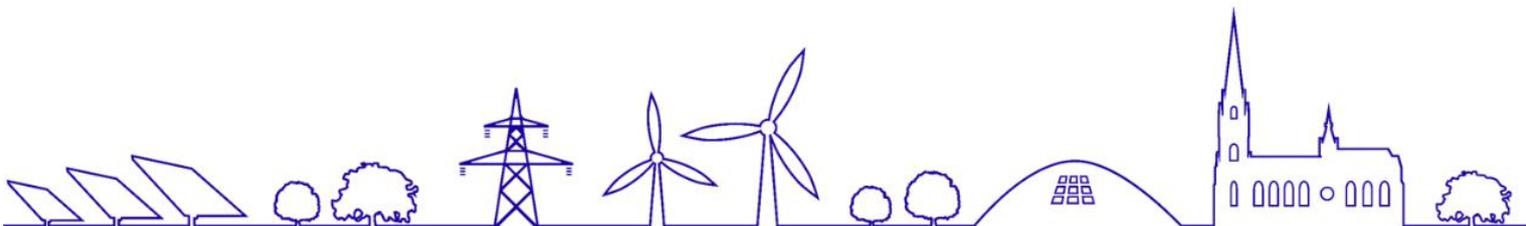




badenova
Energie. Tag für Tag

Energiepotenzialstudie der Gemeinde March

Abschlussbericht Juni 2019



Auftraggeberin: Gemeinde March
Am Felsenkeller 2
79232 March

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

badenova
Energie. Tag für Tag

AutorInnen: Simone Stöhr-Stojakovic (Projektleiterin)
Dr. Susanne Baumgartner
Dr. Marc Krecher

Freiburg, Juni 2019

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

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	VII
1. AUSGANGSLAGE	10
1.1 GLOBAL DENKEN	10
1.2 LOKAL HANDELN.....	10
1.3 ENERGIEPOTENZIALSTUDIE ALS ERSTER BAUSTEIN.....	12
1.3.1 <i>Aufbau der Energiepotenzialstudie</i>	12
1.3.2 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i>	12
1.3.3 <i>Anmerkungen zur angewandten Methodik</i>	13
2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE	15
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	15
2.2 KLIMASCHUTZ IN MARCH.....	17
2.3 WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	18
2.4 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	20
2.5 NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	22
3. ENERGIENUTZUNG UND CO₂-BILANZ	23
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	23
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i>	23
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i>	26
3.1.3 <i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	27
3.2 WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG	28
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i>	28
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i>	29
3.2.3 <i>Wärmekataster</i>	31
3.2.4 <i>CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	33
3.3 VERKEHR.....	34
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG)	35
3.4.1 <i>Gesamtenergiebilanz</i>	35
3.4.2 <i>Gesamt-CO₂-Bilanz</i>	38
4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	43
4.1 SOLARENERGIE	43
4.1.1 <i>Hintergrund</i>	43
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i>	43
4.1.3 <i>Exkurs: PV-Freiflächenpotenziale</i>	45
4.2 ENERGIE AUS BIOMASSE.....	47

4.2.1	<i>Hintergrund</i>	47
4.2.2	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen</i>	48
4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i>	49
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i>	50
4.2.5	<i>Gesamterzeugungspotenzial Biogas</i>	50
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i>	50
4.3	WINDKRAFT	51
4.4	WASSERKRAFT	52
4.5	GEOTHERMIE	53
4.5.1	<i>Technischer und geologischer Hintergrund</i>	53
4.5.2	<i>Geothermiepotenzial</i>	56
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN DER GEMEINDE MARCH	57
5.	KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER	59
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN	59
5.1.1	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung</i>	59
5.1.2	<i>Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs</i>	60
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	61
5.2.1	<i>Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch</i>	61
5.2.2	<i>Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen</i>	63
5.3	ENERGIEEINSPARUNG	64
5.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i>	64
5.3.2	<i>Sanierungs- und Quartierskonzepte</i>	65
5.3.3	<i>Energiekonzepte für Neubaugebiete</i>	66
5.3.4	<i>Umweltfreundliche Mobilität</i>	67
6.	AUSBLICK	69
7.	LITERATURVERZEICHNIS	71
8.	GLOSSAR	73
9.	METHODIK	76
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG	76
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER	77
9.3	ENERGIE- UND CO ₂ -BILANZ	77
9.3.1	<i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	77
9.3.2	<i>Stromeinspeisung</i>	78
9.3.3	<i>Energie und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	79
9.3.4	<i>Energie- und CO₂-Bilanzierung des Verkehrs</i>	79
9.3.5	<i>Datengüte</i>	79
9.4	SOLARPOTENZIAL	80
9.5	GEOTHERMIEPOTENZIAL	80
10.	KARTENMATERIAL	83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Bausteine der Energiepotenzialstudie und mögliche weitere Schritte.....	12
Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2019)	15
Abbildung 3 – PV-Anlage der BEG March auf den Dächern der Gemeinschaftsschule March (Quelle: BürgerEnergiegenossenschaft March eG, 2019).....	17
Abbildung 4 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in March	19
Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in March	20
Abbildung 6 – Hauptstraßen und Gasleitungen (rosa, grün) in March-Buchheim	21
Abbildung 7 – Gesamtstromverbrauch in March nach Sektoren	23
Abbildung 8 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (gelb) und Stromerzeugung gemeindeeigener PV-Anlagen (grün) (2015)	24
Abbildung 9 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2015-2017).....	25
Abbildung 10 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr	25
Abbildung 11 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme- Kopplung e.V., 2011).....	26
Abbildung 12 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2015	27
Abbildung 13 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren	28
Abbildung 14 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern	29
Abbildung 15 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern.....	30
Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften (2015)	31
Abbildung 17 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene (Buchheim)	32
Abbildung 18 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene (Holzhausen).....	32
Abbildung 19 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2015).....	33
Abbildung 20 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in March (2015)	35
Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch in March nach Sektoren	36
Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch in March nach Energieträger.....	36
Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern.....	37
Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in March im Jahr 2015.....	38
Abbildung 25 – CO ₂ -Emissionen in March nach Sektoren	39
Abbildung 26 – CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern	39
Abbildung 27 – CO ₂ -Emissionen nach Sektoren und Energieträgern.....	40
Abbildung 28 – CO ₂ -Emissionen der kommunalen Liegenschaften von March im Jahr 2015	41
Abbildung 29 – Auszug des Solarkatasters der Gemeinde March (Neuershausen) (Quelle: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg)	44
Abbildung 30 – Solarpotenziale der Gemeinde March	45

Abbildung 31 – Auszug der Karte des PV-Freiflächenpotenzials der Gemeinde March (Quelle: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg)	46
Abbildung 32 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung	47
Abbildung 33 – Energiepotenziale aus Reststoffen von Ackerbaupflanzen und Grassilage	49
Abbildung 34 – Energiepotenziale aus tierischen Exkrementen	49
Abbildung 35 – Überblick über die Holznutzung im Gemeindewald der Gemeinde March	51
Abbildung 36 – Auszug des Energieatlas für Windpotenziale der Gemeinde March (Quelle: LUBW, 2018b, Energieatlas Baden-Württemberg)	52
Abbildung 37 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	54
Abbildung 38 – Lage, Verwerfungslinien und Bohrtiefenbegrenzungen im Gebiet March (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg)	55
Abbildung 39 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial), Ortsteil Hugstetten	56
Abbildung 40 – Aktueller Stromverbrauch in March im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg	60
Abbildung 41 – Aktueller Wärmeverbrauch in March im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg	61
Abbildung 42 – CO ₂ -Einsparpotenziale bei der Umstellung von Heizöl auf Erdgas	62
Abbildung 43 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch	63
Abbildung 44 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	64
Abbildung 45 – Auszug des Wärmekatasters: Spezifischer Wärmebedarf auf Gebäudeebene	66
Abbildung 46 – Ausblick auf die nächsten Schritte zum lokalen Klimaschutz	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde March (Quelle: STALA BW, 2019)	16
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2015 der Gemeinde March (Datengrundlage: STALA BW, 2017)	34
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO ₂ -Bilanz (2015)	42
Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO ₂ -Bilanz	42
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in March (Datengrundlage: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg)	43
Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in der March	57
Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005	76
Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommix und ihre Anteile im Jahr 2015 (Quelle: Fritsche & Greß, 2016)	78
Tabelle 9 – CO ₂ -Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2017a)	78
Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter	80
Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter	81
Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	81
Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	82
Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte	82

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den „Status quo“ der Energieinfrastruktur und die Erneuerbare-Energien-Potenziale der Gemeinde March. 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 2015 betrug ca. 22.100 MWh. Die Sektoren private Haushalte und Wirtschaft stellen mit jeweils 41 % bzw. 40 % den größten Anteil. Rund 15 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung haben mit 4 % am Stromverbrauch der gesamten Gemeinde lediglich einen kleinen Anteil.
- **Lokale Stromerzeugung:** Im Jahr 2015 wurden in der March 5.200 MWh erneuerbarer Strom durch zahlreiche Photovoltaikanlagen produziert. Dies entspricht 23 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Zudem sind in der March mehrere KWK-Anlagen in privaten, gewerblichen und öffentlichen Gebäuden installiert, die im Jahr 2015 ca. 730 MWh vor Ort produzieren.
- **Wärmeverbrauch:** 72.000 MWh Wärme wurden im Jahr 2015 verbraucht. Den höchsten Anteil hat der Sektor private Haushalte mit 79 %, gefolgt vom Wirtschaftssektor mit 18 %. Der Wärmebedarf wird hauptsächlich durch Heizöl und Erdgas gedeckt, welche gemeinsam 83 % des Verbrauchs ausmachen.
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** In der Gemeinde March wird erneuerbare Wärme mit Energieholz sowie durch solarthermische und geothermische Anlagen produziert. Insgesamt wurden im Jahr 2015 ca. 10 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt.

Energie- und CO₂-Bilanz

- **Energiebilanz:** Im Jahr 2015 summierte sich der Energieverbrauch (Strom, Wärme und Verkehr) der Gemeinde March auf 142.300 MWh.
- **CO₂-Bilanz:** Im Jahr 2015 wurden in der March durch den oben genannten Energieverbrauch 47.600 t CO₂ ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl der Einwohner emittiert damit jeder Marcher Bürger Emissionen von 5,3 t CO₂ im Jahr 2015. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 5,0 t CO₂ im Jahr 2015. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im selben Jahr pro Kopf durchschnittlich 7,9 t CO₂ emittiert.

Erfassung Gebäudestruktur

- 54 % der Wohngebäude in der March sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m² aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Rund 69 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) in der March 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 38 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs ergeben.

Erneuerbare-Energien-Potenziale

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik sind signifikant. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:
 - Würden alle geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 18.700 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspräche ca. 108 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
 - Würde man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung einsetzen, könnten bei Verzicht von 8 % des Solarstrompotenzials ca. 4.400 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 22.400 MWh/Jahr bzw. 101 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
- **Windenergie:** Innerhalb der Gemarkung der Gemeinde March ergeben sich keine wirtschaftlich nutzbaren Windpotenziale.
- **Wasserkraft:** In der March gibt es zwei stillgelegte Wasserkraftanlagen, die theoretisch zur Nutzung der Wasserkraft reaktiviert werden könnten. Das Stromerzeugungspotenzial ist mit ca. 20 MWh/Jahr jedoch äußerst gering.
- **Biogas:** Die Nutzung vorhandener landwirtschaftlicher und organischer Reststoffe sowie tierischer Exkrememente ergibt ein technisches Stromerzeugungspotenzial in einer Biogasanlage von ca. 1.300 MWh/Jahr. Da sich dieses Potenzial auf unterschiedliche Verwertungspfade verteilt, müsste die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit zur Nutzung dieses Potenzials zunächst geprüft werden.
- **Energieholz:** Die Waldfläche innerhalb der Gemarkung befindet sich fast ausschließlich im Besitz der Gemeinde. Der jährliche Holzeinschlag auf den gemeindeeigenen Flächen schöpft das wirtschaftlich nutzbare Potenzial an Energieholz aus, so dass sich keine weiteren relevanten Potenziale der Nutzung ergeben.

- **Erdwärme:** Die Nutzung der oberflächennahen geothermischen Wärme mit Wärmepumpen könnte den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung der privaten Haushalte in der Gemeinde um 13 % steigern.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus erneuerbaren Energien:** Allein durch die Nutzung der vorhandenen Photovoltaikpotenziale könnte der gesamte Strombedarf der Gemeinde March gedeckt werden. Die Energie- und Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg für Strom (38,5 % erneuerbare Energien bis 2020 und 80 % bis 2050) könnten damit deutlich übertroffen werden.
- **Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien:** Durch die Nutzung der Erdwärme- und Solarthermiefpotenziale könnten rund 24 % des Wärmebedarfs der gesamten Gemeinde erneuerbar gedeckt werden. Damit könnte das Landesziel von 21 % erneuerbare Energien am Wärmeverbrauch bis 2020 theoretisch erreicht werden.
- **Modernisierung der Straßenbeleuchtung:** Eine Umstellung der Straßenlampen auf effiziente LED-Leuchten ist bereits im Gange und sollte sukzessive fortgeführt werden.
- **Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen:** Der Austausch alter, ineffizienter Heizungen 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.
- **Erweiterung des Nahwärmenetzes im Zentralgebiet:** Das mit einer KWK-Anlage betriebene Nahwärmenetz im Zentralgebiet zur Versorgung öffentlicher Liegenschaften bietet Potenzial zur Erweiterung. Dies sollte bei der Errichtung neuer Gebäude oder bei Heizungssanierungen in umliegenden Gebäuden berücksichtigt werden.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Durch die Vor-Ort-Erhebung der Wohngebäude konnte festgestellt werden, dass sich ein hohes Gebäudesanierungspotenzial ergibt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen bei Wohngebäuden könnte bis zu 38 % des heutigen Wärmebedarfs einsparen.
- **Energiekonzepte für Neubaugebiete:** Sollen in Zukunft Neubaugebiete ausgewiesen werden, kann die Gemeinde durch Beratung und Bauvorgaben Einfluss auf den zukünftigen energetischen Standard im Baugebiet nehmen.
- **Ausbau der umweltfreundlichen Mobilität:** Die Gemeinde hat das Thema bereits auf der Agenda, dennoch gibt es weitere Potenziale. Neben der Einrichtung eines Bürgerbusses zur Ergänzung des ÖPNV und dem Ausbau der Fahrradwege, könnte die Gemeinde Beratung zum Thema Elektromobilität anbieten, um den Bürgern und Gewerbetreibenden den Umstieg auf die Elektromobilität zu erleichtern.

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 (IPCC, 2014).

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 (NO₂), 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 versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen festschreiben. Die Europäische Union (EU) hat sich mit dem Programm 20/20/20 darauf verständigt, bis 2020 den Ausstoß von Treibhausgasen um 20 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, den Einsatz von erneuerbaren Energien um 20 % zu steigern und die Energieeffizienz um 20 % zu erhöhen. Ziel ist es, die globale Erwärmung auf durchschnittlich maximal 2°C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen (Europäische Kommission, 2011). Mit der Umsetzung des Pariser Klimavertrags, der auf der Klimakonferenz der Vereinten Nationen 2016 in Marrakesch beschlossen wurde, sollen zudem globale Anstrengungen sichergestellt werden, die globale Erwärmung auf maximal 1,5°C zu begrenzen.

1.2 Lokal handeln

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

Mittel verfügen, die Auswirkungen des Klimawandels abzufedern. Umgekehrt gibt es Regionen, die vom Klimawandel profitieren können.

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs jedoch festgestellt, dass Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehört wird (UMVBW, 2011). Da Baden-Württemberg zudem immerhin 0,3 % der weltweiten klimarelevanten Emissionen verursacht, hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf 38,5 % zu erhöhen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll bis 2020 auf 21 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt. Des Weiteren sollen bis zum Jahr 2050 50 % weniger Energie als im Jahr 2010 verbraucht werden und Strom und Wärme zu 80 % aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden. Die Treibhausgas-Emissionen sollen damit um 90 % gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden (UMBW, 2019).

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ebenfalls ein definiertes Ziel der Landesregierung. So soll die Energieproduktivität im Land bis zum Jahr 2020 um jährlich durchschnittlich 2 % gesteigert werden, so dass immer weniger Kilowattstunden (kWh) pro Euro Wirtschaftsleistung benötigt werden. Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung soll bis zum Jahr 2020 auf 20 % verdoppelt werden und im Jahr 2050 bei einer großteils erneuerbar geprägten Stromerzeugung noch 18 % betragen (UMBW, 2019).

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. 70 % des Energieverbrauchs in Deutschland erheblich zum Ressourcenverbrauch bei (UBA, 2019). 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 von Klimaschutzmaßnahmen entscheidend, um eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen zu erreichen.

Im Jahr 2017 hat die Gemeinde March die Erstellung einer 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 im Mai 2019 abgeschlossen und 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 Energiepotenzialstudie als erster Baustein

1.3.1 Aufbau der Energiepotenzialstudie

Die Energiepotenzialstudie ist der erste Baustein für weitere Klimaschutzaktivitäten in der Gemeinde. badenova gliedert die Studie 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 sowie Mobilität

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

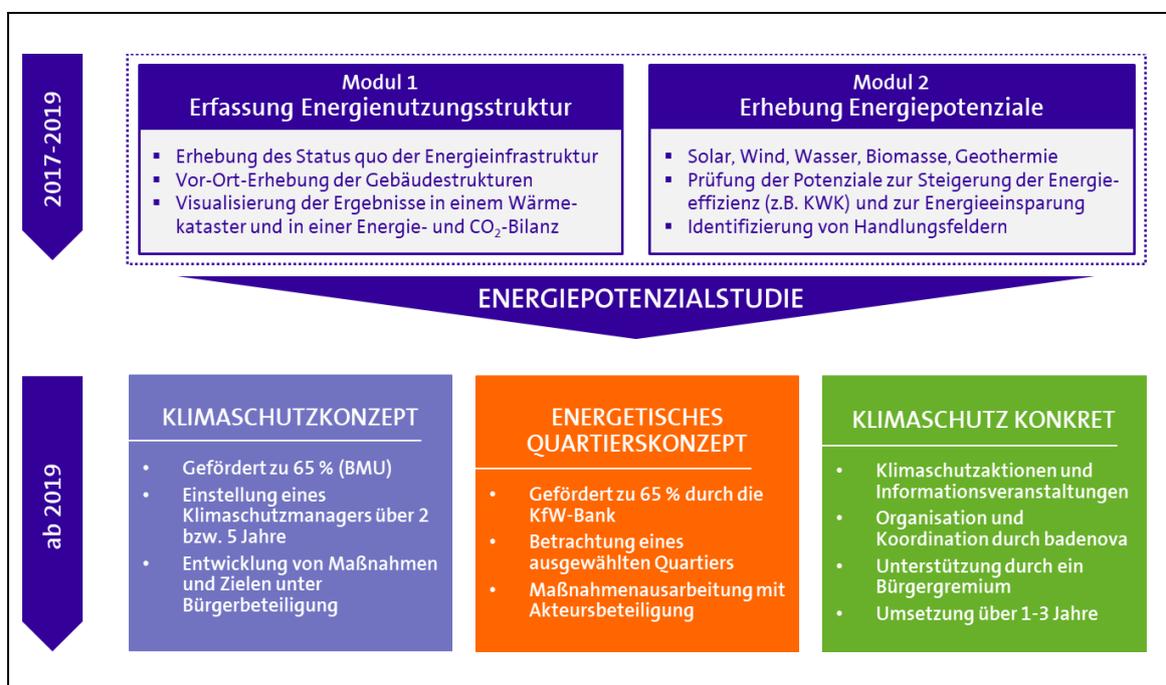


Abbildung 1 – Bausteine der Energiepotenzialstudie und mögliche weitere Schritte

Aufbauend auf den hier vorliegenden Ergebnissen lassen sich unter Beteiligung der Bürger und lokalen Akteure kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen entwickeln, beispielsweise im Rahmen eines Klimaschutzkonzepts. badenova bietet die Möglichkeit, die weiteren Klimaschutzprozesse in der Gemeinde March sowie die Umsetzung von konkreten Maßnahmen zu begleiten (vgl. Kapitel 6).

1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Diese Energiepotenzialstudie ist in zehn Kapitel unterteilt. Im *ersten Kapitel* werden die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. *Kapitel 2* stellt zunächst wichtige

Strukturdaten der Gemeinde vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Wärmeinfrastruktur in der Gemeinde beschrieben. In **Kapitel 3** werden die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO₂-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO₂-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z.B. 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 2.7). 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 oder 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 entscheidende Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- 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 (Gemarkungsgrenze). 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 March befindet sich im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald und liegt innerhalb der südlichen Oberrheinebene zwischen Schwarzwald und Kaiserstuhl. Die Gemeinde setzt sich aus den Ortsteilen Buchheim, Holzhausen, Hugstetten und Neuershausen zusammen und liegt auf einer Höhe von 199 bis 204 m über NN.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 18 km². Davon entfallen 273 ha auf Waldfläche und 1.135 ha auf landwirtschaftlich genutzte Fläche (Stand 2015). Im Jahr 2015 lebten 9.007 Einwohner in March, was einer Bevölkerungsdichte von 506 Einwohnern pro km² entspricht. March konnte in den letzten Jahren einen Bevölkerungsanstieg verzeichnen und profitiert von der Nähe zu Freiburg.

Die Stadt Freiburg grenzt mit dem Stadtteil Hochdorf direkt an die March an. Weitere angrenzende Gemeinden sind Umkirch, Gottenheim, Bötzingen, Eichstetten, Teningen und Vörstetten.



Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2019)

Durch seinen öffentlichen Personennahverkehr mit der Breisgau-S-Bahn und mehreren Buslinien ist die March gut an Freiburg und die umliegenden Gemeinden angebunden. Am östlichen Gemeinderand verläuft die Autobahn A5 mit den Auto-

bahnauffahrten Freiburg-Nord sowie Freiburg-Mitte. Von Süden her ist die Gemeinde über die Bundesstraße B31 erreichbar. Haltern eines Elektroautos bieten insgesamt drei Elektrotankstellen in March die Möglichkeit, kostenlos zu laden.

Die Gemeinde March zeichnet sich durch eine hohe Anzahl von Berufsauspendlern aus, welche überwiegend die Stadt Freiburg als Ziel haben. Im Jahr 2015 wohnten in March 3.324 Menschen, welche außerhalb der Gemeindegrenzen tätig waren. Dagegen pendelten nur 1.204 Menschen nach March. Unter den örtlichen Unternehmen befinden sich viele traditionelle Handwerkerbetriebe aber auch moderne Dienstleister. Diese teilen sich auf verschiedene Gewerbegebiete auf. Im Jahr 2015 waren in March von 1.630 Beschäftigten ca. 30 % im produzierenden Gewerbe und ca. 40 % im Handel, Verkehr und Gastgewerbe tätig. Knapp 30 % übten sonstige Dienstleistungen aus, z.B. im Gesundheits-, Sozial- und Finanzwesen oder in der Verwaltung.

Die leitungsgebundene Energieversorgung in der Gemeinde March erfolgt über die Stromgesellschaft March GmbH & Co. KG, an welcher die Gemeinde mit einem Anteil von ca. 75 % und die EnBW-Tochter Netze BW mit einem Anteil von ca. 25 % beteiligt sind. Betreiber des Erdgasnetzes ist die badenova-Tochter bnNETZE GmbH. Die Wasserversorgung der Gemeinde ist aus dem Gemeindehaushalt ausgegliedert und wird als Eigenbetrieb geführt. Das anfallende Schmutzwasser wird in die Kläranlage Forchheim geleitet, während das Regenwasser in die Dreisam geleitet 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 grundlegenden Daten wurden beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (STALA BW) abgerufen. Das jeweilige Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben.

March	Wert	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	9.007	Anzahl	2015
Fläche insgesamt	1.778	ha	2015
Waldfläche	273	ha	2015
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	1.134	ha	2015
Haushalte	3.989	Anzahl	2015
Wohngebäude	1.921	Anzahl	2015
Wohnungen	4.150	Anzahl	2015
Kraftfahrzeugbestand	6.484	Anzahl	2015

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde March (Quelle: STALA BW, 2019)

2.2 Klimaschutz in March

Die Gemeinde March ist in mehreren Bereichen im Klimaschutz aktiv. Vor Ort gibt es einen Klimaschutzverein, der 2007 gegründet wurde und derzeit ca. 70 Mitglieder hat. Der Klimaschutzverein hat sich zum Ziel gesetzt, den Klimaschutz voranzubringen und ihn durch Bewusstseinsbildung gesellschaftlich zu verankern.

Zudem hat sich 2011 eine Bürger-Energie-Genossenschaft (BEG March) gegründet, die aktuell im Besitz von drei Photovoltaik(PV)-Anlagen ist. Die PV-Anlagen befinden sich auf den Dächern der Gemeinschaftsschule March und eines örtlichen Gewerbebetriebs und haben jeweils knapp 100 kW_p Leistung.



