



badenova
Energie. Tag für Tag

Energiepotenzialstudie

Gemeinde Merzhausen

Bericht August 2014



Auftraggeber: Gemeinde Merzhausen

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

badenova
Energie. Tag für Tag

Autoren: Dr. Susanne Baumgartner
(Projektleiterin)

Simone Stöhr-Stojakovic

Freiburg den, 28. August 2014



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	VII
1. AUSGANGSLAGE.....	1
1.1 GLOBAL DENKEN	1
1.2 LOKAL HANDELN.....	1
1.3 KLIMASCHUTZKONZEPT UND ENERGIEPOTENZIALSTUDIE.....	3
1.3.1 <i>Aufbau des Klimaschutzkonzepts</i>	3
1.3.2 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i>	4
1.3.3 <i>Anmerkungen zur verwendeten Methodik</i>	4
2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE	6
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	6
2.2 WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	7
2.3 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	10
2.4 NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	11
3. ENERGIENUTZUNG UND CO₂-BILANZ	14
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	14
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i>	14
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i>	17
3.1.3 <i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	19
3.2 WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG	20
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i>	20
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i>	21
3.2.3 <i>Wärmekataster</i>	23
3.2.4 <i>CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	24
3.3 VERKEHR.....	25
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG)	27
3.4.1 <i>Gesamt-Energie-Bilanz</i>	27
3.4.2 <i>Gesamt-CO₂-Bilanz</i>	31
4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	35
4.1 SOLARENERGIE	35
4.1.1 <i>Hintergrund</i>	35
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i>	35
4.2 ENERGIE AUS BIOMASSE.....	38
4.2.1 <i>Hintergrund</i>	38
4.2.2 <i>Substratpotenziale zur Biogaserzeugung</i>	39

4.2.3	<i>Forstwirtschaft</i>	40
4.3	WINDKRAFT	43
4.4	WASSERKRAFT.....	44
4.5	GEOTHERMIE.....	44
4.5.1	<i>Hintergrund</i>	44
4.5.2	<i>Oberflächennahe Geothermie</i>	44
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN MERZHAUSEN	49
5.	KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER	50
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN.....	50
5.1.1	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung: Fokus auf Photovoltaik</i>	50
5.1.2	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmeverbrauchs</i>	51
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ.....	52
5.2.1	<i>Austausch alter, ineffizienter Heizanlagen</i>	52
5.2.2	<i>Anschluss an das Wärmenetz in Sauerplatten</i>	53
5.2.3	<i>Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung</i>	55
5.2.4	<i>Erweiterung und Verdichtung des Erdgasnetzes</i>	57
5.4	ENERGIEEINSPARUNG	58
5.4.1	<i>Mobilität</i>	58
5.4.2	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i>	58
6.	AUSBLICK	60
7.	LITERATURVERZEICHNIS	64
8.	GLOSSAR	66
9.	METHODIK	69
9.1	GEBÄUDETYPOLISIERUNG	69
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER.....	70
9.3	CO ₂ -BILANZIERUNG DES STROMVERBRAUCHS	70
9.4	STROMEINSPEISUNG.....	71
9.5	CO ₂ -BILANZIERUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS UND DES VERKEHRS.....	72
9.6	GEOTHERMIEPOTENZIAL.....	72
10.	KARTENMATERIAL	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept.....	3
Abbildung 2 - Übersicht der Gemeinde (OpenStreetMap (and) contributors, 2014)	7
Abbildung 3 - Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Merzhausen	8
Abbildung 4 - Siedlungsstruktur von Merzhausen nach Baualter	9
Abbildung 5 - Verteilung der Gebäudearten in Merzhausen	10
Abbildung 6 - Hauptstraßen, Gasleitungen (grün) in Merzhausen	11
Abbildung 7 - Indikatoren zum Flächenverbrauch der Gemeinde Merzhausen im Jahr 2012 (StaLa-BW, 2014)	13
Abbildung 8 - Gesamt-Stromverbrauch in Merzhausen nach Sektoren	14
Abbildung 9 - Stromverbrauch nach öffentlicher Liegenschaft (2012)	15
Abbildung 10 - Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2010-2012)	16
Abbildung 11 - Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr	16
Abbildung 12 - Zubau PV-Anlagen und kumulierte Leistung.....	17
Abbildung 13 - Anteil der Stromerzeugung mit EE und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch	18
Abbildung 14 - Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Bundesverband Kraft-Wärme- Kopplung e.V., 2013)	19
Abbildung 15 - Vermeidung von CO ₂ -Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strom-Mix.....	20
Abbildung 16 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren.....	21
Abbildung 17 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Energieträger	22
Abbildung 18 - Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger	22
Abbildung 19 - Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen	23
Abbildung 20 - Ausschnitt aus dem Wärmekataster: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene	24
Abbildung 21 - CO ₂ -Emissionen der öffentlichen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung	25
Abbildung 22 - Energieverbrauch im Sektor Verkehr nach Kraftstoff und Fahrzeugtyp in Merzhausen (2012) (Datengrundlage: StaLa-BW, 2014)	27
Abbildung 23 - Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren (2012)	28
Abbildung 24 - Gesamt-Energieverbrauch nach Energieträger (2012)	29
Abbildung 25 - Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträger (2012).....	29
Abbildung 26 - Gesamt-Energieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen im Jahr 2012.....	30
Abbildung 27 - CO ₂ -Emissionen nach Sektoren (2012).....	31
Abbildung 28 - CO ₂ -Emissionen nach Energieträger (2012).....	32
Abbildung 29 - CO ₂ -Emissionen nach Sektoren und Energieträger (2012).....	33
Abbildung 30 - CO ₂ -Emissionen der öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen (2012)	34
Abbildung 31 - Auszug aus dem Solarkataster von Merzhausen.....	36

Abbildung 32 - Solarpotenziale der Gemeinde Merzhäusen.....	37
Abbildung 33 - Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung	39
Abbildung 34 - Besitzverhältnisse der bewirtschafteten Waldflächen	40
Abbildung 35 - Einschlagsmenge und Nutzungsart.....	41
Abbildung 36 - Energieholzpotenzial aus der Forstwirtschaft.....	42
Abbildung 37 - Windgeschwindigkeiten in Merzhäusen (Datengrundlage: UMBW, 2011).....	43
Abbildung 38 - Techniken der oberflächennahen Geothermie zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden und Prozessen im Wohn- und Gewerbebereich	45
Abbildung 39 - Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Merzhäusen	45
Abbildung 40 - Darstellung der geologischen und morphologischen Zonierung sowie des berechneten theoretischen Geothermiekatasters für die Gemeinde Merzhäusen	47
Abbildung 41 - Darstellung des technisch-ökonomischen Geothermiekatasters für die Gemeinde Merzhäusen	48
Abbildung 42 - Aktueller Stromverbrauch im Kontext der Erneuerbare-Energie-Strom- Potenziale und der energiepolitischen Ziele des Landes (38% EE-Anteil) für 2020.....	51
Abbildung 43 - Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der EE am Wärmeverbrauch.....	52
Abbildung 44 - Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträger und Baualter	53
Abbildung 45 - Heizkraftwerk Vauban mit dem geplanten Anschluss des Quartiers Sauerplatten in Merzhäusen (Quelle: badenova Wärmeplus, 2014)	54
Abbildung 46 - Geplanter Trassenverlauf der Fernwärmeleitung in Sauerplatten (Quelle: badenova Wärmeplus, 2014)	55
Abbildung 47 - KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Merzhäusen.....	56
Abbildung 48 - Ausschnitt aus dem Wärmekataster	56
Abbildung 49 - CO ₂ -Einsparpotenzial durch den Wechsel von Heizöl auf Erdgas und Solarthermie	57
Abbildung 50 - Wärmeverbrauch der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	59
Abbildung 51 - Förderprogramme des Bundes und ihre Verknüpfung für eine längerfristige Kampagne zur Aktivierung bisher ungenutzter CO ₂ - Minderungspotenziale in Merzhäusen.....	62
Abbildung 52 - Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Strukturdaten der Gemeinde Merzhausen (StaLa-BW, 2014)	6
Tabelle 2 - Detailbilanz Verkehr 2012 von Merzhausen (Datengrundlage: StaLa-BW, 2014)	26
Tabelle 3 - Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik	36
Tabelle 4 - Quantitative Potenziale zur Abdeckung des Gebäudewärmebedarfs in Merzhausen	48
Tabelle 5 - Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005	69
Tabelle 6 - Energiequellen des Deutschen Strommix und ihre Anteile; Quelle Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme GEMIS des Ökoinstituts, Ver. 4.6	71
Tabelle 7 - CO ₂ -Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien	71
Tabelle 8 - Vorgegebene Untergrundparameter	72
Tabelle 9 - Vorgegebene Sondenparameter	73
Tabelle 10 - Berechnete spez. Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	73
Tabelle 11 - Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	74
Tabelle 12 - Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	74

Zusammenfassung der Ergebnisse

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

Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Ca. 11.600 MWh im Jahr 2012. Der Sektor „Wohngebäude“ hat davon mit 71 % den deutlich höchsten Anteil. Der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ (GHD) steht mit 25 % des Stromverbrauchs an zweiter Stelle.
- **Strom aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 354 MWh Strom wurden im Jahr 2012 in Merzhausen durch Photovoltaikanlagen (PV) produziert. Dies entspricht 3 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Eine gute Vergütung durch das EEG hatte auch in Merzhausen zum Ausbau der PV-Kapazitäten geführt. Zwischen 2007 und 2012 ist die Stromproduktion aus PV von rund 78 MWh/Jahr auf 354 MWh/Jahr gestiegen.
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 47.800 MWh im Jahr 2012. Die privaten Wohnhäuser haben erwartungsgemäß den höchsten Wärmeverbrauch mit einem Anteil von 77 %. Der Wärmebedarf wird zum größten Teil durch Erdgas (56 %) und Heizöl (34 %) gedeckt, was sich deutlich in der CO₂-Bilanz niederschlägt.
- **Wärme aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 230 MWh Wärme wurden im Jahr 2012 durch solarthermische Anlagen produziert und ca. 2.320 MWh werden durch Energieholz bereitgestellt. Einen wesentlichen Anteil hat außerdem die Geothermie mit 431 MWh im Jahr 2012. Zusammengenommen werden somit 6,2 % des Gesamt-Wärmeverbrauchs durch Erneuerbare Energien gedeckt.

Energie- und CO₂-Bilanz

- **Energie-Bilanz:** Auf rund 67.100 MWh summiert sich der Energieverbrauch der Gemeinde Merzhausen im Jahr 2012.
- **CO₂-Bilanz:** In Merzhausen werden durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr im Jahr 2012 21.871 t CO₂ ausgestoßen. Umgerechnet emittiert damit jeder Merzhausener Bürger 4,5 t CO₂ im Jahr. Als klimaneutral gelten Pro-Kopf-Emissionen von 2,0 t CO₂ im Jahr. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2008 pro Kopf durchschnittlich 6,8 t CO₂-Emissionen emittiert.

Erfassung Gebäudestruktur

- **Einsparpotenzial:** Rund 80 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- 40 % der Wohngebäude sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m² aufweisen. Die Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Bei 100 %-iger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude ergibt sich (theoretisch) eine Einsparung von 38 % des aktuellen Gesamt-Wärmebedarfs.

Erneuerbare Energiepotenziale

- **Solar:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik (PV) sind signifikant. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:
 - Würden alle hierfür geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 9.940 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspricht 89 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
 - Setzt man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwasserzubereitung ein, könnten bei Verzicht von 9 % des Solarstrompotenzials ca. 3.180 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 8.840 MWh/Jahr und entspricht dadurch 79 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
- **Biomasse:** Die überwiegende Energieholzmenge wird jährlich durch den Gemeindewald in Merzhausen bereitgestellt. Grundsätzlich gibt es aktuell keine freien Energieholzpotenziale. Ein geringes Energiepotenzial ergibt sich aus organischen Reststoffen und Traubentrester. Dies ist allerdings nicht wirtschaftlich nutzbar.
- **Windenergie:** Innerhalb der Gemarkungsgrenzen von Merzhausen gibt es keine windhöffigen Standorte und somit kein wirtschaftliches Potenzial für Windkraftanlagen.
- **Geothermie:** Die Nutzung von Tiefengeothermie kommt in Merzhausen in naher Zukunft nicht in Frage. Die Nutzung der oberflächennahen geothermischen Wärme mit Wärmepumpen könnte den Anteil Erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung in der Gemeinde deutlich steigern. Es ergibt sich ein theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial von 4.530 MWh pro Jahr.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus Erneuerbaren Energien:** Mit der Nutzung der vorhandenen PV-Potenziale könnte Merzhausen die Energie- und Klimaziele des Landes nicht nur erreichen, sondern deutlich übertreffen. Der Ausbau der Stromerzeugung aus PV ist daher ein wichtiges Handlungsfeld.
- **Nutzung der Wärmepotenziale aus Erneuerbaren Energien:** Die Klimaschutzziele des Landes könnten durch die verstärkte Nutzung der Solarthermie und der Geothermie in Merzhausen erreicht werden.
- **Erhöhung der Energieeffizienz:** Einige Gebäude werden noch mit alten, ineffizienten Heizanlagen beheizt. Durch einen Austausch dieser Anlagen könnte die Effizienz erhöht werden. Zusätzlich sollten vor allem die Gewerbebetriebe als Standorte für Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) geprüft werden.
- **Die Umstellung** der hohen Zahl von Heizöl-Heizungen auf Erdgas in Kombination mit Solarthermie könnte zur Minderung der Emissionen der Gemeinde um 635 t CO₂ im Jahr beitragen.
- **Energieeinsparpotenziale:** Aus dem großen Anteil an Wohngebäuden, die vor 1984 gebaut wurden, ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Durch Vollsanierung der Wohngebäude könnten jährlich 38 % des Wärmebedarfs eingespart und somit das Ziel von 20% Verbrauchsreduzierung bis 2020 erreicht werden, jedoch ist der Einfluss der Gemeinde in diesem Bereich beschränkt.

1. Ausgangslage

1.1 Global denken

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

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

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

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

1.2 Lokal handeln

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

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

Da BW 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 20 % zu erhöhen. Außerdem soll der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung bis 2020 auf 16 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt.

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

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

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

Im Rahmen des Beteiligungsmodells „kompass“ – kommunale Partnerschaft – hat die Gemeinde Merzhausen im Jahr 2014 eine umfangreiche Energiepotenzialstudie bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, die Grundlage für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten, die auf einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale Erneuerbarer Energien auf dem Gemeindegebiet aufbaut.

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie entstand im Jahr 2014 in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort. In ihr sind die Ergebnisse der CO₂- und Energiebilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen analysiert und zusammengefasst.

1.3 Klimaschutzkonzept und Energiepotenzialstudie

1.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzepts

Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte basieren überwiegend auf folgenden drei Säulen: Energieeinsparungen auf der Verbraucherseite, Effizienzsteigerungen in der Energieerzeugung und Substitution fossiler Energieträger durch den Einsatz Erneuerbarer Energien. Um innerhalb dieses Rahmens ein ausgewogenes Verhältnis zu erreichen und die Einzelmaßnahmen zu identifizieren, die das beste Verhältnis zwischen CO₂-Einsparung und Kosten erwarten lassen, müssen zunächst die Energieverbräuche und -potenziale in einer Gemeinde analysiert werden.

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

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

Ergebnis von Modul 1 und 2 ist die hier vorliegende Energiepotenzialstudie, die einen ersten großen Schritt zu einem Klimaschutzkonzept der Gemeinde darstellt.

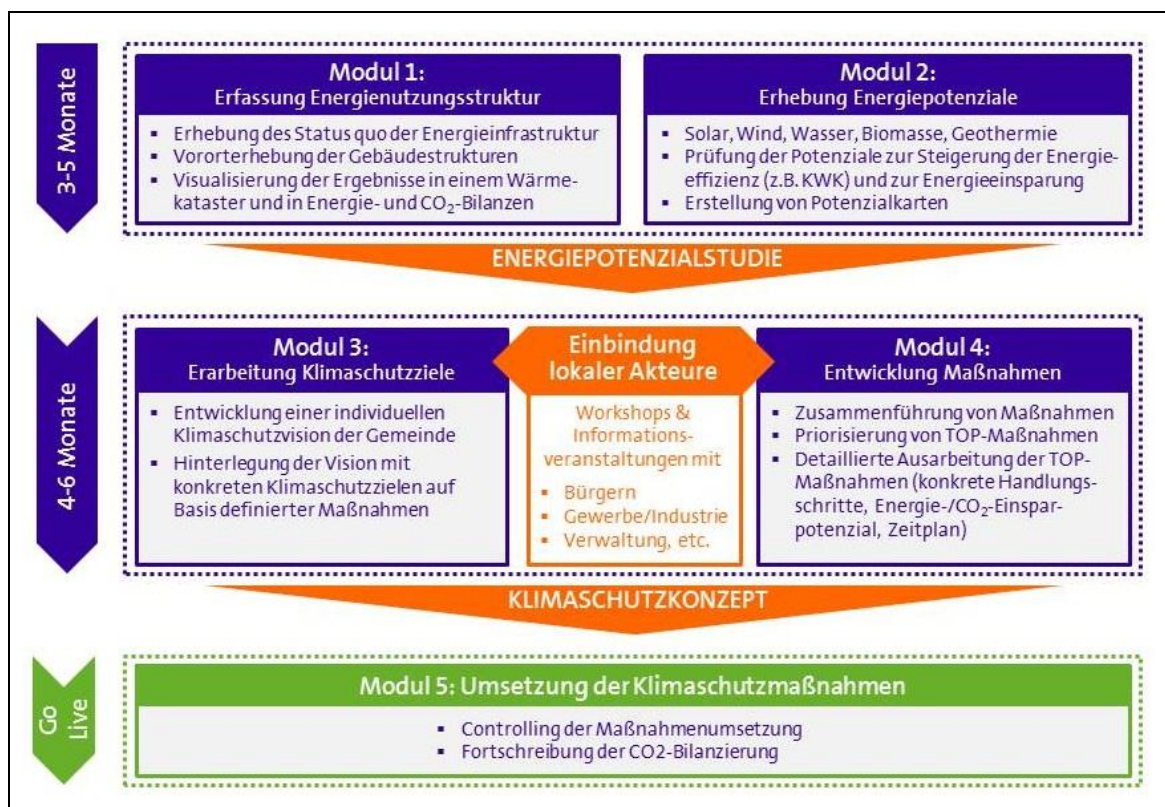


Abbildung 1 - Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

Aufbauend auf die hier vorliegende Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. Dies kann in Zusammenarbeit mit den Bürgern der Gemeinde Merzhausen z.B. in folgenden Schritten geschehen:

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

Mit Modul 3 und 4 wäre dann das Klimaschutzkonzept abgeschlossen. Modul 5 des von badenova vorgeschlagenen Vorgehens besteht dann in der Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen und der Fortschreibung der CO₂-Bilanz.

1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

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

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

1.3.3 Anmerkungen zur verwendeten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Energiepotenzialstudie sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Gemeinde eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Die nachfolgende CO₂-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde 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).

- Im Fall des Stromverbrauchs basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Im Fall der Wärme werden Endenergie und Nutzenergie unterscheiden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- Das größte Potenzial zur Energie- und damit auch zur Kosteneinsparung liegt beim Verbrauchssektor Privathaushalte, dem mit einem Anteil von knapp 30 % am Endenergieverbrauch in Deutschland eine Schlüsselrolle zukommt (Umweltbundesamt, 2012). 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors entfallen alleine auf die Beheizung der Wohnräume (BMW, 2010). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie der badenova liegt daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude sowie auf einer groben Abschätzung der aktuellen lokalen Sanierungsrate. Auf diese Weise lassen sich Verbrauchsabschätzungen und Einsparpotenziale im Gebäudebestand ableiten.
- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und CO₂-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürger der Gemeinde durch Fahrten in die nächste Stadt Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Gemeindegrenzen hinausgehen.

2. Wichtige Strukturdaten der Gemeinde

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Gemeinde Merzhausen liegt, umgeben von Wäldern und Reben, zwischen Schwarzwald und Schönberg am Eingang des Hexentals. Sie gehört flächenmäßig zu den kleinsten Gemeinden im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald. Im Jahr 2012 lebten insgesamt 4.908 Menschen in Merzhausen. Diese Zahl nimmt durch Zuzug in den letzten Jahren stetig zu.

Der Ort erstreckt sich auf einer Höhe zwischen 254 m bis 538 m ü. NN und die Gemarkungsfläche beträgt 276 ha. Davon entfallen 58 ha auf Wald und 114 ha auf Landwirtschaftsfläche. Die Gemeinde grenzt im Norden und Osten unmittelbar an die Stadt Freiburg an. Im Süden liegt die Gemeinde Au und im Westen die Gemeinde Ebringen.

In Merzhausen sind ca. 50 Gewerbebetriebe ansässig, darunter vor allem kleine und mittlere Dienstleistungsunternehmen sowie klassische Handwerksbetriebe. Produzierendes Gewerbe ist kaum vertreten. Als Bindeglied zwischen Stadt und Land weist Merzhausen eine verkehrsgünstige Lage auf und ist gut an das überörtliche Straßennetz und an Fernverkehrsstraßen angebunden. Mit zwei städtischen und einer regionalen Buslinie ist Merzhausen an den öffentlichen Nahverkehr und somit auch an den Zug- und Fernverkehr in Freiburg angebunden. An zwei Standorten in der Gemeinde sind Car-Sharing-Autos verfügbar. Die Gemeinde Merzhausen wird durch die bnNETZE GmbH mit Strom und Gas versorgt.

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

	Gemeinde	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	4.908	Anzahl	2012
Fläche insgesamt	276	ha	2012
Waldfläche	59	ha	2012
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	114	ha	2012
Rinderbestand insgesamt	0	Anzahl	2010
Wohngebäude	982	Anzahl	2012
Wohnungen	2.574	Anzahl	2012
Kraftfahrzeugbestand	2.861	Anzahl	2013

Tabelle 1 - Strukturdaten der Gemeinde Merzhausen (StaLa-BW, 2014)

Seit mehreren Jahren ist die Gemeinde im Bereich Klimaschutz aktiv. Zahlreiche Maßnahmen mit dem Ziel der Senkung des Energieverbrauches wurden bereits durchgeführt. Beispielsweise wurden die meisten öffentlichen Liegenschaften energetisch saniert und auf vielen kommunalen Dächern wurden Solaranlagen installiert. Über den Nahwärmeverbund im Ortskern liefert das Blockheizkraftwerk im Bürgerbad Wärme für die umliegenden öffentlichen Liegenschaften und die Ortsmitte mit dem Veranstaltungs- und Gemeindezentrum FORUM sowie weiteren Wohn- und Geschäftsgebäuden.

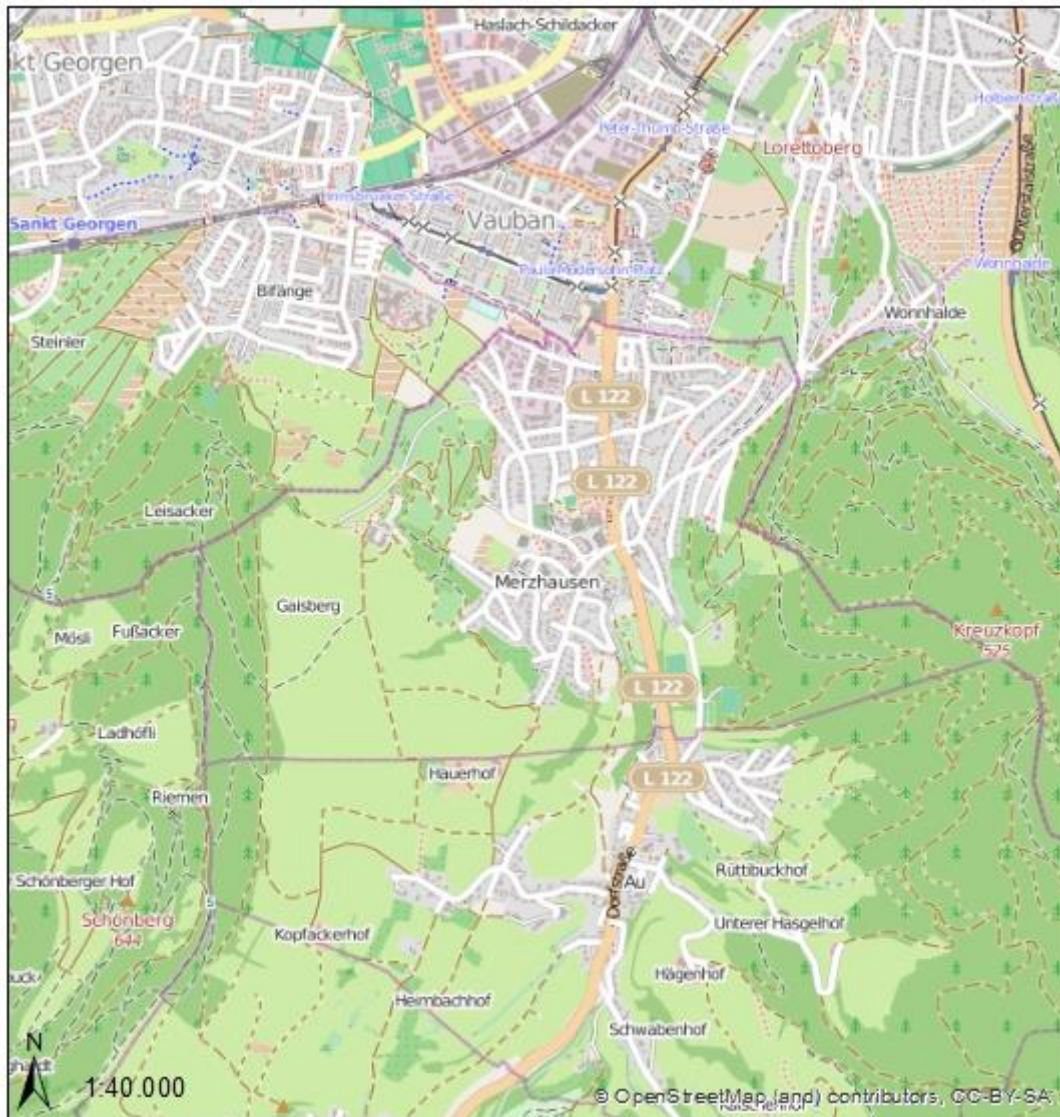


Abbildung 2 - Übersicht der Gemeinde (OpenStreetMap (and) contributors, 2014)

2.2 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Merzhausen wurde eine Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand.

Bei der Typologie geht man davon aus, dass „Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen“ (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegrößen in Klassen eingeteilt (vgl. Kapitel 9. Methodik). Die Grenzjahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, so dass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

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

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude von Merzhausen nach Baualter dargestellt. Rund 80 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

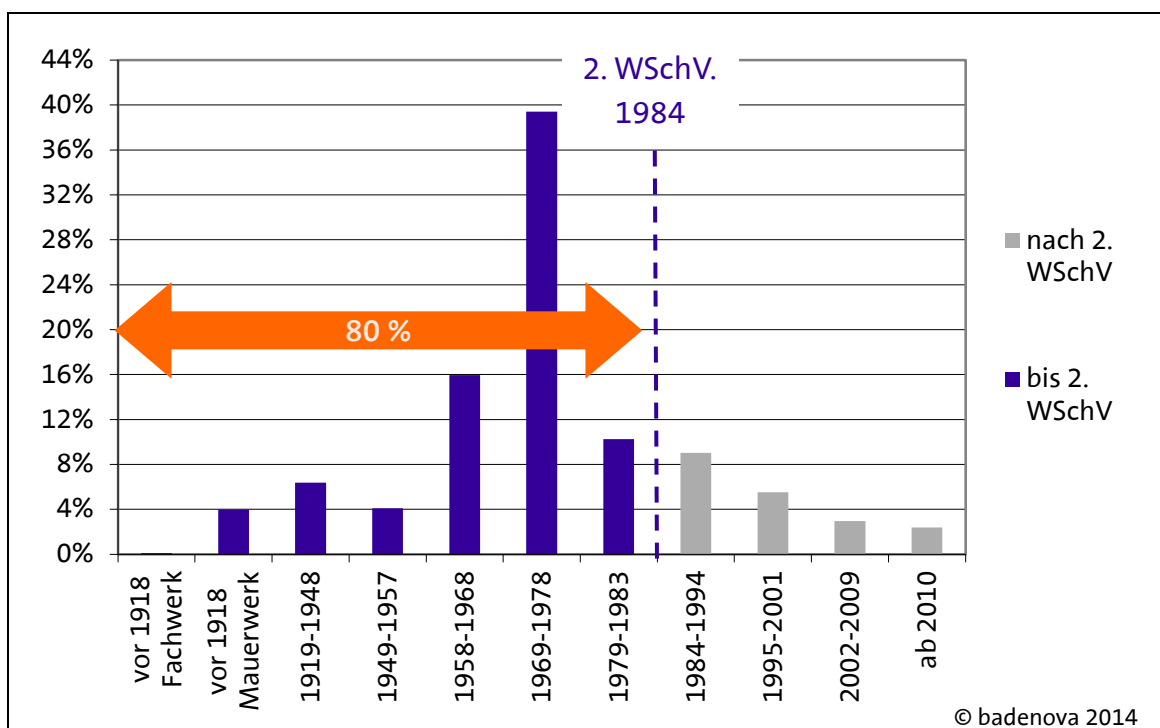


Abbildung 3 - Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Merzhausen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Merzhausen treffen. In Abbildung 4 sind hierzu

alle Gebäude in Altersklassen eingeteilt und zu Baublöcken zusammengefasst worden. Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung.

