könnten bei gleichen Jahresvollbenutzungstunden ca. 17.100 MWh Strom pro Jahr produziert werden, was 35 % des Stromverbrauchs der Stadt Ettenheim entsprechen würde. Aktuell können ca. 55 bis 60 % des Jahresstromverbrauchs alleine durch die bestehenden Windkraftanlagen bilanziell abgedeckt werden. Die Abbildung 35 zeigt das gesamte Windkraftpotenzial, inklusive der drei potenziellen Windkraftanlagen. In Summe resultiert daraus ein zukünftiges Windpotenzial von bis zu 43.800 MWh/Jahr oder zwischen 90 und 100 % des aktuellen Stromverbrauchs (weitgehend störungsfreie Betriebsbedingungen vorausgesetzt).

4.4 Wasserkraft

Die Ermittlung von bestehenden, über das EEG geförderten Wasserkraftanlagen ist über den Energieatlas des Landesamtes für Umwelt und Messung in Baden-Württemberg (LUBW, 2016b) möglich. Die Ermittlung von Ausbaupotenzialen beruht auf der Auswertung dieser Daten sowie auf der Befragung von entsprechenden Akteuren in der Kommune oder der Stadtverwaltung.

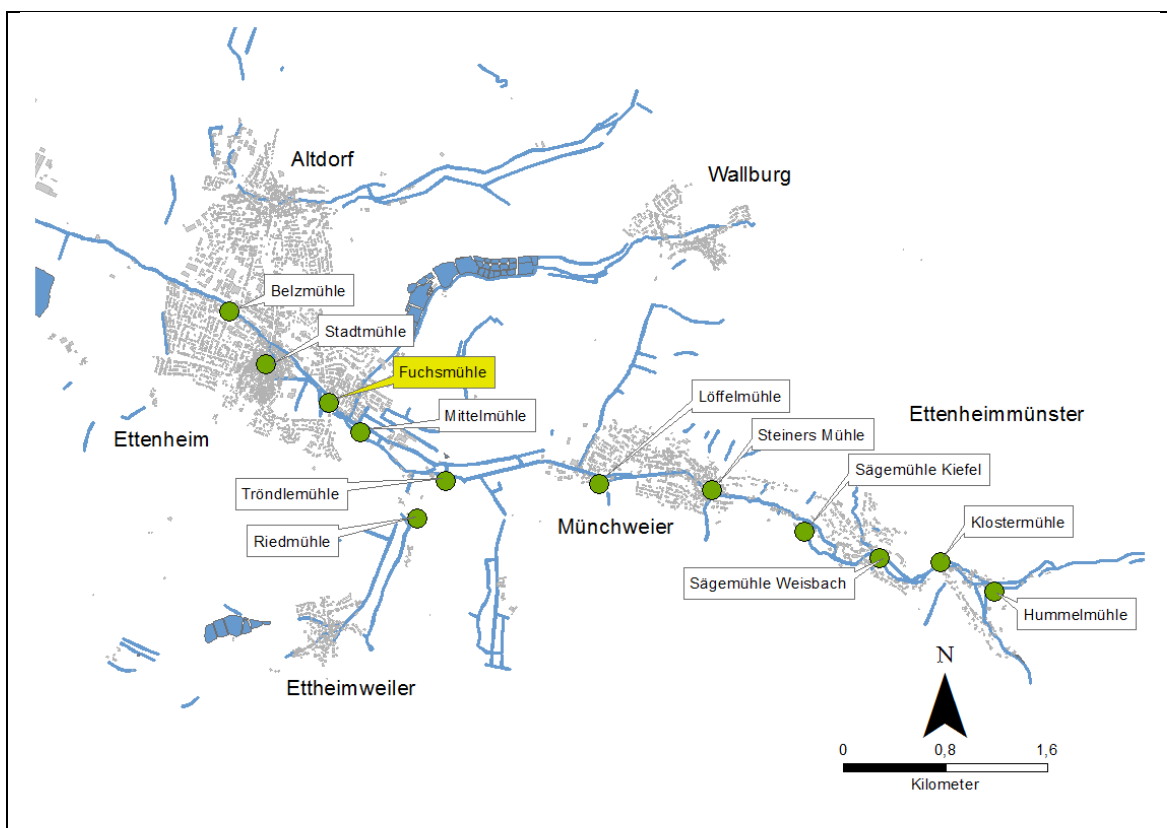


Abbildung 36 – Karte des Gewässernetzes in Ettenheim mit Standorten der Mühlenanlagen

Bisher ist vom Netzbetreiber Netze BW für das Bilanzjahr 2013 eine aktive Wasserkraftanlagen mit insgesamt 4 kW elektrischer Leistung am Standort „Fuchsmühle“ verzeichnet. Laut Energieatlas der LUBW ist innerhalb der Gemarkung von Ettenheim kein weiteres Wasserkraftpotenzial entlang des vorhandenen Fließgewässers „Ettenbach“ vorhanden, obwohl es dort zahlreiche alte Mühlenbauwerke gibt (vgl. Abbildung 36).

Mindestens seit dem Mittelalter wird der Ettenbach für den Antrieb von verschiedensten Mühlen genutzt. Dazu gehören Mahlmühlen, Sägemühlen, Lohmühlen zur Lederverarbeitung und Ölmühlen. Für die Stromerzeugung wurden bisher nur die Fuchsmühle in Ettenheim-Stadt und die Tröndlemühle in Münchweier betrieben. Letztere wurde 1976 stillgelegt. Mit der Fuchsmühle konnte bereits seit 1930 mit einer Wasserkraftturbine Strom erzeugt werden. Entlang des Mühlenwanderweges werden von der Stadt Ettenheim zwölf Mühlen beschrieben. Zehn davon sind im Energieatlas Baden-Württemberg (LUBW, 2016b) verzeichnet.

Aus den verfügbaren Informationen ergeben sich aktuell keine wirtschaftlich nutzbaren Wasserkraftpotenziale entlang des Ettenbaches. Das Gesamtpotenzial der Fuchsmühle kann auf Basis der verfügbaren Daten zu ca. 6 bis 11 MWh pro Jahr angegeben werden. Laut LUBW-Datenbank sind die bisher nicht elektrisch genutzten Mühlenstandorte nicht ausreichend geeignet für deren Ausbau und/oder für die wirtschaftliche Nutzung der Potenziale. Eine detailliertere Aussage zu Wasserkraftausbaupotenzialen kann letztlich nur über die Vor-Ort-Prüfung der Standorte getroffen werden.

4.5 Geothermie

4.5.1 Technischer und geologischer Hintergrund

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

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

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

In Ettenheim kann die oberflächennahe Geothermie mit Einschränkungen hinsichtlich artesisch gespannter Grundwässer und salzführender Gesteinsschichten angewendet werden. Untersuchungen zur Anwendung der Tiefengeothermie mit dem „Hot-Dry-Rock“-Verfahren wurden 2006 aufgrund der geologischen und wirtschaftlichen Risiken abgebrochen. Bei diesem Prozess wird eine Bohrdublette (Einspeise- und Förderbohrung) bis in das kristalline Grundgebirge abgeteuft und mit einem künstlichen Wasserkreislauf dem Untergrund thermische Energie entzogen. Nachdem ein ähnliches Projekt in Basel wegen induzierter Erdbeben be-

endet werden musste und eine ausreichende Ausfallversicherung nicht gegeben war, hat sich auch für die Weiterführung des Projektes in Ettenheim keine weitere Unterstützung gefunden.

Oberflächennahe Geothermie wird ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, welches bspw. das Heizen eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erlaubt.

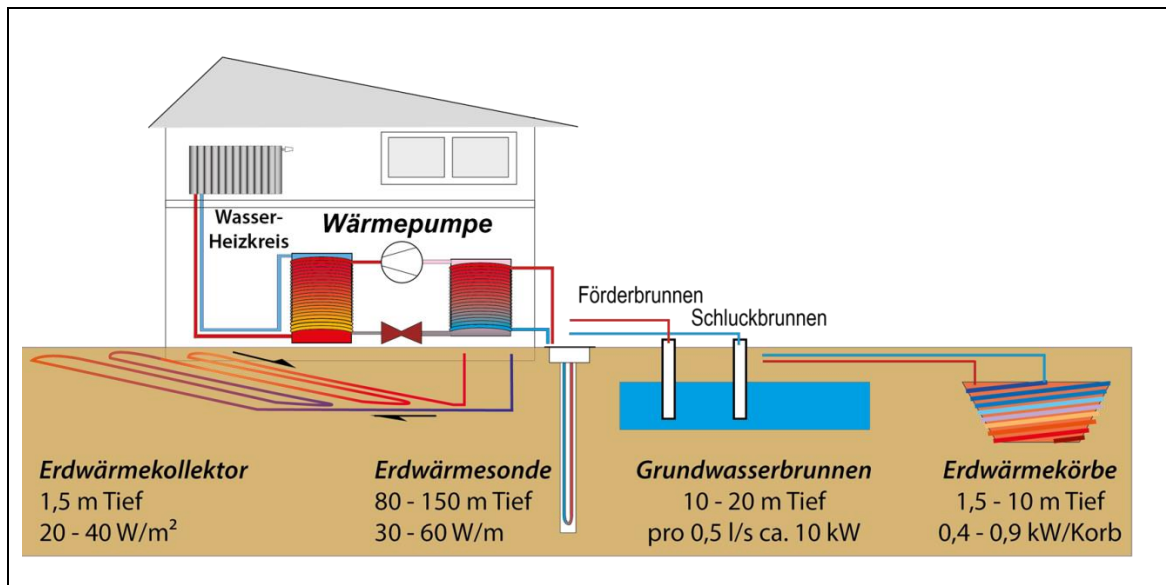


Abbildung 37 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

In Abbildung 37 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Sehr gut gedämmte Gebäude modernen Standards können eine Wärmepumpe auch mit der Außenluft betreiben. Deren Effizienz ist jedoch deutlich geringer. Luftgekoppelte Wärmepumpen weisen insbesondere bei Neubauten dennoch zunehmend höhere Marktanteile auf.

Derzeit sind in der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB, 2016) mindestens 35 Anlagen mit insgesamt 91 Sonden für Ettenheim registriert. Die Bohrlänge erreicht im Einzelfall bis zu 160 m, im Durchschnitt liegt sie bei 67 m.