Abbildung 3 – PV-Anlage der BEG March auf den Dächern der Gemeinschaftsschule March (Quelle: BürgerEnergiegenossenschaft March eG, 2019)

Elektromobilität wird in Zukunft ein wichtiger Bestandteil des Verkehrs sein, um die Mobilitätswende und die Klimaschutzziele zu erreichen. In der March existieren bisher drei öffentliche Ladesäulen. Die erste Ladesäule mit einer Leistung von 22 kW wurde im Oktober 2015 am Rathaus in Hugstetten in Betrieb genommen zusammen mit dem BMW i3, den Bürgermeister Helmut Mursa als Dienstwagen nutzt. Die Ladesäule kann zu den Öffnungszeiten des Rathauses mit einer Ladekarte freigeschaltet werden. Zwei weitere Ladesäulen mit jeweils zwei Ladepunkten à 22 kW befinden sich am Bahnhof Hugstetten sowie an der Sporthalle in Buchheim. Das Laden ist an allen Ladesäulen derzeit noch kostenfrei möglich.

Auch Carsharing ist ein sinnvoller Baustein der Mobilitätswende. Im ländlich geprägten Raum stellt es eine gute Alternative zum Zweit- oder Drittwagen dar. Besonders für junge Leute, die kein eigenes Auto unterhalten möchten, ist es eine nützliche Ergänzung zum Fahrrad, dem Bus oder dem Elternauto. Nach der Prüfung mehrerer Standortvorschläge und der Befragung der Bürger wurde im Frühjahr 2019 in der March eine Carsharing-Station zusammen mit dem Betreiber Stadtmobil Südbaden AG eingerichtet. Am Standort am Bahnhof Hugstetten steht ein Elektroauto zur Verfügung.

In den kommunalen Liegenschaften der Gemeinde March konnten bereits zahlreiche Maßnahmen zur Energieeinsparung umgesetzt werden. In insgesamt acht gemeindeeigenen Gebäuden, davon vor allem Kindergärten und Schulen, wurden

umfangreiche energetische Sanierungsmaßnahmen, z.B. Wärmedämmung und Fenstertausch, durchgeführt. Im Jahr 2019 sind insgesamt fünf hocheffiziente Blockheizkraftwerke (BHKW) in kommunalen Liegenschaften in Betrieb, die neben Wärme auch Strom produzieren. Im Zentralgebiet in Buchheim sowie in der Ortsmitte in Neuershausen versorgen diese Anlagen kleine Nahwärmenetze, womit naheliegende Gebäude mit der lokal erzeugten Energie versorgt werden können. Außerdem wird das Rathaus in Hugstetten durch eine Holz-Pellets-Anlage ökologisch beheizt.

Daneben hat die Gemeinde March in den letzten Jahren begonnen, die Straßenbeleuchtung auf effiziente LED-Beleuchtung umzustellen. Bei Erstellung der Studie war etwa die Hälfte der Lampen bereits auf LED umgerüstet.

Zudem verfügt die Gemeinde über sechs eigene PV-Anlagen, die pro Jahr etwa 140 MWh erneuerbaren Strom produzieren. Diese Menge entspricht ungefähr zwei Drittel des jährlichen Verbrauchs der Straßenbeleuchtung in der Gemeinde.

Bisher wurde noch wenig Zeit in ein fundiertes, gesamtheitliches Klimaschutzkonzept für die gesamte Gemeinde investiert. Mit der Beauftragung der badenova AG & Co. KG zur Erstellung einer Energiepotenzialstudie im Jahr 2017 soll dafür nun der Grundstein gelegt werden. So können nicht nur Einsparpotenziale aufgezeigt werden, sondern langfristig kann so gemeinsam mit Bürgern und lokalen Akteuren der Klimaschutz vor Ort weiterentwickelt werden.

2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Ein großes Potenzial auf Seiten der Energie- und Kosteneinsparungen liegt deutschlandweit beim Verbrauchssektor Privathaushalte. Generell entfallen 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors alleine auf die Beheizung der Wohnräume (Umweltbundesamt, 2012). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie liegt daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude sowie auf einer Abschätzung der aktuellen lokalen Sanierungsrate. Auf diese Weise lassen sich Einsparpotenziale im Gebäudebestand ableiten.

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Gemeinde March 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 4 die Wohngebäude von March nach Baualter dargestellt. Rund 69 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

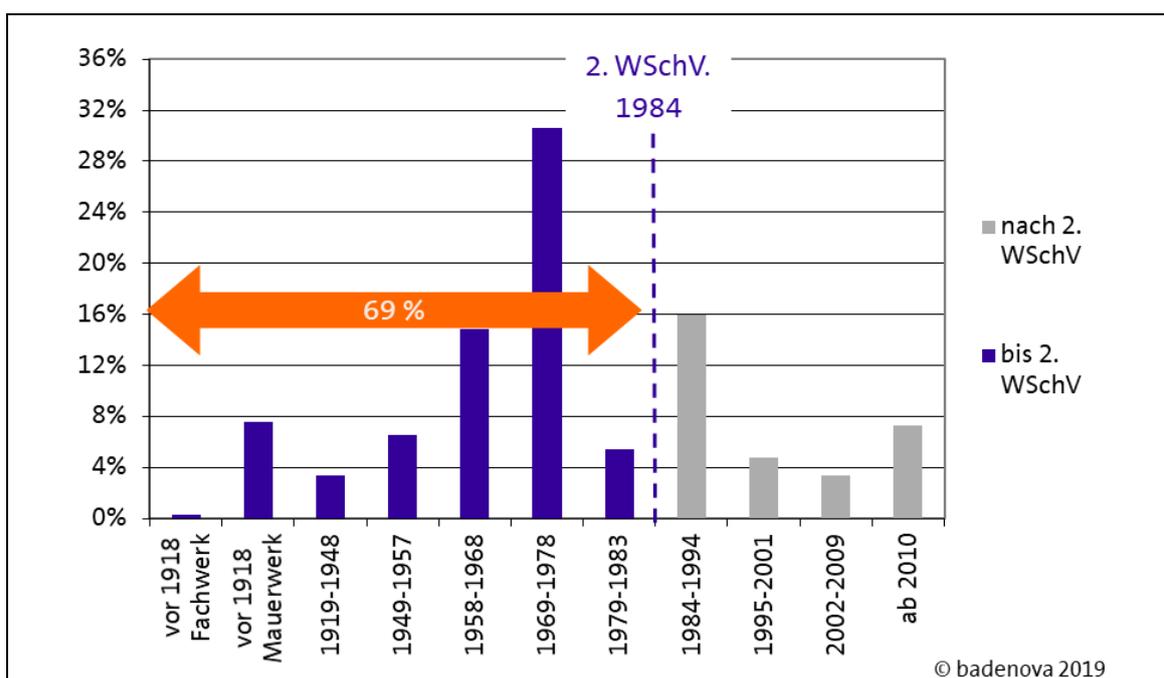


Abbildung 4 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in March

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

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in der March 54 % des Wohnbestandes ausmachen (vgl. Abbildung 5). Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Eine Gebäudeart, die z.B. gut für die Versorgung durch eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geeignet wäre, sind Hochhäuser oder große Wohnblocks. Diese sind jedoch in der eher dörflichen March nicht vorhanden. Kleine bis große Mehrfamilienhäuser machen 21 % der Gebäude aus.

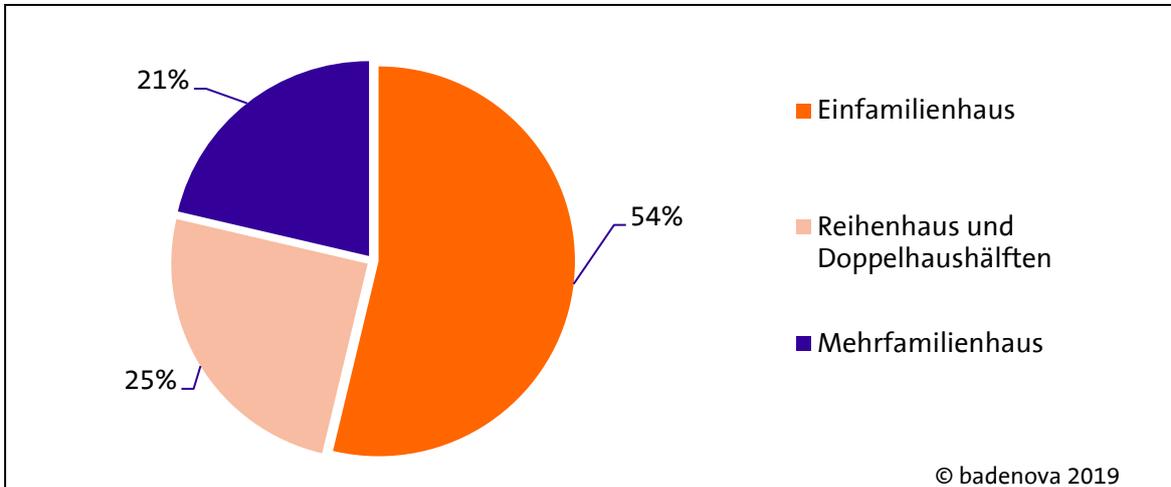


Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in March

Ein weiteres Ergebnis der Vor-Ort-Erhebung der Gebäudestrukturen ist das Wärmekataster, auf das in nachfolgenden Kapiteln eingegangen werden soll (vgl. 3.2.3 und 5.3.2).

2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

Alle Ortsteile der Gemeinde March sind an das Erdgasnetz angeschlossen. Die Wohn- und Gewerbegebiete sind zu 60 % mit Erdgasleitungen erschlossen und weisen somit eine hohe Leitungsdichte aus. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass Erdgas einen hohen Anteil der Energieträger zur Wärmeerzeugung in der Gemeinde hat (vgl. Kapitel 3.2). Abbildung 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastuktur am Beispiel des Ortsteils Buchheim.



Abbildung 6 – Hauptstraßen und Gasleitungen (rosa, grün) in March-Buchheim

Neben dem Erdgasnetz gibt es zwei kleine Nahwärmenetze in der March. Die Gemeinde betreibt ein Nahwärmenetz im Zentralgebiet und eines in der Ortsmitte in Neuershausen zur Versorgung der öffentlichen Liegenschaften. Die Heizzentrale im Zentralgebiet in Buchheim ist ein mit Erdgas betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) und versorgt seit 2014 die Sporthalle Buchheim, die Gemeinschaftsschule March, das Kinderhaus Am Bürgle, das Bürgerhaus mit dem Jugendzentrum sowie das Feuerwehrhaus mit Wärme. In Neuershausen war im Bilanzjahr 2015 ein Erdgaskessel im Rathaus installiert, der die Grundschule, die Festhalle und den Kindergarten mit Wärme versorgte. Im November 2015 wurde hier ein Erdgas-BHKW installiert und in diesem Zuge das Nahwärmenetz erweitert, so dass nun auch das Alte Feuerwehrhaus in Neuershausen mit dem Hort und drei Wohnungen mit effizient erzeugter Wärme beliefert werden.

Außerdem betreibt die Gemeindeverwaltung weitere Erdgas-BHKWs in der Grundschule Holzhausen und im Kindergarten Hugstetten. Im Jahr 2018 wurde die Heizzentrale in der Grundschule in Hugstetten saniert. Dort wurde ebenfalls ein Erdgas-BHKW installiert.

Laut den Daten des Stromnetzbetreibers waren im Jahr 2015 in der gesamten Gemeinde March 16 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen installiert. Mittlerweile sind mindestens zwei weitere dazugekommen.

2.5 Nachhaltiges Flächenmanagement

Ein nachhaltiges Flächenmanagement dient einer zukunftsorientierten, wirtschaftlichen und sozial verträglichen Raum- und Siedlungsentwicklung. Die Gemeinde March 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 der Gemeinde konnten sechs momentan leerstehende und unbewohnte Gebäude identifiziert werden. Zudem bergen ungenutzte Scheunen in der Gemeinde Flächen und Potenziale für neue Wohnbauprojekte. Eine Umnutzung kann zu einer Wertsteigerung dieser Flächen führen.

3. Energienutzung und CO₂-Bilanz

3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die aktuellen Stromverbrauchsdaten des Bilanzjahres 2015, aggregiert auf die gesamte Gemeinde, sowie Verbrauchsdaten der Straßenbeleuchtung wurden durch eine Abfrage beim Stromnetzbetreiber Netze BW GmbH erhoben. Die Gemeindeverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in der March bei ca. 22.100 MWh im Jahr 2015. Die beiden Sektoren private Haushalte und Wirtschaft haben mit jeweils 41 % bzw. 40 % den größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs (9.000 MWh/Jahr bzw. 8.900 MWh/Jahr). Mit 15 %, also 3.400 MWh/Jahr, steht der Heizungsstrom an dritter Stelle. Der restliche Verbrauch ist dem Sektor kommunale Liegenschaften (3 %) und der Straßenbeleuchtung der Gemeinde (1 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 7).

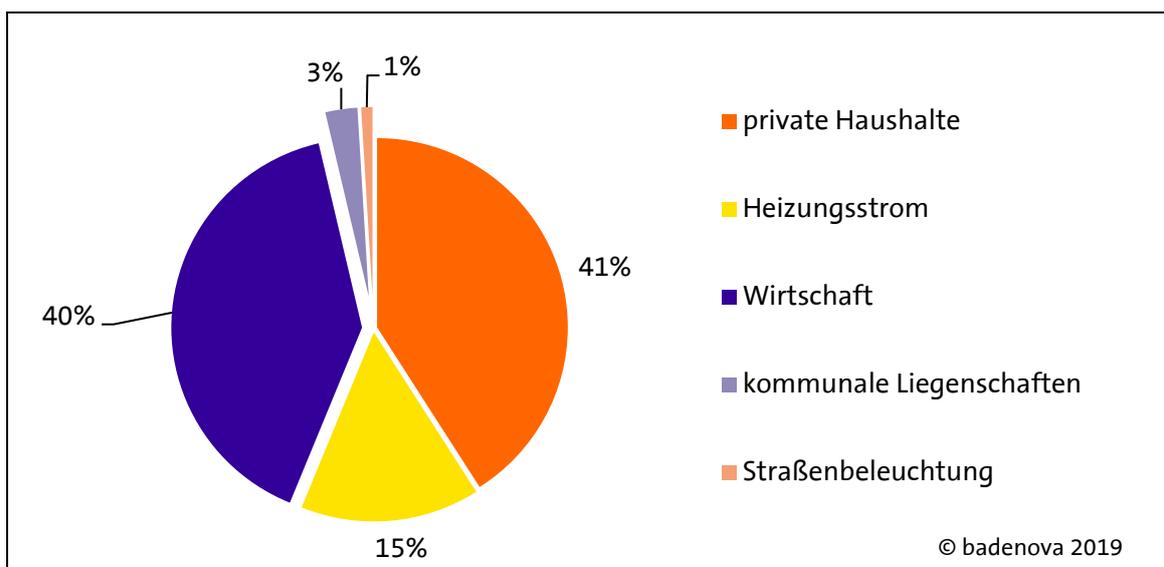


Abbildung 7 – Gesamtstromverbrauch in March nach Sektoren

Der Stromverbrauch der gesamten kommunalen Liegenschaften betrug im Jahr 2015 ca. 600 MWh. Den höchsten Einzelverbrauch hat das Wasserpumpwerk in Hugstetten mit 135 MWh/Jahr. Weitere große Verbraucher mit einem jährlichen Stromverbrauch von mehr als 50 MWh sind die Gemeinschaftsschule, die Sporthalle Buchheim, der Hochbehälter Scheibenbuck, die Grundschule mit Festhalle Hugstetten sowie das Rathaus Hugstetten (vgl. Abbildung 8). Um die Stromverbräuche in ein Verhältnis zu setzen, ist in Abbildung 8 zudem die gesamte jährlich erzeugte Strommenge aus den sechs gemeindeeigenen PV-Anlagen in grün dargestellt.

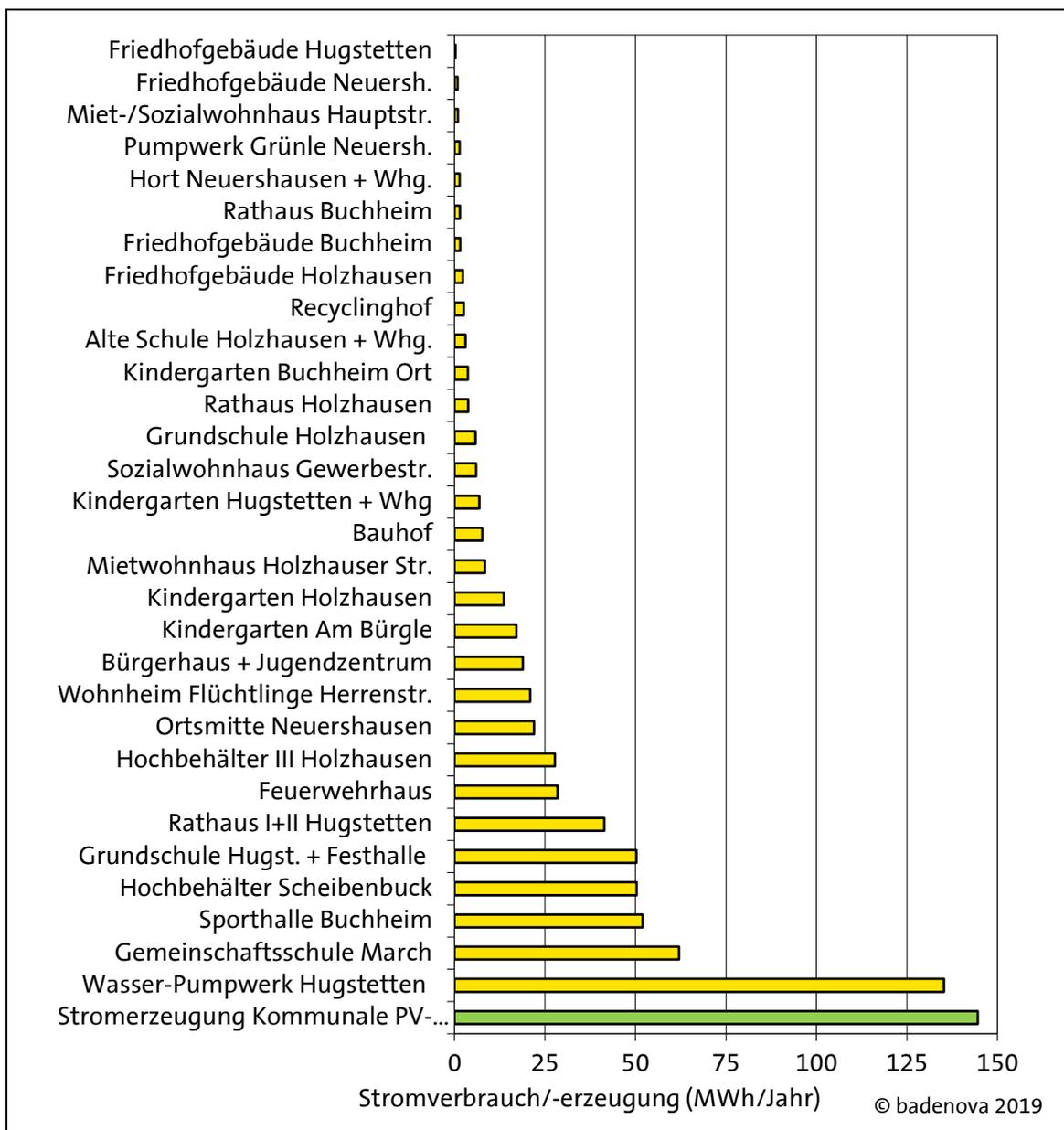


Abbildung 8 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften (gelb) und Stromerzeugung gemeindeeigener PV-Anlagen (grün) (2015)

Der Stromverbrauch der gesamten Straßenbeleuchtung in der March betrug im Jahr 2015 ca. 210 MWh. Insgesamt gibt es in der Gemeinde knapp 1.100 Leuchten, wovon rund die Hälfte bereits LED-Leuchten sind und der Rest Leuchtstoff-, Quecksilberdampf- und Natriumdampflampen sind. Der Austausch hin zu den hocheffizienten LED-Leuchten wird schrittweise und nach wirtschaftlichen Aspekten fortgeführt.

Abbildung 9 zeigt den jährlichen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2015 bis 2017. Deutlich wird die Reduktion des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung durch die Umstellung auf effiziente LED-Leuchten.

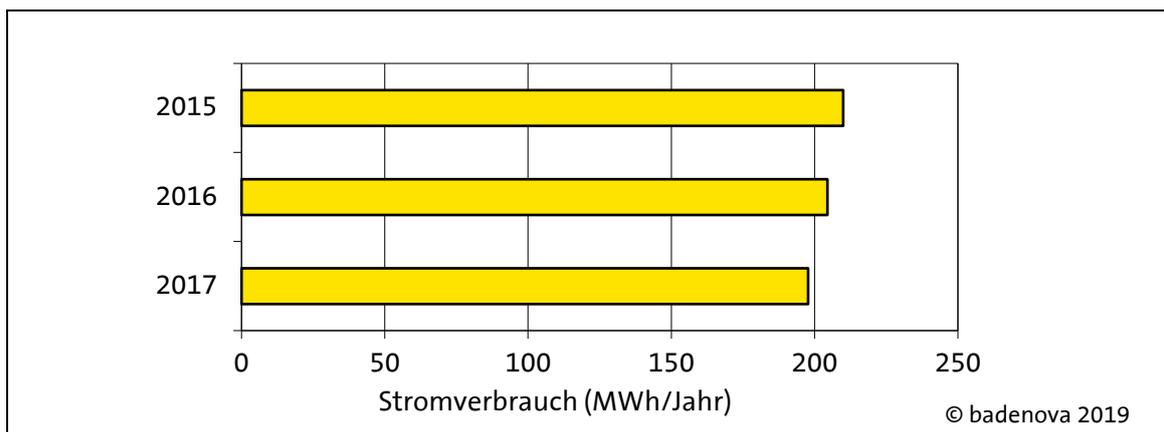


Abbildung 9 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2015-2017)

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In der March wurden im Jahr 2017 22 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit liegt die Gemeinde weit unter dem Mittelwert von 47 kWh/Jahr der 36 Referenzgemeinden (vgl. Abbildung 10). Im Vergleich wird deutlich, dass die Gemeinde March ihre Straßenbeleuchtung bereits heute äußerst energieeffizient aufgestellt hat. Durch die fortlaufende Modernisierung der verbleibenden Leuchten können weitere Einsparpotenziale ausgeschöpft werden.

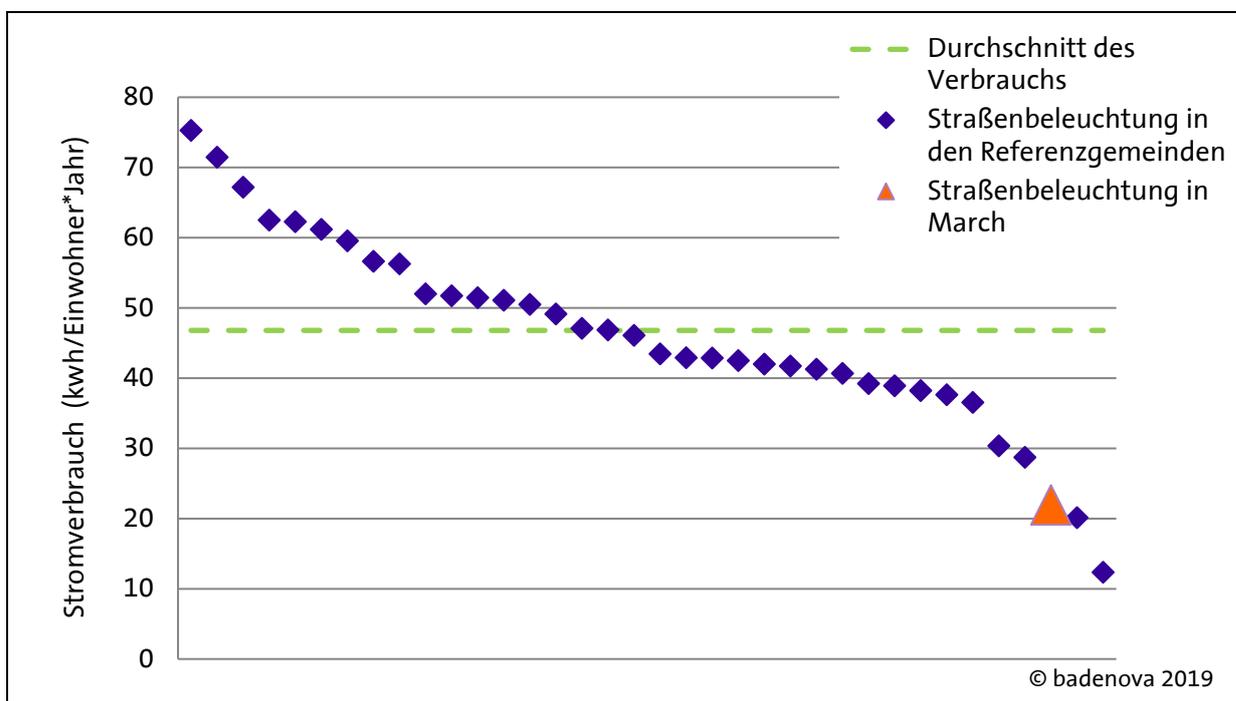


Abbildung 10 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Netzbetreiber Netze BW abgefragt. Danach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien (EE) in der March im Jahr 2015 durch 287 PV-Anlagen (insgesamt 5,3 MW Leistung) erzeugt. Weitere Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, zum Beispiel aus Biomasse, Wind- oder Wasserkraft, sind auf der Gemarkung der Gemeinde nicht vorhanden oder nicht in Betrieb.