In Merzhausen gibt es nur wenige Gebäude, die vor 1945 erbaut worden sind. Ein alter Ortskern, wie er typisch für ländliche Gemeinden ist, ist nicht vorhanden. Besonders in den 1970er Jahren ist der Ort stark gewachsen, was durch mehrere Wohngebiete aus dieser Zeit deutlich wird. Um den Flächenverbrauch zu reduzieren und der Nachfrage nach Wohnraum im Umfeld von Freiburg nachzukommen, wurde in Merzhausen vor allem auf die Nachverdichtung und Bebauung von Baulücken gesetzt. Dies zeigt sich auch an vielen Gebieten mit gemischter Bebauung, vgl. Abbildung 4.

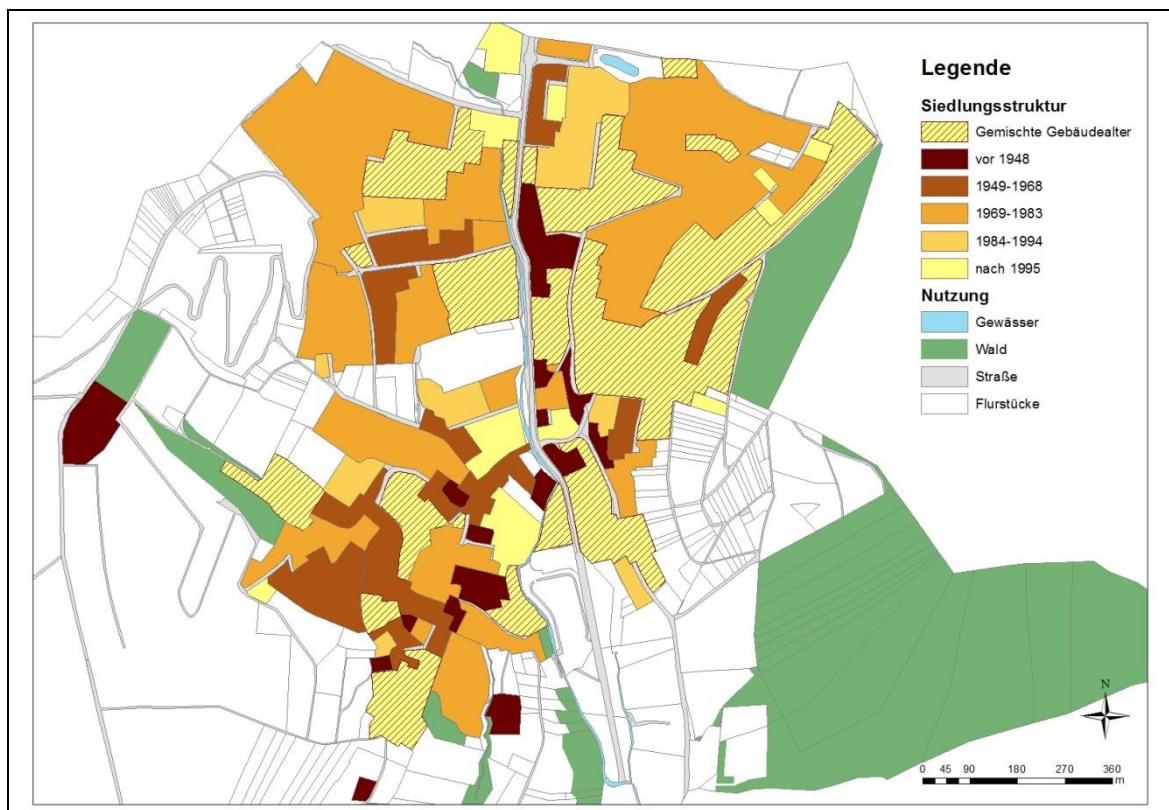


Abbildung 4 - Siedlungsstruktur von Merzhausen nach Baualter

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

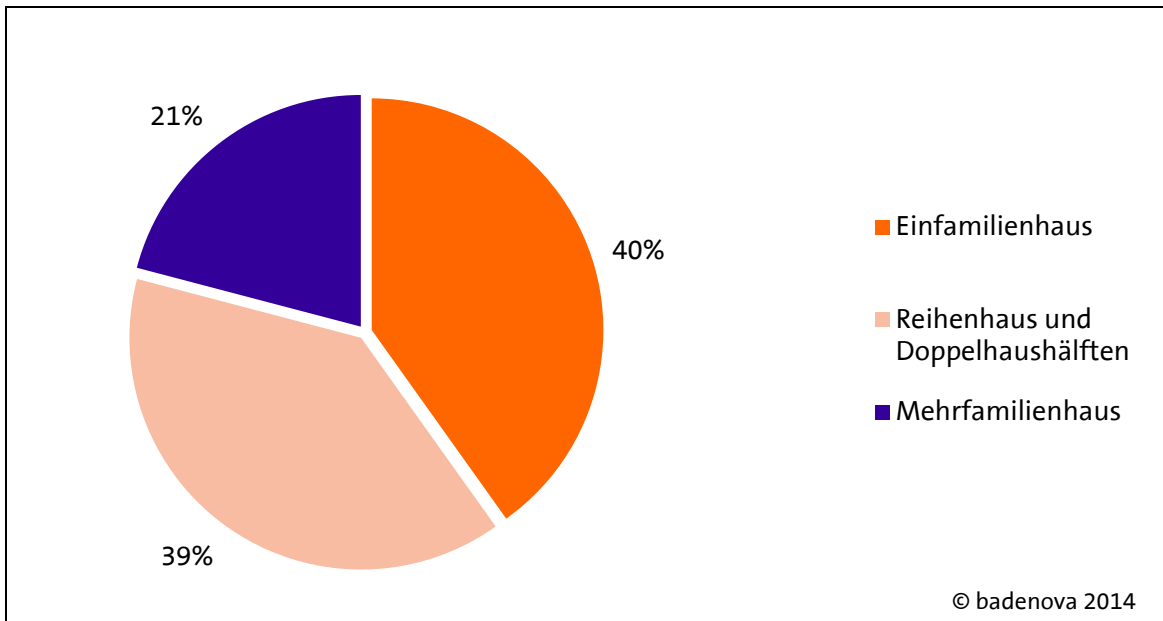


Abbildung 5 - Verteilung der Gebäudearten in Merzhausen

Die urbane Siedlungsstruktur von Merzhausen und direkte Nähe zur Stadt macht sich in der hohen Anzahl an Mehrfamilienhäusern bemerkbar. Mit 21% stellen diese einen vergleichsweise hohen Anteil dar. Diese Gebäudeart wäre für die Versorgung durch Kraft-Wärme-Kopplung bzw. Nahwärmenetze geeignet.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser. Diese machen in Merzhausen 40% des Wohnbestandes aus, was im Vergleich mit Referenzgemeinden ein deutlich geringerer Anteil ist, vgl. Abbildung 5. Einfamilienhäuser sollten dennoch in der Analyse nicht vernachlässigt werden, da sie bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle spielen. 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.

2.3 Lokale Wärmeinfrastruktur

Die untenstehende Abbildung 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur. Merzhausen verfügt über ein gut ausgebautes Gasnetz. Lediglich bestimmte Straßenzüge sind nicht erschlossen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass fast 60% des Wärmeverbrauchs durch Erdgas gedeckt werden.

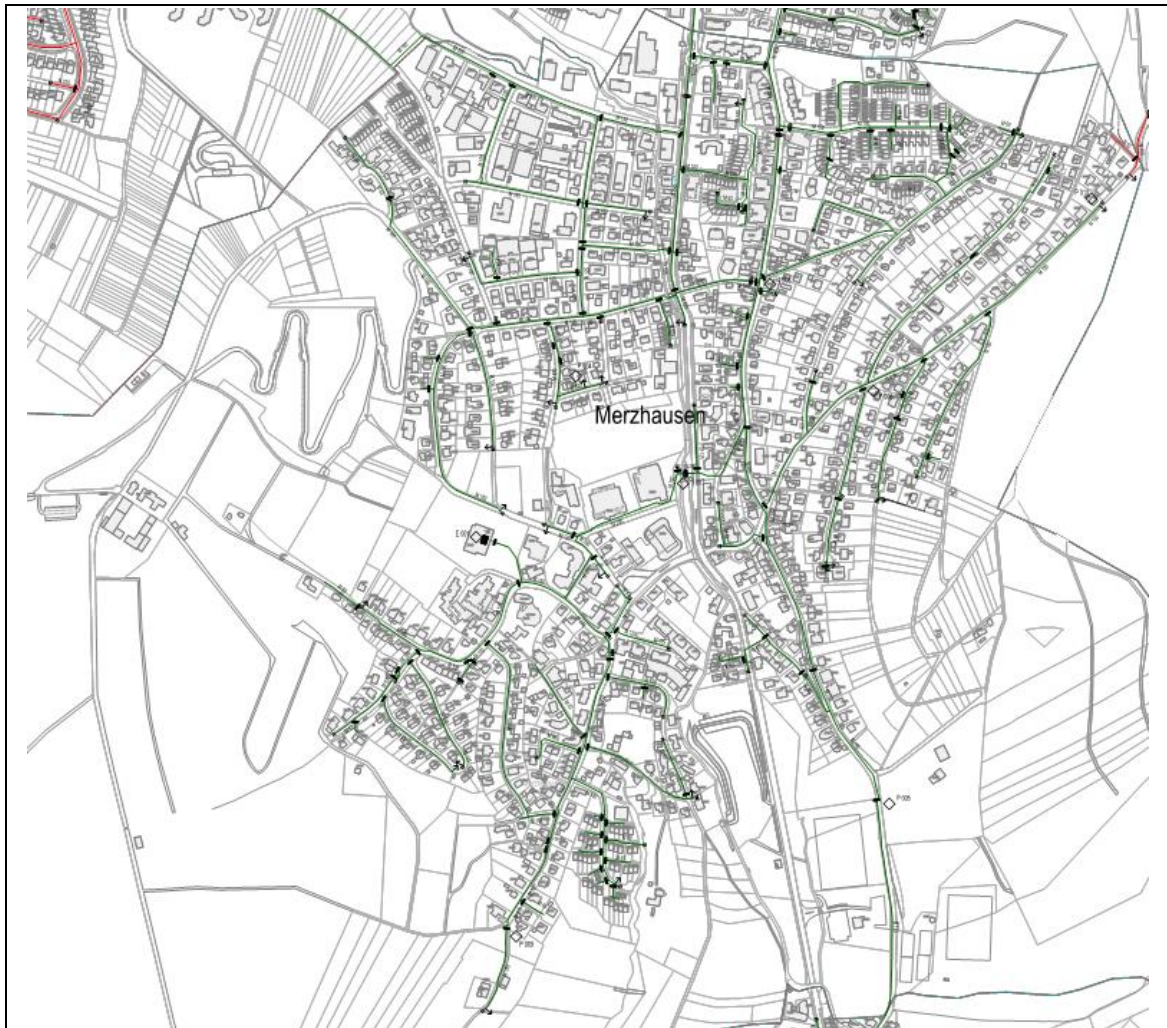


Abbildung 6 - Hauptstraßen, Gasleitungen (grün) in Merzhausen

2.4 Nachhaltiges Flächenmanagement

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

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

- Flächeneinsatz

- Effizienz
- Qualität
- Flächenmanagement

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg (StaLa-BW) ermittelt diese Indikatoren zum Flächenverbrauch regelmäßig für alle Gemeinden in Baden-Württemberg und betrachtet bei allen vier Indikatoren jeweils den derzeitigen Zustand sowie die Entwicklung in den letzten acht Jahren. Jede Gemeinde wird im Vergleich zu strukturell ähnlichen Gemeinden dargestellt. Danach wird die Gemeinde Merzhausen, mit ihrer Nähe zur Stadt Freiburg und städtischen Struktur, als „Randzone um Verdichtungsraum mit einer Einwohnerzahl unter 5.000“ definiert.

Abbildung 7 zeigt das Ergebnis dieses Vergleichs in einem Kreisdiagramm. Der Durchschnittswert der Referenzgemeinden ist als graue Fläche dargestellt. Die Werte der Gemeinde Merzhausen sind als blaue Linie eingezeichnet. Die Werte sind umso vorteilhafter je näher sie beim Zentrum liegen und umso nachteiliger je mehr sie sich in Richtung Rand erstrecken.

Der Indikator Flächeneinsatz (orange) zeigt die Flächeninanspruchnahme der Gemeinde in Siedlungsfläche pro Einwohner. Hier liegt Merzhausen knapp unter dem Durchschnitt und kann somit einen etwas besseren Flächeneinsatz pro Einwohner als vergleichbare Gemeinden aufweisen.

Bei der Effizienz der Flächennutzung (gelb) wird die Nutzung und bauliche Dichte von Wohngebieten eingeschätzt. Hier schneidet Merzhausen deutlich besser ab als der Durchschnitt und weist somit eine effizientere Nutzung von Gebäude- und Freiflächen für Wohnen auf.

Die Qualität der Flächennutzung (grün) betrachtet den Anteil von Erholungsflächen in der Gemeinde. Diese sind wichtig, sowohl um ein gesundes und attraktives Umfeld für Einwohner und Unternehmen zu schaffen als auch um ökologische Belastungen der Siedlungsentwicklung zu mindern. In dieser Kategorie schneidet Merzhausen schlechter als vergleichbare Gemeinden ab und es gibt im Vergleich gesehen weniger Erholungsflächen im Gemeindegebiet.

Beim Flächenmanagement werden neugebaute Wohn- und Nutzflächen im Verhältnis zu Veränderungen in Flächenzuweisung für Gebäude betrachtet. Die Werte der Gemeinde Merzhausen liegen bei diesem Indikator sehr weit in der Mitte. Sie zeigen somit an, dass das Flächenmanagement in der Gemeinde weitaus vorteilhafter ist als in vergleichbaren Gemeinden. Wenige Baulücken, eine starke Nachverdichtung und Maßnahmen an bereits vereinnahmten Flächen führen hier zu einer solchen Bewertung.

Durch die Vor-Ort-Begehung konnten in Merzhausen lediglich vier leerstehende bzw. unbewohnte Gewerbeflächen und Wohnungen ausfindig gemacht werden, jedoch kein leerstehendes Gebäude. Diese (wenigen) freien Flächen könnten einerseits Potenziale für die Mobilisierung von Bauland bzw. für neue Wohnbauprojekte bieten und andererseits zu einer Nutzwertsteigerung dieser Flächen führen.

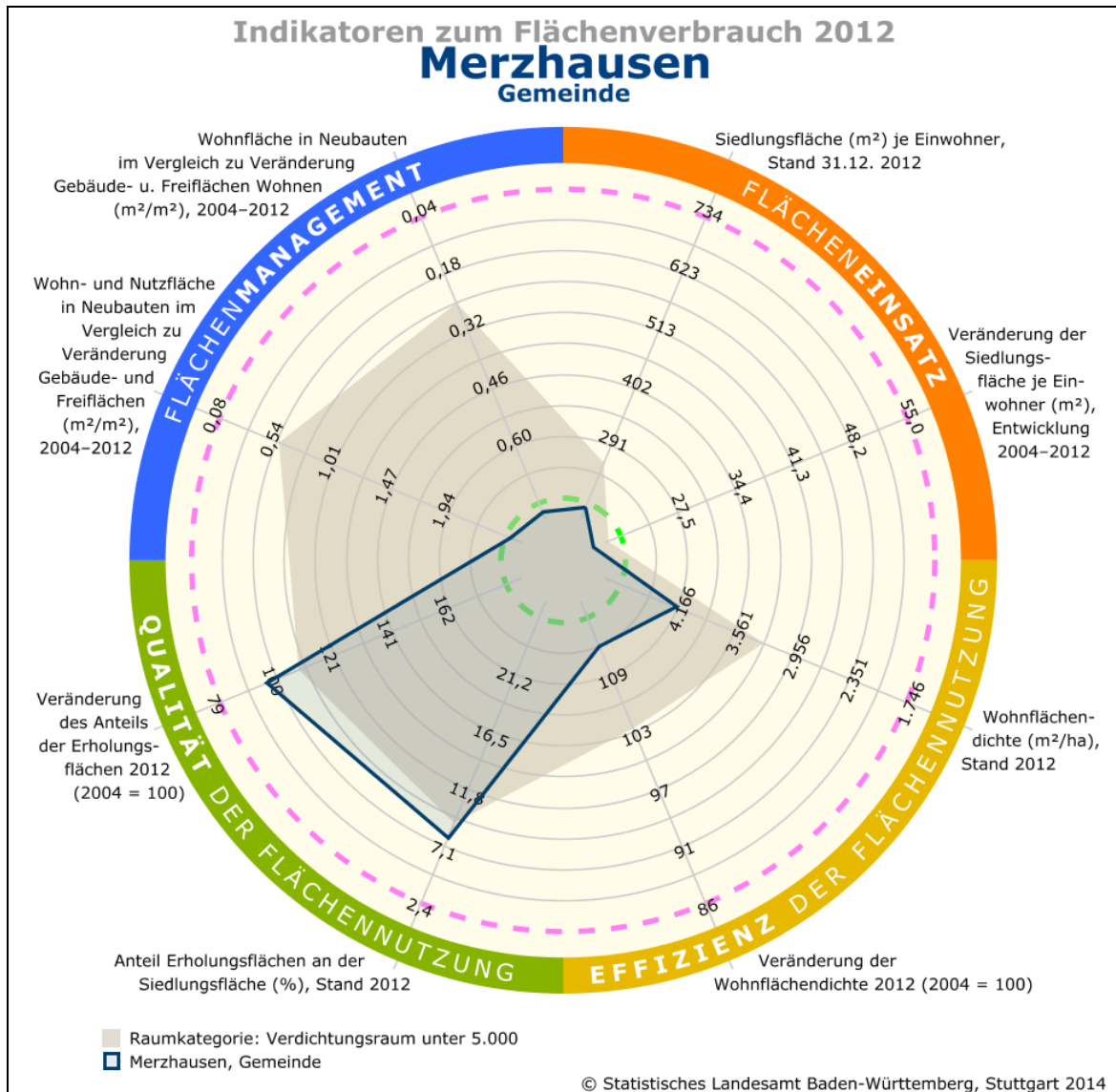


Abbildung 7 - Indikatoren zum Flächenverbrauch der Gemeinde Merzhausen im Jahr 2012 (StaLa-BW, 2014)

Auch in Zukunft sind die Aktivierung von Baulücken sowie die Identifizierung von leerstehenden Gebäuden und Bauplätzen aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten bedeutsam, um der zunehmenden Baulandknappheit und der Neuinanspruchnahme von Freiflächen vorzubeugen. Hierdurch kann ein nachhaltiges Flächenmanagement gewährleistet werden.

3. Energienutzung und CO₂-Bilanz

3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die aktuellen Stromverbrauchsdaten (2010-2012), aggregiert auf die gesamte Gemeinde, wurden durch eine Abfrage beim örtlichen Stromnetzbetreiber, der bnNETZE GmbH, erhoben. Zusätzlich wurden von der Gemeindeverwaltung detaillierte Stromverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung zur Verfügung gestellt.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Merzhausen bei rund 11.600 MWh im Jahr 2012. Der Sektor „Wohngebäude“ stellte mit 71 % den deutlich größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs (ca. 8.300 MWh/Jahr), vgl. Abbildung 8. Mit 25 %, also durchschnittlich rund 2.800 MWh/Jahr, steht der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ an zweiter Stelle.

Der Sektor „Öffentliche Liegenschaften“ und die Straßenbeleuchtung der Gemeinde waren im Jahr 2012 für jeweils 2% des Gesamt-Stromverbrauchs verantwortlich.

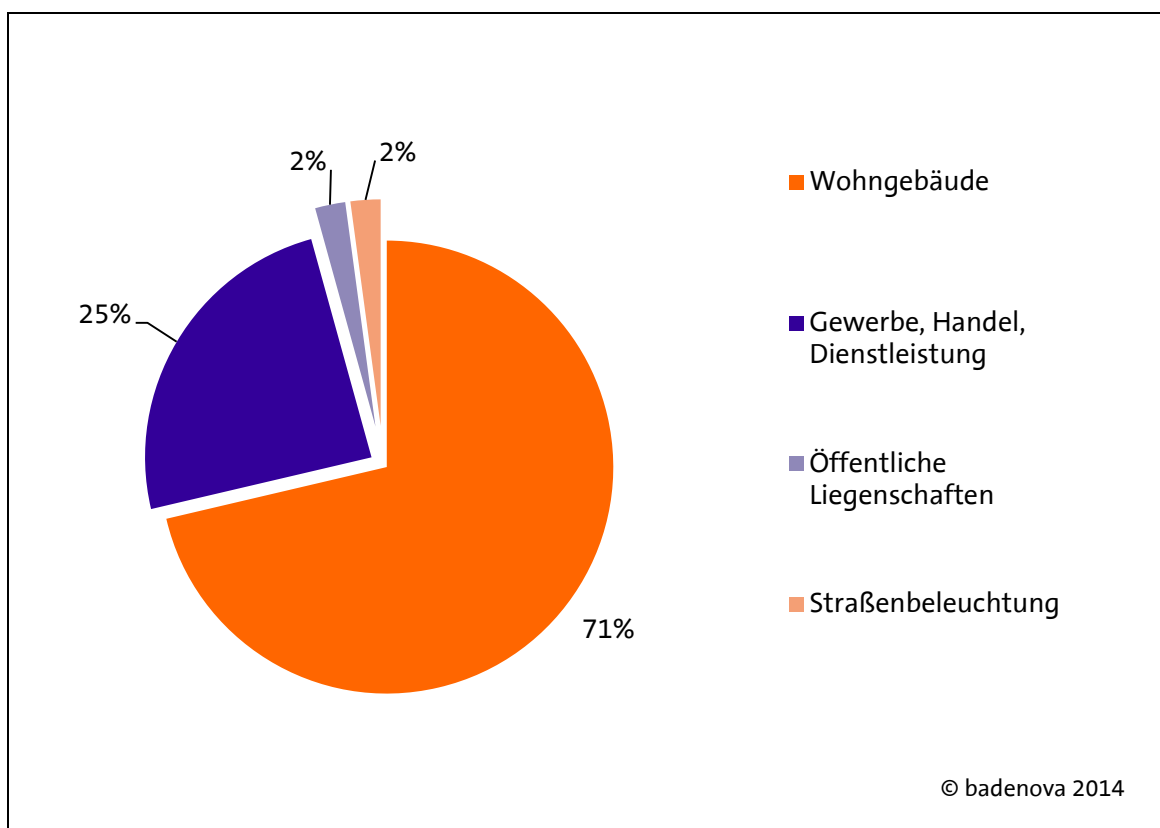


Abbildung 8 - Gesamt-Stromverbrauch in Merzhausen nach Sektoren

Der Stromverbrauch der gesamten öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen betrug in 2012 ca. 250 MWh. Den höchsten individuellen Anteil am Stromver-

brauch im Sektor „Öffentliche Liegenschaften“ hat die Sporthalle im Ortszentrum mit ca. 76 MWh/Jahr. Die weiteren wesentlichen Einzelverbraucher sind das FORUM¹ (ca. 69 MWh/Jahr), das Rathaus (ca. 50 MWh/Jahr) und das Alois-Rapp-Haus (ca. 38 MWh/Jahr), vgl. Abbildung 9.

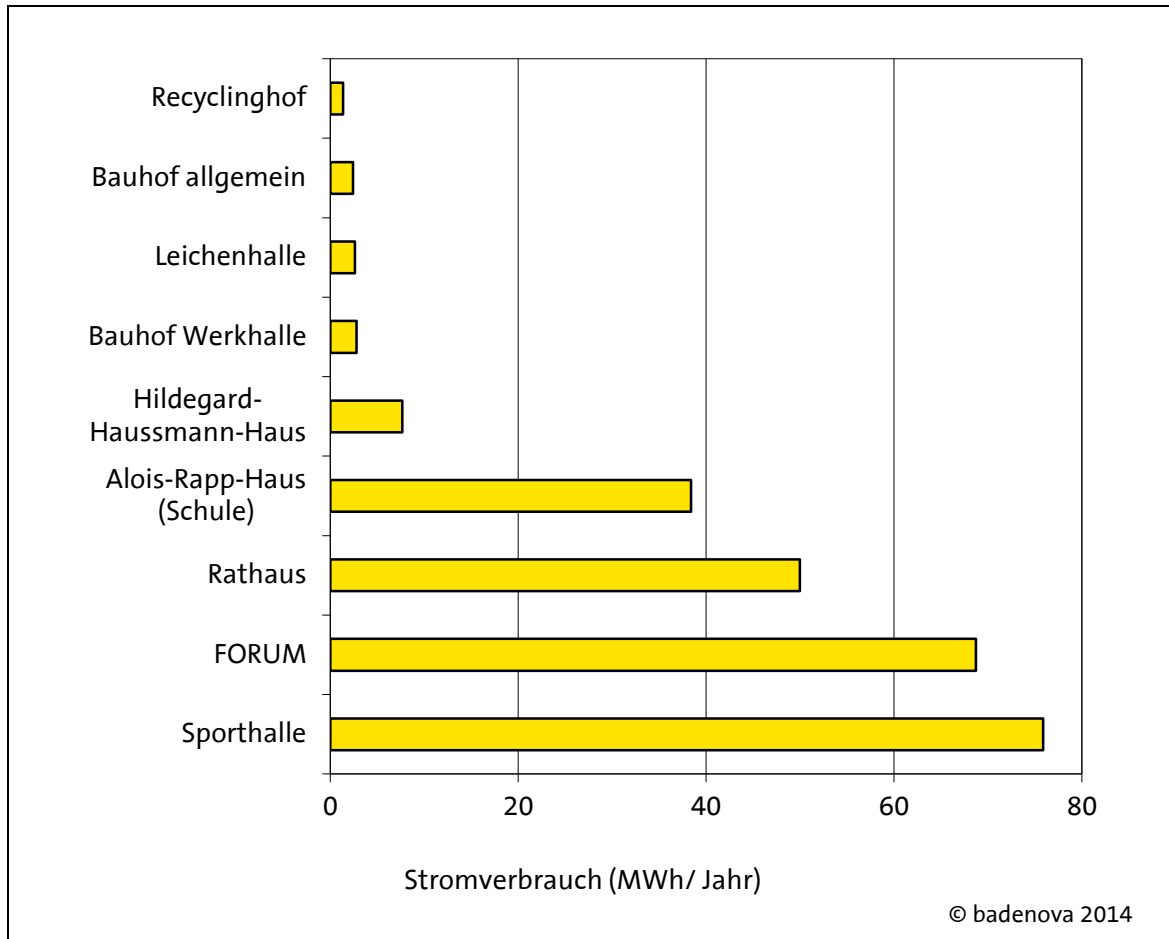


Abbildung 9 - Stromverbrauch nach öffentlicher Liegenschaft (2012)

Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung in Merzhausen summiert sich im Jahr 2012 auf knapp 248 MWh/Jahr. Damit ist der jährliche Verbrauch der Straßenbeleuchtung in etwa genauso hoch wie der jährliche Gesamt-Stromverbrauch aller öffentlichen Liegenschaften und wird hier gesondert betrachtet. Abbildung 10 zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung in den Jahren 2010-2012. Die Sprünge im Verbrauch sind auf die unterschiedlichen Abrechnungszeiträume zurückzuführen.

¹ Da das FORUM erst im Laufe des Jahres 2012 fertig gestellt wurde, werden in dieser Studie für diese Liegenschaft jeweils die Strom- und Gasverbrauchswerte des Jahres 2013 verwendet.