Die Stadt Ettenheim liegt am Westrand des Schwarzwaldes im Bereich der so genannten Vorbergzone, die topographisch zum Oberrheingraben überleitet. Der geologische Untergrund besteht im Westen der Gemarkung überwiegend aus den Schichten des Mittleren Jura bis Oberen Keuper, denen ca. 10 bis 30 m mächtige quartäre Kiese und Sande auflagern (vgl. Abbildung 38). Weiter östlich, zwischen Ettenheim-Stadt und Münchweier, liegt eine Nord-Süd verlaufende Verwerfung, die den Jura gegen den Muschelkalk versetzt. Letzterer kann Anhydritlagen enthalten. Am östlichen Ortsausgang von Münchweier verläuft eine weite-

re, parallel zur ersten verlaufende Störung, die nun den Muschelkalk gegen den Buntsandstein versetzt.

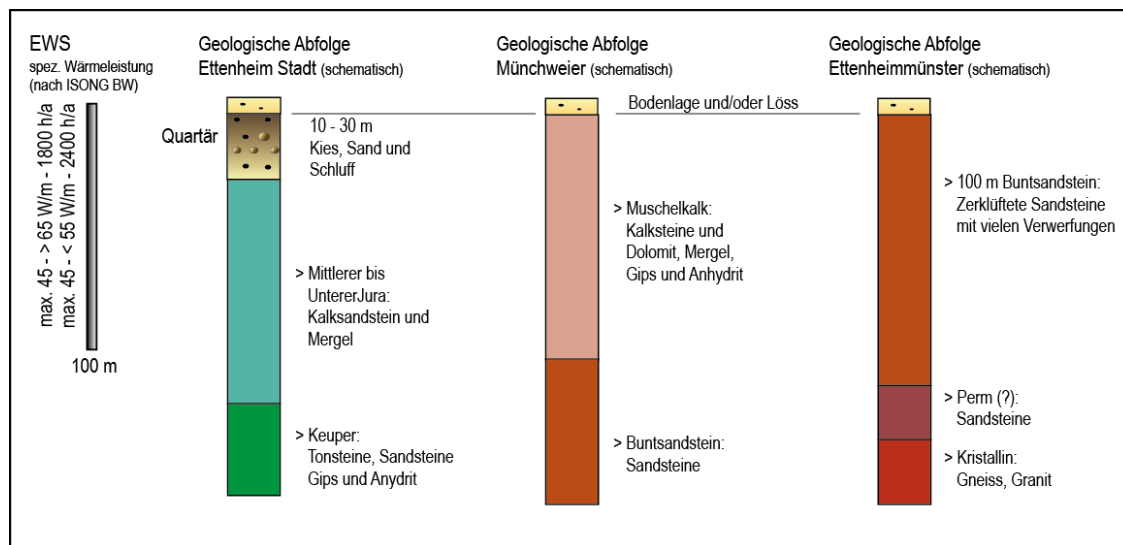


Abbildung 38 – Grobschematische geologische Profile des Untergrundes zwischen Westen und Osten der Gemarkung Ettenheim. (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg, LGRB 2016)

Strukturell handelt es sich um eine zur Rheinebene hin abschiebende Grabenrandtektonik, die typisch für die Vorbergzone des Oberrheingrabens ist. Bohrrisiken ergeben sich hauptsächlich durch mögliche Karsthohlräume in den Kalkgesteinen und durch quellfähige Anhydritlagen. Eine Bohrung muss abgebrochen werden, wenn Salzgestein angetroffen wird, auch wenn alleine dadurch keine direkte Gefährdung resultiert. Technische Vorkehrungen müssen auch gegen das Austreten artesisch gespannter und chemisch aggressiver Grundwässer getroffen werden. Spalten und sonstige Hohlräume im Buntsandsteingebiet um Ettenheimmünster könnten in einigen Fällen ebenfalls technische Bohrprobleme hervorrufen. Die Vielzahl an geothermischen Sonden in Ettenheim zeigt aber, dass die Geothermie gut anwendbar und die Bohrungen technisch handhabbar sind.

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.

4.5.2 Geothermiepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters und der obigen Ausführungen konnte für Ettenheim ein bedarfsorientiertes Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 9.4 erläutert.

In Abbildung 39 ist beispielhaft ein Ausschnitt des Geothermiekatasters wiedergegeben. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren heutigen Wärmebedarf theoretisch mit ein, zwei oder mit bis zu vier Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Nutzfläche decken können. Dabei wurde mit bis zu 99 m langen Erdwärmesonden gerechnet.

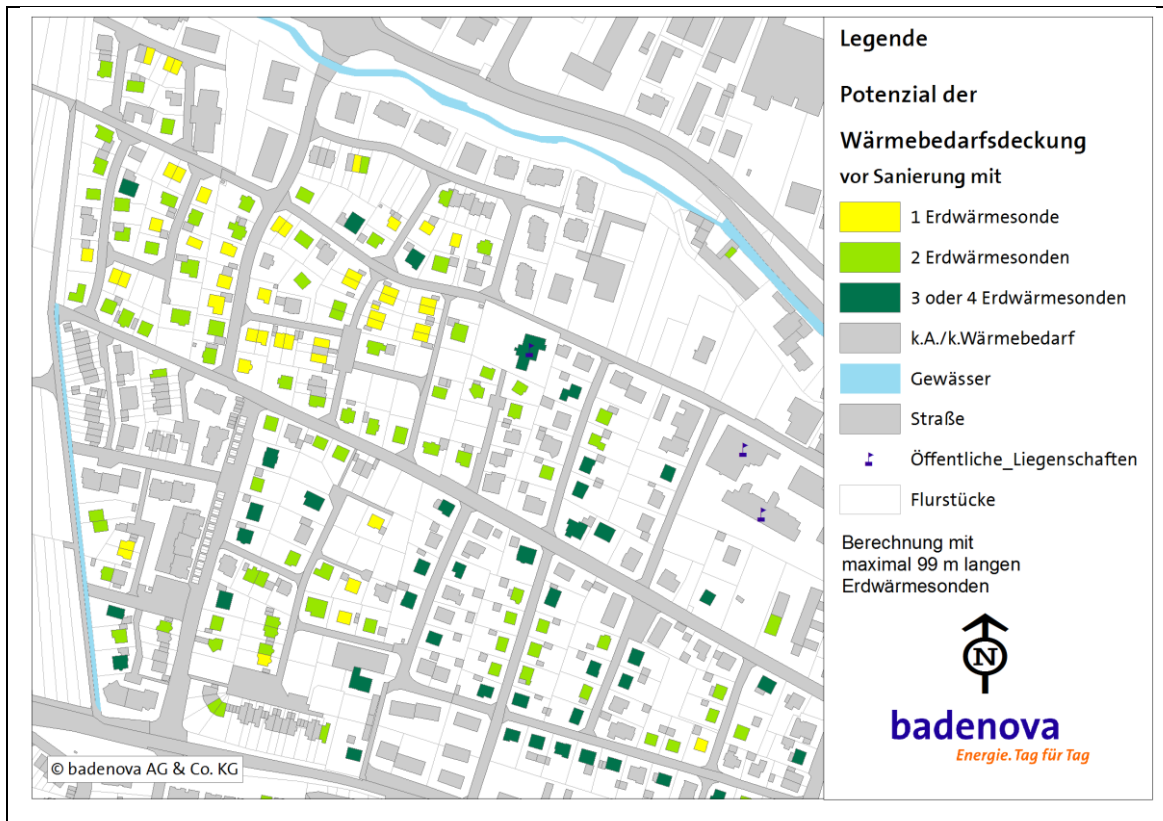


Abbildung 39 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Ettenheim (theoretisches Potenzial)

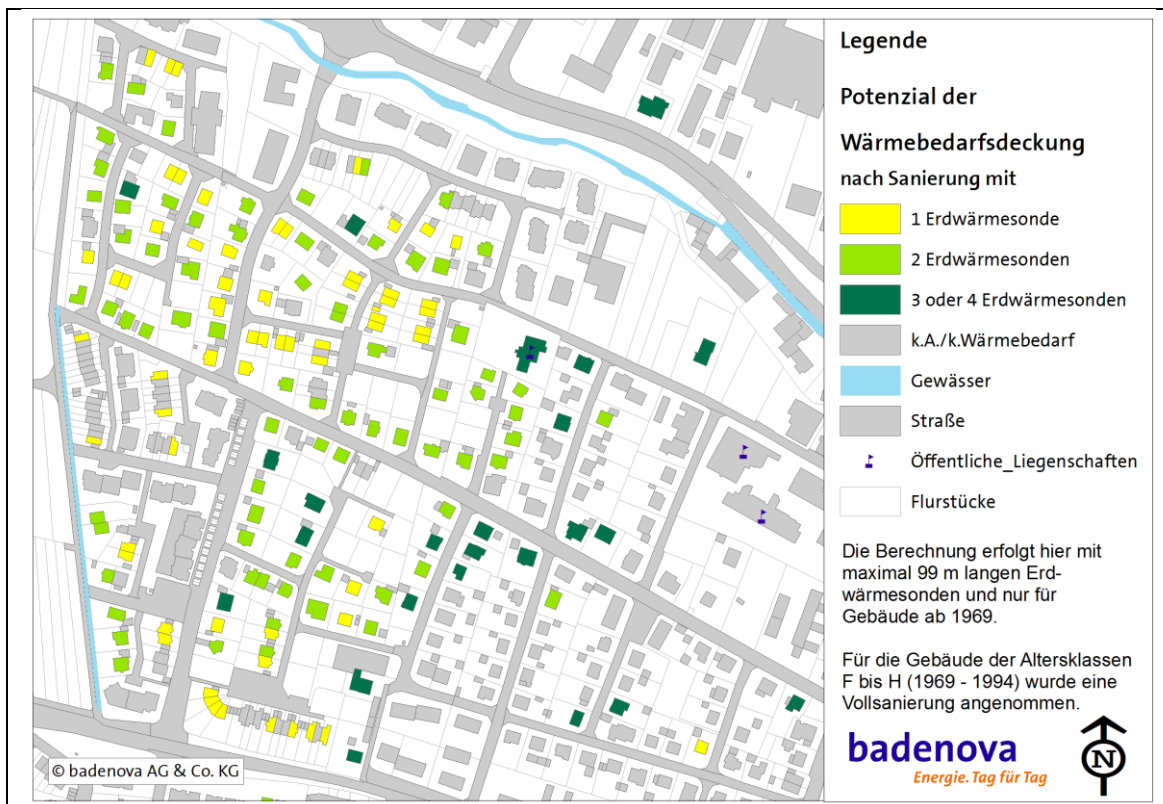


Abbildung 40 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial)

Die Ergebnisse zeigen, dass theoretisch 31 % des Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils maximal 99 m langen Sonden abgedeckt werden könnten.

