



badenova
Energie. Tag für Tag

Energiepotenzialstudie

Gemeinde Malterdingen

Bericht März 2016



Auftraggeberin: Gemeinde Malterdingen

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



AutorInnen: Dr. Susanne Baumgartner
(Projektleiterin)
Dr. Marc Krecher

Freiburg, März 2016

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

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	VII
1. AUSGANGSLAGE.....	1
1.1 GLOBAL DENKEN	1
1.2 LOKAL HANDELN.....	1
1.3 KLIMASCHUTZKONZEPT UND ENERGIEPOTENZIALSTUDIE.....	3
1.3.1 <i>Aufbau des Klimaschutzkonzepts</i>	3
1.3.2 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i>	4
1.3.3 <i>Anmerkungen zur angewandten Methodik</i>	4
2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE	6
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	6
2.2 KLIMASCHUTZ IN MALTERDINGEN.....	7
2.3 WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	8
2.4 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	11
2.5 NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	12
3. ENERGIENUTZUNG UND CO₂-BILANZ	13
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	13
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i>	13
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i>	15
3.1.3 <i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	16
3.2 WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG	16
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i>	16
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i>	17
3.2.3 <i>Wärmekataster</i>	19
3.2.4 <i>CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	20
3.3 VERKEHR.....	21
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG)	22
3.4.1 <i>Gesamtenergiebilanz</i>	22
3.4.2 <i>Gesamt-CO₂-Bilanz</i>	25
4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	30
4.1 SOLARENERGIE	30
4.1.1 <i>Hintergrund</i>	30
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i>	31
4.2 ENERGIE AUS BIOMASSE.....	33
4.2.1 <i>Hintergrund</i>	33

4.2.2	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen</i>	34
4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i>	36
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i>	36
4.2.5	<i>Gesamterzeugungspotenzial Biogas</i>	37
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i>	37
4.3	WINDKRAFT	38
4.3.1	<i>Standortpotenziale</i>	38
4.4	WASSERKRAFT	39
4.5	GEOTHERMIE	40
4.5.1	<i>Technischer und geologischer Hintergrund</i>	40
4.5.2	<i>Geothermiepotenzial</i>	42
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN MALTERDINGEN	45
5.	KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER	46
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN	46
5.1.1	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung</i>	46
5.1.2	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs</i>	47
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	48
5.2.1	<i>Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpen</i>	48
5.2.2	<i>Erweiterung und Verdichtung des Erdgasnetzes</i>	49
5.2.3	<i>Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung</i>	51
5.2.4	<i>Modernisierung der Wasserpumpe Wuhrmatten</i>	52
5.3	ENERGIEEINSPARUNG	53
5.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i>	53
5.3.2	<i>Umweltfreundliche Mobilität</i>	54
6.	AUSBLICK	55
7.	LITERATURVERZEICHNIS	57
8.	GLOSSAR	59
9.	METHODIK	62
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG	62
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER	63
9.3	ENERGIE- UND CO ₂ -BILANZ	63
9.3.1	<i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	63
9.3.2	<i>Stromeinspeisung</i>	64
9.3.3	<i>Energie und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	65
9.3.4	<i>Energie- und CO₂-Bilanzierung des Verkehrs</i>	65
9.3.5	<i>Datengüte</i>	66
9.4	GEOTHERMIEPOTENZIAL	66
10.	KARTENMATERIAL	69

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept	3
Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2016)	7
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Malterdingen	9
Abbildung 4 – Siedlungsstruktur Malterdingens	10
Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Malterdingen.....	11
Abbildung 6 – Hauptstraßen und Gasleitungen (rot) in Malterdingen	11
Abbildung 7 – Potenzialflächen zur Nachverdichtung innerhalb der Gemeinde Malterdingen	12
Abbildung 8 – Gesamtstromverbrauch in Malterdingen nach Sektoren.....	13
Abbildung 9 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)	14
Abbildung 10 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2012-2014)	14
Abbildung 11 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr	15
Abbildung 12 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme- Kopplung e.V., 2011).....	16
Abbildung 13 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren	17
Abbildung 14 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern	18
Abbildung 15 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern.....	19
Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften (2013)	19
Abbildung 17 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene	20
Abbildung 18 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Malterdingen (2013).....	22
Abbildung 19 – Gesamtenergieverbrauch in Malterdingen nach Sektoren	23
Abbildung 20 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger.....	24
Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern.....	24
Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Malterdingen im Jahr 2013.....	25
Abbildung 23 – CO ₂ -Emissionen in Malterdingen nach Sektoren.....	26
Abbildung 24 – CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern	26
Abbildung 25 – CO ₂ -Emissionen nach Sektoren und Energieträgern.....	27
Abbildung 26 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Malterdingen im Jahr 2013.....	28
Abbildung 27 – Auszug des Solarkatasters von Malterdingen	31
Abbildung 28 – Solarpotenziale der Gemeinde Malterdingen	32
Abbildung 29 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung	34
Abbildung 30 – Energiepotenziale aus Ackerbau, Rebland und Obstanbau nach Quellen.....	36
Abbildung 31 – Unausgeschöpftes Biomassepotenzial nach Quellen	37
Abbildung 32 – Holzeinschlagsmengen auf der Waldfläche in kommunalem Besitz	38

Abbildung 33 – Mittlere Windgeschwindigkeiten innerhalb der Gemarkung Malterdingen (Quelle: Windatlas BW, 2011)	39
Abbildung 34 – Karte des Gewässernetzes in Malterdingen	40
Abbildung 35 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	41
Abbildung 36 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Malterdingen (nach ISONG-Baden-Württemberg)	42
Abbildung 37 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Malterdingen (theoretisches Potenzial)	43
Abbildung 38 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial)	44
Abbildung 39 – Aktueller Stromverbrauch in Malterdingen im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg	47
Abbildung 40 – Aktueller Wärmeverbrauch in Malterdingen im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg	48
Abbildung 41 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträgern und Baualter	49
Abbildung 42 – CO ₂ -Einsparpotenzial durch den Wechsel von Heizöl und Strom zu einer Kombination aus Erdgas und Solarthermie	50
Abbildung 43 – Lokales Erdgasnetz (rot) und potenzielle Ausbauggebiete für eine Erdgasversorgung (grün)	51
Abbildung 44 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch	52
Abbildung 45 – Stromverbrauch des Pumpwerks Wuhrmatten	52
Abbildung 46 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	53
Abbildung 47 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Malterdingen (Quelle: STALA BW, 2015)	6
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2012 von Malterdingen (Datengrundlage: STALA BW, 2015a)	21
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO ₂ -Bilanz (2013)	29
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Malterdingen.....	31
Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Malterdingen	44
Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005	62
Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)	64
Tabelle 9 – CO ₂ -Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2014a).....	64
Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter.....	66
Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter	67
Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	67
Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	68
Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	68

Zusammenfassung der Ergebnisse

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

Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Jahr 2013 betrug ca. 11.658 MWh. Der Sektor Wirtschaft stellt mit 55 % den größten Anteil. Der Sektor private Haushalte hat einen Anteil von 33 %. Rund 9 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung haben mit jeweils 1,8 % bzw. 1,2 % am Stromverbrauch der gesamten Gemeinde lediglich einen kleinen Anteil.
- **Strom aus erneuerbaren Energien:** Ca. 1.644 MWh Strom wurden im Jahr 2013 in Malterdingen durch zahlreiche Photovoltaikanlagen produziert. Dies entspricht 14 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde.
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 34.950 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 verbraucht. Den höchsten Anteil haben die privaten Haushalte mit 68 %, gefolgt vom Sektor Wirtschaft mit 30 %. Der Wärmebedarf wird hauptsächlich durch Erdgas und Heizöl gedeckt, welche zusammen 75 % des Verbrauchs ausmachen.
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** Ca. 5.359 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 durch Energieholz bereitgestellt, 379 MWh wurden durch solarthermische und 205 MWh wurden durch geothermische Anlagen produziert. Insgesamt wurden 19 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt.

Energie- und CO₂-Bilanz

- **Energie-Bilanz:** Im Jahr 2013 summierte sich der Energieverbrauch der Gemeinde Malterdingen auf rund 61.809 MWh.
- **CO₂-Bilanz:** Im Jahr 2013 wurden in Malterdingen durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr 20.233 t CO₂ ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl der Einwohner emittiert damit jeder Bürger in Malterdingen Emissionen von 6,7 t CO₂ pro Jahr. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 6,4 t CO₂ im Jahr 2013. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO₂ emittiert.

Erfassung Gebäudestruktur

- 72 % der Wohngebäude sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m² aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Rund 57 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) in Malterdingen sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- **Einsparpotenzial:** Bei vollständiger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude würde sich eine theoretische Einsparung von 37 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs ergeben.

Erneuerbare-Energien-Potenziale

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik sind extrem signifikant. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:
 - Würden alle geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 14.360 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspräche ca. 123 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
 - Würde man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung einsetzen, könnten bei Verzicht von 5 % des Solarstrompotenzials ca. 1.793 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 13.740 MWh/Jahr bzw. 118 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
- **Windenergie:** Innerhalb der Gemarkung Malterdingen ergeben sich keine wirtschaftlich nutzbaren Windpotenziale. Aufgrund der Lage am Rand des Oberrheingrabens muss mit einer zu geringen Häufigkeit ausreichend hoher Windgeschwindigkeiten gerechnet werden, was sich in der niedrigen mittleren Windgeschwindigkeit widerspiegelt.
- **Wasserkraft:** Die Wasserläufe in Malterdingen bieten keine wirtschaftlich relevanten Ausbaupotenziale für die Wasserkraft.
- **Biogas:** Die vorhandenen Reststoffe und tierischen Abfälle sowie die Potenziale aus der Bepflanzung von Brachflächen mit Energiemais ergeben ein technisches Potenzial von ca. 971 MWh/Jahr Strom. Da sich dieses bisher nicht ausgeschöpfte technische Potenzial auf unterschiedliche Verwertungspfade und auch räumlich verteilt, ist eine Nutzung dieses Potenzials unter wirtschaftlichen Aspekten begrenzt. Die nachhaltige Ausschöpfung des Potenzials müsste daher im konkreten Fall geprüft werden.
- **Energieholz:** Der Großteil der Waldfläche befindet sich im Besitz der Gemeinde. Der jährliche Holzeinschlag schöpft das Potenzial an Energieholz

weitestgehend aus, so dass sich in Abhängigkeit jährlicher Einschlagschwankungen nur noch sehr geringe Potenziale der Nutzung ergeben.

- **Erdwärme:** Die Berechnung des Erdwärmepotenzials verweist auf ein signifikantes regeneratives Potenzial zur Wärmeversorgung. Die Hebung dieses Potenzials mittels Erdwärmesonden ist jedoch abhängig vom Sanierungsstatus der Gebäude, von den Untergrundverhältnissen sowie von externen wirtschaftlichen Faktoren, wie z.B. dem Ölpreis.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus erneuerbaren Energien:** Allein durch die Nutzung der vorhandenen Photovoltaikpotenziale könnten knapp 118 % des Strombedarfs gedeckt werden. Zusammen mit dem technischen Biomassepotenzial ergibt sich insgesamt ein Potenzial von ca. 126 % des heutigen Stromverbrauchs. Die Energie- und Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg für Strom (38 % Erneuerbare-Energien-Anteil bis 2020 und 80 % bis 2050) könnten damit deutlich übertroffen werden. Ein wichtiges Handlungsfeld ist somit der Ausbau der Photovoltaik.
- **Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien:** Durch die Nutzung der Holz, Erdwärme- und Solarthermiefpotenziale könnten bis zu 40 % des Wärmebedarfs der Gemeinde gedeckt werden. Damit könnte das Landesziel von 16 % Erneuerbare-Energien-Anteil am Wärmeverbrauch bis 2020 weit übertroffen werden. Ein wichtiges Handlungsfeld ist mindestens die Nutzung der Solarthermie.
- **Modernisierung der Straßenbeleuchtung:** Eine vollständige Umstellung auf LED-Leuchten ist bereits in der Umsetzung.
- **Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen:** Viele Gebäude werden noch mit alten, ineffizienten Heizanlagen beheizt. Deren Austausch oder Erneuerung kann zu deutlichen Einsparungen führen und ist für Anlagen, die älter als 30 Jahre sind, teilweise gesetzlich vorgeschrieben. Der Austausch bzw. die Justierung ineffizienter Heizungspumpen ist zudem eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme.
- **Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung:** Es gibt Potenziale für die Nutzung von KWK-Anlagen, insbesondere in Mehrfamilienhäusern sowie im Gewerbe.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Aus dem großen Anteil an Wohngebäuden, die vor 1984 gebaut wurden (57 %), ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial, jedoch ist der Einfluss der Gemeinde in diesem Bereich beschränkt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungspotenziale könnte bis zu 37 % des Wärmebedarfs einsparen.
- **Umsetzung von Sanierungs- und Quartierskonzepten** mit Fokus auf Wohngebiete im Kernort Malterdingen oder auf andere Verdichtungsräume der Gemeinde.

1. Ausgangslage

1.1 Global denken

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

Ausgangspunkt für die internationale Debatte um die Themen Energie und Klimawandel war die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahre 1992. Mit dem 2014 veröffentlichten 5. Sachstandsbericht des „Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung“ (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) wurde erneut der wissenschaftliche Konsens darüber bestätigt, dass sich das Weltklima durch den Einfluss des Menschen erwärmt. Wesentlicher Treiber des Klimawandels ist der steigende Verbrauch fossiler Energieträger.

Das Klima steht durch den natürlichen Treibhauseffekt in einem relativ stabilen thermischen Gleichgewicht. Durch die Verbrennung der fossilen Ressourcen wurde jedoch 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 (N₂O), den Treibhauseffekt verstärkt und nun droht, das Klima aus dem Gleichgewicht zu bringen. Der Klimawandel zieht auch in unseren Regionen weitreichende klimatische, naturräumliche und wirtschaftliche Folgen nach sich. Unsere Wirtschafts- und Kulturräume müssen dringend Anpassungsstrategien entwickeln.

Internationale Abkommen, wie das Kyoto-Protokoll, versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß dieser Gase festschreiben. Die Europäische Union (EU) hat sich mit dem Programm 20/20/20 darauf verständigt, bis 2020 den Ausstoß von Treibhausgasen um 20 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, den Einsatz von erneuerbaren Energien um 20 % zu steigern und die Energieeffizienz um 20 % zu erhöhen. Ziel ist es, die 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 jedoch festgestellt, dass Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören wird (UM-VBW, 2011). Da Baden-Württemberg zudem immerhin 0,3 % der weltweiten klimarelevanten Emissionen verursacht, hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf 38 % zu erhöhen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll bis 2020 auf 16 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt. Bis zum Jahr 2050 sollen des Weiteren die sogenannten „50-80-90-Ziele“ umgesetzt werden. Sie beinhalten, dass 50 % weniger Energie verbraucht wird und Strom und Wärme zu 80 % aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden. Die Treibhausgas-Emissionen sollen damit um 90 % reduziert werden (UMBW, 2015a).

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

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

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

Im Jahr 2015 hat die Gemeinde Malterdingen eine Energiepotenzialstudie bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, eine solide Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale zur Energieeinsparung, zur Erhöhung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien auf dem Gemeindegebiet darzulegen und – darauf aufbauend – Strategien und Handlungsfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten.

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie wurde in enger Zusammenarbeit mit der Gemeindeverwaltung und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort erstellt. In ihr sind die Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen analysiert und zusammengefasst.

1.3 Klimaschutzkonzept und Energiepotenzialstudie

1.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzepts

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

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

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

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

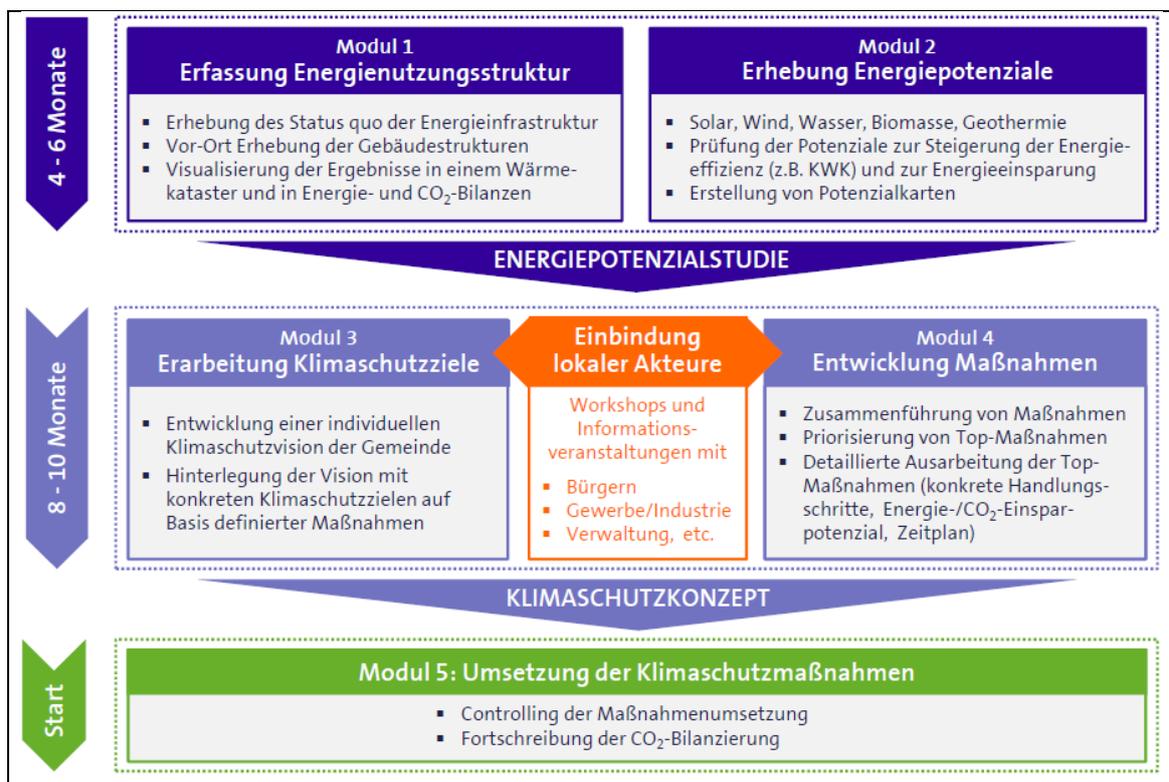


Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

Aufbauend auf der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. In Zusammenarbeit mit

den Bürgern und Akteuren der Gemeinde Malterdingen könnten diese in folgenden Schritten erarbeitet werden:

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

Am Ende von Modul 3 und 4 ist die Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzepts abgeschlossen. Mit Modul 5 bietet badenova im Anschluss die Möglichkeit, den Prozess der Umsetzung der Maßnahmen zu begleiten.

1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Diese Energiepotenzialstudie ist in zehn Kapitel unterteilt. Im *ersten Kapitel* werden die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. *Kapitel 2* stellt zunächst wichtige Strukturdaten der Gemeinde vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Gasinfrastruktur 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. private Haushalte) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Heizöl). *Kapitel 4* untersucht alle Erneuerbare-Energien-Potenziale auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde.

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

1.3.3 Anmerkungen zur angewandten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Energiepotenzialstudie sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Gemeinde eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. von Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Die Energie- und CO₂-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 1.5.3). Dieses Tool wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- Die nachfolgende CO₂-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in

sogenannte CO₂-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO₂-Werte synonym für die gesamten Treibhausgas-Emissionen.

- In der CO₂-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen und den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- Das größte Potenzial auf Seiten der Energie- und Kosteneinsparungen liegt beim Verbrauchssektor Privathaushalte, dem mit einem Anteil von knapp 30 % am Endenergieverbrauch in Deutschland eine Schlüsselrolle zukommt (Umweltbundesamt, 2012). 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors entfallen alleine auf die Beheizung der Wohnräume (BMW, 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 Gemeinde 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 Malterdingen liegt etwa 15 km nördlich von Freiburg zwischen Oberrheinebene und Schwarzwald, in der so genannten Emmendinger Vorbergzone des nördlichen Breisgau. Ihre Gemarkung grenzt an die Gemeinden Kenzingen, Teningen und Riegel. Durch den von der Gemeinde abgetrennten Distrikt Vierdörferwald hat Malterdingen zusätzlich gemeinsame Gemeindegrenzen zu Freiamt.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 11 km². Davon entfallen 341 ha auf Wald, 118 ha auf Ackerland und 76 ha auf Rebland. Die Höhe des Ortes wird mit 192 m ü. NN angegeben. In Malterdingen lebten 2013 3.030 Menschen, wobei die Bevölkerungsentwicklung einen stetigen Zuwachs aufzeigt.

Malterdingen ist mit rund 240 Gewerbebetrieben in unterschiedlichen Branchen und rund 1.050 Beschäftigten ein attraktiver Wirtschaftsstandort in der Region. Größter Arbeitgeber ist der Spritzgießmaschinenhersteller Ferromatik. Die meisten großen Betriebe sind im Gewerbegebiet an der Riegler Straße angesiedelt, das über optimale Verkehrsanbindungen verfügt. Im Westen grenzt das Gebiet an die Autobahn A5 Karlsruhe-Basel an. Über die Anschlussstelle Riegel ist der Ort an das überregionale Straßennetz angebunden. Im Osten führt die Bundesstraße B3 vorbei. Zudem befindet sich am Rand des Gewerbegebiets der Bahnhof Riegel-Malterdingen, der im Stundentakt von der Kaiserstuhlbahn und von Regional-Express-Zügen nach Offenburg und Basel angefahren wird.

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 Daten wurden beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (STALA BW) abgerufen. Das jeweilige Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben.

Malterdingen	Wert	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	3.030	Anzahl	2013
Fläche insgesamt	1.114	ha	2013
Waldfläche	341	ha	2013
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	530	ha	2013
Wohngebäude	776	Anzahl	2013
Wohnungen	1.351	Anzahl	2013
Kraftfahrzeugbestand	2.519	Anzahl	2013

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Malterdingen (Quelle: STALA BW, 2015)

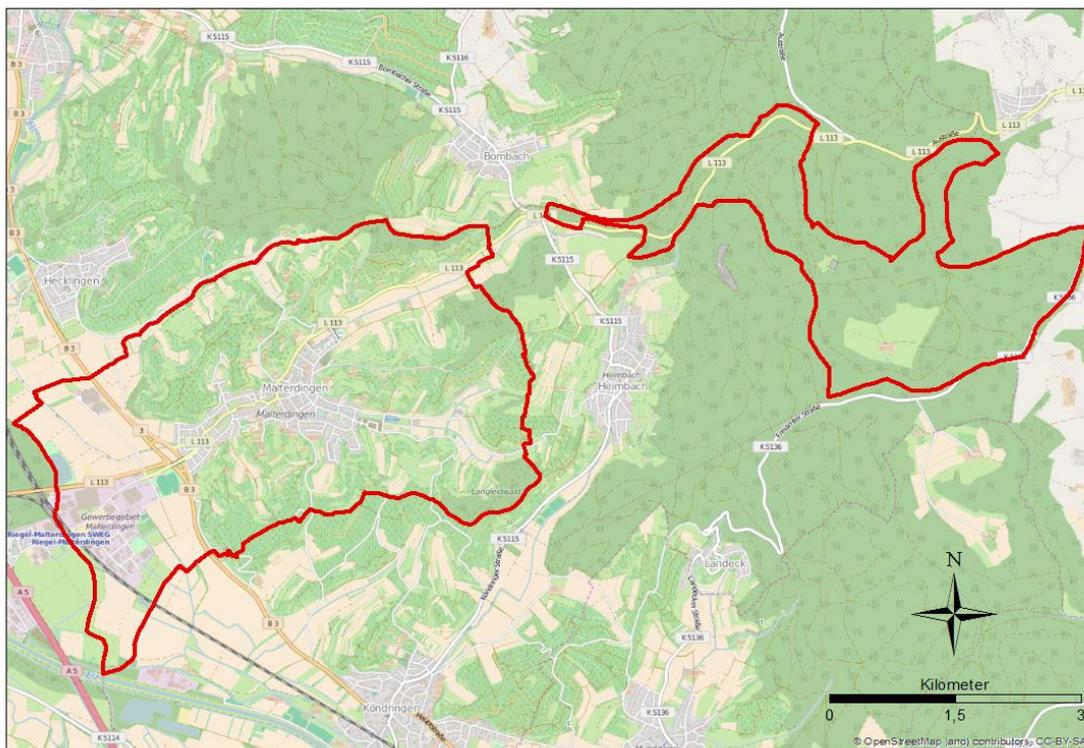


Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2016)

2.2 Klimaschutz in Malterdingen

Malterdingen hat im Bereich der Gebäudesanierung schon weitreichende Anstrengungen unternommen. Wesentlich dazu beigetragen haben die Landessanierungsprogramme „Ortsmitte Malterdingen“, das 2005 bewilligt wurde, und die Erweiterung des Gebiets nach Westen „Ortsmitte Malterdingen West“, für das die Zusage im März 2015 erteilt wurde. Der Förderrahmen für die beiden Sanierungsgebiete betrug insgesamt 4,5 Mio. €, wobei 60% der Kosten vom Land und 40% der Kosten von der Gemeinde übernommen wurden. Insgesamt wurden durch die Sanierungsmaßnahmen bisher Ausgaben von ca. 23 Mio. € getätigt.