Im Jahr 2015 erzeugten die installierten PV-Anlagen zusammen etwa 5.200 MWh Strom und deckten somit ca. 23 % des gesamten Stromverbrauchs der Gemeinde (vgl. Abbildung 12). Dieser Anteil liegt im Vergleich mit anderen Gemeinden im oberen Bereich.

Die größte PV-Dachflächenanlage befindet sich in Neuershausen auf den ehemaligen Gebäuden der Firma Schwenk (heute Energiepark March) mit 880 kW_p. Etwa 85 % des Stroms (ca. 750 MWh/Jahr) werden eingespeist. Der Rest wird vor Ort verbraucht. Zudem gibt es in unmittelbarer Nachbarschaft auf dem ehemaligen Eternit-Areal eine große PV-Freiflächenanlage, die von der EnBW AG im Jahr 2010 errichtet wurde. Aufgrund der industriellen Vorbelastung des Bodens gilt der Bau eines Solarparks als ideale Flächennutzung der Industriebrache. Mit einer Leistung von knapp 900 kW_p werden jährlich ca. 930 MWh erneuerbarer Strom erzeugt und in das Stromnetz eingespeist.

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis erneuerbarer Energien können auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke, einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz und zu einer dezentralen, nachhaltigen Energieversorgung leisten. Kraft-Wärme-Kopplungssysteme (KWK) bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig Wärme und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 11).

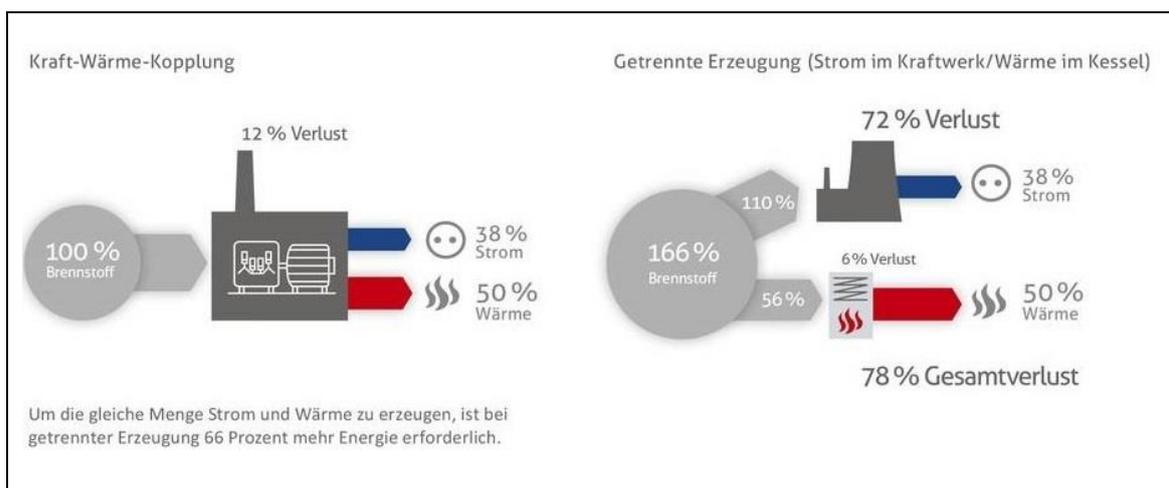


Abbildung 11 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)

In March sind 16 KWK-Anlagen in Gewerbebetrieben, Privathaushalten und kommunalen Liegenschaften vorhanden (Stand 2015). Insgesamt werden 729 MWh/Jahr und damit 3 % des Gesamtstromverbrauchs von March mit dieser effizienten Technologie erzeugt (vgl. Abbildung 12).

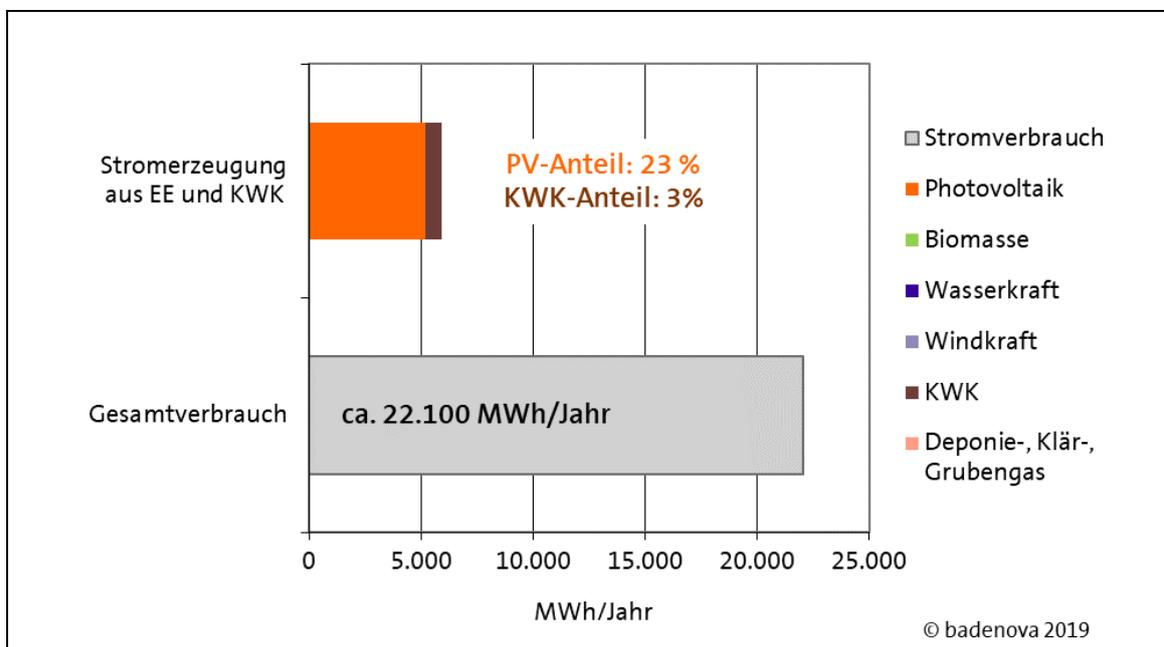


Abbildung 12 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2015

3.1.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde March wurde der Emissionsfaktor von 0,6 t CO₂/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2017a), vgl. Kapitel 9.3. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO₂-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde ca. 13.200 t im Jahr 2015.

Durch die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien trägt March dazu bei, dass sich die CO₂-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO₂-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind als der Emissionsfaktor des deutschen Strommix, wurde zusätzlich ein kommunaler Strommix für March berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommix wurde ein Emissionsfaktor von 0,063 t CO₂/MWh für Strom aus Photovoltaikanlagen angenommen (IFEU, 2017a). Durch den Strom aus PV wurden in der March im Jahr 2015, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 2.800 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, Geothermie und Strom für Wärmepumpen, die wie folgt erhoben wurden:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBWs (LUBW, 2019a) zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen haben insgesamt lediglich 30 von 343 angeschriebenen Unternehmen geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermie- und Geothermieanlagen wurde aus Online-Datenbanken ermittelt, die jedoch nur die Anlagen auflisten, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden.
- 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 der March abschätzen (vgl. Kapitel 9.3.3). Dieser beträgt rund 72.000 MWh im Jahr 2015. Betrachtet man den Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren wird deutlich, dass die privaten Haushalte mit 79 % den höchsten Wärmeverbrauch ausmachen. Die örtlichen Gewerbe- und Industriebetriebe haben mit 18 % einen geringeren Anteil (vgl. Abbildung 13).

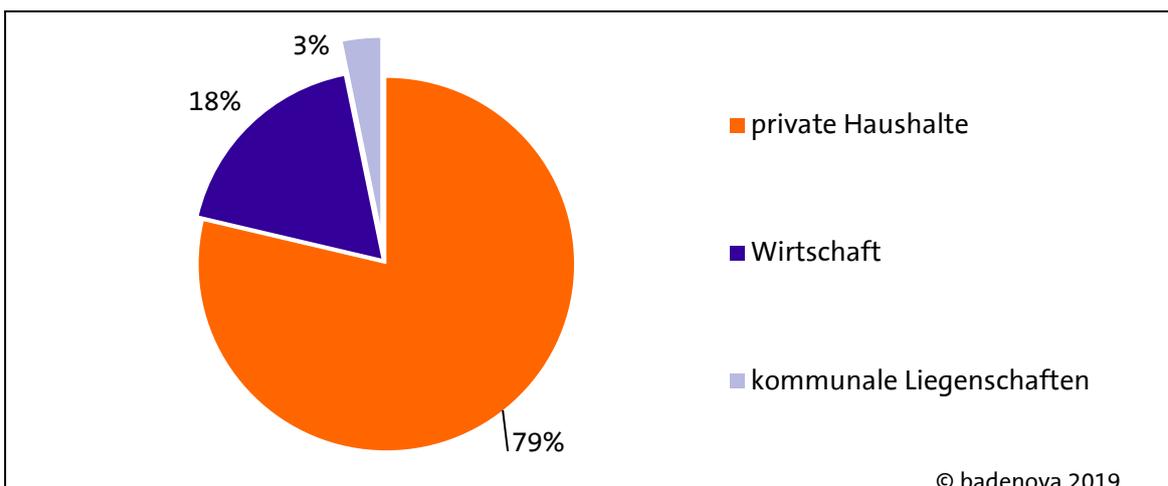


Abbildung 13 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren

3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wird zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs in der March zum größten Teil Heizöl (46 %, ca. 33.000 MWh) eingesetzt. Erdgas steht mit 37 % (ca. 27.000 MWh/Jahr) an zweiter Stelle. Einen geringen Anteil von 5 % (ca. 3.000 MWh/Jahr) hat Heizungsstrom.

Insgesamt werden 10 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde durch erneuerbare Energiequellen (EEQ) erzeugt: Neben 7 % Energieholz werden auch Solarthermie (ca. 1 %) und Umweltwärme, d.h. Erd- und Luftwärmepumpen, (ca. 3 %) eingesetzt.

Ein kleiner Anteil von 2 % am Gesamtwärmebedarf (1.400 MWh) wird über sonstige fossile Energieträger (Kohle, Flüssiggas und KWK/Nahwärme) gedeckt, wobei der größte Teil daran die über KWK-Anlagen erzeugte Nahwärme ausmacht (vgl. Abbildung 14).

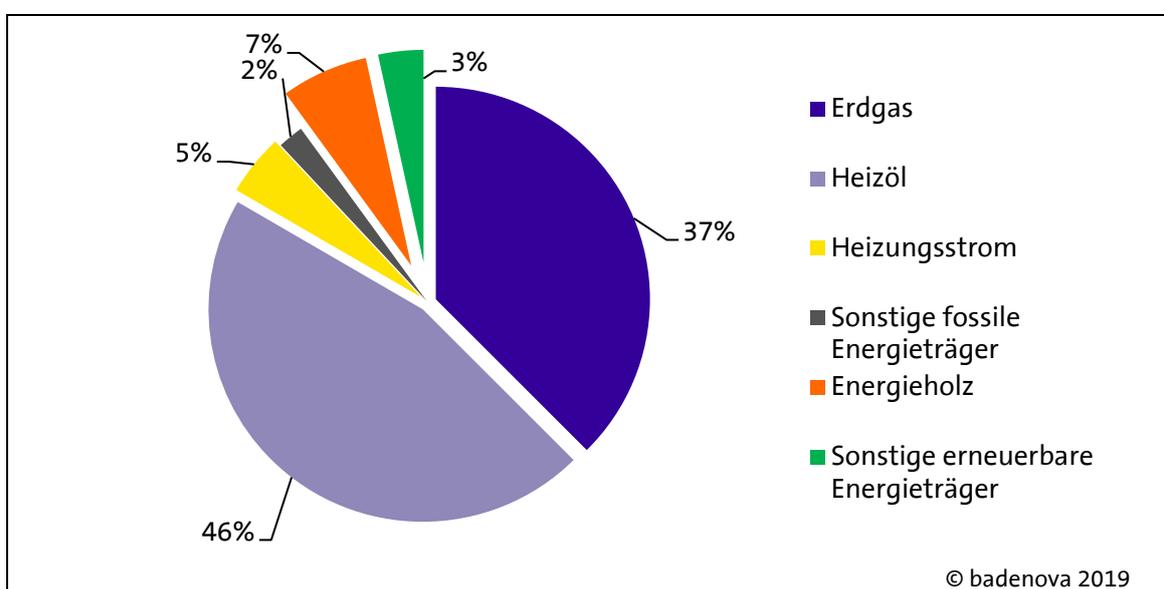


Abbildung 14 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern

Abbildung 15 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften. Hierbei ist sichtbar, dass der Sektor private Haushalte den höchsten Wärmeverbrauch hat. Außerdem wird der hohe Heizöl-Anteil in diesem Sektor deutlich.

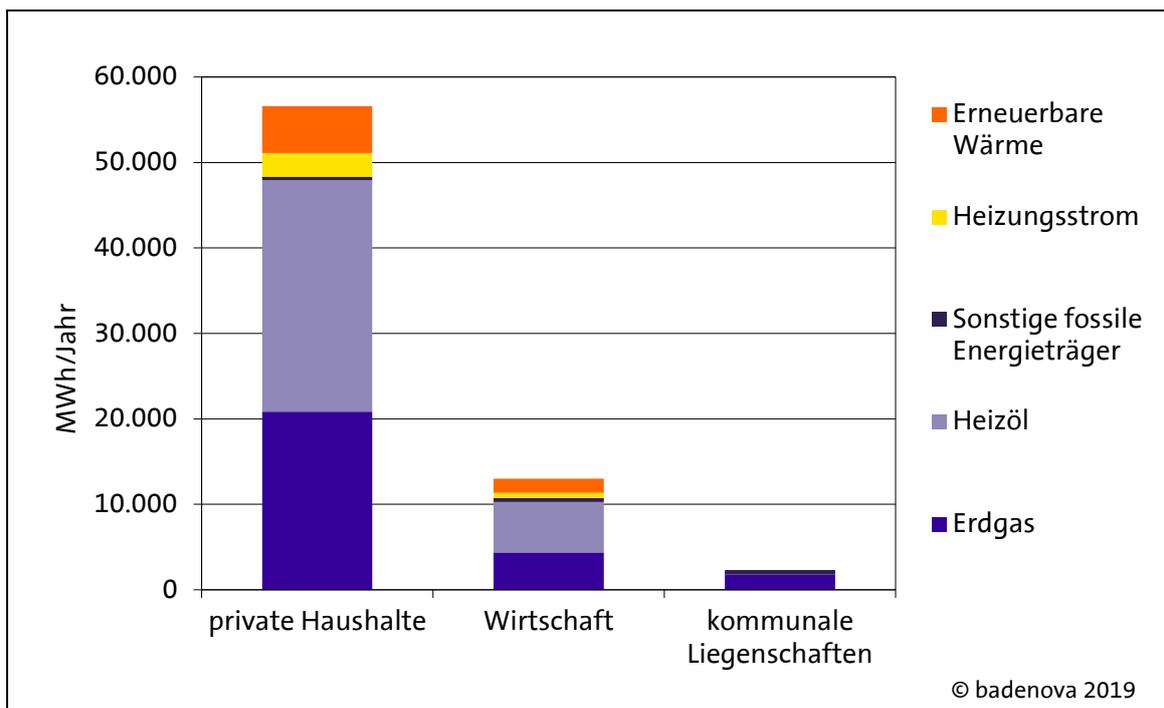


Abbildung 15 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2015 ca. 2.600 MWh für die Wärmeversorgung benötigt. Davon wurden etwa drei Viertel aus Erdgas bereitgestellt. Der restliche Wärmebedarf wurde durch BHKWs/Nahwärme und einem geringen Anteil Holz-Pellets gedeckt.

Den höchsten Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften weist die Ortsmitte in Neuershausen (Rathaus, Festhalle, Grundschule und Kindergarten) mit ca. 430 MWh Erdgasverbrauch im Jahr 2015 auf. Mit ebenso großem Energiebedarf folgt darauf die Grundschule Hugstetten mit der Festhalle (420 MWh/Jahr). Die einzige Liegenschaft, die mit Holz-Pellets versorgt wird, ist das Rathaus in Hugstetten (145 MWh/Jahr). Abbildung 16 zeigt übersichtlich die einzelnen Wärmeverbräuche der öffentlichen Liegenschaften und wie diese jeweils gedeckt werden.

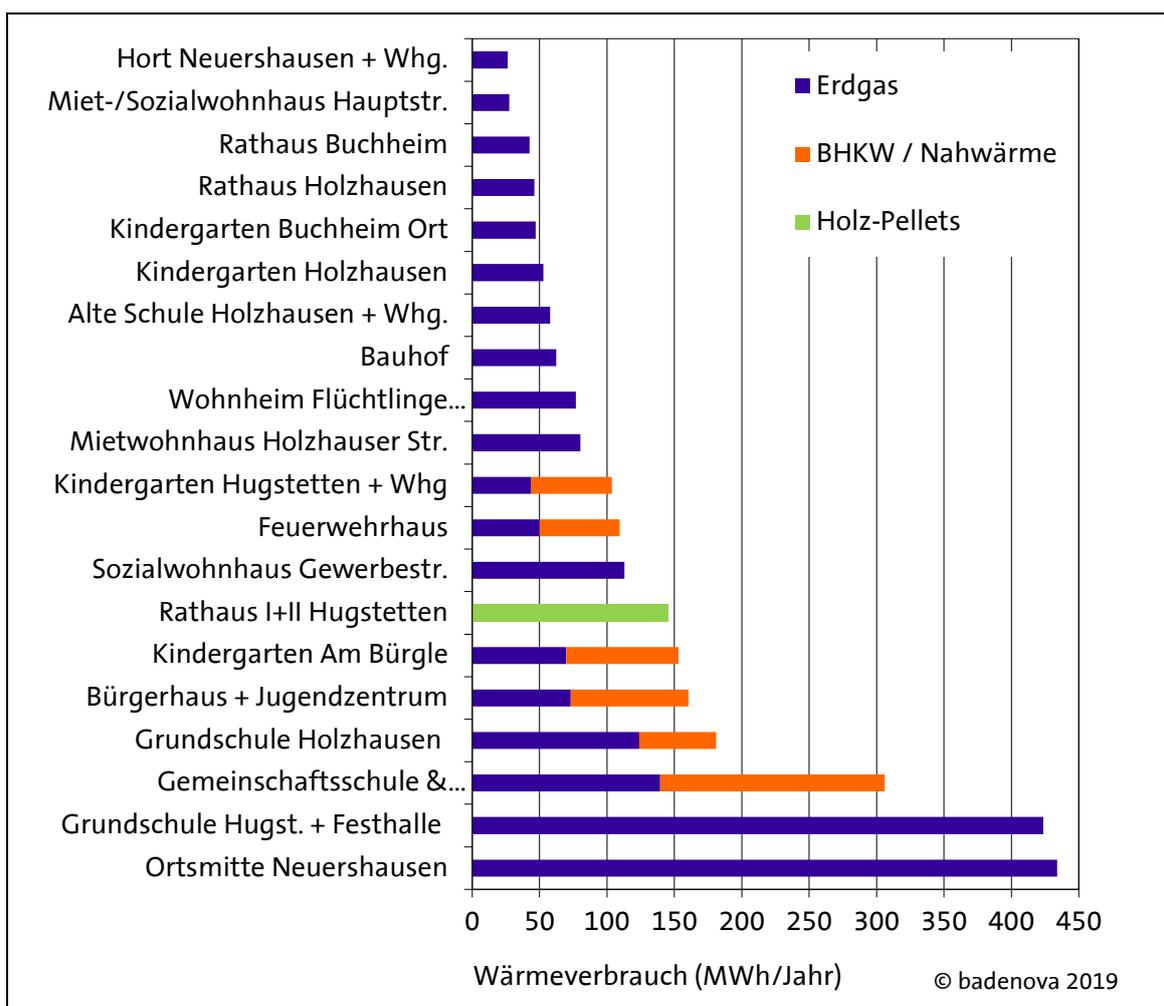


Abbildung 16 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften (2015)

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.

Als Auszug aus diesem Kataster zeigen Abbildung 17 und Abbildung 18 den absoluten Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Auf den Karten erkennt man deutlich die Wärmeinseln mit hohem Wärmebedarf. Aufgrund ihrer Größe weisen beispielsweise die Grundschule Holzhausen sowie die großen Mehrfamilienhäuser in der Waldstraße (oberer Bildrand) einen hohen Wärmebedarf aus (vgl. Abbildung 18).

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten ist im Bürgermeisterexemplar das gesamte Wärmekataster in Form von Karten beigefügt und zudem digital verfügbar. Wir verweisen auch auf unsere zusätzlichen Ausführungen in Kapitel 5 (Handlungsfelder), da die Höhe des Energieverbrauchs nicht zwangsläufig Begründung für die Neuinstallation einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder eines Nahwärmenetzes sein sollte.

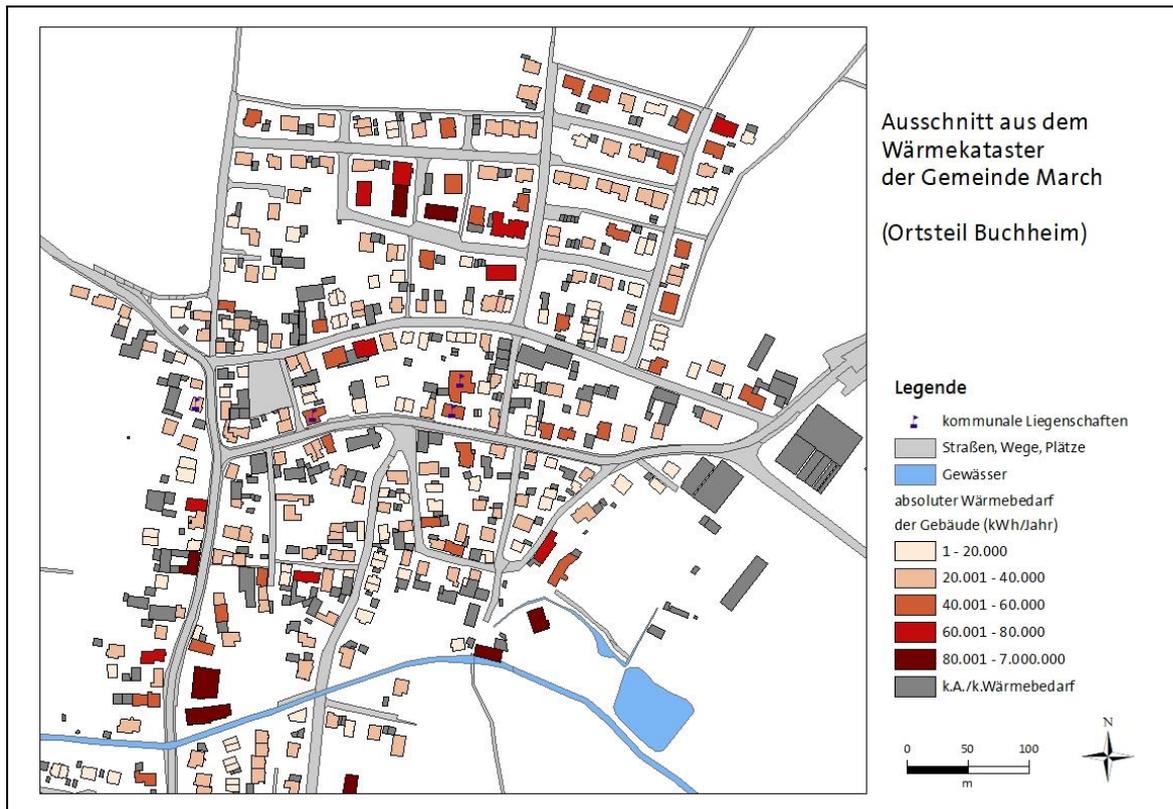


Abbildung 17 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene (Buchheim)

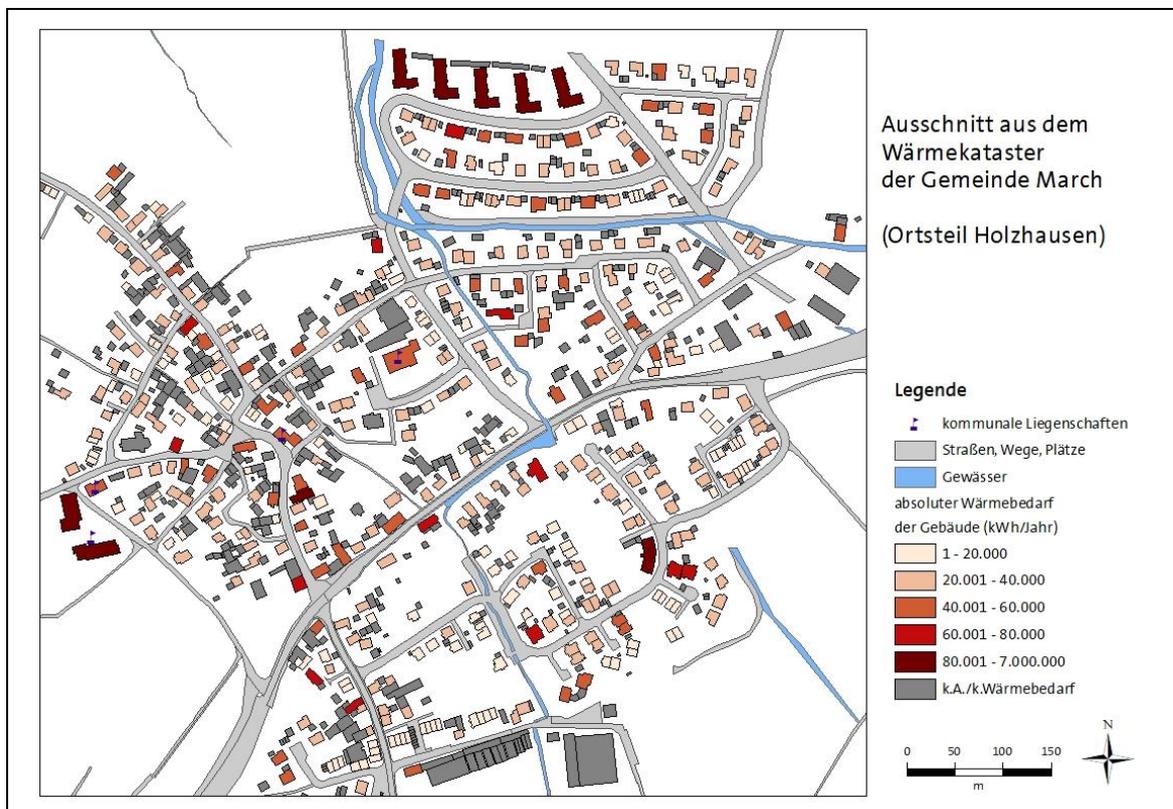


Abbildung 18 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene (Holzhausen)

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 der March für das Jahr 2015 zu CO₂-Emissionen in Höhe von etwa 20.000 t führte.

Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für ca. 640 t CO₂ im Jahr 2015 verantwortlich. Die CO₂-Emissionen der einzelnen Liegenschaften spiegeln die unterschiedlichen Wärmeverbräuche in MWh der Liegenschaften und die eingesetzten Energieträger wieder. Das Rathaus Hugstetten, das ökologisch mit Holz-Pellets beheizt wird, schneidet im Verhältnis deutlich besser ab, da die Nutzung von Energieholz kaum CO₂-Emissionen verursacht (vgl. Abbildung 19).

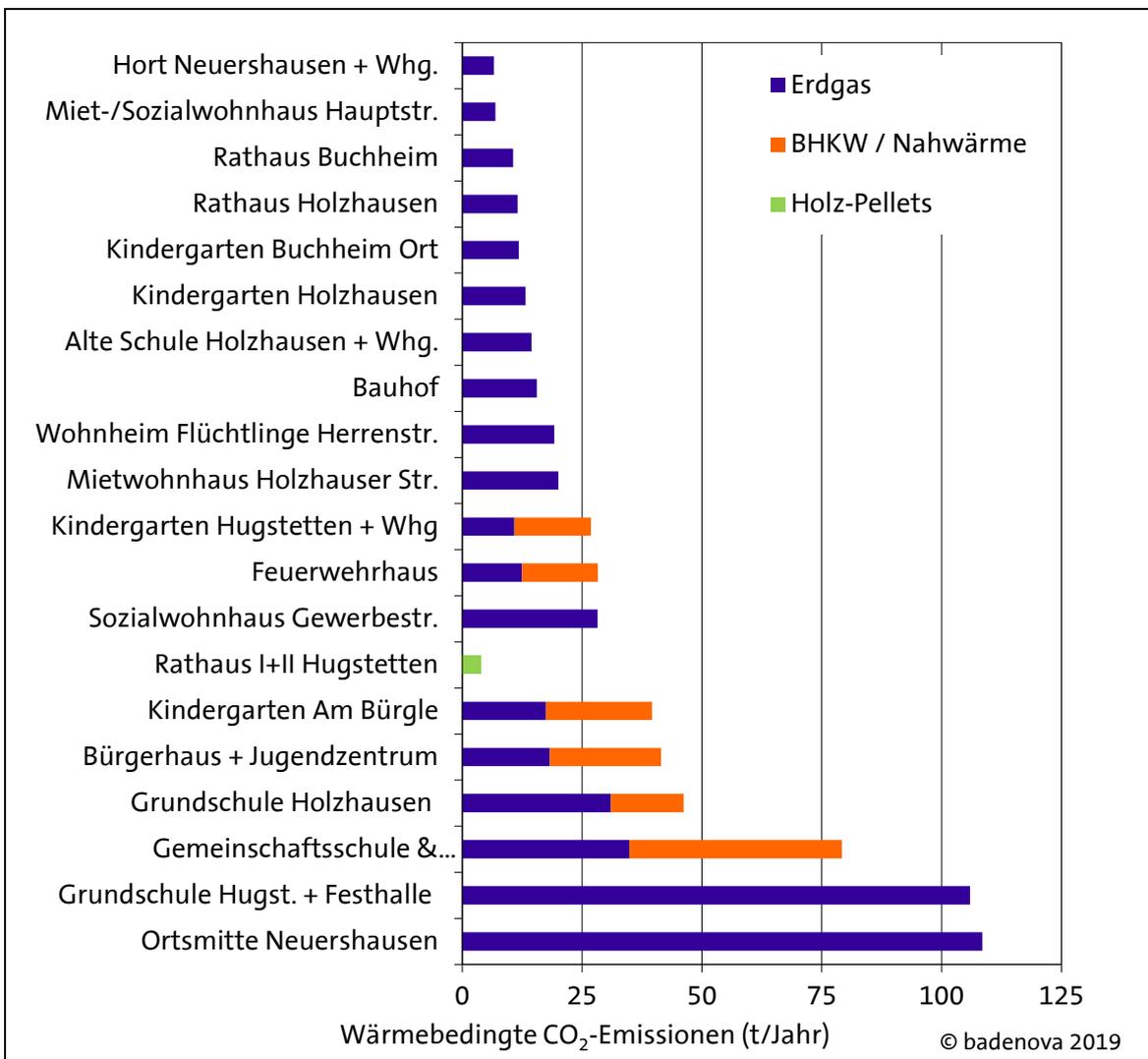


Abbildung 19 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2015)

Abbildung 19 stellt den Sachstand im Bilanzjahr 2015 dar. Im November 2015 wurde der Erdgaskessel im Rathaus Neuershausen mit einem BHKW ersetzt, so dass die Ortsmitte Neuershausen mittlerweile ebenfalls über Nahwärme versorgt wird. Gleiches gilt für die Grundschule Hugstetten, wo 2018 ein BHKW eingebaut

wurde. Diese Maßnahmen erhöhen die Energieeffizienz maßgeblich und sind ein wichtiger Beitrag der Gemeinde zum Klimaschutz.

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 dem Jahr 2015 konnten die CO₂-Emissionen der Gemeinde March ermittelt werden.

Die Daten des Statistischen Landesamtes wurden mit unterschiedlichen Methoden erhoben. Während für Bundesautobahnen oder Bundesstraßen die Personenkilometer, die auf eine Gemeinde entfallen, aus den gesamten im Bundesland gefahrenen Kilometern auf die Gemeinde umgelegt werden (mit Hilfe der 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 March bezogene Aussage ist damit nicht möglich. Doch zeigt die in Tabelle 2 vorgenommene Abschätzung, welchen großen Anteil der Straßenverkehr sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO₂-Emissionen der Gemeinde hat.

Bilanzjahr 2015	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)					
Autobahnen	71	15.022	1.568	2.266	18.927
Außerortsstraßen ¹	718	27.254	1.090	1.079	30.141
Innerortsstraßen ²	323	15.004	525	531	16.383
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)					
Benzin	31	1.556	9	0	1.595
Diesel	0	1.259	231	1.033	2.523
Energieverbrauch insgesamt (Benzin und Diesel) (MWh)					51.668
CO₂-Emissionen insgesamt (t)					16.304

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2015 der Gemeinde March (Datengrundlage: STALA BW, 2017)

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

² Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2015 ca. 51.700 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in der March verbraucht. Der vergleichsweise hohe Anteil ergibt sich einerseits durch die Autobahn A5, die zu einem Teil innerhalb der Gemarkung March verläuft. Außerdem findet in der Gemeinde ein hoher Pendlerverkehr statt, da viele berufstätige Bürger nicht in der March arbeiten.

Die genaue Aufteilung nach Fahrzeugtyp ist in Abbildung 20 dargestellt. PKW sind mit ca. 70 % für den größten Anteil des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich, gefolgt von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit einem Anteil von 25 % am Energieverbrauch. Leichte Nutzfahrzeuge (6 %) und Krafträder (1 %) machen nur einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2015 durch den Verkehr ca. 16.300 t CO₂-Emissionen ausgestoßen.

Bei genauerer Betrachtung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor ist anzumerken, dass die Autobahn auf der Gemarkung der Gemeinde March etwa ein Drittel des Energieverbrauchs im Verkehr ausmacht. Der Anteil des Zugverkehrs liegt lediglich bei 1 %. Im Bilanzjahr 2015 wurden alle Züge mit Diesel betrieben. Derzeit wird die Trasse der Breisgau S-Bahn umgebaut und elektrifiziert.

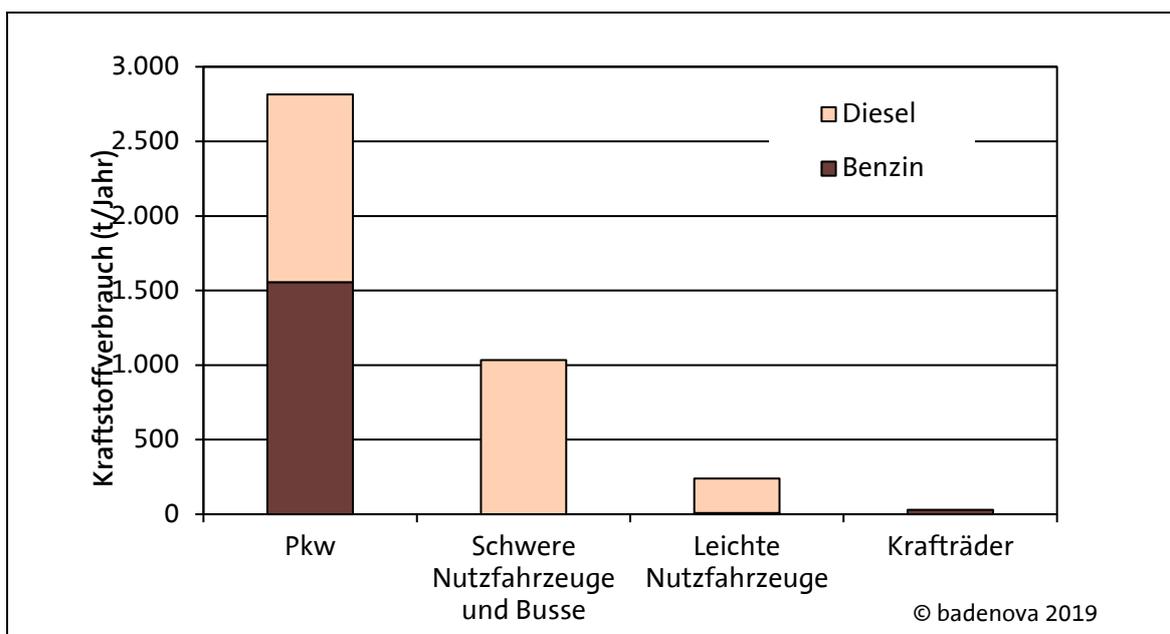


Abbildung 20 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in March (2015)

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch sowie den Energieverbrauch des Verkehrs in der March zusammen, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von etwa 142.300 MWh im Jahr 2015. Der Sektor private Haushalte trägt mit 46 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch. An zweiter Stelle steht der Sektor Verkehr mit einem Anteil von 36 %. Der Wirtschaftssektor hat einen geringen Anteil in Höhe von 16 % am Gesamtenergieverbrauch. Mit einem Anteil von 2 % am

Gesamtenergieverbrauch liegen die kommunalen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden genau im Durchschnitt (vgl. Abbildung 21).

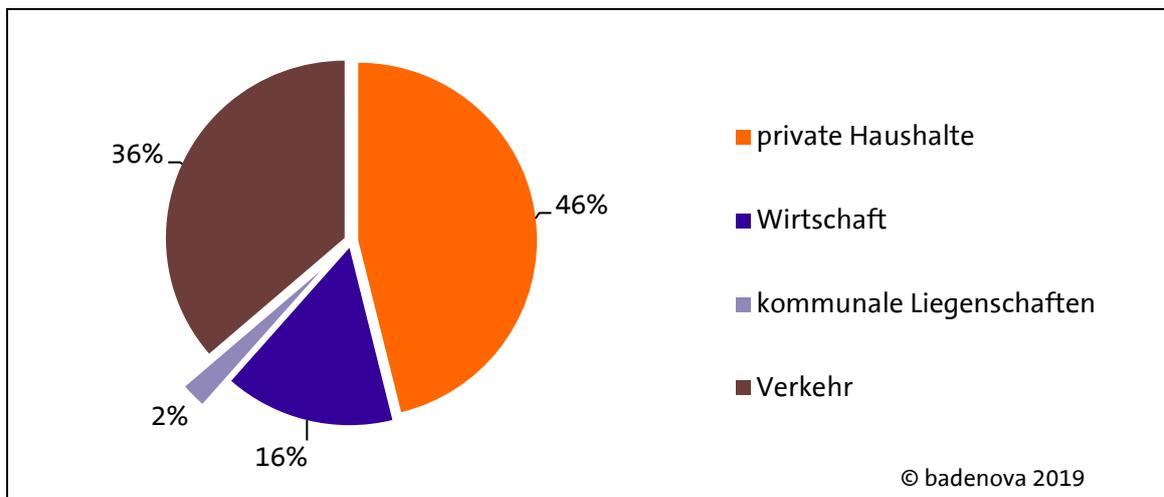


Abbildung 21 – Gesamtenergieverbrauch in March nach Sektoren

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass fossile, nicht-erneuerbare Energieträger den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde March ausmachen. An erster Stelle stehen Kraftstoffe für den Verkehr (36 %), gefolgt von Heizöl (23 %) und Erdgas (19 %). Sonstige fossile Wärme wird besonders durch KWK-Anlagen und einem geringen Anteil Kohle bereitgestellt. Der Gesamtenergiebedarf wird insgesamt zu 5 % durch erneuerbare Energien wie Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme gedeckt (vgl. Abbildung 22).

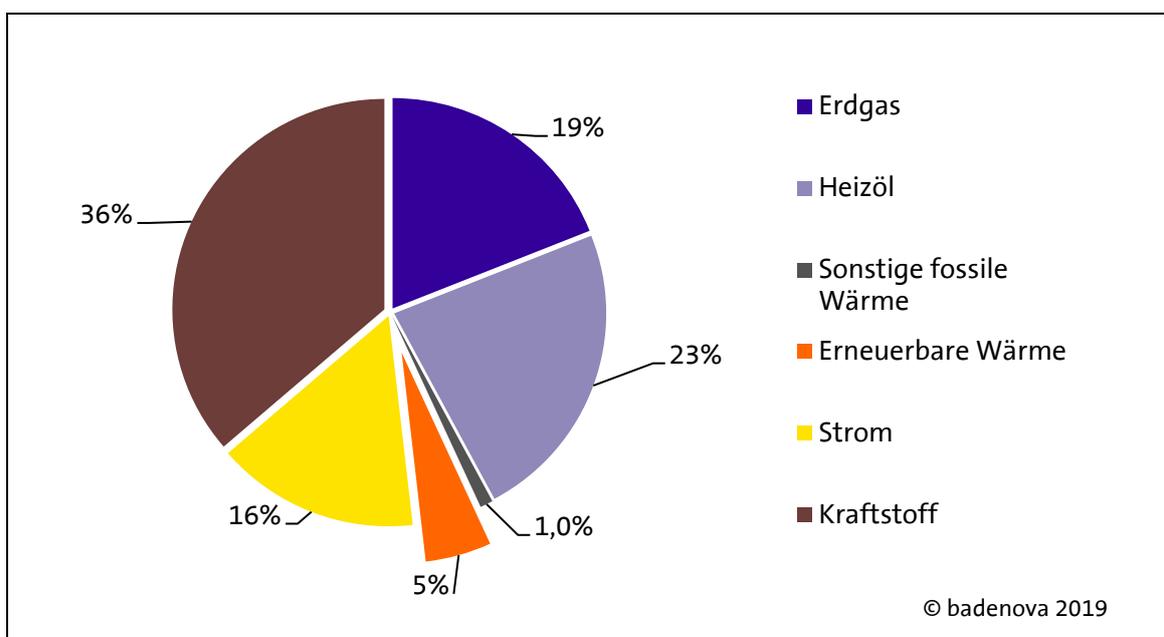


Abbildung 22 – Gesamtenergieverbrauch in March nach Energieträger

In Abbildung 23 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

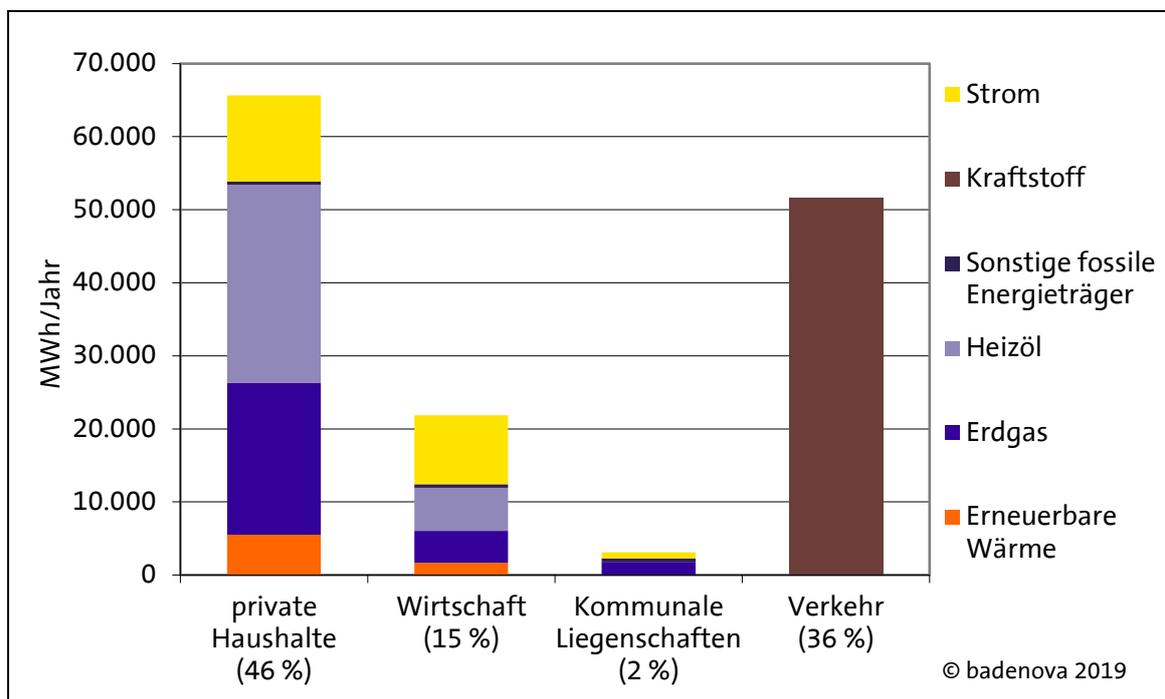


Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Bei Betrachtung des Verkehrssektors ohne den Anteil des Autobahnverkehrs, welcher außerhalb des Einflussbereichs der Gemeinde liegt, läge dieser bei 27% und damit um ein Drittel niedriger.

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2015 in March bei ca. 3.200 MWh (ohne Straßenbeleuchtung). Die drei größten Verbraucher sind die Grundschule Hugstetten mit der Festhalle, die Ortsmitte Neuershausen sowie die Gemeinschaftsschule March mit der Sporthalle (vgl. Abbildung 24). Insgesamt wird deutlich, dass in der Gemeinde March bereits zahlreiche Anstrengungen unternommen wurden, um die kommunalen Liegenschaften effizient und ökologisch mit Energie zu versorgen. Die Abbildung 24 zeigt, dass besonders bei den großen Verbrauchern bereits Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt wurden:

- Einbau eines BHKW in die Grundschule Hugstetten (2018)
- Einbau eines BHKW in das Rathaus Neuershausen (Ende 2015)
- Aufbau eines Nahwärmenetzes im Zentralgebiet Buchheim
- Versorgung der Grundschule Holzhausen und des Kindergartens Hugstetten mit einem BHKW
- Außerdem: Ökologische Wärme im Rathaus Hugstetten auf Basis von Holz-Pellets

Somit sind die kommunalen Liegenschaften aus Sicht einer klimafreundlichen und effizienten Energieversorgung vorbildlich aufgestellt. Diese Anstrengungen sollten für weitere Gebäude und anstehende Maßnahmen fortgeführt werden.

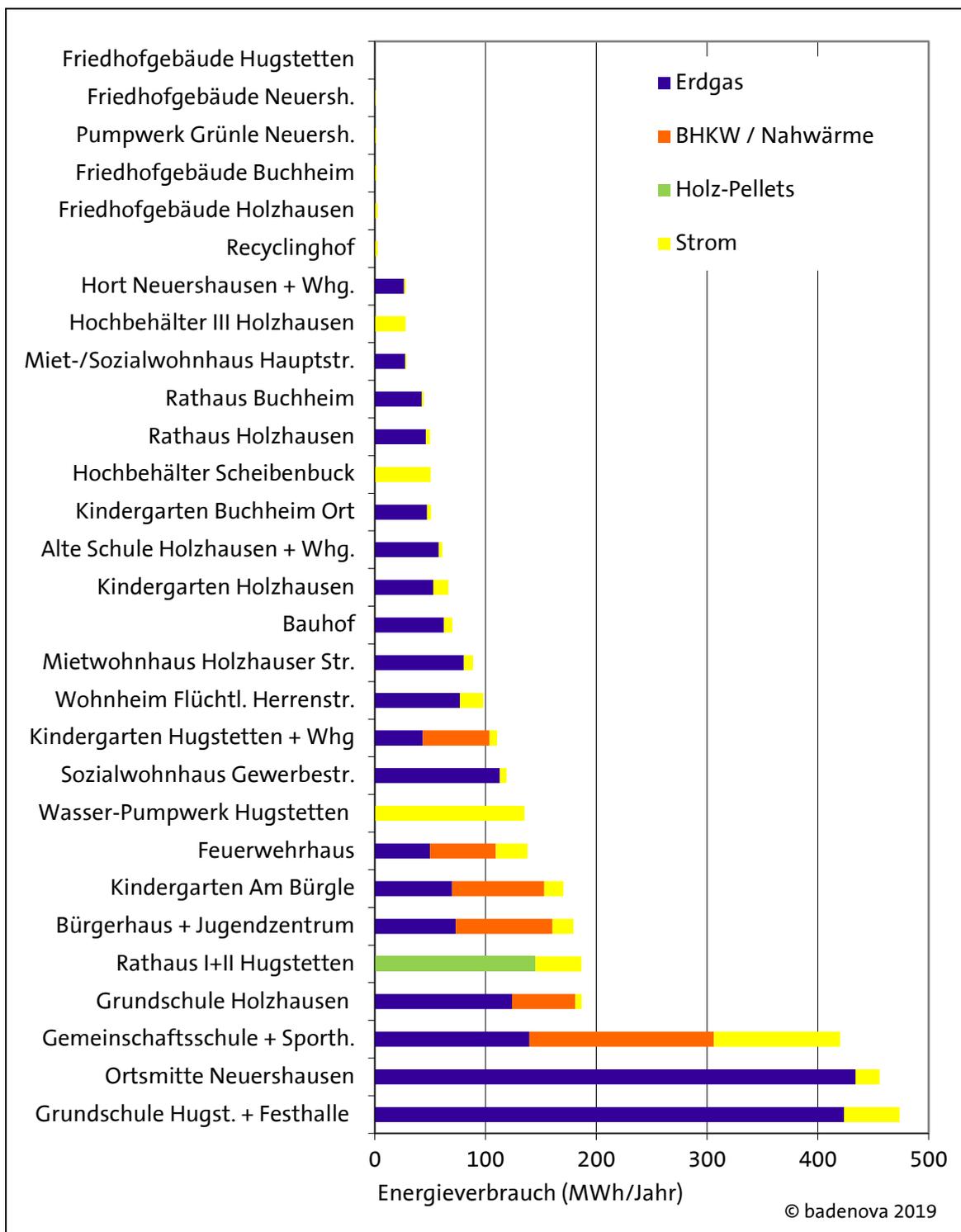
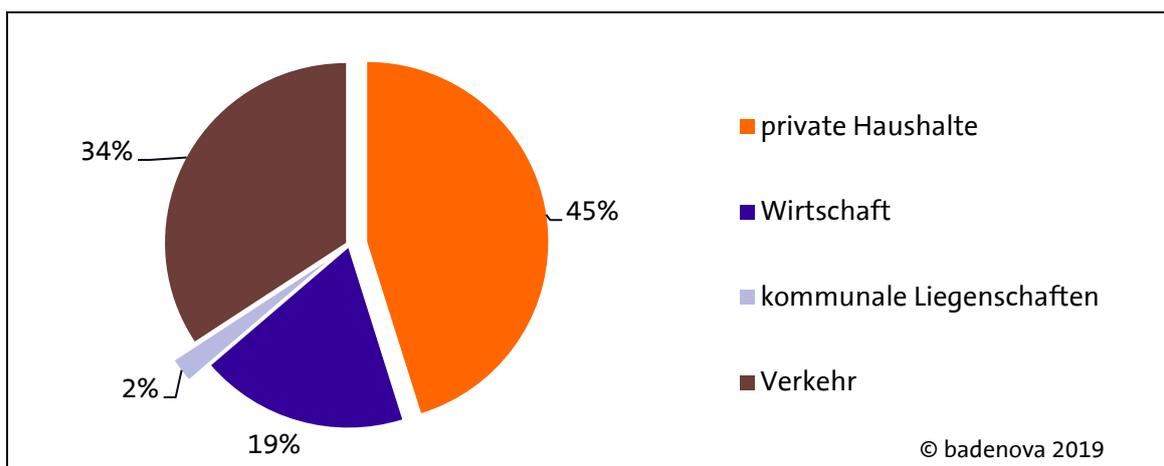


Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in March im Jahr 2015

3.4.2 Gesamt-CO₂-Bilanz

Insgesamt wurden in March im Jahr 2015 47.600 t CO₂ ausgestoßen. Der Sektor private Haushalte ist mit knapp der Hälfte der Gesamtemissionen für den größten Anteil verantwortlich. Der Verkehrssektor hat mit 34 % ebenfalls einen hohen Anteil. Abbildung 25 zeigt die Aufteilung der Emissionen auf die vier betrachteten Sektoren.