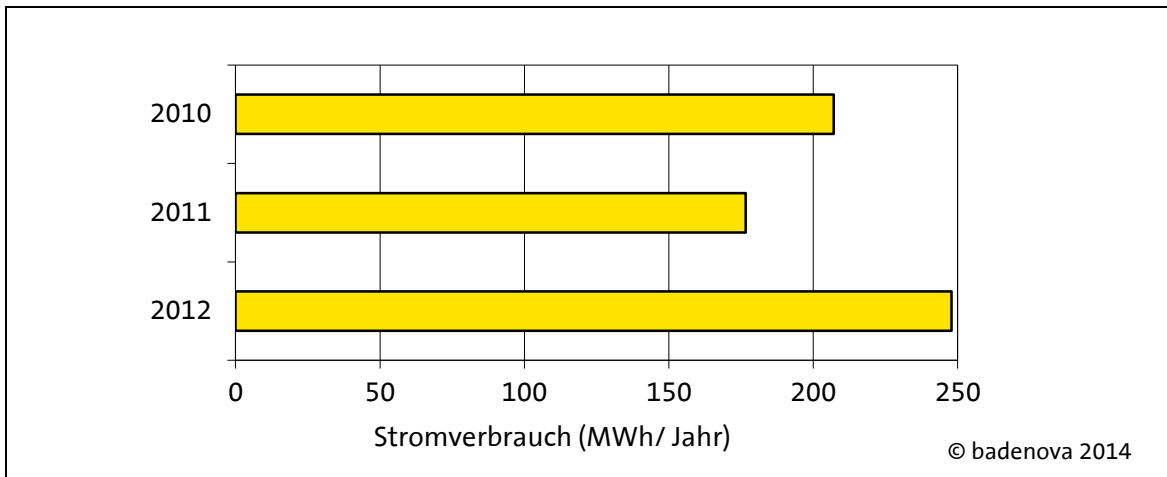


Abbildung 10 - Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2010-2012)

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In Merzhäusen wurden im Jahr 2012 rund 51 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit liegt die Gemeinde Merzhäusen leicht unter dem Mittelwert von 55 kWh/Jahr der 29 Referenzgemeinden (vgl. Abbildung 11).

Im Frühjahr 2014 hat die Gemeinde Merzhäusen die Modernisierung der Straßenbeleuchtung beschlossen. Dabei werden die alten, ineffizienten Quecksilberdampf-Leuchten mit neuen LED-Leuchten ersetzt. Laut beauftragtem Ingenieurbüro Burgert wird sich die Energieeinsparung nach dem Umbau der Beleuchtung auf 60 bis 65 % belaufen, womit Merzhäusen zu den Gemeinden mit dem geringsten Stromverbrauch je Einwohner für die Straßenbeleuchtung zählen wird.

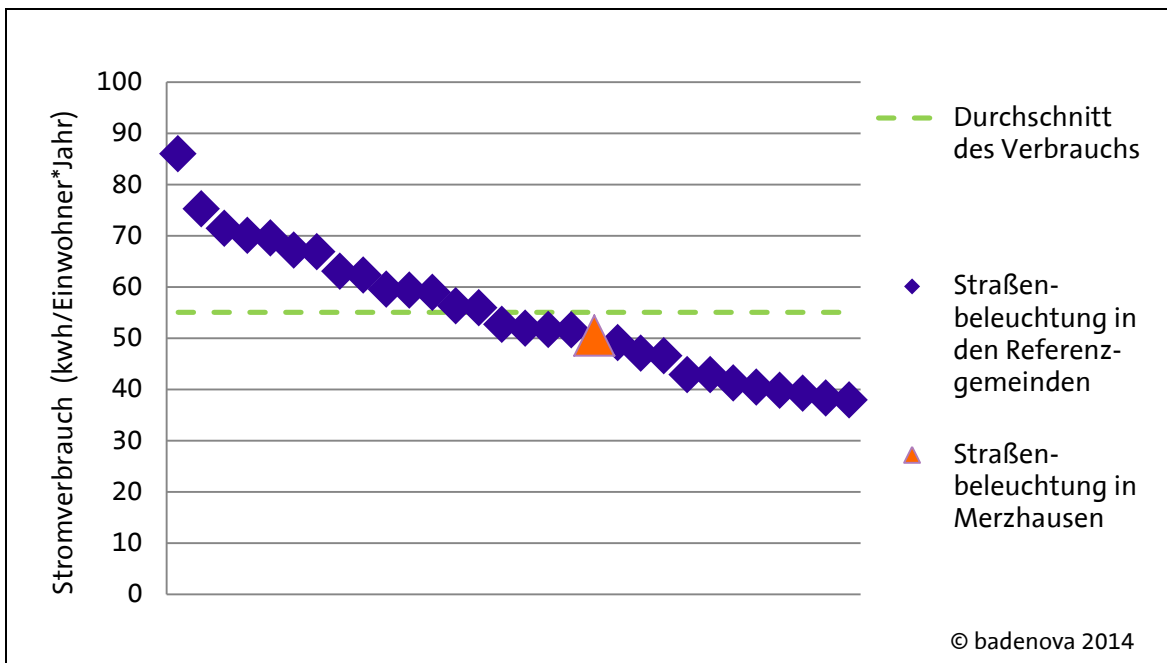


Abbildung 11 - Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus Erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Übertragungsnetzbetreiber Transnet-BW abgefragt. Danach wird der Strom aus Erneuerbaren Energien in Merzhausen momentan lediglich durch Photovoltaik-Anlagen erzeugt. Windkraft-, Biomasse- oder Wasserkraftanlagen sind in Merzhausen nicht vorhanden. Die 56 PV-Anlagen hatten eine Gesamt-Leistung von 463 kW im Jahr 2013.

In Abbildung 12 ist die Zahl der jeweils zugebauten PV-Anlagen über die letzten zwölf Jahre inklusive der kumulierten Leistung ausgewiesen. Der Trend zeigt eine kontinuierliche Steigerung der installierten Leistung zwischen den Jahren 2001 und 2013 von 18 kW auf 463 kW. Der durch PV-Anlagen eingespeiste Strom ist in den letzten Jahren steil angestiegen und steigerte sich von 78 MWh im Jahr 2007 auf 354 MWh im Jahr 2012.

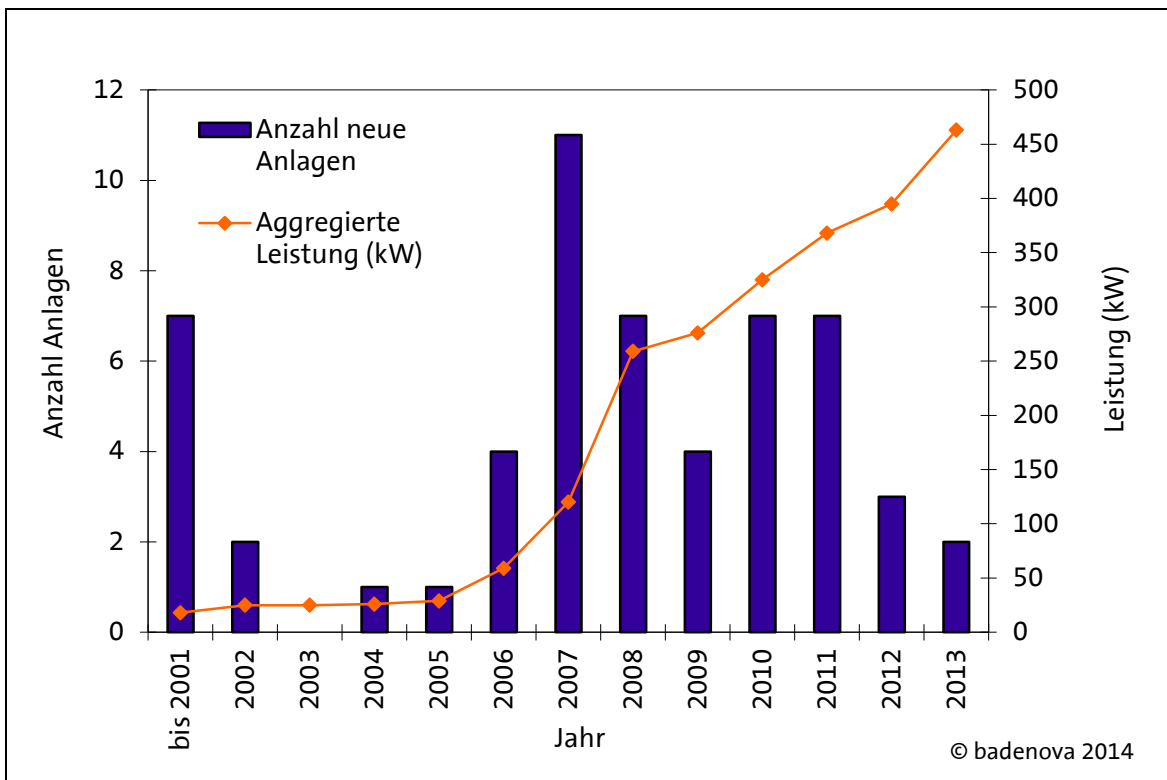


Abbildung 12 - Zubau PV-Anlagen und kumulierte Leistung

Im hier bilanzierten Jahr 2012 deckten die installierten PV-Anlagen und somit die gesamten Erneuerbaren Energien etwa 3 % des Gesamt-Stromverbrauchs der Gemeinde (vgl. Abbildung 13). Im Vergleich zu anderen Gemeinden haben damit die Erneuerbaren Energien für die Stromproduktion einen sehr geringen Anteil.

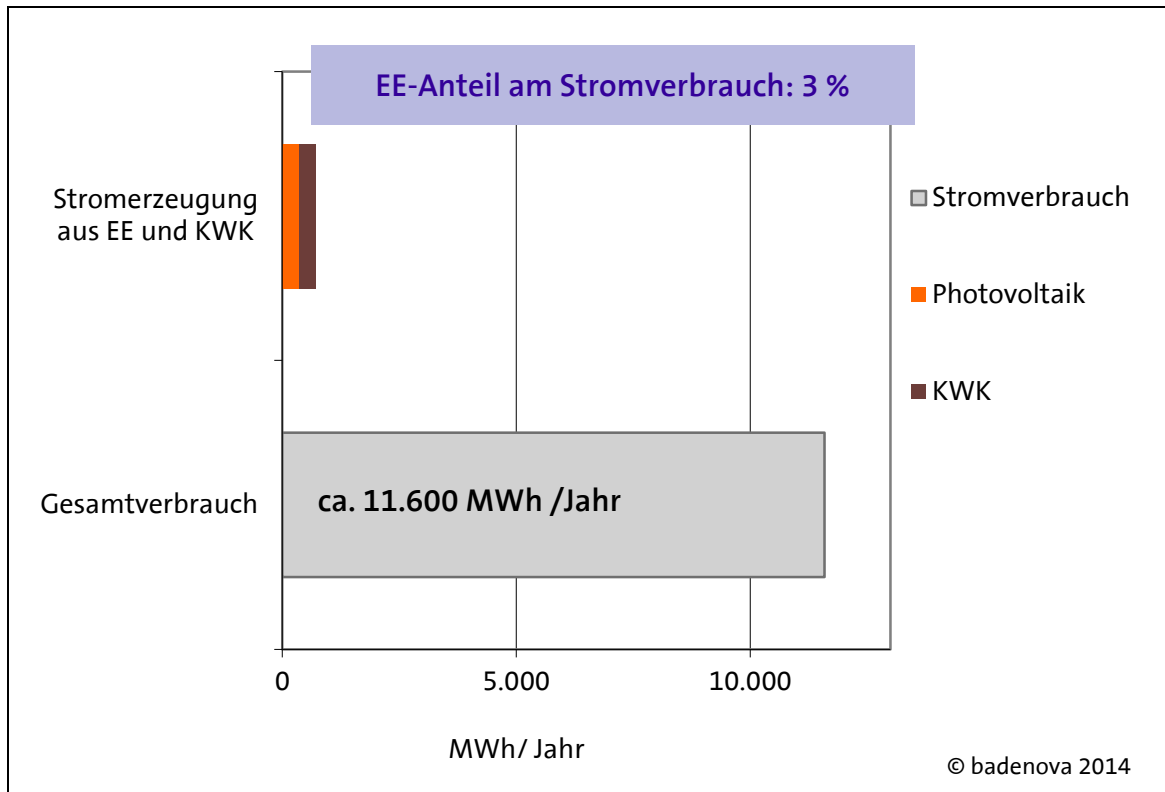


Abbildung 13 - Anteil der Stromerzeugung mit EE und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch

Neben den genannten PV-Anlagen gibt es in Merzhausen auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke (BHKW). Nach Angaben des Stromnetzbetreibers sind in der Gemeinde neun BHKW in Betrieb. Im Jahr 2012 erzeugten diese Anlagen knapp 314 MWh Strom. Zusammen deckt die Stromerzeugung durch KWK-Anlagen im Jahr 2012 3 % des Stromverbrauchs der Gemeinde, vgl. Abbildung 13.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen können und sollen einen wesentlichen Beitrag zu einer dezentralen, nachhaltigen Energieversorgung leisten. Systeme der Kraft-Wärme-Kopplung bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig thermische Energie (Wärme) und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 14 dargestellt. Auf Grund ihrer Effizienz wäre ein Ausbau der derzeit noch wenig genutzten Kraft-Wärme-Kopplung in Merzhausen sicher sinnvoll.

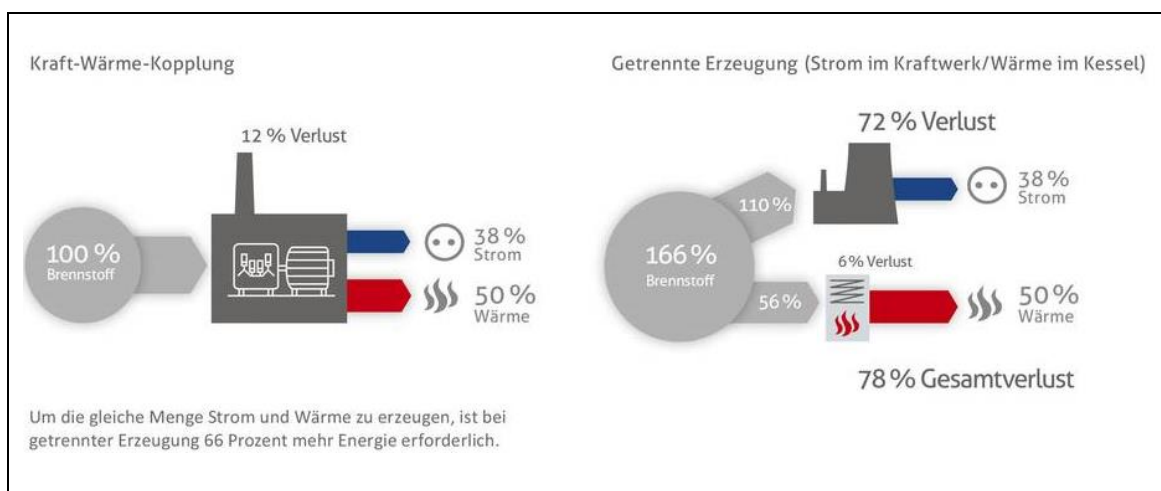


Abbildung 14 - Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2013)

3.1.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Merzhausen wurde ein Emissionsfaktor von 0,599 t CO₂/MWh für den deutschen Strom-Mix angenommen (Ökoinstitut) (vgl. hierzu Ausführungen in Kapitel 9. Methodik). Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO₂-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde ca. 7.000 t CO₂ im Jahr 2012.

Durch die Produktion von Strom mit Erneuerbare-Energien- und KWK-Anlagen, trägt die Gemeinde Merzhausen dazu bei, dass sich die CO₂-Belastung des Strom-Mixes reduziert, vgl. Abbildung 15.

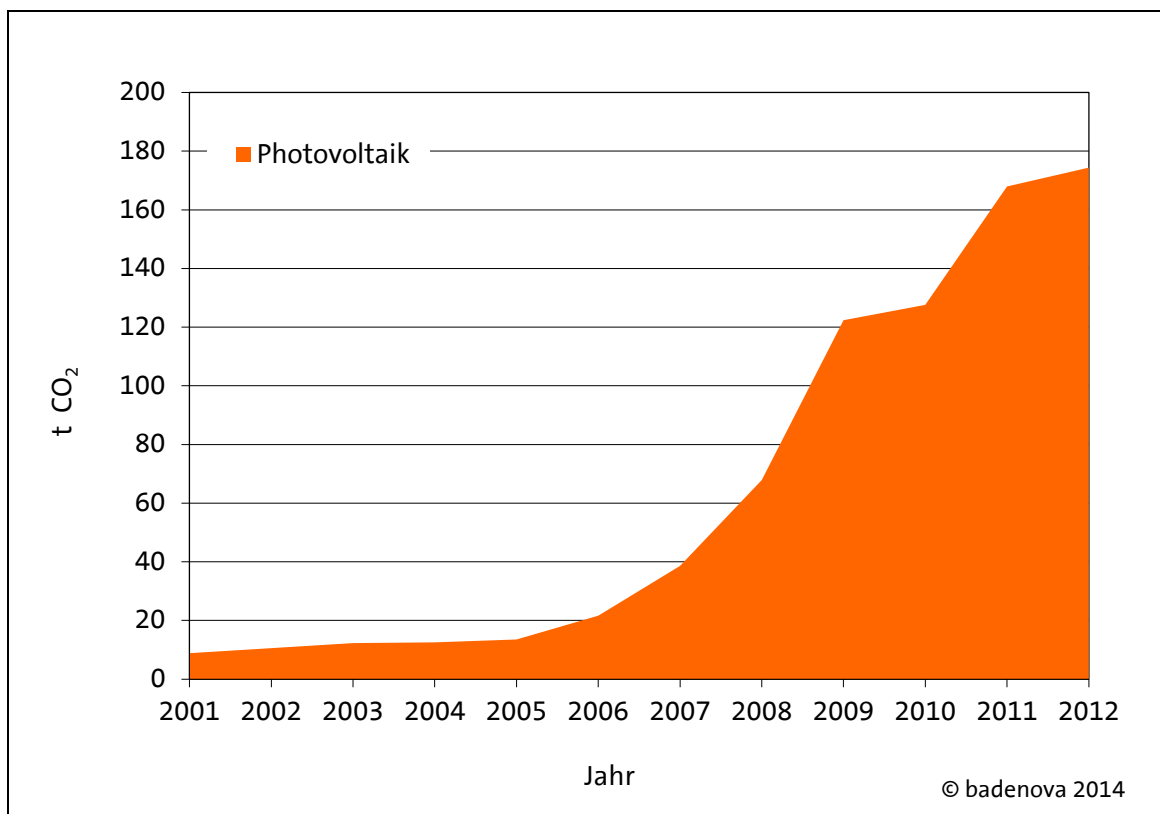


Abbildung 15 - Vermeidung von CO₂-Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strom-Mix

Da die CO₂-Emissionen Erneuerbare-Energien- und KWK-Anlagen deutlich niedriger sind, als der Emissionsfaktor des deutschen Strom-Mixes, wurde zusätzlich ein kommunaler Strom-Mix für Merzhausen berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strom-Mixes wurden Emissionsfaktoren von 0,107 t CO₂/MWh für Strom aus Photovoltaik-Anlagen angenommen (Ökoinstitut). Mit der Stromeinspeisung der PV-Anlagen in Merzhausen wurden, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strom-Mix, ca. 174 t CO₂ im Jahr 2012 vermieden.

3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Da diese Energiepotenzialstudie mit Unterstützung des örtlichen Erdgasnetzbetreibers, der bnNETZE GmbH, erstellt wurde, bestand Zugang zu aktuellen Gasverbrauchsdaten.

Diese Daten waren zu ergänzen um Informationen über die anderen Heizenergieträger, Heizöl, Flüssiggas, Feststoff (Energieholz wie z.B. Scheitholz, Holzpellets usw.) und Solarthermie, die wie folgt erhoben wurden:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurde vom Kaminfegermeister der Gemeinde eine Heizanlagenstatistik zur Verfügung gestellt, die allerdings keinen Rückschluss auf einzelne Feuerungsanlagen zulässt.

- Gewerbliche Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen haben jedoch lediglich sieben Unternehmen geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermie-Anlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Diese Datenbank erfasst jedoch nur solarthermische Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert worden sind.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 2.2) der Gesamt-Wärmeverbrauch in Merzhausen abschätzen (vgl. Kapitel 9). Dieser beträgt ca. 47.800 MWh im Jahr 2012. Betrachtet man den Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren, stellen die privaten Wohngebäude erwartungsgemäß den höchsten Wärmeverbrauch mit 77 % am Gesamtverbrauch (vgl. Abbildung 16).

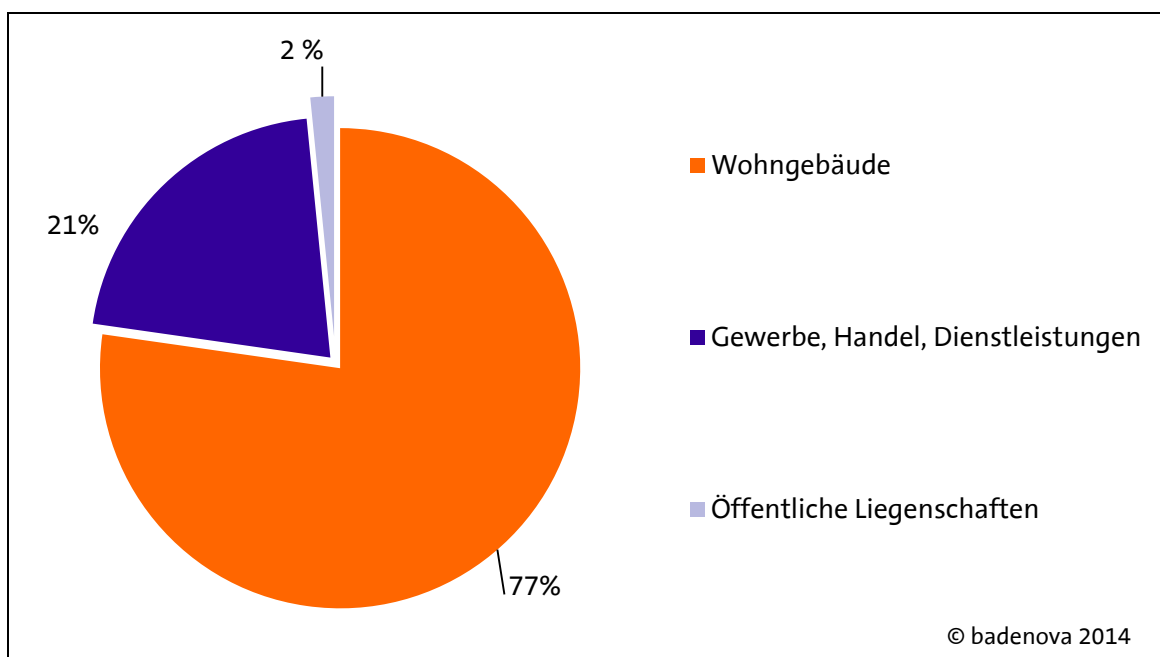


Abbildung 16 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren

3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen werden zur Deckung des Wärmebedarfs in Merzhausen hauptsächlich Erdgas (56 %) und Heizöl (34 %) eingesetzt. Weitere Energieträger sind Fernwärme (2,6 %) und Flüssiggas (0,8 %) sowie die Erneuerbaren Energieträger Holz (4,8 %), Solarthermie (0,5 %) und Geothermie (0,9%). Der Wärmeverbrauch wird somit insgesamt zu 6,2 % durch Erneuerbare Energien gedeckt (vgl. Abbildung 17).

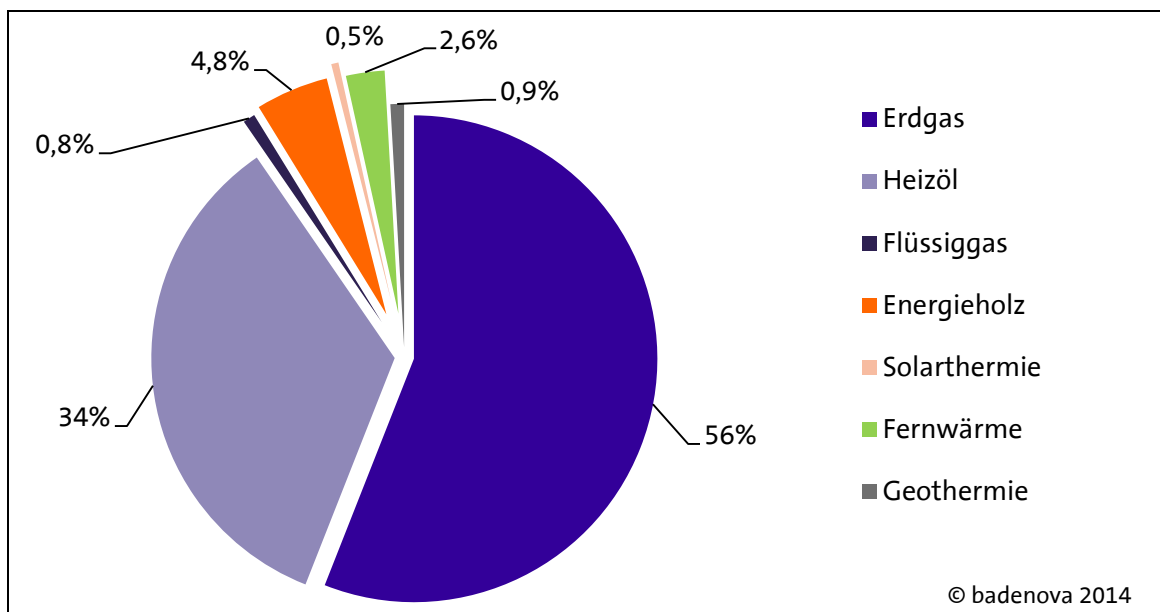


Abbildung 17 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Energieträger

Die folgende Abbildung 18 zeigt nochmals detailliert auf, mit welchen Energieträgern die Sektoren „Wohngebäude“, „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ und „Öffentliche Liegenschaften“ Wärme erzeugen.

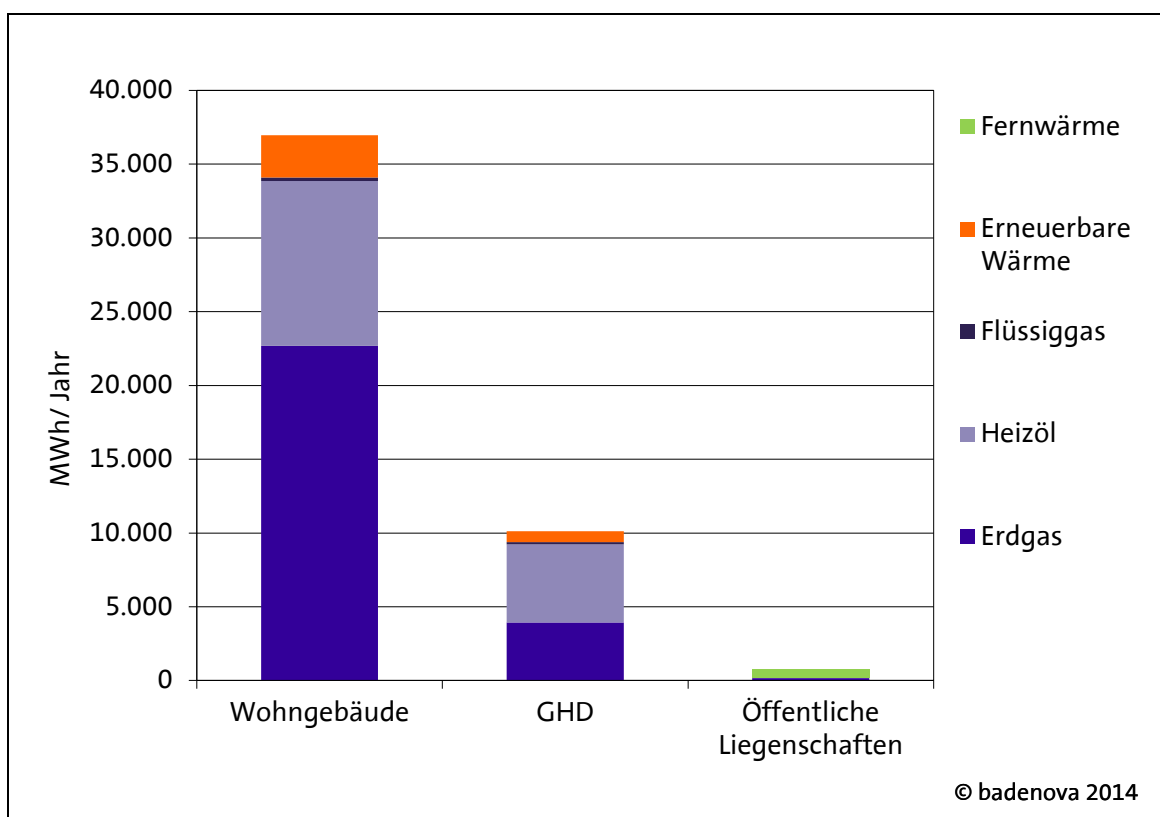


Abbildung 18 - Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger

Im Bereich öffentliche Liegenschaften wurden im Jahr 2012 757 MWh für die Wärmeversorgung benötigt. Bis auf ein Gebäude sind alle großen Liegenschaften an das Nahwärmenetz in der Ortsmitte angeschlossen und beziehen somit Fernwärme vom Blockheizkraftwerk im BürgerBad, welches mit Erdgas gespeist wird. Den höchsten Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften hat die Schule im Ortszentrum. Das Alois-Rapp-Haus verbrauchte im Jahr 2012 ungefähr 235 MWh/Jahr an Heizwärme. Das FORUM in direkter Nachbarschaft steht an zweiter Stelle und verbrauchte im Vergleichsjahr 2013 215 MWh/Jahr, vgl. Abbildung 19.