Viele Wohngebäude benötigen mindestens zwei oder sogar bis zu vier Sonden, um ihren Wärmebedarf mit Erdwärme decken zu können. Dadurch steigen die Investitionskosten sehr stark an.

Um das Erdwärmepotenzial klimaefizient nutzen zu können, ist es nötig, die Heizungsvorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualtersklasse F (Baujahr 1969-1978) aufweisen. Im Zuge dieser Altersklasse wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude der Klassen F bis H (Baujahr 1969-1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses sogenannte „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist durchschnittsweise in Abbildung 40 für Erdwärmesonden mit bis zu 99 m Länge dargestellt.

Unter diesen Voraussetzungen können 20,3 % des Gebäudewärmebedarfs der Stadt Ettenheim mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden (in Relation zum tatsächlichen Wärmeverbrauch jedoch nur 17 % - siehe Abbildung 43). Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt ca. 5,1 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart (gilt nur für Gebäude der Altersklassen F - H). Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Ettenheim

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge
	99 m
Theoretisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	31 %
Technisch-ökonomisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	20,3 %
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	5,1 %

In Abbildung 40 ist zu erkennen, dass sich in Ettenheim das geothermische Potenzial auf ganze Siedlungsareale konzentriert. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob die Siedlung die Möglichkeit für einen Gasanschluss aufweist oder ob die Anwohner ihren Wärmebedarf tendenziell eher mit einer Öl- oder Stromheizung decken. Lassen sich Ölheizungen oder allgemein veraltete Heizungssysteme

durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmennutzung.

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

4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Ettenheim

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- Signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien gibt es in Ettenheim bei der Solarenergie, die einen wesentlichen Beitrag zur umweltfreundlichen Stromversorgung leisten könnte.
- Der Energieatlas Baden-Württemberg verzeichnet für das Waldgebiet in der Umgebung des Schnürbucks, nördlich und oberhalb von Ettenheimmünster, ein weiteres Windkraftpotenzial neben den bereits genutzten Arealen. Das theoretisch vorhandene Potenzial wurde mit drei weiteren Anlagen und auf Basis der seit Juli 2016 einspeisenden Windkraftanlagen berechnet. Rechtliche Einschränkungen hinsichtlich des Bodenschutzes, Artenschutzes, Lärmschutzes und Sichtschutzes müssten jedoch vorab geprüft werden, genauso wie die gegenseitige Beeinflussung der Windparks.
- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in zahlreichen Fällen bereits zur Wärmegewinnung in Ettenheim genutzt und könnten weiter ausgebaut werden. Für die Nutzung von erdgekoppelten Wärmepumpen ist das Gesamtpotenzial relativ hoch.
- Die nutzbaren Ausbaupotenziale für die Wasserkraft in der Gemeinde müssen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und hinsichtlich der Belange des Hochwasserschutzes und der Durchgängigkeit von Fließgewässern im konkreten Fall geprüft werden. Laut Energieatlas Baden-Württemberg ist kein wirtschaftlich nutzbares Potential vorhanden.
- Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich ein technisches und wirtschaftlich nutzbares Biogaspotenzial ableiten. Biomasse als Basis für die Erzeugung erneuerbarer Energie könnte z.B. in der nahegelegenen Biogasanlage Forchheim genutzt werden. Es liegen jedoch keine Angaben darüber vor, ob und wieviel Biomasse aus Ettenheim bereits in der Biogasanlage Forchheim eingesetzt wird. Da die vorliegende Bilanz eine Territorialbilanz ist, würde zudem der erzeugte Ökostrom als solcher für die Stadt Ettenheim nicht berücksichtigt werden.
- Der Gemeindewald nimmt in Ettenheim eine Fläche von 1.186 ha ein. Die Energieholzpotenziale können als ausgeschöpft gelten, zumal ein Teil des nachwachsenden Holzes im Wald verbleibt, um die Sturmschäden von 2003 wieder auszugleichen. Theoretisch würde der ungenutzte Holzvorrat des staatlichen und gemeindeeigenen Waldes ein Wärmepotenzial bereitstellen, das mindestens für weitere 95 Einfamilienhaushalte ausreichen würde.

Auf die sich hieraus ergebenden Handlungsfelder wird im folgenden Kapitel 5 eingegangen.

Zusammenfassend zeigt Abbildung 41, wie durch die zusätzliche Nutzung der Photovoltaik-, Windkraft und Biomassepotenziale der Stromverbrauch in Ettenheim zu 142 % durch lokale erneuerbare Energien gedeckt werden könnte. Im Vergleich dazu beträgt der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung im Jahr 2013 ca. 18 %, im Jahr 2014 ca. 20 % und heute geschätzt 70 %.

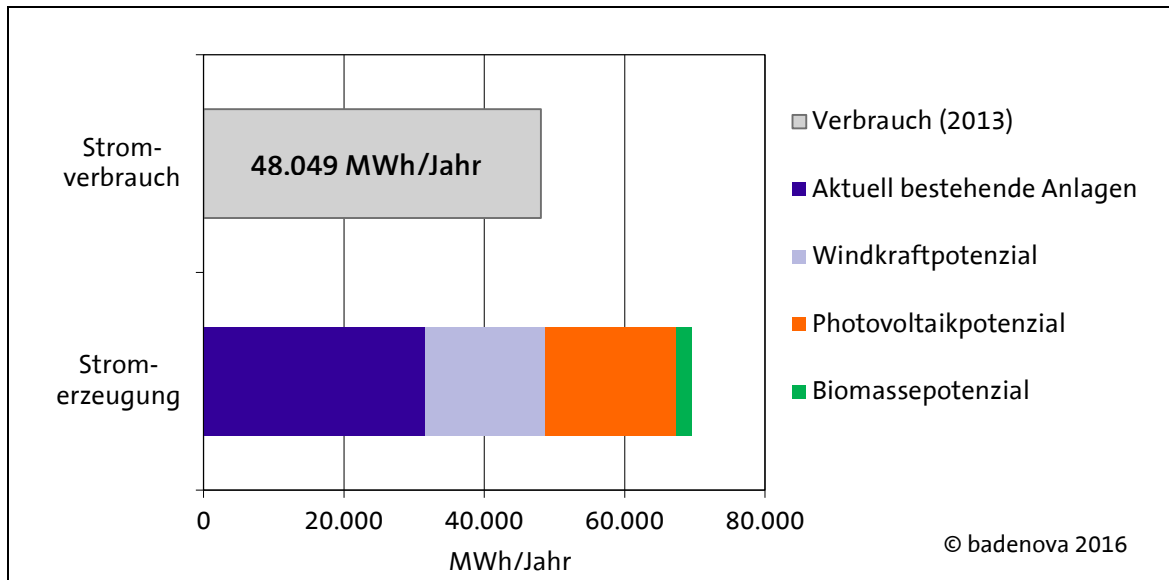


Abbildung 41 – Stromverbrauch von 2013 und Potenziale für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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 Stadt Ettenheim 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 Ettenheim 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

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Ettenheim besonders im Bereich der Photovoltaik vorhanden. Der jährliche Stromverbrauch liegt bei etwa 48.049 MWh. Im Jahr 2013 wurden davon bereits 18 %, im Jahr 2014 knapp 20 % durch die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gedeckt. Zusammen mit den neu installierten vier Windenergieanlagen des Windparks Südliche Ortenau könnte die Stadt Ettenheim heute bereits bilanziell ungefähr 70 % ihres Stromverbrauchs abdecken.

Allein mit der Ausschöpfung der PV-Potenziale auf den Dachflächen von Stadt und Ortschaften könnte der Stromverbrauch zu 47 % gedeckt werden. Zusammen mit den bis 2016 bereits bestehenden Windenergieanlagen und dem bestehenden Wasserkraftpotenzial könnte der Stromverbrauch zu 102 % gedeckt werden. Hinzu kommt das technische Potenzial für drei zusätzliche Windkraftanlagen und das theoretische Biogaspotenzial, so dass insgesamt der Stromverbrauch von 2013 zu maximal 142 % mit erneuerbarer Energie gedeckt werden könnte. Mit den vorhandenen Potenzialen würde Ettenheim somit das angestrebte Erneuerbare-Energien-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38,5 % bis 2020 nicht nur erreichen, sondern bei weitem übertreffen (vgl. Abbildung 42).

Gegenüber dem deutschen Strommix wäre dies eine CO₂-Einsparung von insgesamt fast 34.796 t gegenüber dem Jahr 2013. Davon können für die Stadt Ettenheim wegen des Verhältnisses zwischen Stromverbrauch und regenerativer Stromerzeugung in ihrer CO₂-Bilanz ca. 22.942 t gutgeschrieben werden. Der CO₂-

Ausstoß pro Einwohner und Jahr würde sich gegenüber 2013 um 30 % von 6,07 t auf 4,25 t verringern.

Insbesondere der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Solarenergie und die Untersuchung zur weiteren Nutzung der Windkraftpotenziale sind wichtige und realisierbare Handlungsfelder, welche in der strategischen Ausrichtung der Stadt verankert sein sollten.