Abbildung 25 – CO₂-Emissionen in March nach Sektoren

Bei Betrachtung der vor Ort eingesetzten Energieträger wird sichtbar, welche Energieträger in welchem Maße zu den Gesamtemissionen beitragen (vgl. Abbildung 26). Die Kraftstoffe verursachen mit etwa einem Drittel den größten Teil der CO₂-Emissionen. Obwohl der Stromverbrauch nur 16 % des Gesamtenergieverbrauchs der Gemeinde ausmacht, ist er für ca. 28 % der CO₂ Emissionen verantwortlich. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO₂-Belastung des deutschen Strommix. An dritter und vierter Stelle stehen der Heizölverbrauch mit 22 % und Erdgas mit 14 %. Sehr gut schneiden die erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO₂-Emissionen anfallen. Ihr Anteil ist mit 1 % an den Gesamtemissionen äußerst gering. Beispielsweise verursacht Energieholz, bei dem vor allem die Transportwege zum Tragen kommen, lediglich 0,3 % der Gesamtemissionen.

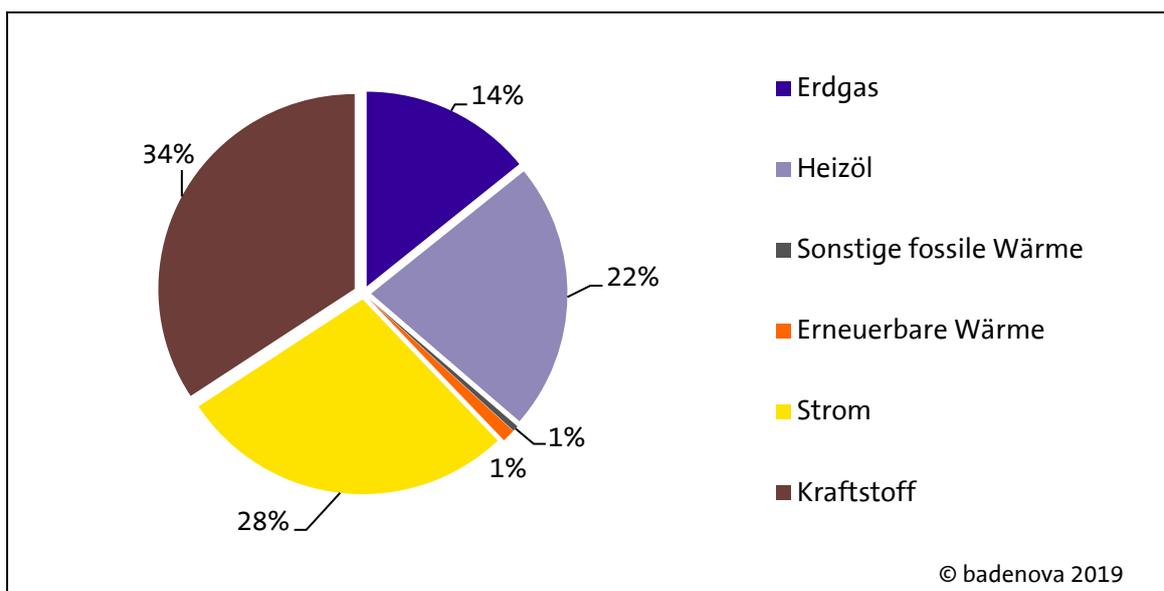
Abbildung 26 – CO₂-Emissionen nach Energieträgern

Abbildung 27 zeigt die Aufteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern. Hier wird nochmals deutlich, dass der Kraftstoffbedarf im Verkehr die meisten CO₂-Emissionen verursacht. Die Grafik zeigt außerdem den Einfluss des hohen Heizölverbrauchs im Sektor private Haushalte auf die Gesamtbilanz ist.

Würde man die Bilanz an dieser Stelle erneut ohne Autobahn darstellen, hätte der Verkehr einen Anteil von 25 % an den Gesamtemissionen (statt 34 %).

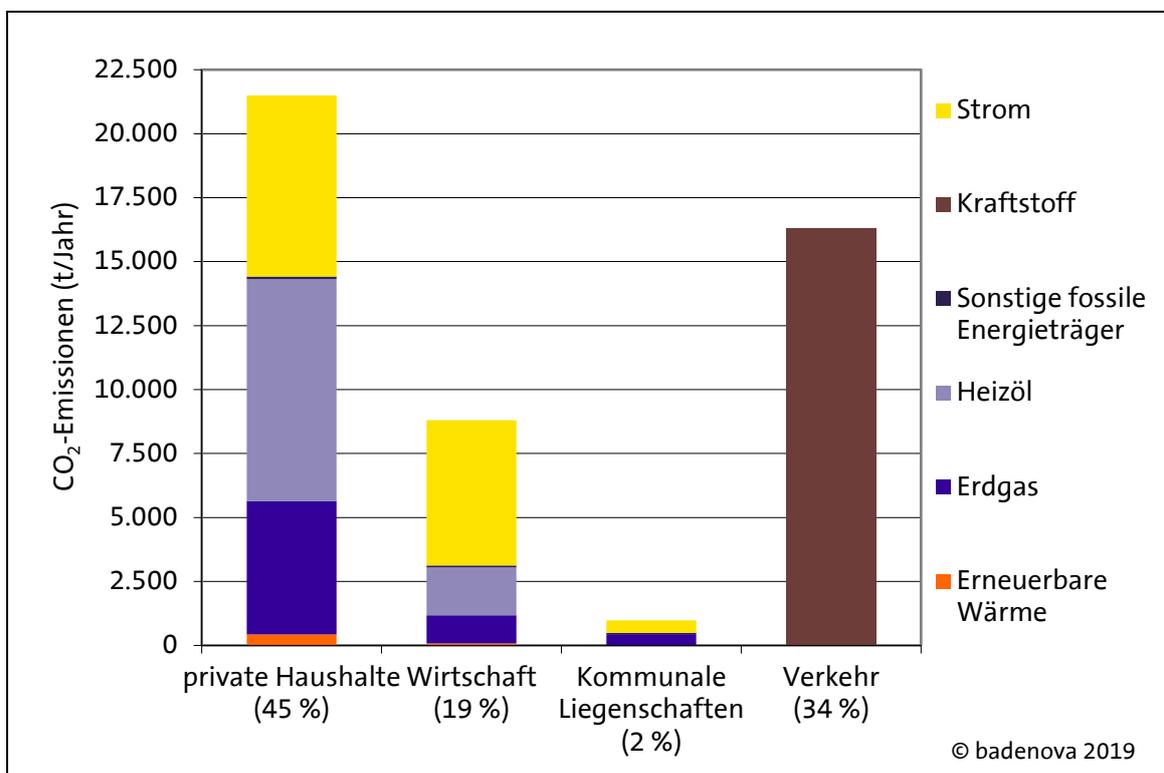


Abbildung 27 – CO₂-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

Die kommunalen Liegenschaften haben in March im Jahr 2015 rund 1.000 t CO₂-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Hinzu kommt die Straßenbeleuchtung mit 126 t CO₂-Emissionen pro Jahr. Vergleicht man den Gesamtenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften, wird die verhältnismäßig hohe CO₂-Belastung von Strom deutlich. Die drei Liegenschaften mit dem höchsten Energieverbrauch belegen auch bei den CO₂-Emissionen die ersten drei Plätze (vgl. Abbildung 28).

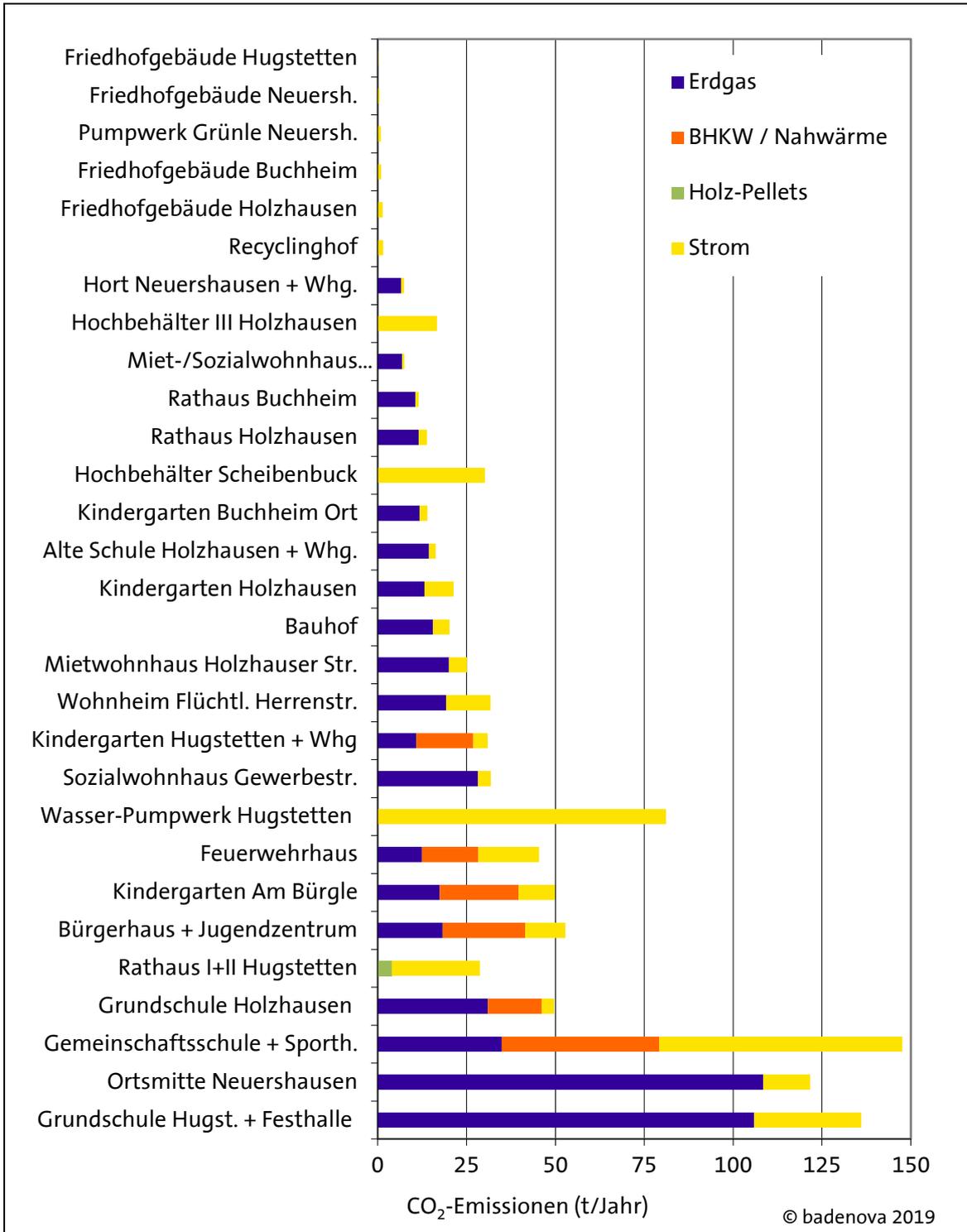


Abbildung 28 – CO₂-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von March im Jahr 2015

Setzt man die Gesamtemissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursachte jeder Bürger der Gemeinde March Emissionen von 5,3 t CO₂ im Jahr 2015. 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 knapp 5,0 t CO₂.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2015 pro Kopf durchschnittlich 7,9 t CO₂-Emissionen verursacht, in Deutschland 9,2 t. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch gewerbe- oder industrieintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Außerdem können CO₂-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz festgehalten und mit Durchschnittszahlen des Landes Baden-Württemberg verglichen. Tabelle 4 stellt eine Übersicht der Datengüte und Belastbarkeit gemäß dem BICO₂ BW-Tool dar. Die Datengüte der Bilanz ist 65 %, womit die Ergebnisse belastbar sind (vgl. Kapitel 9.3.5).

2015	March	Baden-Württemberg	Einheit
Kommune gesamt			
Endenergie ohne Verkehr	10,1	17,9	MWh/Einwohner
CO ₂ -Ausstoß Bundesmix	5,3	7,9	t/Einwohner
CO ₂ -Ausstoß kommunaler Mix	5,0	k. A.	t/Einwohner
Anteil EEQ gesamt	13,6	13,5	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	23,5	19,8	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch	10,4	15,1	%
Private Haushalte			
Stromverbrauch	1,4	1,5	MWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	6,0	5,6	MWh/Einwohner
CO ₂ -Ausstoß private Haushalte	2,4	2,3	t/Einwohner

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO₂-Bilanz (2015)

Sektor	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	65 %	Belastbar
Wirtschaft	51 %	Relativ belastbar
Kommunale Liegenschaften	100 %	Gut belastbar
Verkehr	52 %	Relativ belastbar
Gesamtbilanz	65 %	Belastbar

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

4. Potenziale erneuerbarer Energien

4.1 Solarenergie

4.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde March hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, welche die Nutzung von Sonnenenergie lohnenswert macht. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, 2019b).

Mit 23 % Anteil an der Stromerzeugung leistete die Photovoltaik im Jahr 2015 bereits einen sichtbaren Beitrag zum Klimaschutz in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Die vorhandenen Solarthermieanlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von etwa 1.600 m² decken derzeit knapp 1 % der Wärmeversorgung.

Um das weitere Ausbaupotenzial der Solarenergie in der Gemeinde March genauer abzuschätzen, wurde das theoretische Solarflächenpotenzial ermittelt und ausgewertet. Hierzu wurde auf den Energieatlas Baden-Württemberg der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zurückgegriffen (LUBW, 2018a; vgl. Methodik 9.4). Bereits installierte Anlagen wurden abgezogen.

4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung des Solarpotenzials ergab, dass 89 % der potenziellen Modulflächen als gut oder sehr gut geeignet eingeschätzt werden (vgl. Tabelle 5). Diese Dächer können aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung sehr gut für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder mit Photovoltaikanlagen genutzt werden. Eine belastbare Aussage über Statik und Beschaffenheit der individuellen Dachpotenziale ist aber nur über eine Prüfung vor Ort möglich.

Dachausrichtung	Gesamtfläche	Anteil an Gesamtfläche
Sehr gut geeignet	49.477 m ²	26 %
Gut geeignet	121.901 m ²	63 %
Bedingt geeignet	20.529 m ²	11 %

Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in March (Datengrundlage: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg)

Zum besseren Verständnis des Vorgehens, wie das Dachflächenpotenzial ermittelt wurde, ist in Abbildung 29 ein Ausschnitt aus dem Solaratlas dargestellt. Die Eignungsklasse der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.



Abbildung 29 – Auszug des Solarkatasters der Gemeinde March (Neuershausen) (Quelle: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg)

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials umfasst daher zwei Szenarien:

- Szenario 1 geht davon aus, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird.
- In Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden³. Beide Szenarien sind in Abbildung 30 dargestellt.

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

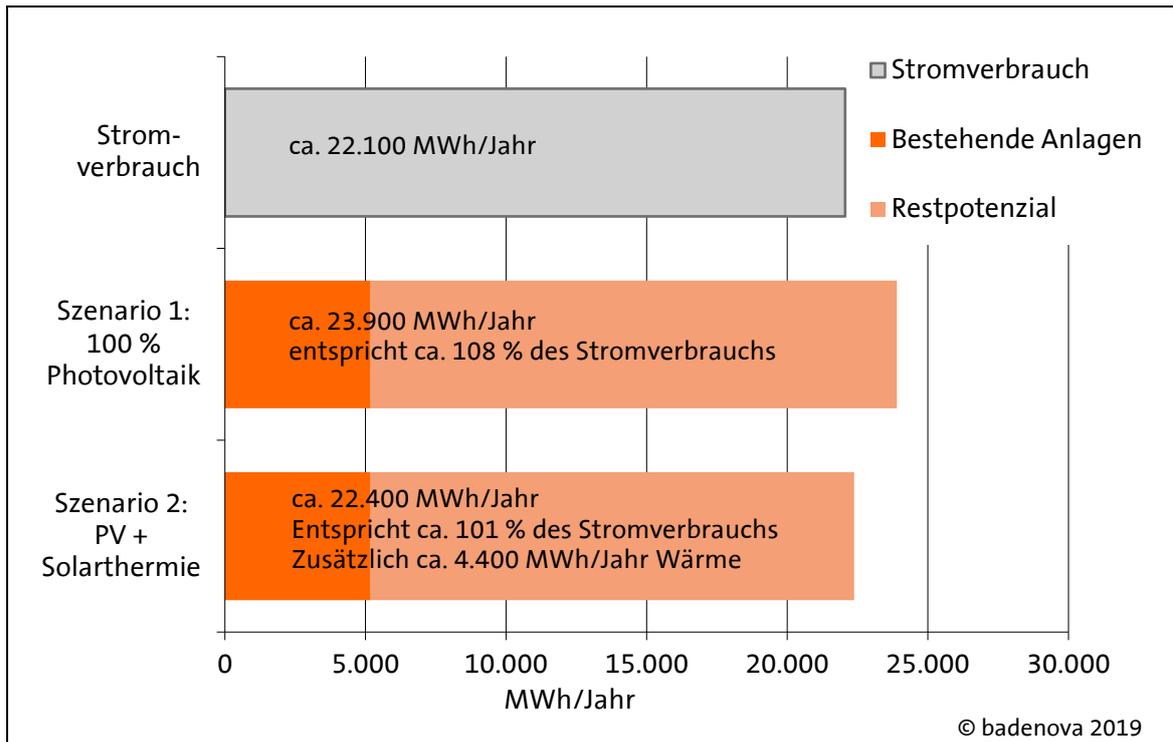


Abbildung 30 – Solarpotenziale der Gemeinde March

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 108 % bzw. ca. 23.900 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von 8 % des Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 22.400 MWh/Jahr und entspricht 101 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass die Gemeinde March theoretisch den gesamten Stromverbrauch eines Jahres durch PV-Anlagen vor Ort decken könnte. Somit liegt ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum deutschen Strommix, insgesamt ca. 12.800 t CO₂/Jahr vermieden werden. Der weitere Zubau von PV-Modulen wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage, der Preisentwicklung der Module und Batterien sowie natürlich von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen.

4.1.3 Exkurs: PV-Freiflächenpotenziale

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW, 2018a).

Abbildung 31 stellt einen Auszug des PV-Freiflächenpotenzialatlas der Gemeinde March dar und zeigt die Freiflächen, die theoretisch für PV-Nutzung nach dem EEG und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) geeignet sind. Demnach ist eine Fläche entlang der Bahnlinie für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage geeignet. Diese liegt in Hugstetten im Bereich des westlichen Bahnübergangs und hat eine Größe von 2,21 ha.

Weitere Flächen werden als „bedingt geeignet“ gekennzeichnet. Diese liegen ebenfalls entlang der Bahnlinie in Hugstetten und zu einem kleinen Teil entlang der Autobahn A5 bei Holzhausen. Bedingt geeignet bedeutet, dass diesen grundsätzlichen Potenzialflächen bestimmte Restriktionen entgegenstehen, aufgrund derer mit Einschränkungen oder Auflagen zu rechnen ist (z.B. in Naturschutz-, Landschaftsschutz- oder Überschwemmungsgebieten) (LUBW, 2018a).

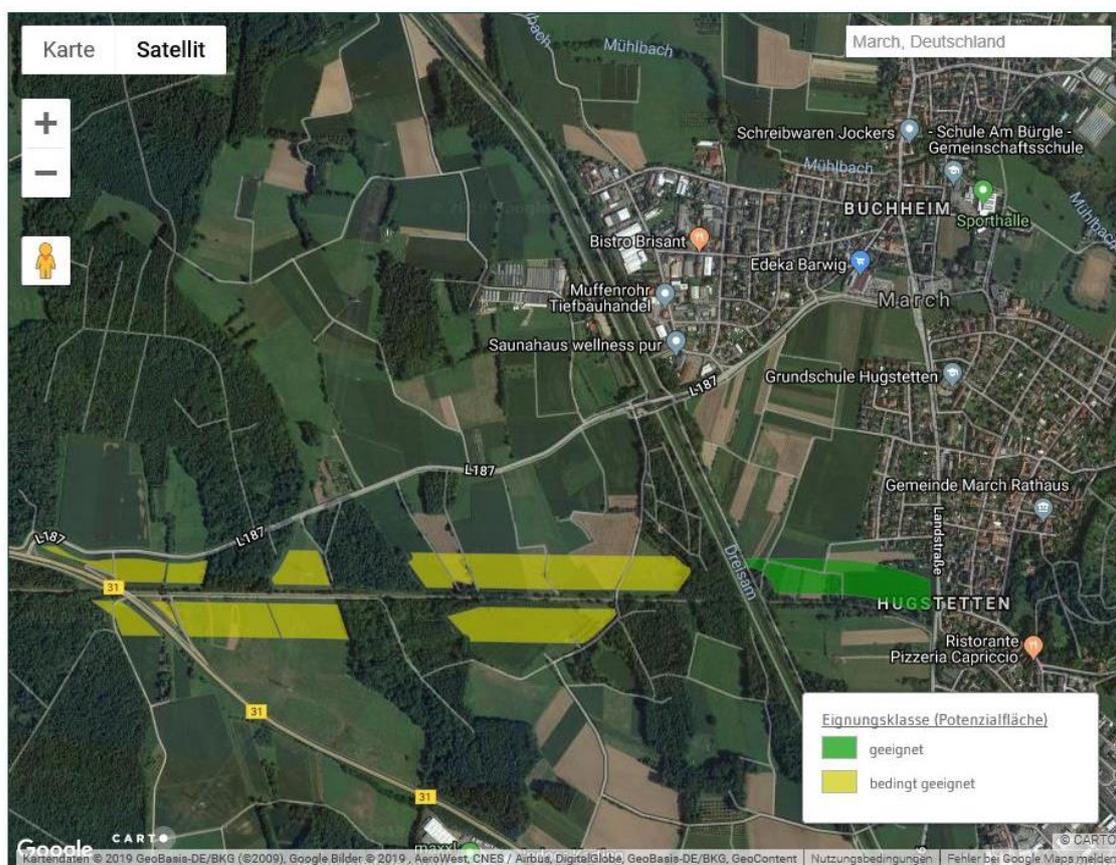


Abbildung 31 – Auszug der Karte des PV-Freiflächenpotenzials der Gemeinde March (Quelle: LUBW, 2018a, Energieatlas Baden-Württemberg)

Die dargestellten Potenziale geben lediglich einen Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten der PV auf Freiflächen vor Ort. Eine detaillierte Einzelfallprüfung wird dennoch in jedem Fall notwendig sein.

Da die Gemeinde March derzeit keinen Fokus auf den Ausbau von Freiflächenanlagen legt, wurde das hier gezeigte Potenzial nicht in weitere Berechnungen zum PV-Potenzial der Gemeinde oder den möglichen CO₂-Einsparungen einbezogen.