Die Seniorenwohnanlage im Hildegard-Hausmann-Haus ist als einzige öffentliche Liegenschaft nicht an das Nahwärmenetz angeschlossen. Über einen zukünftigen Anschluss an das Wärmenetz wird auf Seiten der Gemeinde jedoch bereits nachgedacht.

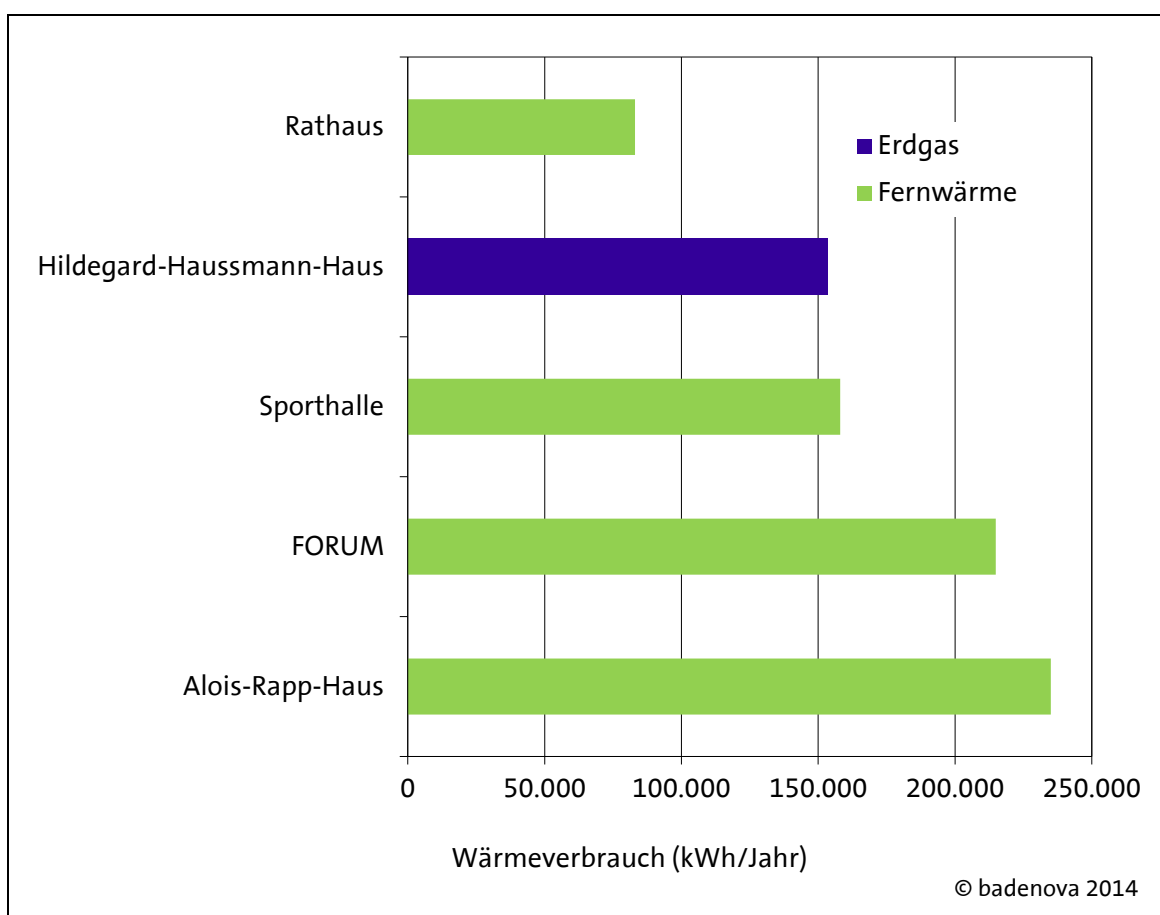


Abbildung 19 - Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen

3.2.3 Wärmekataster

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

Als Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 20 den absoluten Heizwärmebedarf auf Gebäudeebene. Aus der Karte erkennt man deutlich die Wärmeinseln

mit hohem Wärmebedarf, die hauptsächlich die kommunalen Liegenschaften auf Grund ihrer Größe ausmachen, sowie einige größere Wohngebäude im Nordosten der Gemeinde.

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



Abbildung 20 - Ausschnitt aus dem Wärmekataster: 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 Merzhausen für das Jahr 2012 zu CO₂-Emissionen in Höhe von etwa 12.300 t führte.

Die öffentlichen Liegenschaften sind mit Ihrer Wärmeerzeugung für 145 t CO₂ verantwortlich. Die höchsten CO₂-Emissionen hat das Hildegard-Haussmann-Haus mit rund 39 t CO₂ im Jahr 2012, vgl. Abbildung 21. Die restlichen Gebäude, die über das BHKW im BürgerBad mit Fernwärme versorgt werden, schneiden im Verhältnis zu ihrem Wärmeverbrauch besser ab. Dies liegt an den geringeren CO₂-Emissionen, die bei der Wärmeerzeugung in einem hocheffizienten BHKW entstehen. Die CO₂-Emissionen der Fernwärme wurden auf Basis des Verbrauchs,

der Erzeugung und der technischen Daten des BHKWs im BürgerBad berechnet und belaufen sich auf 0,154 t CO₂/MWh.

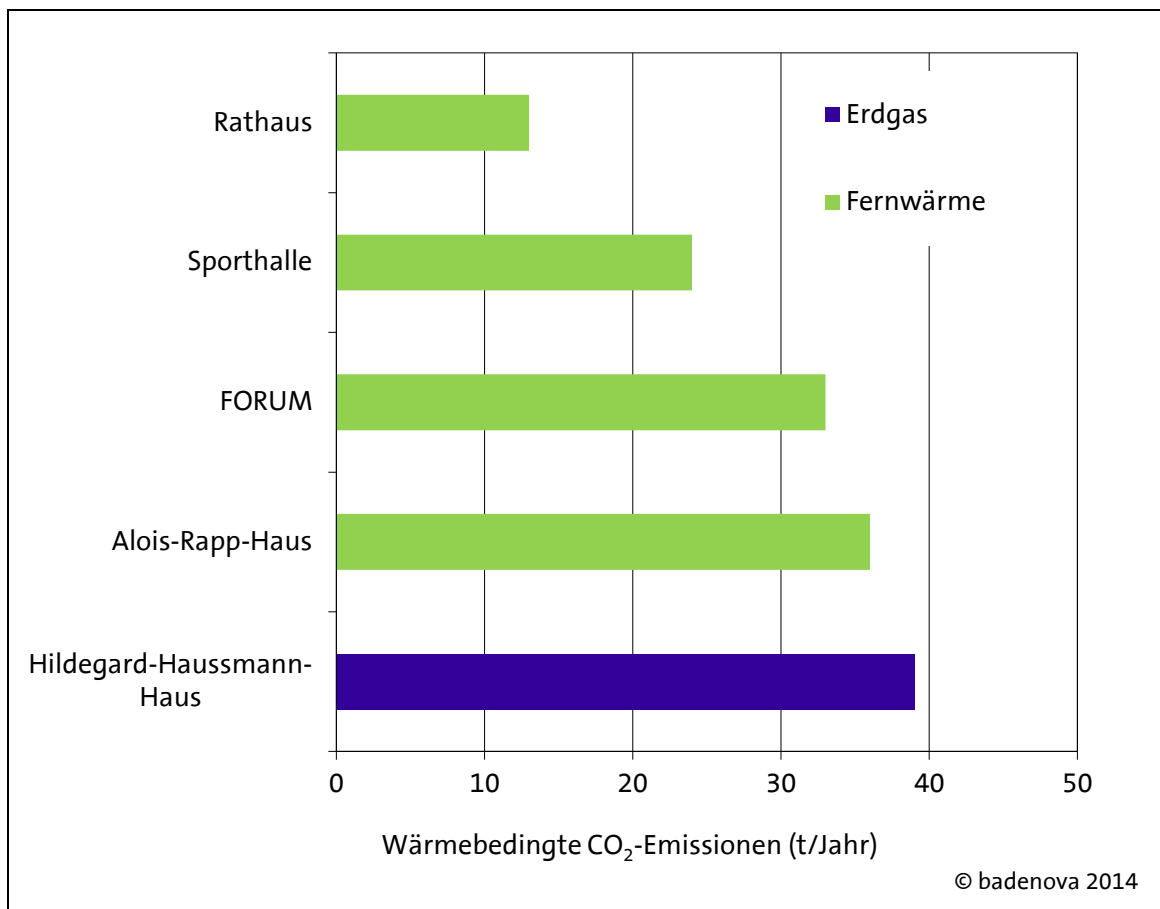


Abbildung 21 - CO₂-Emissionen der öffentlichen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung

3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor „Verkehr“ in erheblichem Maß in die Energie- und CO₂-Bilanz einer Gemeinde ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes Baden-Württembergs aus den Jahren 2007 bis 2010 können die Jahresfahrleistung, der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen der Gemeinde Merzhausen im Jahr 2012 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 Gemeinde umgelegt werden (mit Hilfe der Kilometer-Länge, der Straßen und der Einwohnerzahl der Gemeinde), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.

Eine ganz genaue, auf das Territorium der Gemeinde Merzhausen bezogene Aussage, ist damit nicht möglich. Doch zeigt auch die in Tabelle 2 vorgenommene

Abschätzung, welcher großen Anteil der Straßenverkehr sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO₂-Emissionen der Gemeinde hat.

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2012 7.650 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Merzhausen eingesetzt. Die genaue Aufteilung nach Kraftstoffart und Fahrzeugtyp ist in Abbildung 22 dargestellt. In Merzhausen sind PKWs für den mit Abstand größten Anteil (80 %) des Verkehrsaufkommens verantwortlich. An zweiter Stelle stehen schwere Nutzfahrzeuge und Busse mit einem Anteil von ca. 15 % am Energieverbrauch. Die Fahrzeugtypen leichte Nutzfahrzeuge und Krafträder machen mit jeweils 3 % bzw. 1 % einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2012 durch den Verkehr ca. 2.464 t CO₂-Emissionen ausgestoßen.

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

Jahr 2012 (in km)	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)					
Außerortsstraßen ²	92	2.941	101	86	3.220
Innerortsstraßen ³	126	5.653	184	165,5	6.128
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)					
Benzin	5	281	1	-	288
Diesel	-	183	19	90	291
Energieverbrauch nach Fahrzeugen (MWh)					
Benzin und Diesel	72	6.141	255	1.183	7.650
CO₂-Emissionen nach Kraftstoff (t)					
Benzin					1.263
Diesel					1.201

Tabelle 2 - Detailbilanz Verkehr 2012 von Merzhausen (Datengrundlage: StLa-BW, 2014)

² Umfasst Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen

³ Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

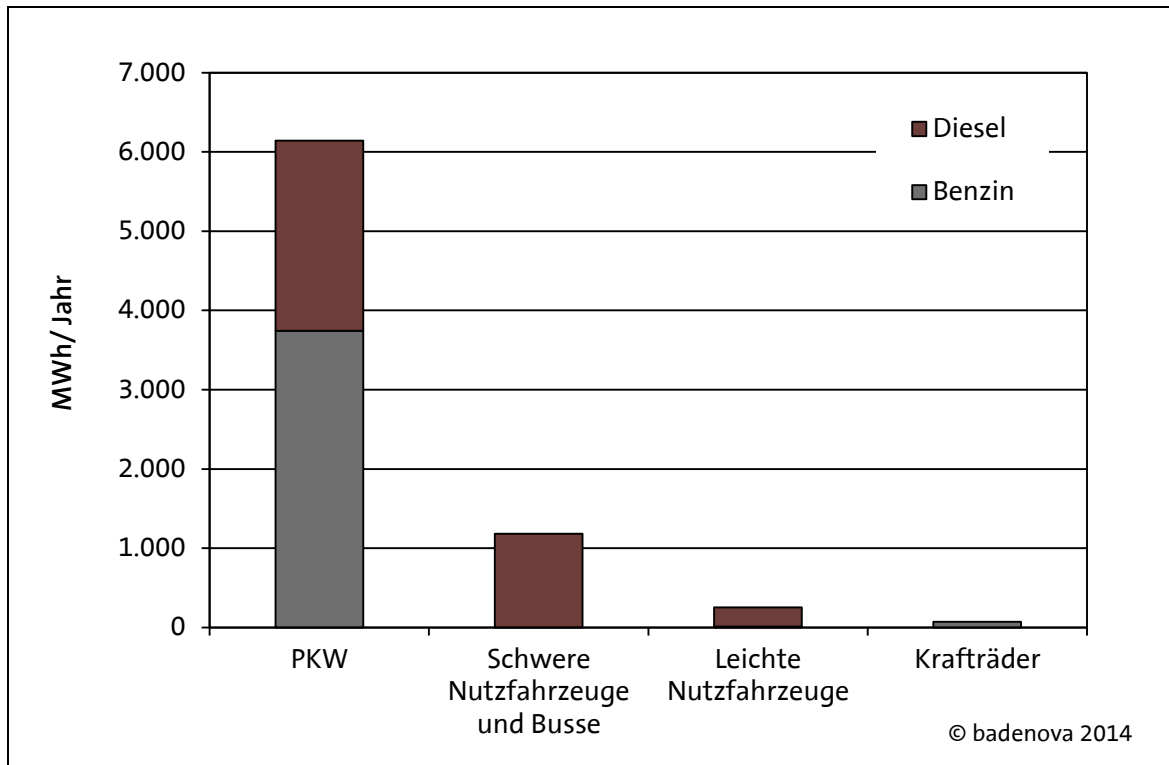


Abbildung 22 - Energieverbrauch im Sektor Verkehr nach Kraftstoff und Fahrzeugtyp in Merzhausen (2012) (Datengrundlage: StaLa-BW, 2014)

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

3.4.1 Gesamt-Energie-Bilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch in Merzhausen zusammen, ergibt dies einen Gesamt-Energieverbrauch von jährlich etwa 67.100 MWh. Die Wohngebäude tragen, mit rund 68 %, den größten Anteil am Gesamt-Energieverbrauch. Der Sektor „Verkehr“ verursacht 11 % und der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ 19 % des Verbrauchs, vgl. Abbildung 23. Mit einem Anteil von 2 % liegen die öffentlichen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden genau im Durchschnitt.

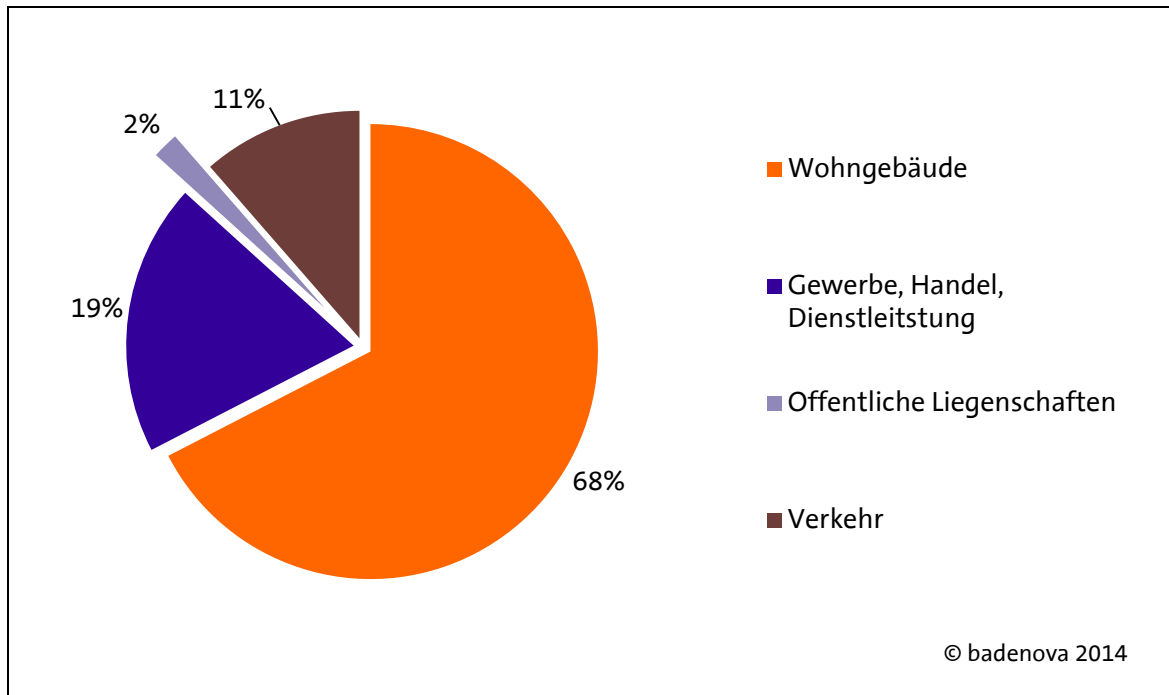


Abbildung 23 - Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren (2012)

Bei der Aufteilung nach Energieträger ist deutlich zu erkennen, dass die fossilen Energieträger den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Merzhausen ausmachen. Erdgas steht mit 40 % an erster Stelle, gefolgt von Heizöl mit 25 %. An dritter und vierter Stelle bei der Energiebereitstellung stehen Strom (17 %) und Kraftstoff (Benzin und Diesel, 11 %). Des Weiteren wurde ein geringer Anteil Flüssiggas (0,6 %) verbraucht. Der Gesamt-Energiebedarf wird insgesamt zu ca. 4 % durch Erneuerbare Energien (Energieholz, Solarthermie und Geothermie) gedeckt, vgl. Abbildung 24.

In Abbildung 25 ist der Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

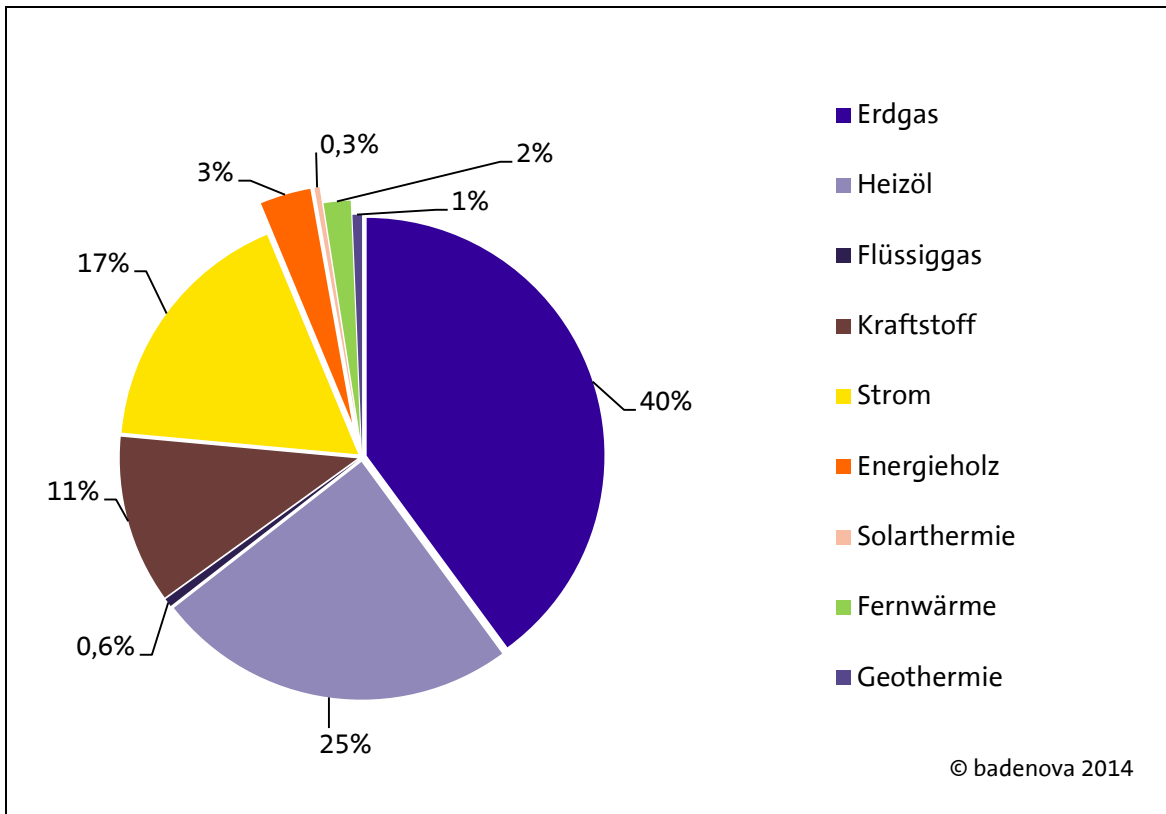


Abbildung 24 - Gesamt-Energieverbrauch nach Energieträger (2012)

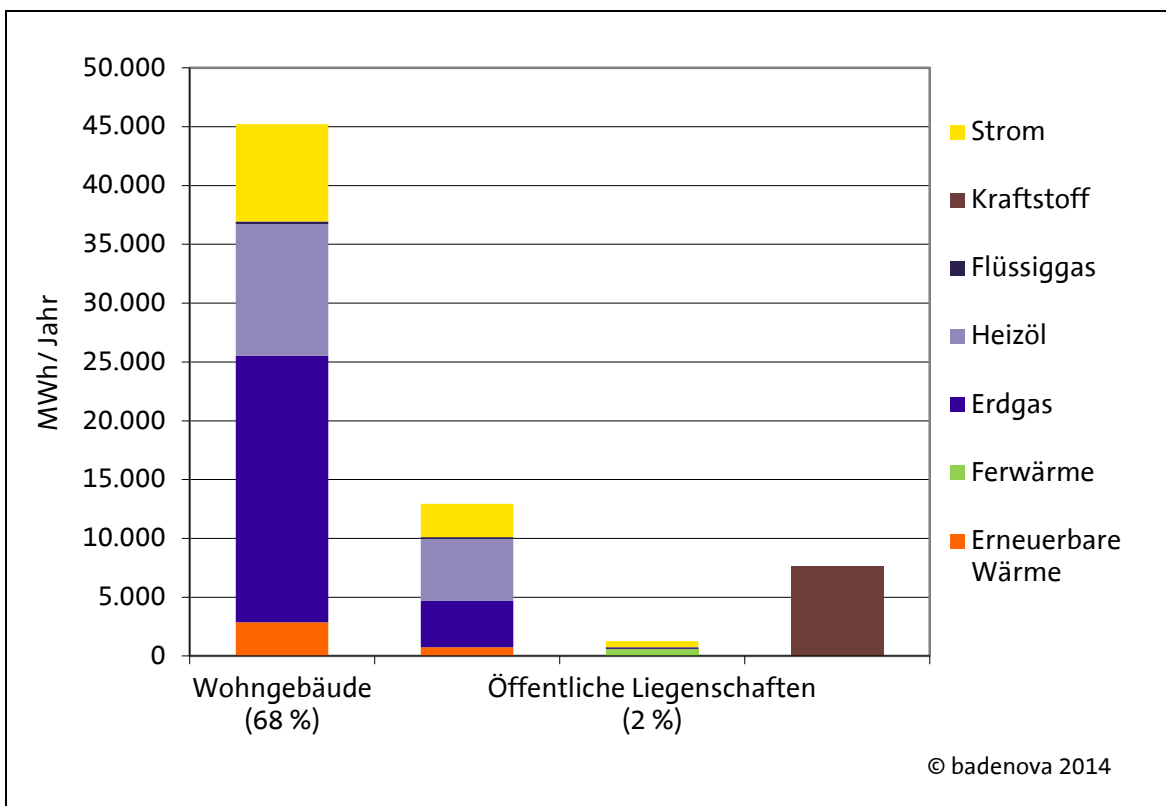


Abbildung 25 - Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträger (2012)

Der Gesamt-Energieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen lag im Jahr 2012 bei 1.100 MWh und macht somit einen Anteil von knapp 2 % am Gesamt-Energieverbrauch von Merzhausen aus. Betrachtet man den Gesamt-Energieverbrauch der einzelnen Gebäude, ist erkennbar, dass die drei Liegenschaften in der Ortsmitte – das FORUM, das Alois-Rapp-Haus und die Sporthalle – die größten Anteile am Energieverbrauch haben. Liegenschaften wie Recyclinghof, Bauhof und Friedhofsgebäude haben mit insgesamt ca. 9 MWh/Jahr einen marginalen Anteil am Gesamt-Energieverbrauch, vgl. Abbildung 26.

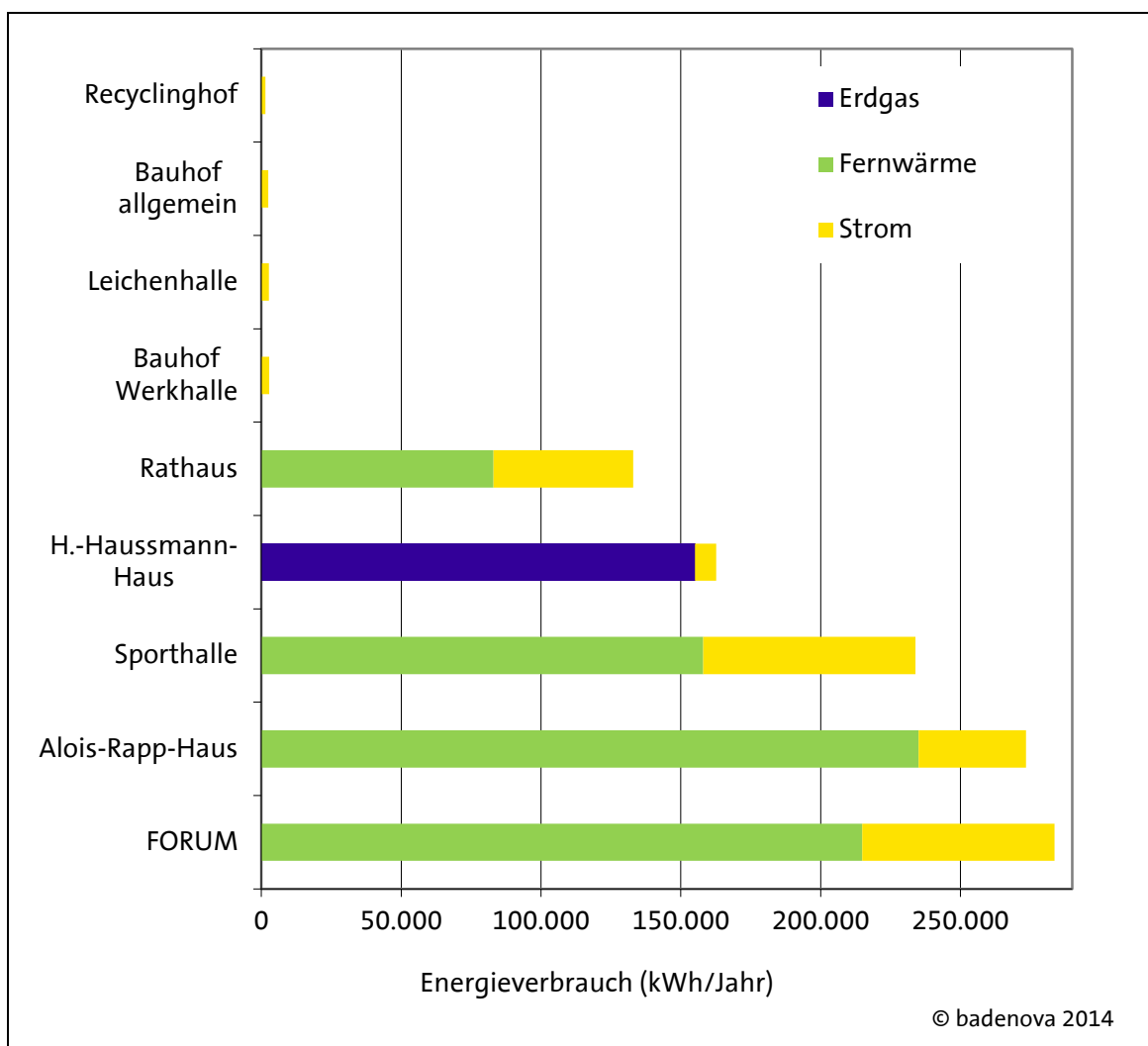


Abbildung 26 - Gesamt-Energieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen im Jahr 2012

3.4.2 Gesamt-CO₂-Bilanz

Insgesamt wurden in Merzhausen im Jahr 2012 21.871 t CO₂ ausgestoßen. Der Sektor „Wohngebäude“ ist für den größten Teil dieser CO₂-Emissionen verantwortlich (67 %) (vgl. Abbildung 27). Der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ trägt mit 20 % und der Sektor „Verkehr“ mit 11 % zu den CO₂-Emissionen in der Gemeinde bei. Die öffentlichen Liegenschaften sind immerhin für 2 % der CO₂-Emissionen verantwortlich.