Ein wesentliches Ziel der Programme war die Sanierung der Bausubstanz im mittelalterlichen Ortskern, wobei die energetische Sanierung Fördervoraussetzung war. Die Gemeinde Malterdingen hat im Rahmen der Programme einige öffentliche Liegenschaften saniert. Da im denkmalgeschützten Teil des Rathauses nur Dämmungen von innen möglich sind, wurden nur die Heizungsrisen ausgekleidet und zusätzlich die Kellerdecke und die Dachgeschossdecke gedämmt. Im Rathaus Anbau wurde eine Außendämmung angebracht, eine Dämmung von Kellerdecke und Dachgeschossdecke vorgenommen sowie die Fenster ausgetauscht. In der Grund- und Hauptschule Malterdingen wurden an Schulgebäude und Mehrzweckhalle jeweils Außenwand und Dach gedämmt. Hinzu kommt die Sanierung des gemeindeeigenen Wohnhauses in der Schulstraße 60. Geplant ist noch die Sanierung der alten Schule in der sich eine Kinderkrippe und Wohnungen für Asylbewerber und Obdachlose befinden. Neben der Sanierung öffentli-

cher Liegenschaften wurden durch die Landessanierungsprogramme auch zahlreiche Modernisierungen privater Wohngebäude vorgenommen.

Einen weiteren Schritt in Richtung Klimaschutz hat die Gemeinde Malterdingen durch die fast vollständige Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED unternommen, was deutliche Stromeinsparungen ermöglichte (vgl. Abschnitt 3.1.1).

Hervorzuheben ist noch die Nutzung von Erdwärme als regenerativen Energieträger in den Siedlungsarealen „Im Schwabental/Am Saiberg“. Alleine dort sind laut Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) neun Anlagen mit insgesamt 17 Erdwärmesonden registriert. Insgesamt gibt es in Malterdingen bereits mindestens 12 Anlagen mit zusammen 23 Erdwärmesonden.

2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Malterdingen wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie geht man davon aus, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt (vgl. Methodik, Kapitel 9). Die Grenzzahre der Baualterklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualterklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

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

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude von Malterdingen nach Baualter dargestellt. Rund 57 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

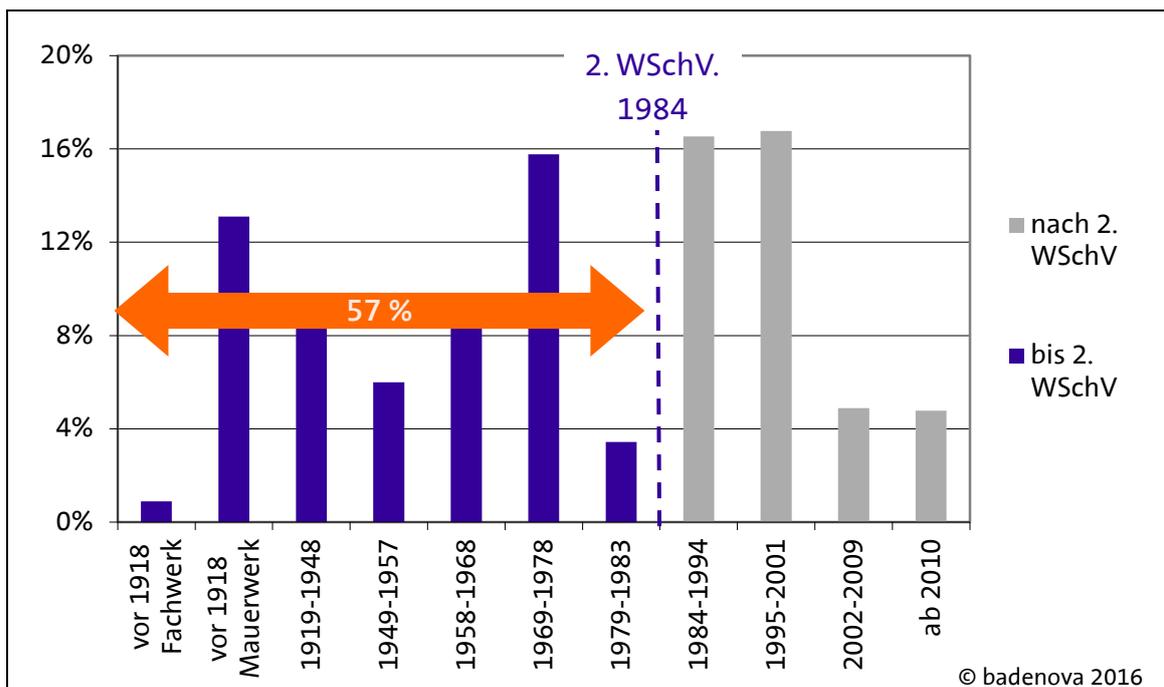


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Malterdingen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Malterdingen treffen. Hierzu wurden alle Gebäude in Altersklassen eingeteilt und zu Baublöcken zusammengefasst. Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung.

Die Karte in Abbildung 4 zeigt, dass der Ortskern sich entlang der Hauptstraße entwickelt hat. Hier stammen die meisten Gebäude aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg. In den 1950er und 60er Jahren hat sich Malterdingen vor allem nach Westen ausgedehnt. In den 1980er und 90er Jahren entstanden große neue Wohngebiete im Südosten der Gemeinde. Die Ausweisung von Neubaugebieten hält weiter an, was an den Rändern des bebauten Gebiets v.a. im Osten zu erkennen ist.

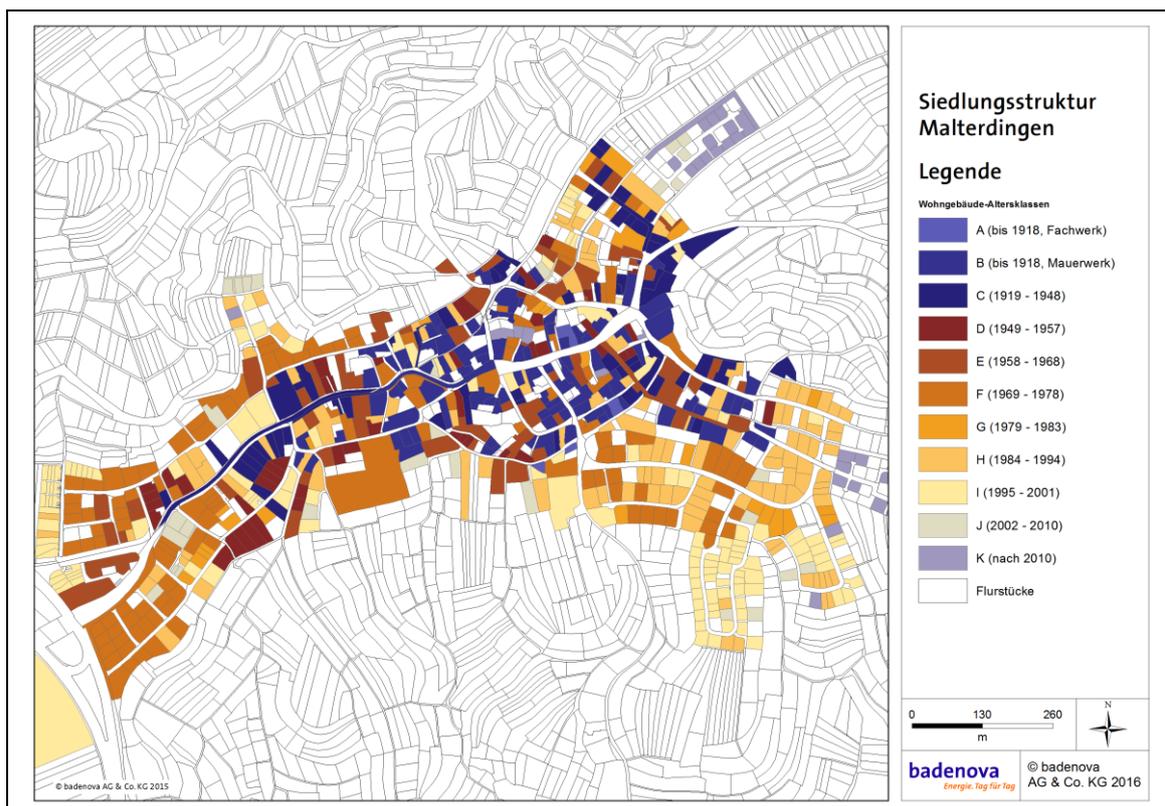


Abbildung 4 – Siedlungsstruktur Malterdingens

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energiebedarfswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestandes relevant, die wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängen. In Malterdingen wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m^2 zwischen den drei Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften und Mehrfamilienhaus unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in Malterdingen 72 % des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 5). Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Der Anteil der Mehrfamilienhäuser liegt in Malterdingen bei 16%. Reihenhäuser machen 12% der Wohnbebauung aus.

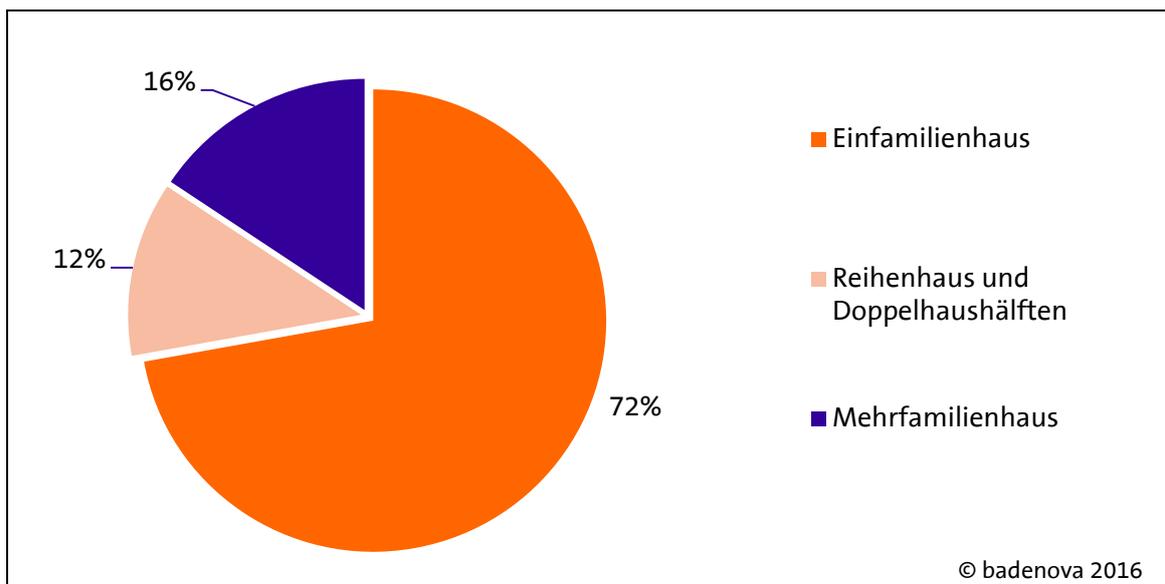


Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Malterdingen

2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

Der gesamte Ort Malterdingen ist durch ein Erdgasnetz erschlossen. Abbildung 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur. Viele Bereiche weisen eine hohe Leitungsdichte auf, in einigen Straßenzügen ist die Gasinfrastruktur allerdings noch ausbaufähig, was sich auch im Wärmeverbrauch niederschlägt: Der Energieträger Heizöl ist bei der Wärmeversorgung noch gleichauf mit Erdgas. 2014 wurde in Malterdingen eine Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage (KWK-Anlage) installiert. Nahwärmenetze existieren keine.

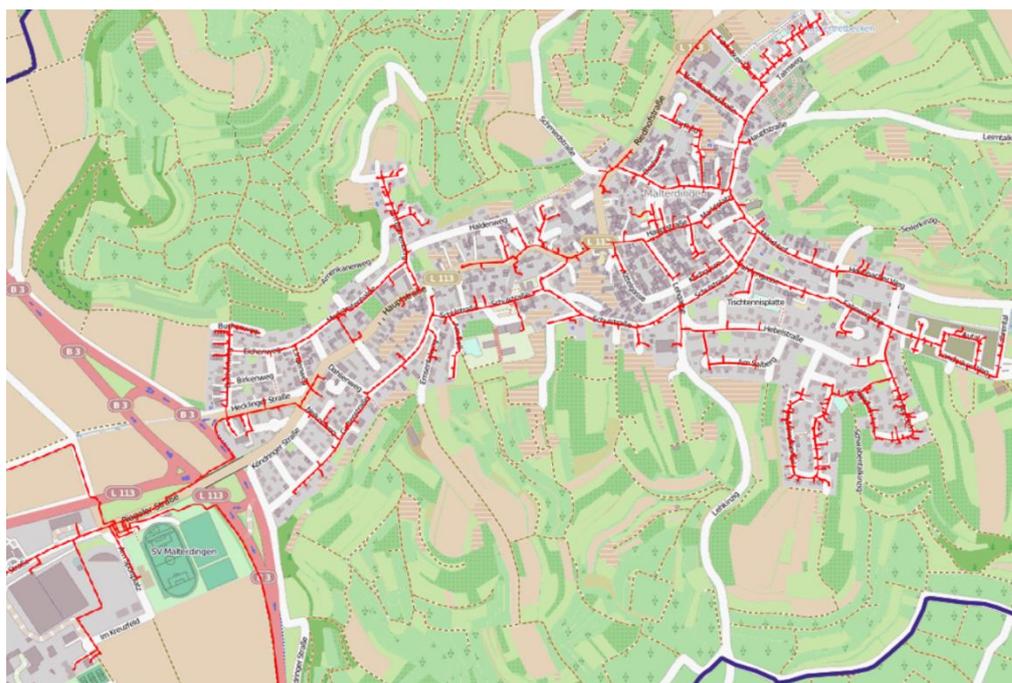


Abbildung 6 – Hauptstraßen und Gasleitungen (rot) in Malterdingen

2.5 Nachhaltiges Flächenmanagement

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

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

Mithilfe der Vor-Ort-Begehung und der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) konnten für die Gemeinde Malterdingen Potenzialflächen zur Nachverdichtung innerhalb des Siedlungsraums identifiziert werden (siehe Abbildung 7). Insgesamt sind in Malterdingen noch 52 Bauplätze bzw. Baulücken (ca. 2,4 ha) vorhanden. Außerdem konnten durch die Vor-Ort-Begehung auch 4 leerstehende bzw. unbewohnte Gebäude (Leerstand) ausfindig gemacht werden. Potenziale für Nachverdichtungen bieten auch ungenutzte Scheunen, die durch eine Umnutzung zu einer Nutzwertsteigerung dieser Flächen führen könnten.

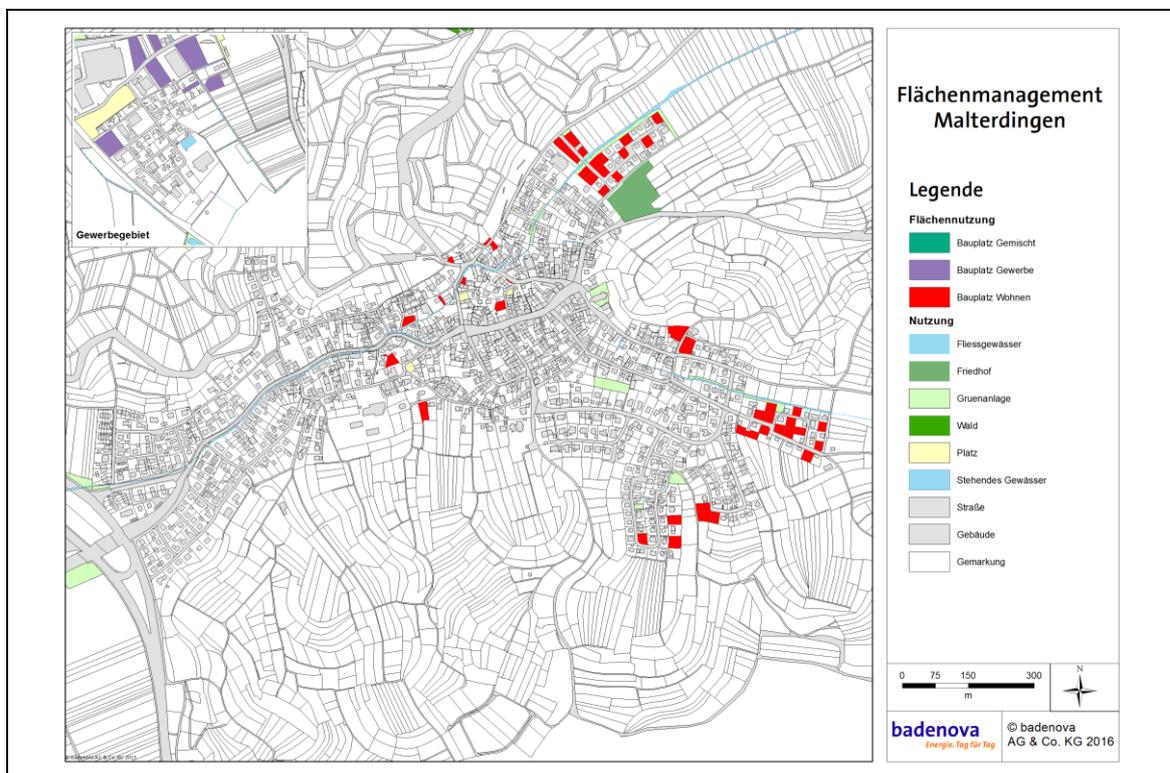


Abbildung 7 – Potenzialflächen zur Nachverdichtung innerhalb der Gemeinde Malterdingen

3. Energienutzung und CO₂-Bilanz

3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

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

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Malterdingen bei 11.658 MWh im Jahr 2013. Der Sektor Wirtschaft hat mit 55 % den mit Abstand größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs (ca. 6.353 MWh/Jahr). Mit 33 %, also rund 3.874 MWh/Jahr, steht der Sektor private Haushalte an zweiter Stelle. Der Heizungsstrom ist für 9 % des Gesamtstromverbrauchs verantwortlich. Der restliche Verbrauch ist dem Sektor kommunale Liegenschaften (1,8 %) und der Straßenbeleuchtung der Gemeinde (1 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 8).

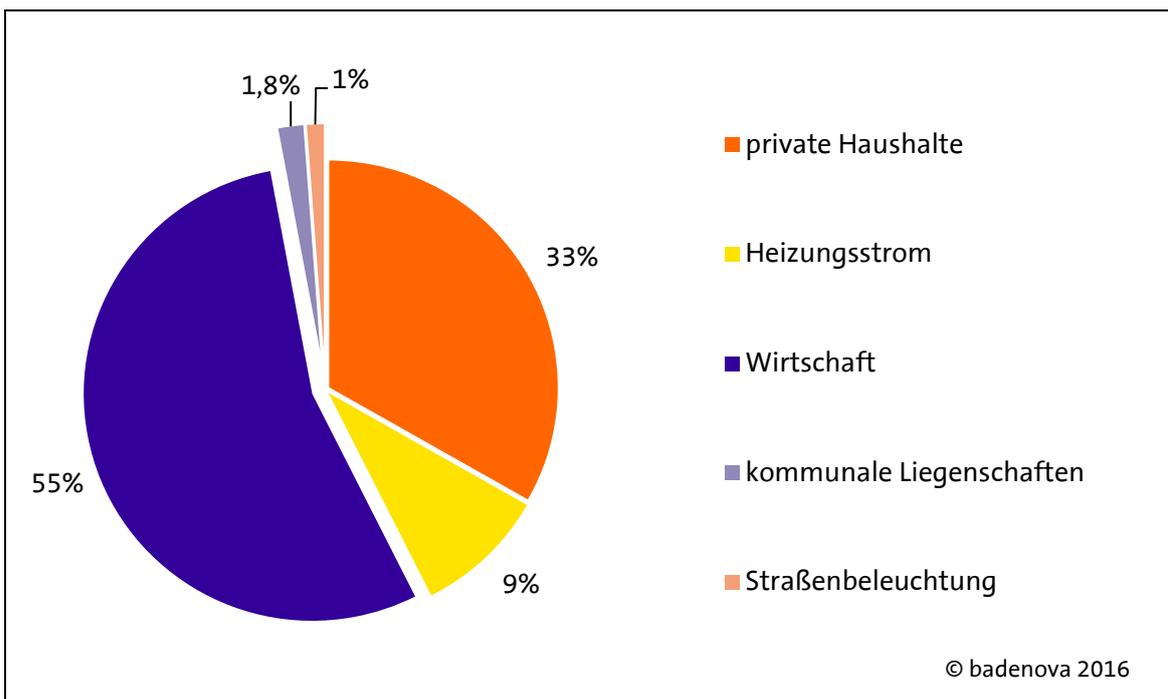


Abbildung 8 – Gesamtstromverbrauch in Malterdingen nach Sektoren

Der Stromverbrauch der gesamten kommunalen Liegenschaften betrug in 2013 ca. 343 MWh. Den höchsten Einzelverbrauch hat das Wasser-Pumpwerk Wuhrmatten mit ca. 113 MWh/Jahr. Mit weitem Abstand folgen das Rathaus inklusive Jugendraum und Feuerwehr, die zusammen einen Verbrauch von 24 MWh/Jahr aufweisen, dicht gefolgt von der Grund- und Hauptschule mit 23 MWh/ Jahr. In den übrigen Liegenschaften liegt der Verbrauch bei unter 15 MWh/Jahr (vgl. Abbildung 9).

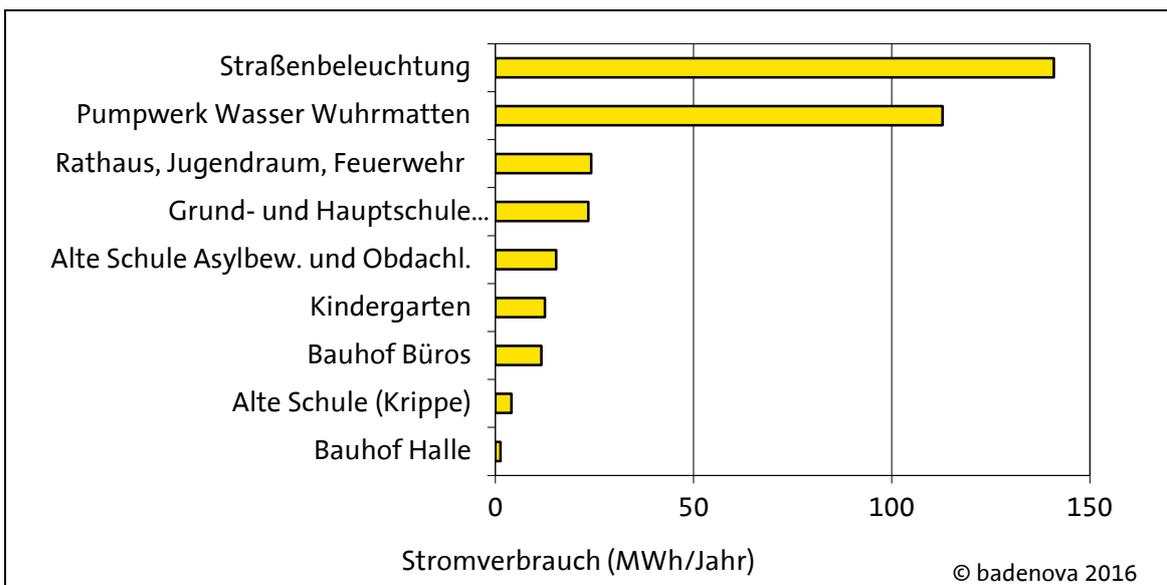


Abbildung 9 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2013)

Zusätzlich zu diesen Verbräuchen der kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2013 138 MWh Strom für die Straßenbeleuchtung der Gemeinde verbraucht. Insgesamt gibt es in der Gemeinde 222 Leuchten, wovon 170 bereits auf die hocheffizienten LED-Lampen umgestellt worden sind. Die übrigen Lampen bestehen zum Großteil noch aus Halogen-Metall-Hochdruck-Lampen und Natriumdampflampen. Der Austausch in hocheffiziente LED-Leuchten soll nun im Jahr 2016 abgeschlossen werden.

Abbildung 10 zeigt den jährlichen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2012 bis 2014. Deutlich wird, dass durch die Umstellung auf die LED-Technologie 2013 bereits Einsparungen erzielt werden konnten. Die leichte Zunahme des Stromverbrauchs in 2014 ist auf die Erschließung von Neubaugebieten und auf die Erweiterung des Gewerbegebiets zurückzuführen.