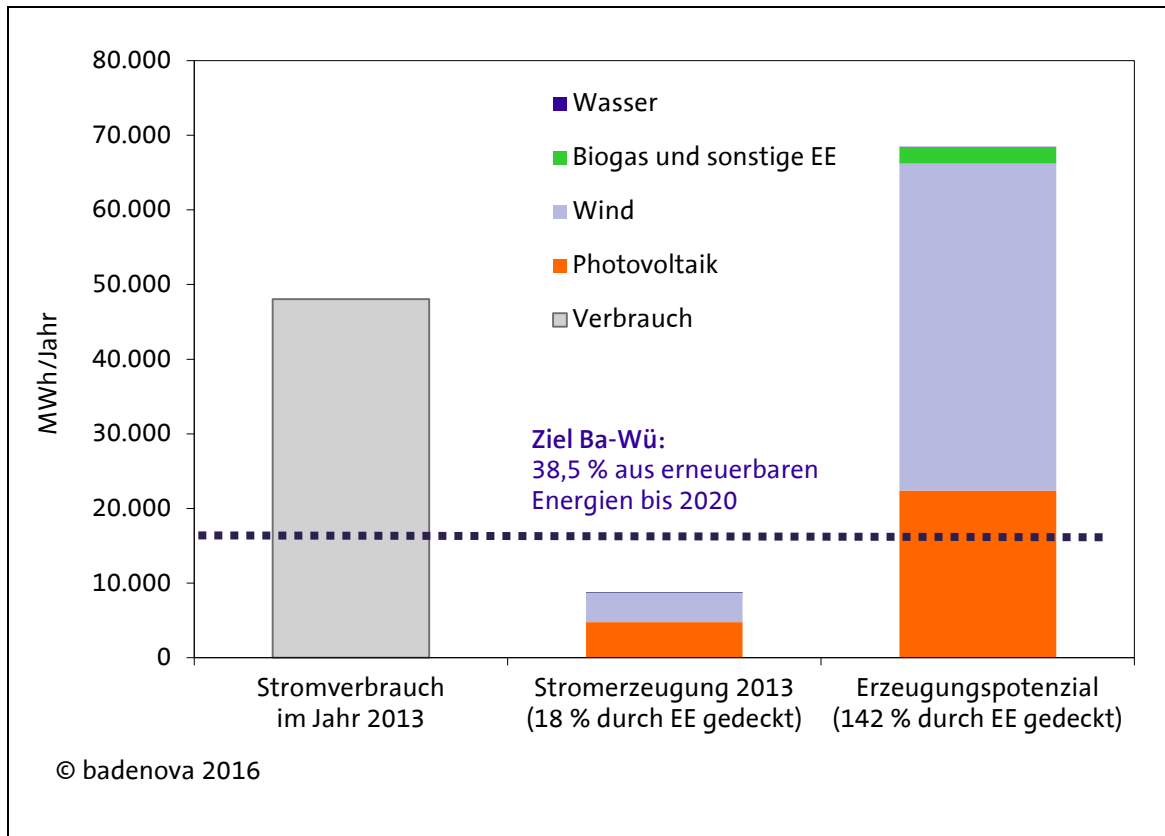


Abbildung 42 –Stromverbrauch 2013 in Ettenheim im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

5.1.2 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind ebenfalls vorhanden. Hier spielen vor allem die Solarthermie und die Geothermie eine wichtige Rolle, während die zusätzliche Nutzung von Energieholz auch in Zukunft nur sehr beschränkt möglich ist (vgl. Abbildung 43).

Der Wärmeverbrauch in Ettenheim beträgt ca. 160.639 MWh/Jahr, von dem gut ein Drittel auf ein einzelnes Unternehmen zurückgeht. Im Jahr 2013 wurden jährlich bereits ca. 43 % des Wärmeverbrauchs der Stadt aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt: Energieholz (42 %), Solarthermie (0,7 %) und Umweltwärme (0,4 %). Bei einem Großteil des Energieholzes handelt es sich allerdings um nicht lokal erhobenes Altholz, welches als Energieträger für die industrielle Pelletproduktion in Ettenheim genutzt wird (Holztrocknung). Unter Herausrechnung des industriellen Holzverbrauches der ehemaligen Firma German Pellets GmbH würde der Anteil an lokal erhobener erneuerbarer Wärme in Ettenheim im Jahr 2013

bei 9 % liegen. Dies liegt etwas unter dem Bundesdurchschnitt von 12,1 % (UMBW, 2016).

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnten ca. 7.209 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für Warmwasser erzeugt werden. Zusammen mit den vorhandenen Geothermie und Solarpotenzialen, sowie mit den bereits genutzten Holzpotenzialen könnte der Gesamtwärmeverbrauch mit erneuerbaren Energien zu ca. 23 % gedeckt werden. Ohne die industrielle Pelletproduktion liegt der potenzielle Anteil der heimischen ökologischen Wärmeverbrauchsdeckung hingegen bei 35 %. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 21 % zu erhöhen. Durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Potenziale könnte Ettenheim dieses Ziel theoretisch erreichen.

Das jeweilige Potenzial ist allerdings individuell im Hinblick auf die Gesamteffizienz des jeweiligen Systems zu prüfen. Ebenso ist die Nutzung des Erdwärmepotenzials einerseits von den lokalen Untergrundverhältnissen in der Gebäudeumgebung und andererseits von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (z.B. Entwicklung des Ölpreises) abhängig.

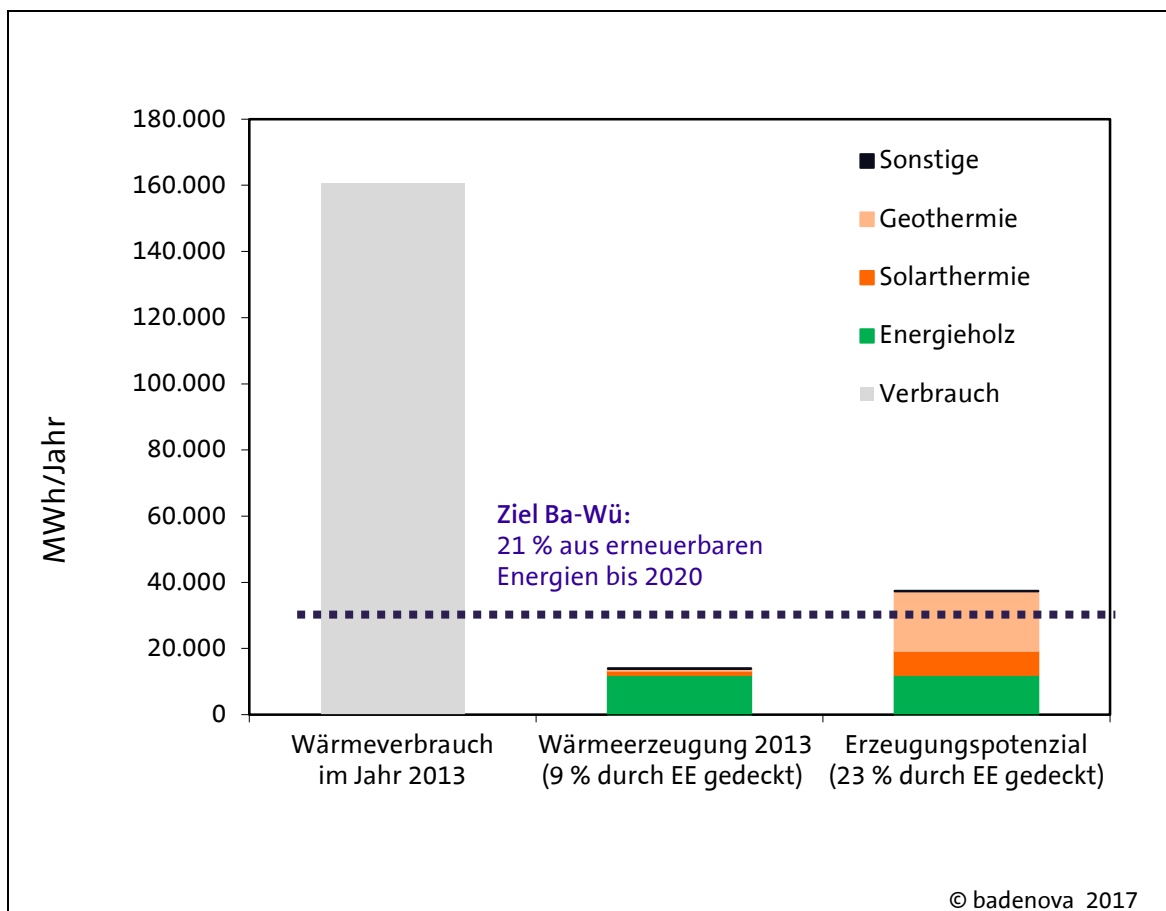


Abbildung 43 – Gesamtwärmeverbrauch 2013 in Ettenheim im Vergleich zu lokalen Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg.

Abbildung 43 macht deutlich, dass Maßnahmen bei der Energieerzeugung nur ein Teil der Lösung sind. Ergänzend dazu muss der Wärmeverbrauch stark gesenkt und die Energieeffizienz deutlich erhöht werden, um signifikante CO₂-Einsparungen und gesetzte Klimaziele zu erreichen.

5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

5.2.1 Modernisierung der Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung stellt grundsätzlich ein wichtiges kommunales Handlungsfeld dar, da in den meisten Fällen große Stromeinsparungen möglich sind. Der Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung mit Referenzgemeinden aus der Region zeigt, dass Ettenheim mit einem Stromverbrauch von 42,5 kWh pro Einwohner (2013) und 38,5 kWh pro Einwohner (2014) bereits deutlich unter dem Durchschnitt liegt (vgl. Abbildung 11). Mit Abschluss des Klimaschutzprojektes 2016, bei dem weitere Straßenleuchten saniert wurden, werden in Ettenheim heute ca. 487 LED-Leuchten genutzt. Energieintensive Quecksilberdampf Lampen sind kaum noch vorhanden. Darüber hinaus gibt es aber noch ca. 1.400 Natriumdampf Lampen (Gelblicht), die ebenfalls deutlich mehr Strom benötigen als moderne LED-Lampen. Durch den Austausch der Natriumdampf Lampen werden im Einzelfall Stromeinsparungen von bis zu 50 % realisiert.

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 knapp 23 % der Heizöl- und Erdgasanlagen älter als 26 Jahre sind (vgl. Abbildung 44).