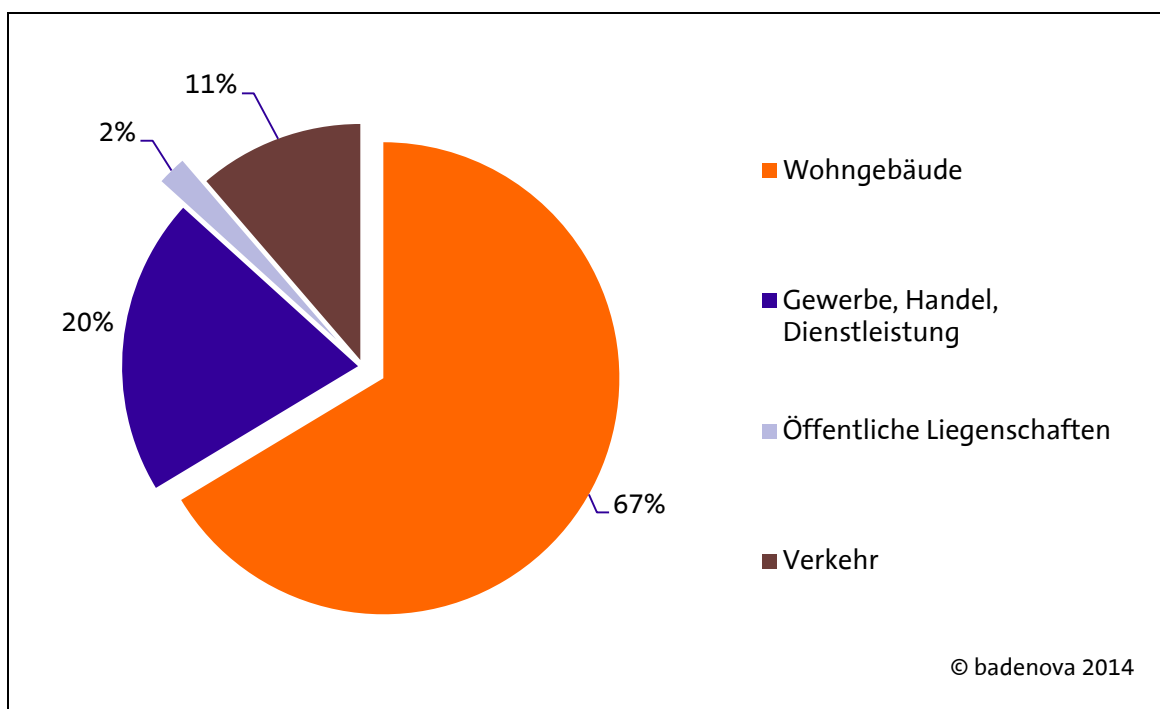


Abbildung 27 - CO₂-Emissionen nach Sektoren (2012)

Bezogen auf die Energieträger verursachen der Strom- und Erdgasverbrauch mit jeweils 32 % bzw. 31 % den größten Teil der CO₂-Emissionen. Dass der Stromverbrauch trotz geringerer Verbrauchsmengen so zu Buche schlägt, liegt an der verhältnismäßig hohen CO₂-Belastung des Stroms. Zu berücksichtigen ist, dass hier der deutsche Strom-Mix verwendet wurde. An dritter und vierter Stelle stehen Heizöl mit 24 % und Kraftstoffe mit 11 %. Am besten schneiden die Erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO₂-Emissionen anfallen. Ihr Anteil summiert sich auf ca. 0,55 %. Energieholz, bei dem vor allem die Transportwege zum Tragen kommen, verursacht 0,2 % der Gesamt-Emissionen und Geothermie ist für 0,3 % der Emissionen verantwortlich. Solarthermie, bei der sich vor allem der Bau der Module auswirkt, verursacht lediglich 0,05 % der Gesamt-Emissionen der Gemeinde und ist daher in der folgenden Grafik nicht sichtbar (vgl. Abbildung 28).

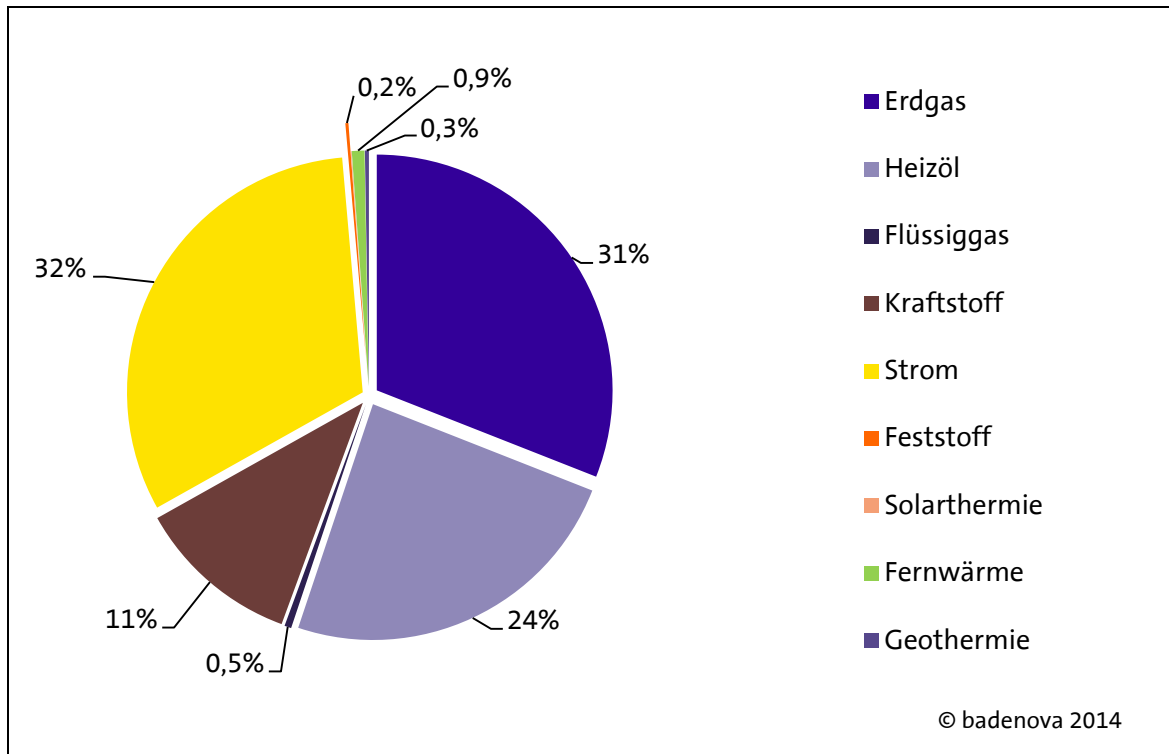


Abbildung 28 - CO₂-Emissionen nach Energieträger (2012)

Abbildung 29 zeigt die Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern. Hier wird nochmals deutlich, dass bei den Wohngebäuden der Strom- und Erdgasverbrauch für den größten Anteil der CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Im gewerblichen Sektor tragen Heizöl-, Erdgas- und Stromverbrauch zu je etwa gleichen Teilen zu den Emissionen bei. Bei den öffentlichen Liegenschaften verursacht der Stromverbrauch den größten Anteil der Emissionen.

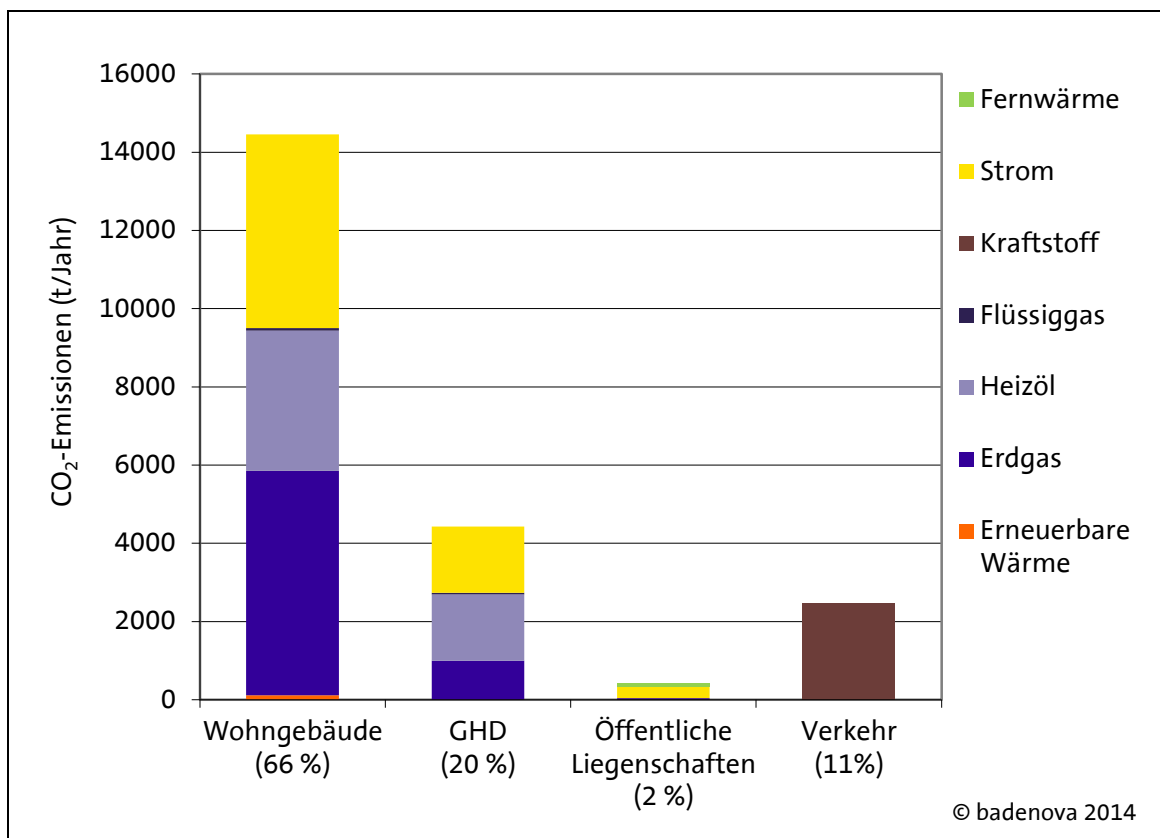


Abbildung 29 - CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträger (2012)

Die öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen haben im Jahr 2012 insgesamt ca. 430 t CO₂-Emissionen verursacht. Davon tragen die öffentlichen Gebäude mit ihrem Wärme- und Stromverbrauch zu rund 290 t CO₂-Emissionen bei. Den höchsten CO₂-Ausstoß verursacht das FORUM mit 74 t im Jahr 2013, gefolgt von der Sporthalle mit 70 t im Jahr 2012. Vergleicht man den Gesamt-Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der Liegenschaften wird die verhältnismäßig hohe CO₂-Belastung von Strom deutlich. (vgl. Abbildung 30).

Die Straßenbeleuchtung wurde aufgrund des hohen Stromverbrauchs separat betrachtet. Sie trägt zu 148 t CO₂-Emissionen pro Jahr bei.

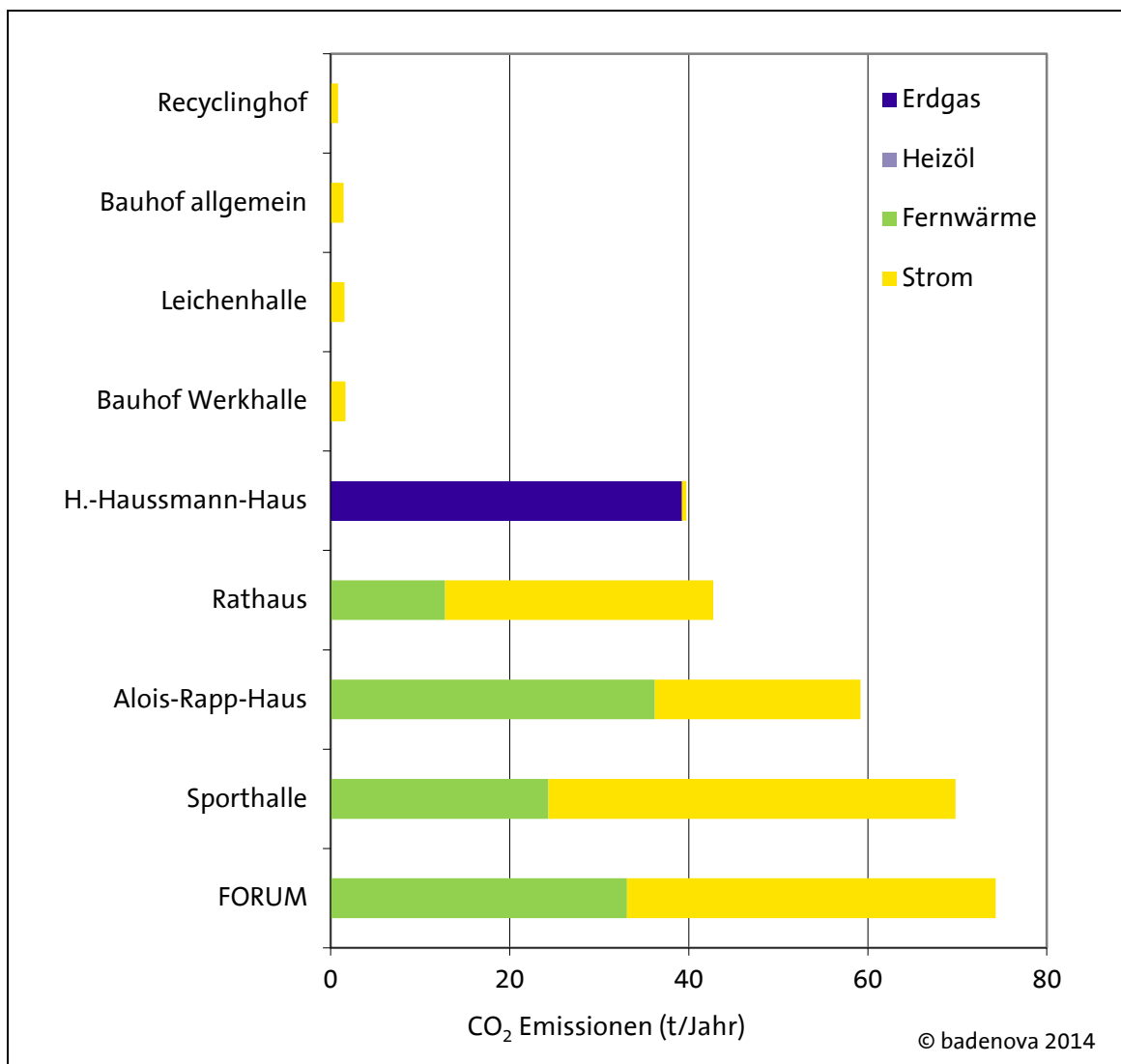


Abbildung 30 - CO₂-Emissionen der öffentlichen Liegenschaften in Merzhausen (2012)

Setzt man die Gesamt-Emissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder Merzhausener Bürger Pro-Kopf-Emissionen von ca. 4,5 t CO₂/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den kommunalen Strom-Mix der Gemeinde, der den lokal in der Gemeinde produzierten Strom aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen berücksichtigt, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 4,4 t CO₂/Jahr.

Als klimaneutral gelten Pro-Kopf-Emissionen von 2,0 t CO₂/Jahr. In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2008 pro Kopf durchschnittlich 6,8 t CO₂-Emissionen verursacht. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch industrieintensive 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.

4. Potenziale Erneuerbarer Energien

4.1 Solarenergie

4.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde Merzhausen liegt prinzipiell in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei ca. 1.130 kWh/m² (RIPS der LUBW, 2012), also über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m² (DWD, 2012).

Mit 3 % Anteil an der Stromerzeugung leistet die Photovoltaik im Jahr 2012 bereits einen gewissen Beitrag in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Die vorhandenen und erfassten 83 Solarthermie-Anlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 678 m² können 0,5 % der Wärmeversorgung decken. Damit gibt es in Merzhausen bei der Nutzung der Solarenergie noch Ausbaupotenzial. Um dieses genauer abzuschätzen, wurde anhand von Luftbildern das theoretische Solarflächenpotenzial aller Bestandsgebäude erfasst (ohne bereits installierte Anlagen) und ausgewertet. Hierzu wurde wie folgt vorgegangen:

- Die Dachflächen wurden in vier Kategorien eingeteilt: Süddächer, Südost-/Südwestdächer, West-/Ostdächer und Flachdächer.
- Für die Schrägdächer war auf Basis der Luftbilder keine fundierte Aussage über die jeweilige Dachneigung möglich, so dass eine durchschnittliche Neigung angesetzt wurde. Die Flachdächer wurden gesondert betrachtet, da in einem solchen Fall eine Aufständigung der Module notwendig ist und durch Abschattungseffekte lediglich etwa 40 % der Dachfläche wirtschaftlich nutzbar bleibt.
- Mögliche Verschattungsverluste etwa durch große Bäume in direkter Gebäudeumgebung wurden nicht zusätzlich berücksichtigt – im Einzelfall muss ohnehin eine Prüfung der Verschattungssituation vor Ort vorgenommen werden. In der Berechnung der Nettoflächen ist allerdings grundsätzlich ein Flächenabschlag von 15 % gegenüber der tatsächlich gemessenen Fläche enthalten. Dadurch sind mögliche planungstechnische Unwägbarkeiten bereits einbezogen. Ebenso sind sämtliche Dachaufbauten wie Fenster, Gauben, Schornsteine etc. berücksichtigt worden und fließen nicht in die Nettofläche mit ein.

Für die weitere Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle unverbauten und von der Ausrichtung geeigneten Dachflächenanteile mit Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umzusetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größe des Solar-Ausbaupotenzials.

Zum besseren Verständnis des Vorgehens, wie das Dachflächenpotenzial aus den Luftbildern ermittelt wurde, ist in der folgenden Abbildung 31 ein Ausschnitt aus dem für Merzhausen erstellten Solarkataster dargestellt. Die Ausrichtung der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.

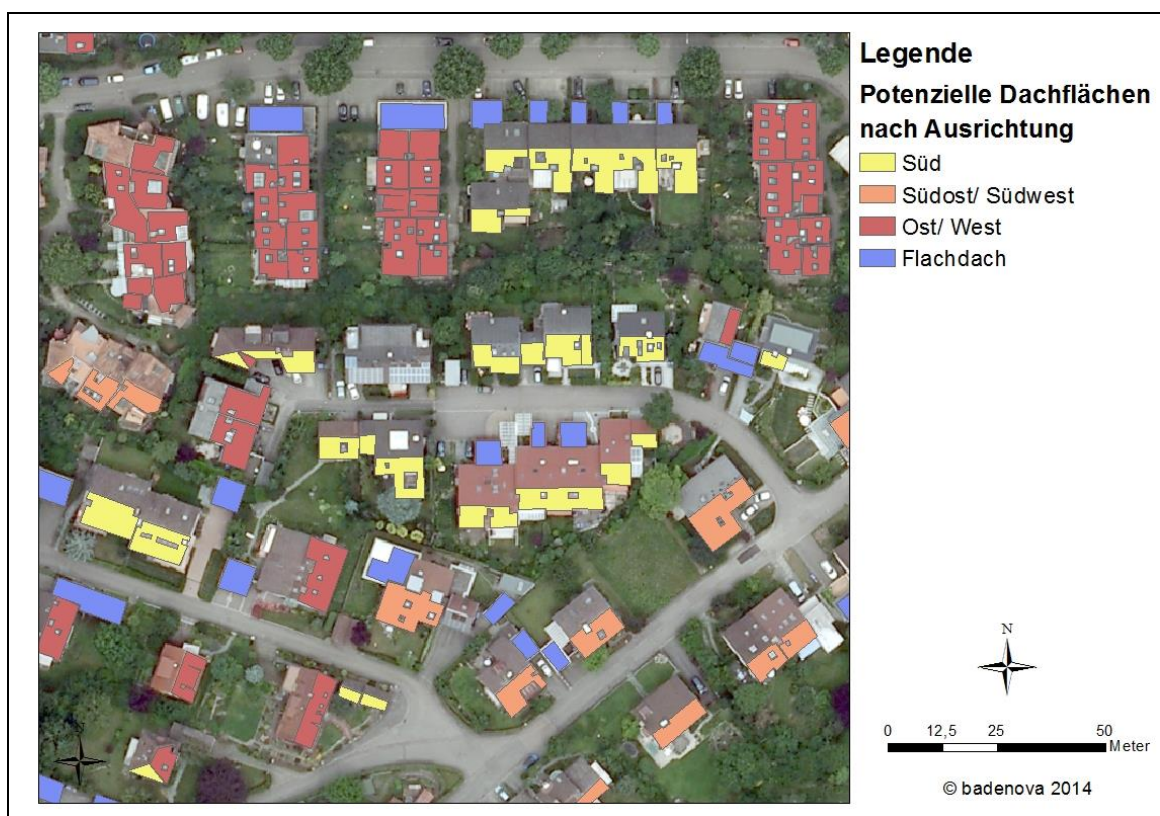


Abbildung 31 - Auszug aus dem Solarkataster von Merzhausen

4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung der Luftbilder der Gemeinde ergab, dass 41 % der freien Dachflächen eine Ausrichtung nach Süden bzw. nach Südwest-/Südost haben (vgl. Tabelle 3). Diese Dächer sind sehr gut für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder Photovoltaik-Anlagen geeignet.

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m ²)	Anteil an Gesamtfläche
Süd	16.821	17 %
Südwest/Südost	23.436	24 %
Ost/ West	31.295	32 %
Flachdach	26.647	27 %

Tabelle 3 - Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik

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, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermie-Anlagen erzeugt werden⁴. In Szenario 2 wird daher unterstellt, dass zunächst die Dachflächen mit Solarthermie-Anlagen belegt werden, bis dieser Anteil gedeckt ist, und schließlich die restlichen Flächen mit PV-Modulen. Beide Szenarien sind in Abbildung 32 dargestellt.

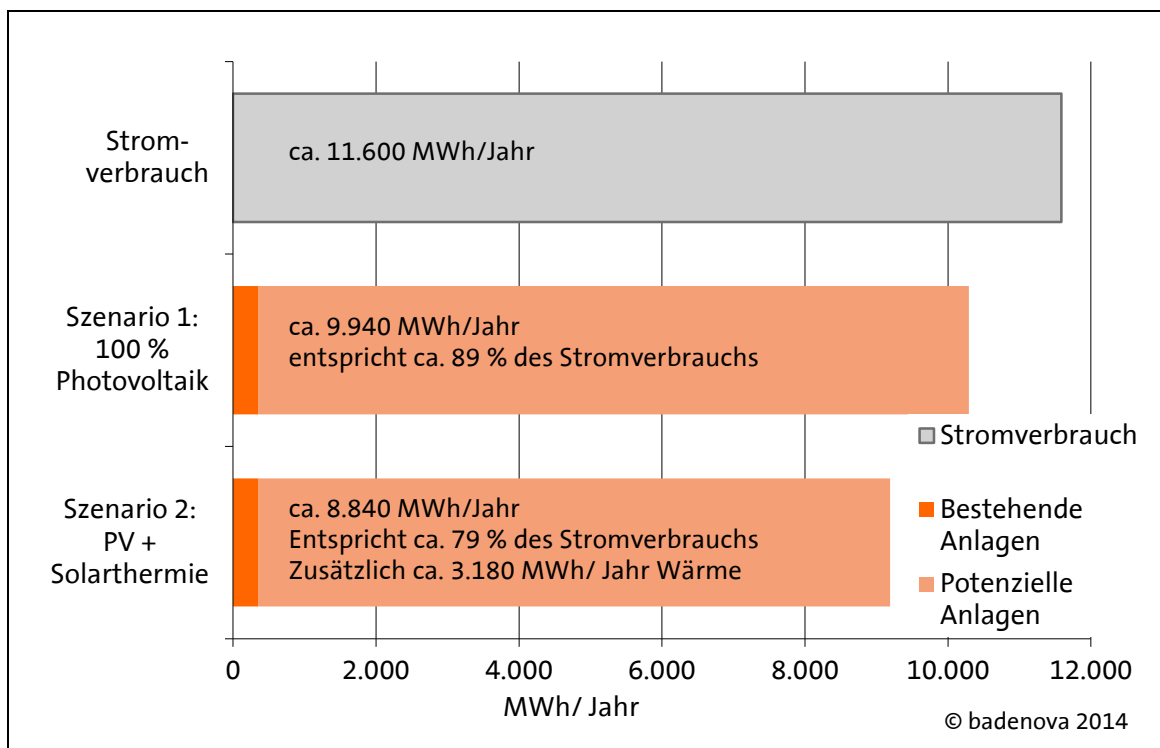


Abbildung 32 - Solarpotenziale der Gemeinde Merzhausen

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

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Gemeinde auf ca. 89 % des Stromverbrauchs bzw. rund 9.900 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung könnten bei Verzicht von 10 % des Solarstrompotenzials zusätzlich ca. 3.180 MWh zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in

⁴ Solarthermie-Anlagen für die Warmwasserbereitstellung werden auf ca. 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs des Haushaltes ausgerichtet, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu maximieren. Größere Anlagen sind zwar möglich, produzieren allerdings im Sommer einen Überschuss an Wärme, der nicht genutzt werden kann (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007).

diesem Fall auf 8.840 MWh/Jahr und entspricht dadurch 79 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung liegt. Bei einem weiteren Zubau von Photovoltaikmodulen und mehr Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum deutschen Strom-Mix, insgesamt 4.350 t CO₂/Jahr vermieden werden. Die Ausschöpfung des Potenzials hängt allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage (Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß dem „Erneuerbaren-Energien-Gesetz“ (EEG)) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer ab. Ausschlaggebend für die Nutzung des Potenzials wird hier nicht nur die Höhe der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

4.2 Energie aus Biomasse

4.2.1 Hintergrund

Biomasse als Energieträger in fester, flüssiger und gasförmiger Form nimmt in Deutschland insbesondere bei der Bereitstellung von regenerativer Wärme eine zentrale Rolle ein. Nach aktuellen Zahlen des Bundesumweltministeriums (Stand: Januar 2012) hatte die Biomasse in 2011 in Deutschland einen Anteil von 92 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 32 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen.

Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig und in Abbildung 33 dargestellt. Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Kaskade steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In der zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen, Schmierstoffen oder Verpackungsmaterialien, geprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll.

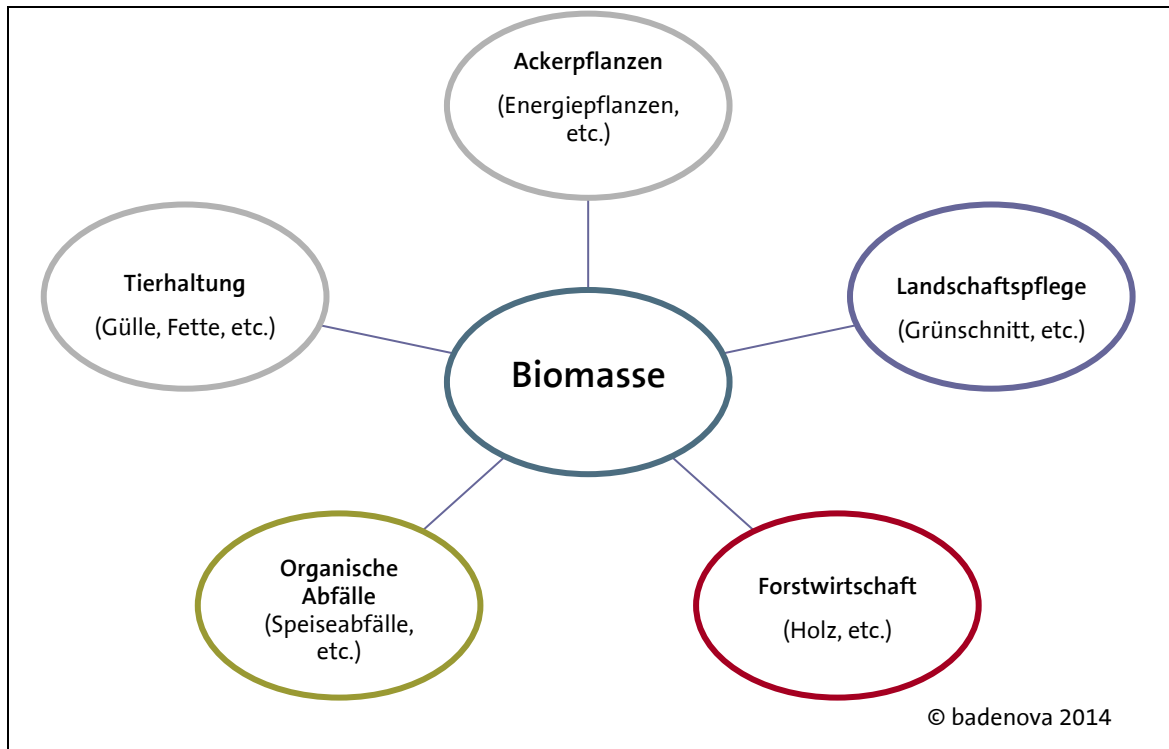


Abbildung 33 - Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung

Im Rahmen dieser Studie wurde daher der Schwerpunkt auf die Ermittlung des Energiepotenzials von Reststoffen gelegt, die bisher nicht verwertet werden oder die durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

4.2.2 Substratpotenziale zur Biogaserzeugung

Die Ermittlung der Biogaspotenziale für die Gemeinde Merzhäusen erfolgte mithilfe von Kennzahlen des Statistischen Landesamtes Baden-Württembergs (Sta-La-BW).