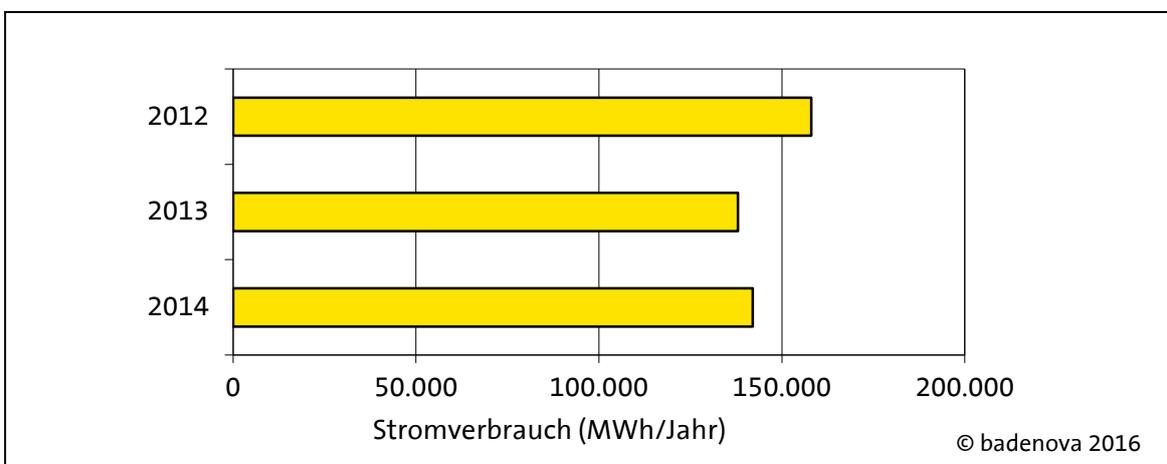


Abbildung 10 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2012-2014)

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In Malterdingen wurden im Jahr 2014 ca. 47 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit liegt die Gemeinde bereits unter dem Mittelwert von 53,3 kWh/Jahr der mehr als dreißig Referenzgemeinden (vgl. Abbildung 11). Durch die Umstellung der übrigen Leuchten bis Ende des Jahres 2016 wird der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung in den kommenden Jahren nochmal deutlich sinken.

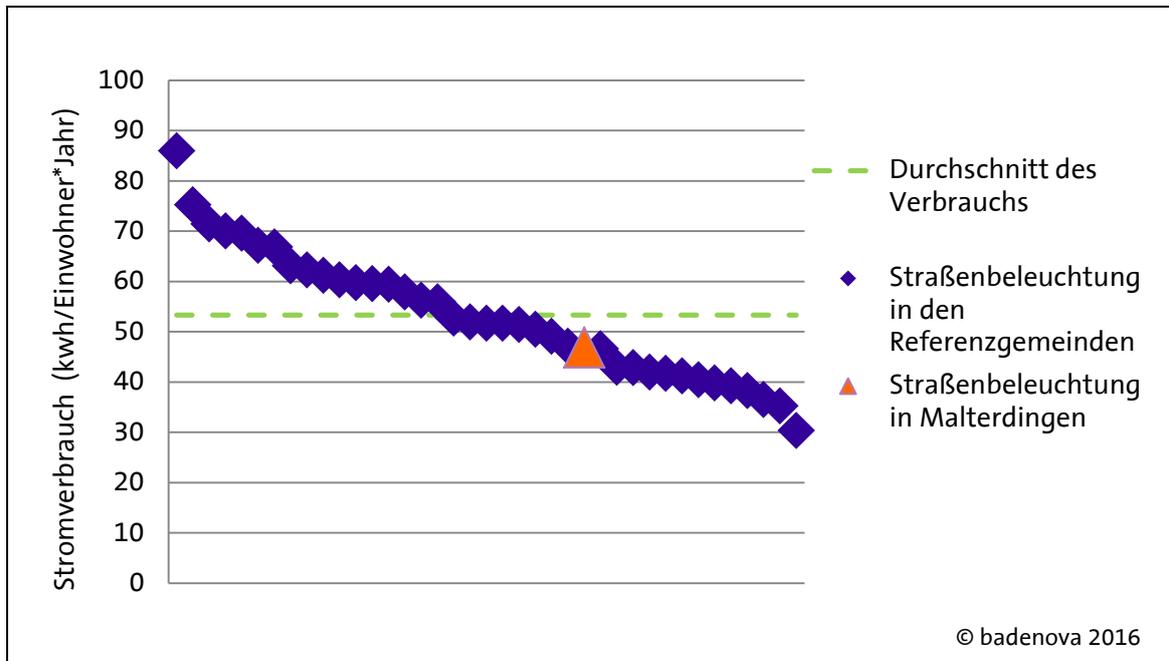


Abbildung 11 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zur Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Verteilnetzbetreiber Netze BW GmbH abgefragt. Danach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien in Malterdingen im Jahr 2013 durch 113 PV-Anlagen erzeugt. Die eingespeiste Strommenge betrug 1.644 MWh, so dass 14% des Strombedarfs der Gemeinde durch die Erzeugung aus PV-Anlagen gedeckt werden konnten. Weitere Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, zum Beispiel aus Biomasse, Wind- oder Wasserkraft, sind auf der Gemarkung der Gemeinde nicht vorhanden.

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis erneuerbarer Energien können auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke (BHKW), einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz leisten. In Malterdingen wurde in 2014 eine erste Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) installiert.

KWK-Anlagen können und sollen einen wesentlichen Beitrag zu einer dezentralen, nachhaltigen Energieversorgung leisten. KWK-Systeme bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig Wärme und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Nutzungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 12).

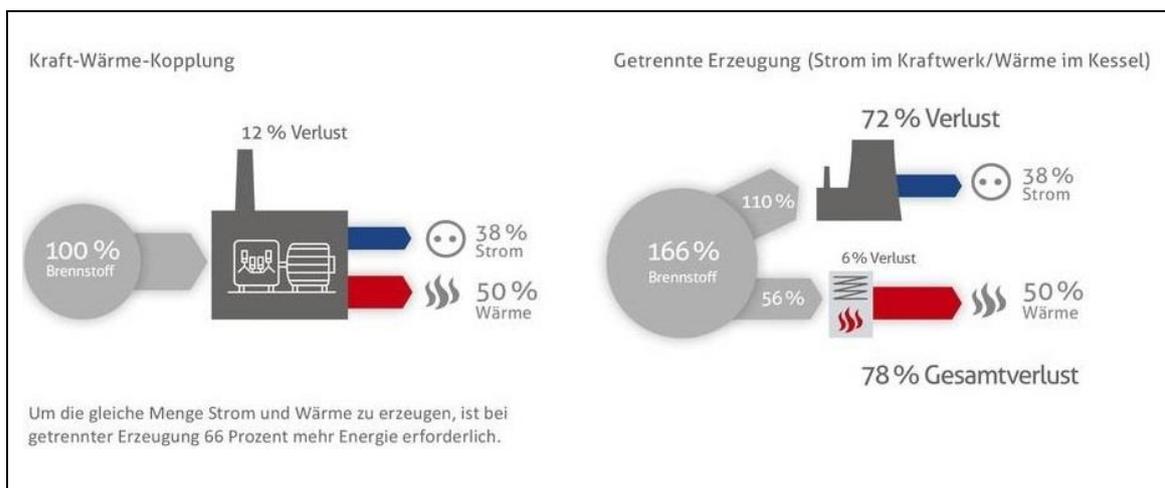


Abbildung 12 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)

3.1.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Malterdingen wurde der Emissionsfaktor von 0,617 t CO₂/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2014a), vgl. Kapitel 9.3. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO₂-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde ca. 7.193 t im Jahr 2013.

Durch die Produktion von Strom aus Photovoltaik trägt Malterdingen dazu bei, dass sich die CO₂-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO₂-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind als der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes, wurde zusätzlich ein kommunaler Strommix für Malterdingen berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommixes wurde für Strom aus Photovoltaik-Anlagen ein Emissionsfaktor von 0,063 t CO₂/MWh angenommen (IFEU, 2015). Durch den Strom aus Photovoltaik wurden in Malterdingen im Jahr 2013, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 911 t CO₂ vermieden.

3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Der örtliche Erdgasnetzbetreiber bnNETZE GmbH stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung. Diese Daten waren zu ergänzen durch Informationen über die anderen Heizenergieträger Heizöl, Flüssiggas, Energieholz (z.B. Scheitholz, Holzpellets usw.), Solarthermie und Strom für Wärmepumpen, die wie folgt erhoben wurden:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBWs (LUBW, 2015a) zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Zusätzlich wurde von den Schornsteinfegermeistern eine genauere Auflistung der installierten Leistungen zur Verfügung gestellt, die allerdings keine Rückschlüsse auf einzelne Feuerungsanlagen zulässt.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf die durch die Gemeinde zugestellten Fragebögen haben insgesamt 10 von über 40 angeschriebenen Unternehmen geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Diese Datenbank erfasst jedoch nur solarthermische Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden. Über die Bohrdatenbank des LGRB in Freiburg können die registrierten erdgekoppelten Wärmepumpenanlagen abgerufen werden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich, zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 2.3), der Gesamtwärmeverbrauch in Malterdingen abschätzen (vgl. Kapitel 9). Dieser beträgt rund 34.951 MWh im Jahr 2013. Betrachtet man den Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren, wird deutlich, dass die privaten Haushalte mit 68 % am Gesamtverbrauch den höchsten Wärmeverbrauch aufweisen. Die örtlichen Industrie- und Gewerbebetriebe nehmen einen Anteil von 30 % ein (vgl. Abbildung 13).

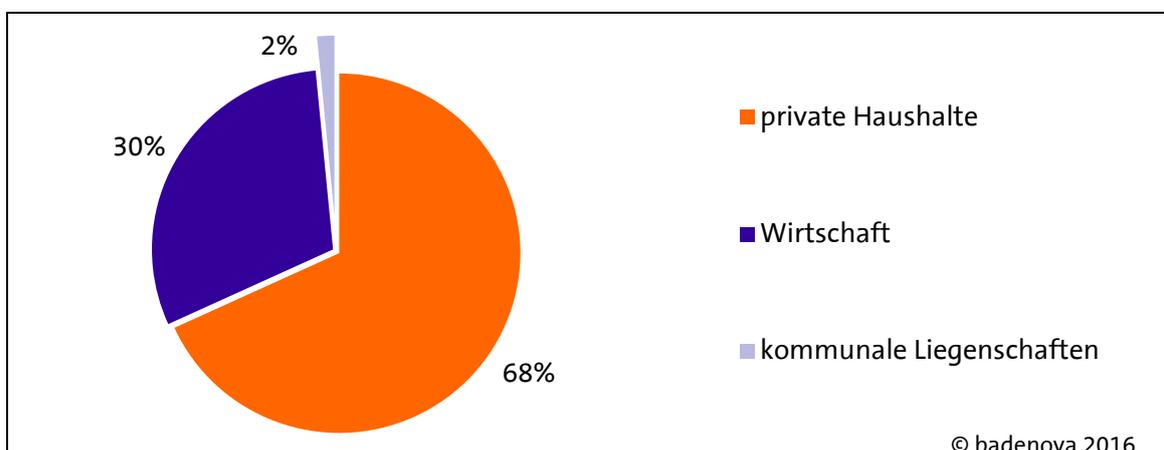


Abbildung 13 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren

3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wird zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs in Malterdingen zu gleichen Teilen Erdgas und Heizöl eingesetzt (Anteil

von jeweils 38 % bzw. ca. 26.236 MWh). An zweiter Stelle steht Energieholz¹ mit 15% (ca. 5.360 MWh), gefolgt von den übrigen erneuerbaren Energien wie Solarthermie und Umweltwärme (Erd- und Luftwärmepumpen) mit insgesamt 3 % bzw. ca. 1.170 MWh. Damit wird 18 % der benötigten Wärme durch erneuerbare Quellen erzeugt. Der restliche Wärmebedarf wird durch Strom (3 % bzw. 1.100 MWh) und sonstige fossile Energieträger wie Kohle und Flüssiggas (3 % bzw. 1.100 MWh) gedeckt (vgl. Abbildung 14).

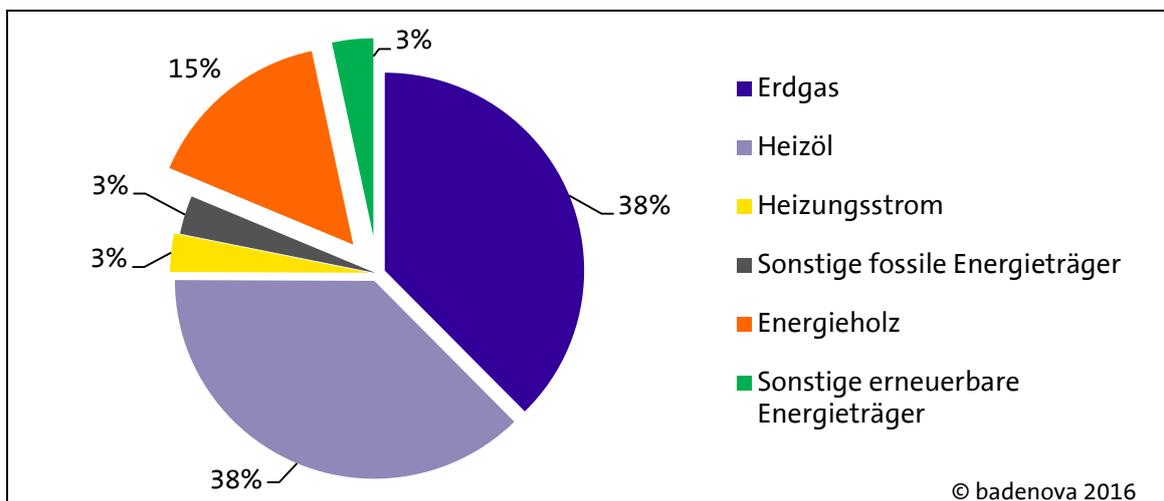


Abbildung 14 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern

Abbildung 15 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte (23.841 MWh), Wirtschaft (10.582 MWh) und kommunale Liegenschaften (538 MWh).

¹ Der Wärmebedarf, der durch Energieholz gedeckt wird, wurde auf Basis statistischer Werte des LUBW berechnet, da in der Heizanlagenstatistik von Malterdingen überwiegend Scheitholzkessel verzeichnet sind. Über diese Heizanlagen können jedoch keine verlässlichen Wärmeverbrauchs-werte angegeben werden.

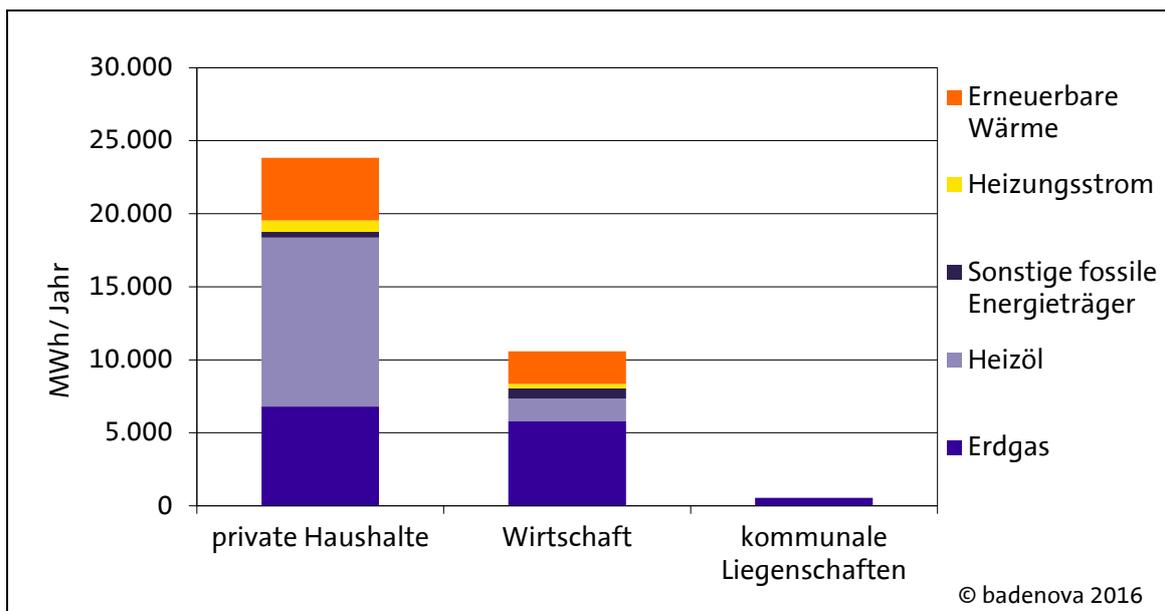


Abbildung 15 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern

Die kommunalen Liegenschaften werden komplett mit Erdgas versorgt. Den höchsten Verbrauch hat die Grund- und Hauptschule Malterdingen mit 225 MWh, gefolgt von der alten Schule, in der eine Krippe untergebracht ist, mit 149 MWh und dem Rathaus mit Jugendraum und Feuerwehr mit 131 MWh. Im Kindergarten lag der Verbrauch 2013 bei 74 MWh. Den geringsten Erdgasverbrauch hatten der Bauhof (Halle) mit 10 MWh und ein weiterer Kindergarten, der sich in einer vermieteten Wohnung befindet mit 8 MWh.

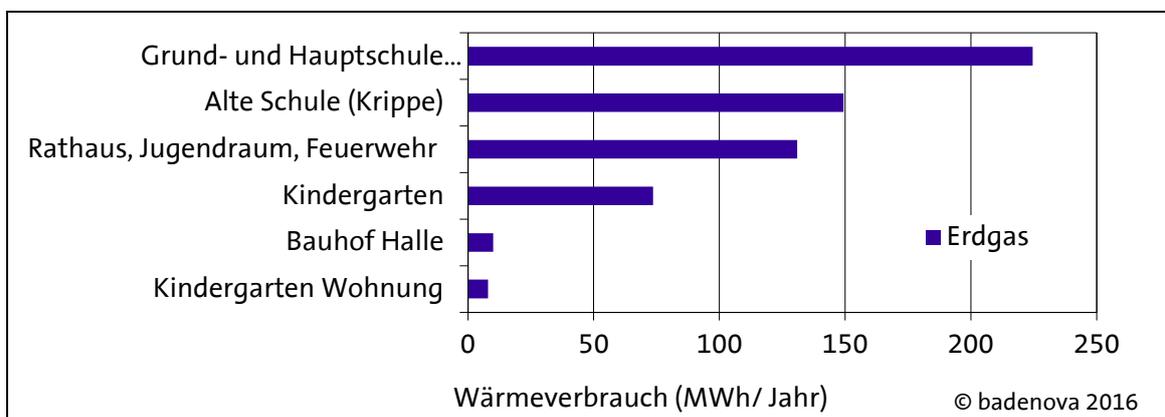


Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften (2013)

3.2.3 Wärmekataster

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

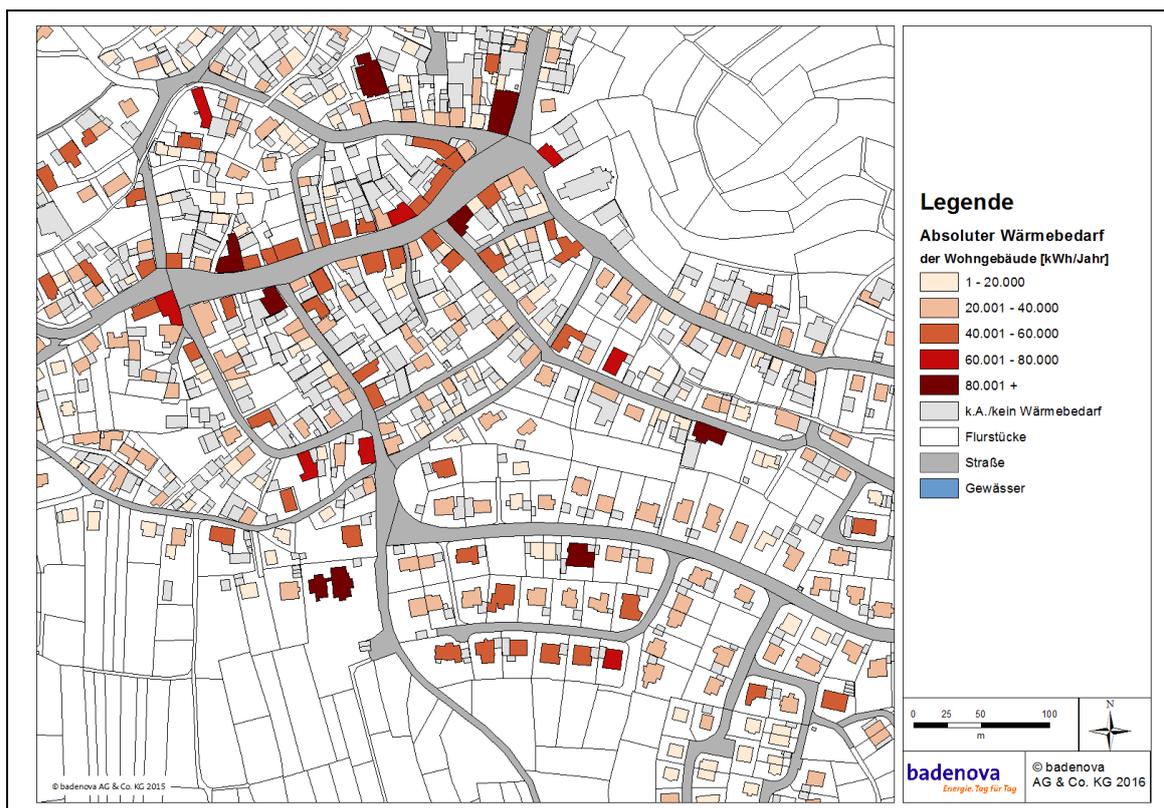


Abbildung 17 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

Als Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 17 den absoluten Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Aus den Karten erkennt man deutlich den hohen Wärmebedarf der Gebäude entlang der Hauptstraße. Dieser ist zum einen auf die Gebäudegröße zurückzuführen, zum anderen handelt es sich hier um den alten Ortskern, dessen Gebäude zum größten Teil aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg stammen und häufig sanierungsbedürftig sind.

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten ist im Anhang das gesamte Wärmekataster für Malterdingen in Form von Karten beigefügt.

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 Malterdingen für das Jahr 2013 zu CO₂-Emissionen in Höhe von etwa 8.593 t führte.

Die kommunalen Liegenschaften sind mit ihrer Wärmeerzeugung für 134 t CO₂ pro Jahr verantwortlich.

3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor Verkehr in erheblichem Maße in die Energie- und CO₂-Bilanz einer Gemeinde ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes aus den Jahren 2011 bis 2013 konnten die CO₂-Emissionen der Gemeinde Malterdingen ermittelt werden. Daten zu Bahn und Schienenverkehr konnten laut dem Betreiber Deutsche Bahn AG nicht zur Verfügung gestellt 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 Länge der Straßen in km und der Einwohnerzahl der Gemeinde), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.

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

Jahr 2013	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)					
Außerortsstraßen ²	579	17.313	354	824	19.070
Innerortsstraßen ³	165	4.647	56	173	5.041
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)					
Benzin	20	626	1	-	647
Diesel	-	415	26	282	723
Energieverbrauch nach Fahrzeugen (Benzin und Diesel) (MWh)					16.288
CO₂-Emissionen nach Fahrzeugen (t)					5.041

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2012 von Malterdingen (Datengrundlage: STALA BW, 2015a)

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2012 16.288 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Malterdingen verbraucht. Einen großen

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

³ Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

Anteil haben dabei Fahrten auf der Bundesstraße B3 die quer durch die Gemarkung Malterdingen führt.

Die genaue Aufteilung nach Fahrzeugtyp ist in Abbildung 18 dargestellt. PKW sind für den größten Anteil (76 %) des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich, gefolgt von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit einem Anteil von 21 % am Energieverbrauch. Leichte Nutzfahrzeuge (2 %) und Krafträder (1 %) machen nur einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2012 durch den Verkehr 5.042 t CO₂-Emissionen ausgestoßen.