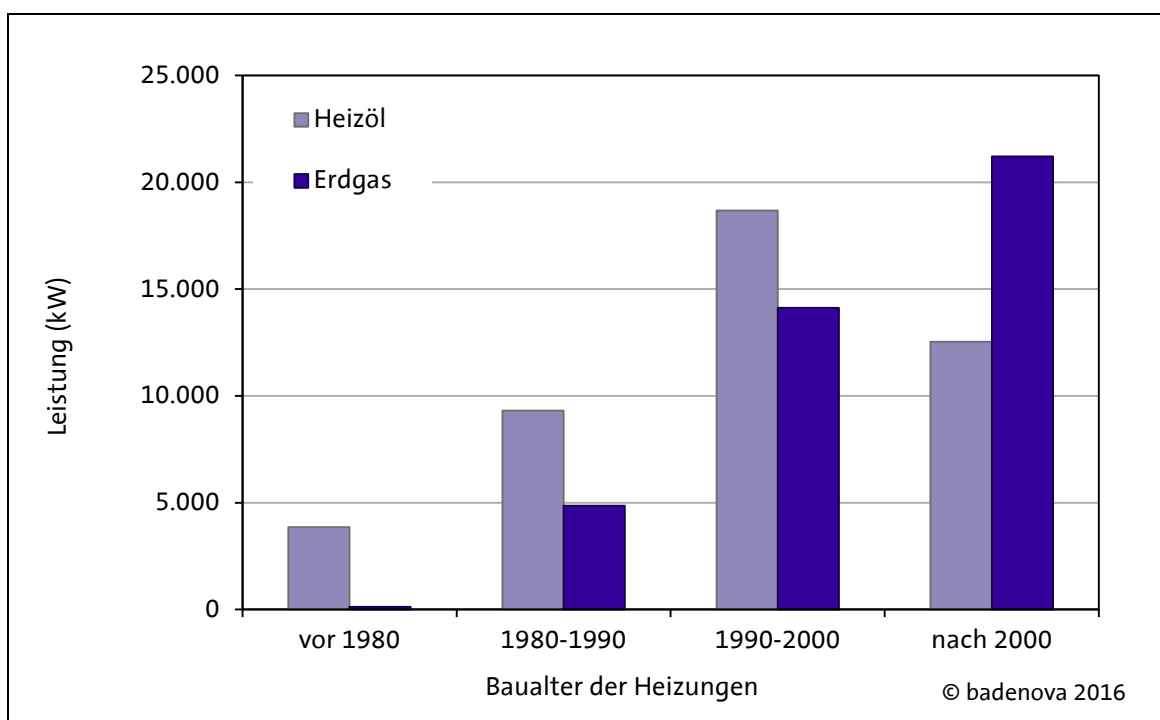
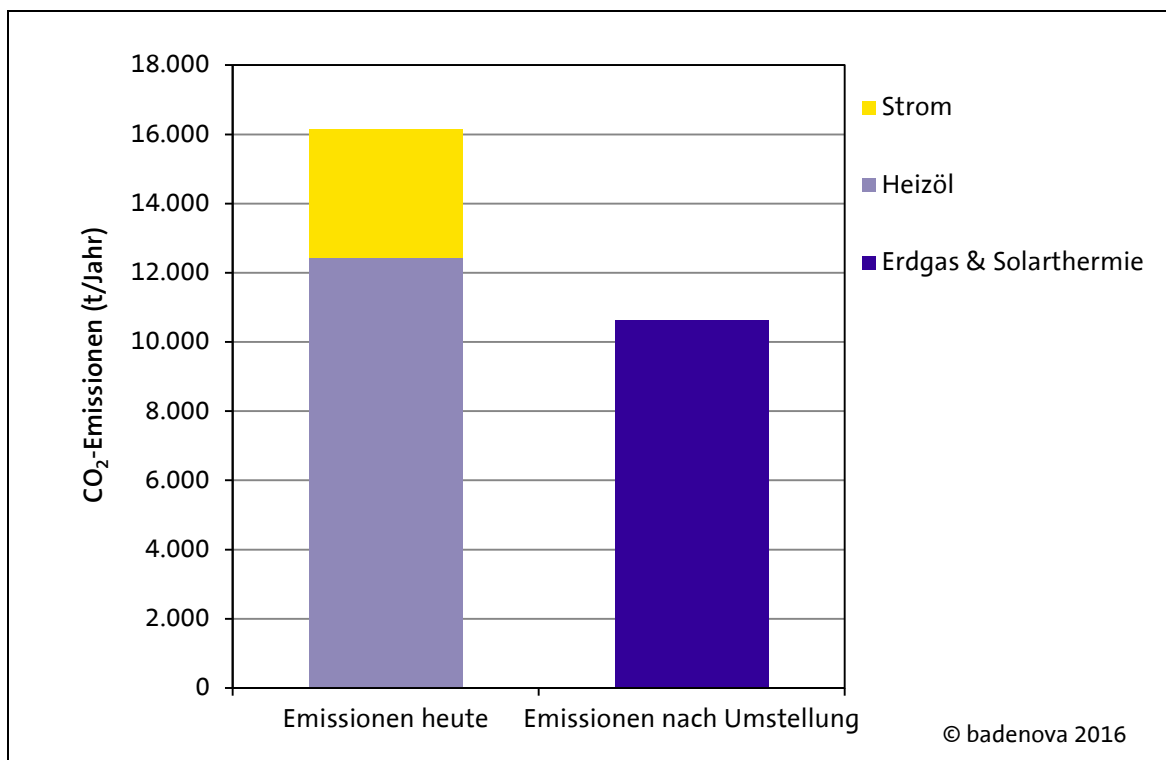


Abbildung 44 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträgern und Baualter

Die Effizienz von Heizanlagen hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert, wodurch selbst jüngere Anlagen ein Potenzial für Effizienzsteigerungen besitzen, welche wiederum zu Energie- und Kosteneinsparungen führen können. Heizkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnutzungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen. Konkret bedeutet dies, dass der Austausch alter Kessel in diesem Fall den Energiebedarf um 22 % senken könnte.

Darüber hinaus gibt es Synergieeffekte durch die Umstellung von Anlagen auf andere Energieträger (z.B. Heizöl auf Erdgas). Im Jahr 2013 wurden in Ettenheim ca. 41 % des Wärmeverbrauchs durch erdölbasierte Heizungssysteme verursacht. 6 % des Verbrauchs wurde mit Heizstrom gedeckt. Eine Umstellung dieser konventionellen Heizungssysteme auf Erdgas mit einem nach dem Erneuerbaren-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg (EWärmeG 2015) entsprechenden Solarthermieanteil würde 8 % oder ca. 5.535 t der gesamten CO₂-Emissionen in Ettenheim einsparen (Abbildung 45). Die Stadt weist einen hohen Ausbaugrad des Erdgasnetzes auf, mit dem die Umstellung von Erdöl auf Erdgas in vielen Wohnbereichen möglich ist.

Abbildung 45 – Einsparpotenzial der CO₂-Emissionen durch Energieträgerwechsel

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. Das BAFA fördert die Op-

timierung von Heizungsanlagen sowie den Austausch von Pumpen derzeit mit 30 % der Ausgaben. Die Kosten für eine neue, frequenzgesteuerte Hocheffizienzpumpe amortisieren sich daher bereits nach zwei bis vier Jahren. Vielen Bürgern ist diese Tatsache nicht bewusst und auch im gewerblichen Bereich können dahingehend oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.

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 (UMBW, 2015b). In Ettenheim sind Stand 2014 mindestens 8 Anlagen in privaten Haushalten, Gewerbebetrieben oder in kommunalen Gebäuden installiert. Diese decken bereits über 2 % des Strombedarfs von 2014. Damit besteht ein deutlicher Ausbaubedarf an KWK-Anlagen in Ettenheim. Das Landesziel sieht vor, bis 2020 gut 20 % des Stromverbrauchs mit KWK-Anlagen zu decken, wobei bis dahin gleichzeitig von einer Senkung des Stromverbrauchs um 10 % ausgegangen wird (vgl. Abbildung 46).

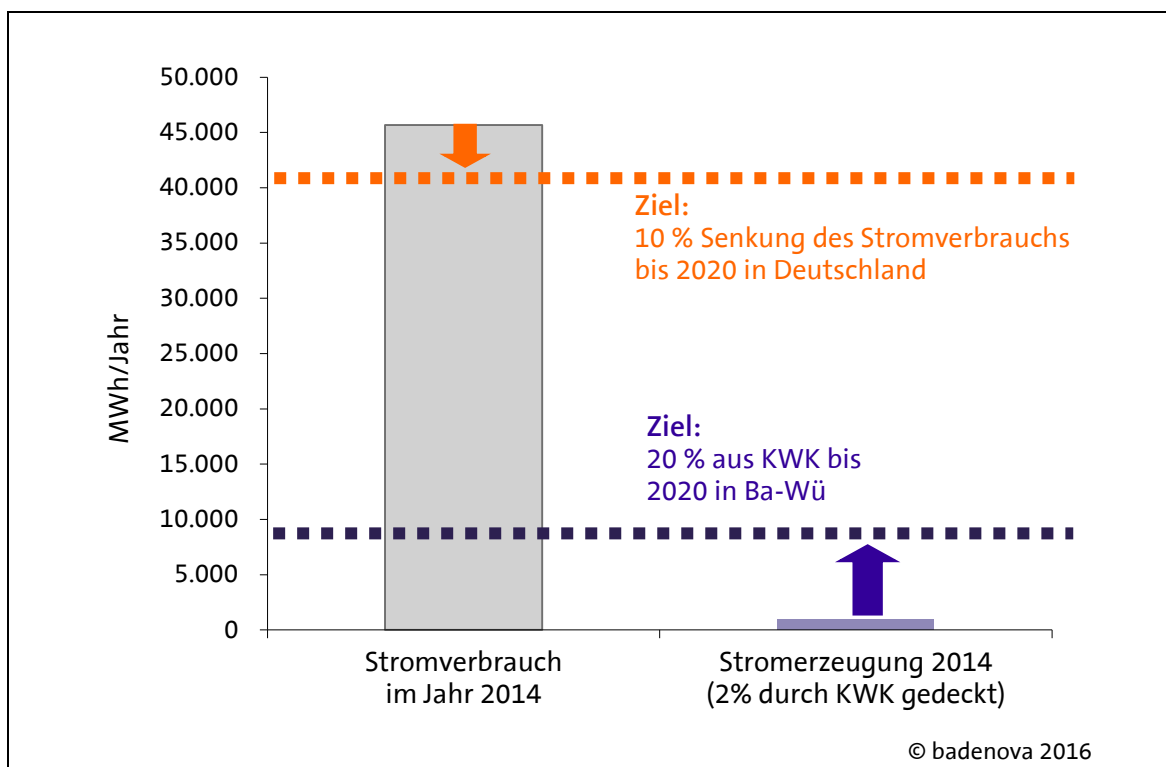


Abbildung 46 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch 2014

Für den Aufbau von Nahwärmeverbänden und KWK-Anlagen bestehen in Ettenheim möglicherweise gute Potenziale. Insbesondere in Kombination mit Sanierungs- und Quartierskonzepten können diese Potenziale genauer identifiziert und untersucht werden (vgl. Kapitel 5.3.2). Erste Überlegungen dazu hat es hinsichtlich des westlichen Stadtgebietes gegeben, wo mit einer Nahwärmeversorgungsleitung Abwärme der Abfallbehandlungsanlage in Ringsheim genutzt werden sollte. Die Entfernung ist jedoch sehr wahrscheinlich zu groß, um

eine wirtschaftlich sinnvolle Versorgung garantieren zu können, zumal die Wärmedichte in diesen Wohngebieten relativ gering ist.