In Merzhäusen existieren lediglich drei landwirtschaftliche Betriebe, die auf insgesamt 8 ha Weinanbau betreiben. Als Reststoff fällt hierbei Traubentrester an, der ein Energiepotenzial von ca. 10,5 MWh/Jahr aufweist und theoretisch zur Biogaserzeugung genutzt werden könnte. Weitere Reststoffe aus Ackerbau oder Viehhaltung liegen nicht vor.

Neben Traubentrester stehen für die Biogaserzeugung damit nur noch Bio- und Gartenabfälle zur Verfügung. Die Abfallmenge in der Gemeinde lag im Jahr 2012 bei ca. 854 t, mit denen ca. 440 MWh Strom in einer Biogasanlage erzeugt werden könnten. Zum Einsatz dieser Reststoffe in einer Biogasanlage ist jedoch eine Hygienisierung der Abfälle nötig (Erhitzung auf 70°C für eine Stunde).

Das verfügbare Reststoffpotenzial aus Traubentrester und Bio- und Gartenabfällen ist also insgesamt zu gering, um eine Biogasanlage betreiben zu können. Auch der Transport zur Biogasanlage in Bremgarten ist weder wirtschaftlich noch ökologisch sinnvoll.

4.2.3 Forstwirtschaft

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

Abbildung 34 gibt einen Überblick über die lokale Waldbesitzverteilung der Gemeinde. In Merzhausen sind ungefähr 53 ha Waldfläche in Gemeindebesitz und 30 ha in Privatbesitz.

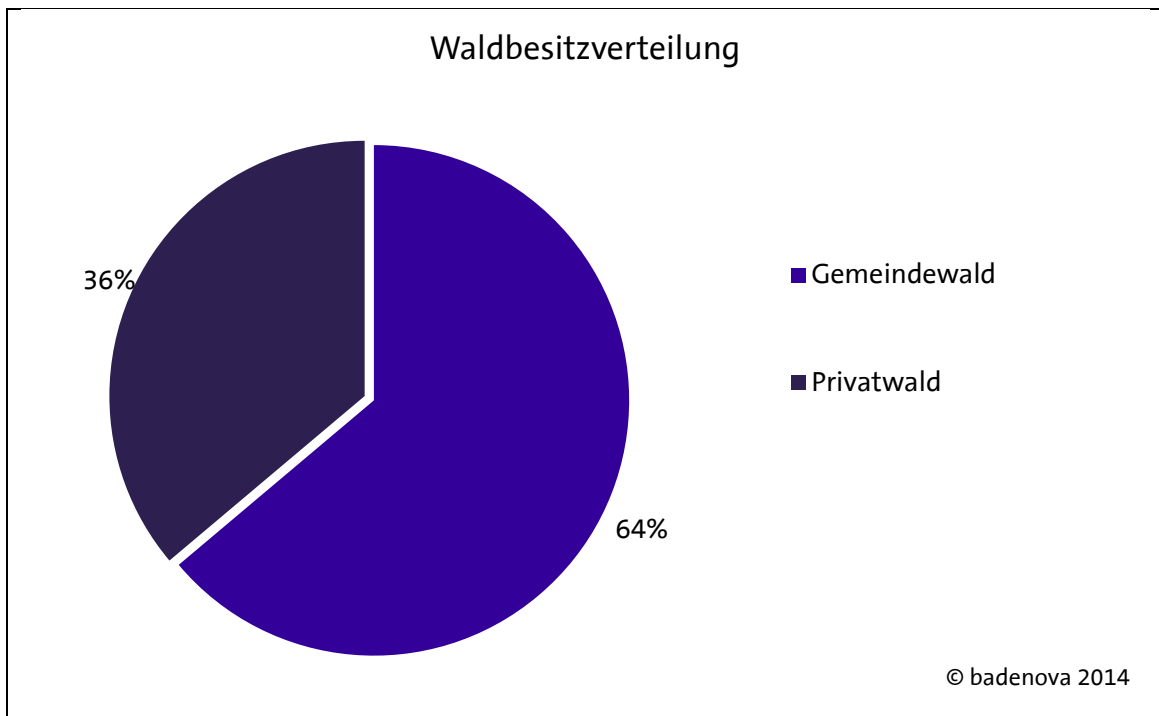


Abbildung 34 - Besitzverhältnisse der bewirtschafteten Waldflächen

Der jährliche Gesamtholzeinschlag auf der Gemarkungsfläche beträgt etwa 624 Festmeter (fm). Davon werden ca. 60 fm (10 %) zur Hackschnitzelproduktion, ca. 114 fm (18 %) für Brennholz und 408 fm (65 %) als Stammholz (Sägewerke und Industrie) verwendet (vgl. Abbildung 35).

Die restlichen 42 fm/Jahr (7 %) verbleiben derzeit aus ökologischen Gründen im Wald, da deren Aufarbeitung nicht wirtschaftlich möglich ist oder da der Bestand mit dieser Maßnahme aufgebaut werden soll. Nach Aussagen der lokalen Forstverwaltung gibt es einen ungenutzten Zuwachs von ca. 206 fm/Jahr sowie Waldrestholz von ca. 22 fm/Jahr, welche ein ungenutztes Potenzial darstellen.

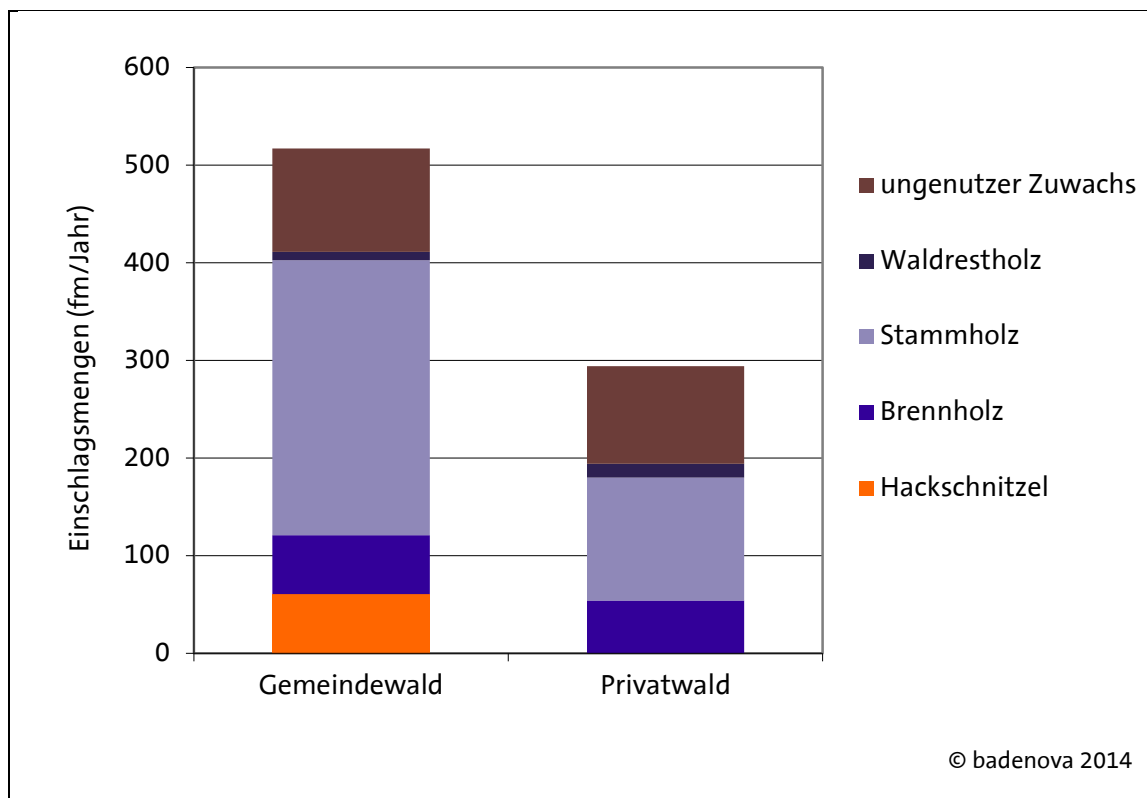


Abbildung 35 - Einschlagsmenge und Nutzungsart

Umgerechnet auf eine energetische Nutzung ergibt sich aus den in der Gemeinde verfügbaren Holzmengen ein Energiegehalt von 820 MWh. Dieser teilt sich wie folgt auf:

- Aus dem energetisch genutzten Anteil des eingeschlagenen Holzes werden ca. 406 MWh Wärmeenergie gewonnen, wobei Brennholz derzeit mit 32 % den größten Anteil hat (vgl. Abbildung 36). Damit werden ungefähr 20 Haushalte mit Wärme versorgt.
- Aus der Summe von Waldrestholz und ungenutztem Zuwachs ließen sich 414 MWh pro Jahr zusätzliche Wärmeenergie gewinnen, welche zur Wärmeversorgung von 21 Haushalten ausreichen würde.

Abbildung 36 zeigt auf der einen Seite die energetische Nutzung von Hackschnitzel und Brennholz, wie sie derzeit stattfindet, und auf der anderen Seite den ungenutzten Zuwachs und das Waldrestholzpotenzial, welches noch nicht genutzt wird.

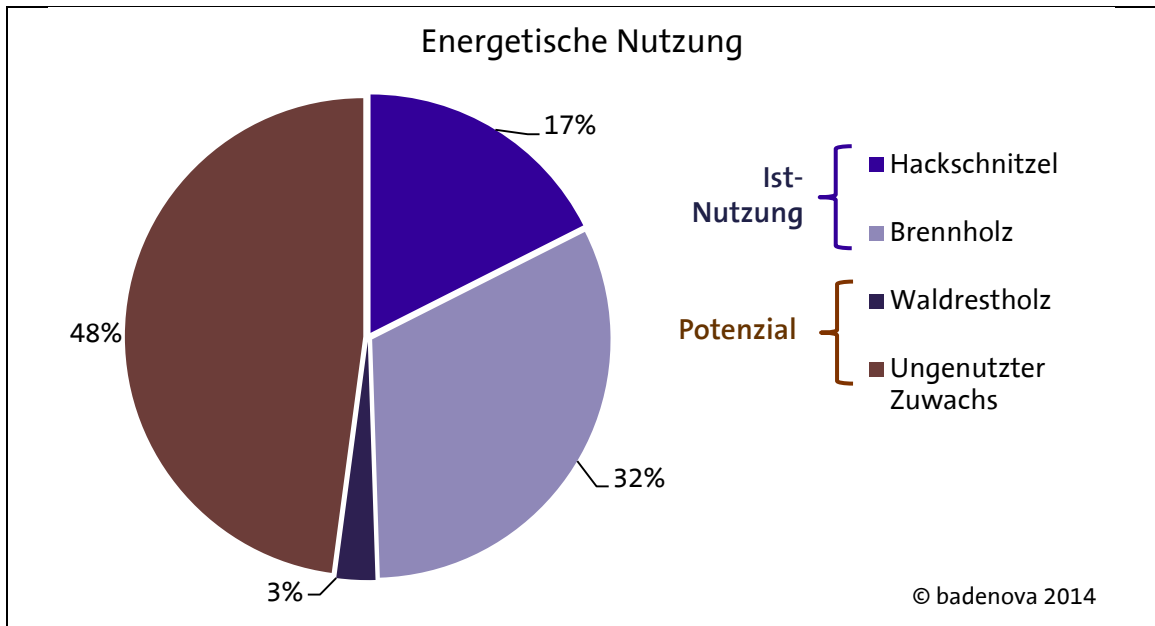


Abbildung 36 - Energieholzpotenzial aus der Forstwirtschaft

Der derzeit ungenutzte Zuwachs verteilt sich auf den Gemeinde- und Privatwald. Im Gemeindewald könnte die Einschlagsmenge noch leicht erhöht werden. Im Privatwald stellt sich die Nutzung des noch verfügbaren Potenzials aufgrund kleiner Grundstücke mit teilweise schlechter Erschließung jedoch schwieriger dar. Die Waldflächen des Jesuitenschlosses, die sich auf der Gemarkung Merzhausens befinden, stehen unter Verwaltung der Stadt Freiburg.

4.3 Windkraft

Zur Berechnung der Windenergiepotenziale wurde auf den Windenergieatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen, der 2011 im Auftrag der Landesregierung vom TÜV Süd erstellt wurde. Diese Windkartierung basiert ausschließlich auf Berechnungen, wodurch es vereinzelt zu geringen Abweichungen zwischen prognostizierten und tatsächlichen Windverhältnissen kommen kann. Für eine erste Abschätzung des Windpotenzials und die Suche nach wirtschaftlichen Standorten hat sich der Windatlas jedoch als sehr brauchbar erwiesen. Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 5,75 m/s auf 140 m Höhe.

Gemäß Windatlas verfügt die Gemeinde Merzhausen über keine windhöffigen Standorte auf ihrer Gemarkung (vgl. Abbildung 37). In der Verwaltungsgemeinschaft Hexental, der auch die Gemeinde Merzhausen angehört, werden derzeit jedoch potenzielle Windstandorte geprüft. Mögliche Standorte befinden sich am „Illenberg“ (Gemarkung Au) und am „Bürgle-Kohlernkopf“ (Gemarkung Sölden, Wittnau).

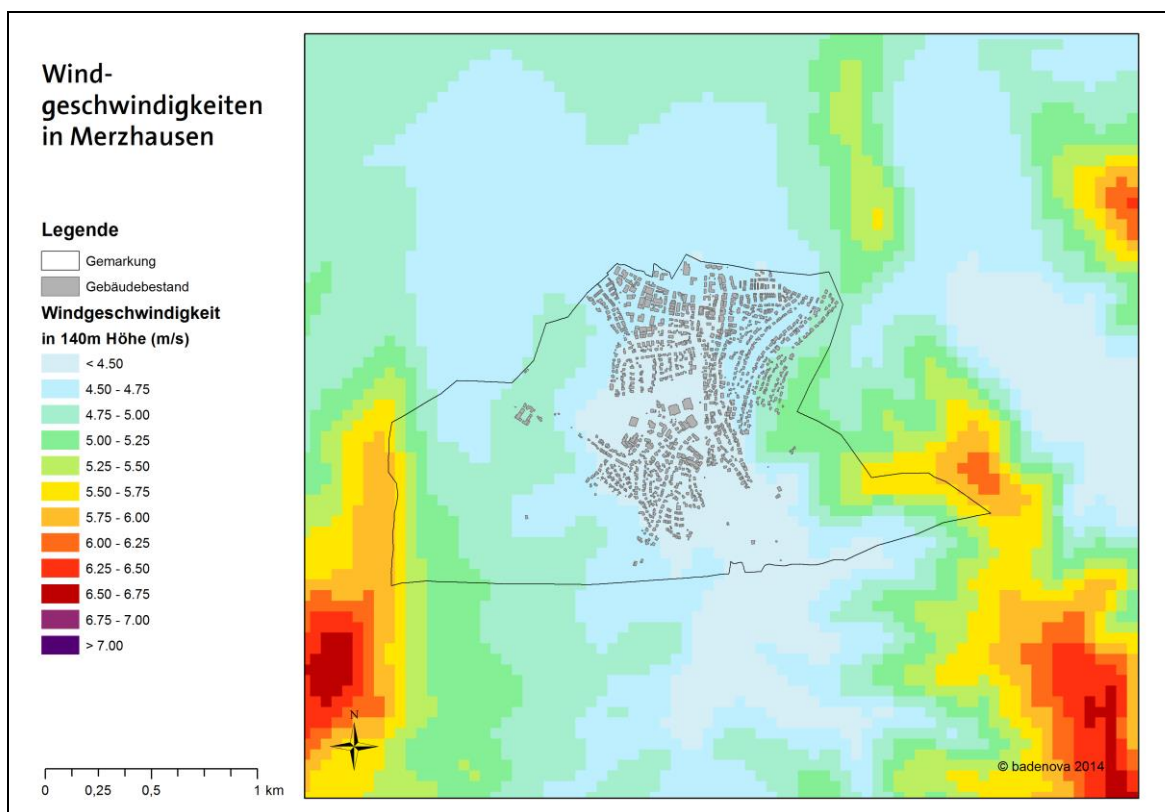


Abbildung 37 - Windgeschwindigkeiten in Merzhausen (Datengrundlage: UMBW, 2011)

4.4 Wasserkraft

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

Anhand der verfügbaren Informationen wurde festgestellt, dass Merzhausen nach aktuellem Stand der Technik über keine wirtschaftlich nutzbaren Potenziale für Wasserkraft auf seiner Gemarkung verfügt.

4.5 Geothermie

4.5.1 Hintergrund

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

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

- Oberflächennahe Geothermie (in der Regel bis in 150 m Tiefe bei $< 25^{\circ}\text{C}$)
- Tiefe Geothermie (in bis zu über 6000 m Tiefe bei $> 25^{\circ}\text{C}$)
- Hochenthalpielagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit $> 100^{\circ}\text{C}$)

Unter Beachtung von Einschränkungen durch die lokalen Untergrundverhältnisse in der Gemeinde Merzhausen kann ausschließlich die oberflächennahe Geothermie zur Wärmebedarfsdeckung im Siedlungs- und Gewerbebereich angewendet werden.

4.5.2 Oberflächennahe Geothermie

4.5.2.1 Geologische und hydrogeologische Grundlagen

Im oberflächennahen Untergrund lässt sich mit den in der Abbildung 38 aufgezeigten Systemen Erdwärme nutzen.

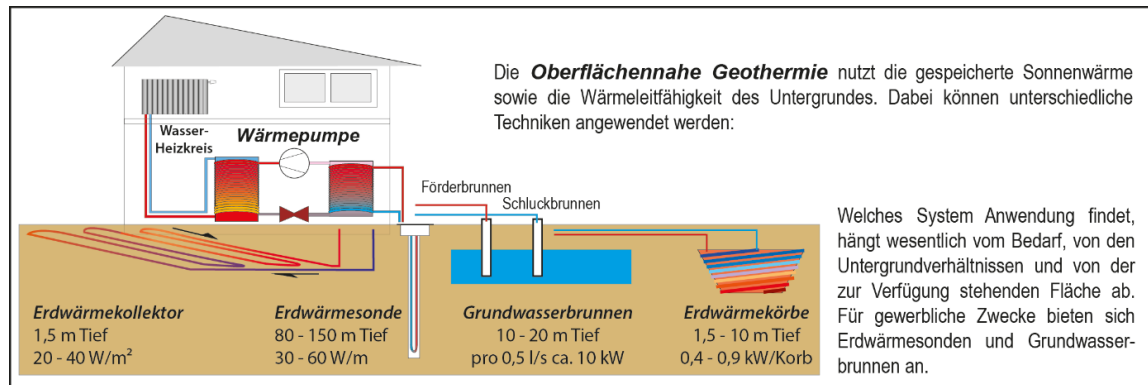


Abbildung 38 - Techniken der oberflächennahen Geothermie zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden und Prozessen im Wohn- und Gewerbebereich

Ein schematischer geologischer Bau des Untergrundes von Merzhausen wird in Abbildung 39 präsentiert. Die Entzugsleistungen, also das Potenzial der prinzipiell nutzbaren Energiemenge aus dem Untergrund pro Jahr, links im Bild basieren auf Angaben des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) in Baden-Württemberg. Dabei handelt es sich um Richtwerte, die nur für Einzelsonden gelten.

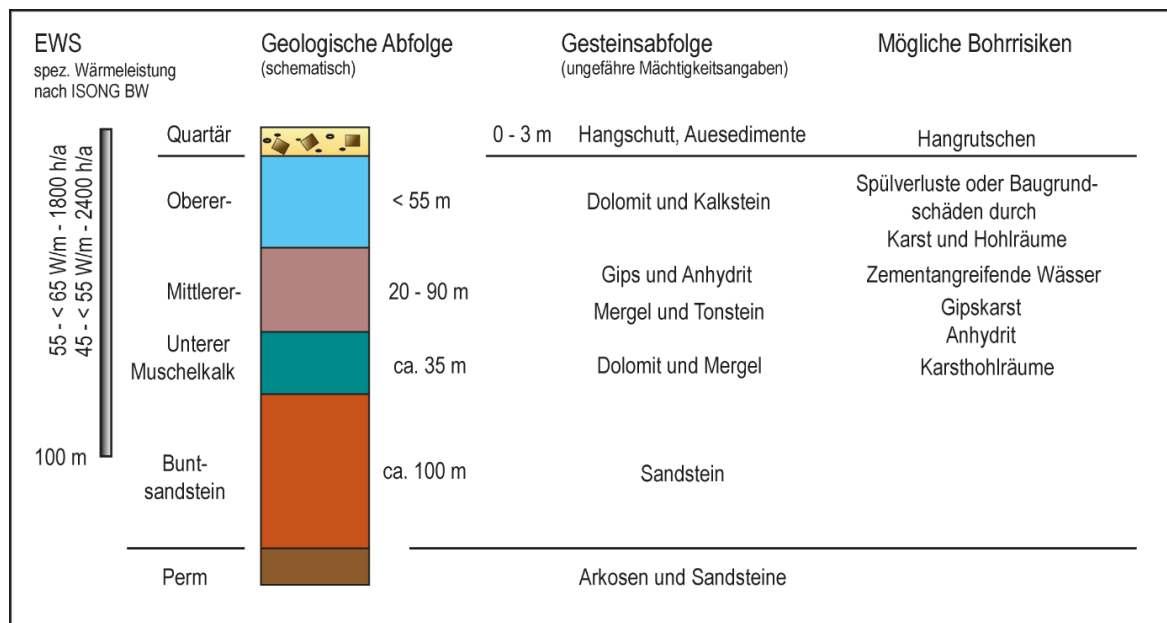


Abbildung 39 - Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Merzhausen

Die Gemeinde Merzhausen liegt am östlichen Rand des Oberrheingrabens und kann geologisch in drei von Verwerfungen getrennte Zonen unterteilt werden: Im Südwesten (Zone I) gründen die Wohnbereiche auf Kalksteinen und Dolomiten des Oberen Muschelkalkes, im Nordosten (Zone II) auf solchen des Unteren Muschelkalkes und im zentralen Bereich der Gemeinde trennt eine entlang des Dorfbaches verlaufende Verwerfungszone beide Gebiete. Im Bereich dieser Verwerfung treten artesische Grundwasserverhältnisse auf.

Im Osten der Gemeinde (Zone III) gründen die Siedlungsareale auf kristallinen Gesteinen des Schwarzwaldes. Grundsätzlich ist die Nutzung der Erdwärme hier mit bis zu 150 m langen Erdwärmesonden möglich. Jedoch ist zu beachten, dass in den Hangbereichen die Gefahr des Hangkriechens und -rutschens besteht.

In Zone I sollten Erdwärmebohrungen nicht bis in den Buntsandstein abgeteuft werden, da möglicherweise artesisch gespanntes Grundwasser dann in den darüber vorkommenden Anhydrit führenden Mittleren Muschelkalk eindringen kann. Eine unproblematische Bohrtiefe sollte zuvor mit der zuständigen Behörde abgesprochen werden.

Auch in der Zone II könnte beim Anbohren des Buntsandsteins stark gespanntes Grundwasser aufdringen, allerdings sind die Anhydrit führenden Einheiten hier nicht mehr vorhanden.

Die Lage der Zonen ist in Abbildung 40 (siehe unten) gekennzeichnet.

Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des LGRB in Baden-Württemberg grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde.

4.5.2.2 Geothermiepotenzial in Merzhausen

Auf der Grundlage des Wärmekatasters (oberirdischer Bedarf) und der eben geschilderten unterirdischen Situation konnte für die Gemeinde Merzhausen ein Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Anhang in Kapitel 9.6 erläutert.

In Abbildung 40 ist das maximale theoretische Potenzial wiedergegeben, welches ohne Rücksicht auf technisch-ökonomische Umstände und ohne Rücksicht auf die geologische Zonierung ermittelt wurde. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren heutigen Wärmebedarf mit 1, 2 oder mit bis zu 4 Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Nutzfläche decken können. Die Berechnungen zeigen, dass die Gemeinde theoretisch 34% des Gebäudewärmebedarfs mit jeweils bis zu vier maximal 150 m langen Sonden abdecken könnte.

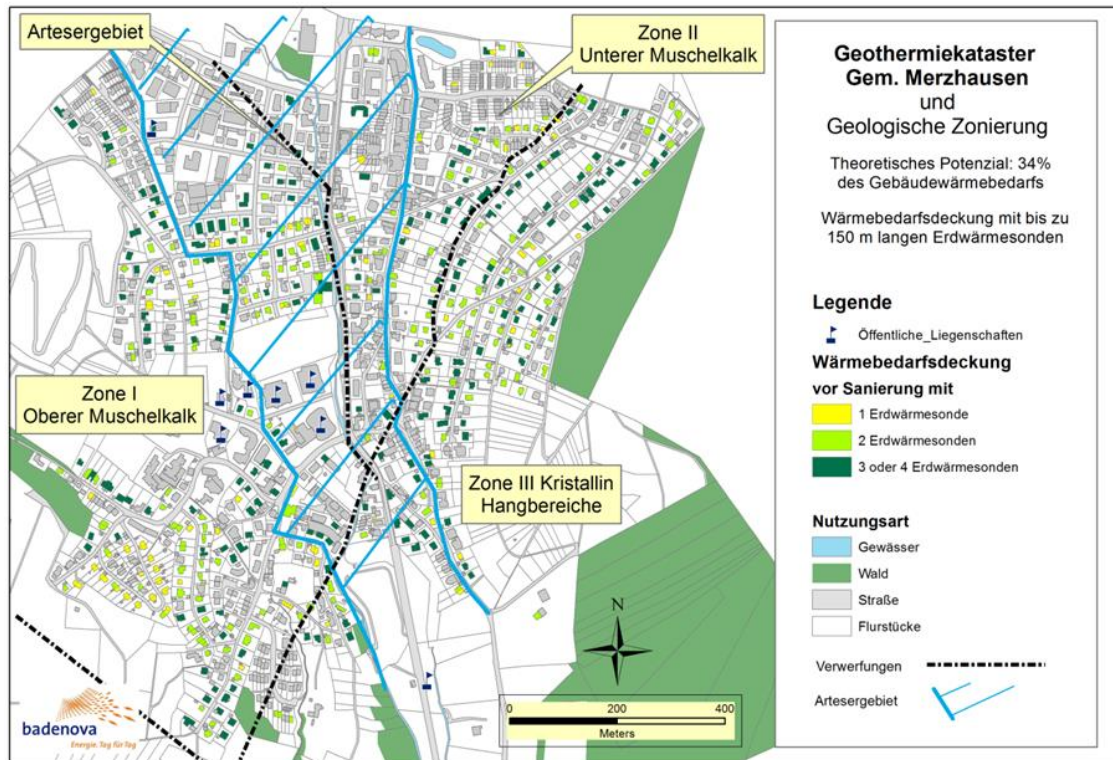


Abbildung 40 - Darstellung der geologischen und morphologischen Zonierung sowie des berechneten theoretischen Geothermiekatasters für die Gemeinde Merzhausen

Vor dem Hintergrund der geologischen Verhältnisse sind, insbesondere in der Zone I, kürzere Erdwärmesonden mit maximal 99 m Länge zu empfehlen.

Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es jedoch nötig, die Heizungs-
vorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus.

Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualtersklasse F (1969-1978) aufweisen. Im Zuge dieser Altersklasse wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude der Klassen F bis H (1969 – 1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist in Abbildung 41 differenziert für Erdwärmesonden mit bis zu 99m in Zone I und sonst 150 m Länge dargestellt.