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 2017 in Deutschland einen Anteil von 87 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 24 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2018). Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 32). Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

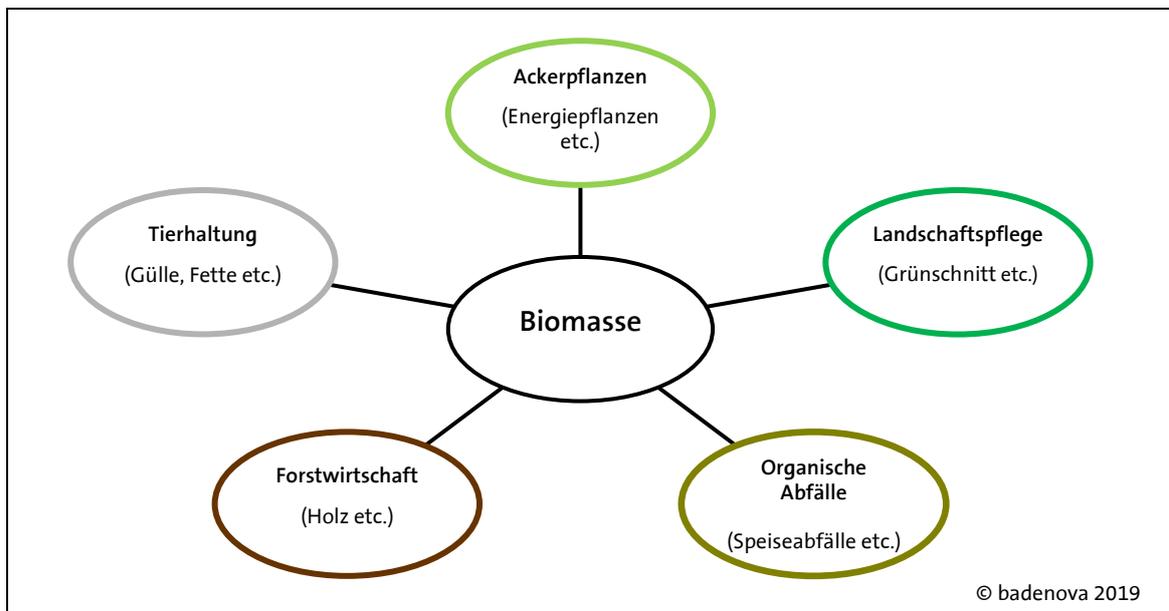


Abbildung 32 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet der Gemeinde March 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 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 March werden auf einer Fläche von 658 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2015). Auf 78 % dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut, davon hauptsächlich Körnermais und Winterweizen. Die restlichen Flächen werden für den Anbau von Roggen, Hafer, Hülsenfrüchten und Kartoffeln genutzt.

Reststoffe der Körnermaispflanzung stellen mit umgerechnet ca. 1.800 MWh/Jahr das größte verfügbare Energiepotenzial der ackerbaulichen Reststoffe dar. Reststoffe der Körnermaisproduktion sind die Stängel und Blätter, die in der Regel entweder zum Humusaufbau auf dem Feld verbleiben oder in Form von Silage der Tierernährung dienen. Getreidestroh (Winterweizen-, Roggen-, Haferstroh) kommt auf ca. 500 MWh/Jahr und Kartoffelabfälle auf 12 MWh/Jahr verfügbares Energiepotenzial.⁴

Neben den Ackerflächen werden in der March weitere 202 ha als Dauergrünlandflächen genutzt. Die auf diesen Flächen produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und kann in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist in March ein Energiepotenzial von über 900 MWh/Jahr auf.

Rund 7 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. Ähnlich fällt bei Obstanlagen (3 ha) Obsttrester an. Gemeinsam weisen diese Trester in der March ein Energiepotenzial von 22 MWh/Jahr auf.

Insgesamt ergibt sich ein theoretisches Gesamtpotenzial von ca. 3.200 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen. Die prozentualen Anteile der entsprechenden Energiepotenziale aus Reststoffen aus dem Ackeranbau sind in Abbildung 33 dargestellt.

⁴ Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in March auf zehn Haupterwerbslandwirte und 23 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

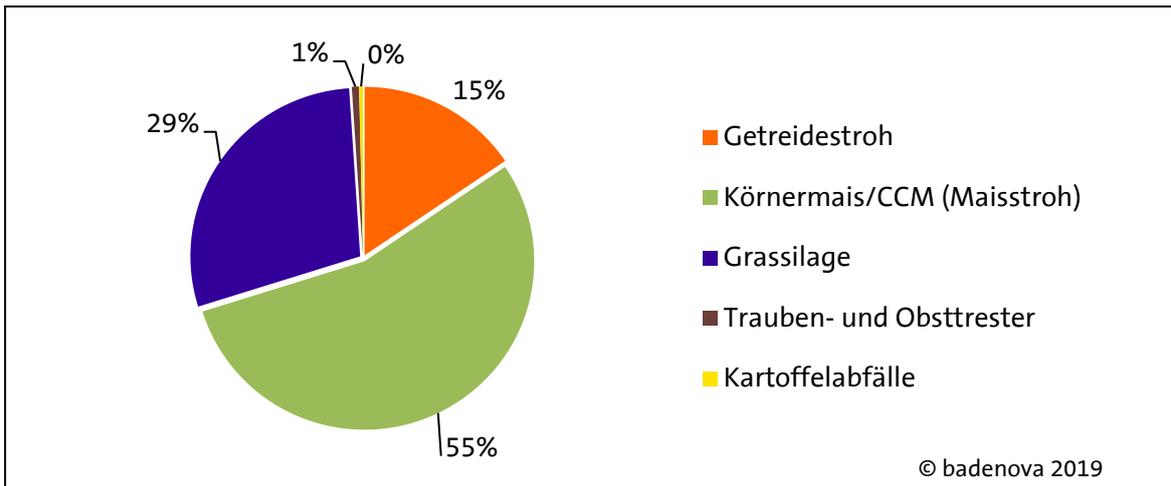


Abbildung 33 – Energiepotenziale aus Reststoffen von Ackerbaupflanzen und Grassilage

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 nach der Nutzung in einer Biogasanlage 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.

In der March gibt es nur wenige Nutztiere. So verteilen sich etwa 80 Rinder auf vier Betriebe und rund 60 Schafe auf drei Betriebe. Weiterhin werden 6 Pferde und rund 300 Hühner gehalten (jeweils Stand 2015). Das theoretische Energiepotenzial aus der Tierhaltung beläuft sich insgesamt auf ca. 108 MWh/Jahr. Abbildung 34 zeigt die Verteilung auf die einzelnen tierischen Exkremente an.

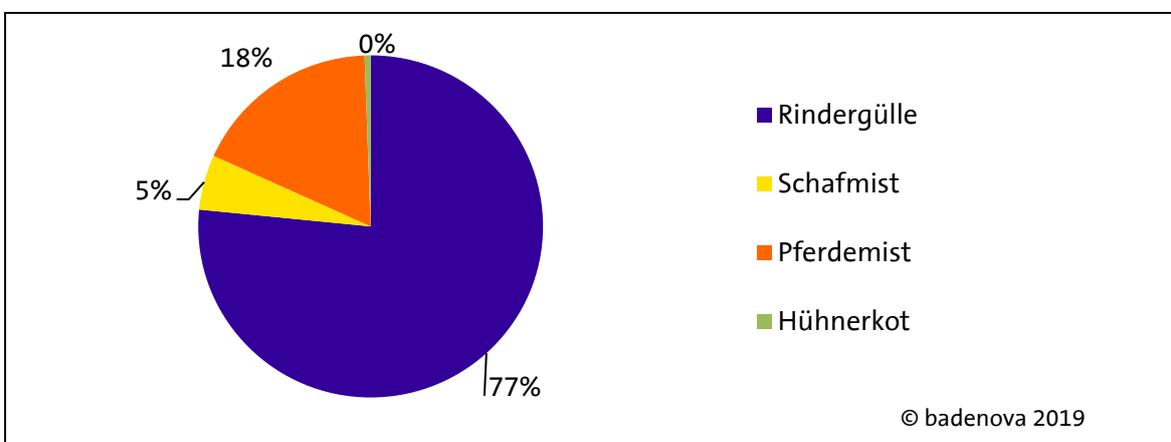


Abbildung 34 – Energiepotenziale aus tierischen Exkrementen

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.

Es konnten jedoch keine organischen Abfälle als energetische Potenziale für die Gemeinde March identifiziert werden. Die Nutzung der organischen Abfälle aus Biotonne und der Gartenabfälle birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 750 MWh/Jahr. Die Verwertung in einer Biogasanlage in March wird in dieser Studie jedoch ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald liegt. Diese werden bereits in einer Biogasanlage der Reterra in Freiburg verwertet (ALB, 2014).

Im Ortsteil Holzhausen gibt es eine Grünschnittannahmestelle. Die Abfälle werden über den Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald entsorgt, so dass auch hier schon eine energetische Verwertung besteht.

4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Das theoretische Biogaspotenzial summiert sich in der Gemeinde March auf einen Gesamtwert von ca. 3.400 MWh/Jahr, was im Rahmen der Stromerzeugung einem elektrischen Biogaspotenzial von 1.277 MWh/Jahr entsprechen würde und einer Biogasanlage mit ca. 180 kW_{el} Leistung⁵. Das größte theoretische Potenzial besteht, wie oben beschrieben, in der energetischen Nutzung der Reststoffe des Körnermaisbaus sowie der Grassilage.

In dieser Studie weitgehend unberücksichtigt bleiben allerdings 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. Besonders bei der energetischen Nutzung der tierischen Exkreme ist zu beachten, dass diese auf mehrere Betriebe verteilt sind und damit die Mengen pro Betrieb so gering sind, dass eine wirtschaftliche Nutzung in einer Biogasanlage nicht möglich ist.

In einem weiteren Schritt wäre eine projekt- und standortbezogene Wirtschaftlichkeitsanalyse notwendig, die die vorher genannten Punkte berücksichtigt.

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 der Gemeinde March beläuft sich die Waldfläche auf 425 ha, die fast ausschließlich in kommunalem Besitz ist. Nur ein kleiner Anteil von 10 ha sind Privatwald.

⁵ Für die Berechnung des Erzeugungspotenzials für Wärme und Strom wurden folgenden Annahmen getroffen: Mit den verfügbaren Substratpotenzialen wird eine Anlage für 6.800 Volllaststunden ausgelegt. Elektrischer Wirkungsgrad von 38 %, thermischer Wirkungsgrad von 54 %. Dabei werden 40 % der erzeugten Wärme für den Eigenbedarf der Anlage benötigt.

Der jährliche Holzzuwachs im Gemeindewald beträgt 2.206 fm (vgl. Abbildung 35). Davon werden jährlich 2.000 fm eingeschlagen. Der größte Anteil des eingeschlagenen Holzes wird energetisch genutzt und als Brennholz (1.250 fm) oder Hackschnitzel (100 fm) verwendet. Weitere 350 fm werden als Industrie- und Stammholz verwendet. Die übrigen 300 fm verbleiben aus ökologischen Gründen als Waldrestholz im Wald. Zudem bleiben aktuell jährlich 206 fm Zuwachs ungenutzt im Wald, da die Nutzung dieses Restpotenzials derzeit unwirtschaftlich ist.

Mit dem lokal verfügbaren Brennholz und den Hackschnitzeln können derzeit etwa 155 Haushalte mit Wärme versorgt werden. Würde man den ungenutzten Zuwachs nutzbar machen können, könnte man weitere 20 Haushalte mit Wärme versorgen.

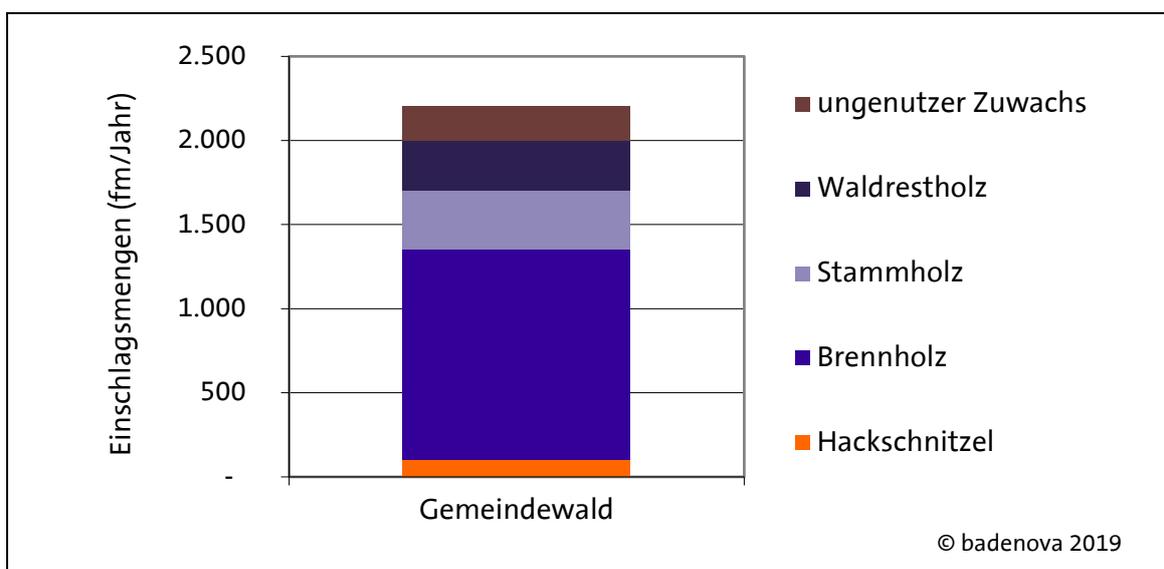


Abbildung 35 – Überblick über die Holznutzung im Gemeindewald der Gemeinde March

4.3 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wurde der Energieatlas des LUBWs herangezogen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient (LUBW, 2018b). Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit⁶, auch immissionsschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt.

⁶ Der Windatlas des Landes baut auf flächendeckenden Berechnungen auf. Daher besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es Abweichungen zu der tatsächlichen Windgeschwindigkeit an den spezifischen Standorten gibt. 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.

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.

Gemäß dem LUBW-Windatlas verfügt die Gemeinde March auf ihrer Gemarkung nach heutigem Stand der Technik über keine windhöffigen Standorte. Abbildung 36 zeigt einen großflächigen Kartenausschnitt der Gemeinde und farblich gekennzeichnete Windgeschwindigkeiten.

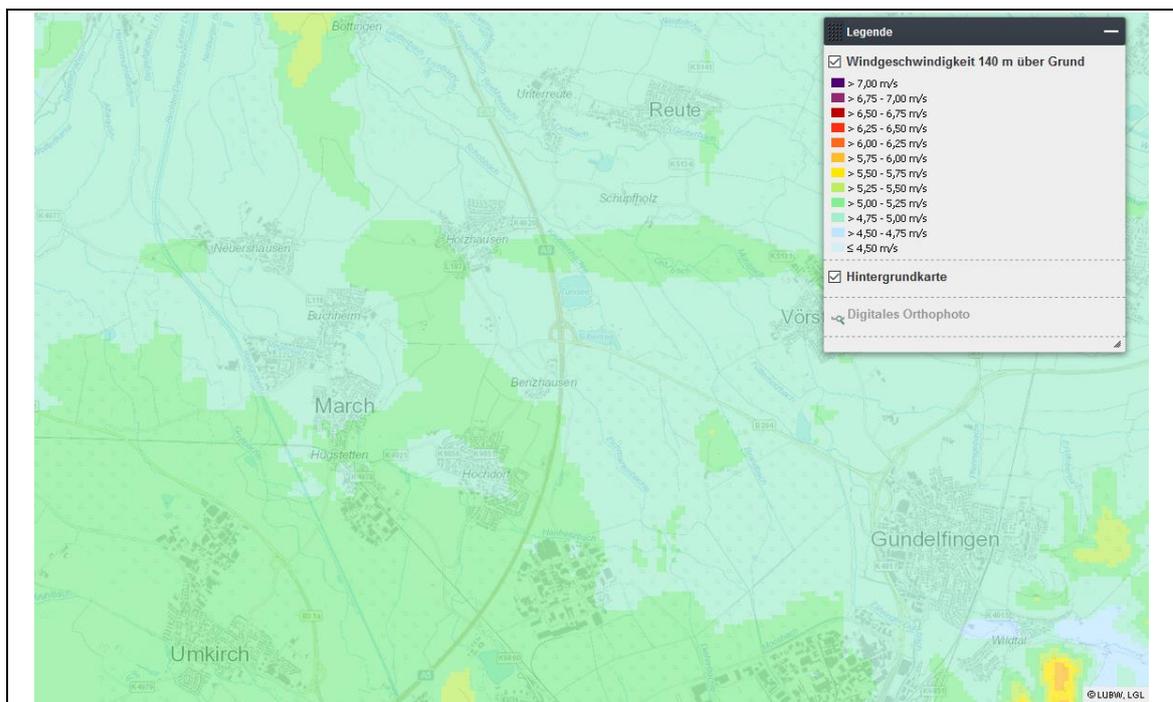


Abbildung 36 – Auszug des Energieatlas für Windpotenziale der Gemeinde March (Quelle: LUBW, 2018b, Energieatlas Baden-Württemberg)

4.4 Wasserkraft

Laut dem Energieatlas des LUBWs besteht in der Gemeinde March kein ungenutztes Wasserkraftpotenzial (LUBW, 2018c). Recherchen in der Gemeinde ergaben allerdings, dass es zwei stillgelegte Wasserkraftanlagen gibt, die bei attraktiveren Fördermöglichkeiten für Kleinwasserkraft wieder in Betriebe genommen werden könnten.

Für die stillgelegte Mühle in Buchheim wurde 2006 vom Ingenieurbüros Fichtner eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellt. Ergebnis war, dass aufgrund des geringen Niederschlags und damit des geringen Durchflusses, die Wirtschaftlichkeit nicht eindeutig gegeben war, so dass eine Reaktivierung derzeit nicht geplant ist.

An der „Teuffels Küche“ in Hugstetten war früher eine Turbine mit 14 PS bzw. ca. 10 kW installiert. Aus heutiger Sicht ist dort eine Leistung von 5-7 kW möglich. Die alte Technik ist teilweise noch vorhanden, so dass diese nur auf den neuesten

Stand gebracht und um eine Fischtreppe und einen Schmutzrechen ergänzt werden müsste. Ob eine Reaktivierung möglich ist, hängt allerdings auch von den Umbaumaßnahmen an der „Teuffels Küche“ ab.

Das Stromerzeugungspotenzial bei Reaktivierung der beiden Anlagen wäre voraussichtlich gering und läge bei etwa 20 MWh/Jahr.

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 die Kombination von Heiz- und Kühlprozessen ergibt 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 $< 25^{\circ}\text{C}$)
2. Tiefe Geothermie (in bis zu über 6.000 m Tiefe bei $> 25^{\circ}\text{C}$)
3. Hochenthalpielagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit $> 100^{\circ}\text{C}$)

In der Gemeinde March kann die oberflächennahe Geothermie genutzt werden. Für größere Gebäude oder für Gebäudegruppen eignet sich die am Grundwasser gekoppelte Wärmepumpe, die einen größeren Leistungsbedarf abdeckt. Einfamilienhäuser können vor allem die Erdwärmesonde oder auch Kollektorsysteme nutzen. Tiefengeothermische Potenziale lassen sich nur mit Bohrungen bis in mehreren 1.000 m Tiefe nutzbar machen.

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

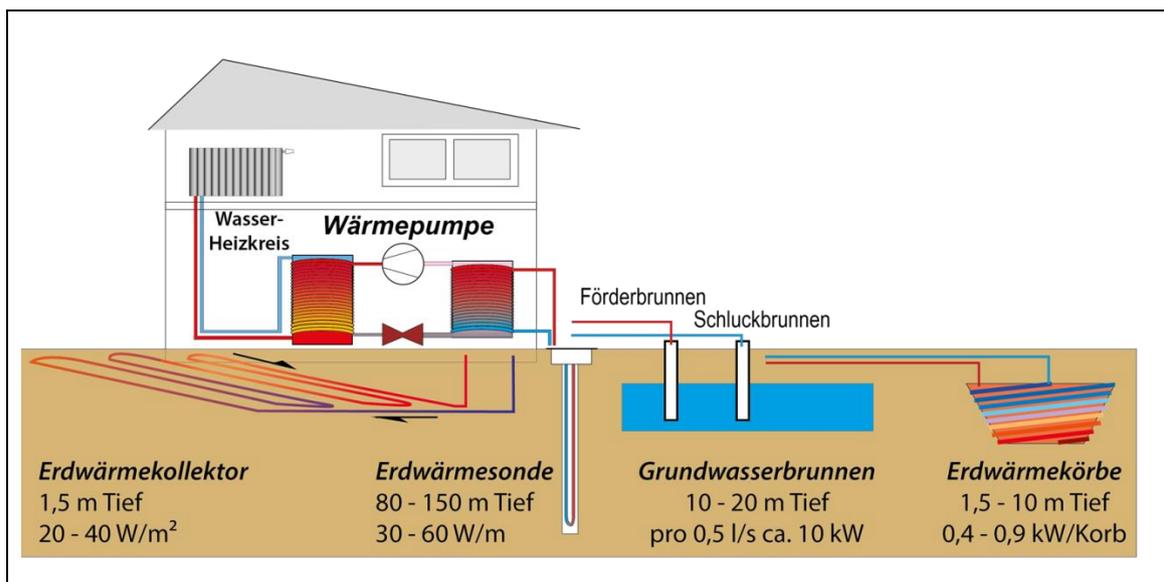


Abbildung 37 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Die March liegt im nordwestlichen Bereich der Breisgauer Bucht, am Nimberg zwischen Schwarzwaldrand und Kaiserstuhl. Der geologische Untergrund wird von Nord-Süd-verlaufenden Verwerfungen durchzogen, die ein Graben- und Horstsystem bilden. Teile der Gemarkung befinden sich in einem Wasserschutzgebiet. Davon betroffen ist das Gewerbegebiet March-Neuershausen. Im gesamten Gebiet ist mit artesisch gespanntem Grundwasser zu rechnen.

Im Osten, bei Holzhausen, stehen unterhalb einer dünnen Bodendeckschicht ca. 10 m Kiese und Sande des Quartärs an, darunter sulfathaltige Sedimentgesteine des Keupers (so genannter Gipskeuper).

Der westliche Teil von Buchheim und der Ortsteil Neuershausen werden vom Tertiär unterlagert, in dem ebenfalls sulfathaltige Gesteine auftreten. Über dem Tertiär liegt eine gut 60 m mächtige Lage aus sandig-schluffigen Kiesen. Der Grundwasserpegel liegt ungefähr bei 4 m unter GOK.

Hugstetten und der größte Teil von Buchheim liegen einem geologischen Horst auf. Die sandigen Kiese erreichen ebenfalls bis zu 60 m Mächtigkeit. Die oberen 10 bis 20 m weisen in der Regel gute Grundwasserdurchlässigkeiten auf, darunter führen die Schichten zunehmende Schluffanteile und zersetzte „faule“ Schwarzwaldkiese, welche die Durchlässigkeiten deutlich verringern. Der Grundwasserpegel kann örtlich bereits bei 2 bis 3 m unter GOK angetroffen werden.

Aufgrund der Sulfatgesteine und der darunter lagernden grundwasserführenden Muschelkalkschichten unterliegen weite Gebiete der March einer Begrenzung der Bohrtiefe. Zudem ist das Gebiet tektonisch stark beeinflusst. Die oberflächennahe Geothermie kann aus diesen Gründen auf der Gemarkung March nur mit einigen Einschränkungen genutzt werden. In den Ortsteilen Buchheim und Neuershausen dürfen Bohrungen nur bis in maximal 95 m Tiefe abgeteuft werden. In Hugstetten und im nördlichen Bereich von Buchheim darf auch tiefer gebohrt werden. Für Holzhausen ist die Teufe gebietsweise auf maximal 10 m beschränkt, weshalb dort die Erdwärmesonde und auch der Grundwasserbrunnen keine Option für die Wärmeversorgung darstellen. Wenn eine Bohrung auf Gips stößt, dann ist diese nach

dem gängigen Leitfaden für Erdwärmesondenbohrungen in Baden-Württemberg (2012) abubrechen. Zwar darf in den südlichen Bereichen von Holzhausen auch deutlich tiefer als 10 m gebohrt werden. Allerdings ergibt sich aus der Kombination von Gipskeuper, grundwasserführendem Muschelkalk und gespanntem Grundwasser ein hohes Bohrrisiko, weshalb das Potenzial für diesen Ortsteil in dieser Studie mit Null angegeben wird. Viele Unfälle in Baden-Württemberg mit gravierenden Bauschäden basieren auf genau dieser geologischen und hydrologischen Situation. Für große Flurflächen ist die Anwendung der erdgekoppelten Wärmepumpe mittels Flächenkollektoren hingegen überall möglich.

Derzeit sind in der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB, 2019) mindestens 15 Erdwärmesonden-Anlagen mit insgesamt 27 Sonden für die March registriert. Weitere sechs Anlagen mit acht Sonden sind dem Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald bekannt. Die Bohrlänge erreicht im Einzelfall bis zu 102 m.

Neben den genannten Anlagen, die auf der Basis von Erdwärmesonden betrieben werden, sind außerdem insgesamt acht Brunnenanlagen für Grundwasser-Wärmepumpen registriert. Eine davon ist eine Anlage mit insgesamt sieben Förderbrunnen und zwölf Schluckbrunnen im Wohngebiet Neumatten in Hugstetten.