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

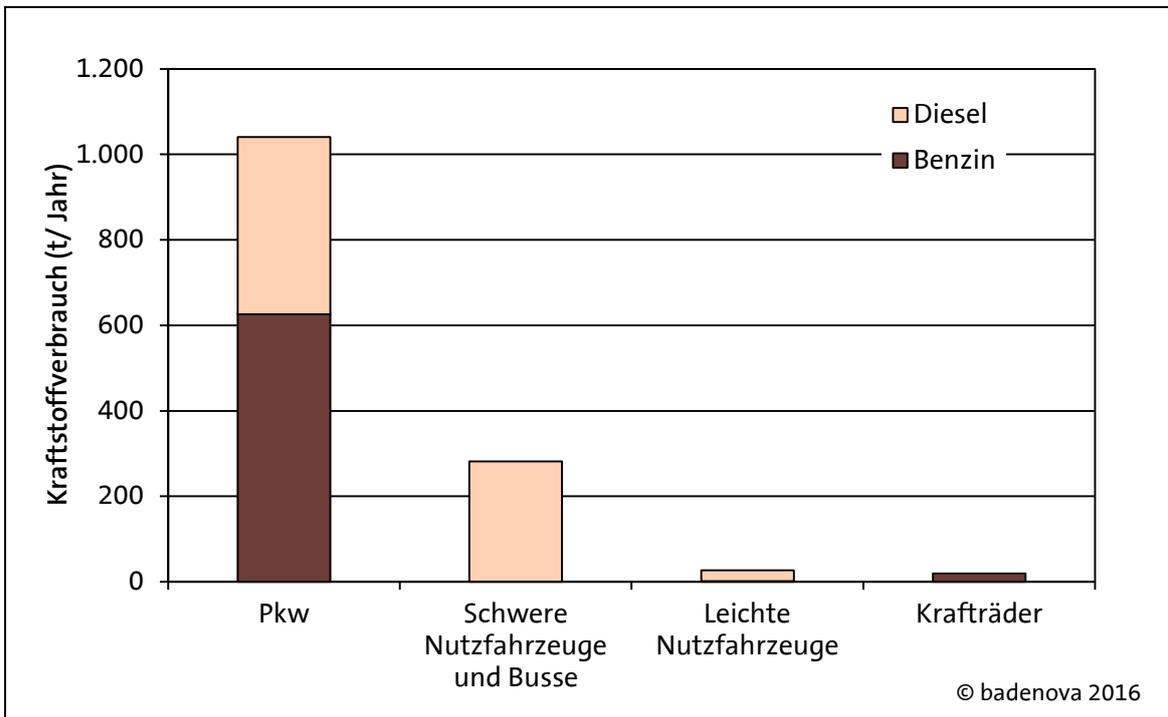


Abbildung 18 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Malterdingen (2013)

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch sowie den Energieverbrauch des Verkehrs in Malterdingen zusammen, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von rund 61.809 MWh im Jahr 2013. Der Sektor private Haushalte trägt mit rund 45 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch. Der Sektor Wirtschaft hat einen Anteil von 27 %, dicht gefolgt vom Sektor Verkehr mit 26 %. Mit einem Anteil von 1,4 % am Gesamtenergieverbrauch liegen die kommunalen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden im Durchschnitt (vgl. Abbildung 19).

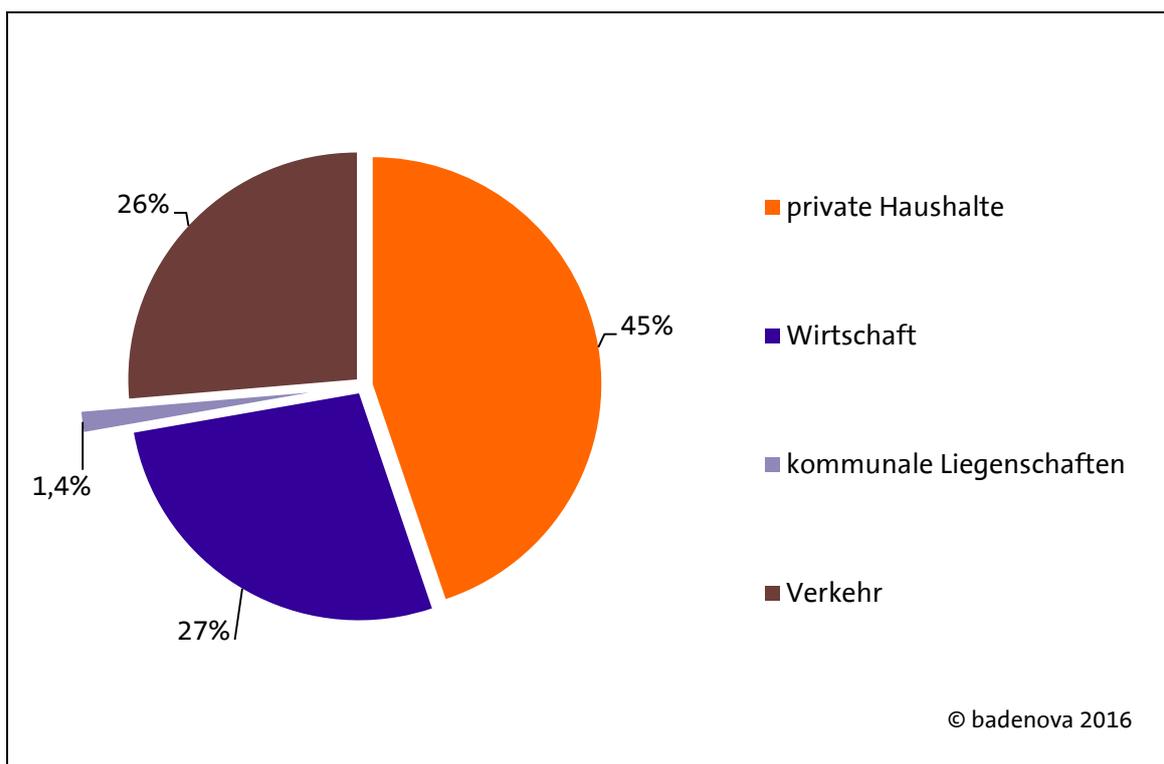


Abbildung 19 – Gesamtenergieverbrauch in Malterdingen nach Sektoren

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass die fossilen Energieträger Kraftstoff (Benzin und Diesel, 26 %), Erdgas (21 %) und Heizöl (21 %) den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Malterdingen haben. An vierter Stelle bei der Energiebereitstellung steht Strom (19 %). Der Gesamtenergiebedarf wird insgesamt zu 11 % durch erneuerbare Energien wie Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme gedeckt. Einen geringen Anteil von 1,8 % haben sonstige fossile Energieträger wie Kohle und Flüssiggas (vgl. Abbildung 20). In Abbildung 21 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

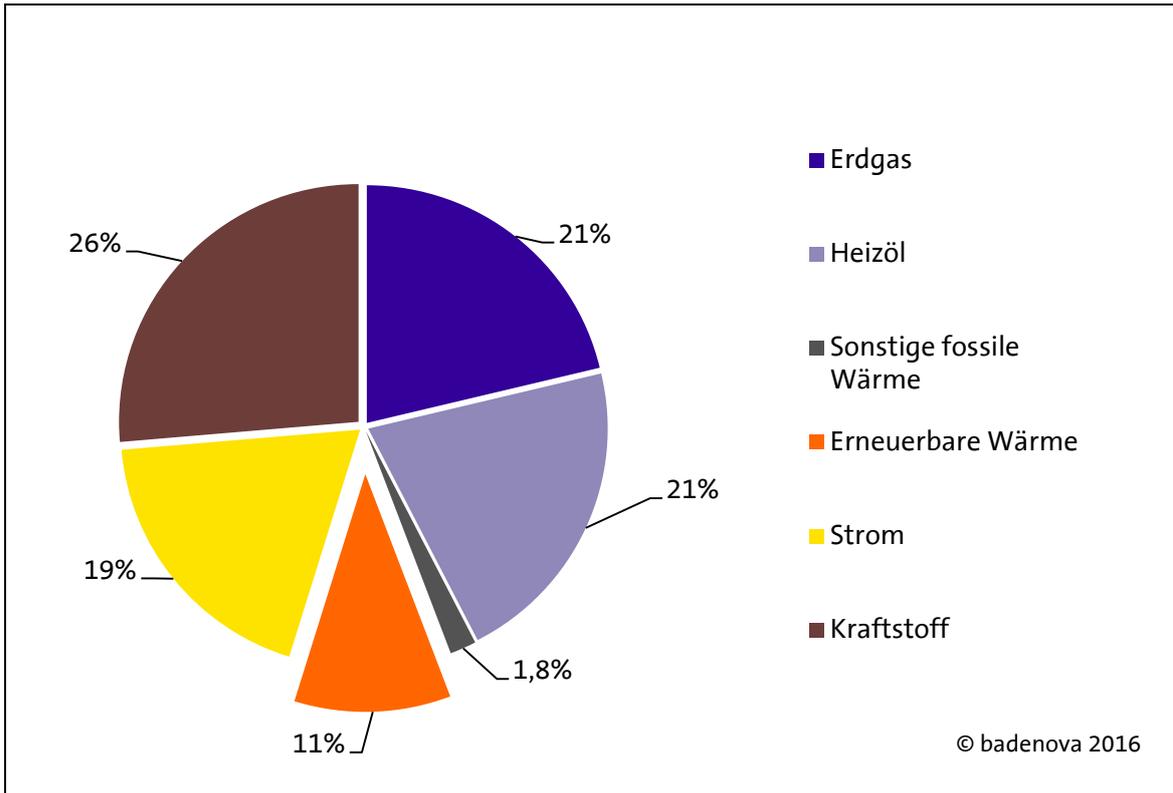


Abbildung 20 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger

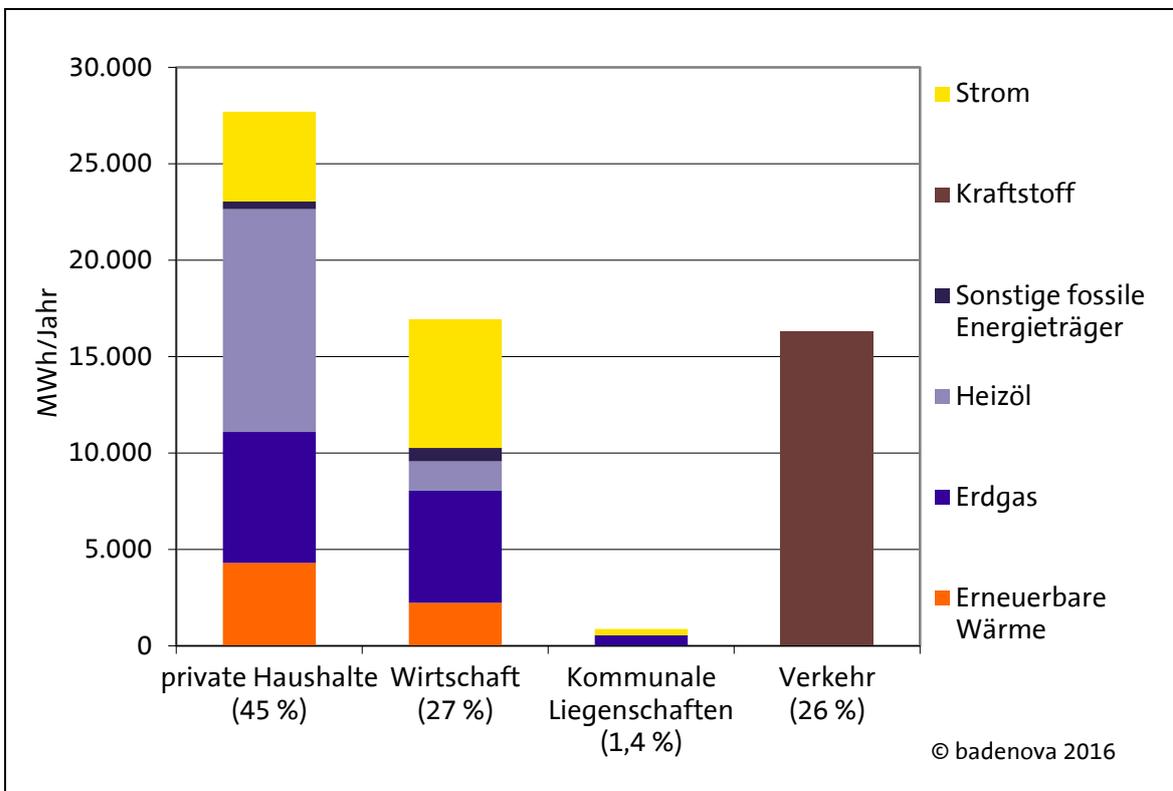


Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2013 in Malterdingen bei ca. 881 MWh. Die Grund- und Hauptschule weist mit Abstand den höchsten Energieverbrauch auf, dahinter liegen das Rathaus, die alte Schule, die Straßenbeleuchtung, das Wasserpumpwerk Wuhrmatten und der Kindergarten (vgl. Abbildung 22). Die übrigen Liegenschaften haben einen Gesamtenergieverbrauch unter 15 MWh.

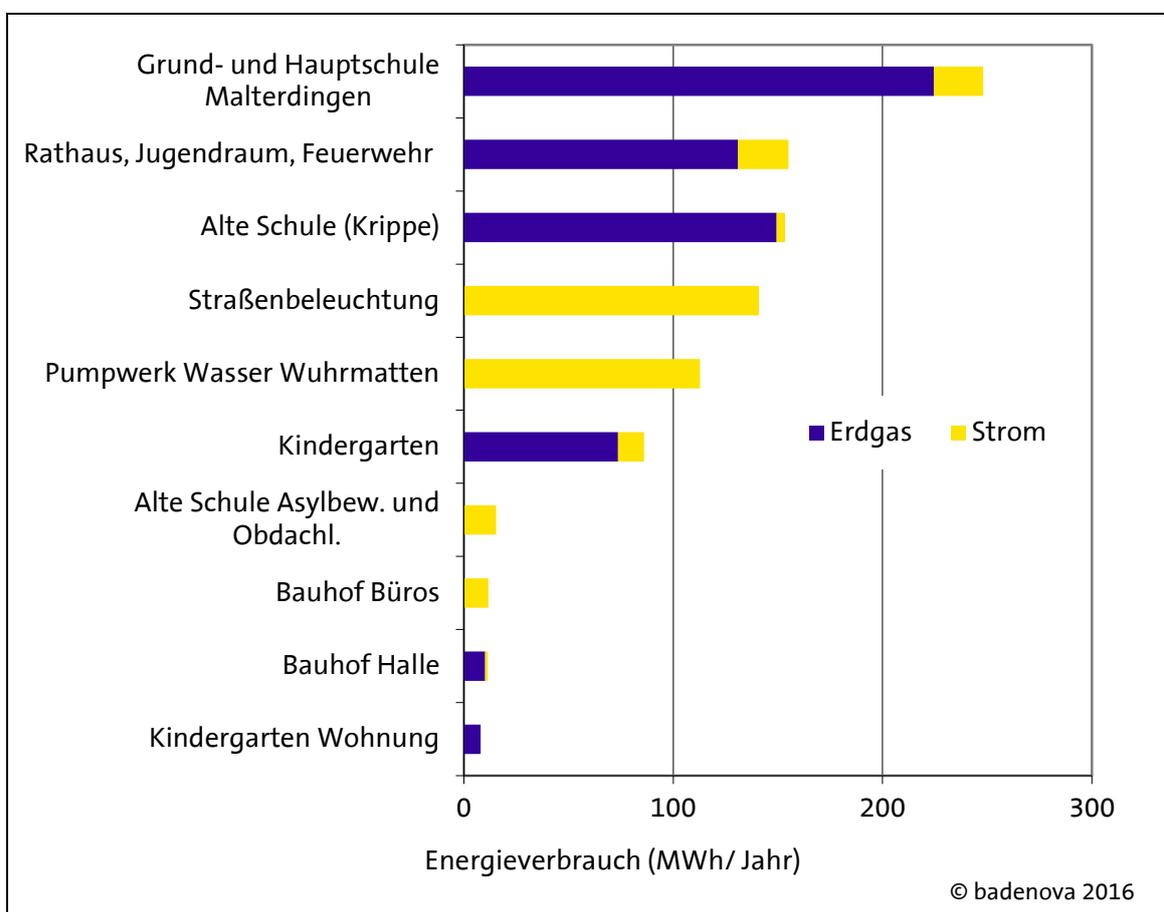
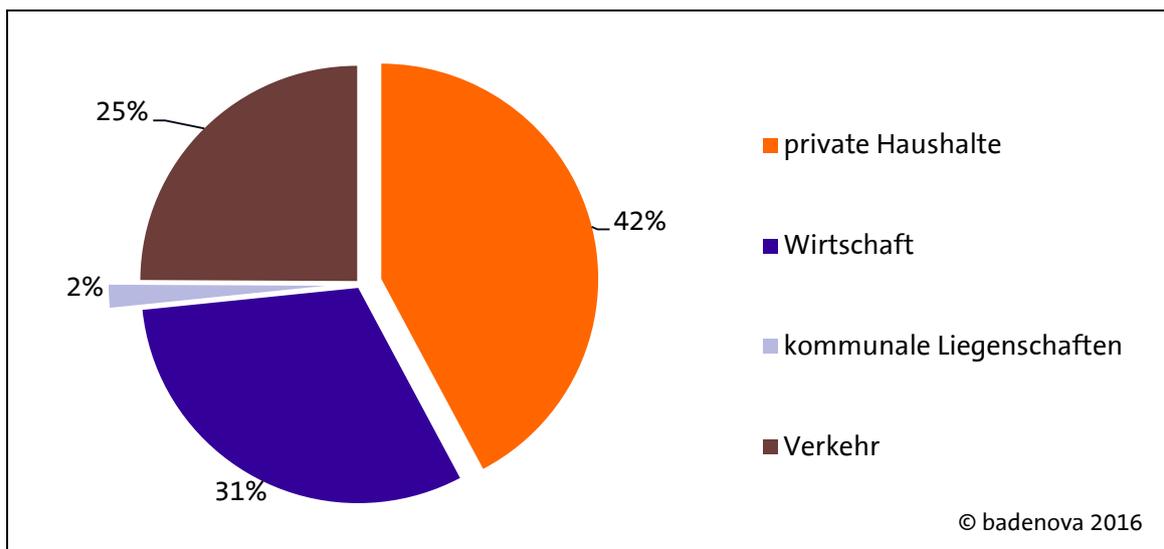


Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Malterdingen im Jahr 2013

3.4.2 Gesamt-CO₂-Bilanz

Insgesamt wurden in Malterdingen im Jahr 2013 20.233 t CO₂ ausgestoßen. Der Sektor private Haushalte ist mit 42 % für den größten Teil dieser CO₂-Emissionen verantwortlich. Die Sektoren Wirtschaft und Verkehr tragen mit 31 % und 25 % zu den CO₂-Emissionen der Gemeinde bei. Die kommunalen Liegenschaften sind für knapp 2 % der CO₂-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 23).

Abbildung 23 – CO₂-Emissionen in Malterdingen nach Sektoren

Bezogen auf die Energieträger verursacht Strom mit 36 % den größten Teil der CO₂-Emissionen, obwohl der Stromverbrauch nur 20 % des Gesamtenergieverbrauchs der Gemeinde ausmacht. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO₂-Belastung des deutschen Strommixes. Als zweitgrößte Emissionsquelle mit 25 % ist der Kraftstoffverbrauch in der Gemeinde verantwortlich. An dritter und vierter Stelle stehen Heizöl (21 %) und Erdgas (16 %). Die sonstigen fossilen Energieträger (Flüssiggas und Kohle) verursachen Emissionen von 2 %. Sehr gut schneiden die erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO₂-Emissionen anfallen. Die Emissionen liegen hier bei knapp 1 %. (vgl. Abbildung 24).

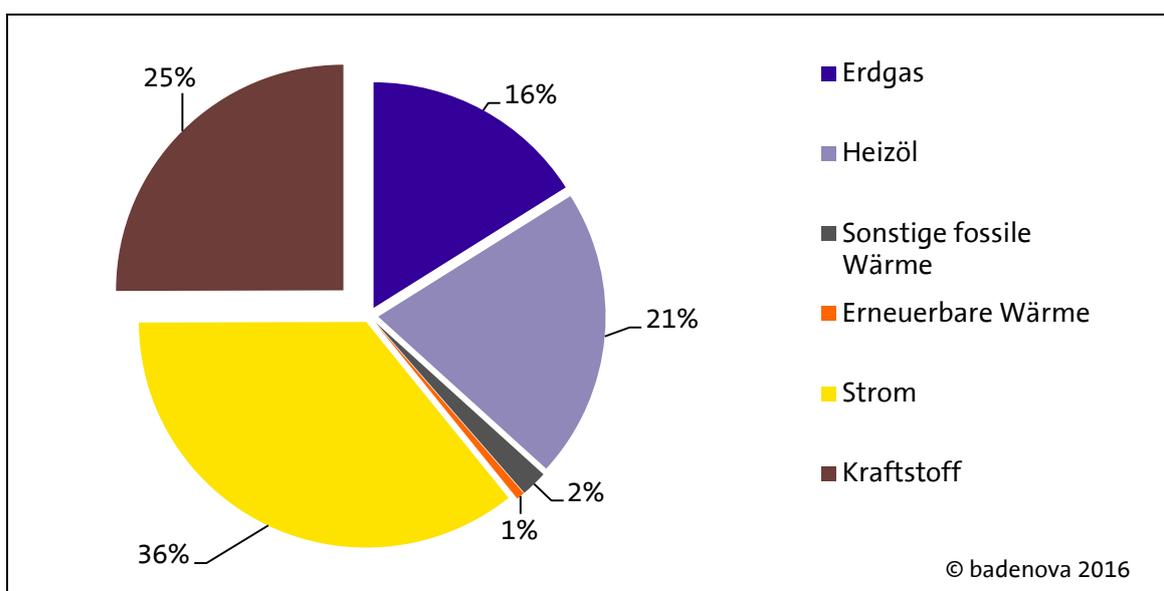
Abbildung 24 – CO₂-Emissionen nach Energieträgern

Abbildung 25 zeigt die Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträger. Hier wird nochmals deutlich, dass der Strombedarf der Wohngebäude und Gewerbebetriebe die meisten CO₂-Emissionen verursacht. Die Grafik zeigt außerdem, wie stark der Einfluss des hohen Strombedarfs im Wirtschaftssektor auf die Emissionen der Gemeinde ist. Ebenso wird der große Anteil der Kraftstoffe an den Gesamtemissionen von Malterdingen deutlich.

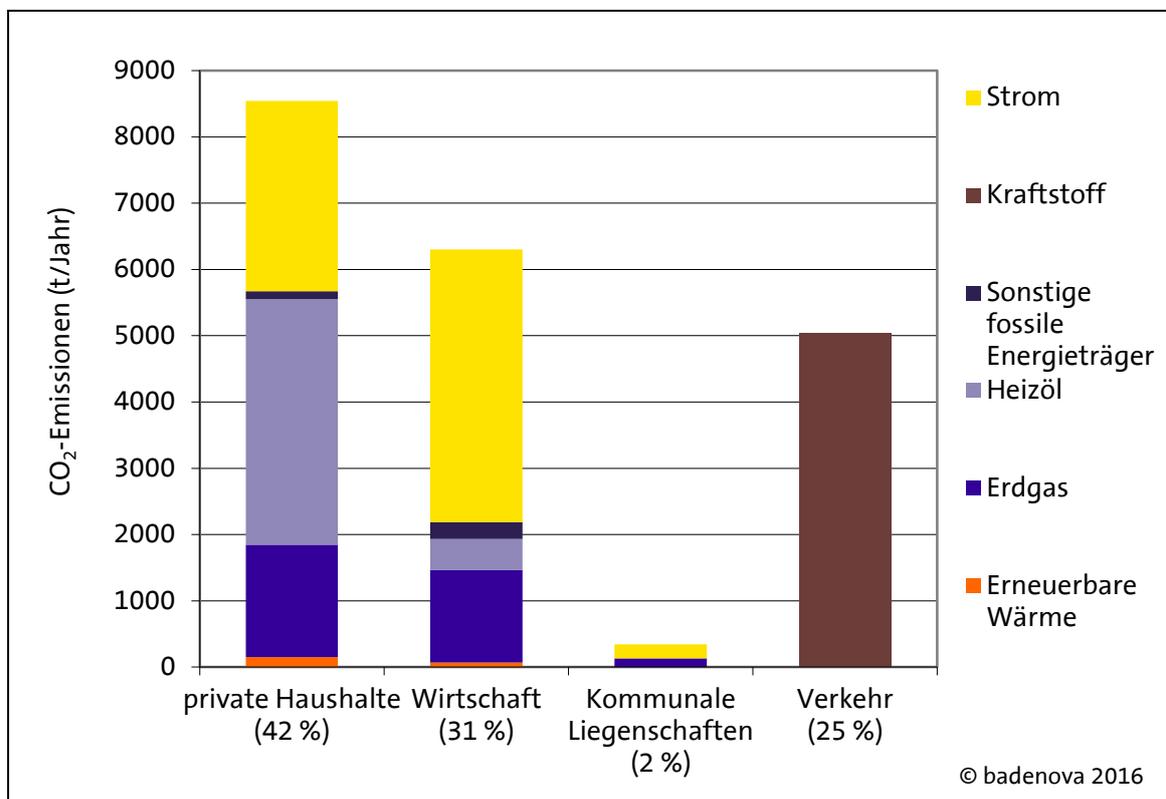


Abbildung 25 – CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

Die kommunalen Liegenschaften zusammen mit der Straßenbeleuchtung haben in Malterdingen im Jahr 2013 rund 346 t CO₂-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Die größten Anteile daran verursachen die Straßenbeleuchtung mit ca. 87 t CO₂. Vergleicht man den Gesamtenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften, wird auch hier die verhältnismäßig hohe CO₂-Belastung von Strom deutlich (vgl. Abbildung 26). Hinter der Straßenbeleuchtung ist nun das Pumpwerk Wuhrmatten aufgrund des hohen Stromverbrauchs bei den CO₂-Emissionen nun fast gleichauf mit der Grund- und Hauptschule (70 t bzw. 71 t) (vgl. Abbildung 26).