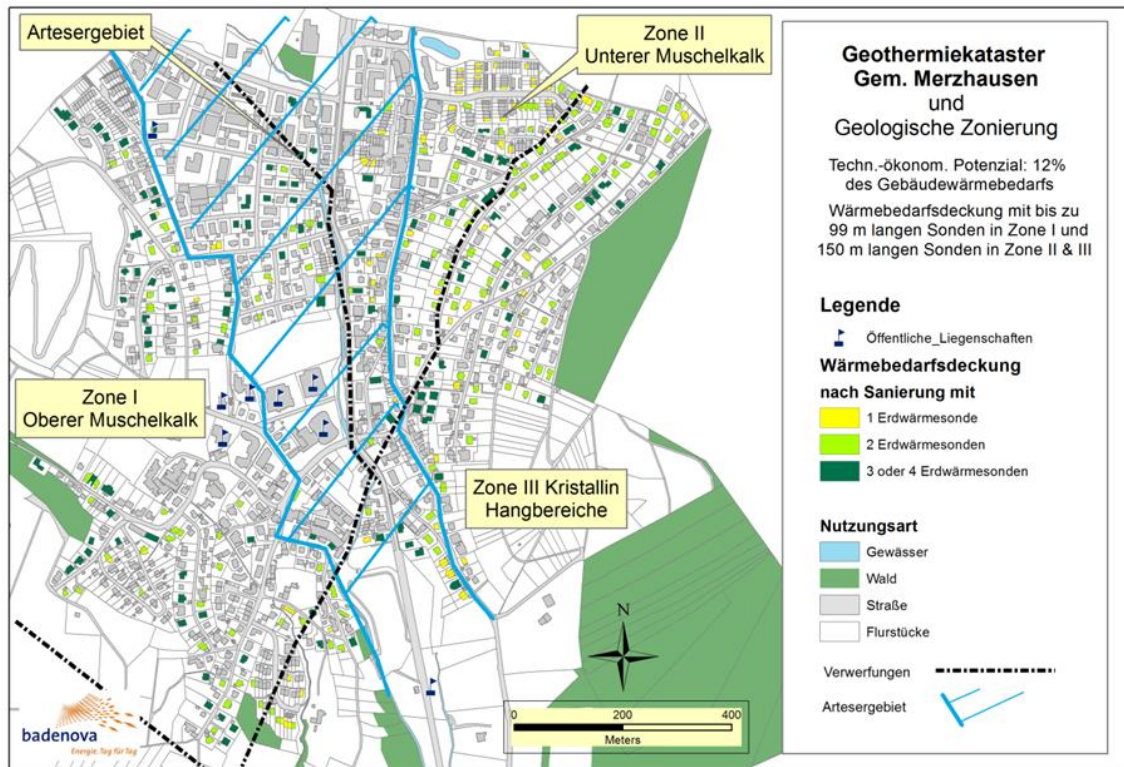


Abbildung 41 - Darstellung des technisch-ökonomischen Geothermiekatasters für die Gemeinde Merzhausen

Unter diesen Voraussetzungen zeigt sich, dass die Zonen II und III ein größeres Potenzial zur Erdwärmennutzung aufweisen, während in der Zone I das Nutzungspotenzial durch die hier empfohlene kürzere Sondenlänge stark eingeschränkt wird, bzw. häufig bis zu 4 Sonden nötig sind.

Bei Verwendung von Erdwärmesonden mit bis zu 99 m bzw. 150 m Länge können somit maximal 12 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs der Gemeinde Merzhausen mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Dies entspricht einer Wärmemenge von 4.528 MWh pro Jahr. Zu berücksichtigen ist, dass die damit einhergehende notwendige Gebäudesanierung zusätzlich ca. 7 % des heutigen Wärmebedarfs einsparen würde. Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

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

Sondenlänge	Theoretisches Potenzial	Technisch-ökonomisches Geothermiepotenzial	Potenzial der notwendigen Sanierung	Technisch-ökonomisches Potenzial mit Sanierung
150 m	34%	15%	9%	24%
99 m	14%	8%	5%	13%

Tabelle 4 - Quantitative Potenziale zur Abdeckung des Gebäudewärmebedarfs in Merzhausen

4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Merzhausen

Die Auswertung der vorhandenen Informationen für die Nutzung von Erneuerbaren Energien zur Stromproduktion in Merzhausen hat ergeben:

- Signifikante Stromerzeugungspotenziale gibt es in Merzhausen bei der Photovoltaik, die mit 89 % einen wesentlichen Beitrag zur „Strom-Autarkie“ leisten könnten.
- Wirtschaftlich nutzbare Ausbaupotenziale bei der Wasserkraft gibt es nicht.
- In Merzhausen existiert kein Windpotenzial, da keine windhöffigen Standorte auf der Gemarkung vorhanden sind.
- Das verfügbare Reststoffpotenzial aus Trester und Bio- und Gartenabfällen ist zu gering, als dass sich der Einsatz in einer Biogasanlage lohnen würde.

Bei der Wärmeversorgung durch Erneuerbare Energien bestehen folgende Ausbaupotenziale:

- Bei Verzicht auf 10 % des Photovoltaik-Potenzials könnten 60 % des Wärmebedarfs für die Warmwasserbereitung durch Solarthermie gedeckt werden. Dies entspricht 7 % des Gesamtwärmeverbrauchs.
- Das vorhandene Potenzial für Energieholz wird bereits zum größten Teil genutzt. Durch eine Erhöhung der Einschlagsmenge könnte der Wärmebedarf von zusätzlich 21 Haushalten bzw. 6 % des Gesamtwärmeverbrauchs gedeckt werden.
- Die geologischen Verhältnisse in Merzhausen ermöglichen die Wärmezeugung mit Hilfe von Erdwärmesonden. Durch die Nutzung der Erdwärme könnten 12 % des Wärmebedarfs der Gebäude bzw. 9% des Gesamtwärmebedarfs in Merzhausen gedeckt werden.

5. Klimaschutzpotenziale und Handlungsfelder

Aufbauend auf den für diese Energiepotenzialstudie zusammengetragenen und analysierten Daten und der weiteren Auswertung dieser Daten in einem geographischen Informationssystem können bereits erste Handlungsfelder identifiziert werden. Diese würden in der Gemeinde Merzhausen direkt zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen und damit zu mehr Klimaschutz führen.

Wir haben diese abschließend in die Bereiche

- Ausbau der Erneuerbaren Energien,
- Energieeffizienz und
- Energieeinsparung

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

5.1 Erneuerbare Energien

5.1.1 Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung: Fokus auf Photovoltaik

Das Handlungspotenzial zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Merzhausen beschränkt sich im Bereich der Stromerzeugung auf die Photovoltaik, da keine Wind- oder Wasserkraftpotenziale zur Verfügung stehen. Durch die Nutzung der PV-Potenziale könnte Merzhausen das angestrebte Erneuerbare-Energien-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38 % bis 2020 nicht nur erreichen, sondern bei gleichbleibendem Stromverbrauch deutlich übertreffen, vgl. Abbildung 42.

Der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Solarenergie ist ein wichtiges und vor allem realisierbares Handlungsfeld, welches in der strategischen Ausrichtung der Gemeinde weiterhin verankert sein sollte.

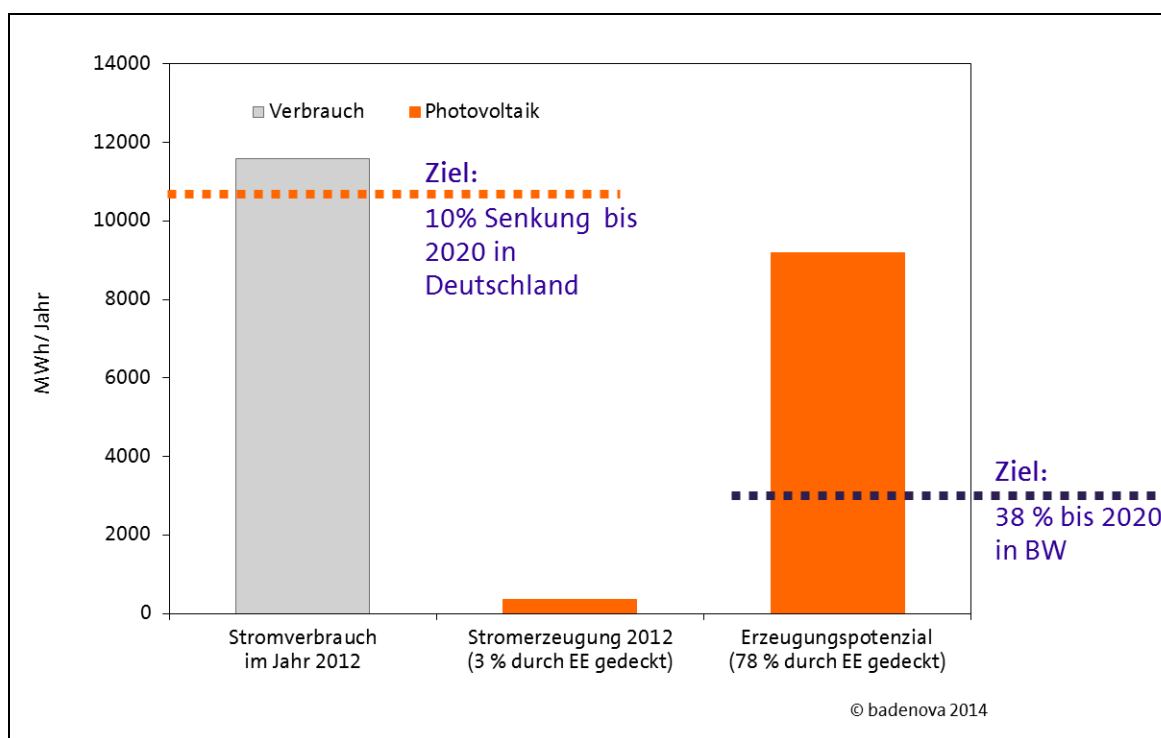


Abbildung 42 - Aktueller Stromverbrauch im Kontext der Erneuerbare-Energie-Strom-Potenziale und der energiepolitischen Ziele des Landes (38% EE-Anteil) für 2020

5.1.2 Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmeverbrauchs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung Erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmeverbrauchs sind zwar vorhanden, aber begrenzt, weil insbesondere das Potenzial von Energieholz bereits weitgehend genutzt wird (vgl. Abbildung 43).

Der durchschnittliche Wärmeverbrauch in Merzhausen beträgt rund 47.800 MWh/Jahr, wovon Wohngebäude mit rund 75 % den größten Anteil ausmachen. Aktuell werden davon jährlich ca. 6 % durch Erneuerbare Energien, insbesondere durch Energieholz (ca. 4,8 %) und Geothermie (ca. 0,9 %), gedeckt.

Ausbaupotenziale gibt es v.a. bei der Solarthermie und bei der Geothermie. Durch die Nutzung der Dachflächen für Solarthermie könnten 7 % des Gesamtwärmeverbrauchs in Merzhausen gedeckt werden. Die Potenzialerhebung zur Nutzung von Erdwärme ergab, dass durch die Installation von Wärmepumpen der Anteil Erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung um weitere 9 % gesteigert werden könnte.

Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 16 % zu erhöhen. Durch die verstärkte Nutzung der solarthermischen Potenziale und der Erdwärme könnte dieses Ziel erreicht werden.

Die Klimaneutralität ist jedoch alleine durch Maßnahmen bei der Energieerzeugung nicht zu erreichen, sondern nur bei einer gleichzeitigen deutlichen Senkung des Wärmeverbrauchs und einer Erhöhung der Energieeffizienz.

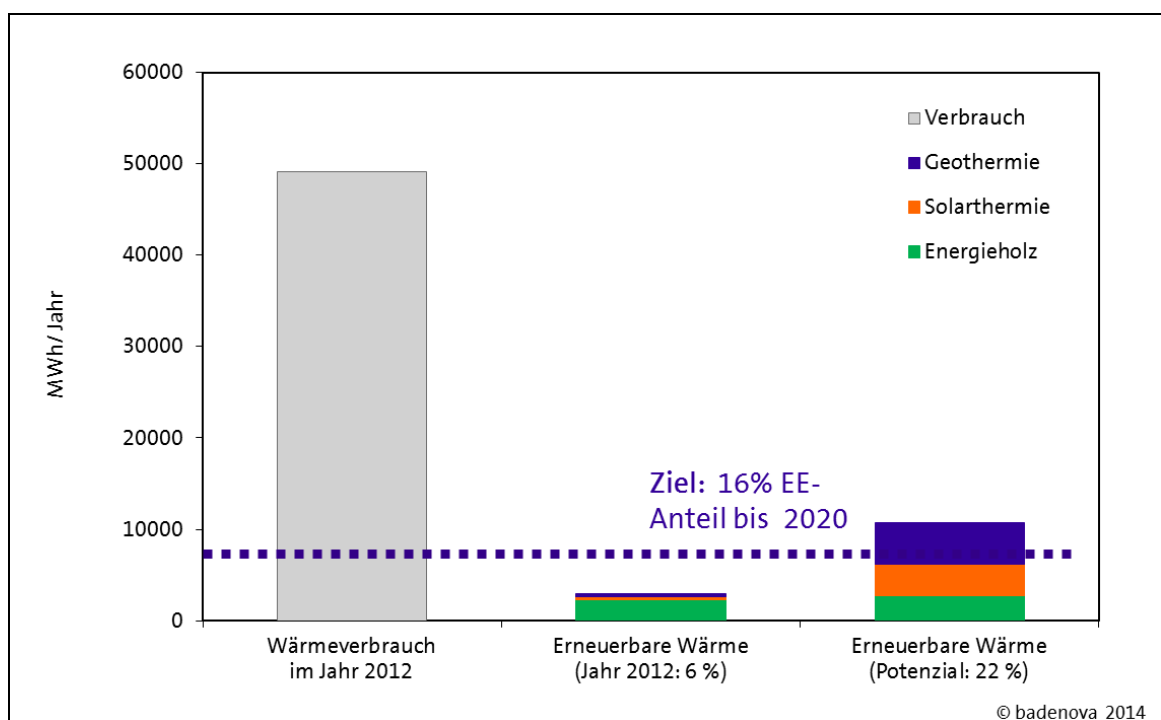


Abbildung 43 - Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der EE am Wärmeverbrauch

5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

5.2.1 Austausch alter, ineffizienter Heizanlagen

Die Heizanlagenstatistik der Gemeinde zeigt, dass ca. 30 % der Heizanlagen in Merzhausen über 15 Jahre, ca. 11 % bereits über 25 Jahre und ca. 15 % sogar bereits über 35 Jahre alt sind. Abbildung 44 gibt die summierte Leistung der Heizanlagen nach Baualter und Energieträger wieder.

Da sich die Effizienz von Heizanlagen in den letzten Jahren deutlich verbessert hat, birgt der Austausch dieser Anlagen ein hohes Einsparpotenzial. In der Regel ist eine Erneuerung der Heizanlage nach spätestens 20 Jahren sinnvoll. Zu berücksichtigen ist, dass nach der Novellierung des Erneuerbaren-Wärme-Gesetzes (EWärmeG) bei einer Erneuerung der Heizanlagen 15 % des Wärmebedarfs durch Erneuerbare Energien gedeckt werden muss. Alternativ ist auch der Anschluss an ein Wärmenetz möglich, dass auf Erneuerbaren Energien oder einer KWK-Anlage basiert.

Durch effizientere Heizanlagen könnten in Merzhausen jährlich 1.130 MWh Heizöl und 1.485 MWh Erdgas eingespart werden. Dies entspricht einem CO₂-Einsparpotenzial von 738 t im Jahr bzw. 3,4 % der Gesamtemissionen.

Für das Hildegard-Haussmann-Haus, das im Jahr 2000 bezogen wurde, sollte geprüft werden, ob der Austausch der Gasheizung bzw. der Anschluss an das Wärmenetz des Bürgerbades bereits sinnvoll ist. Nach der VDI Richtlinie 2067 sollten Gasbrenner nach einer Nutzungsdauer von 15 bis 18 Jahren ausgetauscht werden. Anhand der Kaminfeger-Protokolle kann festgestellt werden, ob regelmäßige Wartungen stattgefunden haben, Mängel an der Kesselanlage bestehen und die Emissionswerte noch eingehalten werden.

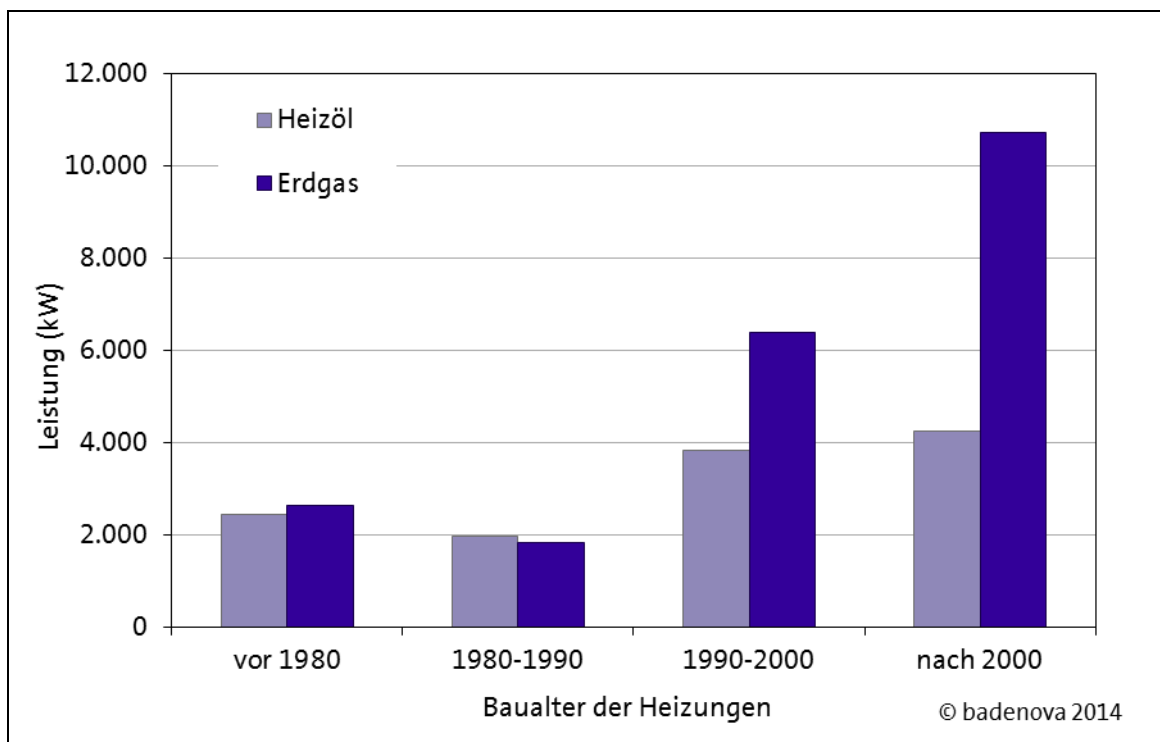


Abbildung 44 - Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträger und Baualter

5.2.2 Anschluss an das Wärmenetz in Sauerplatten

Seit 2011 ist der Bau eines Fernwärmenetzes in Sauerplatten im Gespräch. Das vorläufige Konzept wurde von der Beraterfirma „endura kommunal“ erstellt. Aufgrund zu geringer Abnehmerzahlen wurde der Bau eines eigenen Kraftwerks verworfen und der Anschluss an das Heizkraftwerk im benachbarten Freiburger Stadtteil Vauban beschlossen (vgl. Abbildung 45).

Ein Vorteil bei einer Versorgung mit Fernwärme ist, dass der einzelne Haushalt von Gesetzesauflagen bzgl. Umwelt- und Klimaschutz befreit, da diese vom Kraftwerksbetreiber erfüllt werden müssen. Als weiterer Vorteil erweist sich, dass kein eigener Heizkessel vom Kaminkehrer gewartet werden muss und dort, wo sich der alte Öl- oder Gaskessel befindet, neuer Raum im Keller entsteht.

Das Heizkraftwerk im Stadtteil Vauban wird von der „badenova Wärmeplus“ betrieben und besteht aus einem Erdgas-BHKW, das für 52 % der Wärmebereitstellung aufkommt. 37 % der Wärmeversorgung werden durch einen Holz-Hackschnitzelkessel abgedeckt, so dass sich ein Primärenergiefaktor von 0,23 ergibt. Gegenüber einer konventionellen Ölversorgung können somit 70-80 % der CO₂-Emissionen eingespart werden.



Abbildung 45 - Heizkraftwerk Vauban mit dem geplanten Anschluss des Quartiers Sauerplatten in Merzhäusen (Quelle: badenova Wärmeplus, 2014)

Der geplante Trassenverlauf für den weiteren Anschluss von Gebäuden in Merzhäusen ist in Abbildung 46 dargestellt und geht von Vauban über den Sonnenpark nach Sauerplatten. Bisher ist die Abnahme von 600 kW vertraglich zugesichert, darunter von drei großen Mehrfamilienhäusern (insg. 60 Wohnungen und Gewerbe), die auf dem ehemaligen SAG-Gelände (Sonnenpark) entstehen, mit einer Anschlussleistung von je 100 kW. Unter den Wärmeabnehmern sind weitere Einfamilienhäuser sowie der Bauhof und ein Wohn- und Geschäftshaus der Gemeinde, die mit gutem Beispiel vorangeht. Bis auf zwei Gebäude sind damit alle Gemeindegebäude an ein Fernwärmenetz angeschlossen.

Ziel ist es, weitere Haushalte und Gewerbe-Betriebe für einen Anschluss an das Fernwärmenetz zu gewinnen. Dies bietet sich v.a. in Gebäuden an, in denen ein Austausch der Heizanlage ansteht. Grund- und Arbeitspreis entsprechen den Preisen im Stadtteil Vauban und sind gegenüber den zu erwartenden Preisanstiegen fossiler Energieträger sehr attraktiv.

Der Gesamtausbau des Fernwärmenetzes beschränkt sich auf eine Leistung von 2 MW. Eine Erweiterung des Netzes östlich der Hexentalstraße ist nicht geplant, da die verfügbare Leistung für das Gebiet Sauerplatten vorgesehen ist. Zudem sind in der Hexentalstraße bereits viele Leitungen verlegt, so dass die Installation von zusätzlichen Rohren schwierig wäre.

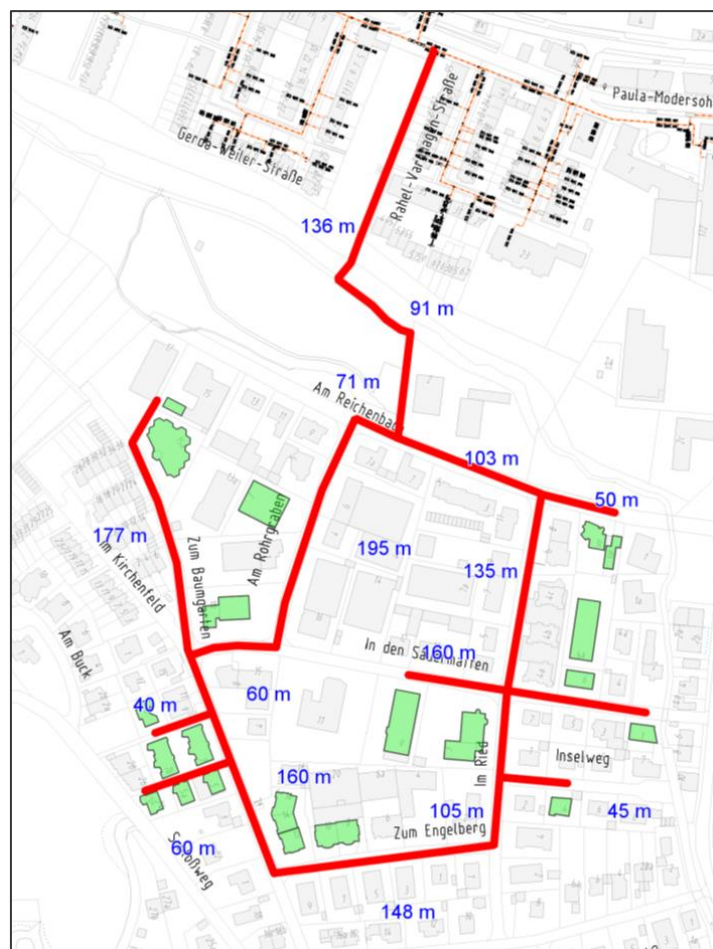


Abbildung 46 - Geplanter Trassenverlauf der Fernwärmeleitung in Sauerplatten (Quelle: badenova Wärmeplus, 2014)

5.2.3 Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

KWK-Anlagen sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern, vgl. Abbildung 47. In Merzhäusern gibt es bisher zwar einige Anlagen, allerdings decken diese erst 3 % des Stromverbrauchs der Gemeinde. Kleinere Anlagen könnten sowohl in größeren Mehrfamilienhäusern als auch in Gewerbebetrieben errichtet werden.

Abbildung 48 ist ein Ausschnitt aus dem Wärmekataster von Merzhäusern dargestellt. Besonders im schwarz markierten Bereich im Norden Merzhäusern gilt es zu prüfen, ob sich in den großen Mehrfamilienhäusern der Einsatz von BHKWs zur Wärmeversorgung eignen könnte. Aus dem Wärmekataster geht hervor, dass einige Gebäude aus den 1970er und 1980er Jahren stammen und die Wärmedichte von 500 kWh pro Trassenmeter erfüllt wäre, welches die Voraussetzung der Bafa für die Gewährung von Zuschüssen zum Netzbau ist.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der Wärmebedarf der Gebäude durch Sanierungsmaßnahmen deutlich sinken könnte, so dass ein Wärmenetz nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann. Sanierungsmaßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs sollten daher vor der Planung eines Wärmenetzes angegangen werden.

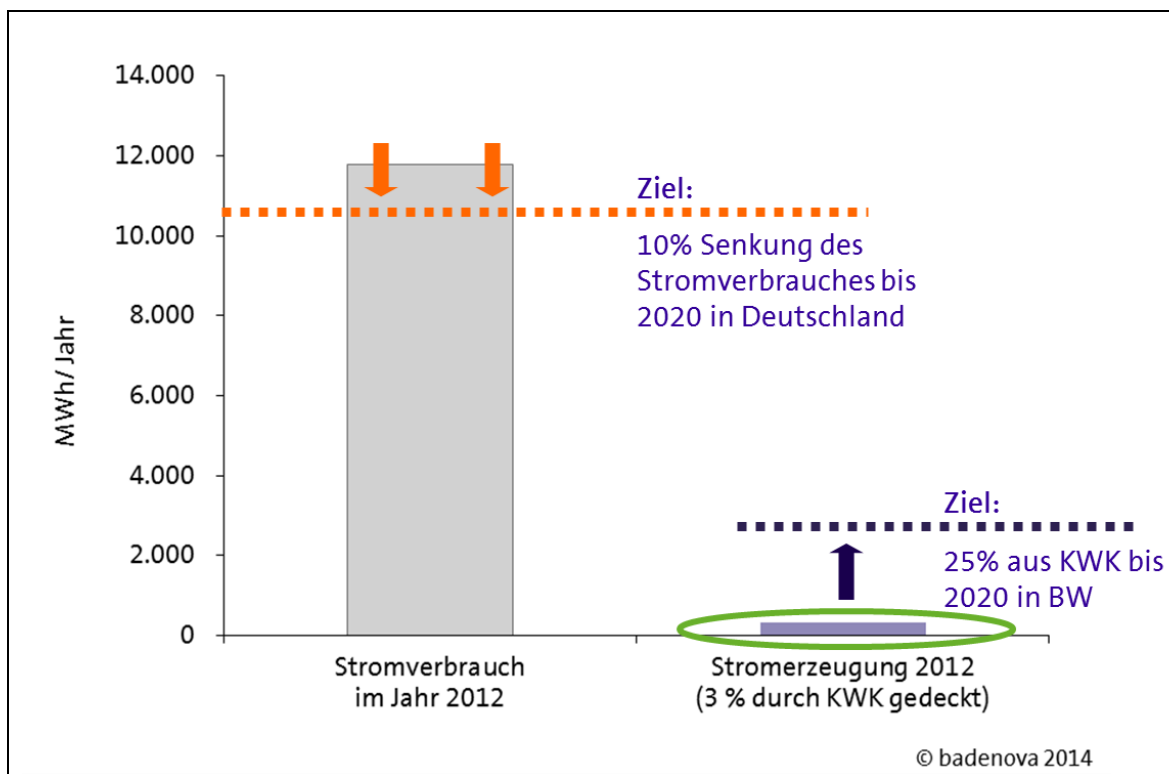


Abbildung 47 - KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Merzhausen

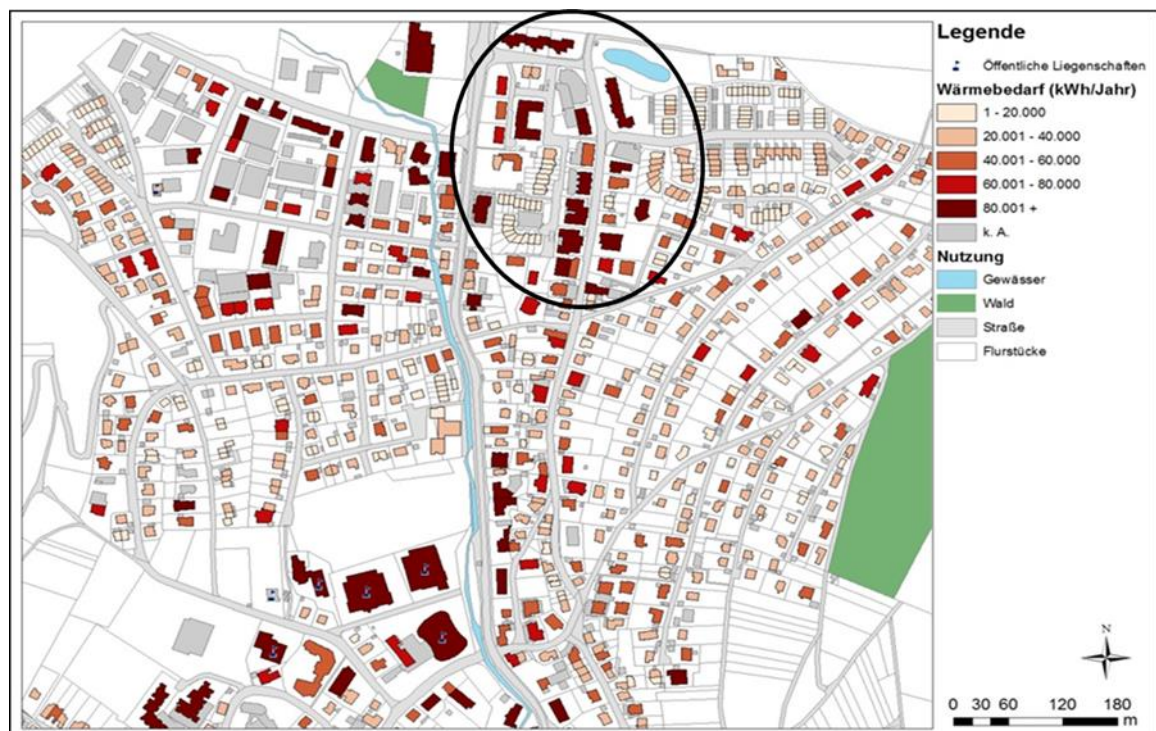


Abbildung 48 - Ausschnitt aus dem Wärmekataster

5.2.4 Erweiterung und Verdichtung des Erdgasnetzes

Merzhausen weist bereits eine relativ hohe Dichte an Erdgasanschlüssen auf. 34 % des Wärmebedarfs wird jedoch noch auf Basis von Heizöl gedeckt, das wesentlich höhere CO₂-Emissionen verursacht (vgl. Kapitel 3.2.2). Steht aufgrund des Alters der Heizanlage ein Austausch an, so sollte ein Umstieg auf Erdgas bzw. Bioerdgas in Kombination mit Solarthermie erfolgen. Dadurch könnte ein Beitrag zur Emissionsreduzierung seitens der privaten Haushalte geleistet werden.