Geplant hingegen ist eine Erweiterung des bestehenden Nahwärmenetzes südlich der Otto-Stoelcker-Straße nach Nordwesten hin.

Abbildung 47 zeigt einen Ausschnitt des Wärmekatasters im Bereich der Grundschule, westlich der Altstadt. Im grün markierten Bereich könnte geprüft werden, ob sich eine Nahwärmeversorgung der dortigen großen Mehrfamilienhäuser durch eine Erweiterung des neuen Blockheizkraftwerkes in der Grundschule wirtschaftlich lohnt. Aus den Daten geht hervor, dass die Gebäude zwischen 1958 und 1968 gebaut wurden, teilweise sogar noch älter sind. Wie in der Abbildung 47 zu erkennen ist, weisen diese Gebäude einen hohen Wärmebedarf auf. Je nach Zustand der derzeitigen Heizanlagen könnte sich der Anschluss an eine Nahwärmeversorgung lohnen. Dazu müssen Bürgerbefragungen und weitere Untersuchungen durchgeführt werden, mit denen die Anschlussbereitschaft der Anwohner zu ermitteln ist.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der Wärmebedarf der Gebäude durch Sanierungsmaßnahmen sinken könnte, so dass ein Wärmenetz möglicherweise nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann. Sanierungsmaßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs sollten daher vor der Planung eines Wärmenetzes angegangen werden. Einige der großen Mehrfamilienhäuser weisen bereits Sanierungsmaßnahmen, wie z.B. Aussenwand-, Fenster- und/oder Dachdämmung auf. Dennoch verbleibt eine hohe Wärmedichte in diesem Areal.



Abbildung 47 – Ausschnitt des Wärmekatasters von Ettenheim: Mögliches Auswahlgebiet für eine Potenzialuntersuchung zur Nahwärmeversorgung (grün umrandeter Siedlungsbereich)

Neben den privaten Haushalten kann ebenfalls in Gewerbebetrieben der Einbau von KWK-Anlagen weiter vorangetrieben werden. Ein früherer Anlauf des Zweckverbandes für das Industriegebiet DYN A 5, mit einem Biomasseheizkraftwerk im Industriegebiet Wärme für die industrielle Pelletproduktion zu liefern und gleichzeitig Strom zu produzieren, wurde im Zuge eines Bürgerentscheides von einer Mehrheit aufgrund von den erwarteten Emissions- und Immissionsbelastungen abgelehnt.

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 48 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude in Ettenheim, das mögliche Einsparpotenzial sowie das Ziel der Bundesregierung dargestellt. Ettenheim verfügt wegen des hohen Anteils an Einfamilienhäusern über ein signifikantes Einsparungspotenzial beim privaten Wärmeverbrauch.

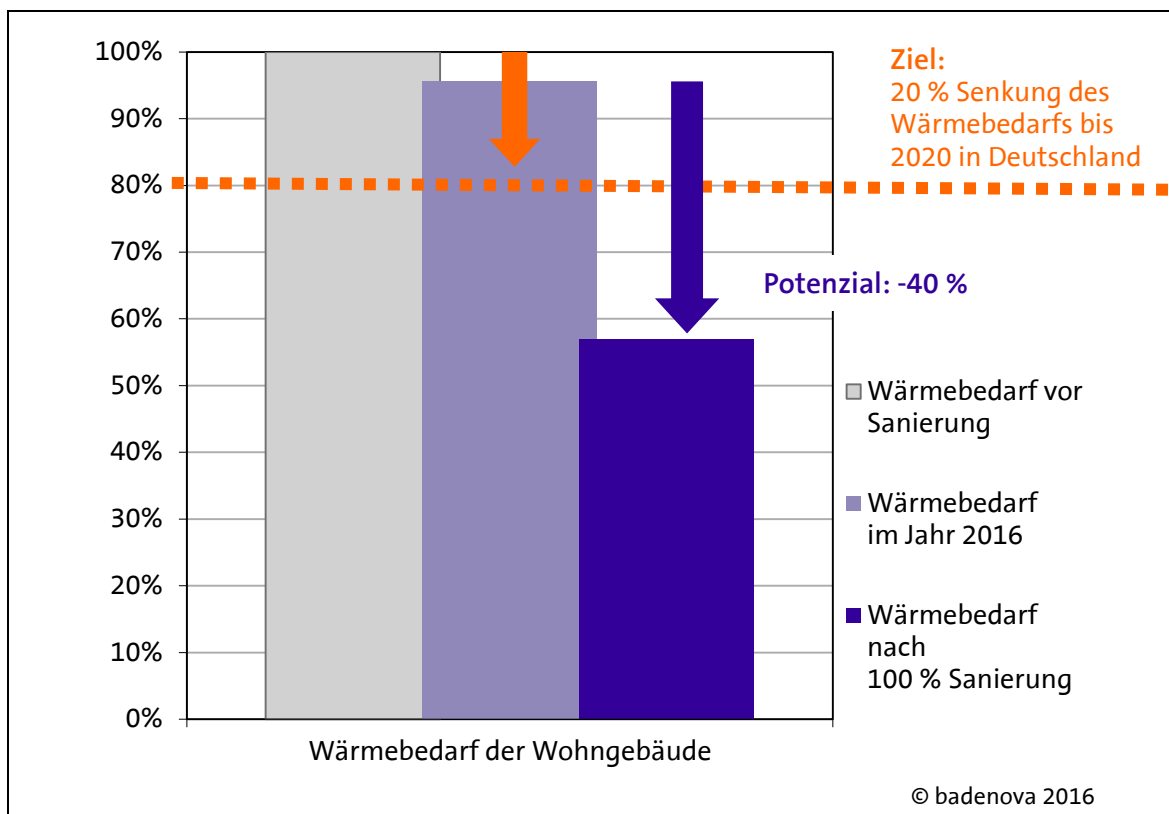


Abbildung 48 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

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 Ver-

brauchsdaten. 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 Ettenheim wurden 69 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1983 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3 in Kapitel 2.3). Gleichzeitig liegt der Anteil an Einfamilienhäusern bei sehr hohen 80 %. Daher würde die energetische Sanierung von Wohngebäuden große Mengen an Energie und CO₂-Emissionen einsparen.

Konkret bedeutet das: Würden in Ettenheim alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Wärmeschutzverordnung modernisiert werden (KfW 100 nach EnEV 2014), könnte man 40 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs einsparen (vgl. Abbildung 48). 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 Stadtverwaltung auf Dämm- und Sanierungsmaßnahmen privater Wohnungsbesitzer gering ist. Allerdings ist es wichtig, dieses Potenzial ebenfalls aufzugreifen, da alleine durch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien die Klimaschutzziele nicht erreicht werden können.

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, so wie dies bei Sanierungs- und Quartierskonzepten der Fall ist. Letztlich werden Informations- und städtische Förderprogramme sowie Partizipationsprozesse Voraussetzung für die „Aktivierung“ von energetischen Sanierungen bei Privathaushalten sein.

Integrierte Quartierskonzepte analysieren den energetischen Ist-Zustand eines ausgewählten Quartiers und zeigen auf, welche Energieeinsparpotenziale im Quartier bestehen. Darauf aufbauend werden unter Einbindung der lokalen Akteure individuelle und umsetzungsorientierte Maßnahmen formuliert, um kurz-, mittel- und langfristig CO₂-Emissionen zu reduzieren. Der Fokus der Konzepte liegt dabei auf den zwei zentralen Handlungssträngen energetische Sanierung und Energie- und Wärmelösungen. Die Durchführung von Quartierskonzepten wird von der KfW-Bankengruppe zu 65 % gefördert.

Ein Areal, welches im Rahmen der Studie als mögliches Sanierungsgebiet oder für den potenziellen Aufbau eines Wärmeverbundes identifiziert wurde, ist das Gebiet zwischen Schwarzwaldstraße und Freiburger Straße in Ettenheim (vgl. Abbildung 49). In diesem Quartier sind ähnliche Baualter der Gebäude aus den 1950er bis 1960er Jahren und eine relativ homogene Gebäudestruktur vorzufinden. Aus den Daten geht hervor, dass nur wenige Wohngebäude in diesem Gebiet sichtbare Sanierungsmaßnahmen aufweisen, sich aufgrund des Baualters jedoch sehr gut dafür eignen.