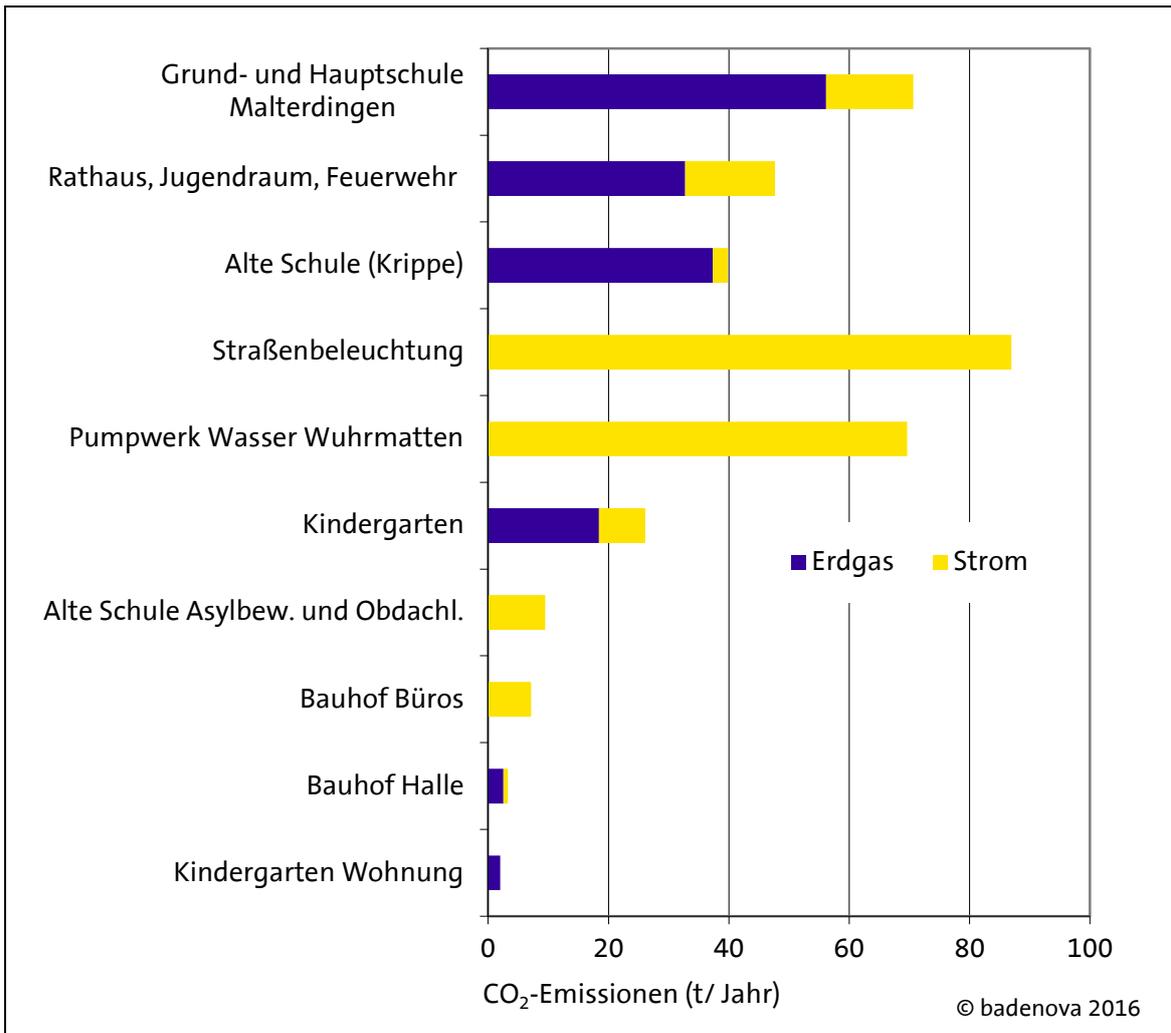


Abbildung 26 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Malterdingen im Jahr 2013

Setzt man die Gesamtemissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder Malterdinger Bürger Pro-Kopf-Emissionen von ca. 6,7 t CO₂/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den individuellen Strommix der Gemeinde, der den lokal auf der Gemarkung produzierten Strom aus erneuerbaren Energien einbezieht, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 6,4 t CO₂/Jahr.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO₂-Emissionen verursacht. Malterdingen liegt damit genau im Durchschnitt. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch gewerbe- oder industrieeintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Außerdem können CO₂-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz festgehalten und mit Durchschnittszahlen des Landes Baden-Württemberg verglichen.

	Malterdingen	Baden- Württemberg	Einheit
Kommune gesamt			
Endenergie ohne Verkehr	15,0	19,5	MWh/Einwohner
CO ₂ Bundesmix	6,7	6,6	t/Einwohner
CO ₂ kommunaler Mix	6,4	k. A.	t/Einwohner
Anteil EEQ gesamt	18,0	13,0	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	14,1	18,0	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch	19,3	11,0	%
Private Haushalte			
Stromverbrauch	1,6	1,6	MWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	7,6	7,2	MWh/Einwohner

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

4. Potenziale erneuerbarer Energien

4.1 Solarenergie

4.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde Malterdingen liegt in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.142 kWh/m² (RIPS der LUBW, 2012) und damit leicht über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m² (DWD, 2012).

Mit 14 % Anteil an der Stromerzeugung leistet die Photovoltaik im Jahr 2013 bereits einen sichtbaren Beitrag zum Klimaschutz in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Die vorhandenen Solarthermieanlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 1.082 m² decken derzeit 1,2 % der Wärmeversorgung. Dennoch besteht in Malterdingen bei der Nutzung der Solarenergie noch Ausbaupotenzial. Um dieses genauer abzuschätzen, wurde das theoretische Solarflächenpotenzial aller Bestandsgebäude anhand von Luftbildern ermittelt und ausgewertet (ohne bereits installierte Anlagen). Hierzu wurde wie folgt vorgegangen:

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

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

4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung der Luftbilder der Gemeinde ergab, dass 44 % der freien Dachflächen eine Ausrichtung nach Süden bzw. nach Südwest-/Südost haben (vgl. Tabelle 4). Diese Dächer sind aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung sehr gut für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder Photovoltaikanlagen geeignet. Eine belastbare Aussage über Statik und Beschaffenheit der individuellen Dachpotenziale ist aber nur über eine Prüfung vor Ort möglich.

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m ²)	Anteil an Gesamtfläche
Süd	18.414	13 %
Südwest/Südost	42.133	30 %
Ost/West	16.216	12 %
Flachdach	61.772	45 %

Tabelle 4 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Malterdingen

Zum besseren Verständnis des Vorgehens, wie das Dachflächenpotenzial aus den Luftbildern ermittelt wurde, ist in Abbildung 27 ein Ausschnitt aus dem für Malterdingen erstellten Solarkataster dargestellt. Die Ausrichtung der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen. Eine Karte des Solarkatasters der Gemeinde und aller Ortsteile ist im Anhang dieser Studie beigelegt.

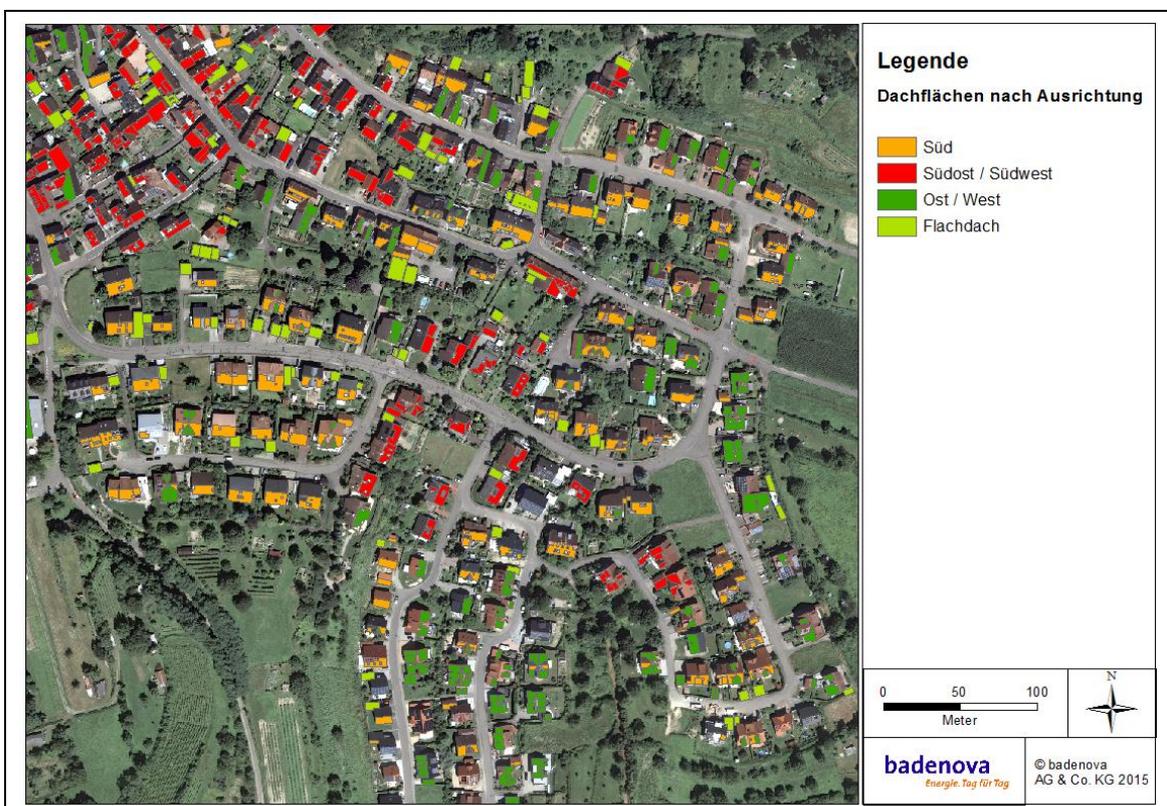


Abbildung 27 – Ausszug des Solarkatasters von Malterdingen

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials umfasst daher zwei Szenarien: Szenario 1 geht davon aus, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. In Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden⁴. Beide Szenarien sind in Abbildung 28 dargestellt.

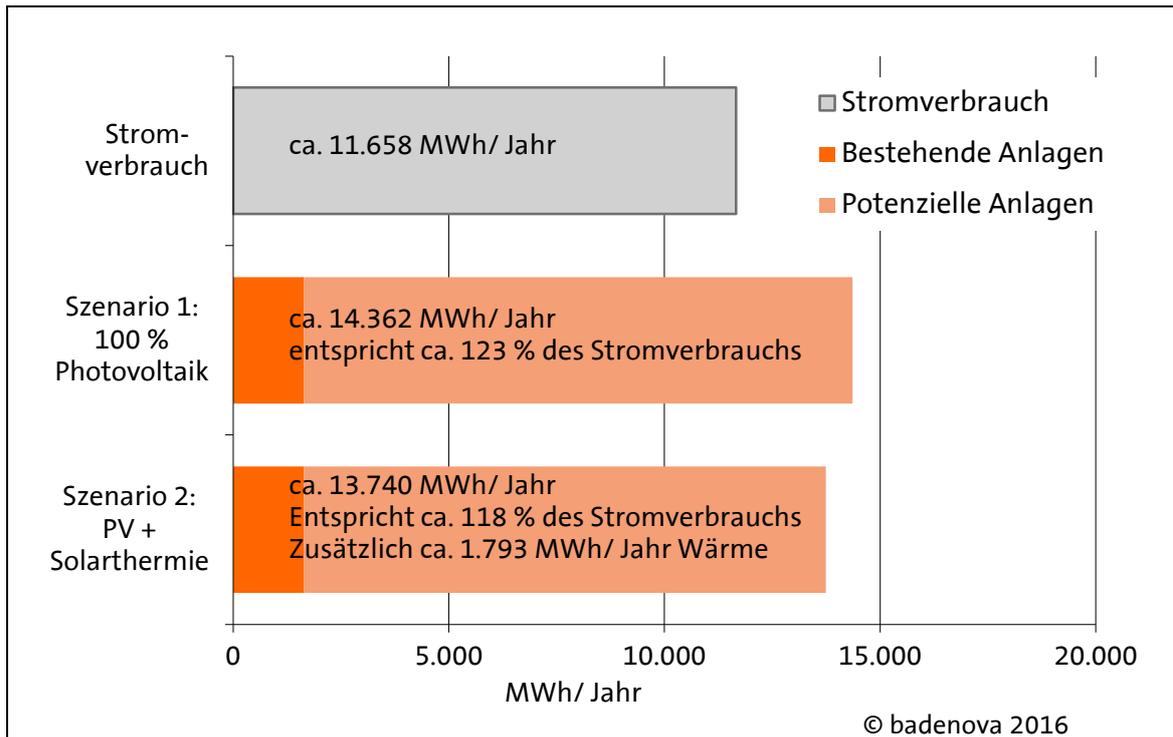


Abbildung 28 – Solarpotenziale der Gemeinde Malterdingen

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

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ (Szenario 1) ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Gemeinde auf ca. 123 % bzw. 14.362 MWh/Jahr erhöhen.

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

- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von 5 % des Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 13.740 MWh/Jahr und entspricht 118 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeenergieerzeugung liegt. Durch einen weiteren Zubau von PV-Modulen und die Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum deutschen Strommix, insgesamt 6.701 t CO₂/Jahr vermieden werden. Die Ausschöpfung des Potenzials wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage (u.a. die Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG)) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe und Ausgestaltung der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

4.2 Energie aus Biomasse

4.2.1 Hintergrund

Biomasse als Energieträger in fester, flüssiger und gasförmiger Form nimmt in Deutschland insbesondere bei der Bereitstellung von regenerativer Wärme eine zentrale Rolle ein. Nach aktuellen Zahlen des Bundesumweltministeriums hatte die Biomasse in 2013 in Deutschland einen Anteil von 88 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 32 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2014). Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 29). Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeenergieerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

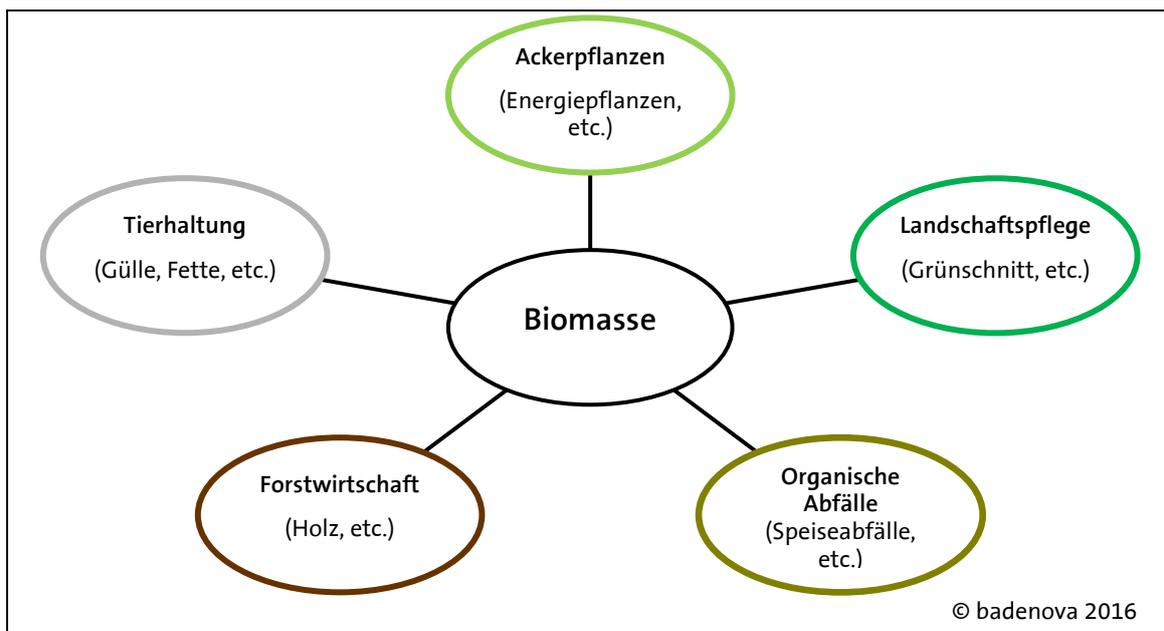


Abbildung 29 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

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

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

4.2.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen

Eine leicht zugängliche Quelle für Biomasse sind die Reststoffe, wie sie bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen anfallen. Die meisten dieser organischen Reststoffe können als Substrat für eine Biogasanlage verwendet werden. In der Gemeinde Malterdingen werden auf einer Fläche von 118 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2010). Auf 42 ha (36 %) dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut und auf weiteren 9 ha (7,6 %) stehen Hülsenfrüchte an⁵. Insgesamt

⁵ Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Malterdingen auf 6 Haupterwerbslandwirte und 13 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung

samt lassen sich aus der Fermentation von Reststoffen des Getreideanbaus ca. 127 MWh verfügbare Energie gewinnen.

Zusätzlich zu den Reststoffen aus dem bestehenden Ackeranbau können auch brachliegende Flächen, die sich für den konventionellen Anbau nicht eignen, für den Anbau von Energiemais genutzt werden. Mais ist ein erprobtes Biogassubstrat mit einer hohen spezifischen Biogasausbeute. Eine Bepflanzung der brachliegenden Flächen, z.B. mit Energiemais, könnte daher sinnvoll sein. Bis zu 64 ha der Ackerfläche in Malterdingen (54 %) liegen nach Angaben des STALA BW brach. Zur Kalkulation des Energiepotenzials dieser brachliegenden Fläche wird ein Anbau von Energiemais mit einem um 50 % verminderten Ertrag angesetzt. Durch den Anbau von Energiemais auf den brachliegenden Flächen könnten 2.019 MWh/Jahr an Energie generiert werden.

Neben den Ackerflächen werden in Malterdingen weitere 30 ha als Dauergrünlandflächen genutzt. Die auf diesen Flächen produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und könnte in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist in Malterdingen ein Energiepotenzial von 139 MWh/Jahr auf. Rund 76 ha werden als Rebland genutzt. Nach dem Keltern bleibt ein Pressrückstand zurück, der sogenannte Traubentrester. Er umfasst Kerne, Schalen und teilweise Rispen. Traubentrester wird meistens als Dünger in den Weinberg ausgebracht, eignet sich aber gut als Biogassubstrat. Am Ende des Biogasprozesses entsteht ein hochwertigerer Dünger sowie Strom und Wärme. Das Energiepotenzial würde hier 99 MWh pro Jahr betragen. Mit dem Obstanbau auf ca. 4 ha Fläche lassen sich zusätzlich ca. 18 MWh Energie aus Obsttrester nutzen.

Insgesamt ergibt sich ein Gesamtpotenzial von ca. 2.402 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen. Die prozentualen Anteile der entsprechenden Energiepotenziale aus Reststoffen aus dem Ackeranbau sind in Abbildung 30 dargestellt.

genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

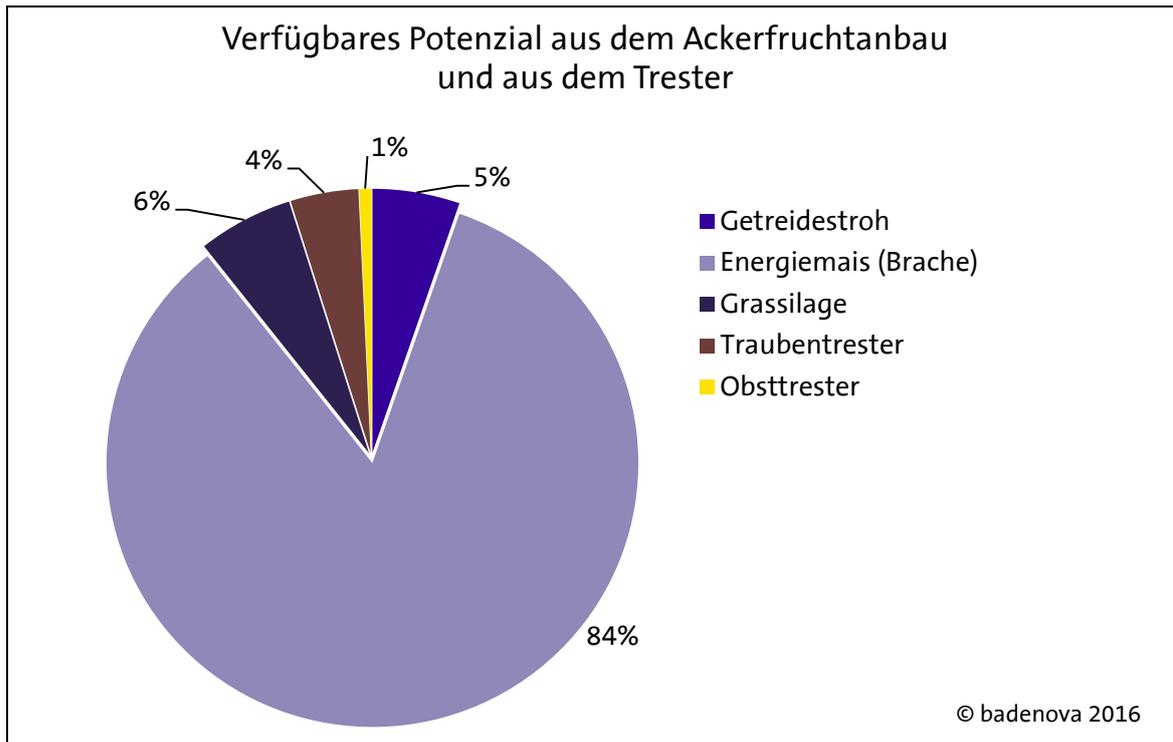


Abbildung 30 – Energiepotenziale aus Ackerbau, Rebland und Obstanbau nach Quellen

4.2.3 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung

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

Für Malterdingen sind beim Landesamt für Statistik lediglich zwei Landwirtschaftsbetriebe verzeichnet, für die nur die Hühnerhaltung angegeben ist. Das verfügbare Potenzial reicht nicht für die Verwertung in einer Biogasanlage aus.

4.2.4 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

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

Das Angebot an Reststoffen in Malterdingen ist begrenzt. Die Nutzung kommunaler Reststoffe, wie die Biotonne, Gartenabfälle und Landschaftspflegematerial, bergen ein energetisches Potenzial von 153 MWh/Jahr.

4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

In Abbildung 31 werden das Gesamtpotenzial und dessen Verteilung auf die nutzbaren Substrate dargestellt.

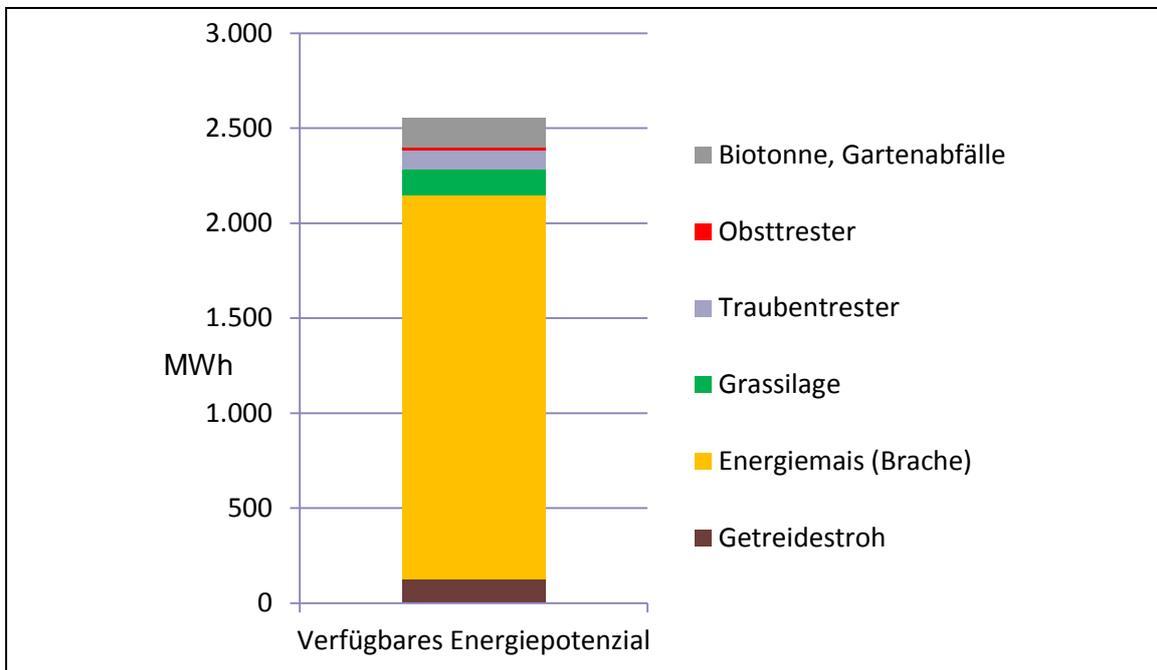


Abbildung 31 – Unausgeschöpftes Biomassepotenzial nach Quellen

Das Biogaspotenzial summiert sich in Malterdingen auf einen Gesamtwert von 2.555 MWh/Jahr, was im Rahmen der Stromerzeugung einem elektrischen Biogaspotenzial von 971 MWh/Jahr entsprechen würde. Das größte Potenzial besteht dabei bei einer energetischen Nutzung von Energiemais, der theoretisch auf den Brachflächen angebaut werden könnte. Praktisch erscheint dies aufgrund der Geländegegebenheiten nicht sinnvoll und möglich.