Würden alle Wohngebäude, die momentan mit Heizöl heizen, auf eine Kombination aus Solarthermie und Erdgas wechseln, könnten bei gleichbleibenden Wärmemengen rund 635 t CO₂ im Jahr eingespart werden (vgl. Abbildung 49). Dies entspricht 3 % der CO₂-Emissionen in Merzhausen.

Die Wirtschaftlichkeit von Neuanschlüssen muss im Einzelfall durch den Netzbetreiber geprüft werden, ist aber aufgrund des vorhandenen Erdgasnetzes in vielen Teilen Merzhausens wahrscheinlich.

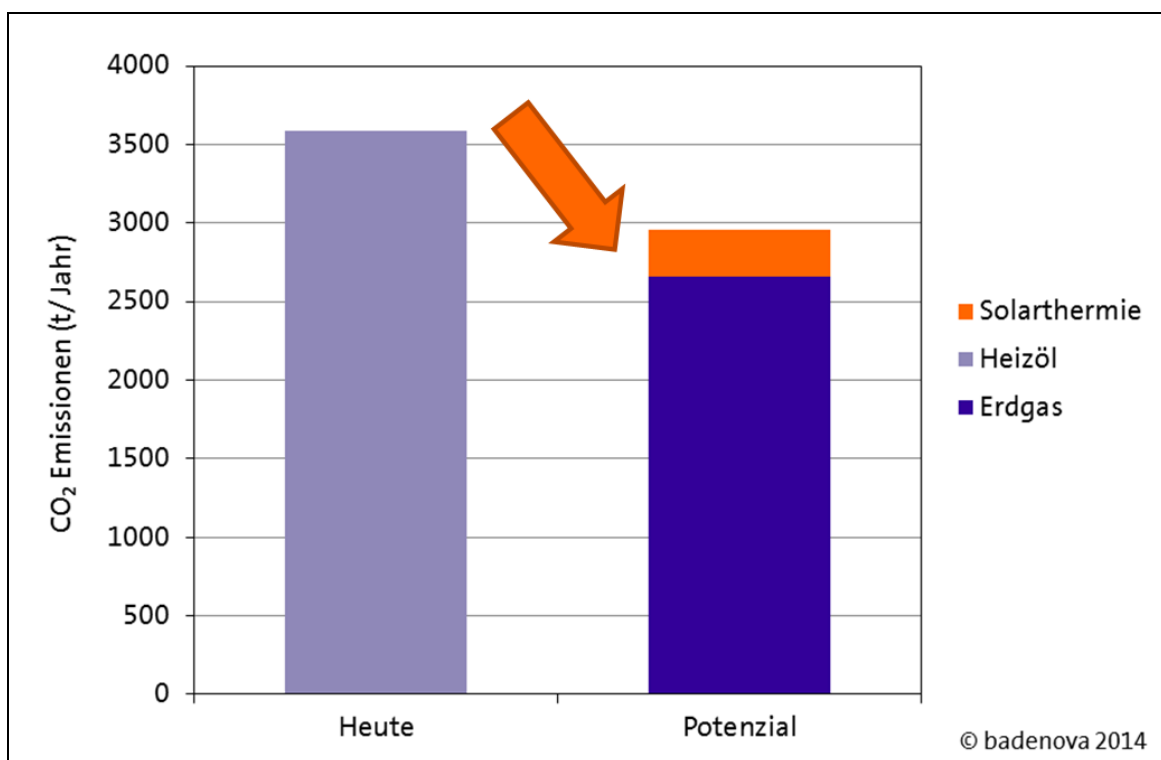


Abbildung 49 - CO₂-Einsparpotenzial durch den Wechsel von Heizöl auf Erdgas und Solarthermie

5.4 Energieeinsparung

5.4.1 Mobilität

In Merzhausen werden jährlich rund 2.464 t CO₂ aufgrund des Verkehrsaufkommens ausgestoßen. Dies entspricht 11 % der Gesamtemissionen Merzhausens, was im Vergleich mit Referenzgemeinden im unteren Bereich liegt. Dennoch sollte das Handlungsfeld „Mobilität“ nicht außer Acht gelassen werden.

Durch verschiedene Maßnahmen und gute Öffentlichkeitsarbeit seitens der Gemeinde sollte ein neues Mobilitätsverhalten der Merzhausener Bürger durch bewussteren Umgang und Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln etabliert werden. Alternative Verkehrsmittel sind u.a. Mitfahrgelegenheiten. Hier könnte die Gemeinde die Bürger über ausgewählte Mitfahrzentralen (z.B. flinc) und deren Möglichkeiten informieren. Pedelecs zählen ebenfalls zu alternativen Verkehrsmitteln und bieten besonders für kürzere Strecken eine sehr hohe Flexibilität, trotz hügeliger Lage, wie dies in Merzhausen der Fall ist. Die Gemeinde könnte Probefahrten für die Bürger organisieren, die dazu beitragen, Pedelecs kennen zu lernen, unter Anleitung auszuprobieren und damit den Bürgern die Funktionsweise und Vorteile näher zu bringen. Die Car-Sharing-Angebote in Merzhausen könnten durch Erhöhung der Fahrzeugflotte oder Einrichtung eines neuen Standortes ausgeweitet und durch Infoveranstaltungen mit geeigneten Fachvorträgen stärker kommuniziert werden. Des Weiteren könnte geprüft werden, ob sich ein wesentlicher Nutzen und eine CO₂-Einsparung ergeben könnte, wenn die Fahrzeugflotte der Gemeinde in das vorhandene Car-Sharing integriert würde.

5.4.2 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmebedarf um 20 % zu senken.

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

In Merzhausen wurde 80 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an CO₂-Emissionen einsparen. Merzhausen verfügt über ein deutliches Einsparpotenzial beim Wärmeverbrauch.

Konkret bedeutet das: Würden in Merzhausen alle Wohngebäude energetisch saniert, könnten laut den statistischen Werten des IWU 38 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs eingespart werden.

Dies ist in der folgenden Abbildung 50 dargestellt. Die drei Balken zeigen den ursprünglichen Wärmebedarf vor jeglicher Sanierung, den heutigen Wärmebedarf sowie den potenziellen Wärmebedarf nach Umsetzung aller Sanierungsmaßnahmen an Fenstern, Dächern und Außenwänden. Die Darstellung zeigt, dass das

Ziel der Bundesregierung einer 20 %-igen Senkung des Wärmebedarfs durchaus erreicht werden kann.

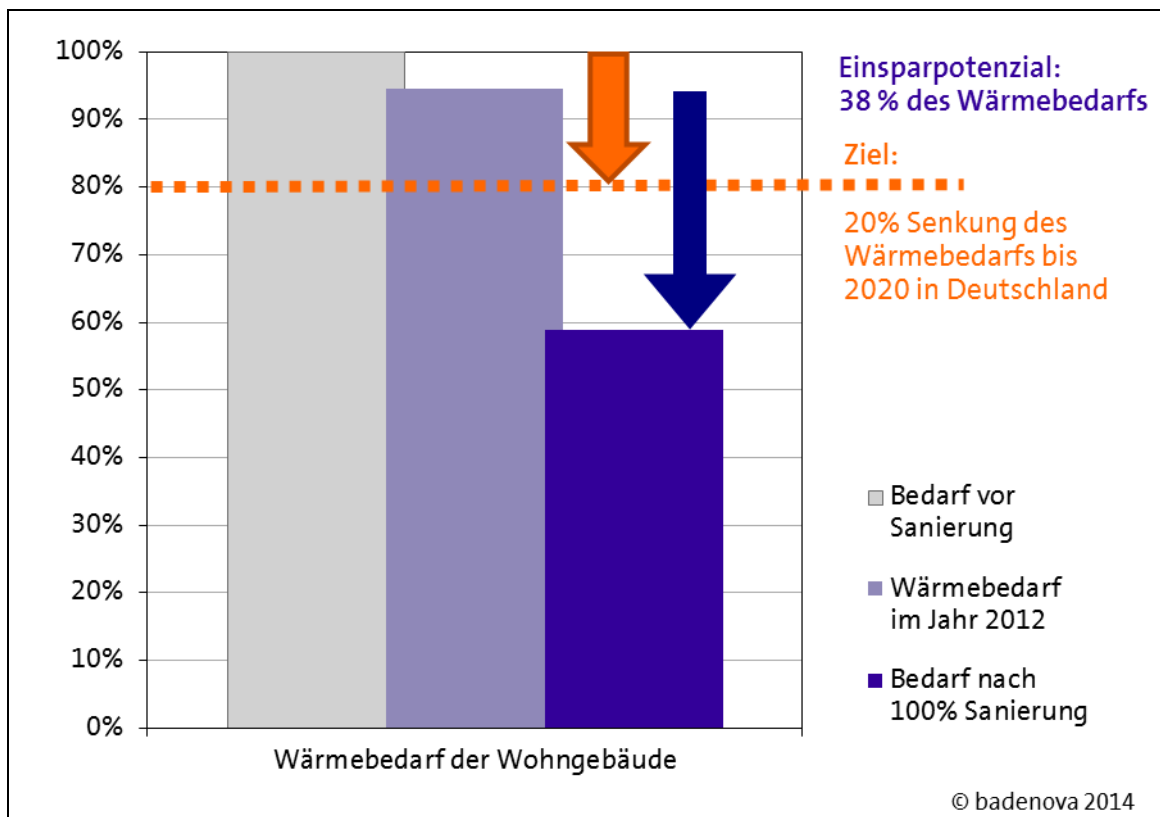


Abbildung 50 - Wärmeverbrauch der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Durch Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden in Merzhausen würden sich Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

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

6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Merzhausen ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und energieeffizienten Energieversorgung erreicht.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Gemeinde bereits zahlreiche Potenziale umgesetzt hat, besonders im kommunalen Sektor. Hierzu zählen die Versorgung fast aller öffentlichen Liegenschaften mit Fernwärme, die Nutzung der Dachflächen für Photovoltaik und die Sanierung der öffentlichen Liegenschaften sowie der geplante Austausch der Straßenbeleuchtung. Deutlich wird auch, dass es noch weitere Potenziale gibt, die jedoch zum größten Teil in den Handlungsbe- reich der Privathaushalte und des Gewerbes fallen. Eine deutliche Verbesserung der CO₂-Bilanz wird sich nur erzielen lassen, wenn alle Sektoren in den Klima- schutz eingebunden werden.

Folgende Handlungsfelder sollten zur Verbesserung des Klimaschutzes in Merz- hausen angegangen werden:

- Nutzung der signifikanten Solarenergie- und Geothermiepotenziale
- Erhöhung der Energieeffizienz durch
 - den Austausch alter Heizanlagen
 - den Anschluss weiterer Gebäude an das Fernwärmenetz in Sauer- matten
 - die Prüfung weiterer KWK-Potenziale im Nordosten der Gemeinde
 - die Erweiterung und Verdichtung des Erdgasnetzes
- Verringerung des Energieverbrauchs durch Maßnahmen der Gebäudesanie- rung, u.a. durch Sensibilisierung von Gebäudebesitzern.

Diese kurze Zusammenstellung der Handlungsfelder zeigt, dass es für Merzhau- sen nicht leicht ist, die Klimaschutzziele von Bund und Land zu erreichen. In vie- lem ist die Gemeindeverwaltung auf „Unterstützung durch die Bürger“ angewie- sen, da insbesondere zur Erschließung des Solarenergie- und Geothermiepoten- zials und zur Erreichung möglicher Einsparungen deren Engagement und deren Investitionsbereitschaft unabdingbar sind. Die Gemeinde sollte daher prüfen, ob sie ihr Handeln über die eigenen Liegenschaften und den eigenen Energiever- brauch hinaus ausweitet auf ein Beratungs- und Unterstützungsangebot für die Bürger, um die vorhandenen Potenziale zu nutzen. Hier sollte sich die Gemeinde auch bewusst machen, dass ein zusätzlicher Euro in die Sanierung der letzten Lie- genschaften evtl. zu geringeren Effekten führt als ein zusätzlicher Euro in den Dialog mit dem Bürger (wobei hier natürlich die daraus tatsächliche resultieren- de CO₂-Einsparung schwerer nachweisbar wird).

Eine kluge Kombination vorhandener Förderprogramme zeigt allerdings auf, wie die Gemeinde mit vergleichbar geringem jährlichem Aufwand zwischen 15.000- 20.000 € über mehrere Jahre eine Kampagne finanzieren könnte, um mit ausrei- chend langem Atem den Austausch mit den Bürgern zu forcieren:

- „Eintrittskarte zur Förderung“ ist die Erstellung eines Klimaschutzkonzep- tes für die gesamte Gemeinde (vgl. Abbildung 51, Schritt 1). In deren Rah-

men werden aufbauend auf der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie in einem Prozess mit Bürgerbeteiligung konkrete Projekte definiert, die die Kommune auf dem Weg zum Klimaschutz voranbringen, und es wird dargestellt, wie das Engagement einzelner Akteursgruppen zur Umsetzung der Maßnahmen und damit zur Reduzierung schädlicher Klimagase beitragen kann. Abgabefrist für dieses Förderprogramm ist jeweils Januar bis April eines Jahres.

- Hat eine Gemeinde ein Klimaschutzkonzept erstellt, stehen ihr weitere, ganzjährig geöffnete Fördertöpfe zur Verfügung, z.B. ein Programm zur Förderung eines Klimaschutzmanagers (vgl. Abbildung 51, Schritt 2a). Ziel dieses Programms ist die Finanzierung einer Person, die die Umsetzung der Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm begleitet bzw. überwacht und die Bevölkerung zum „Mitmachen“ bei der Maßnahmenumsetzung motiviert. Interessant für die Umsetzung von ausgewählten Projekten ist eine Besonderheit in diesem Förderprogramm für einen Klimaschutzmanager. Dort ist definiert, dass dieser in den ersten 18 Monaten seiner Tätigkeit eine (durchaus auch eher konventionelle) Umsetzungsmaßnahme zum Klimaschutz vorrangig für eine weitere Förderung anmelden darf (vgl. Abbildung 51, Schritt 2b).
- Da die Förderanträge für Klimaschutzkonzepte nur jeweils zum Jahresanfang gestellt werden können, würde sich für die Gemeinde Merzhausen auf Grund der besonderen Situation (möglicher Auf- und Ausbau eines Nahwärmenetzes) ein weiteres Förderprogramm anbieten, für das Anträge ganzjährig gestellt werden können: die Förderung zur Erstellung eines Quartierskonzepts. In diesem Programm steht im Vordergrund, für einen abgrenzbaren Teilort ein technisches Versorgungskonzept zu erarbeiten, das bürgerschaftliche Engagement im Quartier zu erhöhen und darauf aufbauend mindestens eine konkrete Maßnahme im Quartier umzusetzen.

In allen genannten Programmen kann die Gemeinde Merzhausen mit einer Förderung in Höhe von bis zu 65% der ansetzbaren Kosten erwarten.

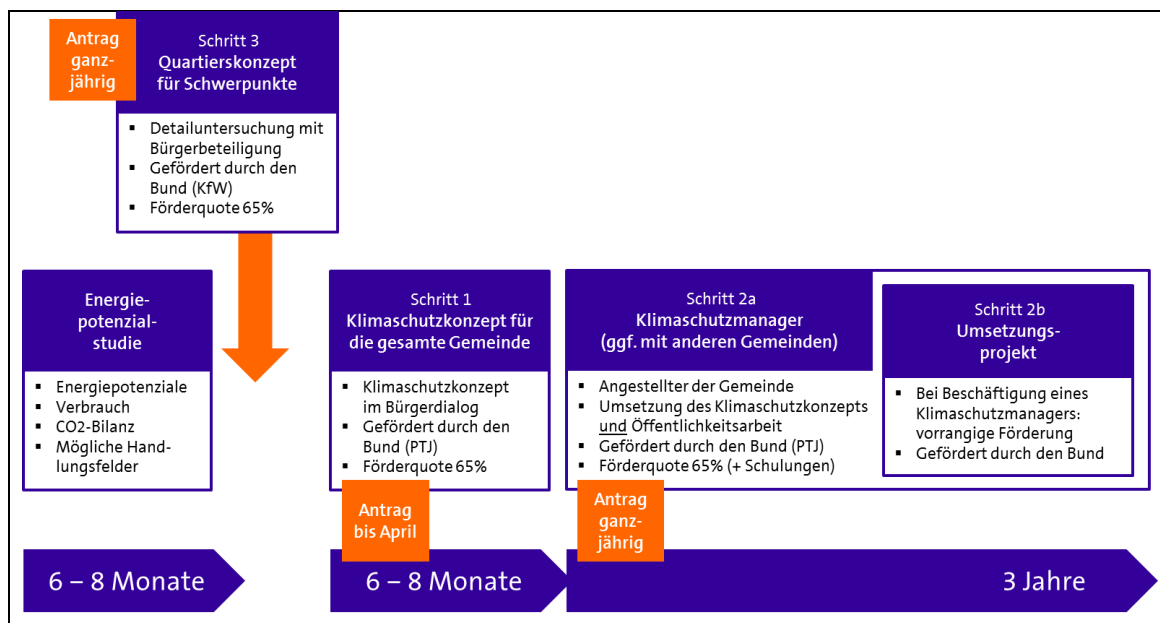


Abbildung 51 - Förderprogramme des Bundes und ihre Verknüpfung für eine längerfristige Kampagne zur Aktivierung bisher ungenutzter CO₂-Minderungspotenziale in Merzhausen

Die Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung aller Akteure ist daher auch Gegenstand der von badenova angebotenen Module 3 und 4 (vgl. Abbildung 52), die in einem Klimaschutzkonzept münden. Durch die Energiewerkstätten, die Teil der Erarbeitung des Klimaschutzkonzepts sind, werden auch die Privathaushalte und das Gewerbe verstärkt in den Prozess eingebunden und motiviert, sich für den Klimaschutz zu engagieren. Dies ist besonders für die Handlungsbereiche Verkehr oder Sanierung von Gebäuden und Heizanlagen entscheidend, da hier die Einflussmöglichkeiten der Gemeinde begrenzt sind.

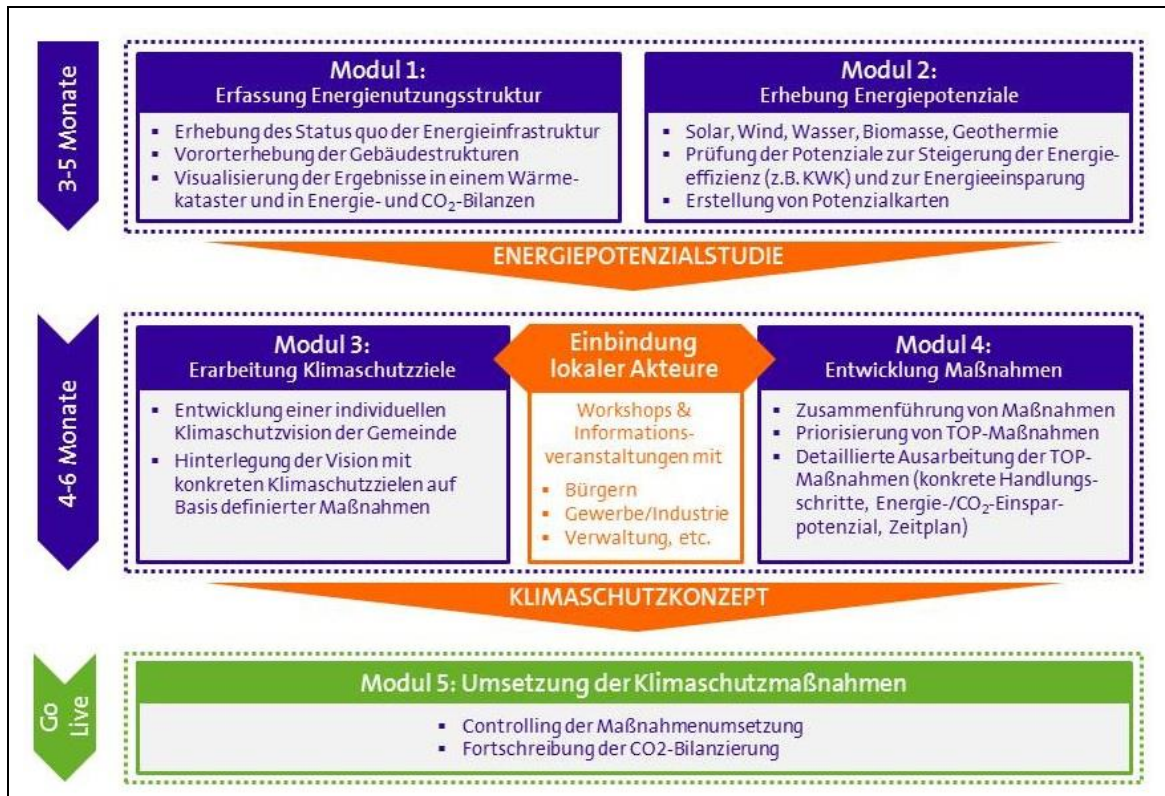


Abbildung 52 - Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts

Die Datenbasis dieser Studie bietet eine solide Grundlage für alle weiteren Überlegungen und Entscheidungen und ermöglicht es zudem, individuelle Fragestellungen und Potenziale der Gemeinde in die nachfolgenden Projektphasen zu integrieren. Hierzu zählen z.B. die konkrete Ausarbeitung einer Klimaschutzstrategie und individueller Maßnahmen, also eines umfassenden Klimaschutzkonzepts. Der Gemeindeverwaltung werden die Katasterkarten im Anhang zur Verfügung gestellt, die alle wesentlichen Informationen dieser Studie lagebezogen darstellen.

7. Literaturverzeichnis

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

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

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

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Abgerufen am 1. August 2013. <http://www.bkwk.de/typo3temp/pics/3d013c68b1.jpg>

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

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

http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimagutachten/Solarenergie/Globalkarten__entgeltfrei/Jahressummen/2012,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2012.pdf

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

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

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

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

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

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

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

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2013). Datenbankabruf: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

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

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

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

NITSCHKE, U. (2007). Auf neuen Wegen in die Zukunft. In W. Witzel, & D. Seifried, *Das Solarbuch: Fakten, Argumente und Strategien für den Klimaschutz*. Freiburg: Energieagentur Regio Freiburg.

ÖKOINSTITUT. Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Ver. 4.6.

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

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, ABTEILUNG 9, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU (LGRB) (2012). Beispiel Ausgabe Oberflächennahe Geothermie. [Bearb.Nr. 3s-2700158-Mühlacker].

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

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA-BW) (2014). Indikatoren zum „Flächenverbrauch“ für Gemeinden: Merzhausen. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Flaechenverbrauch/>

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

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.
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 Raumaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse
Gebäudetypologie	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
GEMIS	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein

	Werkzeug des Ökoinstituts Darmstadt zur Durchführung von Umwelt- und Kostenanalysen sowie eine Datenbank mit Treibhausgasemissionen bzw. Emissionsfaktoren.
GV	Abkürzung für Großvieheinheit; eine Großvieheinheit entspricht 500 kg Lebendgewicht beziehungsweise der Masse einer Milchkuh
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt am Main
kW	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaik-Anlagen gemessen wird.
kWh	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln benötigt man etwa 1 kWh Strom.
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Strom- und Wärmeerzeugung.
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg
MW	Megawatt. Ein MW entspricht 1.000 kW (s.o.)
MWh	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
Nutzenergie	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
Strom-Mix	Unter Strom-Mix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen die für die Erzeugung von Strom einge-

setzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl), sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.

ü. NN.	bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0m ü. NN“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmeverbrauch von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
Wärmeschutzverordnung (WSchV)	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 5).

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

Tabelle 5 - Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

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

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

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

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

9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

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

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

9.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in MWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Haushalte, Klein Gewerbe, Speicherheizungen/Wärmepumpen und Großverbraucher zur Verfügung gestellt. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der deutsche Strommix (2010) aus der GEMIS-Datenbank verwendet. Danach beträgt der CO₂-Emissionsfaktor für Strom 0,599 t CO₂/MWh.

Energielieferant	Anteil am deutschen Strommix (2010)
Kohle	43,3 %
Erdgas	15,1 %
Atomenergie	21,1 %
Wasser	3,7 %
Wind	7,5 %
Solar	1,0 %
Sonstiges	8,5 %

Tabelle 6 - Energiequellen des Deutschen Strommix und ihre Anteile; Quelle Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme GEMIS des Ökoinstituts, Ver. 4.6

9.4 Stromeinspeisung

Einspeisemengen wurden für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, aus der öffentlichen Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers Transnet BW für die Jahre 2007-2011 abgerufen. Einspeisemengen der Vorjahre (ab dem Jahr 2001) wurden anhand der Leistungsdaten der Anlagen abgeleitet, die ebenfalls in der Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers enthalten sind.

Da die Nutzung Erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO₂-Einsparungen mit sich bringt, wurde in der CO₂-Bilanz der Kommune eine Gutschrift für den eingespeisten Strom vorgenommen. Konkret bedeutet das, dass die CO₂-Einsparungen der Gemeinde durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbare Energien von der CO₂-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO₂-Bilanz der Gemeinde berücksichtigt. Die CO₂-Einsparungen gegenüber dem deutschen Strommix, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in der nachfolgenden Tabelle 7 zusammengefasst. Sie basieren wie die Berechnung des deutschen Vergleichsstrommix (s.o.) auf der GEMIS-Datenbank des Ökoinstituts.

Erzeugungsart	CO ₂ -Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	463
Wasserkraft	596
Biomasse	516
Windkraft	575

Tabelle 7 - CO₂-Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien

9.5 CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs und des Verkehrs

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

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

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

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

Die CO₂-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger sowie für Diesel und Benzin wurden ebenfalls dem CO₂-Emissionsberechnungstool „GEMIS“ entnommen (Ökoinstitut).

9.6 Geothermiepotenzial

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

Die vorgegebenen Wärmeparameter, die dabei zugrunde gelegt wurden, sind in Tabelle 8 dargestellt.

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

Tabelle 8 - Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Die maximale Länge der Sonde wird in Merzhausen mit 150 m angesetzt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird,

wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in Tabelle 9 aufgelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	150 m - 99 m
Sondentyp	DN40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden/ 3-4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b /H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,71 / 8,91 / 12,51 - 6,29 / 8,19 / 11,19
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 9 - Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 10 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS (2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde/ 2 Sonden/ 4 Sonden à 150 m	42,3 / 38,5 / 33,7
Soleeintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 15,3$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 10,3$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 10 – Berechnete spez. Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 11 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1.800

Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast
---------------------	---------------------

Tabelle 11 - Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch kann eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) und der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 12).

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

Tabelle 12 - Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

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

10. Kartenmaterial

- Absoluter Wärmebedarf der Gebäude
- Spezifischer Wärmebedarf der Gebäude
- Absolutes Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung
- Spezifisches Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung
- Solarkataster der Gemeinde
- Geothermiepotenzial der Gemeinde
- Digitale Version der Energiepotenzialstudie (CD-Rom)

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