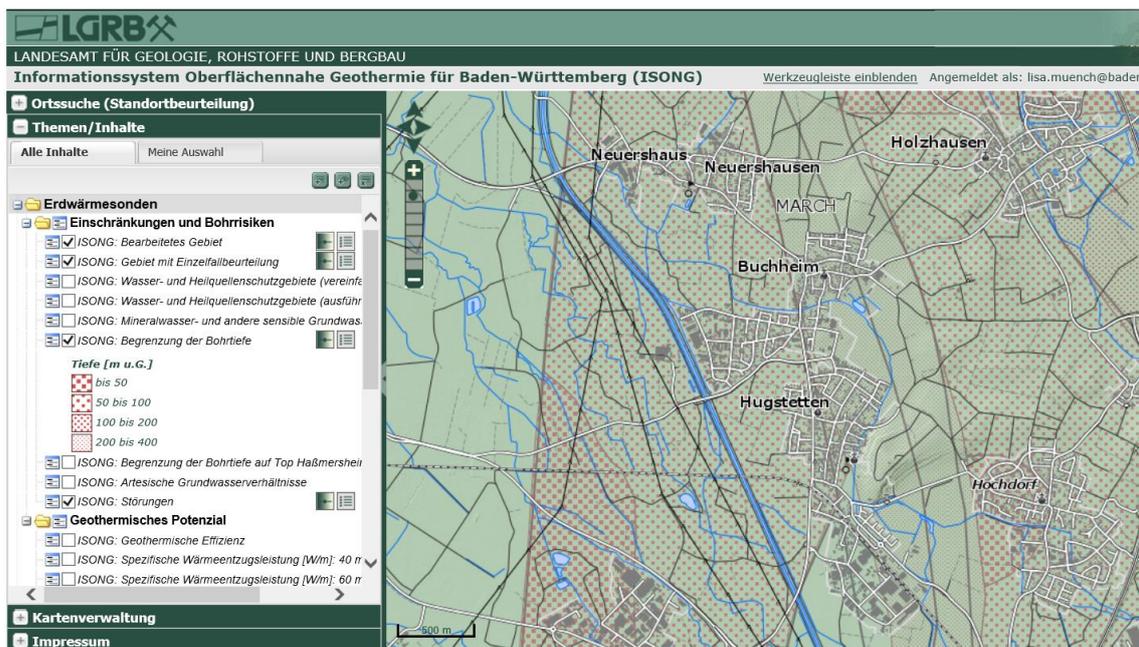


Abbildung 38 – Lage, Verwerfungslinien und Bohrtiefenbegrenzungen im Gebiet March (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg)

Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des Regierungspräsidiums Freiburg i. Br. - Abt. 9 - LGRB - grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde.

4.5.2 Geothermepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters und der obigen Ausführungen konnte für March ein bedarfsorientiertes Geothermepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 9.5 erläutert.

Die Ergebnisse des Geothermiekatasters zeigen, dass theoretisch 15 % des Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils maximal 95 m langen Sonden abgedeckt werden könnten. Viele Wohngebäude benötigen mindestens zwei oder sogar bis zu vier Sonden, um ihren Wärmebedarf mit Erdwärme decken zu können. Dadurch steigen die Investitionskosten sehr stark an.

Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es nötig, die Heizungsvorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualtersklasse F (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 39 für Erdwärmesonden mit bis zu 90 m Länge dargestellt.

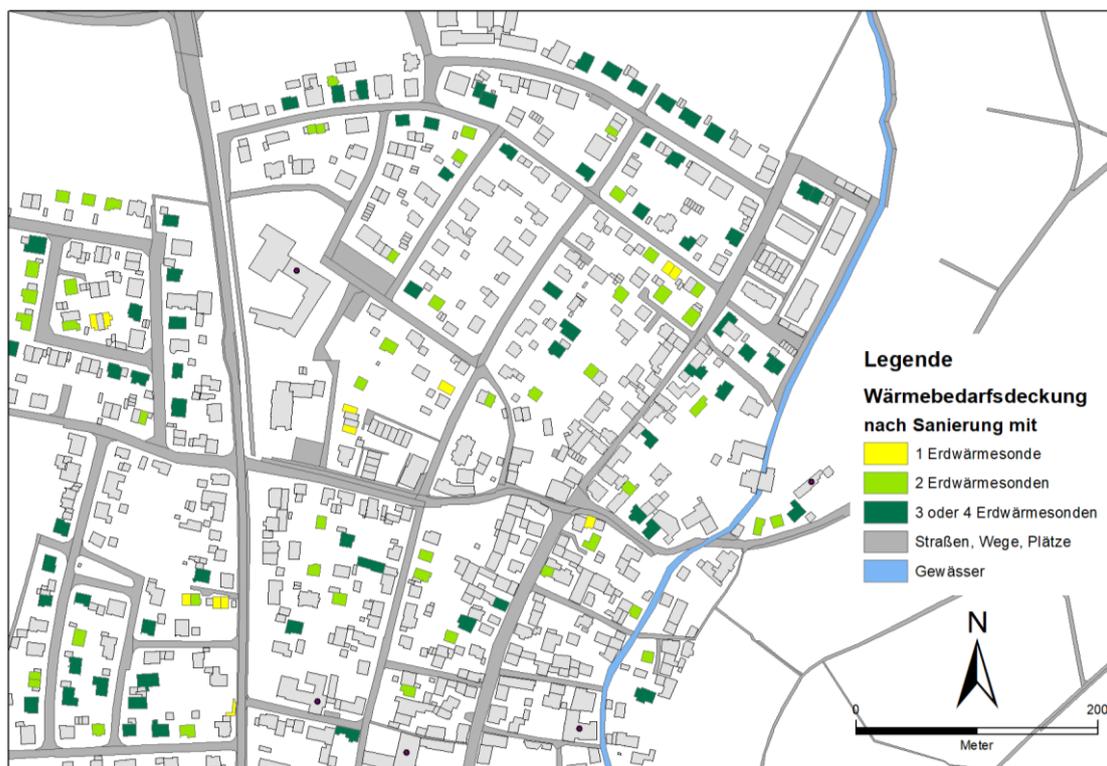


Abbildung 39 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial), Ortsteil Hugstetten

Unter diesen Voraussetzungen können gut 13 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs der Gemarkung March mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt ca. 4 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart. Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge
	90 m
Theoretisches Potenzial	
Möglicher Deckungsanteil des Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Erdwärmesonden-Wärmepumpen	15 %
Technisch-ökonomisches Potenzial	
Möglicher Deckungsanteil des Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Erdwärmesonden-Wärmepumpen	13 %
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	4 %

Tabelle 6 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in der March

Unberücksichtigt bleibt die Nutzung des Grundwassers zum Betreiben einer Wärmepumpe, da dieses Potenzial im Rahmen der Methodik nicht zu bestimmen ist. In Abbildung 39 ist zu erkennen, dass sich in den Ortsteilen der March das nutzbare geothermische Potenzial sehr diffus verteilt. Viele Gebäude benötigen mehr als eine Erdwärmesonde zur vollständigen Bedienung des Wärmebedarfs. In den Potenzialfällen ist zu prüfen, ob die Möglichkeit für einen Gasanschluss gegeben ist oder ob die Anwohner ihren Wärmebedarf tendenziell eher mit einer Öl- oder Stromheizung decken. Lassen sich solche oder allgemein veraltete Heizungssysteme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmenutzung.

4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in der Gemeinde March

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

Solarenergie

- Signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien gibt es in March bei der Solarenergie, die einen wesentlichen Beitrag zur umweltfreundlichen Strom- und Wärmeversorgung leisten könnte.

Biomasse/Biogas

- Die vorhandenen Reststoffe, vor allem aus Mais- und Getreidestroh sowie Grassilage, könnten in einer Biogasanlage verwertet werden. Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich damit zwar ein technisches Biogaspotenzial

für eine Biogasanlage mit ca. 180 kW_{el} ableiten, aber nach heutigem Kenntnisstand kein wirtschaftlich nutzbares.

Holz

- Die lokalen Energieholzpotenziale aus dem Gemeindewald werden bereits genutzt. Bisher ungenutzter Zuwachs verbleibt vor allem aus Gründen der Ökologie und Nachhaltigkeit im Wald.

Windkraft

- Es sind keine wirtschaftlich nutzbaren Ausbaupotenziale für die Windkraft in der Gemeinde vorhanden.

Wasserkraft

- In der Gemeinde sind zwei stillgelegte Wasserkraftanlagen mit Reaktivierungsmöglichkeiten vorhanden. Das Stromerzeugungspotenzial ist voraussichtlich gering.

Geothermie

- 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.

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 March 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 March 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

Der jährliche Stromverbrauch der Gemeinde March liegt bei ca. 22.100 MWh und wurde im Jahr 2015 bereits zu 23 % durch die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gedeckt. Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in March besonders im Bereich der Photovoltaik vorhanden.

Allein mit der Ausschöpfung der PV-Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnte der Stromverbrauch zu über 100 % gedeckt werden. Hinzu kommt das technische Potenzial für Biogas und ein sehr geringes Potenzial aus Wasserkraft, so dass insgesamt der heutige Stromverbrauch zu 107 % mit erneuerbarer Energie gedeckt werden könnte. Mit den vorhandenen Potenzialen könnte March somit das angestrebte Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38,5 % erneuerbare Energien bis 2020 nicht nur erreichen, sondern bei gleichbleibendem Stromverbrauch deutlich übertreffen (vgl. Abbildung 40).

Gegenüber dem deutschen Strommix wäre dies eine CO₂-Einsparung von über 9.740 t im Jahr, die sich die Gemeinde in ihrer CO₂-Bilanz gutschreiben könnte. Dadurch würde sich der CO₂-Ausstoß der Gemeinde um 20 % bzw. um 1 t CO₂ pro Einwohner und Jahr 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.

CO₂-Einsparpotenzial: 9.740 t/Jahr - 20 %

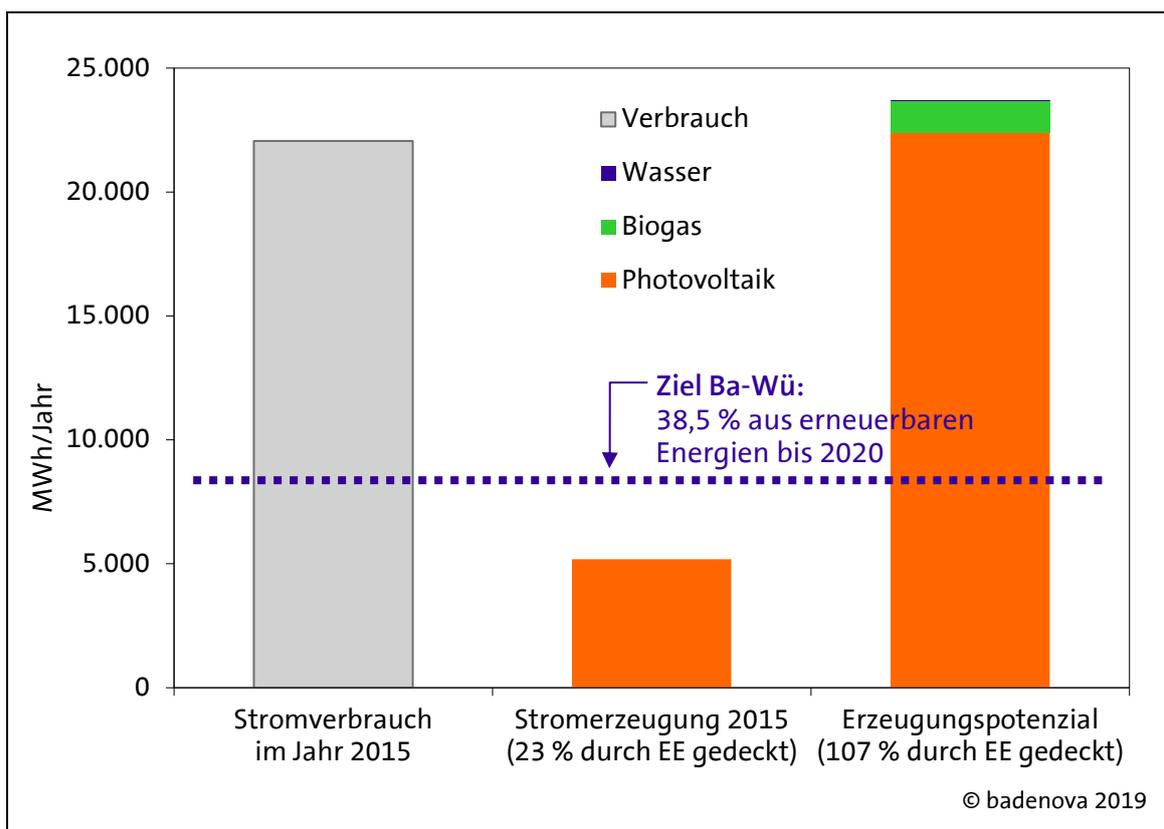


Abbildung 40 – Aktueller Stromverbrauch in March im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

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 nur sehr beschränkt möglich ist (vgl. Abbildung 41).

Der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte in March betrug im Jahr 2015 rund 72.000 MWh. Davon wurden bereits 10 % aus erneuerbaren Energiequellen (Energieholz, Geothermie und Solarthermie) erzeugt

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde March könnten ca. 4.400 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für Warmwasser erzeugt werden. Zusammen mit den vorhandenen Geothermiepotenzialen könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu 24 % des Wärmeverbrauchs decken. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 21 % zu erhöhen. Durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Potenziale und der gleichzeitigen Senkung des Wärmeverbrauchs könnte die Gemeinde March dieses Ziel erreichen.

In Neuershausen wird derzeit im sog. Energiepark March in den ehemaligen Gebäuden der Firma Schwenk ein Holzheizkraftwerk geplant. Die Anlage soll eine

Wärmeleistung von 4,8 MW haben und mit Hilfe von zwei Turbinen mit einer Leistung von ca. 500 kW auch Strom erzeugen. Ziel ist, Reststoffe und den Grünschnitt aus der Straßenmeisterei zu verwerten. Bei Abschluss der Studie war die Anlage noch nicht in Betrieb.

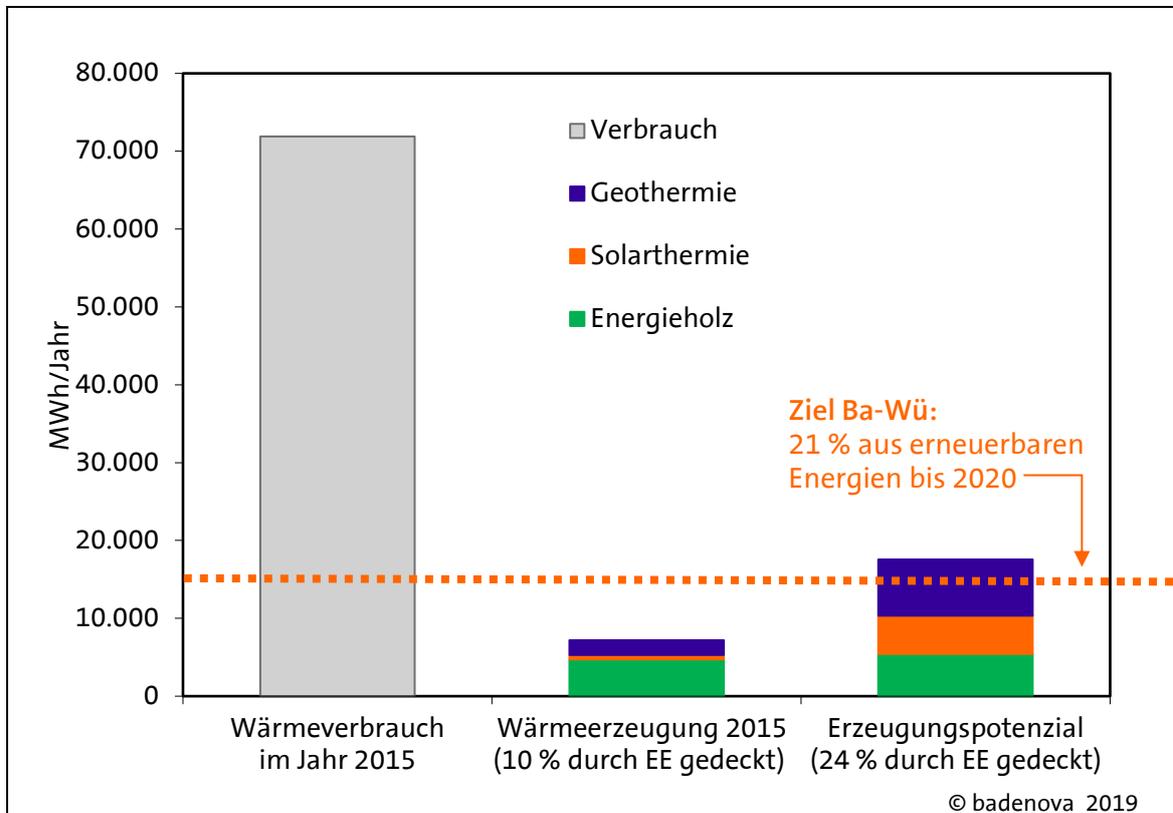


Abbildung 41 – Aktueller Wärmeverbrauch in March im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

CO₂-Einsparpotenzial: 2.010 t/Jahr - 4 %

Abbildung 41 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 Heizungspumpentausch

Der Austausch alter Heizanlagen stellt ein grundlegendes Handlungsfeld für Privathaushalte dar. Die Effizienz von Heizanlagen hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert, wodurch auch jüngere Anlagen ein Potenzial für Effizienzsteigerungen besitzen, welche wiederum zu Energie- und Kosteneinsparungen führen

können. Heizölkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnutzungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen. Konkret bedeutet dies, dass der Austausch alter Kessel in diesem Fall den Energiebedarf um 22 % senken könnte.

Darüber hinaus gibt es Synergieeffekte durch die Umstellung von Anlagen auf andere Energieträger (z.B. Heizöl auf Erdgas). Im Jahr 2015 wurden in March 23 % des Wärmeverbrauchs durch Heizöl erzeugt. Eine Umstellung dieses Energieträgers auf Erdgas würde 5 % der gesamten CO₂-Emissionen der March einsparen. Zusätzlich zu diesem deutlichen Einsparpotenzial ergeben sich durch die Effizienzsteigerungen beim Heizungsaustausch gleichzeitig weitere CO₂-Einsparungen. Die Gemeinde weist einen hohen Ausbaugrad des Erdgasnetzes auf, mit dem die Umstellung von Heizöl auf Erdgas in vielen Wohnbereichen möglich ist.

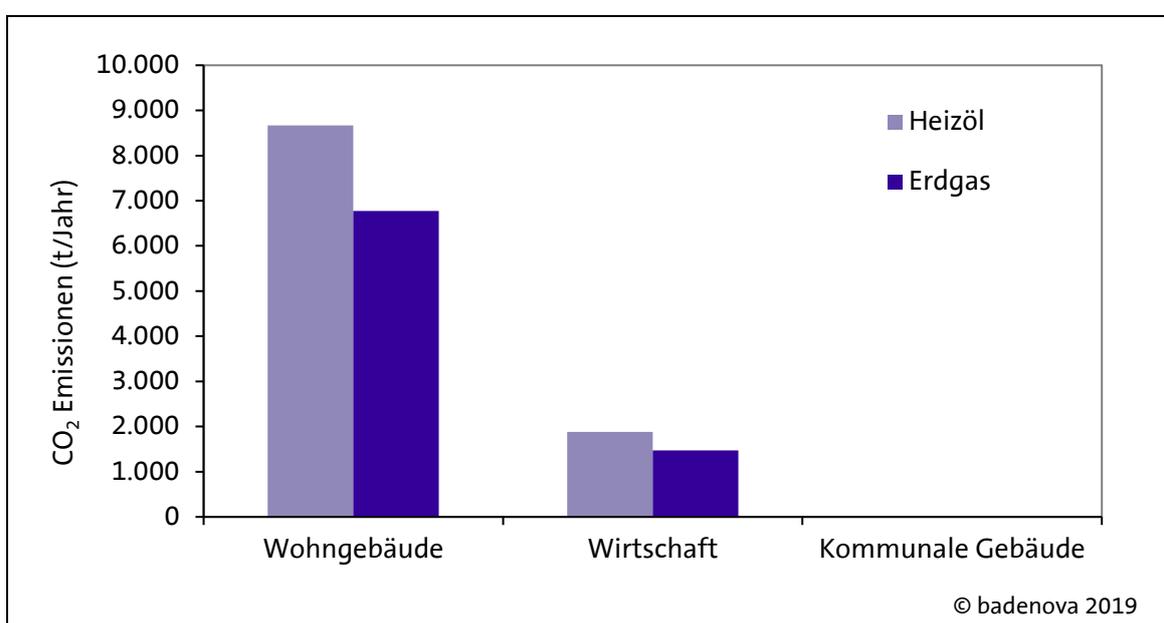


Abbildung 42 – CO₂-Einsparpotenziale bei der Umstellung von Heizöl auf Erdgas

CO₂-Einsparpotenzial: 2.300 t/Jahr - 5 %

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 Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden und KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern (UMBW, 2015). In der Gemeinde March sind bereits 16 Anlagen in privaten Haushalten, Gewerbebetrieben und kommunalen Liegenschaften installiert, jedoch decken diese erst 1 % des Wärmebedarfs und 3 % des Stromverbrauchs der Gemeinde. Damit ist noch ein weiterer Ausbau nötig, um das Landesziel, 20 % des Stromverbrauchs mit KWK-Anlagen zu decken, in der March zu erreichen (vgl. Abbildung 43).

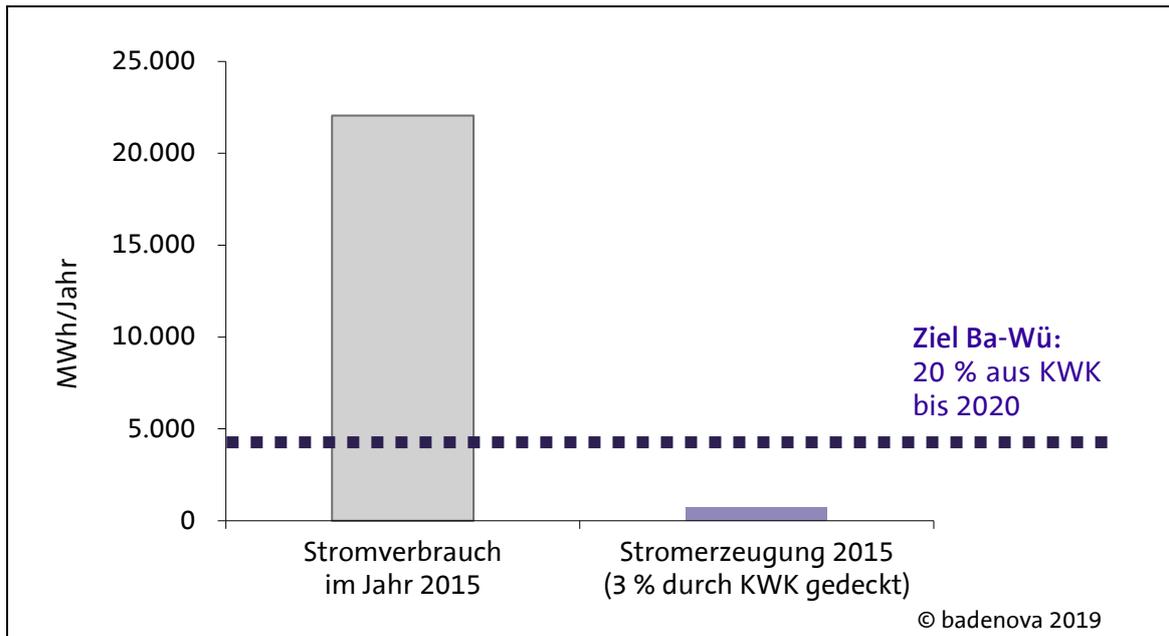


Abbildung 43 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch

Für den Aufbau von Nahwärmeverbänden bzw. KWK-Anlagen bestehen in der Gemeinde March generell Potenziale. Insbesondere in Kombination mit Sanierungs- und Quartierskonzepten in Bereichen mit großen Verbrauchern können Potenziale genauer identifiziert und untersucht werden (vgl. Kapitel 5.3.2). Bei anstehenden Heizungssanierungen von kommunalen Liegenschaften sollte der potenzielle Einsatz von KWK-Anlagen und ein möglicher Aufbau eines Nahwärmenetzes geprüft werden.

Das kommunale Nahwärmenetz im Zentralgebiet in Buchheim bietet nach aktuellem Sachstand Potenzial zur Erweiterung, das heißt, dass die Heizzentrale Kapazität bietet weitere Gebäude anzuschließen. Bei Planungen zur „Neuen Mitte“ und weiterer Neubauten im Zentralgebiet sowie bei anstehenden Heizungssanierungen in naheliegenden Bestandsgebäuden sollte dies berücksichtigt werden.

Neben den privaten Haushalten sollte besonders in Gewerbebetrieben der Einbau von KWK-Anlagen weiter vorangetrieben werden. Einige Betriebe in der March nutzen bereits effiziente KWK-Anlagen oder befinden sich in der Planung, eine solche Anlage einzubauen. Durch Öffentlichkeitsarbeit und der Vernetzung von Marcher Unternehmen können die Betriebe die notwendigen Informationen erhalten. Der Umstieg auf KWK-Anlagen wird ihnen somit erleichtert.

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 44 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude in March (mittig), das mögliche Einsparpotenzial (rechts) sowie das Ziel der Bundesregierung (Pfeile) dargestellt. March verfügt über ein signifikantes Einsparungspotenzial beim privaten Wärmeverbrauch.