In dieser Studie unberücksichtigt bleiben zudem konkurrierende, insbesondere bestehende Verwertungspfade und die Transportkosten der Biomasse, die nur durch individuelle Befragungen und Prüfungen ermittelt werden können. Bisher vernachlässigt ist außerdem ein möglicher Standort für eine Biogasanlage, der – je nach Lage und bestehender Infrastruktur - Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hätte. In einem weiteren Schritt wäre eine projekt- und standortbezogene Wirtschaftlichkeitsanalyse notwendig, welche die vorher genannten Punkte berücksichtigt.

Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich nur ein geringes nutzbares Biogaspotenzial ableiten, dessen Nutzung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit nicht zu realisieren sein dürfte.

4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

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

In Malterdingen sind ungefähr 324 ha Waldfläche in kommunalem und lediglich 15 ha in privatem Besitz.

Der Holzvorrat auf diesen Flächen bemisst sich auf 2.845 Festmeter (fm) oder ca. 8,4 fm je ha. Der jährliche Gesamtholzeinschlag im kommunalen Wald beträgt 1.900 fm. Davon werden 900 fm für Brennholz geschlagen, 100 fm für Hackschnitzel und der Rest für Industrie- und Stammholz verwendet (900 fm). Der Zuwachs beträgt 2.100 fm pro Jahr, 30 fm fallen jährlich schwankend als Waldrestholz an. Nach Angaben des Forstamtes bleiben ca. 170 fm Holz pro Jahr ungenutzt. Daraus resultiert eine theoretisch noch nutzbare Energiemenge von ca. 343 MWh, wodurch ca. 15 - 20 Haushalte mit Wärme versorgt werden könnten.

Allerdings handelt es sich bei den Mengen um jährlich schwankende Beträge. Der weit überwiegende Teil des Holzeinschlages wird bereits verwertet, so dass im Gesamten betrachtet keine weiteren nennenswerten Energiepotenziale zur Verfügung stehen.

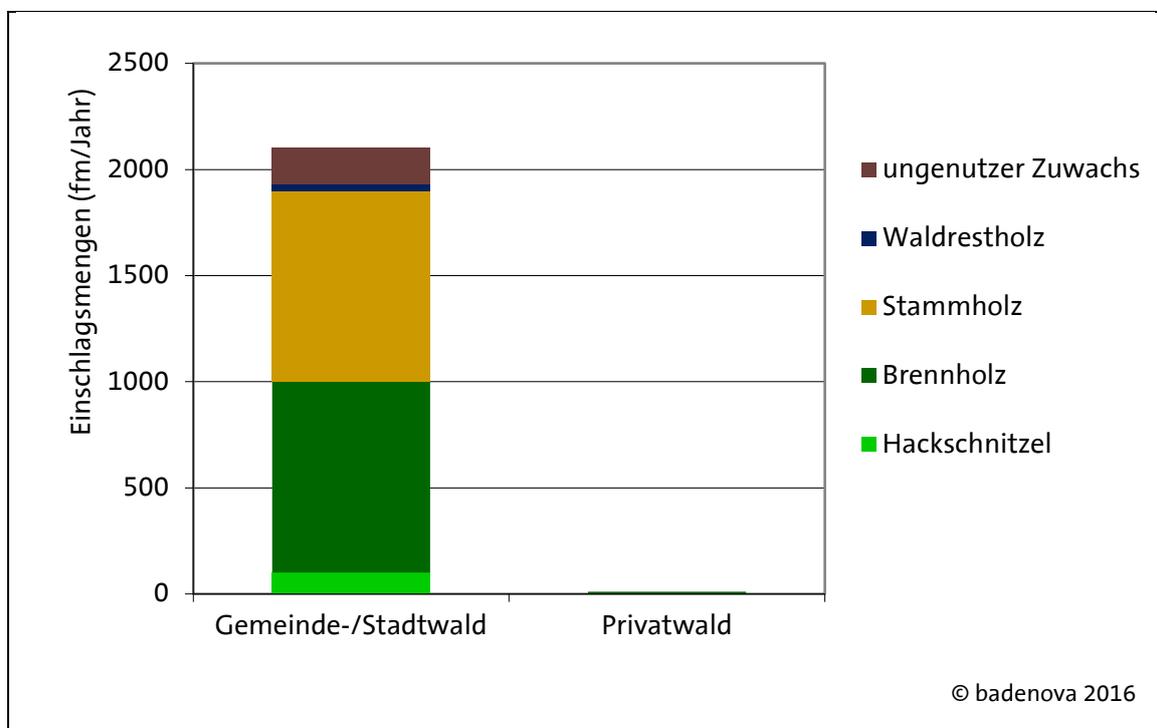


Abbildung 32 – Holzeinschlagsmengen auf der Waldfläche in kommunalem Besitz

4.3 Windkraft

4.3.1 Standortpotenziale

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wird zunächst auf den LUBW-Windatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Windkartierung des Landes auf flächendeckenden Berechnungen aufbaut. Daher besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es Abweichungen zu der tatsächlichen Windhöffigkeit an den spezifischen Standorten gibt.

Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 6,00 m/s in 140 m Höhe über Grund. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass letztlich die Windhäufigkeitsverteilung und nicht die Höhe der mittleren Windgeschwindigkeit für den wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage ausschlaggebend ist. Zur Berechnung des energetischen Windertrages sind daher Langzeitmessungen der Windgeschwindigkeit nötig. Neben dem Windpotenzial als erste Planungsgrundlage werden bei der Standortwahl weitere Faktoren berücksichtigt. Dazu gehören insbesondere immissionsschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange.

Gemäß dem LUBW-Windatlas verfügt Malterdingen auf seiner Gemarkung nach heutigem Stand der Technik über keine windhöffigen Standorte (vgl. Abbildung 33).

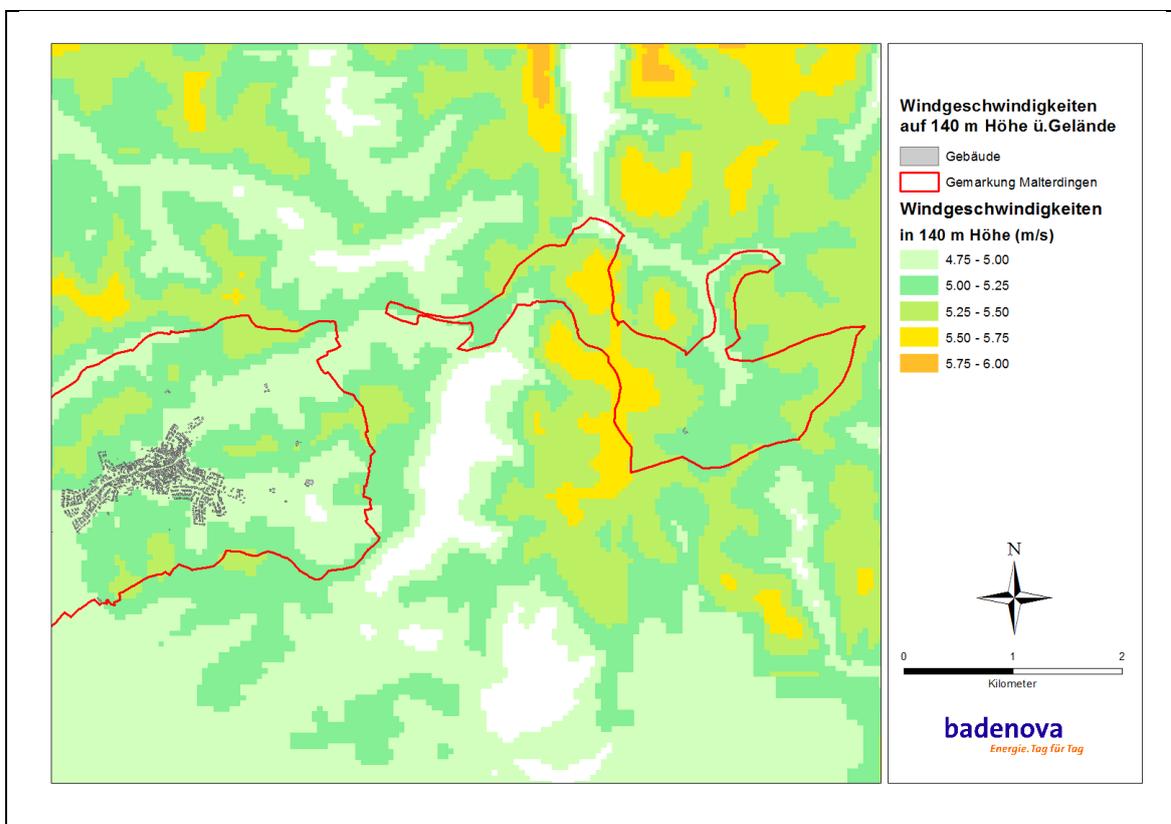


Abbildung 33 – Mittlere Windgeschwindigkeiten innerhalb der Gemarkung Malterdingen (Quelle: Windatlas BW, 2011)

4.4 Wasserkraft

Die Ermittlung von bestehenden, über das EEG geförderten Wasserkraftanlagen ist über die EEG-Anlagedatenbank des Übertragungsnetzbetreibers TransnetBW und über den Energieatlas des Landesamtes für Umwelt und Messung in Baden-Württemberg (LUBW 2015b) möglich. Die Ermittlung von Ausbaupotenzialen beruht auf der Auswertung dieser Daten sowie auf der Befragung von entsprechenden Akteuren in der Gemeinde oder der Gemeindeverwaltung.

Der Energieatlas der LUBW verzeichnet innerhalb der Gemarkung von Malterdingen kein Wasserkraftpotenzial entlang des vorhandenen Fließgewässers „Malterdinger Dorfbach“ und dessen Seitenarm (vgl. Abbildung 34). Bisher sind auch in der EEG-Anlagendatenbank keine Wasserkraftanlagen aufgelistet. Nach Auskunft der Gemeindeverwaltung muss zudem der Hochwasserschutz sichergestellt sein, was der Wasserkraftnutzung neben den hohen naturrechtlichen Anforderungen ebenfalls entgegensteht. Somit kann nach den vorliegenden Informationen ein technisch oder wirtschaftlich nutzbares Wasserkraftpotenzial ausgeschlossen werden.

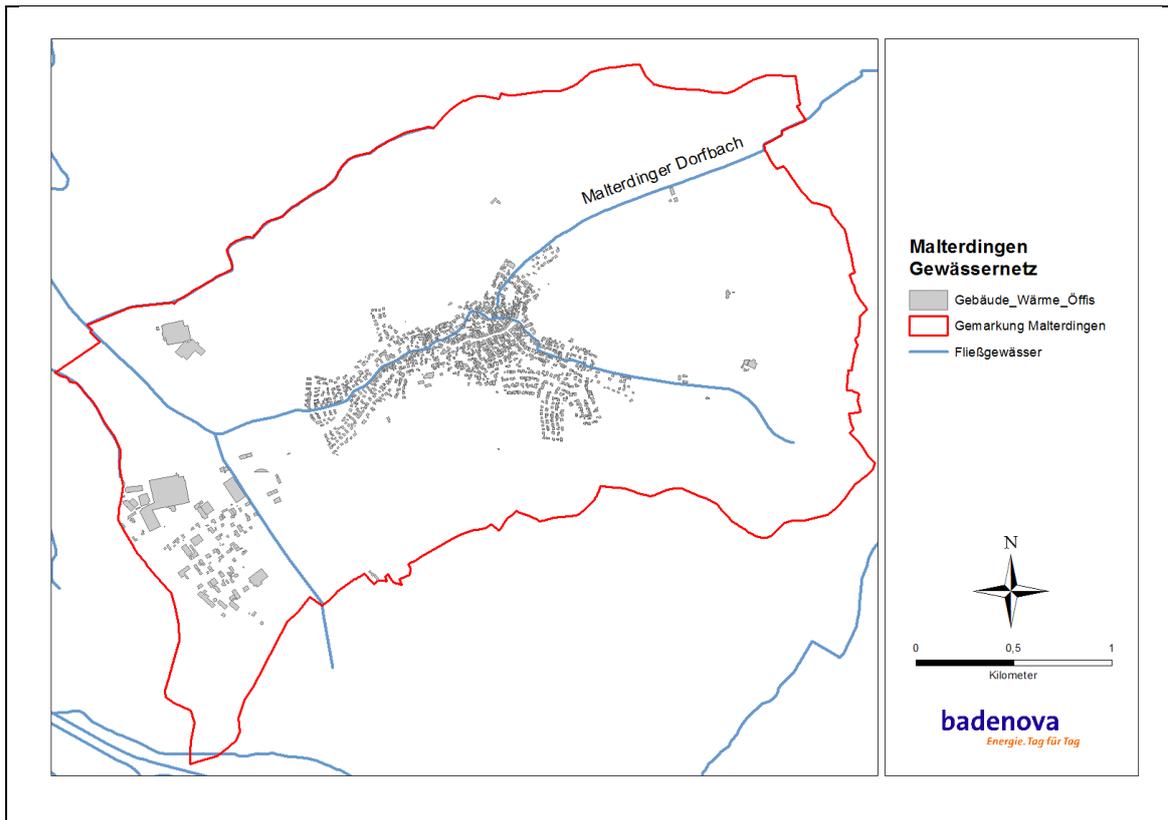


Abbildung 34 – Karte des Gewässernetzes in Malterdingen

4.5 Geothermie

4.5.1 Technischer und geologischer Hintergrund

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

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

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

In Malterdingen kann die oberflächennahe Geothermie mit Einschränkungen hinsichtlich artesisch gespannter Grundwässer und salzführender Gesteinsschichten angewendet werden.

Oberflächennahe Geothermie wird ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, welches bspw. das Heizen eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erlaubt. In Abbildung 35 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Sehr gut gedämmte Gebäude modernen Standards können eine Wärmepumpe effizient auch mit der Außenluft betreiben. Luftgekoppelte Wärmepumpen weisen insbesondere bei Neubauten zunehmend höhere Marktanteile auf.

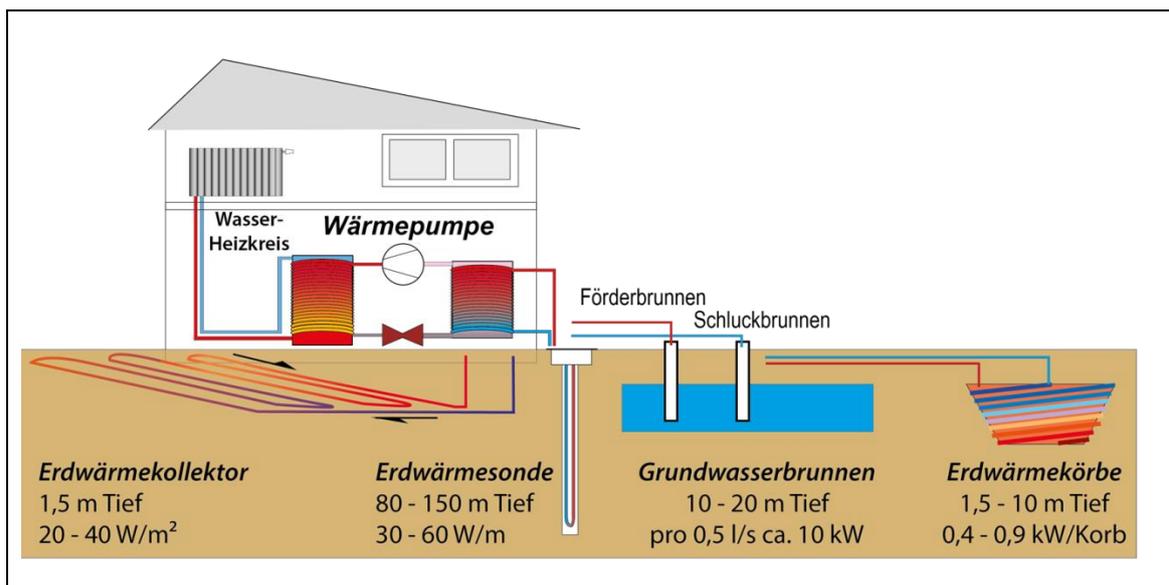


Abbildung 35 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Malterdingen liegt im nördlichen Breisgau, zwischen Schwarzwaldrand und Rheinebene. Der geologische Untergrund besteht überwiegend aus den Schichten des Muschelkalks und des Buntsandsteins, dem bis zu 30 m mächtige quartäre Kiese und Sande auflagern (vgl. Abbildung 36). Letztere weisen üblicherweise eine nach Westen hin zunehmend bessere Grundwasserführung auf, die im Gewerbegebiet möglicherweise zur Wärmebereitstellung nutzbar ist. Dies kann allerdings nur über Probebohrungen und Pumpversuche ermittelt werden. Ein Bohrrisiko kann sich beim Durchteufen der Grenze Muschelkalk – Buntsandstein ergeben, wenn letzterer artesisch gespanntes Grundwasser führt. Dies ist jedoch vornehmlich in den Tallagen von Malterdingen gegeben, wo der salzführende Muschelkalk jedoch bereits erodiert ist.

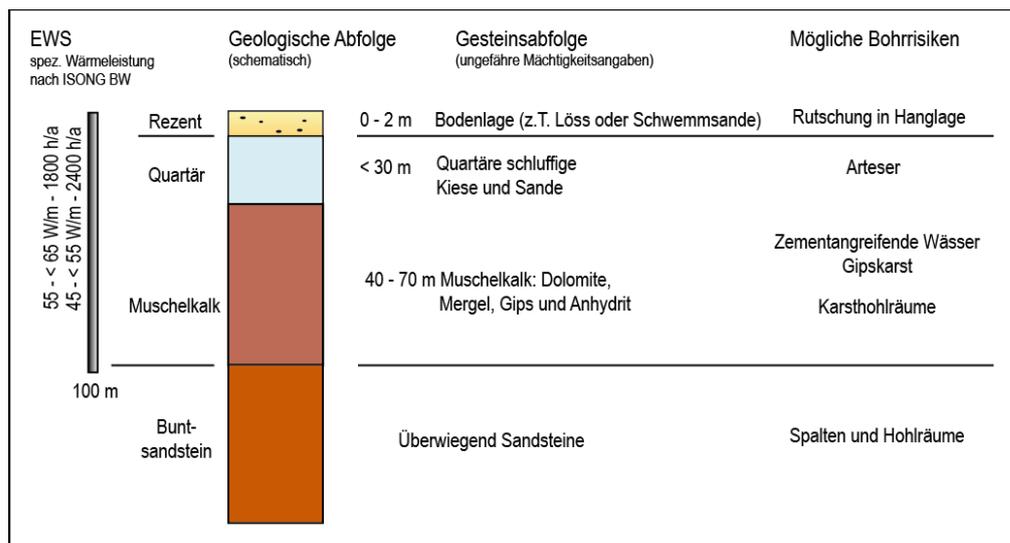


Abbildung 36 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Malterdingen (nach ISONG-Baden-Württemberg)

Derzeit sind in der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB) mindestens 12 Anlagen mit insgesamt 23 Sonden für Malterdingen registriert. Die Bohrlänge erreicht im Einzelfall bis zu 160 m. Eine starke Häufung von Erdwärmesonden ist in den Siedlungsarealen „Im Schwalbental“ und „Am Saiberg“ zu verzeichnen. Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des Regierungspräsidiums Freiburg i. Br. - Abt. 9 - LGRB - grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde.

4.5.2 Geothermiepotenzial

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

In Abbildung 37 ist beispielhaft ein Ausschnitt des Geothermiekatasters wiedergegeben. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren heutigen Wärmebedarf theoretisch mit ein, zwei oder mit bis zu vier Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Nutzfläche decken können. Dabei wurde mit bis zu 99 m langen Erdwärmesonden gerechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass theoretisch 32 % des Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils maximal 99 m langen Sonden abgedeckt werden könnte. Viele Wohngebäude benötigen mindestens 2 oder sogar bis zu 4 Sonden, um ihren Wärmebedarf mit Erdwärme decken zu können. Dadurch steigen die Investitionskosten stark an.

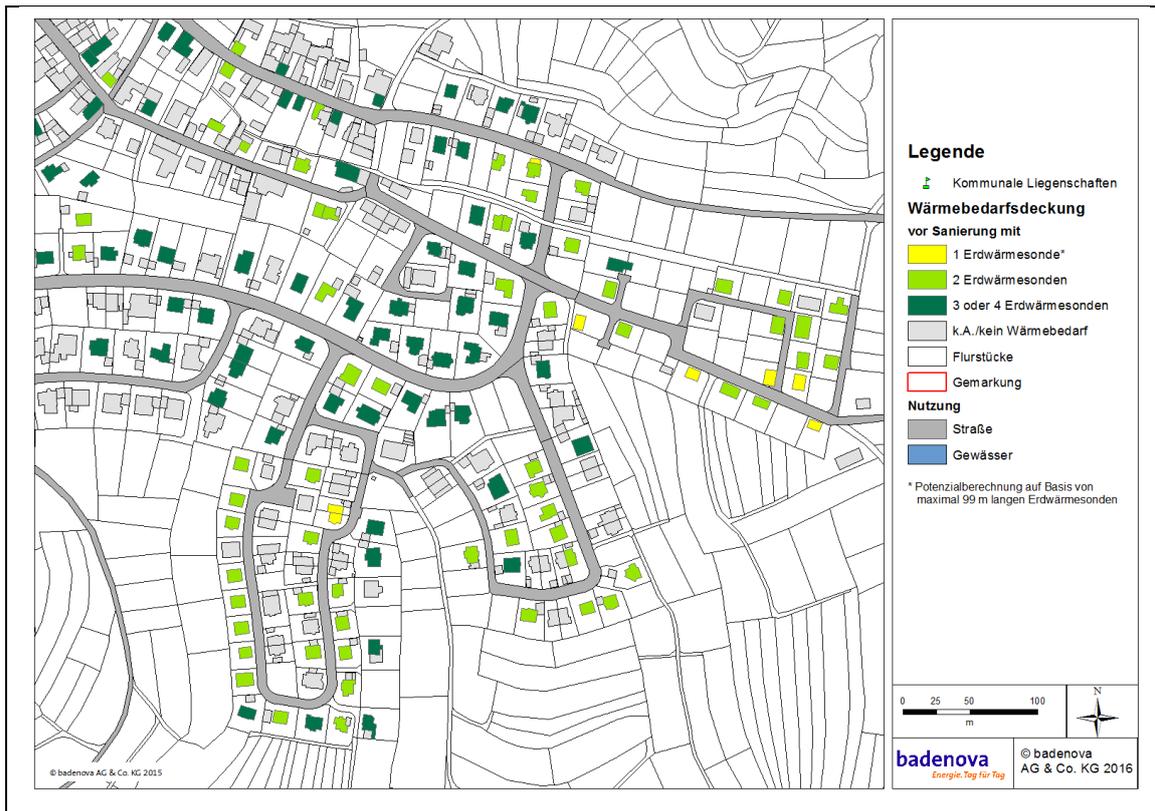


Abbildung 37 – Ausschnitt des Geothermiekatasters für Malterdingen (theoretisches Potenzial)

Die Siedlungsareale im Südosten von Malterdingen sind aufgrund ihrer Baualterstruktur, die in den meisten Fällen mindestens die Wärmeschutzverordnung von 1995 erfüllt, sehr gut zur Anwendung der Erdwärmesonde geeignet.

Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es nötig, die Heizungsvorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualterklasse 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 (Baualter 1969-1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses sogenannte „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist ausschnittsweise in Abbildung 38 für Erdwärmesonden mit bis zu 99 m Länge dargestellt.