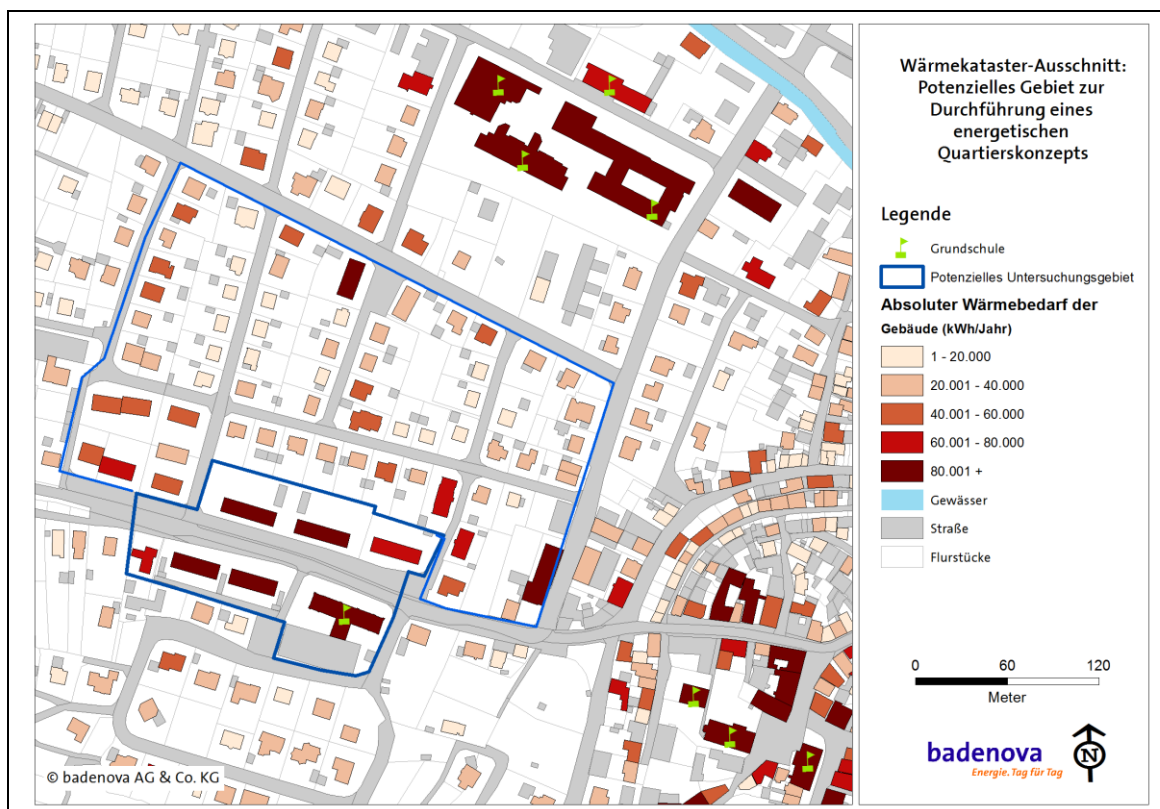


Abbildung 49 – Ausschnitt des Wärmekatasters: Mögliches Auswahlgebiet für ein Quartierskonzept (blau umrandeter Siedlungsbereich, der an ein potenzielles Nahwärmegebiet angrenzt)

In Abbildung 49 ist der absolute Wärmebedarf der Gebäude in kWh/Jahr dargestellt. Im Rahmen eines Quartierskonzepts könnten detaillierte Gebäude- und Heizungsdaten erhoben sowie eine Befragung der Anwohner durchgeführt werden, um die Potenziale z.B. für einen lokalen Nahwärmeverbund zu ermitteln. Das Ziel ist, Synergieeffekte bei der Sanierung und der Wärmeversorgung zu nutzen, somit die Effizienz zu steigern und letztlich den Klimaschutz voranzutreiben. Mit Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden könnte zudem die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk beauftragt werden, womit die lokale Wertschöpfung gesteigert werden könnte.

5.3.3 Umweltfreundliche Mobilität

Der verkehrsbedingte CO₂-Ausstoß ist mit einem Anteil von 27 % an den Gesamtemissionen der Stadt Ettenheim ein wichtiger Faktor der Klimabelastung. Die Stadt hat nur begrenzte Möglichkeiten, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen im Bereich der Mobilität zu reduzieren, zumal ein Teil der Belastung durch die Autobahn A5 und durch die Bundesstraße B31 erzeugt wird. Dennoch sollte das Handlungsfeld Mobilität auf keinen Fall außer Acht gelassen werden. Zurzeit fördert der Bund die Erstellung von umfassenden Mobilitätskonzepten mit bis zu 80 % der Konzeptkosten. Insbesondere innerhalb von Verwaltungsgemeinschaften kann ein solches Konzept zu raumübergreifenden positiven Anreizen beim Ausbau der Elektromobilität und zur Effizienzsteigerung des Verkehrssystems beitragen. Der Verwaltungsverband hat sich deshalb aktuell dazu entschieden, die entsprechenden Fördermittel beim Projektträger Jülich zu beantragen. Ein Bescheid ist nicht vor Mai 2017 zu erwarten.

Durch verschiedene Maßnahmen und gute Öffentlichkeitsarbeit seitens der Stadt zu bewussterem Umgang und stärkerer Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln könnte ein neues Mobilitätsverhalten der Ettenheimer Bürger etabliert und gefördert werden. Alternative Verkehrsmittel sind u.a. Mitfahrgelegenheiten, Carsharing, Elektroautos oder Elektrofahrräder, die immer mehr im Trend der Zeit liegen. Aber auch unterstützende Maßnahmen, wie z.B. Fahrradboxen am Bahnhof oder gut ausgeschilderte Fahrradwege, entlang denen möglichst wenige Barrieren bestehen, tragen dazu bei, den PKW-orientierten Individualverkehr der Straße zu verringern.

Gemeinsam mit der Bürger-Energiegenossenschaft Ettenheim, dem Unternehmen Ettenheim, dem Verkehrsclub Deutschland e.V. (VCD) und mit engagierten Bürgern führt die Stadt derzeit eine Befragung der Einwohner zum Thema Carsharing in Ettenheim durch. Die Ergebnisse und Konsequenzen der Befragung stehen noch aus.

6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Ettenheim ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und effizienten Energieversorgung erreicht und eine umfassende Datenbasis für die nächsten Schritte gelegt. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass in der Stadt bereits zahlreiche Potenziale identifiziert und einige Maßnahmen für die Umsetzung angestoßen wurden. Als Beispiele sind hier u.a. die Bereitstellung zahlreicher kommunaler Dächer für die Nutzung der Photovoltaik, die weitreichende Umstellung der Straßenbeleuchtung, erste Sanierungsmaßnahmen von kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden, der Einsatz von KWK-Anlagen sowie die ausgiebige Nutzung und weitere Prüfung des Windkraftpotenzials zu nennen.

Trotz dieser positiven Zwischenbilanz zum Thema Klimaschutz gibt es in Ettenheim weitere Handlungsfelder, die im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst werden:

- Verstärkte Nutzung des signifikanten Photovoltaikpotenzials durch eine systematische und gut organisierte Öffentlichkeitsarbeit
- Prüfung und weitere Nutzung der hohen Windkraftpotenziale innerhalb der Gemarkung Ettenheim
- Ausbau der nachhaltigen Wärmeerzeugung durch Solarenergie sowie durch Erd- und Umweltwärme
- Erhöhung der Energieeffizienz durch die Optimierung von Heizungsanlagen, durch den Austausch von alten Heizanlagen und durch den Austausch ineffizienter Heizungspumpen (zur Zeit werden vom Staat sehr hohe finanzielle Förderungen von bis zu 30 % der Investitionen angeboten)
- Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden oder einer effizienten Wärmeversorgung im Wohngebäude- und Gewerbebereich. Verstärkte Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung zur Senkung des Primärenergiebedarfs
- Steigerung der Sanierungsraten, insbesondere bei Wohngebäuden, durch eine systematische und gut organisierte Öffentlichkeitsarbeit
- Umsetzung von Quartierskonzepten, um mit diesen strategischen Entscheidungs- und Planungshilfen eine nachhaltige dezentrale Energieversorgung in der Zukunft zu ermöglichen. Die Ausgaben für solche Konzepte werden mit einem Zuschuss von 65 % der Kosten durch die KfW-Bank gefördert.
- Konzeptionierung von zukünftigen Sanierungsmaßnahmen für kommunale Gebäude. Auch hier fördert der Staat aktuell die Durchführung von Sanierungskonzepten für öffentliche Gebäude mit außerordentlich hohen Beträgen (80 % der ansatzfähigen Kosten).
- Förderung und Stärkung umweltfreundlicher Mobilität und Ausbau der Infrastruktur zur Nutzung von Elektrofahrzeugen (Einrichtung von Elektroladensäulen und einfachen Lademöglichkeiten z.B. auf Parkplätzen oder in Parkhäusern). Konzeptionierung eines modernen Verkehrssystems mit einem Mobilitätskonzept auf Ebene der Verwaltungsgemeinschaft (auch hier 80 % Förderung durch Fördermittel des Bundes).

Die Datenbasis dieser Studie bietet zum einen eine Ausgangsbilanz der energetischen Situation vor Ort, die in Zukunft fortgeschrieben werden kann. So können Erfolge und Maßnahmen im Klimaschutz dokumentiert und sichtbar gemacht werden. Zum anderen bietet die Studie eine solide Grundlage für weitere Entscheidungen und ermöglicht zudem, individuelle Fragestellungen und Potenziale der Stadt in die nachfolgenden Projektphasen zu integrieren. Hierzu zählt z.B. die konkrete Ausarbeitung einer Klimaschutzstrategie sowie individueller Maßnahmen unter Einbindung lokaler Akteure, also eines umfassenden integrierten Klimaschutzkonzepts, welches im nächsten Schritt erarbeitet werden soll.

Die Sammlung, Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung von Bürgern und Akteuren vor Ort ist Gegenstand der Module 3 und 4 (vgl. Abbildung 50), deren Start noch für 2017 anvisiert werden sollte. Die Einreichung eines Förderantrages für die Konzepterstellung kann bis zum 31.03.2017 erfolgen, danach erst wieder bis zum 30.09.2017.