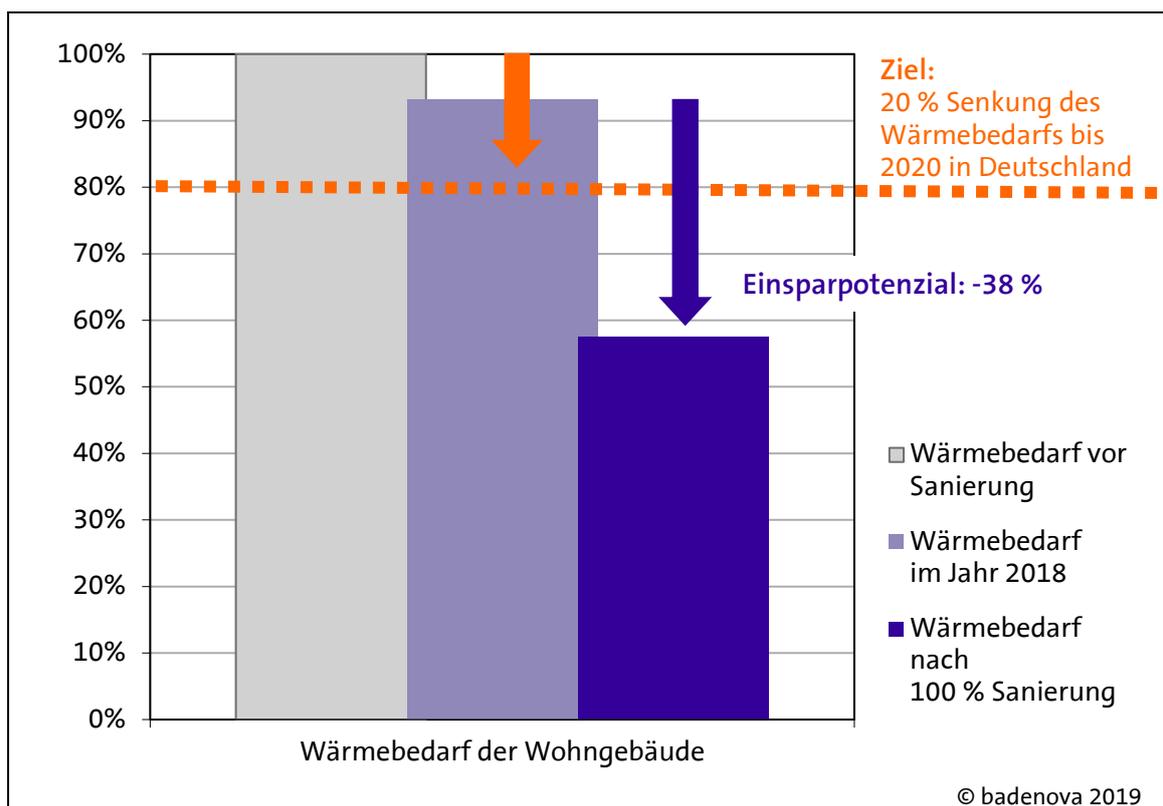


Abbildung 44 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

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 March wurden 69 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 4 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 March alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Wärmeschutz-Verordnung EnEV 2014 modernisiert werden, könnte man 38 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude einsparen (vgl. Abbildung 44). Würde man einen höheren Sanierungsstandard wählen, z.B. KfW-Effizienzhaus 55, ließen sich bis zu 60 % des aktuellen Wärmebedarfs einsparen. Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

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

CO₂-Einsparpotenzial: 6.000 t/Jahr - 13%

5.3.2 Sanierungs- und Quartierskonzepte

Wichtig hinsichtlich der Steigerung von Sanierungsraten und Verringerung und Optimierung der Wärmeverbräuche sind Maßnahmen, in denen die Gemeinde als Initiatorin und Impulsgeberin agiert, so wie dies bei Sanierungs- und Quartierskonzepten der Fall ist. Letztlich werden Informations- und städtische Förderprogramme sowie Partizipationsprozesse Voraussetzung für die „Aktivierung“ von energetischen Sanierungen bei Privathaushalten sein.

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

Ein Areal, welches bereits vor einigen Jahren von der Gemeindeverwaltung identifiziert worden war, ist der Bereich nördliches Buchheim oberhalb der Holzhauser Straße in der Nachbarschaft zum Kindergarten Buchheim (vgl. Abbildung 45). Dort sind ähnliche Baualter der Gebäude aus den 1970er Jahren und immer wieder homogene Gebäudestrukturen vorzufinden. Da das Erdgasnetz nicht vollständig ausgebaut ist, werden dort viele ältere Heizölheizungen vermutet.

Gegenstand der Überlegungen war, bei der Sanierung der Heizanlage im Kindergarten, den Einbau eines BHKW und den Aufbau eines Nahwärmenetzes innerhalb des Quartiers zu prüfen. Im Rahmen eines Quartierskonzepts könnte eine Befragung der Anwohner durchgeführt werden, um die Potenziale für einen Nahwärmeverbund zu ermitteln. Das Ziel ist, Synergieeffekte bei der Sanierung und der Wärmeversorgung zu nutzen, somit die Effizienz zu steigern und letztlich den Klimaschutz voranzutreiben. Der Sachstand bei Abschluss der Studie war, dass die Sanierung des Kindergartens und somit auch weitere Untersuchungen in diesem Gebiet vorerst zurückgestellt sind.

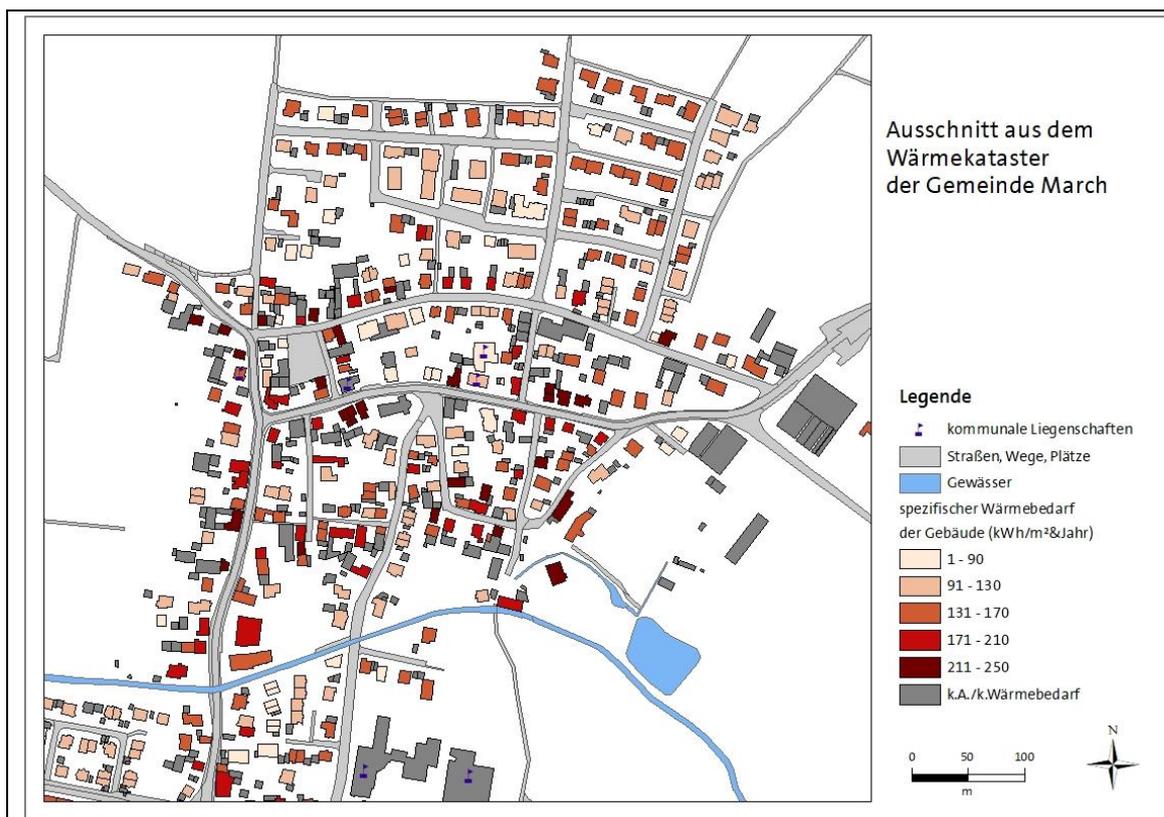


Abbildung 45 – Auszug des Wärmekatasters: Spezifischer Wärmebedarf auf Gebäudeebene

5.3.3 Energiekonzepte für Neubaugebiete

Nicht nur im Bestand gibt es Handlungsbedarf, auch zukünftige Wohngebiete sollten vorausschauend geplant werden. Die Gebäude, die heute gebaut werden, stehen mehrere Jahrzehnte. Dies gilt auch für die Variante der Wärmeversorgung, welche jetzt schon die CO₂-Belastung von morgen vorbestimmt. Hinzu kommen immer komplexere gesetzliche Vorgaben, die von Kommunen beachtet werden müssen.

Durch eine sinnvolle Kombination aus energetischem Gebäudestandard und Wärmeversorgung können nicht nur CO₂-Emissionen dauerhaft niedrig, sondern auch die Kosten für die zukünftigen Bewohner auf einem maßvollen Niveau gehalten werden. So können nachhaltige und langfristige Lösungen geschaffen werden, die an die Situation vor Ort optimal angepasst sind.

Im Rahmen eines Energiekonzepts für Neubauquartiere könnte die Gemeinde March eine Beratung in Anspruch nehmen, um eine Entscheidungshilfe für die Planung klimafreundlicher und zukunftsfähiger Wohngebiete zu erhalten.

Außerdem kann die Gemeinde durch Beratung und Bauvorgaben an die Bauträger und zukünftigen Gebäudeeigentümer Einfluss auf den zukünftigen energetischen Standard im Quartier nehmen. Beispielsweise könnte im Rahmen des Grundstücksverkaufs vertragsrechtlich ein bestimmter Gebäudeenergiestandard (z.B. Passivhaus-Standard) oder die Errichtung einer PV-Anlage bei Neubauten vereinbart werden.

5.3.4 Umweltfreundliche Mobilität

Der verkehrsbedingte CO₂-Austoß ist mit einem Anteil von einem Drittel an den Gesamtemissionen der Gemeinde ein wichtiger Faktor der Klimabelastung der Gemeinde. Um die verkehrsbedingten Emissionen zu reduzieren, sollten deshalb die Grundsätze der Verkehrsplanung – Verkehr vermeiden, verlagern und schließlich umweltfreundlicher gestalten – berücksichtigt werden.

Um den Umstieg vom privaten PKW auf das Fahrrad und den ÖPNV in der Gemeinde March zu erleichtern, ist ein Fahrradwegeausbau unbedingt nötig, wie er bereits im Rahmen des Gemeindeentwicklungskonzepts diskutiert wurde. Ziel muss sein, die Anbindung der einzelnen Ortsteile an den Bahnhof Hugstetten zu verbessern. Mit der Zunahme an Pedelec-/E-Bike-Fahrern sollten auch die Fahrradpendelstrecken in die nahe gelegenen Gemeinden und besonders nach Freiburg ausgebaut werden, so dass auch ein Teil des Berufsverkehrs auf das Pedelec/E-Bike verlagert werden kann.

Um das ÖPNV-Angebot zwischen den Ortsteilen und die Anbindung an den Bahnhof zu verbessern, könnte auch die Einrichtung eines Bürgerbusses interessant sein. Auch der Aufbau des geplanten Carsharings trägt dazu bei, die Abhängigkeit vom privaten PKW zu verringern. Seit April 2019 wird am Bahnhof in Hugstetten von der Firma Stadtmobil Südbaden ein Elektroauto Renault Zoe bereitgestellt. Bei einer hohen Auslastung des Carsharing-Fahrzeugs sollten weitere Standorte erschlossen werden.

Neben den beschriebenen Möglichkeiten zur Verkehrsverlagerung, sollte auch über eine umweltfreundlichere Gestaltung des übrigen Verkehrs nachgedacht werden. Hier rückt zweifelsfrei die Elektromobilität in den Vordergrund. Im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor haben Elektrofahrzeuge den klaren Vorteil, dass beim Fahrbetrieb lokal keine CO₂-Emissionen und nahezu keine NO_x-Emissionen (Stickstoffoxide) auftreten. Auch fallen die Feinstaubemissionen und bei niedrigen Geschwindigkeiten auch die Geräuschemissionen wesentlich geringer aus. Damit können Elektrofahrzeuge einen wichtigen Beitrag zur Entlastung von Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen leisten.

Zudem belegen aktuelle Studien den Klimavorteil von Elektroautos. Schon heute fallen die Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Elektroautos – d.h. von der Herstellung bis zu Entsorgung – auch unter Verwendung des deutschen Strommix geringer aus als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor (IFEU, 2017a). In Zukunft wird sich dieser Effekt durch den weiteren Ausbau von Erneuerbare-Energien-Anlagen noch verbessern. Um den Umweltvorteil von Elektroautos voll auszuschöpfen, sollte das Ziel dennoch sein, den Fahrstrom komplett mit Strom aus erneuerbaren Energien zu decken und auch im Produktionsprozess bei der energieintensiven Herstellung der Batterien auf erneuerbare Energien zu setzen.

Die Bestandsanalyse im Bereich Elektromobilität hat gezeigt, dass die Gemeinde March zum aktuellen Stand des Markthochlaufs der Elektromobilität bereits gut mit öffentlichen Ladesäulen ausgestattet ist. Aufgabe der Gemeinde ist nun, den Markthochlauf sinnvoll zu begleiten und Bürger und Gewerbetreibende zum Thema Elektromobilität aufzuklären. Da 85 % der Ladevorgänge zu Hause oder beim Arbeitgeber stattfinden, könnte der Aufbau privater oder gewerblicher Ladefrastruktur unterstützt werden, um den Umstieg auf ein Elektroauto zu erleich-

tern. Besonders bei Liefer- oder Pflegediensten, die viel im Gemeindegebiet unterwegs sind, wäre eine Nutzung von Elektrofahrzeugen wünschenswert. Auch sollte das Thema bei der Ausweisung von Neubaugebieten berücksichtigt werden, indem Leerrohre oder Stromleitungen für zukünftige Ladeinfrastruktur vorverlegt werden.

Eine Möglichkeit das Thema Elektromobilität umfassend für die Kommune zu erörtern und daraus umsetzungsorientierte Maßnahmen abzuleiten, bietet die Erstellung kommunaler Elektromobilitätskonzepte, die derzeit vom Bund mit 80 % der Kosten gefördert werden.

6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat March 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 Modernisierung der Straßenbeleuchtung, die Nutzung von Holzpellets im Rathaus, die Sanierung von kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden sowie der Ausbau der Photovoltaik zu nennen.

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

- Verstärkte Nutzung des signifikanten Photovoltaikpotenzials
- Ausbau der Wärmeerzeugung durch Solarthermie- und Geothermieanlagen
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen im Allgemeinen, Heizölheizungen im Speziellen sowie Heizungspumpen
- Fortführung der Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED
- Aus- und Aufbau von Wärmeverbänden im Wohngebäude- und Gewerbebereich sowie in kommunalen Liegenschaften, wenn möglich auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplung oder erneuerbaren Energien
- Steigerung der Sanierungsraten, insbesondere bei Wohngebäuden
- Prüfung von nachhaltigen Energiekonzepten für Neubaugebiete
- 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, individuelle Fragestellungen der Gemeinde systematisch anzugehen.

Im nächsten Schritt gilt es, unter Einbindung der Bürger und lokalen Akteure, eine konkrete Klimaschutzstrategie für March sowie umsetzungsfähige Klimaschutzmaßnahmen auszuarbeiten. Mögliche nächste Bausteine wären hierzu beispielsweise die Einstellung eines Klimaschutzmanagers zur Erarbeitung eines Klimaschutzkonzepts, die detaillierte Betrachtung eines ausgewählten Bereichs zur Erarbeitung eines energetischen Quartierskonzepts oder die Umsetzung von Klimaschutzaktionen und Informationsveranstaltungen in der Gemeinde. Diese drei Bausteine sind in Abbildung 46 farblich dargestellt.

badenova bietet die Möglichkeit, den weiteren Klimaschutzprozess in der Gemeinde March sowie die Umsetzung von konkreten Maßnahmen zu begleiten.

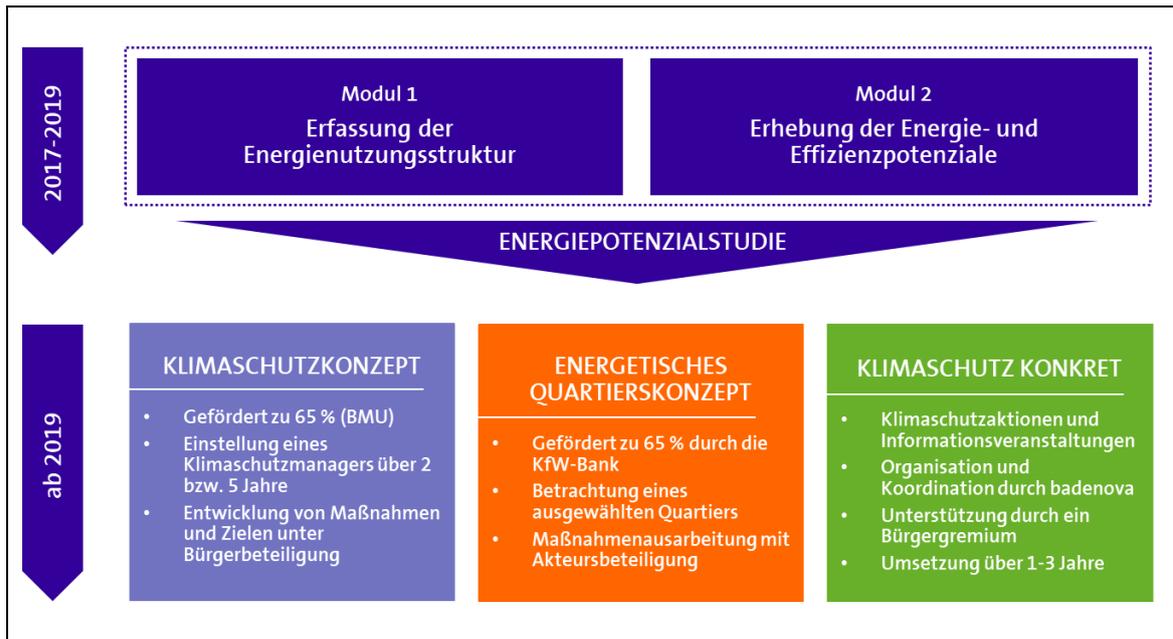


Abbildung 46 – Ausblick auf die nächsten Schritte zum lokalen Klimaschutz

7. Literaturverzeichnis

ABFALLWIRTSCHAFT LANDKREIS BREISGAU-HOCHSCHWARZWALD (ALB) (2014). Abfallwirtschaftskonzept Landkreis Breisgau Hochschwarzwald 2015 bis 2019.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2018). Erneuerbare Energien in Zahlen. Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2017. 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 im September 2015 unter <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.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

FRITSCH, U.R. UND GREß, H.-W. (2016). Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2015. *Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH*, Darmstadt.

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

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

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

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2017a). Energie- und CO₂-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Emissionsfaktoren.

INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2017b). Einfluss der Herkunft des getankten Stroms. Zuletzt abgerufen im Juli 2018 unter <http://www.emobil-umwelt.de/index.php/umweltbilanzen/einflussgroessen/strommix>.

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

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

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2019). Datenbankabruf:

- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (I-SONG).

- Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussdaten, 8012 Freiburg i. Br. SW (March)

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2018a). Energieatlas Baden-Württemberg, Ermitteltes Solarpotenzial. Zuletzt abgerufen im Dezember 2018 unter <http://www.energieatlas-bw.de/sonne>.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2018b). Energieatlas Baden-Württemberg, Ermitteltes Windkraftpotenzial. Zuletzt abgerufen im Dezember 2018 unter <https://www.energieatlas-bw.de/wind>.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2018c). Energieatlas Baden-Württemberg, Ermitteltes Wasserkraftpotenzial. Zuletzt abgerufen im Dezember 2018 unter <https://www.energieatlas-bw.de/wasser>.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2019a). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2015.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2019b). Solare Einstrahlung. Zuletzt abgerufen im Mai 2019 unter <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/hintergrundinformationen/solare-einstrahlung>.

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

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

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2019). Die Energiewende im Überblick. Zuletzt abgerufen im Mai 2019 unter <https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/startseite>

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

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2017). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2019). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfragen für March. Zuletzt abgerufen im Mai 2019 unter <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>.

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

UMWELTBUNDESAMT AUF BASIS AG ENERGIEBILANZEN (2019). Energieverbrauch nach Energieträgern, Sektoren und Anwendungen. Zuletzt abgerufen im Mai 2019 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren>

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.
Gebäudetypologie	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.

GEMIS	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein Werkzeug des Ökoinstituts Darmstadt zur Durchführung von Umwelt- und Kostenanalysen sowie eine Datenbank mit Treibhausgasemissionen bzw. Emissionsfaktoren.
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau, deutsche Förderbank
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.)
NO_x	Stickstoffoxide: NO _x ist ein Sammelbegriff für zahlreiche gasförmige Stickoxide. Eine der Hauptquellen für Stickoxide in der Atmosphäre sind Abgase, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, z.B. Kohle oder Kraftstoff, entstehen. Der Verkehr gilt als der größte Verursacher von NO _x -Emissionen.
Nutzenergie	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.

Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
Strommix	Unter Strommix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
ü. NN.	bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaulfläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
WSchV	Wärmeschutzverordnung: Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ begriffen mit ganzheitlichen Planungen.

9. Methodik

9.1 Gebäudetypologisierung

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

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 7).

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

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

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

- Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinander grenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinander 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 Wärmegevinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), Witterung, Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem.

9.3 Energie- und CO₂-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde das für das Land Baden-Württemberg konzipierte Tool BICO₂ BW (Version 2.7) genutzt (IFEU). Die Version 2.7 ist für die Bilanzjahre 2005 bis 2015 ausgelegt. Die Bilanz wurde für das Jahr 2015 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 (Lastganzzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der

Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommix verwendet, der im Jahr 2015 0,600 t/MWh beträgt (IFEU, 2017a).

Energilieferant	Anteil am deutschen Strommix (2015)
Kohle	42 %
Atomenergie	14 %
Erdgas	9 %
Wind	14 %
Biomasse	7 %
Solar	6 %
Wasser	3 %
Sonstiges	5 %

Tabelle 8 – Energiequellen des deutschen Strommix und ihre Anteile im Jahr 2015 (Quelle: Fritsche & Greß, 2016)

9.3.2 Stromeinspeisung

Einspeisemengen für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden oder aus KWK erzeugt werden, wurden vom örtlichen Stromnetzbetreiber für die Jahre 2014 bis 2016 zur Verfügung gestellt. Hierbei wurden Angaben zur Anzahl der Anlagen, aggregierte Leistung in kW und eingespeiste Jahresmenge in der Gemeinde gemacht.

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

Erzeugungsart	CO ₂ -Ausstoß (t/MWh)	CO ₂ -Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,063	0,537
Wasserkraft	0,003	0,597
Biomasse	0,216	0,384
Windkraft	0,011	0,589

Tabelle 9 – CO₂-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2017a)

9.3.3 Energie und CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der CO₂-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers bnNETZE GmbH (für Erdgas) verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen aus dem Jahr 2015 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für das Jahr 2015 für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

Bei den örtlichen Schornsteinfegern wurde die Heizanlagenstatistik der Gemeinde abgefragt. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffe (Energieholz) und gibt jeweils die Leistung und das Alter der in der Gemeinde vorhandenen Heizanlagen. Diese Statistik lässt keine Rückschlüsse auf einzelne Feuerungsanlagen zu. Da die Schornsteinfegerdaten nicht vollständig für die Gesamtgemeinde vorlagen, wurden diese lokalen Daten lediglich zur Verifizierung, nicht aber zur Bilanzierung verwendet.

Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Der Bestand an oberflächennahen Geothermieanlagen wurde aus der Datenbank Wärmepumpenatlas.de abgefragt. Diese Datenbanken erfassen alle solarthermischen Anlagen bzw. Wärmepumpen, die durch die bundesweiten Marktanzreizprogramme gefördert worden sind. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen und Wärmepumpen bilden den Zustand im Jahr 2015 ab.

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe im Rahmen einer Fragebogenaktion direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt.

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, 2014).

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

Das Solarpotenzial für Dachflächen wurde durch das LUBW im Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welcher jedem Bürger öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW, 2018a).

Im Solaratlas werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80-94 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen und bedingt geeignete Flächen nehmen 75-79 % der Globalstrahlung auf. Das Solarpotenzial der Flachdächer wurde in der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie anhand von Erfahrungswerten gesondert berechnet. Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeenergiepotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuft Dachflächen mit Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

9.5 Geothermiespotenzial

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

Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

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

Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiespotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Wegen der Bohrtiefenbegrenzung wird zur Potenzialberechnung eine Sondenlänge von nur 90 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 11 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	90 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 11 – Vorgegebene Sondenparameter

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

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	40,6 / 37,4 / 33,2
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,5$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,8$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 12 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 13 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

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

Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

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

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 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

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

10. Kartenmaterial

- **Wärmekataster der Gemeinde March**
 - Wärmebedarf der Gebäude, absolut (kWh/Jahr) und spezifisch (kWh/m²*Jahr)
- **Sanierungskataster der Gemeinde March**
 - Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung, absolut (kWh/Jahr) und spezifisch (kWh/m²*Jahr)
- **Geothermiekataster der Gemeinde March**
 - Potenziale zur Versorgung mit Erdwärme vor und nach Sanierung der Gebäude

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

Simone Stöhr-Stojakovic
(Projektleiterin)

simone.stoehr-stojakovic@badenova.de

Telefon: 0761 279-1107

Kommunale Klimaschutzberatung
(Stabsstelle Energiedienstleistungen)

klimaschutzberatung@badenova.de

Telefon: 0761 279-1121