Unter diesen Voraussetzungen können 26 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs der Gemeinde Malterdingen mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt ca. 7 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart. Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

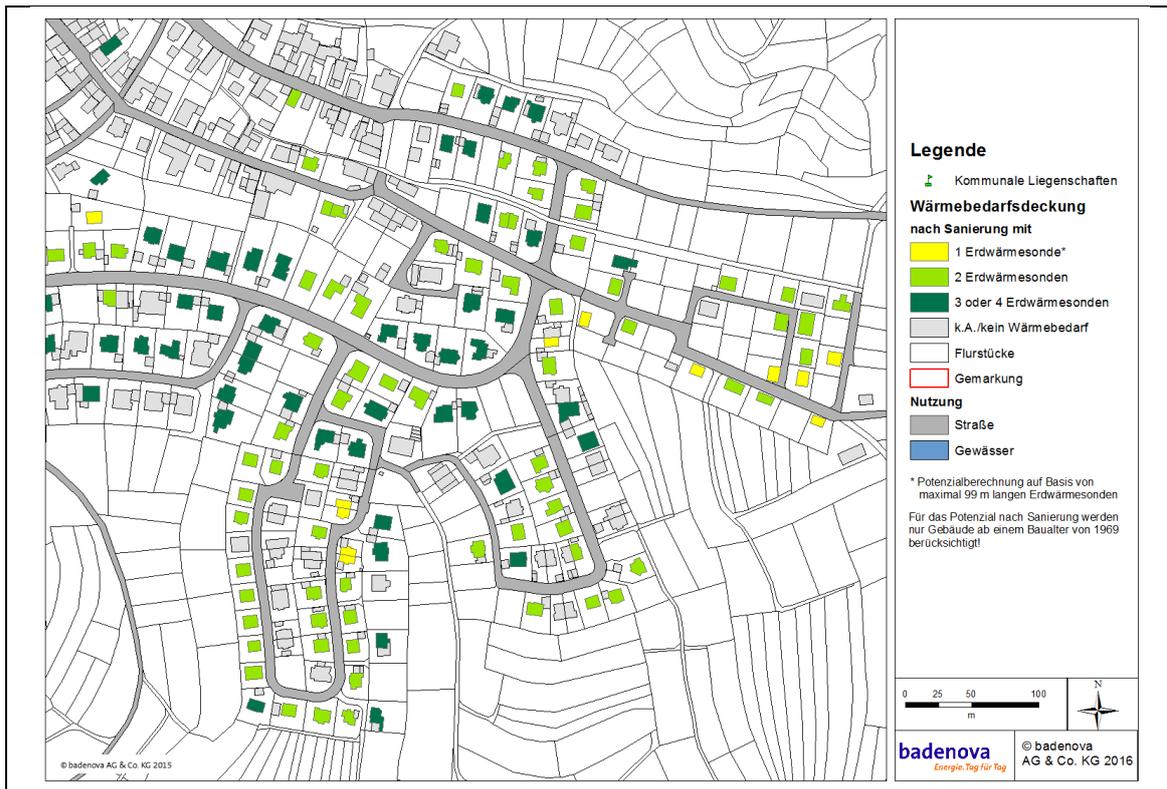


Abbildung 38 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial)

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge
Theoretisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	32 %
Technisch-ökonomisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	26 %
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	7 %

Tabelle 5 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Malterdingen

In Abbildung 38 ist zu erkennen, dass sich in Malterdingen das geothermische Potenzial auf einzelne Siedlungsareale konzentriert. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob die Siedlung die Möglichkeit für einen Gasanschluss aufweist oder die Anwohner ihren Wärmebedarf tendenziell eher mit einer Öl- oder Stromheizung decken. Lassen sich Öl- und Stromheizungen oder allgemein veraltete Heizungs-systeme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmennutzung.

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

4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Malterdingen

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- Überdurchschnittlich signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien gibt es in Malterdingen bei der Solarenergie, die einen erheblichen Beitrag zur umweltfreundlichen Stromversorgung leisten könnte.
- Die vorhandenen Reststoffe (z.B. aus Trester) sowie die Bepflanzung von Brachflächen mit Energiemais ergeben ein technisches Potenzial von ca. 971 MWh_{el.}/Jahr. Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich damit zwar ein technisches, aber nach heutigem Kenntnisstand kein wirtschaftlich nutzbares Biogaspotenzial ableiten.
- Die Waldbestände innerhalb der Gemarkung befinden sich überwiegend im Besitz der Gemeinde Malterdingen. Ein bisher unausgeschöpftes Energieholzpotenzial lässt sich auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Daten mit ca. 200 fm/Jahr angeben, was einer nutzbaren Energiemenge von ca. 353 MWh und einer Wärmeversorgung von 15- 20 Haushalten entspricht.
- Der Potenzialatlas Windenergie verzeichnet nur niedrige Windgeschwindigkeiten innerhalb der Gemarkung von Malterdingen. Ein wirtschaftliches Windkraftpotenzial ist daher für Malterdingen nicht gegeben.
- Es sind keine wirtschaftlich nutzbaren Ausbaupotenziale für die Wasserkraft in der Gemeinde vorhanden.
- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in mehreren Fällen bereits zur Wärmegewinnung genutzt und könnten weiter ausgebaut werden. Für die Nutzung von erdgekoppelten Wärmepumpen ist das klimaeffiziente Gesamtpotenzial als hoch einzustufen.

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

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 Malterdingen direkt zur Einsparung von CO₂-Emissionen führen und die Bemühungen der Gemeinde beim kommunalen Klimaschutz konsequent fortführen.

Thematisch unterscheidet die Studie drei grundsätzliche Handlungsfelder:

- Energieeinsparung
- Energieeffizienz und
- Ausbau der erneuerbaren Energien.

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

5.1 Erneuerbare Energien

5.1.1 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Malterdingen besonders im Bereich der Photovoltaik vorhanden. Der jährliche Stromverbrauch liegt bei etwa 11.658 MWh. Im Jahr 2013 wurden davon bereits 14 % durch die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gedeckt.

Allein mit der Ausschöpfung der PV-Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnte der Stromverbrauch zu 123 % gedeckt werden. Hinzu kommt ein zumindest theoretisch verfügbares technisches Potenzial für Biogas, so dass insgesamt der heutige Stromverbrauch zu gut 126 % mit erneuerbarer Energie gedeckt werden könnte. Mit den vorhandenen Potenzialen könnte Malterdingen somit das angestrebte Erneuerbare-Energien-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38 % bis 2020 nicht nur erreichen, sondern deutlich übertreffen (vgl. Abbildung 39).

Gegenüber dem deutschen Strommix wäre dies eine CO₂-Einsparung von 5.427 t im Jahr, die sich die Gemeinde in ihrer CO₂-Bilanz gutschreiben könnte. Dadurch würde sich der CO₂-Ausstoß pro Einwohner und Jahr um 28 % von 6,68 t auf 4,85 t verringern.

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

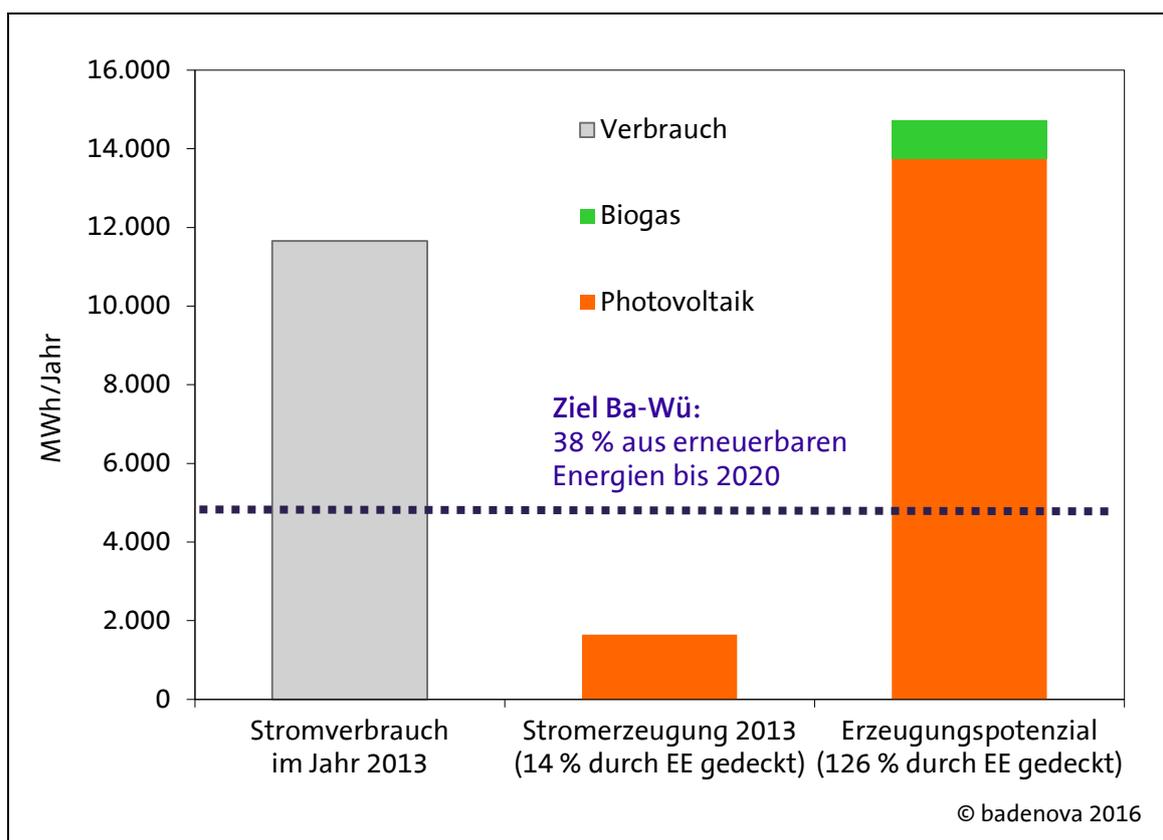


Abbildung 39 – Aktueller Stromverbrauch in Malterdingen im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

5.1.2 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind ebenfalls vorhanden. Hier spielen vor allem die Solarthermie und die Geothermie eine wichtige Rolle, während die zusätzliche Nutzung von Energieholz kaum mehr möglich ist (vgl. Abbildung 40).

Der Wärmeverbrauch in Malterdingen beträgt knapp 35.000 MWh/Jahr und entfällt zum größten Teil auf die privaten Haushalte. Aktuell werden jährlich bereits ca. 17 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde aus erneuerbaren Energiequellen innerhalb der Gemarkung erzeugt: Davon entfallen auf Energieholz 90 %, auf die Solarthermie ca. 6 % und auf (Erd-)Wärmepumpen ca. 3 %.

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnten ca. 2.172 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für Warmwasser erzeugt werden. Zusammen mit den vorhandenen Geothermipotenzialen und dem restlichen Energieholzpotenzial könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu 40 % des Wärmeverbrauchs decken. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 16 % zu erhöhen. Durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Potenziale könnte Malterdingen dieses Ziel erreichen und übertreffen.

Das jeweilige Potenzial ist allerdings individuell im Hinblick auf die Gesamteffizienz des jeweiligen Systems zu prüfen. Ebenso ist die Nutzung des Erdwär-

mepotenzials einerseits von den lokalen Untergrundverhältnissen in der Gebäudeumgebung und andererseits von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (z.B. Entwicklung des Ölpreises) abhängig. Gute Erdwärmepotenzialzonen liegen südlich der Hebelstraße, wo bereits einige Erdwärmesonden installiert sind.

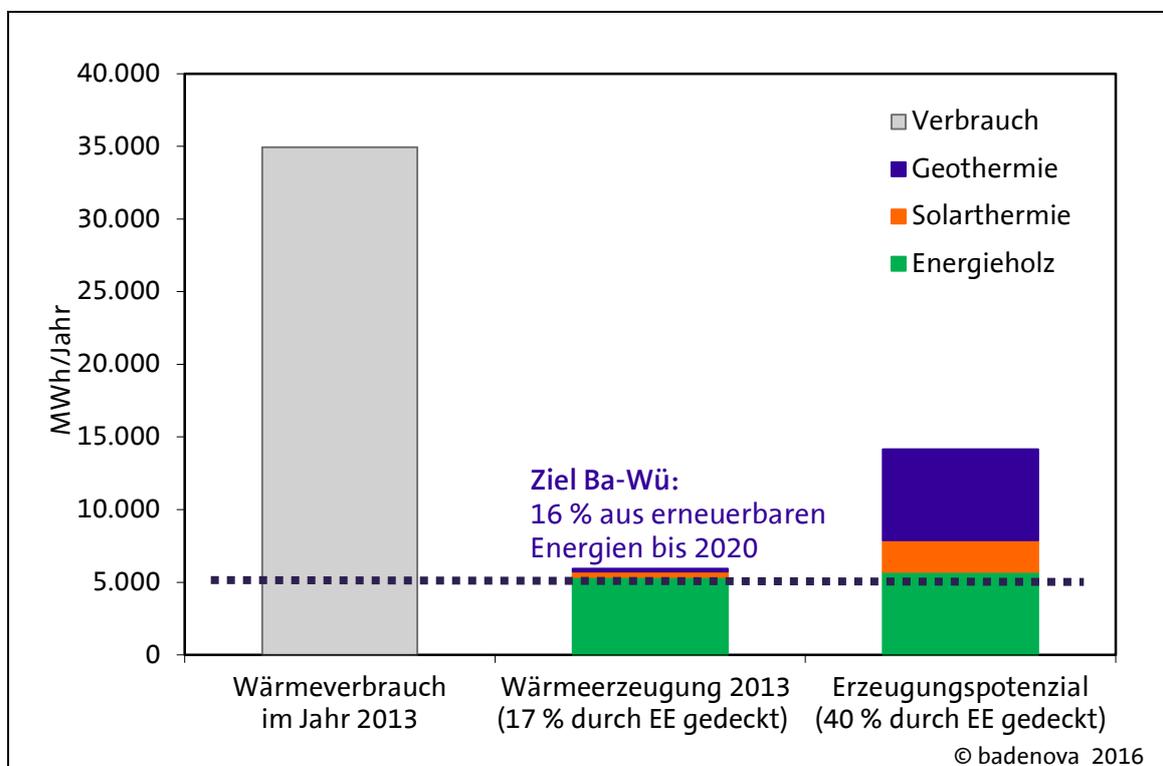


Abbildung 40 – Aktueller Wärmeverbrauch in Malterdingen im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

Abbildung 40 macht deutlich, dass Maßnahmen bei der Energieerzeugung nur ein Teil der Lösung sind. Ergänzend dazu muss der Wärmeverbrauch stark gesenkt und die Energieeffizienz deutlich erhöht werden, um signifikante CO₂-Einsparungen und gesetzte Klimaziele zu erreichen.

5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

5.2.1 Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpen

Der Austausch alter Heizanlagen stellt ein grundlegendes Handlungsfeld für Privathaushalte dar. Die Auswertung der Heizanlagenstatistik der Gemeinde verdeutlicht, dass 56 % der Heizöl- und Erdgasanlagen älter als 25 Jahre und 15% der Anlagen älter als 15 Jahre sind, vgl. Abbildung 41.

Die Effizienz von Heizanlagen hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert. Der Austausch alter Heizanlagen birgt daher ein sehr hohes Potenzial für Effizienzsteigerungen, welche wiederum zu Energie- und Kosteneinsparungen führen können. Heizkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnut-

zungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen.

In Malterdingen könnten durch den Austausch von Heizanlagen, die vor dem Jahr 2000 eingebaut wurden, jährlich 727 MWh Heizöl und 732 MWh Erdgas eingespart werden. Das entspricht einem CO₂-Einsparpotenzial von ca. 415 t im Jahr.

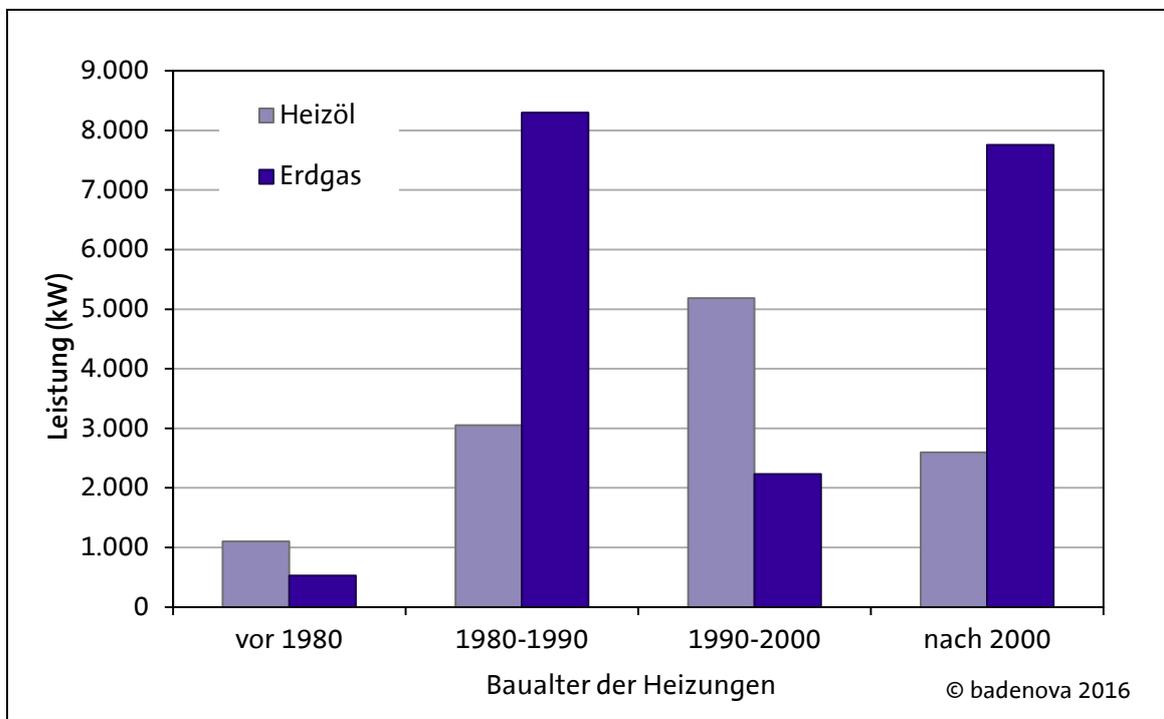


Abbildung 41 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträgern und Baualter

Unabhängig vom Baualter bietet der Heizungspumpentausch deutliche Einsparpotenziale. Viele Heizungsanlagen – sowohl ältere als auch jüngere – werden mit falsch eingestellten, zu großen oder energetisch ineffizienten Heizungspumpen betrieben. Es wird geschätzt, dass ca. 84 % aller Heizungspumpen in Deutschland veraltet sind. Der Austausch oder die Justierung dieser Pumpen ist eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme. Die Kosten für eine neue, frequenzgesteuerte Hocheffizienzpumpe amortisieren sich daher bereits nach zwei bis fünf Jahren. Vielen Bürgern ist diese Tatsache nicht bewusst und auch im gewerblichen Bereich können dahingehend oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.

5.2.2 Erweiterung und Verdichtung des Erdgasnetzes

Malterdingen weist bereits eine relativ hohe Dichte an Erdgasanschlüssen auf. Trotzdem werden noch 44 % des Wärmeverbrauchs durch Heizöl, Strom und andere fossile Energieträger gedeckt (vgl. Abbildung 14). Heizanlagen auf Basis von Öl und Strom bergen ein sehr gutes Potenzial für die Umstellung auf einen weniger klimaschädlichen Energieträger. Neben den Erneuerbaren Energien (siehe Abschnitt 5.1.2), würde auch eine Umstellung auf Erdgas oder Bioerdgas CO₂-

Einsparungen bringen. Dadurch könnte ein Beitrag zur Emissionsreduzierung seitens der privaten Haushalte geleistet werden. Würden alle Wohngebäude, die momentan mit Strom und Heizöl heizen, auf eine Kombination aus Solarthermie und Erdgas wechseln, könnten bei gleichbleibenden Wärmemengen rund 1.262 t CO₂ im Jahr eingespart werden. Dies entspricht einem Anteil von 7 % an den Gesamtemissionen Malterdingens (vgl. Abbildung 42).

Aus diesem Grund sollte stets die Umstellung auf Erdgas bzw. Biogas, d.h. eine Erweiterung und Nachverdichtung der Netzanschlüsse in Betracht gezogen werden. Abbildung 43 zeigt das vorhandene Erdgasnetz sowie vier Gebiete, in denen das Erdgasnetz noch erweitert werden könnte. Im Bereich der Kittelgasse ist im Zuge der Sanierung bereits die Verlegung von Gasleitungen geplant. Ausbaumöglichkeiten gibt es ebenfalls im Bereich der Hebelstraße, des Haldenwegs und um die Köndringerstraße. Die Wirtschaftlichkeit von Neuanschlüssen muss allerdings im Einzelfall durch den Netzbetreiber geprüft werden.

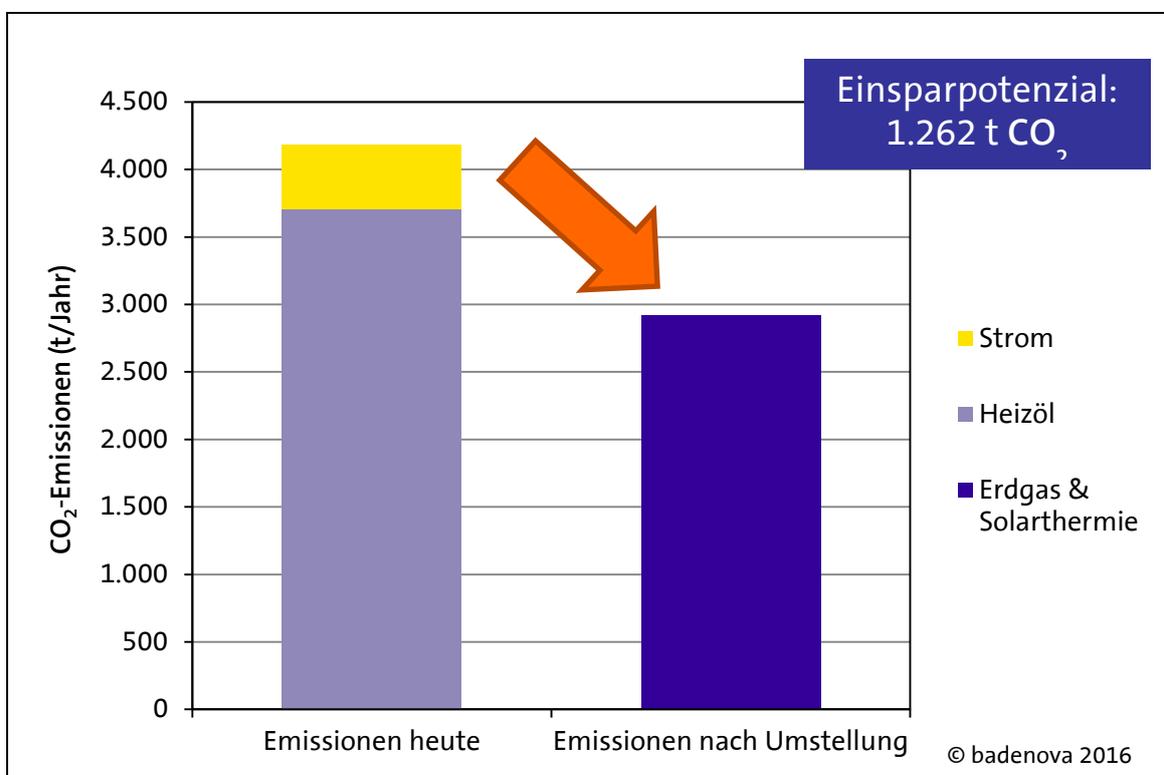


Abbildung 42 – CO₂-Einsparpotenzial durch den Wechsel von Heizöl und Strom zu einer Kombination aus Erdgas und Solarthermie

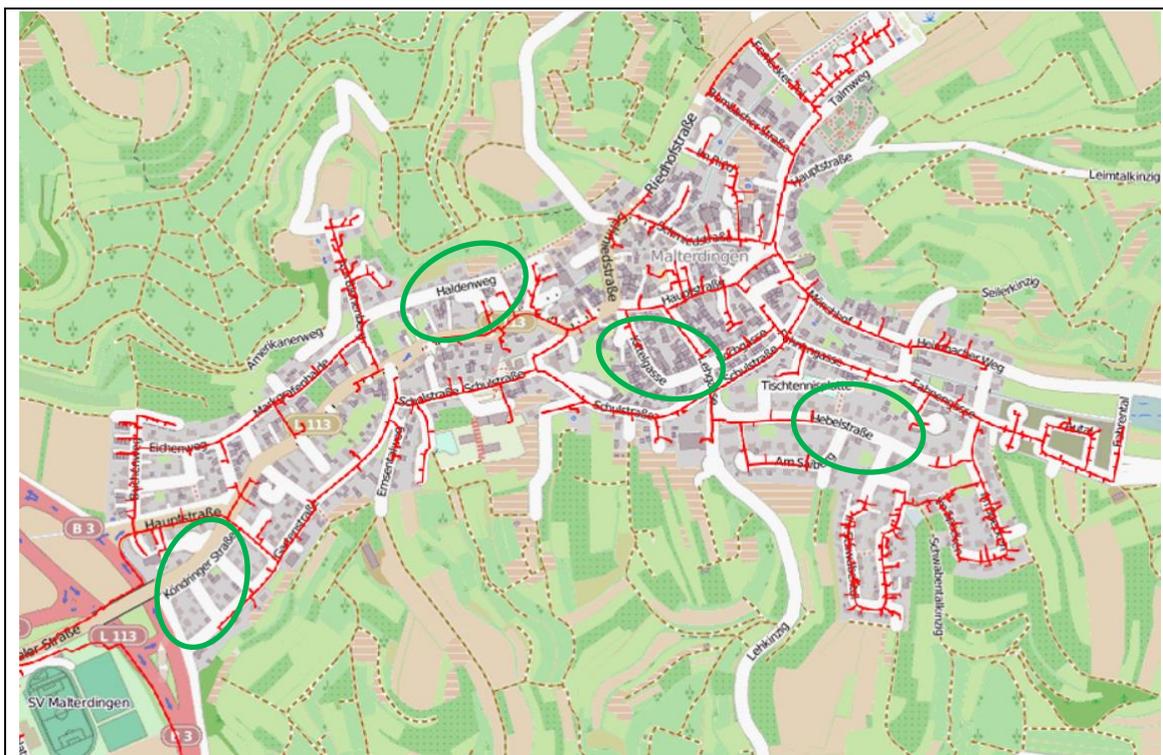


Abbildung 43 – Lokales Erdgasnetz (rot) und potenzielle Ausbaubereiche für eine Erdgasversorgung (grün)

5.2.3 Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

KWK-Anlagen sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern (UMBW, 2015b) (vgl. Abbildung 39). 2013 existierte in Malterdingen keine einzige KWK-Anlage, so dass das Ziel der Deckung des Stromverbrauchs zu 25 % aus KWK noch in weiter Ferne liegt. Im Jahr 2014 wurde nun die erste Anlage in Betrieb genommen, die ca. 0,06 % des Stromverbrauchs liefert. Weitere Anlagen könnten sowohl in Mehrfamilienhäusern als auch in Gewerbebetrieben errichtet werden.