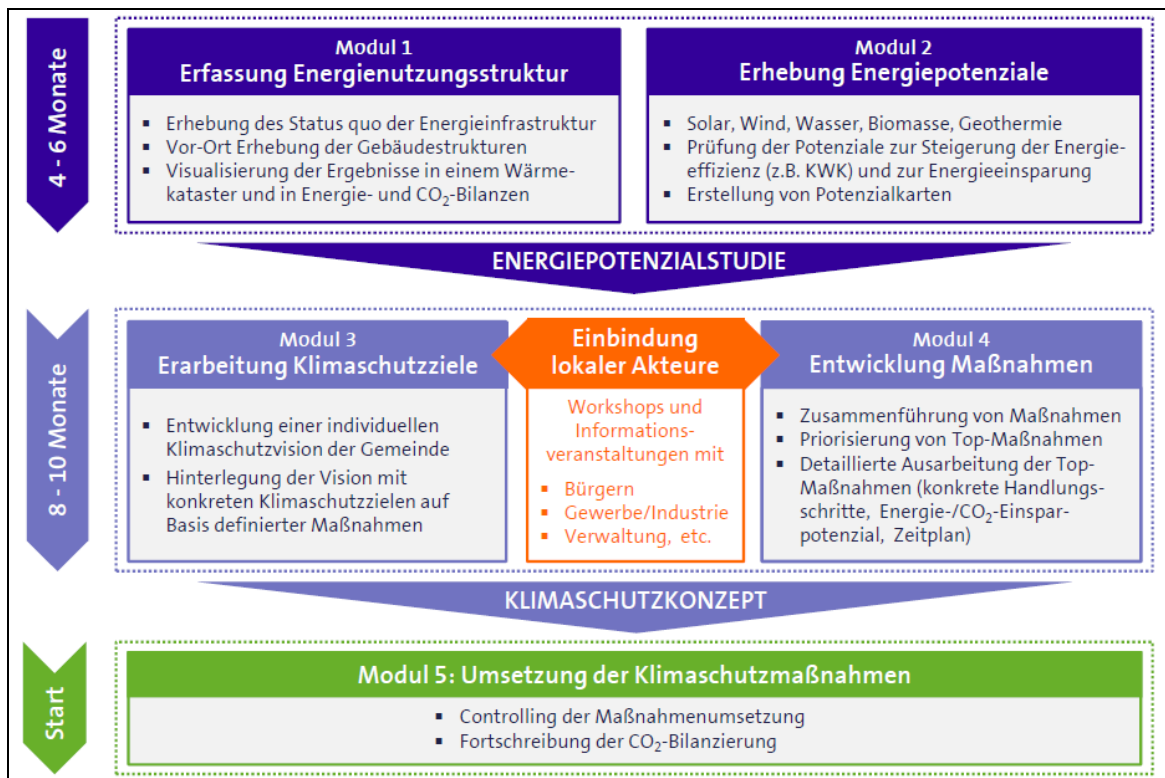


Abbildung 50 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts

7. Literaturverzeichnis

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2014). Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2013. Berlin.

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

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Zuletzt abgerufen am 24.09.2015. <http://www.bkww.de/typo3temp/pics/3d013c68b1.jpg>

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

DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2013). Klimastatusbericht 2013. Zuletzt abgerufen am 25.07.2016.

http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb_2013.pdf?__blob=publicationFile&v=2

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.

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

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

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2015). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Zusätzliche Angaben zum CO₂-Faktor Bioerdgas.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2016). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Gebrauchsanweisung.

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

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014). Climate Change 2014 – 5th Assessment Synthesis Report, Approved Summary for Policymakers.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2016). Datenbankabruf:

- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG).
- Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussesdaten, 7712 Ettenheim und 7713 Schuttertal

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2016a). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2013.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2016b). Energieatlas-BW, Ermittelttes Wasserkraftpotenzial (abgerufen im September 2016 unter <http://www.energieatlas-bw.de/wasser>).

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2016c). Energieatlas-BW, Ermittelttes Solarpotenzial (abgerufen im September 2016 unter <http://www.energieatlas-bw.de/sonne>).

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2016d). Energieatlas-BW, Ermittelttes Windpotenzial (abgerufen im November 2016 unter <http://www.energieatlas-bw.de/wind>).

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

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2012). Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS).

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015a). Energiewende – 50-80-90. Zuletzt abgerufen am 28.11.2016. <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/startseite>

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015b). Landeskonzert Kraft-Wärme-Kopplung Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (UMVBW) (2011). Klimaschutzkonzept 2020 PLUS Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2016). Energiebericht 2016.

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-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2016d). Globaleinstrahlung: Mittlere jährliche Solareinstrahlung. Abfrage über <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/> am 05.09.2016.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2016a). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfrage für Ettenheim. Zuletzt abgerufen am 28.11.2016. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/>

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2016b). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

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

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (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.
EEQ	Energie aus erneuerbaren Quellen
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.
Gebäude-typologie	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.
Heizwert	Der Heizwert (früher unterer Heizwert) eines Brenn-, Kraft- oder Treibstoffs ist die bei der Verbrennung des Stoffs nutzbare Wärmeenergie ohne Kondensationswärme.
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
KfW	Die „Kreditanstalt für Wiederaufbau“ ist eine nationale Förderbank, die als Anstalt des öffentlichen Rechts 1948 gegründet wurde. KfW 100 ist ein energetischer Effizienzstandard für Bestandsgebäude.
kW	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaikanlagen 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 Wärmeenergieerzeugung.
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 Solarthermieranlagen 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, „0 m 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).

Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

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 der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

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

- Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinander grenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinander grenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten

- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

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

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).

Wichtige Berechnungsparameter für den Gebäudewärmebedarf sind die Grundfläche des Hauses (aus GIS-Daten der Stadt), die Stockwerkszahl, der spezifische Wärmebedarfsfaktor (berechnet über die Einstufung in eine bestimmte Gebäude-Altersklasse anhand architektonischer Merkmale) und die bereits durchgeführten, nur von außen sichtbaren Sanierungsmaßnahmen. Ältere Gebäude müssen nicht automatisch einen höheren Wärmebedarf aufweisen. So zeigen die Gebäude der Altersklasse F (Baualter von 1969 bis 1978) einen etwas höheren Bedarfsfaktor, als Gebäude der Altersklasse E (Baualter 1958 bis 1968). Wohngebäuden, die ab 1995 gebaut wurden, werden nach Deutscher Gebäudetypologie keine Sanierungspotenziale zugeschrieben, da sie die 3. Wärmeschutzverordnung erfüllen.

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 Energie- und CO₂-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde das für das Land Baden-Württemberg konzipierte Tool BICO2 BW (Version 2.5) genutzt (IFEU, 2016). Die Version 2.5 ist für das Bilanzjahr 2013 ausgelegt. Die Datenlage bietet bisher leider keine Möglichkeit,

eine konsistente Energie- und CO₂-Bilanz für 2014 vorzulegen. Es ist jedoch nicht mit gravierenden Veränderungen gegenüber 2013 zu rechnen, so dass die vorliegende Bilanz weiterhin eine gute Ausgangslage für den aktiven Klimaschutz bietet.

9.3.1 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Verteilnetzbetreiber Netze BW zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Verbrauchsdaten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Elektrowärme, Private Haushalte, Gewerbe, Straßenbeleuchtung sowie in Industriekunden und Landwirtschaftskunden. Für die Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Stadtverwaltung abgeglichen.

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 verwendet, der im Jahr 2013 0,617 t/MWh beträgt (IFEU, 2016).

Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)

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

9.3.2 Stromeinspeisung

Einspeisemengen wurden für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, vom Stromnetzbetreiber NetzeBW für die Jahre 2012-2014 abgerufen.

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 Stadt 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 Stadt berücksichtigt. Die CO₂-Emissionsfaktoren der einzelnen erneuerbaren Energiequellen, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9 – CO₂-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2016)

Erzeugungsart	CO ₂ -Ausstoß (t/MWh)	CO ₂ -Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,061	0,556
Wasserkraft	0,003	0,614
Biomasse	0,216	0,403
Windkraft	0,009	0,608

9.3.3 Energie- und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der CO₂-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers bnNETZE GmbH (für Erdgas) sowie statistische Werte des Landes Baden-Württemberg verwendet, die in die Berechnungssoftware BiCO₂ eingehen. Dabei wird zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffen (Energieholz) unterschieden.

Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Diese Datenbank erfasst alle solarthermischen Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen bilden den Zustand im Jahr 2014 ab. Der Bestand an oberflächennahen Geothermieanlagen wurde von der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Freiburg (LGRB) abgerufen. Die Geothermieanlagen sind in der Bohrdatenbank möglicherweise nicht vollständig erfasst, zumal Anlagen vor 2012 nicht ausnahmslos registriert werden mussten.

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen aus dem Jahr 2013 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) (Datenerhebung 2008 mit Fortschreibung für das Jahr 2013) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die CO₂-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger stellt das CO₂-Bilanzierungstool BICO₂ BW (IFEU).

9.3.4 Energie- und CO₂-Bilanzierung des Verkehrs

Die Verkehrsdaten der Gemeinde wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden-Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Jahresfahrleistung nach Fahrzeugtyp jeweils auf Innerorts- und Außerortsstraßen sowie auf Autobahnen (2013). Diese werden im Bilanzierungstool BICO₂ BW (IFEU) mit statistischen Werten zum Energieverbrauch und CO₂-Emissionen je km Fahrt ausgewertet, um die Energie- und CO₂-Bilanz für den Sektor Verkehr zu erstellen.

9.3.5 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, 2016).

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 des jeweiligen prozentualen Anteils 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).

9.4 Geothermiespotenzial

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

Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m ³ K

Das Geothermiespotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 99 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 11 gelistet.

Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter

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

Tabelle 12 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS EWS (UMBW, 2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

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

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.

Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (Tabelle 14).

Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

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

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

- Absoluter und spezifischer Wärmebedarf von Gebäuden in der Stadt Ettenheim und in den Ortsteilen
- Absolutes und spezifisches Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung von Gebäuden
- Geothermiekataster der Stadt Ettenheim und der Ortsteile

Vergrößerte Ausdrücke der wichtigsten Karten befinden sich im Berichtsexemplar für den Bürgermeister bzw. für die Stadtverwaltung.

Dort enthalten ist auch eine CD mit einer digitalen Version dieser Studie und der oben genannten Karten.

Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister

badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

badenova
Energie. Tag für Tag

Ihr Kontakt

Dr. Marc Krecher
(Projektleiter)

marc.krecher@badenova.de

Telefon: 0761 279-1121

Hannes Meyer-Schönbohm

hannes.meyer-
schoenbohm@badenova.de

Telefon: 0761 279-3376