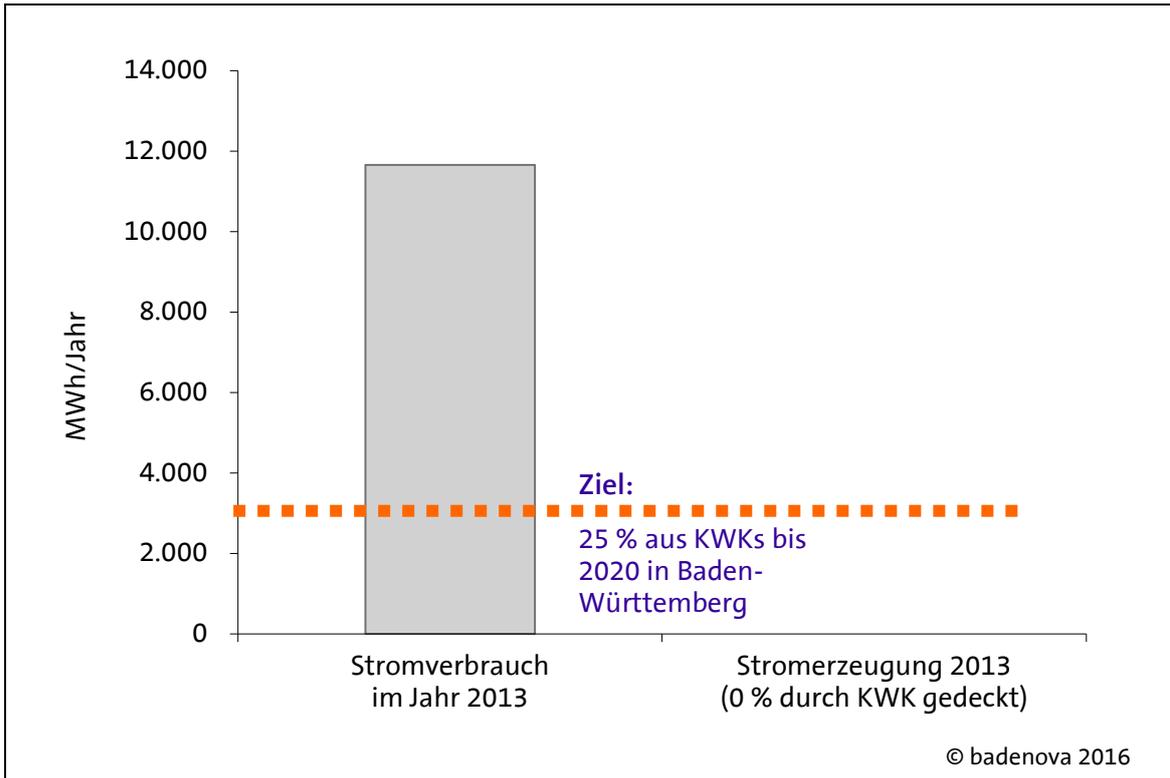


Abbildung 44 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch

5.2.4 Modernisierung der Wasserpumpe Wuhrmatten

Die Analyse der Stromverbräuche der städtischen Liegenschaften hat vergleichbar hohe Verbräuche für das Pumpwerk Wuhrmatten aufgezeigt (vgl. Abbildung 9). Der hohe Stromverbrauch ist auf den Betrieb der Wasserpumpe zurückzuführen, die aus dem Jahr 1972 stammt. Der Austausch der alten Pumpe durch eine moderne, effiziente Pumpe sollte geprüft werden, da durch die Einsparungen meist eine kurze Amortisationszeit erreicht werden kann.

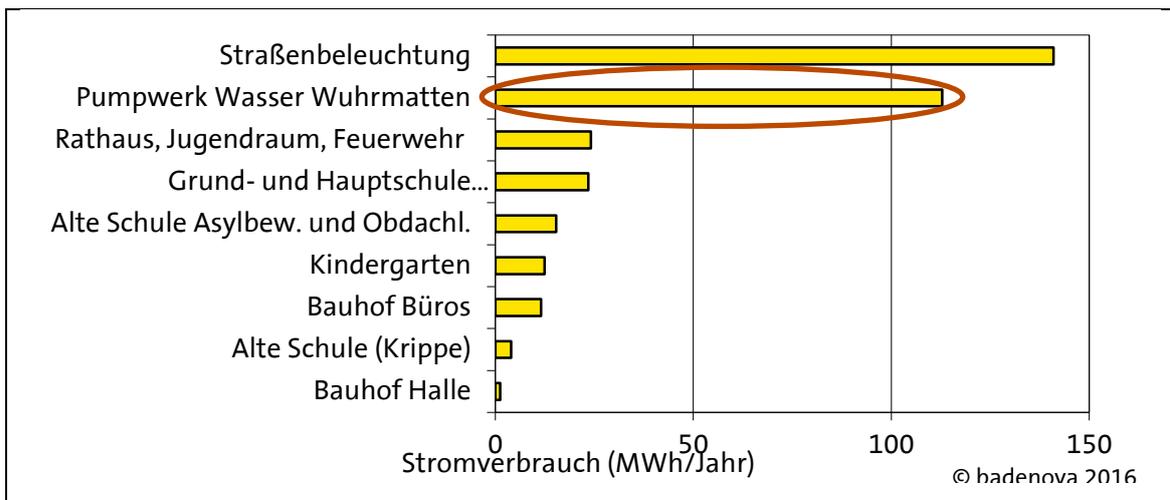


Abbildung 45 – Stromverbrauch des Pumpwerks Wuhrmatten

5.3 Energieeinsparung

5.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmebedarf um 20 % zu senken. In der folgenden Abbildung 46 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude in Malterdingen, das mögliche Einsparpotenzial sowie das Ziel der Bundesregierung dargestellt. Malterdingen verfügt über ein signifikantes Einsparungspotenzial beim privaten Wärmeverbrauch.

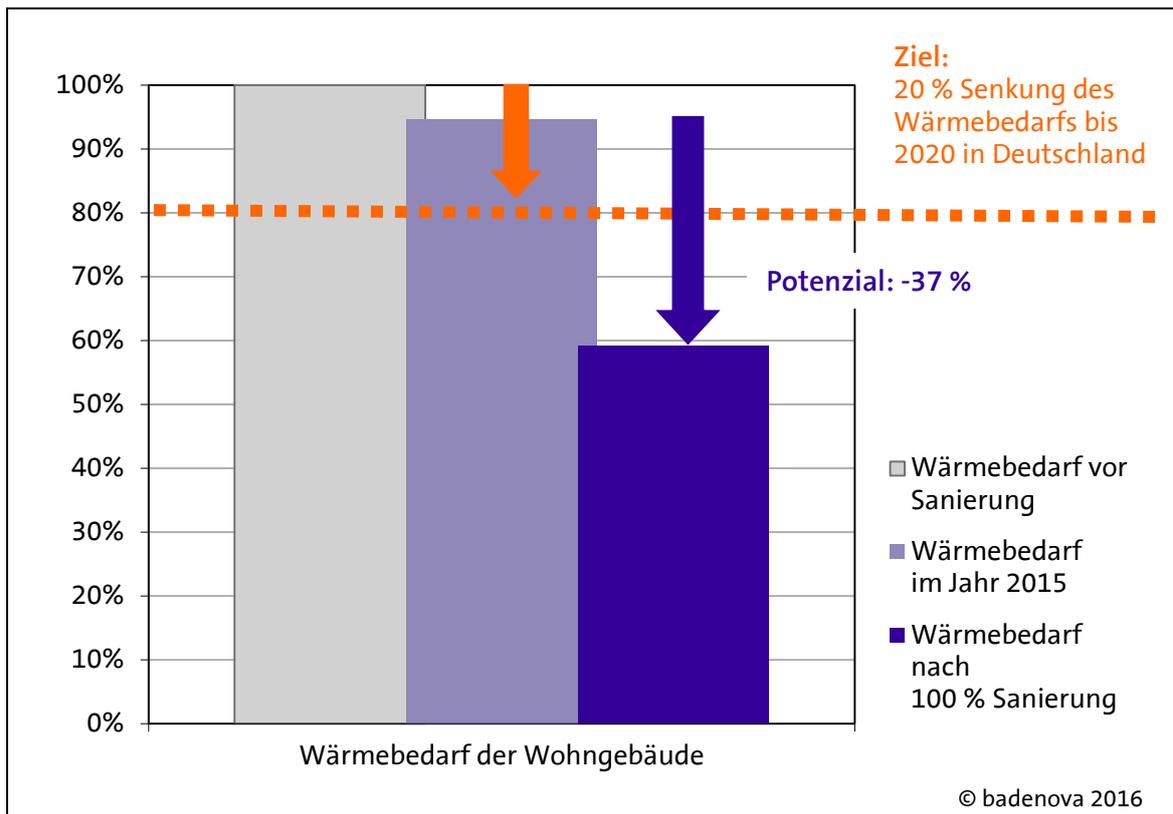


Abbildung 46 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Die Gebäudedaten zur Bestimmung des Sanierungspotenzials wurden, angelehnt an die Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU), durch Begehungen vor Ort erhoben. Das Wärmekataster beruht also auf statistischen Angaben zum jeweiligen Gebäudetyp, nicht auf individuellen 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 Malterdingen wurden 57 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1983 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3 in Kapitel 2.3). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an Energie und CO₂-Emissionen einsparen.

Konkret bedeutet das: Würden in Malterdingen alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Wärmeschutz-Verordnung modernisiert werden, könnte man 37 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs einsparen (vgl. Abbildung 46). Zusätzlich ergäben sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

Durch die Ausweisung von zwei Sanierungsgebieten und die damit gewährten Fördermittel des Landes wurden in den letzten Jahren bereits einige Gebäude in Malterdingen saniert (vgl. Abschnitt 2.2). An diese Sanierungsoffensive gilt es anzuknüpfen und im Rahmen des laufenden Sanierungsprogramms „Malterdingen Ortsmitte West“ noch weitere Gebäudeeigentümer von der Sanierung ihres Gebäudes zu überzeugen.

Zu berücksichtigen ist jedoch 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 alleine durch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien die Klimaschutzziele nicht erreicht werden können.

5.3.2 Umweltfreundliche Mobilität

Der verkehrsbedingte CO₂-Austoß ist mit einem Anteil von etwa einem Viertel an den Gesamtemissionen der Gemeinde ein wichtiger Faktor der Klimabelastung der Gemeinde. Die Gemeinde hat nur begrenzte Möglichkeiten, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen im Bereich der Mobilität zu reduzieren. Dennoch sollte das Handlungsfeld Mobilität auf keinen Fall außer Acht gelassen werden.

Durch verschiedene Maßnahmen und gute Öffentlichkeitsarbeit seitens der Gemeinde zu bewussterem Umgang und stärkerer Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln könnte ein neues Mobilitätsverhalten der Malterdinger Bürger etabliert und gefördert werden. Alternative Verkehrsmittel sind u.a. Mitfahrgelegenheiten, Carsharing, Elektroautos oder Elektrofahrräder.

6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Malterdingen ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und effizienten Energieversorgung erreicht und eine umfassende Datenbasis für die nächsten Schritte gelegt. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass die Gemeinde bereits einige Potenziale identifiziert und Maßnahmen für die Umsetzung angestoßen hat. Als Beispiele sind hier u.a. die weitreichende Umstellung der Straßenbeleuchtung, die Sanierung kommunaler Liegenschaften und das Sanierungsprogramm Ortsmitte genannt.

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

- Verstärkte Nutzung des signifikanten Photovoltaikpotenzials
- Ausbau der regenerativen Wärmeerzeugung durch Solarthermieranlagen und lokal durch erdgekoppelte Wärmepumpen
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen
- Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED (bereits in der Umsetzung)
- Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung in Gewerbebetrieben, die einen hohen Wärmebedarf haben
- Steigerung der Sanierungsraten, insbesondere bei Wohngebäuden
- Umsetzung von Sanierungs- und Quartierskonzepten
- Förderung und Stärkung umweltfreundlicher Mobilität

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

Die Sammlung, Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung von Bürgern und Akteuren vor Ort ist Gegenstand der Module 3 und 4 (vgl. Abbildung 47).

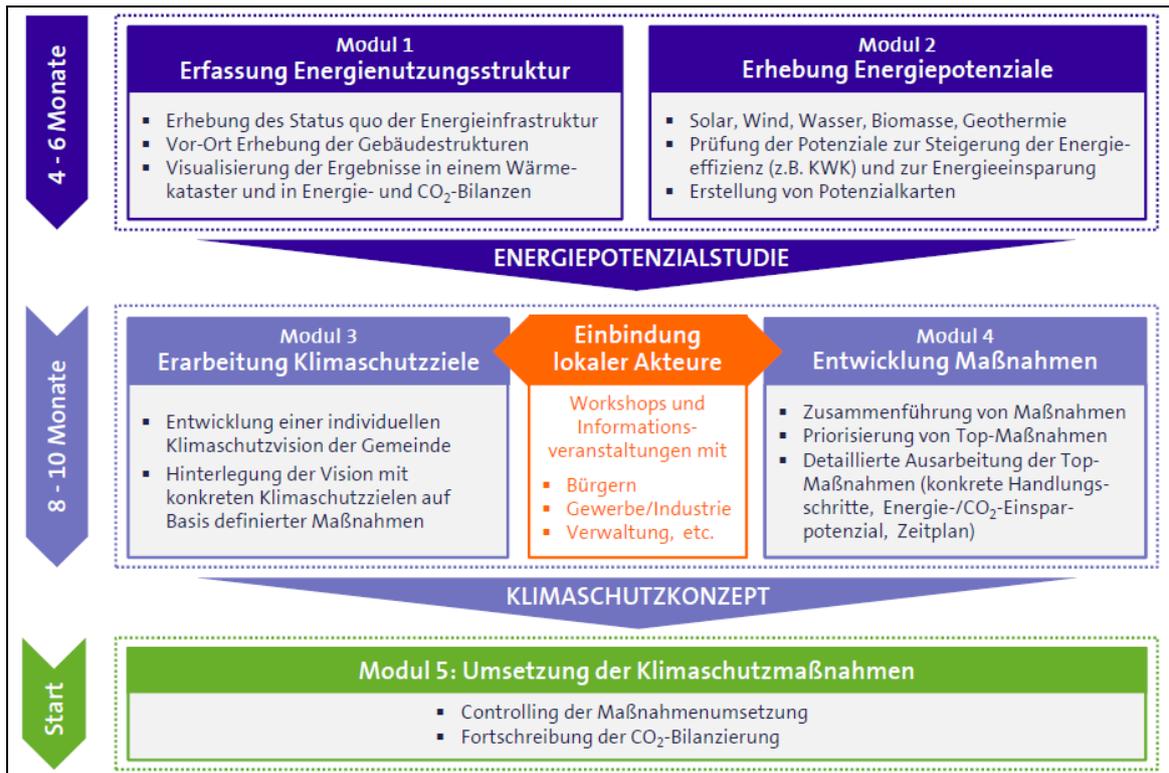


Abbildung 47 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts

7. Literaturverzeichnis

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

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

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Zuletzt abgerufen am 24.09.2015. <http://www.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 Gemeinde Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. *GIS Science* (3), S. 117-125.

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

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

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

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

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

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

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014a). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Aktualisierte Angaben zum Strommix Deutschland.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014b). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Gebrauchsanweisung.

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

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

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

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2014). Datenbankabruf:

- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG).

- Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussdaten, 7812 Kenzingen (Malterdingen)

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2015a). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2010.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2015b). Energieatlas-BW, Ermitteltes Wasserkraftpotenzial (abgerufen im Januar 2016 unter <http://www.energieatlas-bw.de/wasser>).

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

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

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015a). Energiewende – 50-80-90. Zuletzt abgerufen am 29.09.2015. <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/startseite>

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

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

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

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

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015a). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015b). Indikatoren zum „Flächenverbrauch“ für Gemeinden: Malterdingen. Zuletzt abgerufen am 25.08.2015. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Flaechenverbrauch/home.asp?doc=GE®=315006#chrt>

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015c). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfrage für Malterdingen. Zuletzt abgerufen am 25.08.2015. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=1&R=GE315006>

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

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

8. Glossar

BAFA	Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist eine Bundesoberbehörde mit breit gefächertem Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
CO₂	Chemische Formel für Kohlendioxid, eine chemischen Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff; die Klimarelevanz von CO ₂ gilt als Maßstab für andere Gase und chemische Verbindungen, deren Auswirkungen hierfür in CO ₂ -Äquivalente umgerechnet werden
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Das deutsche Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
EEQ	Energie aus erneuerbaren Quellen
EEWärmeG	Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) ist am 01.01.2009 in Kraft getreten. Es legt fest, dass spätestens im Jahr 2020 14 % der Wärme in Deutschland aus Erneuerbaren Energien stammen sollen. Es schreibt vor, dass Eigentümer künftiger Gebäude einen Teil ihres Wärmebedarfs aus Erneuerbaren Energien decken müssen. Das gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 1. Januar 2009 eingereicht wurde. Jeder Eigentümer kann selbst entscheiden, welche Energiequelle er nutzen möchte. Alternativ zum Einsatz Erneuerbarer Energien kann auch ein erhöhter Dämmstandard umgesetzt werden.
Endenergie	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
fm	Abkürzung für Festmeter. Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse.
Gebäude-typologie	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.

GEMIS	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein Werkzeug des Ökoinstituts DarmGemeinde zur Durchführung von Umwelt- und Kostenanalysen sowie eine Datenbank mit Treibhausgasemissionen bzw. Emissionsfaktoren.
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
kW	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaikanlagen gemessen wird.
kWh	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln benötigt man etwa 1 kWh Strom.
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung: Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Strom- und 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 Solarthermieranlagen geeignet sind.
Strommix	Unter Strommix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-,

	Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
ü. NN.	bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
WSchV	Wärmeschutzverordnung: Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ begriffen mit ganzheitlichen Planungen.

9. Methodik

9.1 Gebäudetypologisierung

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

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 6).

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 der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

Tabelle 6 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

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

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

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

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

9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

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

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

9.3 Energie- und CO₂-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde das für das Land Baden-Württemberg konzipierte Tool BICO₂ BW (Version 1.5.3) genutzt (IFEU, 2014b). Die Version 1.5.3 ist für das Bilanzjahr 2010 ausgelegt. Da überwiegend ausführliche Daten aus dem Jahr 2013 vorhanden waren und eingetragen werden konnten, wurde dennoch eine Bilanz für das Jahr 2013 erstellt.

9.3.1 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

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

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes verwendet, der im Jahr 2013 0,617 t/MWh beträgt (IFEU, 2014a).

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

Tabelle 7 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)

9.3.2 Stromeinspeisung

Einspeisemengen wurden für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, aus der öffentlichen Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers TransnetBW für die Jahre 2007-2013 abgerufen. Einspeisemengen der Vorjahre (ab dem Jahr 2001) wurden anhand der Leistungsdaten der Anlagen abgeleitet, die ebenfalls in der Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers enthalten sind.

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

Tabelle 8 – CO₂-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2014a)

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO₂-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die CO₂-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die CO₂-Einsparungen der Gemeinde durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien von der CO₂-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anla-

gen zum Klimaschutz in der CO₂-Bilanz der Gemeinde berücksichtigt. Die CO₂-Emissionsfaktoren der einzelnen erneuerbaren Energiequellen, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

9.3.3 Energie und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

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

Die Schornsteinfegerdaten wurden im 4. Quartal 2014 erhoben und können somit leichte Abweichungen zum Zustand im Jahr 2013 enthalten. Genaue Angaben zu Kessel- bzw. Brennertyp (z.B. mit oder ohne Gebläse) waren nicht vorhanden, dies hat allerdings keine Auswirkung auf die Berechnung der Energieverbräuche dieser Anlagen.

Für den Flüssiggasverbrauch wurden die kumulierten Leistungen der Heizanlagen aus der Heizanlagenstatistik mit einer durchschnittlichen Vollbenutzungszahl von 900 Stunden berechnet, um auf einen Gesamtverbrauch zu kommen. Dabei wurde zusätzlich zwischen dem Verbrauch privater Haushalte (Anlagen <100 kW) und dem des Wirtschaftssektors (Anlagen >100 kW) unterschieden. Die errechneten Verbräuche wurden im Blatt „Eingabe_manuell“ im BICO2 BW Tool eingetragen.

Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Der Bestand an oberflächennaher Geothermieanlagen wurde aus der Bohrdatenbank des Regierungspräsidiums Freiburg – Abt. 9 (LGRB) - abgefragt. Diese Datenbanken erfassen alle solarthermischen Anlagen bzw. registrierten erdgekoppelte Wärmepumpen, die durch die bundesweiten Marktanzreizprogramme gefördert worden sind bzw. die installiert wurden. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen bilden den Zustand im Jahr 2014 ab.

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen aus dem Jahr 2010 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) (Datenerhebung 2008 mit Fortschreibung für das Jahr 2012) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

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

9.3.4 Energie- und CO₂-Bilanzierung des Verkehrs

Die Verkehrsdaten der Gemeinde wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden-Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Jahresfahrleistung nach Fahrzeugtyp jeweils auf Innerorts- und Außerortsstraßen sowie auf Autobahnen (2012). Diese werden im Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU)

mit statistischen Werten zum Energieverbrauch und CO₂-Emissionen je km Fahrt ausgewertet, um die Energie- und CO₂-Bilanz für den Sektor Verkehr zu erstellen.

9.3.5 Datengüte

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

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

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

9.4 Geothermiepotenzial

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

Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

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

Tabelle 9 – Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 99 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte

beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 10 gelistet.

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

Tabelle 10 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 11 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS EWS (UMBW 2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

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

Tabelle 11 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 12 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

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

Tabelle 12 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (Tabelle 13).

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

Tabelle 13 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

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

10. Kartenmaterial

- Wärmekataster der Gemeinde Malterdingen
- Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung
- Solarkataster der Gemeinde Malterdingen
- Geothermiekataster der Gemeinde Malterdingen

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

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

Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister

badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

badenova
Energie. Tag für Tag

Ihr Kontakt

Dr. Susanne Baumgartner
(Projektleiterin)

susanne.baumgartner@badenova.de

Telefon: 0761 279-2915

Dr. Marc Krecher

marc.krecher@badenova.de

Telefon: 0761 279-1121